



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL**

Utilización de las hojas de alfalfa (*Medicago sativa L.*) para la reducción de metales pesados del agua residual textil, 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Ambiental

AUTORAS:

Silva Flores, Jazmine Alejandra (ORCID : 0000-0003-3224-7860)

Velasquez Saavedra, Catherine Jeanebish (ORCID: 0000-0003-2039-7749)

ASESOR:

Dr. Jiménez Calderón, César Eduardo (ORCID : 0000-0001-7894-7526)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los Residuos

LIMA - PERÚ

2019

DEDICATORIA

Dedico esta investigación a mi padre Luciano Silva Villegas quien me enseñó el verdadero amor, te amo padre y se que desde el cielo me cuidas y das fuerzas para salir adelante, a mi madre Julia Flores Osorio por darme su amor y apoyarme incondicionalmente durante todo este proceso y a mis hermanos Williams Silva y Luz Silva por motivarme en esta etapa importante de mi vida profesional, los amo.

Silva Flores Jazmine Alejandra

Dedico esta investigación a mi familia, quienes me apoyaron y motivaron a superar todos los obstáculos presentes. A mi hija, quien llegó a mi vida para hacerla realmente feliz y enseñarme el significado del amor más sincero, por convertirme en una mejor versión de mí, por ser lo mejor que me pudo haber pasado en este universo.

Velasquez Saavedra Catherine Jeanebish

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme seguir adelante día a día a mi madre Julia Flores Osorio por ayudarme a culminar mis estudios, a mi padre Luciano Silva Villegas por ayudarme y motivarme a iniciar esta etapa profesional, un agradecimiento especial a mi asesor Cesar Eduardo Jiménez Calderón por brindarme sus conocimientos en esta investigación y finalmente a mis amigos que me brindaron su apoyo constantemente.

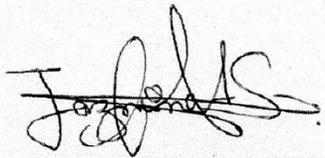
Silva Flores Jazmine Alejandra

Agradezco a mis padres, por el apoyo económico y emocional para culminar con excelencia el desarrollo de esta investigación. Asimismo, agradezco a mi hija por motivarme a ser mejor constantemente, a luchar por mis metas y sueños, gracias por haberme elegido como tu madre y enseñarme el amor más sincero que puede existir.

Velasquez Saavedra Catherine Jeanebish

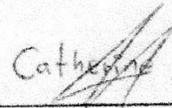
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, SILVA FLORES, JAZMINE ALEJANDRA, identificada con DNI 76957217 y yo VELASQUEZ SAAVEDRA, CATHERINE JEANEBISH, identificada con DNI 72797278, cumpliendo la normativa académica actual del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental, manifestamos bajo juramento que toda la documentación que adjuntada es verdadero y legítimo. Asimismo, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces. Por lo tanto, asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.



Silva Flores, Jazmine Alejandra

DNI 76957217



Velasquez Saavedra, Catherine Jeanebish

DNI 72797278

Índice

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Página del jurado	iv
Declaratoria de autenticidad.....	v
Índice	vi
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
I. INTRODUCCIÓN	3
II. MÉTODO	27
2.1 Tipo y diseño de investigación	27
2.1.1 Tipo de investigación	27
2.1.2 Enfoque de investigación	27
2.1.3 Nivel de la investigación	27
2.1.4 Diseño de investigación	28
2.2 Operacionalización de variable	29
2.3 Población, muestra y muestreo	30
2.3.1 Población	30
2.3.2 Muestra	30
2.3.3 Muestreo	30
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	31
2.5 Procedimiento	33
2.6 Método de análisis de datos	38
2.7 Aspectos éticos	39
III. RESULTADOS	40
IV. DISCUSIÓN	48
V. CONCLUSIONES	51
VI. RECOMENDACIONES	52
VII. REFERENCIAS	53
VIII. ANEXOS	65

Índice de Tablas

Tabla 1: Clasificación taxonómica de la alfalfa	18
Tabla 2: VMA de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario D.S. N° 021-2009-Vivienda	22
Tabla 3: Etapas de la recolección de información para el análisis de la técnica	38
Tabla 4: Concentración de plomo [Pb] antes y después de aplicar el estímulo	40
Tabla 5: Concentración de cromo [Cr] antes y después de aplicar el estímulo	41
Tabla 6: Concentración de cadmio [Cd] antes y después de aplicar el estímulo	42
Tabla 7: Concentración de arsénico [As] antes y después de aplicar el estímulo	43
Tabla 8: Demanda Química de Oxígeno (DQO) antes y después de aplicar el estímulo	44
Tabla 9: Oxígeno disuelto (OD) antes y después de aplicar el estímulo	45
Tabla 10: Conductividad Eléctrica (Ce) antes y después de aplicar el estímulo	46
Tabla 11: Potencial de hidrogeno (pH) antes y después de aplicar el estímulo	47

Figuras

Figura 1: Estructura química de la clorofila	20
Figura 2: Recolección de muestras de agua contaminada	34
Figura 3: Pesaje de Hojas de alfalfa	35
Figura 4: Muestra de 500 ml	35
Figura 5: Alfalfa machacada	36
Figura 6: Aplicación del estímulo	36
Figura 7: Colado de alfalfa	37
Figura 8: Muestras listas para su análisis respectivo	37

Gráficos

Gráfico 1: Concentración de plomo [Pb] antes y después de aplicar el estímulo	40
Gráfico 2: Concentración de cromo [Cr] antes y después de aplicar el estímulo	41
Gráfico 3: Concentración de cadmio [Cd] antes y después de aplicar el estímulo	42
Gráfico 4: Concentración de arsénico [As] antes y después de aplicar el estímulo	43
Gráfico 5: Demanda Química de Oxígeno (DQO) antes y después de aplicar el estímulo	44
Gráfico 6: Oxígeno disuelto (OD) antes y después de aplicar el estímulo	45
Gráfico 7: Conductividad Eléctrica (Ce) antes y después de aplicar el estímulo	46
Gráfico 8: Potencial de hidrogeno (pH) antes y después de aplicar el estímulo	47

Anexos

Anexo 1: Cadenas de custodia del laboratorio SGS	65
Anexo 3: Instrumentos de recolección de datos	68

Anexo 4: Validación de los instrumentos – Jiménez Calderón, Cesar Eduardo	70
Anexo 5: Validación de los instrumentos – Ordoñez Gálvez, Juan Julio.....	72
Anexo 6: Validación de los instrumentos – Cabrera Carranza, Carlos Francisco	74
Anexo 7: Análisis resultados laboratorio	76

RESUMEN

El agua contaminada por metales pesados como el cadmio (Cd), el cromo (Cr), el plomo (Pb) y arsénico (As) es un problema mundial. Sin embargo, el uso de alfalfa (*Medicago sativa L.*) representa una tecnología verde alternativa para reducir los niveles de metales en el agua. El objetivo de la investigación es reducir los metales pesados de las aguas residuales de una industria textil utilizando hojas de alfalfa. Esta investigación aplicada se llevó a cabo como un experimento para determinar el potencial de remediación de las hojas de alfalfa fresca y pulverizada. Se mezcló el agua residual textil con 50 g de hojas frescas de alfalfa trituradas en un mortero. Se agitó en el jar-test a una velocidad de 170 rpm con un tiempo de agitación de un minuto, luego se agitó nuevamente durante treinta minutos con una velocidad de agitación de 50 rpm. El mismo procedimiento se llevó a cabo con las hojas frescas de alfalfa de 60 g y 70 g. Asimismo, se mezcló el agua residual textil con 30 g de hojas pulverizadas, para la pulverización de las hojas frescas, estas son colocadas en un horno a una temperatura de 180°C a 40 min, posteriormente tamizadas a 2.00 mm y 0.850 mm, se repitió el mismo procedimiento con las hojas de 40 g y 50 g. Luego se aplicó el mismo método del jar-test. Después de 15 minutos de reposo, el líquido se tamizó y se envió al laboratorio. El impacto esperado es la reducción de Cd, Cr, Pb y As en las aguas residuales textiles.

Palabras claves: Metales pesados, Agua residual, Contaminación, *Medicago sativa L.*, Alfalfa.

ABSTRACT

Water contaminated by heavy metals such as cadmium (Cd), chromium (Cr), lead (Pb) and arsenic (As) is a worldwide problem. However, the use of alfalfa (*Medicago sativa* L.) represents an alternative green technology to reduce the levels of metals in the water. The objective of the research is to reduce the heavy metals of the wastewater of a textile industry using alfalfa leaves. This applied research was carried out as an experiment to determine the potential for remediation of fresh and powdered alfalfa leaves. The textile wastewater was mixed with 50 g of fresh alfalfa leaves crushed in a mortar. It was stirred in the test jar at a speed of 170 rpm with a stirring time of one minute, then stirred again for thirty minutes with a stirring speed of 50 rpm. The same procedure was carried out with fresh 60g and 70g alfalfa leaves. Likewise, the textile wastewater was mixed with 30 g of pulverized leaves, for the pulverization of the fresh leaves, these are placed in an oven at a temperature of 180 ° C at 40 min, subsequently screened at 2.00 mm and 0.850 mm, and He repeated the same procedure with the 40 g and 50 g sheets. Then the same method of the jar-test was applied. After 15 minutes of rest, the liquid was screened and sent to the laboratory. The expected impact is the reduction of Cd, Cr, Pb and As in textile wastewater.

Keywords: Heavy metals, Waste water, Pollution, *Medicago sativa* L, Alfalfa.

I. INTRODUCCIÓN

Con el pasar de los años, el medio acuático se perjudica gravemente por el crecimiento industrial y urbanístico (Jia *et al.*, 2017). En la actualidad, las industrias son un gran aporte económico para todo el mundo, sin embargo, son los principales generadores de impactos ambientales. La **realidad problemática** que aqueja al recurso hídrico, es la cantidad excesiva de aguas residuales provenientes de los procesos industriales y urbanos, afectan directa e indirectamente la escasez del agua dulce en el planeta (Carreño y Granada, 2016a), conducido a la contaminación del recurso hídrico por contaminantes tanto orgánicos como inorgánicos (Yadav, Gadi y Kalra, 2019). Las actividades antropógenicas generan aguas residuales que contienen hidrocarburos, metales pesados y materia orgánica, los cuales son dañinos para el ecosistema (Martel *et al.*, 2016), generando un desequilibrio ecológico (Faria, Soares y Rodrigues, 2018).

El Perú, al igual que muchos otros países, enfrenta problemas de suministro y demanda hídrica debido al crecimiento demográfico y problemas de contaminación ambiental por parte de las industrias y la agricultura (Bustíos, Martina y Arroyo, 2013), donde 129 cuencas de las 159 que tiene el Perú, se encuentran contaminadas por coliformes fecales y metales pesados (ANA, 2016). El acelerado crecimiento de la industrialización, el aumento de los insumos agrícolas, la minería y residuos industriales y urbanos contaminan de metales pesados las tierras agrícolas y las fuentes hídricas (Yadav, Gadi y Kalra, 2019).

La contaminación ambiental ha ido en aumento debido al manejo inadecuado de las aguas, el uso de sustancias contaminantes y la eliminación descontrolada de desechos industriales (Gonçalves *et al.*, 2013). Las descargas de efluentes industriales generan el incremento de concentración de metales pesados del recurso hídrico ya que estos niveles de contaminación han excedido los límites máximos permisibles (LMP) y los estándares de calidad ambiental – agua (ECA). Existen miles de vertederos que tienen como disposición final los cuerpos hídricos, por lo que son un peligro ambiental, social y económico (Yang *et al.*, 2017).

El almacenamiento de metales pesados en los cuerpos hídricos y suelos están directamente relacionadas a la contaminación de los cuerpos hídricos, por los derrames sin procedimiento alguno a nivel industrial o poblacional (Mbangi, Muchaonyerwa y Zengeni, 2018). Los metales responsables de la polución son: Hg (mercurio), Cd (cadmio), cobre (Cu), Pb (plomo), Ni (Níquel) Cr (cromo) y As (arsénico) (Tejada, Villabona y Garcés, 2015). En los seres humanos y animales la principal fuente de polución por la toxicidad de los metales pesados se da por su presencia en los cuerpos de agua, porque el recurso hídrico es utilizado para riego de cultivos y consumo directo e indirecto. Los metales pesados dañan la salud y sanidad de los seres vivos provocando enfermedades e incluso hasta la muerte (Silva *et al.*, 2018). Por lo que millones de ingenieros, científicos y otros profesionales investigan soluciones ambientales (Ramos *et al.*, 2016) con la finalidad de mitigar, prevenir y controlar los impactos generados por la globalización.

Los metales pesados son muy tóxicos, convirtiéndose en un peligro mortal al mezclarse con otros sedimentos en el agua, por lo que requieren ser tratadas de una manera especial ya que estos no se degradan de forma natural (Gonçalves *et al.*, 2013). Es por ello que cada vez se usan plantas como tecnologías verdes para la remediación del suelo, agua y aire (Raven, 2018). Por ende, la presente investigación tiene como finalidad remediar aguas residuales de una industria textil utilizando las hojas de alfalfa (*Medicago sativa L.*) frescas y pulverizadas.

Por consiguiente, la presente investigación tiene como **antecedentes** los siguientes:

En su artículo científico, (Ghodake et al., 2009), potential of *Brassica juncea* in order to treat textile effluent contaminated sites, cuyo objetivo fue evaluar tres especies de plantas (*Brassica juncea*, *Sorghum vulgare* y *Phaseolus mungo*) de diferentes consecuencias agronómicas para la decoloración de los tintes del efluente textil. Las tres especies de plantas mostraron decoloración de efluentes textiles hasta 79, 57 y 53%. Concluyendo que *Brassica juncea* (mostaza india), es un acumulador de metales más tolerante y más efectivo que otras especies de plantas agrícolas probadas, mostró un mayor crecimiento con respecto a la altura del brote y la raíz.

En su investigación, (Baghiná y Moiscuc, 2012), sobre the influence of Sludges from Municipal Wastewater Treatment Plant on Production at *Medicago sativa* species, donde utilizaron lodos de una planta de tratamiento de agua residual (PTAR) para la agricultura de las legumbres. Los autores concluyeron que los lodos de forraje tienen beneficios económicos y ecológicos, la alfalfa tiene un gran rendimiento, alta calidad y capacidad de producción de resembrar el forraje en los lodos de las aguas residuales municipales. La producción de masa verde de la alfalfa, depende de las dosis de lodo utilizadas, entre 70 y 80 de masa verde / ha. La altura de las plantas de alfalfa varió según las dosis de lodo utilizadas, entre 73 cm y 96 cm. Y la cantidad de materia seca varía entre 15 y 19 toneladas de materia seca obtenida por hectárea.

En su artículo científico, (Fox *et al.*, 2012), removing heavy metals in water: the interaction of cactus mucilage and arsenate (As (v)), teniendo como objetivo aplicar el mucílago de cactus (*Opuntia ficus-indica*) para la eliminación de arsénico. El nivel de arsénico en la interface del agua-aire se cuantificó después del equilibrio. Las disoluciones con tratamiento de extracto gelificante y de extracto no gelificante mostraron un incremento promedio del 14% y 9% en el nivel de As (arsénico) en la interface agua-aire, respectivamente, lo que indica que el mucílago se unió y transportó el arsénico a la interfaz aire-agua.

En su trabajo de investigación, (Pájaro y Díaz, 2012), sobre la remoción de cromo hexavalente de aguas contaminadas usando quitosano obtenido de exoesqueleto de camarón, para la remoción del cromo hexavalente de las muestras de aguas contaminadas provenientes de cromado (galvanizado) de una fábrica. Los resultados de la capacidad máxima de adsorción fueron 200mg/g y la remoción de cromo hexavalente de las los ejemplares de agua contaminada fue del 99.98%. Los autores concluyeron que el quitosano es una opción para mejorar el manejo de los desechos industriales de la camaronera y remover el cromo hexavalente de aguas contaminadas.

En su trabajo investigación, (Gonçalves *et al.*, 2013), sobre the use of *crambea byssinica* sedes as adsorbent in the removal of metals from waters, evaluó la eficacia de las semillas de crambe (*Crambreabyssinica*hochst) como material adsorbente en la eliminación de los metales tóxicos (cadmio, plomo y cromo) de las soluciones contaminadas. Los resultados de eliminación fueron de 71.2% para Cadmio, 65% para Plomo y 76.6% para Cromo. Los autores concluyeron que el adsorbente fue efectivo para reducir el nivel de los metales pesados como el Cd, Pb y Cr en disoluciones, siendo factibles como adsorbente de metales.

En su trabajo de investigación, (Gonçalves *et al.*, 2013), sobre applicability of *Moringa oleifera lam pie* as an adsorbent for removal of heavy metals from waters, se evaluó la eficacia de la torta de moringa como material adsorbente de metales pesados como el plomo [Pb], cadmio [Cd] y cromo [Cr], en soluciones contaminadas. Los resultados del porcentaje de eliminación de la solución adsorbente fueron del 69.2% para el plomo, 80.2% para el cadmio y el 86.7% para el cromo. Los autores concluyeron que el adsorbente fue efectivo en la remediación de soluciones que contienen cadmio, plomo y cromo, por lo que se usó como material alternativo sostenible es factible, ya que tiene un bajo costo, no necesita un tratamiento previo y es un subproducto.

En su trabajo de investigación, (Hadi, 2013), synthesis of chitosan and its use in metal removal, para sintetizar quitosano incluyó cuatro etapas principales como preacondicionamiento, desmineralización, desproteinización y desacetilación. Demostrando que el quitosano absorbe metales pesados, en particular, iones de cobre y, por lo tanto, puede usarse para eliminar no solo cobre sino también otros metales pesados de los efluentes acuosos, resultando económicos para la reducción de metales pesados contenidos en cuerpos hídricos.

En su artículo científico, (Augustynowicz *et al.*, 2015), sobre potencial for chromium (vi) biorremediation by the aquatic carnivorous plant *Utricularia gibba L. (Lentibulariaceae)*, verificaron la luz mediante la utilización de la luz purificada de Ugiby de las placas de

laboratorio en una solución de 50 um (2, 6 mg dm – 3) Cr. La planta exhibe una capacidad de acumulación muy alta para Cr de 780 mg kg-1. Los autores concluyeron que *U. gibba* puede extraer de manera efectiva el Cr (VI) en el agua contaminada.

En su artículo científico, (Malik, Lata y Singhal, 2015), Removal of heavy metal from waste water by the use of modified Aloe Vera Leaf Powder, desarrollaron un adsorbente a partir de las hojas maduras del Aloe vera para eliminar el Pb del agua residual. Concluyendo que una pequeña cantidad de adsorbente (0.3 g / L de agua) podría eliminar hasta el 74, 6% de Pb en 30 minutos de una solución. La capacidad de adsorción de los metales aumenta considerablemente al ser modificado con H₃PO₄, aumentando su capacidad de adsorción hasta un 96.2% de plomo.

En su artículo científico, (Anuja y Mrinalini, 2015), sobre removal of Heavy Metals from water (Cu and Pb) using household waste as an adsorbent, cuyo objetivo general fue demostrar la eficiencia de la cáscara de huevo pulverizada para adsorber metales pesados como el Cu (cobre) y Pb (plomo). Argumentando que el tamaño del adsorbente en una escala muy pequeña ayuda en la eficiencia de la adsorción de estos metales. Las cascaras son desechos domésticos económico, fáciles de encontrar y baratos. Concluyendo que las cáscaras de huevo eran los mejores adsorbentes de metales pesados del agua pues reducen los niveles de contaminación por metales pesados en un 92 %.

En su trabajo de investigación, (Tejada, Villabona y Garcés, 2015), sobre adsorción de metales pesados en aguas residuales usando materiales de origen biológico, donde estudiaron el proceso para remover contaminantes presentes en el recurso hídrico utilizando residuos biológicos. Concluyendo que los residuos de origen biológico tienen una alta capacidad para remover metales pesados en soluciones acuosas.

En su trabajo de investigación, (Tripathi y Rawat, 2015), heavy metal removal from wastewater using low cost adsorbents, cuyo objetivo fue demostrar los adsorbentes basados en materiales de origen natural. Concluyendo que existen diferentes adsorbentes de bajo costo derivados de desechos agrícolas o productos naturales, que al ser modificadas química o térmicamente, estas tienen alta capacidad de eliminar los metales tóxicos presentes en las aguas residuales. La concentración de adsorbato, el grado de modificación de la superficie y las características del adsorbente son los factores responsables de la capacidad de adsorber diversos metales.

En su investigación, (Chen et al., 2015), sobre physiological responses and accumulation of heavy metals and arsenic of *Medicago sativa L.* Mine tailings in aridlands, donde evaluaron las respuestas fisiológicas y la fitoacumulación de metales pesados y arsénico en la alfalfa que crecían en suelos con diversas proporciones de relaves de minas de cobre ácidas. Concluyeron que la alfalfa (*Medicago sativa L.*) es una planta prometedora para la revegetación y la fitoestabilización de metales pesados, tienen la capacidad de crecer en suelos que contiene hasta el 50% de los relaves de las minas de cobre ácida, inmovilizando abrumadoramente los metales pesados (excepto el Hg) en sus raíces. Los metales pesados y el arsénico, excepto el Hg, se inmovilizaron abrumadoramente en las raíces. Sin embargo, la alta movilidad de Hg desde la raíz hasta el disparo puede representar un riesgo para los animales.

En su trabajo de investigación, (Caviedes, Delgado y Olaya, 2016), sobre removal of heavy metals commonly generated by industrial activities, by means of neotropical macrophytes, investigaron como remover los metales pesados de la actividad industrial empleando macrofitas neotropicales. Los autores concluyeron que el tratamiento para reducir metales pesados en el del recurso hídrico utilizando macrofitas está siendo aplicada como tratamiento secundario.

En su artículo científico, (Fox, Stebbins y Alcantar, 2016), combining ferric salt and cactus mucilage for arsenic removal from water, cuyo objetivo fue determinar la combinación de

mucílago de cactus y sal férrica (Fe (III)) como un sistema de floculación-coagulación para eliminar el arsénico (As) del agua. El tratamiento del mucílago mejoró como eliminación (solo tratamiento con Fe (III)); el sistema eliminó 75-96% en 30 min. A pH neutro, la eliminación dependía de Fe (III) y la concentración de mucílago y la edad de la solución de Fe (III). La eliminación de arsénico fue entre 52% (pH alto) y 66% (pH bajo).

En su artículo científico, (Abid *et al.*, 2016), Arsenic(V) biosorption by charred orange peel in aqueous environments, teniendo como objetivo principal establecer la eficacia de la biosorción de la piel de naranja natural (NOP) y la piel de naranja carbonizada (COP) en la inmovilización de arseniato (As (V)) en un medio acuoso. Teniendo como resultados que la sorción de arseniato era máxima a un pH de 6.5, con un mayor porcentaje de eliminación de As (V) (98%) por la piel de naranja carbonizada que por la piel de naranja natural (68%) a una dosis de biosorbente óptima de 4 g L⁻¹. Concluyendo que a partir de los residuos biológicos carbonizados tienen la capacidad mejorada de sorción de arsénico (AS (V)).

En su artículo científico, (Lakshmipathy y Sarada, 2016), Metal ion free watermelon (*Citrullus lanatus*) rind as adsorbent for the removal of lead and copper ions from aqueous solution. Cuyo resultado fue que la capacidad de carga máxima de la corteza de sandía químicamente protonada era 116.2 y 39.2 mg g⁻¹ para Pb²⁺ y Cu²⁺ iones. Concluyendo que las protonaciones de la corteza de sandía son un adsorbente eficaz para eliminar los niveles de iones de metales pesados de una solución acuosa.

En su trabajo de investigación, (Tejada, Montiel y Acevedo, 2016), sobre el aprovechamiento de las cáscaras de yuca y ñame para el tratamiento de aguas residuales contaminadas con Pb (II), modificaron químicamente las cáscaras de yuca y ñame utilizando ácido cítrico para evaluar su conducta adsorbiendo el Pb (II). Como resultado hubo una adsorción de 52.34 y 98.36 mg/g para las cáscaras de yuca y ñame. Los autores concluyeron que las cáscaras modificadas

químicamente con ácido cítrico obtuvieron resultados favorables para remover los niveles de plomo.

En su investigación, (Kabiret *et al.*, 2016), sobre role of silicon counteracting cadmium toxicity in Alfalfa (*Medicago sativa L.*), donde investigaron cómo el silicio (Si) mejora la toxicidad del cadmio (Cd) en la alfalfa. Los autores concluyeron que la concentración de cadmio [Cd] causan problemas agrícolas y riesgos para la salud humana. La adición de Silicio (Si) en plantas estresadas con Cd mejora significativamente las características morfofisiológicas, así como en la estabilidad total de proteínas y membranas, lo que indica que el Si tiene funciones críticas en la desintoxicación de Cd en la alfalfa, proporcionándole defensa antioxidante mejorando la capacidad fitorremediadora de las legumbres y disminución significativa en las concentraciones de Cd y Fe en ambas raíces y brotes en comparación con las plantas sometidas a estrés Cd.

En su artículo científico, (Lara *et al.*, 2016), adsorción de plomo y cadmio en sistema continuo de lecho fijo sobre residuos de cacao, cuyo objetivo principal fue evaluar la eficacia de la cáscara de cacao para adsorber concentraciones de Pb y Cd en agua residual, mediante un sistema continuo de lecho fijo. Teniendo como resultados que la remoción de Pb (91, 32 %) y Cd (87, 80%) en un tiempo de 4, 5 horas. Concluyendo que los residuos de cáscaras de cacao es un recurso de un costo menor, siendo una solución factible para la adsorción de Pb y Cd en cuerpos de agua utilizando columnas de lecho fijo, donde la altura del lecho no tiene mayor incidencia con la remoción.

En su artículo científico, (Rozumová *et al.*, 2016), magnetically modified peanut husks as an effective sorbent of heavy metals. Las cáscaras de maní modificadas magnéticamente se usaron como adsorbentes de iones de cadmio y plomo de soluciones acuosas. Se llevaron a cabo experimentos de sorción y desorción, donde se calcularon los modelo isotermáticos de adsorción evaluándose la capacidad de sorción del material. Concluyendo que las hojas de maní

modificadas magnéticamente son adsorbentes adecuados para reducir los iones de metales tóxicos presentes en el recurso hídrico.

En su trabajo de investigación, (Carreño y Granada, 2016), sobre el tratamiento de aguas contaminadas con cromo, diseñaron, desarrollaron y evaluaron una tecnología fitorremediadora con *Eichhorniacrassipes*. Al principio el cromo tuvo una concentración de 6120mg/10L y después 1880mg/10L. Los autores concluyeron que la fitorremediación, con esta especie resulta ser una solución para retener contaminantes como el Cr, reduciendo entonces estos contaminantes del agua. Además, el manejo de esta especie es accesible.

En su trabajo de investigación, (Yang *et al.*, 2017), sobre photosynthesis of alfalfa (*Medicago sativa*) in response to land fill leachate contamination, donde determinaron la sensibilidad de la fotosíntesis de la alfalfa en respuesta a la contaminación de lixiviados. Los autores concluyeron que existen miles de vertederos que tienen como disposición final los cuerpos hídricos y de suelo, por lo que son un peligro ambiental, social y económico. Se cree que la alfalfa es una planta de fitorremediación para la contaminación de lixiviada basada en un sistema radicular fuerte y la excelente capacidad de eliminar diversos tipos de contaminantes. La eficiencia fotosintética máxima (F_v / F_m) como la tasa fotosintética neta (P_n) de la alfalfa se inhibieron ligeramente en el grupo de dosis altas. La tasa fotosintética neta de la alfalfa es un indicador efectivo para las características de lixiviación de los suelos contaminados.

En su artículo científico, (Kim *et al.*, 2017), adsorption of heavy metals by natural adsorbents of green tea and ginseng leaves, cuyo objetivo principal fue calcular la capacidad del adsorbente de metales tóxicos basado en té verde y hojas de ginseng como adsorbentes. Los metales tóxicos (Cd, Cu, Pb) se eliminaron a través de la reacción de adsorción para formar complejos con los grupos carboxilo e hidroxilo en el té verde y las hojas de ginseng. Concluyeron que el té verde como las hojas de ginseng al tener un tiempo de reacción de adsorción de 10 minutos, se alcanzó

el equilibrio de adsorción y la tasa de eliminación fue de aproximadamente 80.3 - 97.5% y 81.9 - 90.4%, respectivamente.

En su trabajo de investigación, (López, 2017), sobre fitorremediación de plomo (Pb) en agua por medio de una planta clonal *Hydrocotyle bonariensis*, donde se evaluó el efecto fitorremediador de la planta a nivel de laboratorio para absorber el plomo del medio acuoso. Los resultados con agrolita rizoma fueron de 1.90 mg de Pb que desaparecieron del líquido mientras que en el análisis 2 con tallos y hojas fueron de 79.9 mg. El autor concluyó que el sistema de fitorremediación permitió generar condiciones de un humedal construido a nivel de laboratorio para la remoción de Pb de una fase acuosa.

En su trabajo de investigación, (Romero, 2017), sobre la eficacia de la alfalfa asociada a enmiendas orgánicas para la reducción de diferentes concentraciones de plomo en la mina de colquisiri en Huaral, donde se determinó lo eficaz que es la alfalfa (*Medicago sativa*) cultivada con enmiendas orgánicas con la intención de reducir los altos niveles de plomo. El tratamiento 3 bioacumuló 26.7 ppm y el tratamiento 7 con vermicompost bioacumuló 44.36 ppm. Los autores concluyeron que la mayor bioacumulación de plomo en la alfalfa es debido al mayor tamaño de la especie cultivada.

En su artículo científico, (Acharya, Kumar y Rafi, 2018), Removal of heavy metal ions from wastewater by chemically modified agricultural waste material as potential adsorbent-a review. Los materiales de desecho agrícolas son económicos y ecológicos por su composición bioquímica única, por ser residuos renovables y de coste menor, siendo los más eficientes en la remediación de metales pesados. Concluyendo que los residuos agrícolas son sustancias lignocelulosas que contienen tres componentes estructurales principales: hemicelulosas, celulosa y lignina. Los materiales lignocelulósicos también contienen extractos, siendo capaces de reducir hasta incluso eliminar los metales pesados.

En su artículo científico, (Huang *et al.*, 2018), heavy metal ion removal of wastewater by zeolite-imidazolate frameworks. Teniendo como resultado las capacidades de adsorción saturadas de ZIF-8 y ZIF-67 para Pb^{2+} alcanzan 1119.80 y 1348.42mg / g, mientras que son 454.72 y 617.51mg / g para Cu^{2+} , respectivamente, que son mucho más altas que casi todos los otros materiales porosos. Concluyendo que los adsorbentes ZIF-8 y ZIF-67 pueden eliminar más del 99,4% de Pb^{2+} y 97,4% de Cu^{2+} . Además, los dos adsorbentes muestran una cinética de adsorción rápida, y solo necesitan varios minutos para alcanzar el equilibrio de adsorción.

En su artículo científico, (Borah *et al.*, 2018), efficacy and field applicability of Burmese grape leaf extract (BGLE) for cadmium removal: An implication of metal removal from natural water, cuyo objetivo fue eliminar el cadmio Cd (II) de una solución acuosa mediante el extracto de hojas de uva birmano. Teniendo resultados favorables, las hojas de uvas tienen la capacidad de adsorción máxima de 44.73 mg g⁻¹ a 0.1 g de dosis de adsorbente. Concluyendo que las muestras de agua natural mostraron menos eliminación de Cd (II) debido a la interferencia de los iones principales.

En su artículo científico, (Ibisi y Asoluka, 2018), use of agro-waste (Musa paradisiaca peels) as a sustainable biosorbent for toxic metal ions removal from contaminated water, su principal objetivo fue eliminar los niveles de metales tóxicos en aguas residuales utilizando residuos agrícolas con exfoliaciones de Musa paradisiaca como adsorbente de prueba. Teniendo como resultado que el porcentaje de eliminación de estos iones de plomo (II) y cadmio (II) fue superior al 90% en un tiempo de contacto de 60 minutos.

En su trabajo de investigación, (Chen *et al.*, 2018), rhizobium inoculation enhances copper tolerance by affecting copper uptake and regulating the ascorbate-glutathione cycle and phytochelatin biosynthesis-related gene expression in *Medicago sativa* seedlings, donde analizaron los efectos de la inoculación de rhizobium en el crecimiento de plantas en plántulas de *Medicago sativa* bajo estrés de Cu. La cantidad total de captación de Cu en las plantas

inoculadas aumentó significativamente en comparación con las plantas no inoculadas, y el aumento en las raíces fue mucho mayor que en los brotes, disminuyendo así el coeficiente de transferencia y promoviendo la fitoestabilización del Cu. Concluyendo que la inoculación con rhizobium mejoró la tolerancia al Cu al afectar la captación de Cu, regulando las actividades de las enzimas antioxidantes y el ciclo de ascorbato-glutati6n, convirtiéndose en una estrategia eficiente para la fitorremediaci6n de suelos contaminados con Cu.

En su investigaci6n, (Xionget *al.*, 2018), sobre *Medicago sativa L.* enhances the phytoextraction of cadmium and zinc by *Ricinus communis L.* on contaminated land in situ, donde investigaron los efectos fitoextractivos de la plantaci6n conjunta de *Ricinuscommunis* y leguminosas en suelos contaminados con Cd y Zn. Los autores concluyeron que la fitorremediaci6n se basa en el sistema de remediaci6n de los recursos (hídrico, suelo y aire) a traves de las plantas. El *Medicago sativa* tiene la capacidad de aumentar significativamente su altura y biomasa al estar en contacto con suelos contaminados. Los niveles de contaminantes podrían cambiar el contenido de aceite de las plantas, pero la alfalfa tiende a aumentar la cantidad acumulada de cadmio y zinc. Por lo que, la co-siembra de leguminosas son factibles para remediar suelos contaminados con metales pesados.

En su trabajo de investigaci6n, (Mbangi, Muchaonyerwa y Zengeni, 2018), sobre accumulation of multiple heavy metals in plants grown on soil treated with sewage sludge for more than 50 years presents health risks and an opportunity for phyto-remediation, determinaron la concentraci6n de metales pesados en hortalizas de siembra automática, amaranto (*Amaranthusdubius*), tomate (*Solanumlycopersicum*), brigada negra (*Solanumnigrum*), *Rumexpulcher* y césped, cultivada en tierra tratada con lodos de depuraci6n más de 50 años. Concluyendo que las hortalizas y el pasto tienen la capacidad de acumular en su estructura concentraciones de metales pesados como el Cr, Zn, Ni, Cd, Pb. Las hortalizas de auto-siembra tienen en su tejido concentraciones Zn, Cu, Cr, Ni, Cd y Pb superiores a los umbrales de toxicidad. Mientras que el tejido del pasto del césped tenía concentraciones más altas de los metales que las hortalizas de auto-siembra que crecían en el suelo.

En su investigación, (Cedeño *et al.*, 2018), sobre plant growth promoting rhizobacteria with ACC deaminase activity isolated from Mediterranean dryland areas in Chile: Effects on early nodulation in alfalfa, cuyo objetivo fue seleccionar las rizobacterias promotoras del crecimiento de las plantas (PGPR) asociadas con la alfalfa y evaluar sus efectos en el crecimiento y la nodulación de las plantas. Los autores concluyeron que la alfalfa (*Medicago sativa L.*) es un cultivo alternativo para suelos con deficiencia nutricional, las leguminosas son promotoras de cepas bacterianas aisladas en la rizosfera, quienes son las encargadas de mejorar significativamente la nodulación de la planta en condiciones de invernadero.

En su artículo científico, (Adjeroud *et al.*, 2018), effect of *Opuntia ficus indica* mucilage on copper removal from water by electrocoagulation-electroflotation technique, cuyo objetivo fue investigar el proceso de electrocoagulación-electroflotación asistido con el mucílago de la planta *Opuntia ficus indica* mejora la eficiencia de eliminación de cobre. Concluyendo que el mucilago de la *Opuntia ficus indica* tiene la capacidad de eliminar el cobre al 100% en menos de 5 min con 30 mg / L de mucílago. A la vez, la velocidad de sedimentación del lodo de cobre aumenta con el aumento de las concentraciones de mucílago, y se mejoró en un 15%. Asimismo, el mucílago redujo el consumo específico de energía a una densidad de corriente fija junto con el aumento de la eficiencia de eliminación.

En su artículo científico, (Al-Ghouti y Khan, 2018), eggshell membrane as a novel bio sorbent for remediation of boron from desalinated water, cuyo objetivo fue demostrar que la membrana del huevo reduce los niveles significativos de la concentración del boro en el agua. En la obtención de la membrana del huevo, es necesario remojar la cáscara de huevo en un recipiente que contiene 15% de ácido clorhídrico (HCl) durante toda la noche. Teniendo como resultado que la membrana de la cáscara de huevo podría ser exitosa al ser utilizado como un adsorbente para la eliminación efectiva de boro del agua, cuenta con la capacidad de adsorción hasta el 97% de boro.

En su artículo científico, (Midhat *et al.*, 2018), Phytostabilization of polymetallic contaminated soil using *Medicago sativa L.* in combination with powdered marble: Sustainable rehabilitation. Los relaves mineros se recogieron de una mina polimetálica abandonada en el sur de Marruecos y se mezclaron con mármol en polvo como las siguientes proporciones, 25%, 50% y 75%. Los resultados por las pruebas de inmovilización / estabilización de laboratorio mostraron que la aplicación de mármol en polvo en los tratamientos condujo a un aumento significativo en el pH y reducciones significativas de Cu, Zn (99%), Pb (98%) y Fe (45%). Concluyendo que la combinación de la inmovilización por mármol en polvo con la fitoestabilización por *Medicago sativa L.* representa un método viable para rehabilitar relaves de mina polimetálicos ácidos.

En su trabajo de investigación, (Cui *et al.*, 2018), sobre intercropping of Gramineous Pasture Ryegrass (*Lolium perenne L.*) and Leguminous Forage Alfalfa (*Medicago sativa L.*) increases the resistance of plants to heavy metal, donde investigaron el efecto del tratamiento de cultivos intercalados sobre el crecimiento de la hierba de gramíneas (*Lolium perenne L.*) y la alfalfa de forraje leguminosa (*Medicago sativa L.*) en suelos contaminados con metales. Concluyendo que el intercultivo puede aumentar la biomasa de las plantas y reducir la acumulación de metales pesados en las plantas. El cultivo intercalado de hierba de gramíneas (*Lolium perenne L.*) y la alfalfa de forraje leguminosa (*Medicago sativa L.*) remedian los suelos contaminados, aliviando la inhibición de los metalestóxicos presentes en el crecimiento de la flora, aumentando el contenido de nitrógeno y clorofila en los brotes y las raíces.

En su artículo científico, (Li *et al.*, 2019), Biochar derived from watermelon rinds as regenerable adsorbent for efficient removal of thallium (I) from wastewater. Cuyo resultado fue que el biochar primario preparado a una temperatura de pirólisis de 500 ° C era el más efectivo para la eliminación de Tl (I) teniendo como adsorción máxima el Tl (I) de 178, 4 mg/g, que es superior a la de otros biochar, revelando que el biochar primario es rico en K y Cl, estas actúan como resinas de intercambio de iones anfíbios regenerables para realizar adsorción y desorción

reversibles de TI (I). Concluyendo que el mecanismo de adsorción es principalmente el intercambio de iones anfibios. El biochar derivado de las cortezas de sandía exhibe un rendimiento efectivo de eliminación de TI (I) y una fuerte regeneración.

En su artículo científico, (Moussaoui *et al.*, 2019), Soil properties and alfalfa (*Medicago sativa L.*) responses to sustainable treated urban wastewater reuse, cuyo objetivo principal fue realizar un estudio experimental de reutilización de aguas residuales urbanas tratadas de forma sostenible y cruda en el riego de alfalfa en condiciones semi-controladas. Llegando a la conclusión que el mayor rendimiento, la absorción de macro y microelementos de la alfalfa (*Medicago sativa L.*) obtuvo mejor respuesta al riego con aguas residuales urbanas tratadas del proceso de lodos activados modificados y las aguas residuales urbanas crudas, aumentando significativamente la materia orgánica y nutrientes, en comparación con los suelos de control regados con aguas subterráneas.

La presente investigación tiene **teorías relacionadas** al uso de las hojas de alfalfa (*Medicago sativa L.*):

La *fitorremediación* es básicamente la aplicación de plantas para mitigar la polución presente tanto en el agua, como en el suelo y aire, siendo una solución sostenible para la contaminación ambiental (Coninx, Martinova y Rineau, 2017), siendo consideradas como tecnologías verdes (Luo *et al.*, 2017). Siendo una alternativa eficaz y económica para tratar la contaminación en el recurso hídrico con metales pesados y garantizar que las aguas no contengan un alto nivel de contaminante y que sean utilizadas para regar suelos u otras actividades (Agudelo, Macias y Suárez, 2005).

La *alfalfa* es una especie de forraje perteneciente a la familia de las leguminosas, considerada una fuente de proteínas valiosa, tanto para el ganado como para la nutrición de los países más pobres y en vías de desarrollo (Faria, Soares y Rodrigues, 2018). A la vez tienen la capacidad de adherir a su raíz ciotoxinas del suelo (Khalloufi *et al.*, 2016), la cual la convierte en una

planta fitorremediadora por su capacidad de eliminar diferentes contaminantes (Yang *et al.*, 2017). Las leguminosas y rizobios tienen la propiedad de minimizar el estrés del Cu en las plantas, aumentando la concentración de nitrógeno en las plántulas de la alfalfa, lo cual las convierte en eficientes como fitorremediadores de suelos contaminados con cobre (Cu) (Xiong *et al.*, 2018). La alfalfa tiene la capacidad de bioacumular los metales pesados sin sobrepasar los niveles fitotóxicos, mejorando la composición del suelo (Dube *et al.*, 2018), por ello es una planta prometedora para la revegetación y la fitoestabilización de metales pesados e hidrocarburos (Chen *et al.*, 2015).

La *clasificación taxonómica* de la alfalfa está descrita en la tabla 1 (Pantaleón, 2016):

Tabla 1: Clasificación taxonómica de la alfalfa

Nombre Científico	Medicago Sativa
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Fabales
Familia	Leguminosae
Género	Medicago
Especie	Sativa

Fuente: Manual de instalación y manejo de la alfalfa en zonas altoandinas (en línea)

La alfalfa es una legumbre que posee el nombre científico de *Medicago sativa L.*, proviene del reino Plantae y clase Magnoliopsida, pertenece a la familia de Leguminosae o Fabaceae, del género *Medicago* y especie *sativa* (tabla 1).

La *descripción morfológica* de la alfalfa. La alfalfa tiene un promedio de vida de 5 a 7 años dependiendo de los factores climáticos, agua y suelo. Posee raíces profundas, abundantes, robustas y pivotantes, que penetran más que ninguna otra herbácea cultivada. Los tallos son herbáceos, delgados, ramificados de 60 a 90 cm. Sus primeras hojas verdaderas después de los

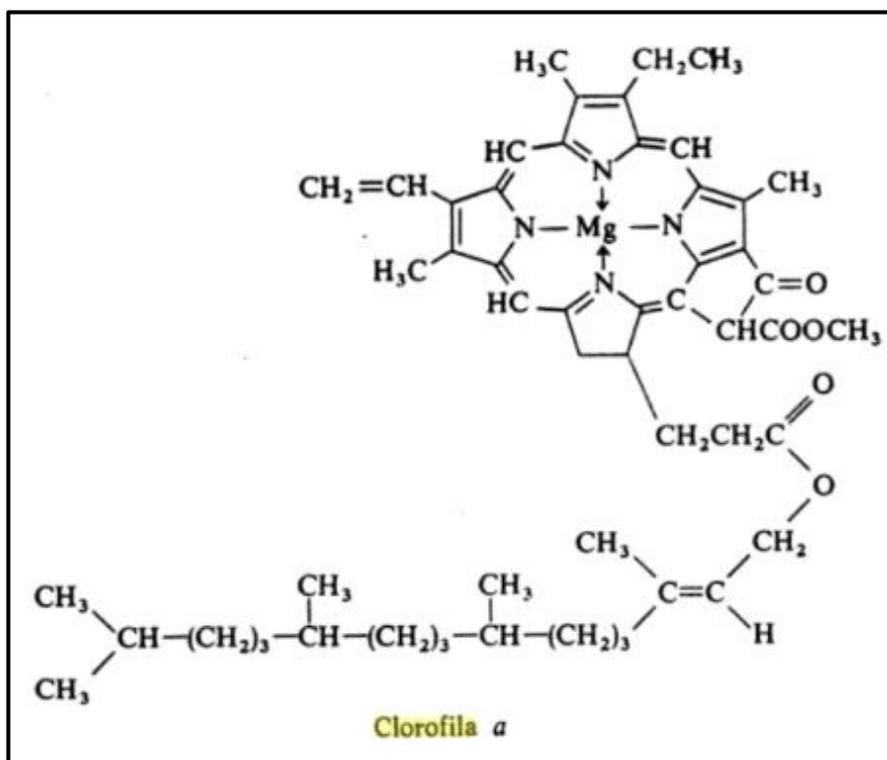
cotiledones son unifoliadas. Posteriormente, las hojas normales son trifoliadas, pecioladas, con filiolospeciulados, particularmente el central (Soriano, 2003).

El *proceso de adsorción* de la alfalfa, las plantas poseen cargas negativas en sus células, al ser estrujadas levemente se rompe la pared celular y liberan la vacuola, donde interactúan los iones positivos de los metales pesados, formando un equilibrio dinámico de adsorción (Alvarado, 2004). La adsorción se da por el proceso de separación de determinados componentes (Cd, Pb, Cr y As) en una fase fluida (agua residual textil), los metales pesados son transferidos hacia el sustrato sólido (hojas de alfalfa naturales y carbonizadas) quedando enlazados en la superficie del adsorbente.

El *intercambio iónico*, se da por una reacción química de iones libres presente en un sólido que se intercambian por diferentes iones similar carga en la disolución, es decir, intercambio de cationes (carga positiva) e aniones (carga negativa)(Foundation, 1974).

La *clorofila de la alfalfa*, es la coloración verde de las plantas. La estructura de la clorofila incluye un grupo tetrapirrólico con un átomo de magnesio central, facilitando el intercambio iónico con metales pesados con similar carga. La estructura de la clorofila a, es el pigmento más abundante en las plantas.

Figura 1: Estructura química de la clorofila



Fuente: Manual de Química Orgánica (Hans y Wolfgang, 1987)

La clorofila a, está compuesta por cadenas de CH₃, mientras que la clorofila b, está compuesta por cadenas de CHO (Figura 1).

La investigación tiene **teorías relacionadas** a los metales pesados del agua residual textil:

Las *aguas residuales industriales*, son aquellas aguas vertidas con sustancias que no se eliminan por un método tradicional ya sea por los niveles elevados de metales pesados, materia orgánica, toxicidad o efectos biológicos (Rodríguez *et al.*, 2009). En el medio ambiente se dispersan una infinidad de sustancias tóxicas, a causa del crecimiento industrial y poblacional ocasionando grandes impactos ambientales (Brumovský *et al.*, 2016).

Los metales más tóxicos presentes en el agua residual son:

El *chromo*, altamente ionizable, es un metal de transición, teniendo como condición de oxidación +2, +3, +4, +5, +6, convirtiéndolo en ionizable. Los principales compuestos del cromo óxidos como sales es poseer colores vistosos. Es por ello que en las industrias de pinturas utilizan estas propiedades cromáticas para conseguir coloraciones resaltantes, además son mezclados con otras coloraciones (Soto, 2006).

El *cadmio*, es considerado como un metal tóxico, es de color plateado claro, su forma de metal puro es blanca, dúctil y maleable. Los seres humanos adsorben el cadmio a través de la inhalación o contacto directo con recursos contaminados, siendo muy perjudicial para su salud, ya que afecta diversos órganos y tejidos como el riñón, corazón, huesos, el sistema nervioso central y reproductivo (Sánchez, 2016).

El *plomo* tiene el símbolo Pb, es un metal tóxico de coloración gris blando y maleable se encuentra de forma natural en la capa superficial de la tierra, su uso indiscriminado ha tenido un fuerte impacto en el ambiente, las principales fuentes de polución son las industrias de pinturas, gasolinas y aditivos (Azcona, Ayala y Vicente, 2015).

El *arsénico* es de color gris y de apariencia metálica brillante, es escaso de propiedades metálicas y el nivel de toxicidad depende de su forma química y estado de oxidación que posee -3, 0, +3, +5. Hoy en día estas sustancias arsénicas son utilizadas en la ganadería, agricultura e industrias es por ello que la exposición del hombre a este metal es diversa (Suárez *et al.*, 2004).

Existen instrumentos ambientales, como los *Valores Máximos Admisibles (VMA)*, que pretenden garantizar la calidad del efluente descargado al alcantarillado.

Tabla 2: VMA de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario D.S. N° 021-2009-Vivienda

ANEXO N° 01				ANEXO N° 02			
PARÁMETRO	UNIDAD	EXPRESIÓN	VMA PARA DESCARGAS AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO	Valores Máximos Admisibles ⁽¹⁾			
PARÁMETRO	UNIDAD	EXPRESIÓN	VMA PARA DESCARGAS AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO	PARÁMETRO	UNIDAD	EXPRESIÓN	VMA PARA DESCARGAS AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	DBO5	500	Aluminio	mg/L	Al	10
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	DQO	1000	Arsénico	mg/L	As	0.5
Sólidos Suspendidos Totales (S.S.T)	mg/L	S.S.T.	500	Boro	mg/L	B	4
Aceites y Grasas (A y G)	mg/L	A y G	100	Cadmio	mg/L	Cd	0.2
				Cianuro	mg/L	CN	1
				Cobre	mg/L	Cu	3
				Cromo hexavalente	mg/L	Cr ⁺⁶	0.5
				Cromo total	mg/L	Cr	10
				Manganeso	mg/L	Mn	4
				Mercurio	mg/L	Hg	0.02
				Níquel	mg/L	Ni	4
				Plomo	mg/L	Pb	0.5
				Sulfatos	mg/L	SO ₄ ⁻²	500
				Sulfuros	mg/L	S ⁻²	5
				Zinc	mg/L	Zn	10
				Nitrógeno Amoniacal	mg/L	NH ⁺⁴	80
				pH ⁽²⁾		pH	6-9
				Sólidos Sedimentables ⁽²⁾	mL/L/h	S.S.	8.5
				Temperatura ⁽²⁾	°C	T	<35

(1) La aplicación de estos parámetros a cada actividad económica por procesos productivos, está precisada en el reglamento de la presente norma tomando como referencia el código CIU. Aquellas actividades que no estén incluidas, en este código deberán cumplir con los parámetros indicados en el presente Anexo.

(2) Estos parámetros, serán tomados de muestras puntuales. El valor de los demás parámetros, serán determinados a partir del análisis de una muestra compuesta.

Fuente: D.S. N° 021-2009-Vivienda (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2009)

Esta norma pretende prevenir el deterioro de las instalaciones e infraestructuras de alcantarillado, buscando la sostenibilidad en el tratamiento de las aguas residuales (tabla 2).

La investigación tiene los siguientes **enfoques conceptuales**:

La *Demanda Química de Oxígeno (DQO)*, es la cantidad de oxígeno que los microorganismos necesitan para oxidar o degradar la materia orgánica presente en el agua residual (Lecca y Lizama, 2014).

La *conductividad eléctrica* es la capacidad que tiene la materia para permitir que las partículas se conviertan en flujos de corriente eléctrica, ya que los flujos de electrones provocan corriente. La conductividad eléctrica de los cuerpos de agua tiene la propiedad de ser medidos por su salinidad (Lecca y Lizama, 2014).

La *temperatura* es el grado o nivel térmico de la materia. Siendo de uso común la expresión caliente o frío a los cuerpos que están en contacto con la piel, donde existe equilibrio térmico, si al cabo de cierto tiempo la temperatura de ambos cuerpos en contacto es la misma.

El *potencial de hidrogeno* (pH) es el grado de ácido o alcalino (básico) de una solución, mide la concentración de hidrogeno presente en la solución. La unidad de pH en el rango de 1 – 6,5 es considerado ácido, si es pH 7 es neutro y si se encuentra en el rango de 6,5 – 7,5 se considera básico o alcalino.

La *adsorción* consiste en la atracción de los polos opuestos, donde carga negativa y positiva se adhieren a las sustancias iónicas, actuando como un dipolo, donde el extremo positivo es atraído por el extremo negativo (Foundation, 1974).

El *intercambio iónico*, se da básicamente por el intercambio de cargas positivas (cationes) o cargas negativas (aniones), también existen intercambios anfóteros, es decir, intercambio de cargas positivas y negativas (Foundation, 1974).

La *clorofila*, es el pigmentación verde de las hojas y tallos de muchas plantas, son los responsables del procesos de fotosíntesis (Hans y Wolfgang, 1987).

Valores Máximos Admisibles (VMA), es el parámetro que establece el grado de concentración que caracteriza a un efluente No doméstico que va a ser descargado a la red de alcantarillado sanitario, que al sobre pasar los parámetros establecidos que ocasionan daños inmediatos o progresivos a las instalaciones e infraestructuras sanitarias (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2009).

El **problema general** de la investigación es ¿Cuán eficaz es la utilización de hojas de alfalfa (*Medicago sativa L.*) para reducir metales pesados (Cr, Cd, Pb, As) del agua residual textil? Y los **problemas específicos** son: Pe1: ¿Cuán eficaz es la utilización de 50g, 60g y 70g de hojas frescas de alfalfa (*Medicago sativa L.*) para reducir la concentración de plomo [Pb] del agua residual textil? Pe2: ¿Cuán eficaz es la utilización de 50g, 60g y 70g de hojas frescas de alfalfa (*Medicago sativa L.*) para reducir la concentración de cromo [Cr] del agua residual textil? Pe3: ¿Cuán eficaz es la utilización de 50g, 60g y 70g de hojas frescas de alfalfa (*Medicago sativa L.*) para reducir la concentración de cadmio [Cd] del agua residual textil? Pe4: ¿Cuán eficaz es la utilización de 50g, 60g y 70g de hojas frescas de alfalfa (*Medicago sativa L.*) para reducir la concentración de arsénico [As] del agua residual textil? Pe5: ¿Cuán eficaz es la utilización de 30g, 40g y 50g de hojas pulverizadas de alfalfa (*Medicago sativa L.*) para reducir la concentración de plomo [Pb] del agua residual textil? Pe6: ¿Cuán eficaz es la utilización de 30g, 40g y 50g de hojas pulverizadas de alfalfa (*Medicago sativa L.*) para reducir la concentración de cromo [Cr] del agua residual textil? Pe7: ¿Cuán eficaz es la utilización de 30g, 40g y 50g de hojas pulverizadas de alfalfa (*Medicago sativa L.*) para reducir la concentración de cadmio [Cd] del agua residual textil? Pe8: ¿Cuán eficaz es la utilización de 30g, 40g y 50g de hojas pulverizadas de alfalfa (*Medicago sativa L.*) para reducir la concentración de arsénico [As] del agua residual textil?

La **justificación** de la investigación contiene: una *justificación teórica*, porque la aplicación de hojas de alfalfa en la reducción de metales pesados en agua residual textil, no se ha encontrado experimentaciones previas, es por ello que se busca ampliar las teorías que se tienen respecto al uso de la alfalfa y reducción de metales pesados, además se buscara los Valores Máximos

Permisibles (VMP) y comparar los resultados y así incorporar un nuevo conocimiento. La *justificación sociales* da porque en los seres humanos y animales, su fuente fundamental de polución por la presencia de metales tóxicos en el recurso hídrico, debido a que estas son utilizadas para riego de cultivos, ganadería, consumo y contacto directo con el agua, y como consecuencia los metales pesados dañan la salud de los humanos provocando enfermedades e incluso hasta la muerte (Silva *et al.*, 2018). Asimismo, la *justificación ambiental* radica en la utilización de tecnologías verdes para reducir la polución por metales tóxicos de los cuerpos hídricos como ríos, aguas superficiales, subterráneas o suelos solucionando así diversos problemas ambientales, es por ello, la importancia de nuestro tema de investigación, la utilización de hojas de alfalfa (*Medicago sativa L.*) para la reducción de metales pesados en agua residual textil.

La **hipótesis general** de la investigación es la utilización de hojas de alfalfa (*Medicago sativa L.*) son eficaces para reducir metales pesados (Cr, Cd, Pb, As) del agua residual textil. Y las **hipótesis específicas** son: H1: La utilización de 50g, 60g y 70g de hojas frescas de alfalfa (*Medicago sativa L.*) son eficaces para reducir la concentración de plomo [Pb] del agua residual textil. H2: La utilización de 50g, 60g y 70g de hojas frescas de alfalfa (*Medicago sativa L.*) son eficaces para reducir la concentración de cromo [Cr] del agua residual textil. H3: La utilización de 50g, 60g y 70g de hojas frescas de alfalfa (*Medicago sativa L.*) son eficaces para reducir la concentración de cadmio [Cd] del agua residual textil. H4: La utilización de 50g, 60g y 70g de hojas frescas de alfalfa (*Medicago sativa L.*) son eficaces para reducir la concentración de arsénico [As] del agua residual textil. H5: La utilización de 30g, 40g y 50g de hojas pulverizadas de alfalfa (*Medicago sativa L.*) son eficaces para reducir la concentración de plomo [Pb] del agua residual textil. H6: La utilización de 30g, 40g y 50g de hojas pulverizadas de alfalfa (*Medicago sativa L.*) son eficaces para reducir la concentración de cromo [Cr] del agua residual textil. H7: La utilización de 30g, 40g y 50g de hojas pulverizadas de alfalfa (*Medicago sativa L.*) son eficaces para reducir la concentración de cadmio [Cd] del agua residual textil. H8: La utilización de 30g, 40g y 50g de hojas pulverizadas de alfalfa (*Medicago sativa L.*) son eficaces para reducir la concentración de arsénico [As] del agua residual textil.

El **objetivo general** de la investigación es determinar la eficacia de la utilización de hojas de alfalfa (*Medicago sativa L.*) en la reducción de metales pesados (Cr, Cd, Pb, As) del agua residual textil. Y los **objetivos específicos** son: Oe1: Determinar la eficacia de la utilización de 50g, 60g y 70g de hojas frescas de alfalfa (*Medicago sativa L.*) para reducir la concentración de plomo [Pb] del agua residual textil. Oe2: Determinar la eficacia de la utilización de 50g, 60g y 70g de hojas frescas de alfalfa (*Medicago sativa L.*) para reducir la concentración de cromo [Cr] del agua residual textil. Oe3: Determinar la eficacia de la utilización de 50g, 60g y 70g de hojas frescas de alfalfa (*Medicago sativa L.*) para reducir la concentración de cadmio [Cd] del agua residual textil. Oe4: Determinar la eficacia de la utilización de 50g, 60g y 70g de hojas frescas de alfalfa (*Medicago sativa L.*) para reducir la concentración de arsénico [As] del agua residual textil. Oe5: Determinar la eficacia de la utilización de 30g, 40g y 50g de hojas pulverizadas de alfalfa (*Medicago sativa L.*) para reducir la concentración de plomo [Pb] del agua residual textil. Oe6: Determinar la eficacia de la utilización de 30g, 40g y 50g de hojas pulverizadas de alfalfa (*Medicago sativa L.*) para reducir la concentración de cromo [Cr] del agua residual textil. Oe7: Determinar la eficacia de la utilización de 30g, 40g y 50g de hojas pulverizadas de alfalfa (*Medicago sativa L.*) para reducir la concentración de cadmio [Cd] del agua residual textil. Oe8: Determinar la eficacia de la utilización de 30g, 40g y 50g de hojas pulverizadas de alfalfa (*Medicago sativa L.*) para reducir la concentración de arsénico [As] del agua residual textil.

II. MÉTODO

2.1 Tipo y diseño de investigación

2.1.1 Tipo de investigación

El presente trabajo de investigación se desarrolló bajo un tipo de investigación aplicada, ya que se va a evaluar la aplicación de las hojas de alfalfa en agua residual textil para reducir las concentraciones de metales pesados.

La investigación aplicada se caracteriza porque aplica o utiliza la cognición que se adquieren, requiere de un marco teórico, aunque lo que importa son las consecuencias prácticas (Relat, 2010).

2.1.2 Enfoque de investigación

El enfoque de esta investigación es cuantitativo puesto que se utilizan dimensiones para medir con precisión las variables de estudio, exponiendo como la aplicación de hojas de alfalfa redujo los metales pesados del agua residual de una industria textil, los resultados fueron contrapuestos con las hipótesis luego de la experimentación.

El enfoque cuantitativo se basa en recolectar datos con el objetivo de probar hipótesis mediante una base de numérica y el análisis estadístico (Hernandez, Fernandez y Baptista, 2010).

2.1.3 Nivel de la investigación

El nivel de esta investigación es explicativo debido que se busca entender como la variable metales pesados en el agua residual textil reduce cuando se aplica la variable independiente hojas de alfalfa (*Medicago sativa L.*), así se puede determinar la causa y efecto.

La investigación explicativa e centra en explicar las causas de los sucesos o fenómenos que se estudian (Hernandez, Fernandez y Baptista, 2010).

2.1.4 Diseño de investigación

El diseño de esta investigación es experimental ya que se evaluó y estudió la técnica de adsorción de las hojas de alfalfa (*Medicago sativa L.*) para reducir los metales pesados en el agua residual textil, de tipo pre-experimental y de subtipo pre y post prueba, porque se tomó datos antes y después de aplicar el tratamiento.

El diseño experimental se da cuando el estímulo es manipulado de manera intencional por el investigador (causas) con la finalidad de conocer las consecuencias de tal manipulación (efectos) (Hernandez, Fernandez y Baptista, 2010).

2.2 Operacionalización de variable

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medición
Variable Independiente: Hojas de alfalfa <i>(Medicago sativa L.)</i>	Son órganos expuestos de la alfalfa de forma aovada u oblonga de contextura ancha y de color verde (Guerrero, 1999).	Se mezcló el agua residual textil con 50 g de hojas frescas de alfalfa trituradas en un mortero. Se agitó en el jar-test a una velocidad de 170 rpm con un tiempo de agitación de un minuto, luego se agitó nuevamente durante treinta minutos con una velocidad de agitación de 50 rpm. El mismo procedimiento se llevó a cabo con las hojas frescas de alfalfa de 60 g y 70 g. Asimismo, se mezcló el agua residual textil con 30 g de hojas pulverizadas, para la pulverización de las hojas frescas, estas son colocadas en un horno a una temperatura de 180°C a 40 min, posteriormente tamizadas a 2.00 mm y 0.850 mm, se repitió el mismo procedimiento con las hojas de 40 g y 50 g. Luego se aplicó el mismo método del jar-test. Después de 15 minutos de reposo, el líquido se tamizó y se envió al laboratorio.	Dosis óptima de hojas frescas (masa)	50g hojas frescas de alfalfa	g
				60g hojas frescas de alfalfa	g
				70g hojas frescas de alfalfa	g
			Dosis óptima de hojas pulverizadas (masa)	30g hojas pulverizadas de alfalfa	g
				40g hojas pulverizadas de alfalfa	g
				50g hojas pulverizadas de alfalfa	g
Variable Dependiente: Reducción de Metales pesados	Los metales pesados son un grupo de elementos químicos con una alta densidad (Reyes <i>et al.</i> , 2016)	En el laboratorio se analiza la concentración de metales pesados (Cr, Pb, Cd y As) del agua residual textil antes y después de aplicar las hojas de alfalfa.	Concentración de metales pesados	Plomo	mg/L
				Cromo	mg/L
				Cadmio	mg/L
				Arsénico	mg/L
			Propiedades fisicoquímicas	pH	Unidad de potencial de hidrógeno
				Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg de O ₂ /L
Conductividad eléctrica	S/cm				

2.3 Población, muestra y muestreo

2.3.1 Población

La población de esta investigación es representada por el agua residual de una industria textil, la cual es vertida directamente al alcantarillado que tiene como disposición final diversos cuerpos de agua (ríos, mares, etc.).

La población es la agrupación de sucesos con características específicas (Hernandez, Fernandez y Baptista, 2010).

2.3.2 Muestra

Para la presente investigación se determinó que la muestra está conformada por 16, 5 litros de agua, de la cual se tomará 5, 5 litros de agua para la primera repetición, posteriormente 5, 5 litros para la segunda repetición y finalmente 5, 5 litros para la tercera repetición, las muestras de investigación son de tipo no probabilístico ya que serán tomadas de un desemboque directo. Se tiene como unidad muestral 500 ml de agua residual textil.

La muestra es la sub-agrupación de unidades con características específicas, es la esencia de la población. La muestra no probabilística es el subconjunto de la población, donde para elegir la muestra no depende de la probabilidad sino de determinadas cualidades a indagar (Hernandez, Fernandez y Baptista, 2010).

2.3.3 Muestreo

La muestra se tomó de un determinado tiempo y lugar para su posterior análisis individual, realizándose un muestreo simple y directamente del punto de desembocadura del agua residual de una empresa dedicada al rubro textil. La muestra fue recolectada en un recipiente, donde se dejará fluir el agua durante cierto tiempo con la finalidad de conseguir una muestra que representa las condiciones y características de la composición original del agua de la industria

textil, la cual será manipulada en un laboratorio donde se aplicaran las hojas de alfalfa, después de dichos estudios, el líquido será trasvasará a frascos de vidrio de boca ancha color ámbar para evitar su degradación por fotólisis, cerrado herméticamente y preservado para su posterior estudio en un laboratorio acreditado (ANA, 2016).

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

Técnicas de recolección de datos

La *observación directa* es la técnica de recolectar datos que manejó está presente investigación ya que a través de esta se conseguirán los datos de las mediciones ejecutadas en el campo y laboratorio. La *medición directa*, se siguió un protocolo establecido por la Autoridad Nacional del Agua. Las mediciones obtenidas serán moldeadas en los formatos de cadena de custodia, y formato de utilización de las hojas de alfalfa.

Recolectar los datos involucra preparar un plan detallado de procedimientos con un propósito específico (Hernandez, Fernandez y Baptista, 2010).

Instrumentos de validación

Formatos de validación de datos

Los formatos sirvieron para el registro de datos recolectados en campo, durante el proceso de experimentación y análisis de laboratorio.

- *Formato 1: Comparación pre y post tratamiento de las muestras – hojas frescas de alfalfa.*

Elaboración propia donde se anotó las concentraciones de metales pesados, parámetros fisicoquímicos en el agua antes del tratamiento y después de la utilización de las hojas de alfalfa.

- *Formato2: Comparación pre y post tratamiento de las muestras – hojas pulverizadas de alfalfa.*

Elaboración propia donde se anotó las concentraciones de metales pesados, parámetros fisicoquímicos en el agua antes del tratamiento y después de la utilización de las hojas de alfalfa.

Validación de los instrumentos

La validación de los instrumentos de esta investigación se efectuó a través del juicio de tres expertos. Los especialistas verificaron detalladamente y aprobaron los instrumentos. Formato de comparación de muestras – hojas frescas de alfalfa y el formato de comparación de muestras – hojas pulverizadas. Estos formatos servirán para la recolección de datos de la muestra y del proceso.

- Experto 1.- Apellidos y Nombre: Jiménez Calderón, César Eduardo
CIP: 42355
Título: Ingeniero agrónomo
% de validez: 95
- Experto 2.- Apellidos y Nombre: Ordoñez Gálvez, Juan Julio
CIP: 89972
Título: Ingeniero Mecánico de Fluidos
% de validez: 90
- Experto 3.- Apellidos y Nombre: Cabrera Carranza, Carlos Francisco
CIP: 46572
Título: Ingeniero Pesquero
% de validez: 85

El promedio total de la valides de los instrumentos de esta investigación es 90 %.

Confiabilidad

La confiabilidad corresponde al grado con el que los porcentajes de una medición se encuentran libres de error de medida, es decir que al repetir la medición varias veces se verifica la precisión de las muestras (el grado de precisión). La presente investigación cuenta con tres repeticiones de cada estímulo (hojas frescas de alfalfa y hojas pulverizadas de alfalfa).

La confiabilidad es el nivel que un instrumento genera resultados coherentes y consistentes (Hernandez, Fernandez y Baptista, 2010).

2.5 Procedimiento

La presente investigación se efectuó con una sucesión de procedimientos que nos permitirán alcanzar nuestros objetivos de investigación, determinar la efectividad de la utilización de hojas de alfalfa (*Medicago sativa L.*) en la reducción de los metales pesados de agua residual textil.

Materiales

- Balde esterilizado
- Jarra esterilizada
- 2 vasos precipitados de 250ml
- 3 frascos de vidrio de 1 litro
- 2 baguetas
- 1 colador pequeño
- 1 mortero de vidrio
- Colador

Los pasos de la investigación se describen a continuación:

PASO N°1: Muestreo del lugar

En esta investigación para el muestreo del lugar se utilizó un GPS para medir las coordenadas UTM.

PASO N°2: Muestreo de agua

Para el muestro se procedió a sacar la muestra (6 litros) de agua representativa directamente del viaducto con un envase plástico esterilizado, seguidamente se llevó la muestra a un espacio para medir los parámetros fisicoquímicos iniciales posteriormente se envía 500ml de la muestra representativa a laboratorio para su análisis respectivo (Figura 2).



Fuente: Elaboración propia

Figura 2: Recolección de muestras de agua contaminada

PASO N°3: Pesado de las hojas de alfalfa

Se procedió a pesar 50g, 60g, 70g de hojas de alfalfa fresca y 30g, 40g, 50g de hojas pulverizadas en una balanza analítica (Figura 3).



Fuente: Elaboración propia

Figura 3: Pesaje de Hojas de alfalfa

PASO N°4: Medición de la muestra de agua.

De la muestra representativa se mide 500ml de agua en recipiente de vidrio previamente esterilizado (Figura 4).



Fuente: Elaboración propia

Figura 4: Muestra de 500 ml

PASO N°5: Machacar la alfalfa

En un mortero se hecha la alfalfa y se procedió a machacar hasta que empiece a botar el mucílago, para realizar la alfalfa pulverizada se introdujo al horno hasta que estas sequen, luego se tamizó (Figura 5).



Fuente: Elaboración propia

Figura 5: Alfalfa machacada

PASO N°6: Aplicación de las hojas de alfalfa

En cada envase con 500ml de la muestra de agua se transfirió 50g, 60g, 70g de hojas de alfalfa previamente machado en un mortero y se colocó al Jar-test por un tiempo de agitación de 30 min con una velocidad de 40 revoluciones por minuto, el mismo procedimiento se realizó para las hojas pulverizadas, además se dejó sedimentar durante 12 h. (Figura 6).



Fuente: Elaboración propia

Figura 6: Aplicación del estímulo

PASO N°7: Colación

Después de haber realizado la experimentación se procedió a colar la muestra utilizando un colador pequeño y previamente esterilizado (Figura 7).



Fuente: Elaboración propia

Figura 7: Colado de alfalfa

PASO N°8: Envío a laboratorio

Una vez colado la muestra se procedió a trasvasar a los frascos proporcionados por el laboratorio, se colocaron en el cooler y se envió a laboratorio para su análisis respectivo, los análisis fisicoquímicos se analizaron en el laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.



Fuente: Elaboración propia

Figura 8: Muestras listas para su análisis respectivo

Tabla 3: Etapas de la recolección de información para el análisis de la técnica

ETAPA	FUENTE	TECNICA	INSTRUMENTO	RESULTADO
Recolección de las muestras iniciales	Tesista / Laboratorio acreditado	Observación y medición directa	Cadena de custodia del laboratorio	Análisis previos de parámetros fisicoquímicos ex situ
Análisis iniciales de las muestras de agua	Laboratorio acreditado	Observación	Cadena de custodia del laboratorio	Análisis iniciales ex situ
Aplicación del estímulo	Tesista	Observación	Formato de comparación de muestras – hojas frescas / Formato de comparación de muestras – hojas pulverizadas	Reducción de metales pesados en el agua.
Análisis finales de las muestras de agua	Laboratorio acreditado	Observación	Cadena de custodia del laboratorio	Resultados finales ex situ
Evaluación final de resultados	Tesista	Observación	Formato de comparación pre y post tratamiento de las muestras	Comparación de resultados iniciales y finales

Fuente: Elaboración propia

2.6 Método de análisis de datos

En análisis de este trabajo de investigación es descriptivo y experimental, debido que se estudió el comportamiento de la variable independiente hojas de alfalfa en la variable dependiente metales pesados del agua residual textil, para ello se realizó varias pruebas para identificar qué cantidad de hojas de alfalfa es óptima, entre las hojas frescas y las hojas pulverizadas de alfalfa.

Los resultados conseguidos fueron detallados y analizados de manera descriptiva, mediante la descripción de tablas y gráficos.

2.7 Aspectos éticos

Esta investigación se ejecutó con el agua de una industria textil, además los resultados conseguidos de la investigación serán utilizados exclusivamente para fines de investigación más no para hacer algún tipo de juicio a terceras personas.

En la investigación no se efectuó ningún tipo de infracción de normas u otros documentos que estén sujetas al desarrollo de la investigación. Se tuvo en cuenta lo siguientes criterios:

- Veracidad de resultados
- Respeto al medio ambiente
- Plagio, el trabajo de investigación no presente copia u otros términos que imposibilite su veracidad (se sometió al software Turnitin)

Además, esta investigación ha sido citada y referenciada correctamente respetando lo establecido en el código de ética de la Universidad Cesar Vallejo.

III. RESULTADOS

3.1. Descripción de resultados

Los resultados fueron analizados por el laboratorio SGS del Perú S.A.C. y el laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.

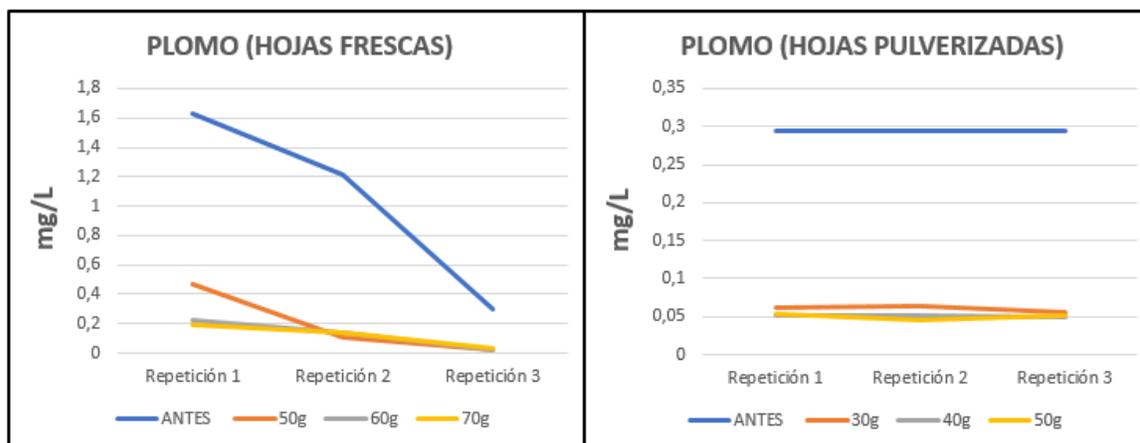
a. Concentración de plomo (Pb)

Tabla 4: Concentración de plomo [Pb] antes y después de aplicar el estímulo

	PLOMO (mg/L) Hojas Frescas				PLOMO (mg/L) Hojas Pulverizadas			
	ANTES	50g	60g	70g	ANTES	30g	40g	50g
Repetición 1	1,6323	0,4675	0,2206	0,1967	0,2953	0,04587	0,02921	0,034
Repetición 2	1,2175	0,1048	0,1359	0,1378	0,2953	0,04121	0,03637	0,0278
Repetición 3	0,2953	0,0272	0,0232	0,0283	0,2953	0,03783	0,03024	0,025
% Reducción		91,09 %	90,49 %	89,55 %	% Reducción	85,90 %	89,18 %	90,20 %

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4 y el gráfico 1, se observa la concentración del plomo antes y después de aplicar las hojas de alfalfa frescas y pulverizadas. Se puede ver que aplicando las hojas frescas de alfalfa se obtuvo una reducción del 91.09%, 90.49% y 89.55% aplicando una dosis de 50g, 60g y 70g respectivamente. Sin embargo, aplicando las hojas pulverizadas de alfalfa se obtuvo una reducción del 93.66%, 95.72% y 95.72% aplicando una dosis de 30g, 40g y 50g respectivamente.



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 1: Concentración de plomo [Pb] antes y después de aplicar el estímulo

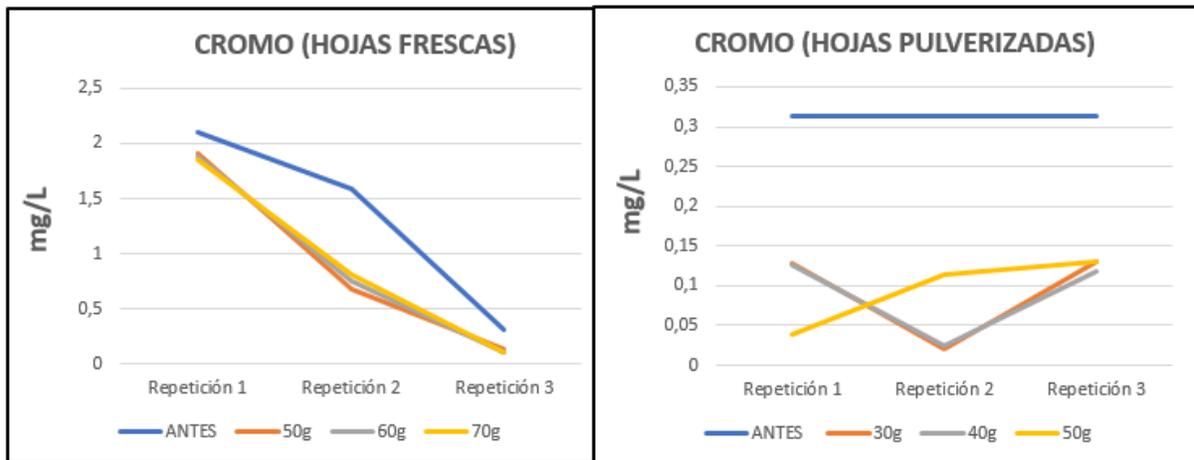
b. Concentración de cromo (Cr)

Tabla 5: Concentración de cromo [Cr] antes y después de aplicar el estímulo

	ANTES	CROMO (mg/L) Hojas Frescas			CROMO (mg/L) Hojas Pulverizadas			
		50g	60g	70g	ANTES	30g	40g	50g
Repeticón 1	2,1011	1,9109	1,878	1,8557	0,3138	0,129	0,1263	0,03909
Repeticón 2	1,5812	0,6759	0,7466	0,809	0,3138	0,01955	0,02429	0,1149
Repeticón 3	0,3138	0,1352	0,1065	0,0997	0,3138	0,1293	0,1188	0,1311
% Reducción		57,08 %	59,42 %	58,53 %	% Reducción	70,49 %	71,38 %	69,72 %

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 5 y el gráfico 2, se observa la concentración del cromo antes y después de aplicar las hojas de alfalfa frescas y pulverizadas. Se puede ver que aplicando las hojas frescas de alfalfa se obtuvo una reducción del 57.08%, 59.42% y 58.53% aplicando una dosis de 50g, 60g y 70g respectivamente. Sin embargo, aplicando las hojas pulverizadas de alfalfa se obtuvo una reducción del 70.94%, 71.38% y 69.72% aplicando una dosis de 30g, 40g y 50g respectivamente.



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 2: Concentración de cromo [Cr] antes y después de aplicar el estímulo

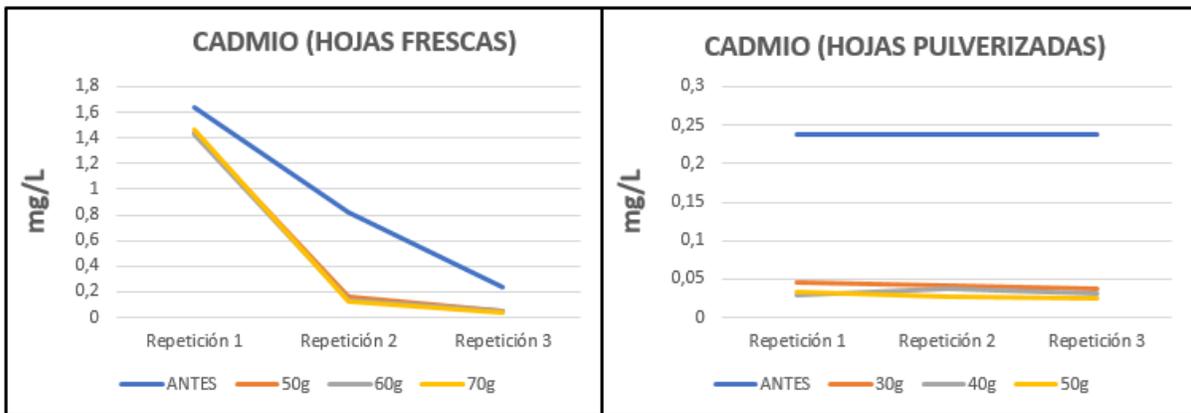
c. Concentración de cadmio (Cd)

Tabla 6: Concentración de cadmio [Cd] antes y después de aplicar el estímulo

	ANTES	CADMIO (mg/L) Hojas Frescas			CADMIO (mg/L) Hojas Pulverizadas			
		50g	60g	70g	ANTES	30g	40g	50g
Repeticón 1	1,63874	1,43974	1,42711	1,45885	0,2389	0,04587	0,02921	0,034
Repeticón 2	0,81949	0,15766	0,14265	0,13032	0,2389	0,04121	0,03637	0,0278
Repeticón 3	0,2389	0,04958	0,04427	0,04356	0,2389	0,03783	0,03024	0,025
% Reducción		80,00 %	82,03 %	82,93 %	% Reducción	82,57 %	86,63 %	87,89 %

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 6 y el gráfico 3, se observa la concentración del cadmio antes y después de aplicar las hojas de alfalfa frescas y pulverizadas. Se puede ver que aplicando las hojas frescas de alfalfa se obtuvo una reducción del 80.00%, 82.03% y 82.93% aplicando una dosis de 50g, 60g y 70g respectivamente. Sin embargo, aplicando las hojas pulverizadas de alfalfa se obtuvo una reducción del 82.57%, 86.63% y 87.89% aplicando una dosis de 30g, 40g y 50g respectivamente.



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 3: Concentración de cadmio [Cd] antes y después de aplicar el estímulo

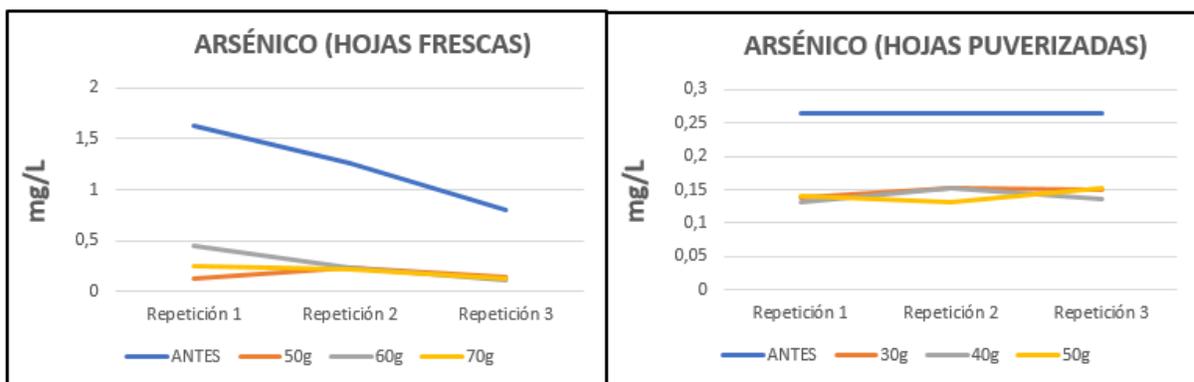
d. Concentración de arsénico (As)

Tabla 7: Concentración de arsénico [As] antes y después de aplicar el estímulo

	ARSENICO (mg/L) Hojas Frescas				ARSENICO (mg/L) Hojas Pulverizadas			
	ANTES	50g	60g	70g	ANTES	30g	40g	50g
Repeticón 1	1,63739	1,12042	1,04491	1,02518	0,2655	0,13811	0,1324	0,14052
Repeticón 2	0,80736	0,23255	0,22748	0,21358	0,2655	0,15325	0,15218	0,13017
Repeticón 3	0,2655	0,13522	0,10936	0,12121	0,2655	0,149	0,13501	0,15248
% Reducción		60,13 %	65,32 %	63,95 %	% Reducción	44,71 %	47,32 %	46,87 %

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 7 y en el gráfico 4, se observa la concentración del arsénico antes y después de aplicar las hojas de alfalfa frescas y pulverizadas. Se puede ver que aplicando las hojas frescas de alfalfa se obtuvo una reducción del 60.13%, 65.32% y 63.95% aplicando una dosis de 50g, 60g y 70g respectivamente. Sin embargo, aplicando las hojas pulverizadas de alfalfa se obtuvo una reducción del 44.71%, 47.32% y 46.87% aplicando una dosis de 30g, 40g y 50g respectivamente.



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 4: Concentración de arsénico [As] antes y después de aplicar el estímulo

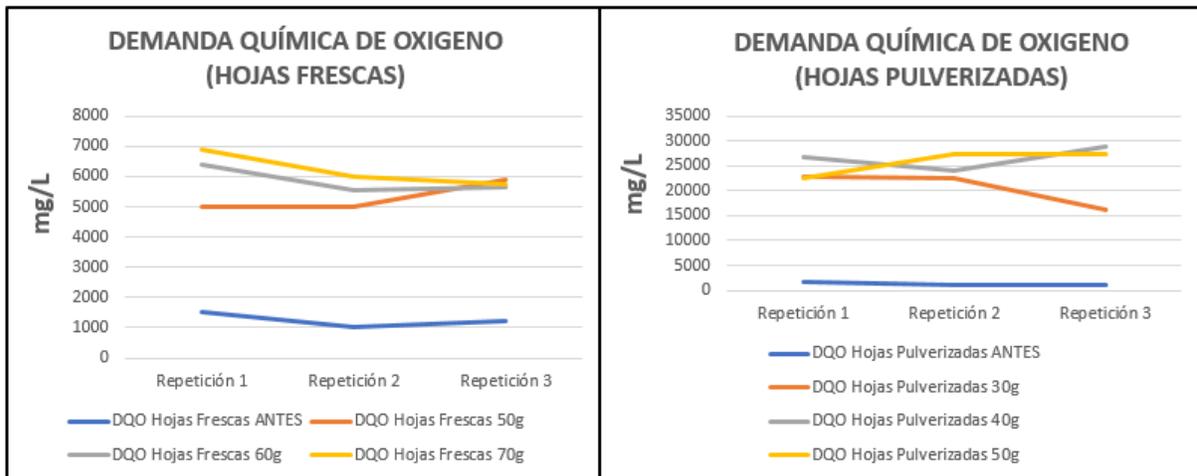
e. Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Tabla 8: Demanda Química de Oxígeno (DQO) antes y después de aplicar el estímulo

	ANTES	DQO Hojas Frescas			DQO Hojas Pulverizadas		
		50g	60g	70g	30g	40g	50g
Repeticón 1	1532,6	5024,9	6415,9	6887,4	22952,4	26825,5	22464
Repeticón 2	1007,9	5022,3	5548,9	5986,6	22531,4	24114,3	27330,7
Repeticón 3	1199,8	5910,7	5631,2	5738,9	16065	28863,1	27347,5

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 8 y en el gráfico 5, se observa la demanda química de oxígeno (DQO) antes y después de aplicar las hojas de alfalfa frescas y pulverizadas. Se puede ver que aplicando las hojas frescas de alfalfa se cuadruplica el nivel de DQO. Mientras que aplicando las hojas pulverizadas de alfalfa se multiplica diecinueve veces la cantidad inicial del nivel de DQO. Por lo que se dedujo que, el incremento de la demanda química de oxígeno se da por la presencia de materia orgánica de las hojas de alfalfa, ya que contiene un nivel alto de clorofila.



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5: Demanda Química de Oxígeno (DQO) antes y después de aplicar el estímulo

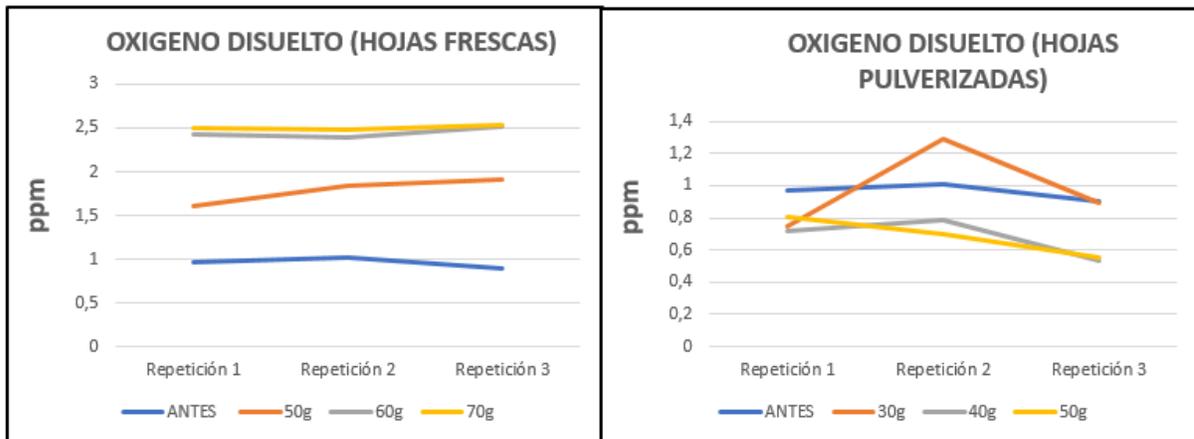
f. Oxígeno disuelto

Tabla 9: Oxígeno disuelto (OD) antes y después de aplicar el estímulo

	ANTES	OXIGENO DISUELTO Hojas Frescas			OXIGENO DISUELTO Hojas Pulverizadas		
		50g	60g	70g	30g	40g	50g
Repetición 1	0,97	1,61	2,43	2,5	0,75	0,72	0,81
Repetición 2	1,01	1,84	2,39	2,48	1,29	0,79	0,7
Repetición 3	0,9	1,91	2,51	2,53	0,89	0,53	0,55

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 9 y en el gráfico 6, de aplicar las hojas de alfalfa frescas y pulverizadas. Se puede ver que aplicando las hojas frescas de alfalfa se duplica el nivel de oxígeno disuelto. Mientras que aplicando las hojas pulverizadas de alfalfa se reduce el nivel de oxígeno disuelto. Por lo que se dedujo que, el incremento del nivel oxígeno disuelto se da por la presencia de materia orgánica de las hojas frescas de alfalfa, ya que contiene un nivel alto de clorofila.



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6: Oxígeno disuelto (OD) antes y después de aplicar el estímulo

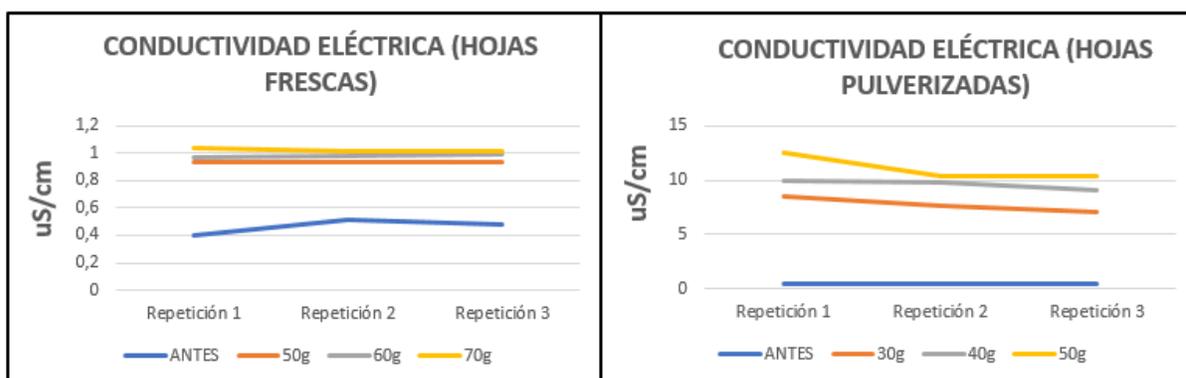
g. Conductividad eléctrica

Tabla 10: Conductividad Eléctrica (Ce) antes y después de aplicar el estímulo

	ANTES	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA Hojas Frescas			CONDUCTIVIDAD ELECTRICA Hojas Pulverizadas		
		50g	60g	70g	30g	40g	50g
Repetición 1	0,4	0,93	0,97	1,04	8,56	9,98	12,5
Repetición 2	0,51	0,94	0,98	1,01	7,58	9,8	10,41
Repetición 3	0,48	0,93	0,99	1,02	7,12	9,05	10,34

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 10 y en el gráfico 7, se observa la conductividad eléctrica (Ce) antes y después de aplicar las hojas de alfalfa frescas y pulverizadas. Se puede ver que aplicando las hojas frescas de alfalfa se duplica el nivel de la conductividad eléctrica. Mientras que aplicando las hojas pulverizadas de alfalfa se multiplica veintidós veces la cantidad inicial del nivel de Ce.



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 7: Conductividad Eléctrica (Ce) antes y después de aplicar el estímulo

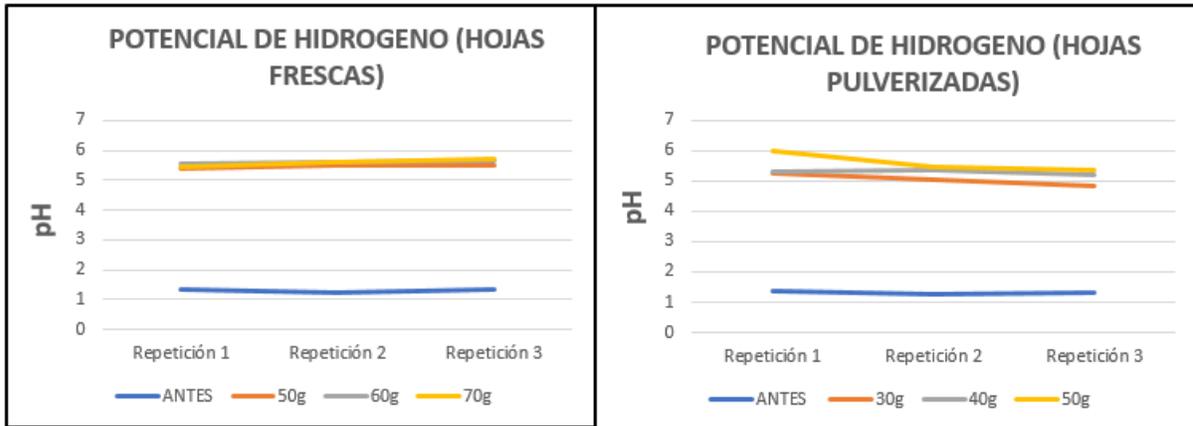
h. Potencial de hidrogeno

Tabla 11: Potencial de hidrogeno (pH) antes y después de aplicar el estímulo

	ANTES	POTENCIAL DE HIDROGENO Hojas Frescas			POTENCIAL DE HIDROGENO Hojas Pulverizadas		
		50g	60g	70g	30g	40g	50g
Repeticón 1	1,35	5,39	5,56	5,44	5,24	5,32	5,99
Repeticón 2	1,25	5,48	5,58	5,62	5,02	5,38	5,47
Repeticón 3	1,31	5,52	5,63	5,72	4,83	5,18	5,34

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 11 y en el gráfico 8, se observa el potencial de hidrogeno (pH) antes y después de aplicar las hojas de alfalfa frescas y pulverizadas. Se puede ver que aplicando las hojas frescas de alfalfa se cuadruplica el nivel de pH. Mientras que aplicando las hojas pulverizadas de alfalfa también se cuadruplica la cantidad inicial del nivel de pH. Se puede ver que el potencial de hidrogeno aumentó, convirtiéndola de ácida a básica.



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 8: Potencial de hidrogeno (pH) antes y después de aplicar el estímulo

IV. DISCUSIÓN

La presente investigación obtuvo mejorías notables en el agua residual textil aplicando las hojas de alfalfa (*Medicago sativa L.*). En el año 2017 en Corea del Sur, Kim *et al.*, obtuvieron una reducción de entre 80.3% - 97.5% en la concentración de los metales pesados aplicando hojas de té verde y hojas de ginseng, mientras que esta investigación se obtuvo una reducción entre 50.37% - 92.27% aplicando hojas de alfalfa (*Medicago sativa L.*) frescas y pulverizadas.

En el año 2013 en Brasil, Goncalves *et al*, obtuvo una reducción del 69.2% de la concentración de plomo [Pb] aplicando la Moringa olifeira y en el año 2015 en la India, Malik, Lata y Singhal, obtuvo una reducción del 74.6% de la concentración de plomo [Pb] aplicando hojas maduras de aloe vera, mientras que esta investigación obtuvo una reducción del 91.1% aplicando hojas frescas de alfalfa (*Medicago sativa L.*). El agua tratada se encuentra por debajo de los parámetros establecidos Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales No domésticas.

En el año 2013 en Brasil, Goncalves *et al*, obtuvo una reducción del 86.7% de la concentración de cromo [Cr] aplicando la Moringa olifeira y en el año 2012 en Colombia, Pájaro y Díaz, obtuvieron una reducción del 99, 98% de la concentración de cromo [Cr] aplicando el quitosano del exoesqueleto de camarón, mientras que esta investigación obtuvo una reducción del 63.73% aplicando hojas frescas de alfalfa (*Medicago sativa L.*). El agua tratada se encuentra por debajo de los parámetros establecidos Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales No domésticas.

En el año 2013 en Brasil, Goncalves *et al*, obtuvo una reducción del 80.2% de la concentración de cadmio [Cd] aplicando la Moringa olifeira y en el año 2018 en Nigeria, Ibisi y Asoluka, utilizando residuos agrícolas con exfoliaciones de Musa paradisiaca redujeron un 90% la concentración de cadmio [Cd], mientras que esta investigación obtuvo una reducción del 80% aplicando hojas frescas de alfalfa (*Medicago sativa L.*), el agua tratada se encuentra por debajo

de los parámetros establecidos Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales No domésticas.

En el año 2016 en la República de Corea, Abid *et al.*, obtuvieron una reducción del 68% de la concentración de arsénico [As] aplicando la cascara de naranja natural y en el año 2016 en Estados Unidos, Fox, Stebbins y Alcantar, obtuvieron una reducción del 52% de arsénico utilizando una combinación de mucilago y sal férrica, mientras que esta investigación obtuvo una reducción del 54% aplicando hojas frescas de alfalfa (*Medicago sativa L.*). El agua tratada se encuentra por debajo de los parámetros establecidos Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales No domésticas.

En el año 2013 en China, Huang *et al.*, utilizando los marcos de zeolita-imidazolato obtuvieron una reducción del 99.4% en la concentración de plomo [Pb] y en el año 2013 en Brasil, Goncalves *et al.*, obtuvo una reducción del 65% de la concentración de plomo [Pb] aplicando las semillas de crambe (*Crambreabyssinica*hochst), mientras que esta investigación obtuvo una reducción del 81.1% aplicando hojas pulverizadas de alfalfa (*Medicago Sativa L.*). El agua tratada se encuentra por debajo de los parámetros establecidos Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales No domésticas.

En el año 2013 en Brasil, Goncalves *et al.*, obtuvo una reducción del 76.6% de la concentración de cromo [Cr] aplicando las semillas de crambe (*Crambreabyssinica*hochst), mientras que esta investigación obtuvo una reducción del 68.63% aplicando hojas pulverizadas de alfalfa (*Medicago Sativa L.*). El agua tratada se encuentra por debajo de los parámetros establecidos Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales No domésticas.

En el año 2013 en Brasil, Goncalves *et al.*, obtuvo una reducción del 71.2% de la concentración de cadmio [Cd] aplicando las semillas de crambe (*Crambreabyssinica*hochst) y en el año 2016

en Colombia, Lara *et al.*, aplicaron los residuos de cacao obteniendo una reducción de 87.40% en la concentración de cadmio [Cd], mientras que esta investigación obtuvo una reducción del 84.78% aplicando hojas pulverizadas de alfalfa (*Medicago sativa L.*). El agua tratada se encuentra por debajo de los parámetros establecidos Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales No domésticas.

En el año 2016 en la República de Corea, Abid *et al.*, obtuvieron una reducción del 98% de concentración de arsénico [As] y en el año 2012 en Estados Unidos, Fox *et al.*, obtuvo un incremento del 14% el nivel de arsénico aplicando extracto gelificante de mucílago de cactus (*Opuntia ficus-indica*), mientras que esta investigación obtuvo una reducción del 48.6 % aplicando hojas pulverizadas de alfalfa (*Medicago Sativa L.*). El agua tratada se encuentra por debajo de los parámetros establecidos Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales No domésticas.

V. CONCLUSIONES

5.1. Conclusión general

La utilización de hojas de alfalfa (*Medicago sativa* L.) son eficaces reduciendo los metales pesados (Cr, Cd, Pb, As) del agua residual textil.

5.2. Conclusiones específicas

- La utilización de 50g, 60g y 70g de hojas frescas de alfalfa (*Medicago sativa* L.) son eficaces reduciendo la concentración de plomo [Pb] del agua residual textil a un 91.09%, 90.49% y 89.55% respectivamente.
- La utilización de 50g, 60g y 70g de hojas frescas de alfalfa (*Medicago sativa* L.) son eficaces reduciendo la concentración de cromo [Cr] del agua residual textil a un 57.08%, 59.42% y 58.53% respectivamente.
- La utilización de 50g, 60g y 70g de hojas frescas de alfalfa (*Medicago sativa* L.) son eficaces reduciendo la concentración de cadmio [Cd] del agua residual textil a un 80.00%, 82.03% y 82.93% respectivamente.
- La utilización de 50g, 60g y 70g de hojas frescas de alfalfa (*Medicago sativa* L.) son eficaces reduciendo la concentración de arsénico [As] del agua residual textil a un 60.13%, 65.32% y 63.95% respectivamente.
- La utilización de 40g, 50g y 60g de hojas pulverizadas de alfalfa (*Medicago sativa* L.) son eficaces reduciendo la concentración de plomo [Pb] del agua residual textil a un 93.66%, 94.99% y 95.72% respectivamente.
- La utilización de 40g, 50g y 60g de hojas pulverizadas de alfalfa (*Medicago sativa* L.) son eficaces reduciendo la concentración de cromo [Cr] del agua residual textil a un 70.49%, 71.38% y 69.72% respectivamente.
- La utilización de 40g, 50g y 60g de hojas pulverizadas de alfalfa (*Medicago sativa* L.) son eficaces reduciendo la concentración de cadmio [Cd] del agua residual textil a un 82.57%, 86.63% y 87.89% respectivamente.
- La utilización de 40g, 50g y 60g de hojas pulverizadas de alfalfa (*Medicago sativa* L.) son eficaces reduciendo la concentración de arsénico [As] del agua residual textil a un 44.71%, 47.32% y 46.87% respectivamente.

VI. RECOMENDACIONES

6.1. Recomendación general

Aplicar las hojas de alfalfa (*Medicago sativa L.*) para la reducción de metales pesados del agua residual textil, puesto que es una planta de cosecha rápida y no requiere de mucho cuidado.

6.2.Recomendaciones específicas

- Aplicar una dosis de 60g de hojas de alfalfa fresca para reducir una cantidad considerable de plomo.
- Aplicar una dosis de 60g de hojas de alfalfa fresca para reducir una cantidad considerable de cromo.
- Aplicar una dosis de 60g de hojas de alfalfa fresca para reducir una cantidad considerable de cadmio.
- Aplicar una dosis de 60g de hojas de alfalfa fresca para reducir una cantidad considerable de arsénico.
- Aplicar una dosis de 40g de hojas pulverizadas de alfalfa para reducir una cantidad considerable de plomo.
- Aplicar una dosis de 40g de hojas pulverizadas de alfalfa para reducir una cantidad considerable de cromo.
- Aplicar una dosis de 40g de hojas pulverizadas de alfalfa para reducir una cantidad considerable de cadmio.
- Aplicar una dosis de 40g de hojas pulverizadas de alfalfa para reducir una cantidad considerable de arsénico.
- Las hojas de alfalfa (*Medicago sativa L.*) frescas y pulverizadas, después de cumplir su vida útil reduciendo los metales pesados del agua residual textil, estas se convierten en residuos peligrosos por lo que es necesario ser dispuestas en un relleno de seguridad mediante una Empresa Operadora de Residuos Sólidos.

VII. REFERENCIAS

- ABID, Muhammad, NIAZI, Nabeel, BIBI, Irshad, FAROOQI, Abida, OK, Yong, KUNHIKRISHNAN, Anitha, ALI, Fawad, ALI, Shafaqat, IGALAVITHANA, Avanthi y ARSHAD, Muhammad, 2016. Arsenic(V) biosorption by charred orange peel in aqueous environments. *International Journal of Phytoremediation* [en línea], vol. 18, no. 5, pp. 442-449. [Consulta: 28 noviembre 2019]. ISSN 1522-6514. DOI 10.1080/15226514.2015.1109604. Disponible en: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15226514.2015.1109604>.
- ACHARYA, Jyotikusum, KUMAR, Upendra y RAFI, Mahammed, 2018. Removal of Heavy Metal Ions from Wastewater by Chemically Modified Agricultural Waste Material as Potential Adsorbent-A Review. , vol. 8, no. 3, pp. 526-530.
- ADJEROUD, Nawel, ELABBAS, Saliha, MERZOUK, Belkacem, HAMMOUI, Yasmina, FELKAI-HADDACHE, Lamia, REMINI, Hocine, LECLERC, Jean-Pierre y MADANI, Khodir, 2018. Effect of *Opuntia ficus indica* mucilage on copper removal from water by electrocoagulation-electroflotation technique. *Journal of Electroanalytical Chemistry* [en línea], vol. 811, pp. 26-36. [Consulta: 27 noviembre 2019]. ISSN 1572-6657. DOI 10.1016/J.JELECHEM.2017.12.081. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1572665717309621>.
- AGUDELO, Lina, MACIAS, Karina y SUÁREZ, Alfredo, 2005. Fitorremediación: la alternativa para absorber metales pesados de los biosólidos. *Revista Lasallista de Investigación*, vol. 2, no. 1, pp. 57-60. ISSN 17944449.
- AL-GHOUTI, Mohammad A. y KHAN, Mariam, 2018. Eggshell membrane as a novel biosorbent for remediation of boron from desalinated water. *Journal of Environmental Management* [en línea], vol. 207, pp. 405-416. [Consulta: 27 noviembre 2019]. ISSN 0301-4797. DOI 10.1016/J.JENVMAN.2017.11.062. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479717311374>.
- ALVARADO, Armando, 2004. *Maquinaria y mecanización agrícola*. Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia. ISBN 9968-31-332-7.

- ANA, 2016a. Cuencas Para La Gestion De Recursos Hidricos. . S.l.:
- ANA, 2016b. *Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídrico-Superficiales, aprobado mediante Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA*. 2016. Peru: s.n.
- ANUJA, Bhatt y MRINALINI, Kanyal, 2015. Removal of Heavy Metals from Water (Cu and Pb) Using Household Waste as an Adsorbent. *Journal of Bioremediation & Biodegradation*, vol. 06, no. 01, pp. 1-6. DOI 10.4172/2155-6199.1000269.
- AUGUSTYNOWICZ, Joanna, ŁUKOWICZ, Krzysztof, TOKARZ, Krzysztof y PŁACHNO, Bartosz Jan, 2015. Potential for chromium (VI) bioremediation by the aquatic carnivorous plant *Utricularia gibba* L. (Lentibulariaceae). *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 22, no. 13, pp. 9742-9748. ISSN 16147499. DOI 10.1007/s11356-015-4151-1.
- AZCONA, María, AYALA, Ribani y VICENTE, Gabriela, 2015. Efectos tóxicos del plomo. *Revista de Especialidades Médico-Quirúrgicas*, vol. 20, pp. 72-77. ISSN 01406736. DOI 10.1016/S0140-6736(00)49863-6.
- BAGHINÁ, Narcis y MOISUC, Alexandru, 2012. THE INFLUENCE OF SLUDGES FROM MUNICIPAL WASTEWATER TREATMENT PLANT ON PRODUCTION AT MEDICAGO SATIVA INTORDUCTION : *Research Journal of Agricultural Science*, vol. 44, no. September, pp. 3-6.
- BORAH, Rinkumoni, KUMARI, Deepa, GOGOI, Anindita, BISWAS, Sunayana, GOSWAMI, Ritusmita, SHIM, Jaehong, BEGUM, Naznin y KUMAR, Manish, 2018. Efficacy and field applicability of Burmese grape leaf extract (BGLE) for cadmium removal: An implication of metal removal from natural water. *Ecotoxicology and Environmental Safety* [en línea], vol. 147, pp. 585-593. [Consulta: 27 noviembre 2019]. ISSN 0147-6513. DOI 10.1016/J.ECOENV.2017.09.002. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0147651317305742>.
- BRUMOVSKÝ, Miroslav, BEČANOVÁ, Jitka, KOHOUTEK, Jiří, THOMAS, Henrike, PETERSEN, Wilhelm, SØRENSEN, Kai, SÁŇKA, Ondřej y NIZZETTO, Luca,

2016. Exploring the occurrence and distribution of contaminants of emerging concern through unmanned sampling from ships of opportunity in the North Sea. *Journal of Marine Systems* [en línea], vol. 162, pp. 47-56. [Consulta: 12 mayo 2019]. ISSN 09247963. DOI 10.1016/j.jmarsys.2016.03.004. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924796316300070>.
- BUSTÍOS, Carlos, MARTINA, Martha y ARROYO, Ruth, 2013. Deterioro de la calidad ambiental y la salud en el Perú actual. *Revista Peruana De Epidemiología* [en línea], vol. 17, no. 1, pp. 1-9. ISSN 0121-8123. DOI 10.1590/1518-8345.0979.2734. Disponible en: <http://medicasur.org.mx/pdf-revista/RMS133-AR01-PROTEGIDO.pdf>.
- CARREÑO, Uriel y GRANADA, Carlos, 2016a. Design, Development and Evaluation of a Laboratory-Scale Phytoremediation System Using Eichhornia Crassipes for the Treatment. *TECCIENCIA* [en línea], vol. 12, no. 22, pp. 7-14. [Consulta: 13 julio 2019]. ISSN 19093667. DOI 10.18180/tecciencia.2017.22.2. Disponible en: <http://tecciencia.ecci.edu.co/index.php/TECCIENCIA/article/view/252>.
- CARREÑO, Uriel y GRANADA, Carlos, 2016b. Diseño, desarrollo y evaluación de una tecnología de fitorremediación a escala de laboratorio utilizando la eichhornia crassipes para el tratamiento aguas contaminadas con cromo. *Fundacion Universitaria los Libertadores*, vol. 1, pp. 1-14.
- CAVIEDES, Diego, DELGADO, Daniel y OLAYA, Alfredo, 2016. Remoción de metales pesados comúnmente generados por la actividad industrial, empleando macrófitas neotropicales. *Producción + Limpia* [en línea], vol. 11, no. 2, pp. 126-149. [Consulta: 29 junio 2019]. ISSN 19090455. DOI 10.22507/pml.v11n2a11. Disponible en: <http://repository.lasallista.edu.co:8080/ojs/index.php/pl/article/view/1245>.
- CEDEÑO, George, GERDING, Macarena, MORAGA, Gary, INOSTROZA, Luis, FISCHER, Susana, SEPÚLVEDA, Maurine y OYARZÚA, Pía, 2018. Plant growth promoting rhizobacteria with ACC deaminase activity isolated from Mediterranean dryland areas in Chile: Effects on early nodulation in alfalfa. *Chilean journal of agricultural research* [en línea], vol. 78, no. 3, pp. 360-369. [Consulta: 24 mayo 2019]. ISSN 0718-5839. DOI 10.4067/s0718-58392018000300360. Disponible en:

http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-58392018000300360&lng=en&nrm=iso&tlng=en.

- CHEN, Fulong, WANG, Shuzhi, MOU, Shuyong, AZIMUDDIN, Iqbal, ZHANG, Daoyong, PAN, Xiangliang, AL-MISNED, Fahad A. y MORTUZA, M. Golam, 2015. Physiological responses and accumulation of heavy metals and arsenic of *Medicago sativa* L. growing on acidic copper mine tailings in arid lands. *Journal of Geochemical Exploration* [en línea], vol. 157, pp. 27-35. [Consulta: 25 mayo 2019]. ISSN 03756742. DOI 10.1016/j.gexplo.2015.05.011. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0375674215001132>.
- CHEN, Juan, LIU, Yu Qing, YAN, Xiao Wu, WEI, Ge Hong, ZHANG, Jian Hua y FANG, Lin Chuan, 2018. Rhizobium inoculation enhances copper tolerance by affecting copper uptake and regulating the ascorbate-glutathione cycle and phytochelatin biosynthesis-related gene expression in *Medicago sativa* seedlings. *Ecotoxicology and Environmental Safety* [en línea], vol. 162, pp. 312-323. [Consulta: 14 mayo 2019]. ISSN 10902414. DOI 10.1016/j.ecoenv.2018.07.001. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0147651318305967>.
- CONINX, Laura, MARTINOVA, Veronika y RINEAU, Francois, 2017. Mycorrhiza-Assisted Phytoremediation. *Advances in Botanical Research* [en línea], vol. 83, pp. 127-188. [Consulta: 14 mayo 2019]. ISSN 00652296. DOI 10.1016/bs.abr.2016.12.005. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0065229616301240>.
- CUI, Tuantuan, FANG, Linchuan, WANG, Mengke, JIANG, Mao y SHEN, Guoting, 2018. Intercropping of Gramineous Pasture Ryegrass (*Lolium perenne* L.) and Leguminous Forage Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Increases the Resistance of Plants to Heavy Metals. *Journal of Chemistry*, vol. 2018. DOI <https://doi.org/10.1155/2018/7803408>.
- DUBE, S., MUCHAONYERWA, P., MAPANDA, F. y HUGHES, J., 2018. Effects of sludge water from a water treatment works on soil properties and the yield and elemental uptake of *Brachiaria decumbens* and lucerne (*Medicago sativa*). *Agricultural Water Management* [en línea], vol. 208, pp. 335-343. [Consulta: 25 mayo 2019]. ISSN

18732283. DOI 10.1016/j.agwat.2018.06.015. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378377418308126>.

FARIA, Ricardo Adriano Dorledo de, SOARES, Renata Braga y RODRIGUES, Christianne Garcia, 2018. Avaliação do emprego de casca de eucalipto na biossorção de hidrocarbonetos leves de petróleo contaminante em corpos hídricos simulados. *Matéria (Rio de Janeiro)* [en línea], vol. 23, no. 4. [Consulta: 12 mayo 2019]. ISSN 1517-7076. DOI 10.1590/s1517-707620180004.0548. Disponible en:
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-70762018000400405&lng=pt&tlng=pt.

FOUNDATION, Nuffield, 1974. Intercambio Iónico. *Química Avanzada*. España: Editorial Reverté S.A., pp. 150. ISBN 84-291-7530-12.

FOX, Dawn, PICHLER, Thomas, YEH, Daniel y ALCANTAR, Norma, 2012. Removing Heavy Metals in Water: The Interaction of Cactus Mucilage and Arsenate (As (V)). *Environmental Science & Technology*, vol. 46, no. 8, pp. 4553-4559. DOI 10.1021/es2021999.

FOX, Dawn, STEBBINS, Daniela y ALCANTAR, Norma, 2016. Combining Ferric Salt and Cactus Mucilage for Arsenic Removal from Water. *Environmental Science & Technology*, vol. 50, no. 5, pp. 2507-2513. DOI 10.1021/acs.est.5b04145.

GHODAKE, Gajanan, TALKE, Amar, JADHAV, Jyoti y GOVINDWAR, Sanjay, 2009. Potential of Brassica Juncea in order to treat textile effluent contaminated sites. *International Journal of Phytoremediation* [en línea], vol. 11, no. 4, pp. 297-312. [Consulta: 27 noviembre 2019]. ISSN 1522-6514. DOI 10.1080/15226510802429518. Disponible en: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15226510802429518>.

GONÇALVES, Affonso, MENEGHEL, Ana, RUBIO, Fernanda, STREY, Leonardo, DRAGUNSKI, Douglas y COELHO, Gustavo, 2013. Applicability of Moringa oleifera Lam. pie as an adsorbent for removal of heavy metals from waters. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* [en línea], vol. 17, no. 1, pp. 94-99. [Consulta: 24 junio 2019]. ISSN 1415-4366. DOI 10.1590/S1415-43662013000100013. Disponible en:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662013000100013&lng=en&tlng=en.

GONÇALVES, Affonso, RUBIO, Fernanda, MENEGHEL, Ana, COELHO, Gustavo, DRAGUNSKI, Douglas y STREY, Leonardo, 2013. The use of Crambe abyssinica seeds as adsorbent in the removal of metals from waters. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* [en línea], vol. 17, no. 3, pp. 306-311. [Consulta: 24 junio 2019]. ISSN 1415-4366. DOI 10.1590/S1415-43662013000300009. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662013000300009&lng=en&tlng=en.

HADI, Angham, 2013. Synthesis of Chitosan and Its Use in Metal Removal. , vol. 3, no. 3, pp. 22-27.

HANS, Beyer y WOLFGANG, Walter, 1987. *Manual de Química Orgánica* [en línea]. España: Editorial Reverté S.A. ISBN 84 - 291 - 7066 - 9. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=Pm7lNZzKlaoC&pg=PA768&dq=clorofila&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiP7J6do43mAhUlWfKkHSWYCF4Q6AEINTAC#v=onepage&q=clorofila&f=false>.

HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Maria del Pilar, 2010. *Metodología de la investigación* [en línea]. 5ta. Mexico: MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. ISBN 9786071502919. Disponible en: <http://www.casadellibro.com/libro-metodologia-de-la-investigacion-5-ed-incluye-cd-rom/9786071502919/1960006>.

HUANG, Yan, ZENG, Xiaofei, GUO, Lingling, LAN, Jianhui, ZHANG, Liangliang y CAO, Dapeng, 2018. Heavy metal ion removal of wastewater by zeolite-imidazolate frameworks. *Separation and Purification Technology* [en línea], vol. 194, pp. 462-469. [Consulta: 28 noviembre 2019]. ISSN 1383-5866. DOI 10.1016/J.SEPPUR.2017.11.068. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1383586617331325>.

IBISI, Nkechi y ASOLUKA, Chizaram, 2018. Use of agro-waste (Musa paradisiaca peels)

as a sustainable biosorbent for toxic metal ions removal from contaminated water.

Chemistry International [en línea], vol. 4, no. 1, pp. 52-59. Disponible en:

<http://bosajournals.com/chemint/images/pdf/files/18-7.pdf>.

JACINTO, Higinio, 2006. *Potencial contaminación por cromo en el proceso de refinación del petróleo*. Peru: Universidad Nacional Mayor De San Marcos.

JIA, Yuyu, WANG, Lin, QU, Zhipeng, WANG, Chaoyi y YANG, Zhaoguang, 2017.

Effects on heavy metal accumulation in freshwater fishes: species, tissues, and sizes.

Environmental Science and Pollution Research, vol. 24, no. 10.

KABIR, Ahmad H., HOSSAIN, Mohammad M., KHATUN, Most A., MANDAL, Abul y

HAIDER, Syed A., 2016. Role of Silicon Counteracting Cadmium Toxicity in Alfalfa

(*Medicago sativa* L.). *Frontiers in Plant Science* [en línea], vol. 7, pp. 1117. [Consulta:

7 junio 2019]. ISSN 1664-462X. DOI 10.3389/fpls.2016.01117. Disponible en:

<http://journal.frontiersin.org/Article/10.3389/fpls.2016.01117/abstract>.

KHALLOUFI, Fatima, OUFDOU, Khalid, BERTRAND, Marie, LAHROUNI, Majida,

OUDDRA, Brahim, ORTET, Philippe, BARAKAT, Mohamed, HEULIN, Thierry y

ACHOUAK, Wafa, 2016. Microbiote shift in the *Medicago sativa* rhizosphere in

response to cyanotoxins extract exposure. *Science of the Total Environment* [en línea],

vol. 539, pp. 135-142. [Consulta: 14 mayo 2019]. ISSN 18791026. DOI

10.1016/j.scitotenv.2015.08.127. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004896971530629X>.

KIM, Sohyun, SONG, Jinyoung, YOON, Kwangsuk, KANG, Eunmi y SONG, Hocheol,

2017. Adsorption of Heavy Metals by Natural Adsorbents of Green Tea and Ginseng

Leaves. *Journal of Soil and Groundwater Environment*, vol. 22, no. 5, pp. 128-134.

ISSN 1598-6438. DOI 10.7857/JSGE.2017.22.5.128.

LAKSHMIPATHY, R. y SARADA, NC, 2016. Metal ion free watermelon (*Citrullus*

lanatus) rind as adsorbent for the removal of lead and copper ions from aqueous solution.

Desalination and Water Treatment [en línea], vol. 57, no. 33, pp. 15362-15372.

[Consulta: 28 noviembre 2019]. ISSN 1944-3994. DOI

10.1080/19443994.2015.1072064. Disponible en:

<http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/19443994.2015.1072064>.

LARA, José, TEJADA, Candelaria, VILLABONA, Ángel, ARRIETA, Alfonso y GRANADOS, Clemente, 2016. Adsorción de plomo y cadmio en sistema continuo de lecho fijo sobre residuos de cacao / Adsorption of lead and cadmium in continuous of fixed bed on cocoa waste / Adsorção de chumbo e cádmio no sistema de leito fixo contínua relativa aos resíduos de cacau. *Revista ION VO - 29*, vol. 29, no. 2, pp. 113. ISSN 0120-100X. DOI 10.18273/revion.v29n2-2016009.

LECCA, Raffo y LIZAMA, Ruiz, 2014. Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno. ,

LI, Huosheng, XIONG, Jingfang, XIAO, Tangfu, LONG, Jianyou, WANG, Qimin, LI, Keke, LIU, Ximing, ZHANG, Gaosheng y ZHANG, Hongguo, 2019. Biochar derived from watermelon rinds as regenerable adsorbent for efficient removal of thallium(I) from wastewater. *Process Safety and Environmental Protection* [en línea], vol. 127, pp. 257-266. [Consulta: 28 noviembre 2019]. ISSN 0957-5820. DOI 10.1016/J.PSEP.2019.04.031. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0957582019301582>.

LÓPEZ GUEL, Emigdio Curátame, 2017. *Fitorremediación de plomo (Pb²⁺) en agua por medio de una planta clonal, hydrocotyle bonariensis*. 2017. S.l.: s.n.

LUO, Zhiwen, YUAN, Xingzhong, CHEN, Xiangying, CUI, Xiaoxia, LUO, Zhiwen, YUAN, Xingzhong, CHEN, Xiangying y CUI, Xiaoxia, 2017. Phytoextraction potential of wetland plants for Copper in water bodies. *Tecnología y ciencias del agua* [en línea], vol. 08, no. 2, pp. 43-50. [Consulta: 25 mayo 2019]. ISSN 20072422. DOI 10.24850/j-tyca-2017-02-04. Disponible en: http://revistatyca.org.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=247&frameUrl=/articleCms/view/1305.

MALIK, Reena, LATA, Suman y SINGHAL, Sushila, 2015. Removal of heavy metal from waste water by the use of modified Aloe Vera Leaf Powder. *International Journal of*

Basic and Applied Chemical Sciences, vol. 5, no. 2, pp. 2277-20736.

MARTEL, José, CUEVAS, Eloy, BENAVIDES, Adalberto, VALDEZ, Luis y FOROUGHBAKHCH, Rahim, 2016. Distribución mineral de plantas de tomate irrigadas con agua contaminada con benceno, diésel y gasolina. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* [en línea], vol. 4, no. 10, pp. 21. [Consulta: 8 junio 2019]. ISSN 2007-901X. DOI 10.19136/era.a4n10.811. Disponible en: <http://era.ujat.mx/index.php/rera/article/view/811>.

MBANGI, Awonke, MUCHAONYERWA, Pardon y ZENGENI, Rebecca, 2018. Accumulation of multiple heavy metals in plants grown on soil treated with sewage sludge for more than 50 years presents health risks and an opportunity for phyto-remediation. *Water SA* [en línea], vol. 44, no. 4, pp. 569-576. [Consulta: 24 mayo 2019]. ISSN 18167950. DOI 10.4314/wsa.v44i4.06. Disponible en: <https://www.ajol.info/index.php/wsa/article/view/179277>.

MIDHAT, Laila, OUAZZANI, Naaila, HEJJAJ, Abdessamed, BAYO, Javier y MANDI, Laila, 2018. Phytostabilization of polymetallic contaminated soil using *Medicago sativa* L. in combination with powdered marble: Sustainable rehabilitation. *International Journal of Phytoremediation* [en línea], vol. 20, no. 8, pp. 764-772. [Consulta: 28 noviembre 2019]. ISSN 1522-6514. DOI 10.1080/15226514.2018.1425665. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15226514.2018.1425665>.

MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO, 2009. *D.S. N° 021-2009-VIVIENDA Aprueban Valores Máximos Admisibles (VMA) de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario*. [en línea]. 2009. S.l.: s.n. Disponible en: http://www3.vivienda.gob.pe/direcciones/Documentos/DS_2009_021.pdf.

MOUSSAOUI, Tawfik, MANDI, Laila, WAHBI, Said, MASI, Salvatore y OUAZZANI, Naaila, 2019. Soil proprieties and alfalfa (*Medicago sativa* L.) responses to sustainable treated urban wastewater reuse. *Archives of Agronomy and Soil Science* [en línea], vol. 65, no. 13, pp. 1900-1912. [Consulta: 28 noviembre 2019]. ISSN 0365-0340. DOI 10.1080/03650340.2019.1580359. Disponible en:

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/03650340.2019.1580359>.

- PÁJARO, Yina y DÍAZ, Fredyc, 2012. Removal of hexavalent chromium from contaminated water using chitosan obtained from shrimp exoskeleton. *Revista Colombiana de Química* [en línea], vol. 41, no. 2, pp. 283-298. [Consulta: 25 junio 2019]. ISSN 0120-2804. Disponible en:
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-28042012000200008&lng=en&nrm=iso&tlng=.
- PANTALEÓN, Arturo, 2016. Manual de instalación y manejo de la alfalfa en zonas altoandinas. . Primera Ed. Lima: Caritas del Perú.
- RAMOS, Albaluz, PRIETO, Jeffrey, CÁRDENAS, Diana y BERNAL, Magda, 2016. Implementación de un sistema de fitorremediación en zona aledaña a reserva forestal protectora El Malmo, Boyacá, Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental* [en línea], vol. 7, no. 1, pp. 93. [Consulta: 24 junio 2019]. ISSN 2145-6453. DOI 10.22490/21456453.1540. Disponible en:
<http://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/1540>.
- RAVEN, Klaus, 2018. Efectos del cadmio sobre el crecimiento y la composición elemental de la alfalfa en cultivo de arena. *Anales Científicos*, vol. 79, no. 2, pp. 406. ISSN 0255-0407. DOI 10.21704/ac.v79i2.912.
- RELAT, Muntané, 2010. Introducción a la Investigación Básica. *Revisiones temáticas*, vol. 33, pp. 221-227.
- RODRIGUEZ, Antonio, LETÓN, Pedro, ROSAL, Roberto, DORADO, Miriam, VILLAR, Susana y SANZ, Juana, 2009. *Tratamientos Avanzados De Aguas Residuales Industriales*. S.l.: s.n. ISBN 978-84-9031-147-9.
- ROMERO, Melissa, 2017. *Eficacia de la alfalfa asociada a enmiendas orgánicas para la reducción de diferentes concentraciones de plomo en la mina Colquisiri – Huaral* [en línea]. S.l.: Universidad César Vallejo. Disponible en:
<http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/27084>.

ROZUMOVÁ, Lucia, ŽIVOTSKÝ, Ondřej, SEIDLEROVÁ, Jana, MOTYKA, Oldřich, ŠAFAŘÍK, Ivo y ŠAFAŘÍKOVÁ, Mirka, 2016. Magnetically modified peanut husks as an effective sorbent of heavy metals. *Journal of Environmental Chemical Engineering* [en línea], vol. 4, no. 1, pp. 549-555. [Consulta: 27 noviembre 2019]. ISSN 2213-3437. DOI 10.1016/J.JECE.2015.10.039. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2213343715300397>.

SÁNCHEZ, Gara, 2016. *Ecotoxicología del cadmio riesgo para la salud de la utilización de suelos ricos en cadmio* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/GARA_SANCHEZ_BARRON.pdf.

SILVA, Laercio Santos, GALINDO, Izabel Cristina de Luna, NASCIMENTO, Clístenes Wilians Araújo do, GOMES, Romário Pimenta, FREITAS, Ludmila de, OLIVEIRA, Ivanildo Amorim de, CAMPOS, Milton César Costa, CUNHA, José Maurício da, SILVA, Laercio Santos, GALINDO, Izabel Cristina de Luna, NASCIMENTO, Clístenes Wilians Araújo do, GOMES, Romário Pimenta, FREITAS, Ludmila de, OLIVEIRA, Ivanildo Amorim de, CAMPOS, Milton César Costa y CUNHA, José Maurício da, 2018. Heavy metals in waters used for human consumption and crop irrigation. *Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal of Applied Science* [en línea], vol. 13, no. 4, pp. 1. [Consulta: 24 junio 2019]. ISSN 1980-993X. DOI 10.4136/ambiente-agua.1999. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-993X2018000400300&lng=en&nrm=iso&tlng=en.

SORIANO, Sergio, 2003. *Importancia del Cultivo de Alfalfa (Medicago*. S.l.: Universidad Autonoma Agraria “Antonio Narro”.

SUÁREZ, M., GONZÁLEZ, F., GONZÁLEZ, D., RUBIO, C. y HARDISSON, A., 2004. Análisis, diagnóstico y tratamiento de las intoxicaciones arsenicales. *Cuaderno de medicina forense*, vol. 35, pp. 5-14.

TEJADA, Candelaria, MONTIEL, Zaida y ACEVEDO, Diofanor, 2016. Aprovechamiento de Cáscaras de Yuca y Ñame para el Tratamiento de Aguas Residuales Contaminadas con Pb(II). *Información tecnológica* [en línea], vol. 27, no. 1, pp. 09-20. [Consulta: 24

junio 2019]. ISSN 0718-0764. DOI 10.4067/S0718-07642016000100003. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642016000100003&lng=en&nrm=iso&tlng=en.

TEJADA, Candelaria, VILLABONA, Ángel y GARCÉS, Luz, 2015. Adsorción de metales pesados en aguas residuales usando materiales de origen biológico. *TecnoLógicas*, vol. 18, no. 34, pp. 109. ISSN 0123-7799. DOI 10.22430/22565337.209.

TRIPATHI, Ashutosh y RAWAT, Manju, 2015. Heavy Metal Removal from Wastewater Using Low Cost Adsorbents. *Journal of Bioremediation & Biodegradation*, vol. 06, no. 06. DOI 10.4172/2155-6199.1000315.

XIONG, Peng peng, HE, Chi quan, OH, Kokyo, CHEN, Xueping, LIANG, Xia, LIU, Xiaoyan, CHENG, Xue, WU, Chang lu y SHI, Zheng chi, 2018. Medicago sativa L. enhances the phytoextraction of cadmium and zinc by Ricinus communis L. on contaminated land in situ. *Ecological Engineering* [en línea], vol. 116, pp. 61-66. [Consulta: 14 mayo 2019]. ISSN 09258574. DOI 10.1016/j.ecoleng.2018.02.004. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925857418300235>.

YADAV, Vijay, GADI, Ranu y KALRA, Sippy, 2019. Clay based nanocomposites for removal of heavy metals from water: A review. *Journal of Environmental Management* [en línea], vol. 232, pp. 803-817. [Consulta: 12 mayo 2019]. ISSN 10958630. DOI 10.1016/j.jenvman.2018.11.120. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479718313859>.

YANG, Lie, SUN, Tiantian, LIU, Yanli, GUO, Houqing, LV, Lixin, ZHANG, Jie y LIU, Chang, 2017. Photosynthesis of alfalfa (*Medicago sativa*) in response to landfill leachate contamination. *Chemosphere* [en línea], vol. 186, pp. 743-748. [Consulta: 25 mayo 2019]. ISSN 0045-6535. DOI 10.1016/J.CHEMOSPHERE.2017.08.056. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004565351731278X>.

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Cadenas de custodia del laboratorio SGS



CADENA DE CUSTODIA PARA MONITOREO DE AGUA

Nº 265111

DATOS DEL CLIENTE // DATOS GENERALES		Análisis Requeridos										Sedes a Nivel Nacional									
Cliente : <i>Silva Luis Jaramas</i> Lugar de Inspección : <i>La Loma Tanta</i> Proyecto : Contacto : <i>911752084</i> N° de Pre-Acta: Fecha de inicio: <i>04/10/2019</i> Hora de inicio: <i>17:00 am</i>		E-mail : <i>Jaramas.Luis242@gmail.com</i> Teléfono : Muestreado por: <input type="checkbox"/> SGS <input checked="" type="checkbox"/> El Cliente Frecuencia del Monitoreo: Periódico <input type="checkbox"/> No Periódico <input checked="" type="checkbox"/> Especial <input type="checkbox"/>		Cantidad de envases (Plástico / Vidrio) <i>Módulos Totales</i> <i>Demanda Químico de Agua</i>										Laboratorio Callao Avenida Elmer Faucett 3348, Callao 1 Teléfono: (01) 517 1900 E-mail: pe.labambientales@sgs.com Laboratorio Arequipa Ernesto Gunther N° 275, Parque Industrial Teléfono: (054) 213506 E-mail: ada.paredes@sgs.com Laboratorio Cajamarca Calle Arnaldo Márquez 257, Barrio San Antonio Teléfono: (076) 367723 E-mail: jade.huarcaya@sgs.com							
TIPOS DE AGUA* AGUA NATURAL ASUB : Agua subterránea AMA : Agua de manantial AT : Agua termal AS : Agua superficial ADR : Agua de río ADL : Agua de lago / laguna ADA : Agua de deposición atmosférica AGUA RESIDUAL ARD : Agua residual doméstica		ARI : Aguas residual Industrial ARM: Agua residual municipal AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO AB: Agua de bebida AP: Agua de piscina ALA: Agua de laguna artificial. AGUA SALINA AM: Agua de mar ASL: Agua salobre												SAL: Salmuera AIRS: Agua de inyección y reinyección (salina) AGUA DE PROCESO ACE: Agua de circulación o enfriamiento AAC: Agua de alimentación para calderas AC: Agua de calderas AL: Agua de lavación APR: Agua purificada AIRP: Agua de inyección y reinyección (de Proceso)							
Item	Estación	Coordenadas UTM WGS 84 <input type="checkbox"/> PSAD 56 <input type="checkbox"/>		Altitud (msnm)	Tipo de Agua*	Tipo de Muestra Simple <input type="checkbox"/> Compuesta <input type="checkbox"/>		Fecha	Hora	P	V										
	AR-T50	12° 03' 43" S	76° 57' 45" W		ARI	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	04/10	11:00 am	X	X										
	AR-T60	12° 03' 43" S	76° 57' 45" W		ARI	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	04/10	11:00 am	X	X										
	AR-T70	12° 03' 43" S	76° 57' 45" W		ARI	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	04/10	11:00 am	X	X										
	AR-T50	12° 03' 43" S	76° 57' 45" W		ARI	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	04/10	11:00 am	X	X										
	AR-T60	12° 03' 43" S	76° 57' 45" W		ARI	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	04/10	11:00 am	X	X										
	AR-T70	12° 03' 43" S	76° 57' 45" W		ARI	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	04/10	11:00 am	X	X										
	AR-T50	12° 03' 43" S	76° 57' 45" W		ARI	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	04/10	11:00 am	X	X										
	AR-T60	12° 03' 43" S	76° 57' 45" W		ARI	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	04/10	11:00 am	X	X										

En señal de conformidad con lo aquí descrito y no habiendo más que declarar, firman:

Inspector SGS: _____ Cliente o Representante: *Jaramas Luis J*

Firma: _____ Firma y/o sello: _____

Nombre: _____ Nombre o sello: _____

Fecha de Recepción de las Muestras: _____ Hora: **10:30**

Responsable de la Recepción de las Muestras: _____

Condiciones en que se recibieron las muestras:

N° de Coolers: *1* Refrigeradas: Dentro del tiempo de conservación: En buen estado:

Preservadas: Temperatura (°C): *3* Otros (especifique): _____

SGS del Perú S.A.C.
CALLAO

05 OCT. 2019

RECIBIDO
Data Center - EHS

INS-R-EHS.65 Rev.08 F.A. Agosto 2019 COD. P18619

Hoja _____ de _____



CADENA DE CUSTODIA PARA MONITOREO DE AGUA

Nº 265844

DATOS DEL CLIENTE // DATOS GENERALES				Análisis Requeridos								Sedes a Nivel Nacional	
Cliente : <i>Juanma Aguado - Agua Flores</i>		E-mail : <i>Juanma.Aguado@gmail.com</i>		<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg); font-size: small;">Cantidad de envases (Plástico / Vidrio)</div> <div style="margin-left: 10px;"> <p><i>Muestras Totales</i></p> <p><i>Compart. Química & Orgánica</i></p> </div> </div>								<p>Laboratorio Callao Avenida Elmer Faucett 3348, Callao 1 Teléfono: (01) 517 1900 E-mail: pe.labambientales@sgs.com</p> <p>Laboratorio Arequipa Ernesto Gunther N° 275, Parque Industrial Teléfono: (054) 213506 E-mail: ada.paredes@sgs.com</p> <p>Laboratorio Cajamarca Calle Arnaldo Márquez 257, Barrio San Antonio Teléfono: (076) 367723 E-mail: jade.huarcaya@sgs.com</p>	
Lugar de Inspección : <i>Industria Textil</i>		Teléfono :											
Proyecto :		Muestreado por: <input type="checkbox"/> SGS <input checked="" type="checkbox"/> El Cliente											
N° de OI : <i>91153084</i>		Frecuencia del Monitoreo:											
N° de Pre-Acta:		Periódico <input type="checkbox"/> No Periódico <input type="checkbox"/> Especial <input type="checkbox"/>											
Fecha de inicio: <i>22/10/19</i>		Fecha de finalización: <i>22/10/19</i>											
Hora de inicio:		Hora de finalización:											
<p>TIPOS DE AGUA*</p> <p>AGUA NATURAL ASUB: Agua subterránea AMA: Agua de manantial AT: Agua termal AS: Agua superficial ADR: Agua de río ADL: Agua de lago / laguna ADA: Agua de deposición atmosférica</p> <p>AGUA RESIDUAL ARD: Agua residual doméstica</p> <p>AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO ARI: Aguas residual Industrial ARM: Agua residual municipal AB: Agua de bebida AP: Agua de piscina ALA: Agua de laguna artificial.</p> <p>AGUA SALINA AM: Agua de mar ASL: Agua salobre</p> <p>AGUA DE PROCESO SAL: Salmuera AIRS: Agua de Inyección y reinyección (salina) ACE: Agua de circulación o enfriamiento AAC: Agua de alimentación para calderas AG: Agua de calderas AL: Agua de lixiviación APR: Agua purificada AIRP: Agua de inyección y reinyección (de Proceso)</p>													
												<p>Para muestras microbiológicas las muestras tienen tratamiento: <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO</p>	
												OBSERVACIONES	
Item	Estación	Coordenadas UTM WGS 84 <input type="checkbox"/> PSAD 56 <input type="checkbox"/>		Altitud (msnm)	Tipo de Agua*	Tipo de Muestra Simple Compuesta		Fecha	Hora	P	V		
	AR-T00	12° 03' 43.05"	76° 57' 45.71" W		ARI	X		22/10	13:00	X		X	
	AR-T50	12° 03' 43.05"	76° 57' 45.71" W		ARI	X		22/10	13:00	X		X	
	AR-T60	12° 03' 43.05"	76° 57' 45.71" W		ARI	X		24/10	13:00	X		X	
	AR-T70	12° 03' 43.05"	76° 57' 45.71" W		ARI	X		22/10	13:00	X		X	
	AR-T00	12° 03' 43.05"	76° 57' 45.71" W		ARI	X		22/10	13:00	X		X	
	AR-T50	12° 03' 43.05"	76° 57' 45.71" W		ARI	X		22/10	13:00	X		X	
	AR-T60	12° 03' 43.05"	76° 57' 45.71" W		ARI	X		22/10	13:00	X		X	
	AR-T70	12° 03' 43.05"	76° 57' 45.71" W		ARI	X		24/10	13:00	X		X	

SGS del Perú S.A.C.
 CALLAO
 23 OCT. 2019
RECIBIDO
 Data Center - EHS

COD. P18619
 INS-R-EHS 65 Rev.08 F.A. Agosto 2019

En señal de conformidad con lo aquí descrito y no habiendo más que declarar, firman:

Inspector SGS:	Cliente o Representante:	Fecha de Recepción de las Muestras:	Hora:
Firma: _____	Firma y/o sello: <i>Juanma Aguado</i>	Responsable de la Recepción de las Muestras:	3:42
Nombre: _____	Nombre o sello: _____	Condiciones en que se recibieron las muestras:	

N° de Coolers: *1* Refrigeradas: Dentro del tiempo de conservación: En buen estado:
 Preservadas: Temperatura (°C): *3* Otros (especifique): _____

Anexo 2: Instrumentos de recolección de datos

INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS N°1															
FORMATO DE COMPARACION DE MUESTRAS - HOJAS FRESCAS															
N° DE MUESTRAS	PRE TRATAMIENTO							CANTIDAD DE HOJAS DE ALFALFA FRESCAS (masa) GRAMOS (g)	POST TRATAMIENTO						
	METALES PESADOS				PROPIEDADES FISICOQUIMICAS				METALES PESADOS				PROPIEDADES FISICOQUIMICAS		
	CROMO (Ng/L)	CADMIO (Mg/L)	PLOMO (Mg/L)	ARSENICO (Mg/L)	PH (UpH)	CONDUCTIVIDAD (Us/cm)	OXIGENO DISUELTO (ppm)		CROMO (Mg/L)	CADMIO (Mg/L)	PLOMO (Mg/L)	ARSENICO (Mg/L)	PH (UpH)	CONDUCTIVIDAD (Us/cm)	OXIGENO DISUELTO (ppm)
1															
2															
3															

[Handwritten signature]
Dr. César

[Handwritten signature]
CIP 46572

[Handwritten signature]
Dr. César Eduardo Jiménez Calderón
CIP. 42355

INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS N°2

FORMATO DE COMPARACION DE MUESTRAS - HOJAS PULVERIZADAS

N° DE MUESTRAS	PRE TRATAMIENTO								POST TRATAMIENTO							
	METALES PESADOS				PROPIEDADES FISICOQUIMICAS				CANTIDAD DE HOJAS DE ALFALFA PULVERIZADAS (masa)	METALES PESADOS				PROPIEDADES FISICOQUIMICAS		
	CROMO (Mg/L)	CADMIO (Mg/L)	PLOMO (Mg/L)	ARSENICO (Mg/L)	PH (UpH)	CONDUCTIVIDAD (Us/cm)	OXIGENO DISUELTO (ppm)	GRAMOS (g)	CROMO (Mg/L)	CADMIO (Mg/L)	PLOMO (Mg/L)	ARSENICO (Mg/L)	PH (UpH)	CONDUCTIVIDAD (Us/cm)	OXIGENO DISUELTO (ppm)	
1																
2																
3																

[Handwritten signature]
 20.8.11.72

[Handwritten signature]
 CIP 46572

[Handwritten signature]
 Dr. César Eduardo Jiménez Calderón
 CIP. 42355



Anexo 3: Validación de los instrumentos – Jiménez Calderón, Cesar Eduardo



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Cesar Eduardo Jimenez Calderon
 1.2. Cargo e institución donde labora: DTC - UCV
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Ing. Agrónomo
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato de comparación de muestras -hojas frescas
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Silva Flores Jazmine / Velasquez Saavedra Catherine

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :



95 %

Lima, del 2019

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

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Cesar Eduardo Jimenez Calderon
 1.2. Cargo e institución donde labora: DTC - UCV
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Ing. Agronomo
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato de comparación de muestras - hojas pulverizadas
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Silva Flores, Sazmine / Velasquez Saavedra Catherine

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

✓

95 %


 Dr. César Edgardo Jiménez Calderón
 CIP. 42355

Lima, del 2019

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

Anexo 4: Validación de los instrumentos – Ordoñez Gálvez, Juan Julio



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Ordoñez Gálvez Juan Julio
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Ing.: Mecánica de Fluidos
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato comparación de muestras - hojas pulverizadas
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Silva Flores Jazmine / Velasquez Saavedra Catherine

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

S
—

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

80%

Lima, del 2019

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

CIP:

DNI No. Telf:

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Ordóñez Galvez Juan Julio
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Inv. Mecánica de Fluidos
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato de comparación de muestras - hojas frescas
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Silva Flores Sazmine / Velasquez Saavedra Catherine

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

SI

90 %

Lima, del 2019

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
CIP.....

DNI No..... Telf.....

Anexo 5: Validación de los instrumentos – Cabrera Carranza, Carlos Francisco



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Cabrera Carranza Carlos Francisco
 1.2. Cargo e institución donde labora: Vicerrectorado de Investigación
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Ing. Requero
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato de comparación de muestras - hojas frescas
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Silva Flores Sazmine / Velasquez Saavedra Catherine

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

/

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Lima, del 2019

 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

CIF.
 DNI No. 17402134 Telf. 941 509 179

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: CABRERA CAROLINA DEL ROSARIO
 1.2. Cargo e institución donde labora: VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIONES
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Ing. Pesquera
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato de comparación de muestras - hojas pulverizadas
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Silva Flores Sazmine / Velasquez Saavedra Catherine

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

✓

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Lima, del 2019

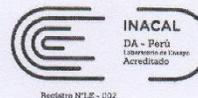
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

CIP
 DNI No. 17402034 Telf. 94150707

Anexo 6: Análisis resultados laboratorio



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1925213 Rev. 0**

Jazmine Alejandra Silva Flores

Jr Pinar del río 1745, Av Peru-SAN MARTIN DE PORRES-LIMA

ENV / LB-346257-002

PROCEDENCIA : INDUSTRIA TEXTIL

Fecha de Recepción SGS : 05-10-2019

Fecha de Ejecución : Del 05-10-2019 al 12-10-2019

Muestreo Realizado Por : Catherine J. Velasquez Saavedra - Jazmine A. Silva Flores

Estación de Muestreo
AR-T50
AR-T60
AR-T70
AR-T00

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 12/10/2019

Frank M. Julcamoro Quispe
C.Q.P. 1033
Coordinador de Laboratorio

Página 1 de 5

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348
Ernesto Günther 275
Jr. Arnaldo Márquez

Callao 1
Parque Industrial
Ba. San Antonio

Callao t (511) 517 1900
Arequipa t (054) 213 506
Cajamarca t (076) 366 092

www.sgs.pe
Pe.servicios@sgs.com

Miembro del Grupo SGS



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



Registro N° LE - 002

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1925213 Rev. 0

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					AR-T50	AR-T60	AR-T70
FECHA DE MUESTREO					04/10/2019	04/10/2019	04/10/2019
HORA DE MUESTREO					11:00:00	11:00:00	11:00:00
CATEGORÍA					AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL
SUB CATEGORÍA							
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado
Análisis físicoquímicos							
Demanda Química de Oxígeno	EW APHA5220D	mgO2/L	1.8	4.5	5.024.9	6.415.9	6.887.4
Metasles Totales							
Aluminio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.001	0.003	0.564	0.929	0.779
Antimonio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00004	0.00013	0.01249	0.01320	0.01288
Arsénico Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00003	0.00010	1.12042	1.04491	1.02518
Bario Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0434	0.0530	0.0548
Berilio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
Bismuto Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00026	0.00064	0.00048
Boro Total	EW EPA200.8	mg/L	0.002	0.006	1.281	1.672	1.748
Cadmio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00001	0.00003	1.43974	1.42711	1.45885
Calcio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.003	0.009	374.096	475.469	506.235
Cerio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00008	0.00024	0.00063	0.00084	0.00085
Cesio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0001	0.0003	0.00099	0.0100	0.0104
Cobalto Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00155	0.00203	0.00207
Cobre Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00003	0.00009	0.09865	0.10432	0.09758
Cromo Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0001	0.0003	1.9109	1.8780	1.8557
Estaño Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010	<0.00010	<0.00010
Estroncio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0002	0.0006	1.7790	2.2700	2.4542
Fósforo Total	EW EPA200.8	mg/L	0.015	0.047	24.494	31.099	32.147
Galio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00004	0.00012	<0.00012	0.00039	0.00021
Germanio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006
Hafnio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00005	0.00015	<0.00015	<0.00015	<0.00015
Hierro Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0004	0.0013	1.9196	2.7158	2.4774
Lantano Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015
Litio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0001	0.0003	0.1246	0.1425	0.1488
Lutecio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
Magnesio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.001	0.003	56.8025	71.592	73.785
Manganeso Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00003	0.00010	0.83038	0.75040	0.78329
Mercurio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009
Molibdeno Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00002	0.00006	0.01674	0.01857	0.01859
Niobio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015
Niquel Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0049	0.0055	0.0057
Plata Total	EW EPA200.8	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010	<0.000010	<0.000010
Plomo Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0002	0.0006	0.4675	0.2206	0.1967
Potasio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.04	0.13	573.97	705.91	779.59
Rubidio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0003	0.0009	0.1822	0.2284	0.2510
Selenio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013	<0.0013	<0.0013
Silicio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.09	0.27	17.01 *	19.76 *	19.14 *
Sodio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.04	0.13	7.95	9.24	8.95
Sodio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.006	0.019	156.662	173.458	183.783
Talio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00009	0.00012	0.00010
Tantalio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021	<0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW EPA200.8	mg/L	0.001	0.003	<0.003	<0.003	<0.003
Thorio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019	<0.00019	<0.00019
Titanio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0604	0.0960	0.0808
Uranio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.000003	0.000010	0.000263	0.000290	0.000285
Vanadio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0039	0.0052	0.0042
Wolframio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006
Yterbio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
Zinc Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0008	0.0026	0.5791	0.7364	0.7773
Zirconio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00015	0.00045	<0.00045	<0.00045	<0.00045



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



Registro N° LE - 002

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1925213 Rev. 0**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					
FECHA DE MUESTREO					AR-T00
HORA DE MUESTREO					04/10/2019
CATEGORIA					11:00:00
SUB CATEGORIA					AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado
Análisis físico-químicos					
Demanda Química de Oxígeno	EW_APA5220D	mgO2/L	1.8	4.5	37.4
Metales Totales					
Aluminio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	0.025
Antimonio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00013	0.01509
Arsénico Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	1.63738
Bario Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0087
Berilio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Bismuto Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003
Boro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.002	0.006	0.246
Metales pesados					
Cadmio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	1.63874
Calcio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.003	0.009	27.597
Cerio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00008	0.00024	<0.00024
Cesio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0088
Cobalto Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003
Cobre Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	0.01916
Cromo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	2.1011
Estaño Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010
Estroncio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.2006
Fósforo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.015	0.047	<0.047
Galio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00012	<0.00012
Germanio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Hafnio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00005	0.00015	<0.00015
Hierro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	0.0405
Lantano Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015
Litio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0933
Lutecio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Magnesio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	4.263
Manganeso Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	0.00216
Mercurio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009
Molibdeno Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00575
Niobio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015
Niquel Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0006
Plata Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010
Plomo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	1.6323
Rubidio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.04	0.13	2.19
Rubidio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0003	0.0009	0.0127
Selenio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013
Silicio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.09	0.27	11.98 *
Silicio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.04	0.13	5.80
Sodio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.005	0.019	94.808
Talio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Tantalio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	<0.003
torio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019
Titanio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0009
Uranio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010
Vanadio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003
Wolframio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Yterbio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Zinc Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0008	0.0026	0.0472
Zirconio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00015	0.00045	<0.00045

Notas:

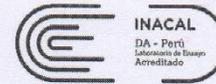
El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.

Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

(*) El método indicado no ha sido acreditado por el INACAL - DA , para la matriz en mención.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



Registro N° LE - 002

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1925213 Rev. 0

CONTROL DE CALIDAD

LC: Límite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Aluminio Total	mg/L	0.003	<0.003	0 - 8%	92%	91%	2%
Antimonio Total	mg/L	0.00013	<0.00013	0 - 7%	93 - 101%	90%	0%
Arsénico Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0 - 6%	102%	101%	1%
Bario Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0 - 6%	96 - 100%	99%	0%
Berilio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	94 - 99%	95%	2%
Bismuto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0 - 8%	92 - 97%	100%	1%
Boro Total	mg/L	0.006	<0.006	0 - 7%	98 - 101%	98%	1%
Cadmio Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0 - 4%	94 - 99%	100%	0%
Calcio Total	mg/L	0.009	<0.009	1 - 6%	98 - 99%	99%	1%
Cerio Total	mg/L	0.00024	<0.00024	0 - 7%	92 - 97%	102%	1%
Cesio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0 - 5%	97 - 98%	103%	0%
Cobalto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0 - 8%	91 - 92%	101%	0%
Cobre Total	mg/L	0.00009	<0.00009	0 - 6%	96 - 99%	98%	0%
Cromo Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0 - 6%	93 - 101%	96%	0%
Estaño Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0 - 4%	100 - 104%	99%	0%
Estroncio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0 - 6%	102%	102%	1%
Fósforo Total	mg/L	0.047	<0.047	0 - 7%	97%	97%	1%
Galio Total	mg/L	0.00012	<0.00012	0 - 7%	97 - 101%	100%	0%
Germanio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	99 - 103%	100%	1%
Hafnio Total	mg/L	0.00015	<0.00015	0%	100 - 101%	102%	0%
Hierro Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0 - 6%	99 - 100%	98%	1%
Lantano Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0 - 3%	92 - 101%	104%	4%
Litio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0 - 7%	96 - 101%	100%	4%
Lutecio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	91 - 96%	99%	0%
Magnesio Total	mg/L	0.003	<0.003	0 - 7%	101%	100%	2%
Manganeso Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0 - 8%	98 - 99%	98%	0%
Mercurio Total	mg/L	0.00009	<0.00009	0%	100 - 103%	103%	1%
Molibdeno Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0 - 8%	96 - 97%	99%	0%
Niobio Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0%	96 - 101%	98%	2%
Niquel Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0 - 7%	99%	98%	2%
Plata Total	mg/L	0.000010	<0.000010	0%	93 - 95%	93%	0%
Plomo Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0 - 5%	102%	102%	0%
Potasio Total	mg/L	0.13	<0.13	0 - 7%	99%	100%	1%
Rubidio Total	mg/L	0.0009	<0.0009	0 - 8%	95 - 98%	105%	0%
Selenio Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0 - 2%	94 - 101%	99%	1%
Silicio Total	mg/L	0.27	<0.27	0 - 5%	82%	94%	1%
Silicio Total	mg/L	0.13	<0.13	0 - 5%	92%	94%	1%
Sodio Total	mg/L	0.019	<0.019	0 - 8%	97 - 99%	97%	1%
Talio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0 - 4%	92 - 100%	101%	2%
Tantalo Total	mg/L	0.0021	<0.0021	0%	94 - 101%	99%	2%
Teluro Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	96 - 101%	100%	2%
torio Total	mg/L	0.00019	<0.00019	0%	82 - 95%	104%	2%
Titanio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0 - 8%	99%	100%	0%
Uranio Total	mg/L	0.000010	<0.000010	0 - 8%	93 - 97%	97%	4%
Vanadio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0 - 7%	91 - 98%	95%	2%
Wolframio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0 - 5%	91 - 92%	98%	1%
Yterbio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0 - 5%	91 - 99%	100%	2%
Zinc Total	mg/L	0.0026	<0.0026	0 - 7%	99 - 104%	99%	0%
Zirconio Total	mg/L	0.00045	<0.00045	0 - 5%	94 - 95%	106%	4%
Demanda Química de Oxígeno	mgO2/L	4.5	<4.5		98 - 100%	99%	1%



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1925213 Rev. 0**

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHA5220D	Callao	Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D; 23rd Ed: 2017, Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method
EW_EPA200_8	Callao	Metales Totales	EPA 200.8, Rev 5.4; 1994, Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry.

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fé pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS de Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.

Última Revisión Julio 2015

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348
Ernesto Gunther 275
Jr. Arnaldo Márquez

Callao 1
Parque Industrial
Ba. San Antonio

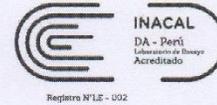
Callao t (511) 517 1900
Arequipa t (054) 213 506
Cajamarca t (076) 366 092

www.sgs.pe
✉ Pe.servicios@sgs.com

Miembro del Grupo SGS



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1929448 Rev. 0**

Jazmine Alejandra Silva Flores

Jr Pinar del rio 1745, Av Peru-SAN MARTIN DE PORRES-LIMA

ENV / LB-346424-006

PROCEDENCIA : INDUSTRIA TEXTIL

Fecha de Recepción SGS : 19-11-2019

Fecha de Ejecución : Del 19-11-2019 al 25-11-2019

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
AR-00
AR-IP30
AR-IP40
AR-IP50
AR-2P30
AR-2P40
AR-2P50
AR-3P30
AR-3P40

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 25/11/2019


Katteryn J. Huaman Ticona
C.I.P 219472
Analista de Laboratorio

Página 1 de 9

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348
Ernesto Gunther 275
Jr. Arnaldo Márquez

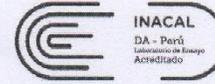
Calleo 1
Parque Industrial
Ba. San Antonio

Callao t (511) 517 1900 www.sgs.pe
Arequipa t (054) 213 506 Pe.servicios@sgs.com
Cajamarca t (076) 366 092

Miembro del Grupo SGS



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



Registro N° LE - 002

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1929448 Rev. 0

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					AR-00	AR-IP30	AR-IP40
FECHA DE MUESTREO					18/11/2019	18/11/2019	18/11/2019
HORA DE MUESTREO					11:00:00	11:00:00	11:00:00
CATEGORIA					AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL
SUB CATEGORIA							
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado
Análisis Físicoquímicos							
Demanda Química de Oxígeno	EW APHA5220D	mgO2/L	1.8	4.5	110.1	22,952.4	26,825.5
Metales Totales							
Aluminio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.001	0.003	<0.003	0.389	0.254
Antimonio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00004	0.00013	0.00796	0.01042	0.00922
Arsénico Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00003	0.00010	0.26550	0.13811	0.13240
Bario Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003	0.1685	0.0272
Berilio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
Bismuto Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Boro Total	EW EPA200.8	mg/L	0.002	0.006	0.033	1.015	1.001
Cadmio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00001	0.00003	0.23890	0.04887	0.02921
Calcio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.003	0.009	4.803	259.149	245.656
Cerio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00008	0.00024	<0.00024	0.00045	<0.00024
Cesio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0011	0.0038	0.0055
Cobalto Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	0.00077	0.00140
Cobre Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00003	0.00009	0.00457	0.06662	0.02168
Cromo Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0001	0.0003	0.3138	0.1290	0.1263
Estaño Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010	0.00259	0.00226
Estroncio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0321	1.6507	1.4041
Fósforo Total	EW EPA200.8	mg/L	0.015	0.047	<0.047	27.180	34.120
Galio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00004	0.00012	<0.00012	0.00038	0.00030
Germanio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006
Hafnio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00005	0.00015	<0.00015	0.00512	0.00280
Hierro Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0004	0.0013	0.0151	0.7315	0.7578
Lantano Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0003	0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015
Litio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0001	0.0003	0.01170	0.0658	0.0567
Lutecio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
Magnesio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.001	0.003	0.994	50.788	61.314
Manganeso Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010	0.64319	0.80521
Mercurio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009	0.00011	0.00009
Molibdeno Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00085	0.02879	0.03749
Niobio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	0.0098	0.0058
Niquel Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	0.0041	0.0063
Plata Total	EW EPA200.8	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010	<0.000010	<0.000010
Plomo Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0002	0.0006	0.2953	0.0823	0.0513
Potasio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.04	0.13	8.43	316.24	461.10
Rubidio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0003	0.0009	0.0035	0.2765	0.4656
Selenio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013	<0.0013	<0.0013
Silice Total	EW EPA200.8	mg/L	0.09	0.27	1.66 *	6.10 *	6.62 *
Silicio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.04	0.13	0.78	2.85	3.10
Sodio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.006	0.019	13.833	56.607	58.863
Talio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006	0.00045
Tantalio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021	0.0085	0.0066
Teluro Total	EW EPA200.8	mg/L	0.001	0.003	<0.003	<0.003	<0.003
Thorio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019	0.00325	0.00220
Titanio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	0.1158	0.1340
Uranio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.000003	0.000010	0.000041	0.000075	0.000066
Vanadio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
Wolframio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006
Yterbio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
Zinc Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0008	0.0026	0.0089	0.2957	0.5947
Zirconio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00015	0.00045	<0.00045	0.00362	0.00178

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					AR-IP50	AR-2P30	AR-2P40
FECHA DE MUESTREO					18/11/2019	18/11/2019	18/11/2019
HORA DE MUESTREO					11:00:00	11:00:00	11:00:00
CATEGORIA					AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL
SUB CATEGORIA							
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado
Análisis Físicoquímicos							
Demanda Química de Oxígeno	EW APHA5220D	mgO2/L	1.8	4.5	22.484.0	22.531.4	24.114.3
Metales Totales							
Aluminio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.001	0.003	0.639	0.175	0.090
Antimonio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00004	0.00013	0.00991	0.00871	0.00902
Arsénico Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00003	0.00010	0.14052	0.15325	0.14218
Bario Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0241	0.0166	0.0266
Berilio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
Bismuto Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Boro Total	EW EPA200.8	mg/L	0.002	0.006	1.368	0.730	1.010

Página 3 de 9

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348
Ernesto Gunther 275
Jr. Arnaldo Márquez

Calleo 1
Parque Industrial
Ba. San Antonio

Callao t (511) 517 1900
Arequipa t (054) 213 506
Cajamarca t (076) 366 092

www.sgs.pe
Pe.servicios@sgs.com

Miembro del Grupo SGS



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



Registro N° LE - 002

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1929448 Rev. 0

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					AR-IP50	AR-2P30	AR-2P40
FECHA DE MUESTREO					18/11/2019	18/11/2019	18/11/2019
HORA DE MUESTREO					11:00:00	11:00:00	11:00:00
CATEGORIA					AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL
SUB CATEGORIA					AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado
Metales Totales							
Cadmio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00001	0.00003	0.03400	0.04121	0.03637
Calcio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.003	0.009	253.469	161.047	192.002
Cerio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00008	0.00024	0.00044	0.00026	<0.00024
Cesio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0054	0.0038	0.0040
Cobalto Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00161	0.00005	0.00097
Cobre Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00003	0.00009	0.03909	0.01955	0.02420
Cromo Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0001	0.0003	0.1244	0.1318	0.1352
Estaño Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00003	0.00010	0.00380	0.00337	0.00151
Estroncio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0002	0.0006	1.6804	0.9692	1.3001
Fósforo Total	EW EPA200.8	mg/L	0.015	0.047	47.191	23.929	34.250
Galio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00004	0.00012	0.00052	0.00022	0.00029
Germanio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006
Hafnio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00005	0.00015	0.00195	0.00098	0.00082
Hierro Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0004	0.0013	1.5863	0.5535	0.5465
Lantano Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015
Litio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0841	0.0489	0.0682
Lutecio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
Magnesio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.001	0.003	81.624	43.133	61.785
Manganeso Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00003	0.00010	0.93414	0.52351	0.71339
Mercurio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00003	0.00009	0.00010	<0.00009	<0.00009
Molibdeno Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00002	0.00006	0.06015	0.02302	0.04161
Niobio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0005	0.0015	0.0045	<0.0015	<0.0015
Niquel Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0071	0.0058	0.0056
Plata Total	EW EPA200.8	mg/L	0.000003	0.000010	0.002406	0.002044	<0.000010
Plomo Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0539	0.0641	0.0520
Potasio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.04	0.13	615.71	335.04	455.54
Rubidio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0003	0.0009	0.44445	0.2322	0.3359
Selenio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013	<0.0013	0.0020
Silicio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.09	0.27	7.76 *	5.24 *	5.96 *
Silicio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.04	0.13	3.63	2.45	2.79
Sodio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.006	0.019	81.560	48.930	66.631
Talio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00095	0.00025	0.00064
Tantalio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0007	0.0021	0.0088	0.0025	0.0038
Teluro Total	EW EPA200.8	mg/L	0.001	0.003	<0.003	<0.003	<0.003
Thorio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00006	0.00019	0.00285	0.00068	0.00071
Titanio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0002	0.0006	0.1863	0.0964	0.1304
Uranio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.000003	0.000010	0.000235	0.000079	0.000105
Vanadio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
Wolframio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006
Yterbio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
Zinc Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0008	0.0025	0.6193	0.4909	0.5136
Zirconio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00015	0.00045	0.00141	0.00046	0.00058

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					AR-2P50	AR-3P30	AR-3P40
FECHA DE MUESTREO					18/11/2019	18/11/2019	18/11/2019
HORA DE MUESTREO					11:00:00	11:00:00	11:00:00
CATEGORIA					AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL
SUB CATEGORIA					AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado
Análisis Fisicoquímicos							
Demanda Química de Oxígeno	EW APHA5220D	mgO2/L	1.8	4.5	27.330.7	16.065.0	28.863.1
Metales Totales							
Aluminio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.001	0.003	0.189	0.081	0.095
Antimonio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00004	0.00013	0.00828	0.00849	0.00755
Arsénico Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00003	0.00010	0.13017	0.14500	0.13501
Bario Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0236	0.0540	0.0701
Berilio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
Bismuto Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Boro Total	EW EPA200.8	mg/L	0.002	0.006	0.920	0.515	0.842
Cadmio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00001	0.00003	0.02780	0.03783	0.03024
Calcio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.003	0.009	215.551	142.890	207.443
Cerio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00008	0.00024	<0.00024	0.00032	<0.00024
Cesio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0052	0.0026	0.0031
Cobalto Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00110	0.00067	0.00090
Cobre Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00003	0.00009	0.01826	0.02763	0.03492
Cromo Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0001	0.0003	0.1149	0.1293	0.1188
Estaño Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00003	0.00010	0.00215	0.00130	<0.00010
Estroncio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0002	0.0006	1.4230	1.0826	1.4808

Página 4 de 9

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348
Ernesto Gunther 275
Jr. Arnaldo Márquez

Callao 1
Parque Industrial
Ba. San Antonio

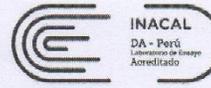
Callao t (511) 517 1900
Arequipa t (054) 213 506
Cajamarca t (076) 366 092

www.sgs.pe
Pe.servicios@sgs.com

Miembro del Grupo SGS



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



Registro N° LE - 002

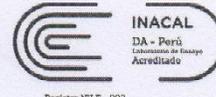
INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1929448 Rev. 0

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					AR-3P50	AR-T50	AR-T60
FECHA DE MUESTREO					18/11/2019	18/11/2019	18/11/2019
HORA DE MUESTREO					11:00:00	11:00:00	11:00:00
CATEGORIA					AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL
SUB CATEGORIA							
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado
Análisis Químicos							
Manganeso Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0003	0.0010	0.81913	0.15738	0.10589
Mercurio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0003	0.0009	<0.00009	<0.00009	<0.00009
Molibdeno Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.03252	0.00875	0.00704
Niobio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015
Niquel Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0051	0.0014	0.0015
Plata Total	EW EPA200 8	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010	<0.000010	<0.000010
Plomo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0515	0.0272	0.0232
Potasio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.04	0.13	369.75	80.30	64.72
Rubidio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0003	0.0009	0.4004	0.1224	0.0901
Selenio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013	<0.0013	<0.0013
Silice Total	EW EPA200 8	mg/L	0.09	0.27	6.55 *	3.77 *	3.12 *
Silicio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.04	0.13	3.06	1.78	1.48
Sodio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.036	0.109	81.508	25.982	19.600
Talio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
Tantalo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0007	0.0021	0.0043	<0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	<0.003	<0.003	<0.003
Thorio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00006	0.00019	0.00080	<0.00019	<0.00019
Titanio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.1346	0.0264	0.0189
Uranio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.000003	0.000010	0.000041	<0.000010	<0.000010
Vanadio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
Wolframio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006
Yterbio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
Zinc Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0008	0.0026	0.4844	0.2194	0.1583
Zirconio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00015	0.00045	0.00055	<0.00045	<0.00045

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					AR-T70
FECHA DE MUESTREO					18/11/2019
HORA DE MUESTREO					11:00:00
CATEGORIA					AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL
SUB CATEGORIA					
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado
Análisis Físicoquímicos					
Demanda Química de Oxígeno	EW APHA5220D	mgO2/L	1.8	4.5	5.738.9
Metasles Totales					
Aluminio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	0.053
Antimonio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00004	0.00013	0.00575
Arsénico Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.12121
Bario Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0080
Berilio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Bismuto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003
Boro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.002	0.006	0.149
Cadmio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.04358
Calcio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.003	0.009	81.289
Cerio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00008	0.00024	<0.00024
Cesio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0019
Cobalto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00025
Cobre Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	0.00445
Cromo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0997
Estaño Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010
Estroncio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.3260
Fósforo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.015	0.047	6.810
Galio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00004	0.00012	<0.00012
Germanio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Hafnio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00005	0.00015	<0.00015
Hierro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0004	0.0013	0.1297
Lantano Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015
Litio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0182
Lutecio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Magnesio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	10.791
Manganeso Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.14325
Mercurio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009
Molibdeno Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.01125
Niobio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015
Niquel Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0028
Plata Total	EW EPA200 8	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010
Plomo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0283
Potasio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.04	0.13	84.58
Rubidio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0003	0.0009	0.1358



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



Registro N° LE - 002

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1929448 Rev. 0**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	AR-T70
FECHA DE MUESTREO	18/11/2019
HORA DE MUESTREO	11:00:00
CATEGORIA	AGUA RESIDUAL
SUB CATEGORIA	INDUSTRIAL

Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado
Metales Totales					
Selenio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013
Silicio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.09	0.27	3.32 *
Silicio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.04	0.13	1.55
Sodio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.006	0.019	20.843
Talio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Tantalo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	<0.003
Thorio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019
Titanio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0297
Uranio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010
Vanadio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003
Wolframio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Yterbio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Zinc Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0008	0.0026	0.2338
Zirconio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00015	0.00045	<0.00045

Notas:

El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.

Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

(*) El método indicado no ha sido acreditado por el INACAL - DA , para la matriz en mención.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



Registro N°LE - 002

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1929448 Rev. 0

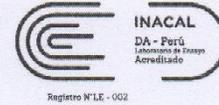
CONTROL DE CALIDAD

LC: Límite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Aluminio Total	mg/L	0.003	<0.003	0 - 8%	96%	99%	0%
Antimonio Total	mg/L	0.00013	<0.00013	1 - 7%	95 - 99%	98%	0%
Arsénico Total	mg/L	0.00010	<0.00010	1 - 7%	95 - 101%	102%	0%
Bario Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0 - 6%	93 - 97%	99%	1%
Berilio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	92 - 93%	92%	1%
Bismuto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0%	92 - 96%	95%	2%
Boro Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0 - 8%	94 - 96%	96%	0%
Cadmio Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0 - 5%	92 - 101%	100%	0%
Calcio Total	mg/L	0.009	<0.009	0 - 6%	96 - 104%	97%	1%
Cerio Total	mg/L	0.00024	<0.00024	0 - 8%	97 - 103%	98%	2%
Cesio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0 - 6%	94 - 102%	91%	0%
Cobalto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0 - 7%	95 - 97%	96%	0%
Cobre Total	mg/L	0.00009	<0.00009	0 - 7%	95 - 98%	96%	3%
Cromo Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0 - 8%	95 - 101%	97%	0%
Estaño Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0 - 6%	98 - 101%	101%	3%
Estroncio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0 - 6%	97 - 102%	102%	0%
Fósforo Total	mg/L	0.047	<0.047	0 - 6%	93%	100%	3%
Galio Total	mg/L	0.00012	<0.00012	0 - 8%	95 - 98%	97%	2%
Germanio Total	mg/L	0.00015	<0.00015	0 - 7%	101%	98%	1%
Hafnio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0 - 5%	95 - 96%	97%	0%
Hierro Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0 - 5%	95 - 96%	99%	1%
Lantano Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0%	95 - 96%	97%	0%
Litio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0 - 8%	97 - 100%	97%	0%
Lutecio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	95 - 97%	95%	1%
Magnesio Total	mg/L	0.003	<0.003	0 - 5%	97 - 103%	100%	2%
Manganeso Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0 - 7%	95 - 97%	97%	1%
Mercurio Total	mg/L	0.00009	<0.00009	0 - 8%	96 - 98%	98%	2%
Molibdeno Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0 - 8%	93 - 98%	99%	1%
Niobio Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0 - 3%	93 - 97%	94%	2%
Niquel Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0 - 4%	93 - 95%	97%	0%
Plata Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0 - 2%	96 - 97%	96%	5%
Plomo Total	mg/L	0.0006	<0.0006	1 - 6%	94 - 100%	99%	3%
Potasio Total	mg/L	0.13	<0.13	0 - 5%	95%	100%	1%
Rubidio Total	mg/L	0.0009	<0.0009	0 - 5%	96 - 99%	105%	0%
Selenio Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0 - 7%	91 - 96%	95%	0%
Silice Total	mg/L	0.27	<0.27	0 - 8%	91%	94%	0%
Silicio Total	mg/L	0.13	<0.13	0 - 8%	91%	94%	0%
Sodio Total	mg/L	0.019	<0.019	0 - 4%	95 - 99%	96%	2%
Talio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0 - 6%	97%	97%	0%
Tantalio Total	mg/L	0.0021	<0.0021	0 - 7%	95 - 97%	96%	0%
Teluro Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	95 - 98%	95%	1%
Thorio Total	mg/L	0.00019	<0.00019	0 - 6%	95 - 100%	100%	0%
Titanio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0 - 7%	100%	100%	0%
Uranio Total	mg/L	0.000010	<0.000010	0 - 8%	97 - 98%	97%	0%
Vanadio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0 - 2%	96 - 100%	98%	5%
Wolframio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	98 - 99%	99%	1%
Yterbio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	96 - 100%	95%	0%
Zinc Total	mg/L	0.0026	<0.0026	0 - 6%	95 - 97%	98%	1%
Zirconio Total	mg/L	0.00045	<0.00045	0 - 5%	99 - 100%	101%	0%
Demandas Química de Oxígeno	mgO2/l	4.5	<4.5		99 - 100%	95 - 96%	2%



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1929448 Rev. 0**

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_EPA200_8	Callao	Metales Totales	EPA 200.8, Rev 5.4: 1994. Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry.
EW_APHA5220D	Callao	Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D: 23rd Ed: 2017. Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS de Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.

Última Revisión Julio 2015

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348
Ernesto Gunther 275
Jr. Arnaldo Márquez

Callao 1
Parque Industrial
Ba. San Antonio

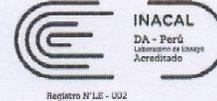
Callao t (511) 517 1900 www.sgs.pe
Arequipa t (054) 213 506
Cajamarca t (076) 366 092

Pe.servicios@sgs.com

Miembro del Grupo SGS



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1926732 Rev. 0**

Jazmine Alejandra Silva Flores

Jr Pinar del rio 1745, Av Peru-SAN MARTIN DE PORRES-LIMA

ENV / LB-346257-004

PROCEDENCIA : INDUSTRIA TEXTIL

Fecha de Recepción SGS : 23-10-2019

Fecha de Ejecución : Del 23-10-2019 al 28-10-2019

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
AR-T50
AR-T60
AR-T70
AR-T00

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 28/10/2019

Frank M. Julcampro Quispe
C.Q.P. 1033
Coordinador de Laboratorio

Página 1 de 5

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348
Ernesto Gunther 275
Jr. Arnaldo Márquez

Callao 1
Parque Industrial
Ba. San Antonio

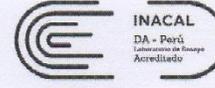
Callao t (511) 517 1900
Arequipa t (054) 213 506
Cajamarca t (076) 366 092

www.sgs.pe
Pe.servicios@sgs.com

Miembro del Grupo SGS



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



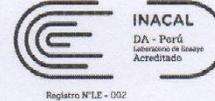
Registro N° LE - 002

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1926732 Rev. 0

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					AR-T50	AR-T60	AR-T70
FECHA DE MUESTREO					22/10/2019	22/10/2019	22/10/2019
HORA DE MUESTREO					11:00:00	11:00:00	11:00:00
CATEGORIA					AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL
SUB CATEGORIA					AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado
Análisis Físicoquímicos							
Demanda Química de Oxígeno	EW APHA5220D	mgO2/L	1.8	4.5	20,140.2	41,492.8	44,858.6
Metales Totales							
Aluminio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.001	0.003	1.228	1.825	1.569
Antimonio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00004	0.00013	0.30691	0.32745	0.33108
Arsénico Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00003	0.00010	0.23255	0.22748	0.21358
Bario Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0001	0.0003	1.0141	1.2425	1.6208
Berilio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
Bismuto Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Boro Total	EW EPA200.8	mg/L	0.002	0.006	1.525	1.589	1.461
Cadmio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00001	0.00003	0.15766	0.14265	0.13032
Calcio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.003	0.009	1,075,316	1,159,548	1,351,514
Cerio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00008	0.00024	0.00694	0.00856	0.00909
Cesio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0249	0.0298	0.0374
Cobalto Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00291	0.00351	0.00266
Cobre Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00003	0.00009	0.07015	0.08571	0.09875
Cromo Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0001	0.0003	0.6759	0.7466	0.8090
Estaño Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010	<0.00010	<0.00010
Estroncio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0002	0.0006	3.4074	4.4387	5.8071
Fósforo Total	EW EPA200.8	mg/L	0.015	0.047	94.929	109.822	119.942
Galio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00004	0.00012	0.00087	0.00142	0.00173
Germanio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
Hafnio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00005	0.00015	0.00235	0.00128	0.00078
Hierro Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0004	0.0013	3,1037	3,8932	4,0039
Lantano Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0005	0.0015	0.0076	0.0084	0.0109
Litio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0845	0.0862	0.0841
Lutecio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
Magnesio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.001	0.003	140.865	172.651	205.951
Manganeso Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00003	0.00010	3,12740	3,76348	4,64451
Mercurio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009
Molibdeno Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00002	0.00006	0.01644	0.01820	0.01606
Niobio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0005	0.0015	0.0051	0.0039	0.0026
Niquel Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0123	0.0143	0.0109
Plata Total	EW EPA200.8	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010	<0.000010	<0.000010
Plomo Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0002	0.0006	0.1048	0.1359	0.1379
Potasio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.04	0.13	705.83	787.86	804.27
Rubidio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0003	0.0009	0.5853	0.7606	0.8408
Selenio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013	<0.0013	<0.0013
Silicio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.09	0.27	32.15 *	35.82 *	38.44 *
Silicio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.04	0.13	15.03	16.74	18.43
Sodio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.006	0.019	218.970	247.254	263.990
Talio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
Tantalio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0007	0.0021	0.0096	0.0086	0.0070
Teluro Total	EW EPA200.8	mg/L	0.001	0.003	<0.003	<0.003	<0.003
Thorio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019	<0.00019	<0.00019
Titanio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0002	0.0006	0.3410	0.3871	0.4161
Uranio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.000003	0.000010	0.000256	0.000460	0.000426
Vanadio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0056	0.0065	0.0063
Wolframio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006
Yterbio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00012	0.00015	0.00010
Zinc Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0008	0.0026	0.4471	0.4377	0.4679
Zirconio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00015	0.00045	0.00258	0.00243	0.00146



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



Registro N°LE - 002

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1926732 Rev. 0

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					AR-T00
FECHA DE MUESTREO					22/10/2019
HORA DE MUESTREO					11:00:00
CATEGORÍA					AGUA RESIDUAL
SUB CATEGORÍA					AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado
Análisis físico-químicos					
Demanda Química de Oxígeno	EW APHAS2200	mgO2/L	1.8	4.5	1.199.8
Metales totales					
Aluminio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.001	0.003	0.140
Antimonio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00004	0.00013	0.60743
Arsénico Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00003	0.00010	0.80738
Bario Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0078
Berilio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Bismuto Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003
Boro Total	EW EPA200.8	mg/L	0.002	0.006	0.350
Cadmio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00001	0.00003	0.81949
Calcio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.003	0.009	18.289
Cenizas Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00006	0.00024	<0.00024
Cesio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0071
Cobalto Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003
Cobre Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00003	0.00009	0.01870
Cromo Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0001	0.0003	1.5812
Estaño Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010
Estroncio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0002	0.0006	0.1028
Fósforo Total	EW EPA200.8	mg/L	0.015	0.047	0.100
Galio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00004	0.00012	0.00030
Germanio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Hafnio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00005	0.00015	<0.00015
Hierro Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0004	0.0013	0.3403
Lantano Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015
Litio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0001	0.0003	0.1013
Lutecio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Magnesio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.001	0.003	3.938
Manganeso Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00003	0.00010	0.00616
Mercurio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009
Molibdeno Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00722
Niobio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015
Niquel Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0016
Plata Total	EW EPA200.8	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010
Plomo Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0002	0.0006	1.2175
Potasio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.04	0.13	3.22
Rubidio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0003	0.0009	0.0083
Selenio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013
Silicio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.09	0.27	23.95
Silicio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.04	0.13	11.19
Sodio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.006	0.019	201.296
Talio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Tantalio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW EPA200.8	mg/L	0.001	0.003	<0.003
Thorio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019
Titanio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0071
Uranio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.000003	0.000010	0.000481
Vanadio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003
Wolframio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Yterbio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Zinc Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0008	0.0026	0.0350
Zirconio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00016	0.00046	<0.00046

Notas:

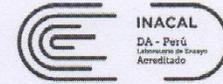
El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.

Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

(*) El método indicado no ha sido acreditado por el INACAL - DA, para la matriz en mención.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



Registro N° LE - 002

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1926732 Rev. 0

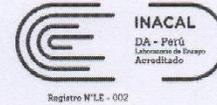
CONTROL DE CALIDAD

LC: Límite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Percentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Percentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Aluminio Total	mg/L	0.003	<0.003	0 - 6%	100%	100%	1%
Antimonio Total	mg/L	0.00013	<0.00013	0 - 4%	96 - 101%	95%	9%
Arsénico Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0 - 8%	102%	95%	1%
Bario Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0 - 7%	96 - 100%	99%	1%
Berilio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	95 - 99%	95%	0%
Bismuto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0%	93 - 97%	101%	1%
Boro Total	mg/L	0.006	<0.006	0 - 8%	94 - 109%	105%	0%
Cadmio Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0 - 5%	96 - 100%	99%	0%
Calcio Total	mg/L	0.009	<0.009	0 - 6%	99 - 103%	102%	4%
Ceio Total	mg/L	0.00024	<0.00024	0 - 3%	101 - 109%	109%	0%
Ceasio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0 - 3%	99 - 103%	103%	0%
Cobalto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0 - 5%	98 - 100%	101%	1%
Cobre Total	mg/L	0.00009	<0.00009	0 - 3%	103 - 109%	109%	0%
Cromo Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0 - 6%	96 - 103%	97%	2%
Estaño Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0%	101 - 104%	99%	2%
Estroncio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0 - 3%	102 - 108%	102%	1%
Fósforo Total	mg/L	0.047	<0.047	0 - 7%	97%	97%	1%
Galio Total	mg/L	0.00012	<0.00012	0 - 6%	107%	100%	0%
Germanio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	98 - 108%	104%	2%
Hafnio Total	mg/L	0.00015	<0.00015	0 - 3%	101 - 102%	104%	0%
Hierro Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0 - 7%	99 - 100%	94%	1%
Lantano Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0 - 7%	108 - 109%	109%	0%
Litio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0 - 7%	97 - 101%	96%	0%
Lutecio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	95 - 98%	91%	0%
Magnesio Total	mg/L	0.003	<0.003	0 - 6%	101%	100%	2%
Manganeso Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0 - 8%	98%	98%	1%
Mercurio Total	mg/L	0.00009	<0.00009	0%	100 - 101%	106%	4%
Molibdeno Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0 - 7%	101 - 108%	105%	3%
Niobio Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0 - 6%	97 - 101%	96%	1%
Niquel Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0 - 8%	99 - 100%	100%	0%
Plata Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0%	99 - 107%	91%	0%
Plomo Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0 - 6%	101 - 102%	102%	1%
Potasio Total	mg/L	0.13	<0.13	0 - 7%	100%	96%	1%
Rubidio Total	mg/L	0.0009	<0.0009	1 - 6%	107 - 109%	105%	1%
Selenio Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0%	98 - 100%	99%	1%
Siliceo Total	mg/L	0.27	<0.27	0 - 8%	100%	94%	0%
Silicio Total	mg/L	0.13	<0.13	0 - 8%	100%	94%	0%
Sodio Total	mg/L	0.019	<0.019	1 - 8%	98 - 99%	94%	13%
Talio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	103%	91%	6%
Tantalio Total	mg/L	0.0021	<0.0021	0%	98 - 101%	99%	0%
Teluro Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	99 - 102%	101%	1%
Thorio Total	mg/L	0.00019	<0.00019	0%	91 - 106%	104%	1%
Titanio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0 - 2%	97%	103%	1%
Uranio Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0 - 7%	100 - 101%	97%	0%
Vanadio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0 - 8%	98 - 102%	103%	0%
Wolframio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0 - 8%	99 - 101%	100%	0%
Yterbio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0 - 6%	95 - 99%	95%	2%
Zinc Total	mg/L	0.0026	<0.0026	0 - 3%	98 - 99%	98%	1%
Zirconio Total	mg/L	0.00045	<0.00045	0 - 3%	98 - 102%	104%	0%
Demanda Química de Oxígeno	mgO2/L	4.5	<4.5		94 - 99%	92%	2%



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1926732 Rev. 0**

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHA5220D	Callao	Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D; 23rd Ed: 2017. Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method
EW_EPA200_8	Callao	Metales Totales	EPA 200.8, Rev 5.4: 1994. Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry.

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS de Perú S.A.C.
Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.

Última Revisión Julio 2015

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348
Ernesto Gunther 275
Jr. Arnaldo Márquez

Callao 1
Parque Industrial
Ba. San Antonio

Callao t (511) 517 1900
Arequipa t (054) 213 506
Cajamarca t (076) 366 092

www.sgs.pe
Pe.servicios@sgs.com

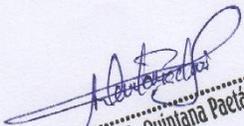
Miembro del Grupo SGS



ANALISIS DE MUESTRAS DE AGUA

Analizado por: Catherine Jeanebish Velasquez Saavedra
Jazmine Alejandra Silva Flores

		Dosis	Ph	Conductividad eléctrica (uS/cm)	Oxigeno disuelto (ppm)
Muestra de agua residual SIN tratamiento			1.35	0.4	0.97
			1.25	0.51	1.01
			1.31	0.48	0.9
Hojas frescas de alfalfa (<i>Medicago sativa</i> L.)	Primera Repetición	50g de hojas frescas de alfalfa	5.39	0.93	1.61
		60g de hojas frescas de alfalfa	5.56	0.97	2.43
		70g de hojas frescas de alfalfa	5.44	1.04	2.5
	Segunda Repetición	50g de hojas frescas de alfalfa	5.48	0.94	1.84
		60g de hojas frescas de alfalfa	5.58	0.98	2.39
		70g de hojas frescas de alfalfa	5.62	1.01	2.48
	Tercera Repetición	50g de hojas frescas de alfalfa	5.52	0.93	1.91
		60g de hojas frescas de alfalfa	5.63	0.99	2.51
		70g de hojas frescas de alfalfa	5.72	1.02	2.53
Hojas pulverizadas de alfalfa (<i>Medicago sativa</i> L.)	Primera Repetición	30g de hojas pulverizadas de alfalfa	5.24	8.56	0.75
		40g de hojas pulverizadas de alfalfa	5.32	9.98	0.72
		50g de hojas pulverizadas de alfalfa	5.99	12.5	0.81
	Segunda Repetición	30g de hojas pulverizadas de alfalfa	5.02	7.58	1.29
		40g de hojas pulverizadas de alfalfa	5.38	9.8	0.79
		50g de hojas pulverizadas de alfalfa	5.47	10.41	0.7
	Tercera Repetición	30g de hojas pulverizadas de alfalfa	4.83	7.12	0.89
		40g de hojas pulverizadas de alfalfa	5.18	9.05	0.53
		50g de hojas pulverizadas de alfalfa	5.34	10.34	0.55


 Sigfredo A. Quimiana Paetán
 QUIMICO
 CQP 596