



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Remoción de concentración de metales potencialmente tóxicos mediante mucílago de *Malva Sylvestris L.* en el agua mineromedicinal de la poza “La Milagrosa” Salinas, Chilca 2019.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Br. Cárdenas Quispe Paul Duardo Jesús (ORCID: 0000-0002-3684-4235)

Br. Castañeda Córdova Susam Teofila (ORCID: 0000-0002-9652-3978)

ASESORA:

Mg. María Aliaga Martínez (ORCID: 0000-0003-2767-4825)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de Recursos Naturales

Lima – Perú

2019

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo principalmente a Dios, por habernos dado la vida y permitirnos haber llegado hasta este momento de nuestra etapa formativa.

A nuestros padres, por su trabajo, sacrificio y amor incondicional a lo largo de todo este tiempo.

A nuestros queridos docentes, por ser un pilar fundamental en nuestra formación de valores y principios en nuestra etapa universitaria.

AGRADECIMIENTO

A la “Universidad César Vallejo”, por brindarnos la acogida necesaria, de manera especial, al MSc. Wilber Samuel Quijano Pacheco quien fue nuestro maestro en el desarrollo de investigación, la cual nos ha guiado con paciencia, dedicación y rectitud en todo este proceso de preparación, asimismo al Dr. Elmer Benítez Alfaro por habernos compartido sus conocimientos y su valioso aporte para nosotros.

PÁGINA DEL JURADO

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Nosotros, Cárdenas Quispe Paul Duardo Jesús con DNI N°70431410 y Castañeda Cordova Susam Teofila con DNI N°41599604 a efecto a cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería Ambiental, declaramos bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

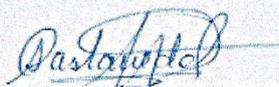
Así mismo, manifestamos bajo juramento que todos los datos e información en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido, asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información adquirida por el cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas establecida de la Universidad César Vallejo.

Lima, diciembre del 2019



Cárdenas Quispe, Paul Duardo Jesús



Castañeda Cordova, Susam Teofila

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento con el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presentamos ante ustedes la Tesis titulada: “REMOCIÓN DE CONCENTRACIÓN DE METALES POTENCIALMENTE TÓXICOS MEDIANTE MUCÍLAGO DE *MALVA SYLVESTRIS L.* EN EL AGUA MINEROMEDICINAL DE LA POZA “LA MILAGROSA” SALINAS, CHILCA 2019.

Por consiguiente, nos sometemos a vuestra consideración y esperamos que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el Título Profesional de Ingeniería Ambiental.

Cárdenas Quispe Paul Duardo Jesús y Castañeda Cordova Susam Teofila

Autores

ÍNDICE

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
PÁGINA DEL JURADO	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	v
PRESENTACIÓN.....	vi
ÍNDICE.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE ECUACIÓN	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MÉTODO.....	19
2.1. Tipo de Estudio	19
2.2. Diseño de la Investigación.....	19
2.2. Variables de Operacionalización	20
2.3. Población y Muestra	21
2.3.1. Población.....	21
2.3.2. Muestra.....	22
2.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos	24
2.4.1. Técnicas.....	24
2.4.2. Instrumentos	24
2.4.3. Validez	25
2.4.4. Confiabilidad	25
2.5. Método de análisis de datos.....	34
2.6. Aspectos éticos.....	35
III. RESULTADOS.....	36
IV. DISCUSIÓN	49
V. CONCLUSIONES	52
VI. RECOMENDACIONES	53
ANEXOS	58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Taxonomía de la Malva según Carlos Lineo	12
Tabla 2: Diseño de tratamiento para la remoción de concentración de metales.	20
Tabla 3: Operacionalización de variables	21
Tabla 4: Georreferenciación de la población.....	22
Tabla 5: Georreferenciación del área de la muestra.....	23
Tabla 6: Técnicas e instrumentos de recolección de datos	24
Tabla 7: Validez de instrumentos de recolección de datos	25
Tabla 8: Eficiencia de las dosis de <i>Malva sylvestris L.</i>	27
Tabla 9: Materiales de trabajo	28
Tabla 10: Diseño experimental del tratamiento:.....	34
Tabla 11: Resultados de parámetros fisicoquímicos	36
Tabla 12: Resultados de parámetros fisicoquímicos.....	36
Tabla 13: Prueba de decantación del Cono IMHOFF-DIN	39
Tabla 14: Prueba de optimización	40
Tabla 15: Dosis de floculante	40
Tabla 16: Concentración final de los metales pesados según dosis de <i>Malva sylvestris</i>	41
Tabla 17: Concentración de metales potencialmente tóxicos	46
Tabla 18: Tratamiento a la dosis del 1%	46
Tabla 19: Categoría 1 - B	59
Tabla 20: Metales pesados en LM-CH.....	60
Tabla 21: Metales alcalinotérreos.....	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Área y georreferenciación de la población ET1-LM	22
Figura 2: Área de la muestra ET1- LM	23
Figura 3: Metodología de remoción de metales en LM-SCH	26
Figura 4: Georreferenciación de la zona.....	28
Figura 5: Primer ramo de prueba, técnica de la observación	29
Figura 6: Malva secado a temperatura del ambiente: a) secado de las hojas y b) secado del tallo.	30
Figura 7: Mucílago presente en la zona algodonosa en el interior del tallo	30
Figura 8: Pulverización de la Malva mediante un sistema de molino	31
Figura 9: Tamizado de la Malva: a) tamiz de N° 50 de malla con abertura de 0.3 mm y b) polvo flocculante	31
Figura 10: Diagrama del proceso de tratamiento	33
Figura 11: Conductividad eléctrica por tratamiento.....	37
Figura 12: Potencial Redox por tratamiento	37
Figura 13: Turbidez por tratamiento	38
Figura 14: pH por tratamiento	38
Figura 15: Sulfato por cada dosis de flocculante.....	39
Figura 16: Turbidez vs pH	40
Figura 17: Tiempo vs Dosis de Malva Sylvestris L.	41
Figura 18: Concentración de metales a la dosis del 5% en cada tratamiento	42
Figura 19: Concentración de metales a la dosis del 1% en cada tratamiento.....	42
Figura 20: Concentración de metales a la dosis del 1.5% en cada tratamiento.....	43
Figura 21: Remoción del Fe frente a la dosis del 1% de Malva silvestris L.....	43
Figura 22: Remoción del Cd frente a la dosis del 1% de Malva silvestris L	44
Figura 23: Remoción del As frente a la dosis del 1% de Malva silvestris L.....	44
Figura 24: Remoción del Pb frente a la dosis del 1% de Malva silvestris L	45
Figura 25: Comparación de concentración inicial (Ci) y final (Cf) en la dosis del 1%.	45
Figura 26: Gráficos de Residuos	48
Figura 27: Herbología de Malva Sylvestris L.....	58
Figura 28: Fórmulas estructurales de Malvidina, Arabinosa, Ramnosa y Ácido galacturónico	58
Figura 29: Materiales asociados a las células de la Malva sylvestris L.	59
Figura 30: Ingreso a la laguna "La Milagrosa"-Chilca	61
Figura 31: Color de agua del recojo de muestra, presencia de turistas	61

Figura 32: Toma de muestra del agua para su tratamiento	62
Figura 33: Caracterización de parámetros fisicoquímicos	62
Figura 34: Observación de la especie expuesto al secado natural	63
Figura 35: Pulverización y tamizado de la Malva sylvestris L.	63
Figura 36: Experimentación del T1, T2 y T3	64
Figura 37: Tratamiento del agua con la dosis óptima del 1% de Malva sylvestris L	65
Figura 40: Formato de ubicación.....	66
Figura 41: Formato de caracterización LM-CH.....	67
Figura 42: Formato de caracterización 2.1	68
Figura 43: Análisis iniciales de metales pesados y alcalinotérreos	69
Figura 42: Parámetros fisicoquímicos LM-CH.....	70
Figura 43: Parámetros biológicos LM-CH	71
Figura 44: Parámetros físicos LM-CH	72
Figura 45: Cloruro y sulfato LM-CH	73
Figura 46: Metales pesados post-tratamiento	74
Figura 47: Tratamiento y dosis óptima.....	75

ÍNDICE DE ECUACIÓN

(1) Sólidos totales (ST)	14
(2) Sólidos disueltos (SD)	14
(3) Sólidos suspendidos totales (SST)	15
(4) Titulación	16
(5) Esquema	19
(5) Eficiencia.....	27
(7) DCA	34

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo determinar la eficiencia del floculante mucílago de *Malva sylvestris L.* en la remoción de concentración del Pb, Cd, As y Fe en la poza del agua mineromedicinal “La Milagrosa” ubicado en el Centro Poblado de Salinas, distrito de Chilca. La metodología consistió en una investigación aplicada de estudio cuantitativo con un diseño experimental, en el cual se tuvo que realizar georreferenciación de la muestra ET1-LM para la caracterización fisicoquímica del agua, asimismo se acondicionó la muestra de agua y se pulverizó el floculante *Malva sylvestris L.* para emplear en 3 tratamientos mediante el método de jarras a 500, 300 y 100 rpm, con las dosis de floculante 0.5, 1 y 1.5%, la dosis óptima es empleada en un sistema continuo de agitación constante a distintos tiempos de 60', 120' y 180'. Se aplicó análisis de metales por espectrofotometría de absorción atómica (EPA 3050) en la muestra de agua, obteniendo como resultado la concentración inicial de 0.781 mg/l Pb, 0.065 mg/l Cd, 1.61 mg/l Fe y 1.66 mg/l de As, determinándose un exceso de componentes inorgánicos según la siguiente normativa DS N° 004-2017 (sub categoría 1-B). Se aplicó el método estadístico de Tukey en el programa Minitab. Los resultados obtenidos con el floculante *Malva sylvestris L.* y el agua mineromedicinal arrojaron mejores resultados en el tercer tratamiento en una dosis de 1%, reduciendo la concentración de 0.1339 mg/l Pb equivalente al 77.1%, 0.0031 mg/l Cd (al 88.8%), 0.0084 mg/l As (al 91.8%) y 0.0091 mg/l Fe en (96.1%) respectivamente, a diferencia de la dosis 0.5% reduciendo la concentración 0.3685 mg/l Pb (al 42.3%), 0.0201 mg/l Cd (al 57.8%), 0.2109 mg/l As (al 81.9%) y 0.1942 mg/l Fe (al 82.4%) y 1.5% reduciendo la concentración 0.3085 mg/l Pb (al 58.1%), 0.0129 mg/l Cd (al 79.4.%), 0.0988 mg/l As (al 88.6%) y 0.1665 mg/l Fe (al 89.6%). Finalmente, se concluye que el tratamiento físico-químico de la dosis del 1% con un porcentaje de remoción promedio de 88.8%, siendo la más efectiva la remoción de metales potencialmente tóxicos.

Palabras claves: agua mineromedicinal; metales potencialmente tóxicos; mucílago de *Malva sylvestris L.*

ABSTRACT

This research aimed to determine the efficiency of the *Malva sylvestris L.* mucilage flocculant in reducing the concentration of Pb, Cd, As and Fe in the “La Milagrosa” mineral water pool located in the Salinas Town Center, Chilca district. The methodology consisted of an applied quantitative study investigation with an experimental design, in which georeferencing of the ET1-LM sample had to be performed for the physicochemical characterization of the water, the water sample was also conditioned and the *Malva Sylvestris L.* flocculant was pulverized for use in 3 treatments using the jug method at 500, 300 and 100 rpm, with the flocculant doses 0.5, 1 and 1.5%, the optimum dose is used in a continuous system of constant agitation at different times of 60 ‘, 120 'and 180'. Metal analysis was applied by atomic absorption spectrophotometry (EPA 3050) in the water sample, resulting in the initial concentration of 0.781 mg / l Pb, 0.065 mg / l Cd, 1.61 mg / l Fe and 1.66 mg / l of Thus, determining an excess of inorganic components according to the following regulation DS N ° 004-2017 (sub category 1-B). The results obtained with the *Malva sylvestris L.* flocculant and the mineromedicinal water showed better results in the third treatment at a dose of 1%, reducing the concentration of 0.1339 mg / l Pb equivalent to 77.1%, 0.0031 mg / l Cd (at 88.8 %), 0.0084 mg / l As (91.8%) and 0.0091 mg / l Fe in (96.1%) respectively, unlike the dose 0.5% reducing the concentration 0.3685 mg / l Pb (to 42.3%), 0.0201 mg / l Cd (at 57.8%), 0.2109 mg / l As (at 81.9%) and 0.1942 mg / l Fe (at 82.4%) and 1.5% reducing the concentration 0.3085 mg / l Pb (at 58.1%), 0.0129 mg / l Cd (79.4%), 0.0988 mg / l As (88.6%) and 0.1665 mg / l Fe (89.6%). Tukey's statistical method was applied in the Minitab program. Finally, it is concluded that the physical-chemical treatment of the dose of 1% with an average removal percentage of 88.8%, the most effective being the removal of heavy metals.

Keywords: mineromedicinal water; potentially toxic metals; *Malva sylvestris L.* mucilage

I. INTRODUCCIÓN

A nivel global se puede observar que las aguas que son ricas en minerales, son consideradas para el uso de rehabilitación a la salud, conocidas como aguas mineromedicinales, éstas presentan una acción terapéutica en las cuales sus características y propiedades hacen evidente su uso continuo; éstos cuerpos de agua son de origen endógeno o meteórico, que dan lugar a las aguas telúricas encontrándose en grandes masas de agua terrestre como lagunas, lagos, ríos las cuales, son originadas a partir de infiltraciones del agua de lluvia a lo largo del trayecto en el nivel freático, los que logran obtener una temperatura significativa y conector de que el agua es el mejor disolvente universal se determinan en su trayectos elementos químicos, debido a que reaccionan y disuelven los diferentes componentes mineralógicos en diversos cuerpos rocosos.

Los cuerpos de agua que están siendo contaminadas de manera natural y antropogénica, produce desequilibrio en la calidad del medio ambiente, teniendo estas aguas a lo largo del tiempo, la capacidad de autodepuración que tiene la naturaleza para regenerarse. En lugares turísticos el ser humano juega un rol importante en el uso de realizar sus tratamientos medicinales, pero a través del tiempo la afluencia hizo que se pierda su constante equilibrio natural del agua.

El Perú no es ajeno a estos problemas, ya que, presenta una inmensa variedad de fuentes de aguas mineromedicinales. Según el Instituto Geológico, Mineralógico y Metalúrgico se cuenta con 111 cuerpos de agua Termo-mineral, 21 Mineral, 100 aguas Termales (INGEMMET, 2003). Por lo tanto, surge un gran problema de obtener una visión, en el que los factores ambientales podrían perjudicar estos cuerpos de aguas, puesto que, el crecimiento poblacional ha sido exponencial a través del tiempo, en el cual rebasa la depuración natural de las aguas.

Por lo tanto, la investigación realizada se centró principalmente en el agua mineromedicinal de la poza “La Milagrosa”, ubicado en el Centro Poblado de Salinas en el distrito de Chilca, puesto que, recurre en materia de salud a la población, beneficiando la acción terapéutica que ejerce. El objetivo planteado busca recuperar el equilibrio natural del agua, ya que, su contenido de metales pesados excede en el agua superficial según la normativa N° 004-2017-MINAM. Por lo expuesto, en el centro poblado de Salinas, frecuentemente abarca esta preocupación, ya que, se manifiesta una constante actividad turística, en el que se aprecian

3 cuerpos de agua conocidos con el nombre de La Mellicera, La Encantada y La Milagrosa, esté último siendo la más importante para los pobladores porque abarca una expansión de 140 metros.

Los estudios sobre las propiedades medicinales y curativas carecen de investigación; es por ello, que “La Milagrosa” fue seleccionada para el trabajo de estudio, puesto que, se determinará características físicas y químicas mediante una especie seleccionada, que nos va a permitir alcanzar el muestreo contenido de metales, para así contribuir con los estudios que despierten intereses en sus diversos niveles en la difusión de uso turístico y posibilitar mejoras en la esperanza de vida de la población.

Como trabajos previos tenemos: Pacheco (2018), en su tesis determinó el nivel de remoción de metales potencialmente tóxicos con las hidrófitas *Kindbergia praelonga* y *Cladophora spp Kuetz* mediante el sistema de autodepuración natural de las aguas del río Huaura en Churín. El método se realizó mediante un diseño experimental en el cual se tuvo una muestra de 16 litros de agua del río, para analizar 30 elementos en muestras de agua de hidrófitas, usando 2 recipientes de vidrio de profundidad 0.25 m, ancho 0.20 m y largo 0.40 m haciendo un volumen de 20 litros de capacidad y un área de 0.08 m^2 , puesto que, utilizó el 60 % de su altura total implantando las *hidrófitas* en ambos recipientes de vidrio, controlando las concentraciones iniciales por metales totales, a los 7, 14 y 21 días, a 18 °C. Se observó en el reporte el promedio del % eficiencia de la *Hidrofita Kindbergia Praelonga* en 69.32% y que el promedio del % eficiencia de la *Hidrofita Cladophora* en 90.53%; concluyendo que la eficiencia de las *Hidrófitas Kindbergia Praelonga* y *Cladophora* es más del 60% en el sistema de autodepuración natural de metales en el agua del río Huaura.

Acebedo (2016), “*Eficiencia de la semilla Marango (Moringa Oleífera) como material adsorbente para la remoción del Pb del río Mantaro, en el distrito Paccha, Jauja, Junín, 2016*” determinó la eficiencia de la semilla *Moringa Oleífera* para la remoción del Pb de las aguas del Río Mantaro del distrito de Paccha-Junín, se tomó una muestra representativa de 37 litros de agua para realizar un pre-muestreo en diferentes puntos equidistantes a 8.5 km, con el único fin de ubicar el punto con más alto contenido de concentración de Pb, así mismo, se tomó el pH en diferentes medidas para su análisis en condiciones óptimas, en la cual las 9 muestras de 0.5 litros lo realizó en 3 repeticiones, juntamente con las 27 muestras en el laboratorio. El test-Jarras y la bomba de vacío fue de uso importante para la agitación de las

muestras y poder absorber el metal en 10 minutos a 100 rpm. Los resultados finales arrojaron porcentajes de remoción de Pb en un 91% y 82% referente a las concentraciones de 0.3 g/L de *Marango* con un pH de 2.5, concluyendo que la semilla de *Marango* resulta eficiente en la remoción de Pb la cual se proyectaría como una alternativa efectiva y económica para los diferentes tratamientos de agua.

Coronel (2016), “*Eficiencia del Jacinto de agua (Eichhornia crassipes) y Lenteja de agua (Lemna minor) en el tratamiento de las aguas residuales de la universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas*” realizó un proceso experimental basándose en la eficiencia del Jacinto de agua y Lenteja de agua para tratar de forma eficaz las aguas residuales. En el procedimiento usó un filtro de grava para poder atrapar los residuos sólidos existentes y empezar a depositar en tres recipientes de vidrio con *Eichhornia crassipes*, *Lemna minor* para un control de agua residual sin planta acuática; prolongándose un periodo de 10 días cambiándose de efluente por cuatro veces y poder determinar su eficiencia de remoción analizándose la concentración de los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos del agua residual. Se concluye que, la mayor eficiencia en el tratamiento de las aguas residuales con porcentajes promedios de remoción del 88.24% referido a los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos y con respecto a *Lemna minor* obtuvo un promedio de remoción del 81.24%.

Garay, Ingrid (2017), “*Eficacia de las macrófitas Jacinto y Lenteja de agua para disminuir la concentración del B, en las aguas minero termales de la “Laguna Milagrosa” – Chilca, 2017*” evaluó la eficacia de las especies frente a la concentración de B y poder disminuir dicha concentración presentes en la laguna “La Milagrosa” mediante un tratamiento en peceras, en la cual se extrajo una muestra de 30 litros de agua de la laguna y se vertió 10 litros de agua en cada una de las 3 peceras, cuyas medidas fueron: 20 cm de ancho, 39 cm de largo y 19 cm de alto; cada pecera fue codificada de la siguiente manera: M1 (Jacinto de agua), M2 (lenteja de agua) y M3 (Jacinto y lenteja de agua); procediéndose en la M1 se introdujeron 7 Jacinto, M2 30 g de Lenteja de agua y M3 se colocaron 3 Jacinto de agua y 15 gramos de Lenteja de agua; teniéndose así una duración de 3 semanas de muestreo, evidenciándose una concentración inicial de B que fue mayor a 25 mg/l; la cual excede los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) concluyéndose que en el tratamiento M1, se logró disminuir hasta 6,88 mg/l, en el tratamiento M2 una disminución de 26,93 mg/l y en el tratamiento M3: 27,41mg/l en un tiempo de periodo de 3 semanas.

Borja *et al.* (2015), en su artículo “*Equilibrium of lead (II) biosorption and characterization through FT-IR and SEM-EDAX ON Ascophyllum Nodosum seaweed*” determinó el nivel de remoción y equilibrio de biosorción de Pb en algas *Ascophyllum Nodosum* empleando modelos de isoterma de Langmuir y Freundlich para la estabilización de las algas, el procedimiento fue realizado por medio de análisis por Espectroscopia de Infrarrojo transformada de Fourier (FT-IR), acondicionó el alga en un proceso de lavado y secado en una estufa de vacío a 45°C, para ser molido y tamizado con tamaños 5 µm 75 µm y 180 µm, seguidamente, por un proceso de agitación magnética en un tiempo de 1h con una solución de HCl 0,1N, luego se filtró al vacío y se lavó para eliminar el exceso de ácido, para finalmente refrigerar en frascos herméticos. Se concluye que el alga *Ascophyllum Nodosum* tratada con cloruro de calcio resultó ser un biosorbente eficaz para la remoción de plomo con un pH de 5, obteniéndose una capacidad máxima de adsorción de 230mg/g.

Segura (2009), en su artículo “*Arsenic biosorption in materials derived from maracuyá*” determinó la eficiencia de la maracuyá en el agua de la laguna Coahuila en México, el procedimiento consistió en caracterizar la muestra la medición de parámetros fisicoquímicos, para tratar en tiempos de 24h, la concentración de As fue de 0,001 g/ml (0.1g de cada material en 100 ml), en la muestra de agua con As el tiempo empelado fue de 1 semana con reactores en lote a temperatura ambiente de 20 a 27 °C. Se concluye que, la cáscara de maracuyá tiene una eficiencia de remoción del As al 99%, al presentar en menor tamaño de 5 ppm, asimismo se presencia iones adicionales en la muestra de agua en el proceso de remoción del As.

García Víctor *et al.* (2011), en su artículo “*kinetic studies of lead ion biosorption by crosslinked pectin from citrus peel*” determinó el uso de pectinas reticuladas de cáscaras de naranja como biosorbente natural para el tratamiento de efluentes contaminados con metales pesados, empleó un diseño experimental en el cual tuvo que obtener la pectina mediante hidrólisis ácida con pH 1,4 a 80°C y 60 minutos, las cuales al ser adicionados en la muestra arrojó rango de pH 4,5-5,5, seguidamente, se preparó 2l de solución de Pb(NO₃)₂ a 100ppm y se vertió en 10 frascos de vidrio de 100 ml, pasó por un agitador mecánico de 250 RPM durante 72h y a temperatura ambiente. Se concluye que la biosorción de especies catiónicas como el Pb²⁺ en pectinas favorece el incremento de pH, y la remoción del Pb fue óptima con el uso de la pectina de la cáscara de naranja con eficiencia del 80%.

Chuquilín (2016), en su artículo “*Study of the biosorption of Cd (II) and Pb (II) using as adsorbent Nostoc Sphaericum Vaucher*” determinó la capacidad de biosorción del *Nostoc Sphaericum Vaucher* mediante un sistema por lotes, el diseño experimental se realizó con la técnica de espectrofotometría, en el procedimiento usó de 50 ml de muestra contaminada, en lo que pudo disolver 0,13g de *Nostoc* deshidratado y llevados a vasos de precipitaciones de 100 ml, se mantuvo en agitación durante 6 horas y las condiciones de concentraciones fueron: Cd (II) y Pb (II) entre 40 y 240 ppm, pH de 2 a 5 a 25 °C. Concluyendo que, la biosorción de Cd (II) fue máxima a pH 3 ($q = 17,12$ mg Cd/g de *Nostoc*) sin mostrar comportamiento definido a pH mayores o menores que 3.

Xiaomei, Lu et al. (2004), “*Removal of Cd and Zn by Water Hyacinth, Eichhornia crassipes*” determinó el potencial de la fitorremediación del Jacinto de agua para eliminar el Cd y Zn, el procedimiento consistió en cultivar la especie Jacinto de agua, en agua de grifo las cuales fueron adicionadas con 0,5,1,2 y 4 mg/l de Cd y 5, 10, 20, y 40 mg/l de Zn, que fueron cosechadas separadamente con un tiempo de 0, 4, 8 y 12 días, demostrándose que tanto el Cd como el Zn mostraban efectos en el crecimiento relativo de la planta, asimismo fue efectiva y rápida la eliminación de metales de solución en los 4 primeros días; observándose en brotes y raíces, que la acumulación de estos metales aumentó respecto a la concentración inicial, después de 8 días las especies que fueron tratadas con 4 mg/l de Cd se obtuvo la mayor concentración de metal en sus raíces siendo 20,44 mg/kg y en los brotes fue de 113,2 mg/kg, mientras que aquellos tratados con 40 mg/l de Zn acumulo en sus raíces la mayor concentración de metal siendo este de un 9652,1 mg/kg y 1926,7 mg/kg, los valores máximos del factor de bioconcentración tanto para Cd como para Zn fueron 622,3 y 788,9 mg/kg respectivamente, concluyéndose que el Jacinto de agua resultó ser un acumulador moderado de Cd y Zn la cual podría ser utilizado para el tratamiento de aguas contaminadas con concentraciones bajas de Zn y Cd.

Montoya (2019) , en su artículo “*Evaluation of cadmium tolerance (Cd) of three strains of microalgae of the genus Ankistrodesmus, C. hlorella and Scenedesmus*” tuvo como objetivo evaluar el potencial de tres cepas nativas de micro algas del género *Ankistrodesmus*, *Chlorella* y *Scenedesmus* determinó la tolerancia del Cd en un microalga en el agua mineromedicinal, en el procedimiento se cultivaron las micro algas durante 12 días en condiciones controladas de laboratorio a 22 °C con luz constante y en cada concentración de muestra se colocaron dos matraces, se realizaron tiempos de 0,48 y 96 horas de cultivo de

las microalgas para determinar el efecto de tiempo de exposición de Cd, para la viabilidad se cuantificó mediante el método de tinción azul de Evans, se observó que los resultados obtenidos mostraron que la tolerancia y concentración de Cd dependían del género de las microalgas, concluyéndose que, con la especie *Chlorella* y *Scenedesmus* fueron las que tuvieron mayor tolerancia a la toxicidad de Cd siendo estas microalgas las de mejores respuestas con respecto a la eliminación del Cd eliminando un 32,74% de optimización de remoción de Cd.

Muñoz, (2007), “*Biosorción de Pb²⁺ por cáscara de naranja (Citrus Sinensis) pretratada*” empleó la biosorción de Pb²⁺ a base de la cáscara de naranja como un medio biosorbente, el procedimiento consistió en un pretratamiento del cascara de naranja (medio biosorbente) mediante una solución de 0.2 M de CaCl₂, con un pH de 5, la solución varió a una concentración de 0.05 M de HCL, así mismo la cáscara de naranja pasó por un proceso de secado por medio de una estufa a una temperatura de 40°C por un tiempo de 24h; al realizarse este proceso de biosorción de Pb²⁺, observaron que el pH óptimo se ubicaba entre 4.5 a 5 logrando se remover un 40% de Pb²⁺, concluyéndose que el máximo contenido de biosorción mediante la cáscara de naranja pretratada fue de 141,05 mg/l.

Ballesteros (2011), “*Determinación de la eficacia de Azolla caroliniana como matriz de hiperacumulación de metales pesados cuantificados*” empleó el método de la fitorremediación para lograr verificar la capacidad de la especie *Azolla caroliniana* por medio de una matriz hiperacumuladora de metales pesados con Pb y Cd, durante el experimento la especie fue cultivada en una solución con los metales con concentraciones de 1, 2, 3 y 4 ppm que fueron introducidos en el medio de cultivo en forma de sales, al finalizar el experimento los 2 metales que se pusieron como prueba en el medio acuoso en la biomasa, lograron obtener reducciones de Pb a un 85% mientras que en el caso del Cd fue a 75%, concluyéndose que en los tejidos de las especies la bioconcentración de Pb llegó hasta los 6,50 mg/l y para el caso del Cd fue de 4,45 mg/l.

Ramos *et al.* (2015), “*Remoción de Zn²⁺ y Pb²⁺ en agua utilizando la planta silvestre inactiva Tridax procumbens recolectada en Colima*” determinó la eficiencia de la planta silvestres *Tridax procumbens*; mediante un estudio de biosorbentes de metales pesados para poder detoxificar las aguas contaminadas. Para el tratamiento se realizaron experimentos estáticos (batch) a diferente dosis de biomasa, concentraciones iniciales de Zn²⁺, pH y

tiempo de contacto, concluyéndose una optimización de un 93% de remoción. Con respecto a Pb^{2+} los cuales obtuvieron valores superiores al 98% de remoción en dosis de 0.150 g de biomasa a concentraciones de 10 mg/l y 50 mg/l

Candelaria (2015), “*Evaluación de la biosorción con bagazo de palma africana para la eliminación de Pb^{2+} en solución*” evaluó la adsorción de Pb^{2+} en el bagazo de palma previamente tratado químicamente con HNO_3 , los cuales fueron llevados por el sistema Batch a una concentración de 100 ppm en solución acuosa de Pb^{2+} , luego para la concentración de metal se tuvo que medir por el método de adsorción atómica y para la caracterización de materiales absorbentes se procedió por la espectroscopia de transmisión infrarrojo con transformada de Fourier (FTIR) en la cual se logró encontrar que tanto los grupos carboxilos como hidroxilos son los responsables principales de la capacidad de adsorción, asimismo se pudo demostrar que el pH representa ser el factor con mayor incidencia en este proceso, siendo 6 el valor óptimo, según los análisis se observó que el Pb^{2+} durante los primeros 10 minutos presento una adsorción rápida, concluyéndose que según la isoterma de Langmuir la máxima capacidad de adsorción fue de 451 y 162 mg/g para el bagazo de palma tanto modificándose y sin modificar respectivamente estableciéndose así que la modificación fue altamente eficiente.

Vizcaino *et al.* (2017), “*Adsorción de Pb^{2+} en solución acuosa con tallos y hojas de *Eichhornia crassipes**” determinó la eficiencia de la macrófita acuática en los tallos y hojas en la remoción de Pb^{2+} , el procedimiento de experimentación consistió en una técnica a base de un sistema de batch para lo cual se empleó un equipo de prueba de jarras con soluciones de concentraciones de 30,951 ppm de Pb^{2+} las cuales fueron preparadas con PO_2 a una velocidad de agitación de 200 rpm y a una temperatura de 28,5°C además se analizó la influencia de las variables independientes, dosis de adsorbentes (g/ml), pH de solución, tiempo de contacto y en cuanto a las variables de respuestas fueron porcentajes de remoción y capacidad de absorción (mg/g). Los resultados mostraron que obtuvieron remociones de Pb^{2+} superiores al 97% y que, a temperaturas mayores o iguales a 800°C, concluyéndose que es posible la estabilización de la biomasa residual logrando que se impida que los cationes metálicos removidos sean liberados de la matriz biológica por medio de efectos de soluciones lixiviantes con bajo pH.

Durán (2004) en su artículo de investigación evaluó la acumulación y los efectos del de B en la Lenteja de agua (*Lemna gibba L.*), para ello hizo un procedimiento del cultivo de la especie en soluciones diluidas con agua destilada las cuales se usaron mediante 3 réplicas y a concentraciones diferentes que van desde 1,25, 75, 1,5 y 2,5 mg/l inicialmente en ausencia de B; para el efecto de toxicidad se usaron 10 y 2.6 mg/l de B en la cual mediante el cociente de biomasa (mg B/peso seco de lenteja de lenteja de agua) se pudo definir la acumulación de B. Se concluye que, al producirse cambios en las clorofilas de las Lentejas de agua durante 14 días, la optimización fue de un 85% de remoción siendo muy recomendable esta especie Lenteja de agua como un método biológico para la remoción del B presentes en aguas contaminadas.

Chagua (2015), “Evaluación de remoción de Cu y Zn por la planta nativa *Scirpus Californicus (totora)*” empleó el método de la fitorremediación, en la cual se fijó como un estudio de remoción de Cu y Zn, el procedimiento a tratar fue analizar las muestras de agua durante 15 días, realizándose en tres etapas: inicialmente la caracterización de agua, se obtuvo un pH de 7,98 y una temperatura de 13,76°C, seguido se determinaron los metales presentes en el agua, Pb a 0,001mg/l, Zn a 0,023 mg/l , Cu a 0,012 mg/ l, Fe a 0,008 mg/l, en la segunda etapa se realizaron los análisis físico-químicos del agua pudiéndose determinar cómo se comporta la temperatura en la remoción, los tratamientos de Cu de 12.25 a 17.35°C y el Zn de 11.8 y a 15°C y la tercera etapa se realizó un flujograma por medio de la ecuación de remoción de Cu y Zn a través de la especie a diferentes intervalos de tiempo de contacto, mediante el método 3500.Cu. B y 3500.Zn. B, las cuales concluyeron remociones óptimas del 85% de 5.00 a 0.93 ppm de Cu y de 5.00 a 2.13 ppm de Zn respectivamente.

Amerando *et al.* (2008), “Evaluación de dos parámetros bioquímicos en tres macrófitas acuáticas expuestas a Cu” evaluó el contenido de clorofilas, así como azúcares libres totales en 3 macrófitas acuáticas las cuales fueron sometidas a altas concentraciones de Cu presentes en el lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. El procedimiento fue mediante métodos colorimétricos en tres macrófitas acuáticas como son: *Eichhornia crassipes*, *Hydrocotyle ranunculoides L.* y *Lemna gibba L.*, las cuales fueron medidas por 2 parámetros bioquímicos y los resultados obtenidos indicaron que tanto las clorofilas como los azúcares libres totales tuvieron una variación en relación al incremento de Cu en el medio nutritivo, se concluyó que los azúcares libres totales resultaron ser los más óptimo para la detección en los cambios fisiológicos de la especie.

Barboza, (2012), "*Evaluación de la capacidad acumuladora de Eichhornia Crassipes usando diferentes concentraciones de Cd en el laboratorio*" calculó la capacidad de la planta *Eichhornia Crassipes*, a diferentes concentraciones de Cd para evaluar su efectividad; el procedimiento a tratar fue de tener concentraciones diferentes de Cd, considerándose para ello 4 tratamientos de 0,5mg/l ;1 mg/l , 1,5 mg/l y 2mg/l y un sistema piloto con 5 repeticiones cada una , observándose que después de 15 días de encontrarse dentro del agua como tratamiento; las mayores concentraciones de Cd fueron en la raíz , tallo y hojas cuyos rangos de valores oscilan entre 0 y 0,024 mg/l de Cd presentes en hojas, a 0,047 mg/l de Cd presentes en raíz y a 0,038 mg/l de Cd presentes en tallos además de 0 a 0.229 mg/l de Cd presentes en el agua, se concluyó que la raíz fue la de mayor eficiencia y capacidad de acumulación de Cd.

Guevara (2009), "*Uso de la rizo-filtración para el tratamiento de efluentes líquidos de cianuración que contienen Cr, Cu y Cd*" determinó la eficiencia de remoción de concentración de metales empleando el método de la rizo-filtración, como técnica alternativa de fitorremediación, se usó raíces para la descontaminación de agua con presencia de metales pesados, detoxificó soluciones sintéticas que contienen Cr, Cu y Cd en concentraciones de un rango de 5 a 20 mg/l, logrando efectividad previo en el tratamiento del efluente líquido con CN⁻ industrial, con elevados contenidos de Cu (177mg/l), Cd (2,1 mg/l) y Cr (0,02 mg/l, al usar estas raíces se lograron obtener el 99% de absorción de Cu y más del 80 % de absorción de Cd, mientras que para el Cr se tiene hasta el 60 % de absorción con raíces de sambo. Concluyéndose que mediante la rizofiltración de especies se logra una descontaminación de agua o efluentes líquidos óptima.

Poveda (2014), "*Evaluación de especies acuáticas para la fitorremediación de aguas residuales industrial y de uso agrícola previamente caracterizadas en el cantón Ambato, provincia de Tungurahua*" evaluó el potencial óptimo de fitorremediación de metales a través de las especies acuáticas flotantes *Salvinia de agua*, *Jacinto de agua* y el *trébol de agua*, el procedimiento consistió en la utilización de dichas especies, las cuales fueron semanalmente analizados en sus porcentajes de incidencia respecto al número de hojas verdes; y durante 3 semanas se lograron disminuir en los parámetros de las aguas residuales como son: ST, SD, el pH, la conductividad eléctrica, DBO, DQO , color turbidez entre otros parámetros, llegándose a la conclusión de que la especie *Jacinto de agua* es la mejor especie

en aguas residuales industriales sin embargo en lo referente al agua residual industrial de uso agrícola con las otras especies se obtuvieron resultados similares.

Mufarregue (2012), “*Estudió la tolerancia y eficiencia de Typha domingensis Pers en la retención de metales y nutrientes de efluentes industriales*” determinó la eficiencia de la especie *Typha domingensis Pers*, en contenidos de Ni, Cr, Zn siendo estos metales de efluente industrial; para ello empleó el método Wetteland en el tratamiento, asimismo acondicionando al P y N (efluente cloacal), observándose la adaptación de las plantas del humedal que fueron construido, logró demostrar una mayor tasa de crecimiento relativo y un incremento en cuanto a la concentración de clorofila. En comparación con los resultados obtenidos en las plantas provenientes de un humedal natural las cuales fueron expuestas a las mismas condiciones, se observó que cuando la planta *Typha domingensis Pers* fue sometida a elevadas concentraciones de metales sus hojas alcanzaron las mismas concentraciones que las raíces y se concluyó que este resultado se debía a que en las partes basales de sus hojas, las cuales estuvieron en contacto directo con la solución absorbieron los metales.

Romero (2017), “*La pepa de aceituna y la biosorción en efluentes mineros con alta concentración de plomo y zinc en la U.E.A, Heraldos Negros-Acobambilla - Huancavelica 2017*” determinó la remoción de concentración de metales, mediante la biosorción de Pb y Zn en efluentes de la unidad minera U.E.A. Heraldos Negros, inicialmente se presenció según los análisis 0,436 g/l de Pb y 7,48 g/l de Zn. resultados que están por encima de 0,20 g/l para Pb y 1,5 para el Zn, límite establecido en el D.S.010- 2010 MINAM, el método utilizado fue por medio de un sistema continuo y con agitación constante con periodos de tiempo de 60 y 90 minutos a distintos pesos de 5 y 10 g de la pulverización de la aceituna por cada 2 litros de muestra de efluente, para dicho procedimiento tuvieron que pulverizar la pepa de aceituna con la finalidad de disminuir la concentración de metales Pb y Zn en efluentes de mina. Concluyéndose que la pepa de aceituna es eficiente para la absorción de metales de Pb con una obtención óptima de eficiencia del 96,1% para el Pb y 87,6% para el Zn. A continuación, en las teorías relacionadas al tema se pueden considerar:

Las aguas mineromedicinales son de origen natural, por sus propiedades químicas, físicas y biológicas especiales están dotadas de poder curativo y profiláctico (Azcona, 2016), la clasificación y las características según el Instituto Geológico Minero Metalúrgico –

INGEMMET (2005) son las siguientes; según su propiedad química: minerales, cuando su composición iónica total supere los 1000 mg/l, según su propiedad física: termales, cuando la temperatura del agua supere los 20°C o en lugares cálidos, cuando la temperatura del agua supere en 4°C a la media anual del ambiente y/o gélidos, según su propiedad química y física: termo-minerales, cuando tengan las características de termal y mineral a la vez, según su fórmula hidroquinona: las aguas podrán ser denominadas de acuerdo a su contenido total de iones que superen el 20% de mayor a menor. Para ello se nombrará en primer orden a los aniones, seguida de los cationes, y se agregará su denominación, si fuese el caso, los elementos químicos que les den características especiales como; sulfatadas, cuando predominen el contenido de aniones sulfato. Cloruradas, cuando predominen el contenido de aniones cloruro. Bicarbonatadas, cuando predominen el contenido de aniones bicarbonato. Cálcidas, cuando predomine el contenido de cationes de calcio. Magnésica, cuando predominen los contenidos de cationes de magnesio. Potásica, cuando predominen el contenido de cationes de potasio.

En el tratamiento de aguas con floculante biológico se realiza el pretratamiento, es la primera entrada del agua mineromedicinal que pasa con los componentes inorgánicos hacia unos envases con arena fina para el filtrado de los sólidos sedimentables.

La neutralización es la segunda fase del proceso de tratamiento para inmovilizar componentes inorgánicos mediante la agregación de un óxido de calcio.

La precipitación es el proceso en el cual los componentes inorgánicos a determinados pH (formados hidróxidos) precipitan mediante un material alcalino.

La absorción es la asimilación de sustancias o de moléculas dentro de la estructura física de un sólido o líquido sin reacción química.

La adsorción es el proceso físico que sucede cuando los gases, líquidos o partículas suspendidas se adhieren a las superficies o en los poros de un medio adsorbente. (Lenntech, 2015).

El adsorbente biológico generalmente es sólida y de estructura porosa, son partículas con capacidad de adsorción en toxinas y otras sustancias; el agente retiene átomos, iones o moléculas en la superficie de un material (RAE, 2018).

El mucílago es una sustancia vegetal viscosa conformada por monosacáridos o hidratos de carbono simple (polisacáridos), tienen la característica viscosa, que al tomar contacto con el agua aumenta de volumen obteniendo una solución coloidal, asimismo es empleada para suspender sustancias insolubles y aumentar la viscosidad (Ecored, 2012).

La *Malva sylvestris* L. alcanza una altura de 30 a 70 cm aproximadamente, sus flores son pequeñas de 2 a 3 cm y poseen variedad de colores como el violeta, rosado o blanco. El tallo presenta gran cantidad de vellosidad áspera manteniendo erguida la planta, mientras que el fruto tiene forma de disco con una cápsula que trae láminas de mesocarpio. La taxonomía se aprecia en la Tabla 1 y las fracciones de la Malva en la Figura 28.

Tabla 1: Taxonomía de la Malva según Carlos Lineo

Reino	Clase	Subclase	Familia	Género	Especie
Plantae	Magnoliopsida	Rosidae	Malvaceae	Malva	M. Sylvestris

La importancia radica en el tratamiento de problemas en salud, enfermedades respiratorias, protección al sistema inmunológico y acción antiinflamatoria. Posee una sustancia orgánica de textura viscosa (mucílago) en las flores hojas y tallos, haciendo uso para el tratamiento de aguas (Marguilis, 2013), es encontrado en caminos baldíos y pastos seco, su mejor hábitat está representado por todas las regiones templadas que conforman el continente asiático, África y algunos lugares puntuales de Europa.

Los componentes y compuestos químicos principales son los siguientes: Mucílago, producto de la hidrólisis de la galactosa, la arabinosa, la ramnosa, malvidina y el ácido galacturónico. La fórmula estructural se aprecia en la Figura 28.

La composición química de la *Malva sylvestris* L. se presenta en 3 partes; hojas, el mucílago conforma el 6.0 - 7.2%, mediante la hidrólisis que genera la rammosa, glucosa, galactosa y el ácido galacturónico, en las flores, conforma el 3.8 – 7.3%, constituido por polisacárido heterogéneo y las raíces en un 7.5% en su interior.

La remediación es un tratamiento o conjunto de operaciones para la restauración de calidad del subsuelo contaminado (suelo y aguas subterráneas) asociadas en protección general para la salud (Bolter, 2009).

Los floculantes son químicos orgánicos e inorgánicos que se utilizan para aglomerar las partículas pequeñas formadas por un coagulante en flóculos grandes que permitan ser filtrados o decantados.

La floculación es un proceso de separación sólido-líquido o líquido-sólido, en el cual es aplicado a partículas cuya densidad es más pequeña que la densidad del líquido que las contiene (Lenntech, 2009), asimismo el proceso de la aglomeración está presente, ya que, incorpora partículas más pequeñas para formar una masa más grande.

La granulometría del floculante es la distribución de los tamaños de partículas de un agregado. Es la medición de los granos de una formación sedimentaria y el cálculo de la abundancia de los correspondientes de cada uno de los tamaños previstos en la escala granulométrica (Ecured, 2010).

La remoción de metales es la captación de contaminantes desde una solución acuosa por un material biológico (coagulante-floculante) a través de mecanismos fisicoquímicos (Cañizares, 2000), estos componentes inorgánicos hacen uso necesario de la variación del pH para su precipitación y formación a hidróxidos.

Los metales pesados involucrados en los tratamientos de aguas son: Cadmio (Cd), en el medio acuático se presenta en forma libre o como complejo iónico a otras sustancias orgánicas e inorgánicas. Los compuestos insolubles logran depositar en el sedimento, mientras que los compuestos solubles se movilizan en el agua, habitualmente en el proceso de las aguas de los ríos que desembocan en el mar el ion Cd^{2+} tiende a mezclarse en partículas en suspensión y luego pasar como sedimento (Manahan, 2006). El plomo (Pb) es un metal tóxico que se encuentra de forma natural en la corteza terrestre, en el agua superficial es presentado en concentraciones bajas de 1 microgramo por litro, en los ríos se encuentran alrededor de 8 microgramos por litro y en el mar se presencia en concentraciones más reducidas al microgramo (Mendoza, 2013). El arsénico (As) es un elemento distribuido ampliamente en la atmósfera, hidrósfera y biósfera presente en cuatro estados de oxidación y pueden ser de origen orgánico e inorgánico, en las aguas subterráneas pueden encontrarse en ambos estados de oxidación como As_2O_5 y As_2O_3 de tal manera que las concentraciones dependen de la entrada al sistema, así como de las condiciones Redox y de la actividad biológica (Sogamoso, 2016). El hierro (Fe) es el cuarto elemento más abundante en la corteza

terrestre (5%), el Fe se encuentra en muchos otros minerales y está presente en las aguas freáticas, presente también el Fe en la hemoglobina roja de la sangre (Palacios, 2017).

Los parámetros físicos comprometidos en el agua son: la temperatura, parámetro que mide el grado de un cuerpo de agua, siendo el más importante para los tratamientos a aplicar, un nivel térmico menor de 30°C no representa un problema mayor en su uso. La turbidez, es el parámetro relacionado con el color del agua, que es debido a la suspensión de partículas, filtración y separación, a su vez, nos permite medir el nivel de transparencia que se pierde en el agua. Su unidad de medición está basada en NTU (Nephelometric Turbidity Unit). El pH, es una medida de la concentración de iones hidrógeno, y se define como $\text{pH} = \log(1/[\text{H}^+])$, la medición se basa en ácida o alcalina de la solución acuosa que puede afectar a los usos específicos del agua (Muñoz, 1996).

Los sólidos totales (ST) incluyen toda la materia, excepto el agua contenida en los materiales líquidos. Es definido, la materia que permanece como residuo después de la evaporación y secado a 103 - 105°C (IDEAM, 2007). Para la determinación del parámetro se utiliza la siguiente expresión:

$$ST(\text{mg/l}) = \frac{(B - A)}{V(\text{litros})} \times 1000 \quad (1)$$

dónde,

“A” peso recipiente vacío, “B” peso recipiente muestra seca y “V” volumen de muestra agregado. El valor de los sólidos totales incluye los siguientes sólidos: Los sólidos disueltos (SD), son sólidos que pasan a través del filtro de 0,6 - 0,8 μm son más homogéneos y clasificables en la mayoría de las aguas naturales y residuales que se originan de ellas, los sólidos disueltos son sales inorgánicas, cloruros, sulfatos, sodio y calcio (Microlab, 2015). Se determinan restando la porción de sólidos suspendidos a los sólidos totales como se observa en la siguiente expresión:

$$SDT(\text{mg/l}) = ST - SST \quad (2)$$

Los sólidos suspendidos totales miden la cantidad de sólidos en un cuerpo de agua, son retenidos por un filtro entre 0,6 - 0,8 μm y en su mayoría son de origen orgánico y/o coloidales (Unitek 1993). Son los principales responsables de la turbiedad en el agua y se determinan mediante la siguiente ecuación:

$$SST(mg/l) = \frac{(A - B)}{V(\text{litros})} \times 1000 \quad (3)$$

dónde, “A”, peso recipiente muestra seca, “B”, peso recipiente vacío y “V”, volumen de muestra agregado. El potencial redox permite obtener el potencial de oxidación mediante un electrodo, posee la capacidad de entregar o tomar los electrones, generando una tensión eléctrica y su unidad de medición está basado en mili voltios (mV) (PCE instrums, 2010).

La conductividad eléctrica mide la capacidad de una solución para conducir una corriente eléctrica, que utiliza como unidad denominada mhos, donde la millonésima parte de un mhos es igual a un micromhos o microsiemens (μs) (Hach Company, 2009).

Los parámetros orgánicos involucrados en los tratamientos son: la demanda química de oxígeno, determina la cantidad de oxígeno requerido para oxidar la materia orgánica en una muestra de agua residual, bajo condiciones específicas de agente oxidante, temperatura y tiempo. Se usan diferentes oxidantes, como el dicromato potásico o el permanganato potásico (Calderón, 1995). La demanda biológica de oxígeno (DBO₅), es un indicador que mide la cantidad de oxígeno que permite que los organismos vivos requieren para su supervivencia en un periodo de 5 días en un cuerpo de agua para la degradación aeróbica (Graf Ibérica, 2010).

Los cloruros son sales que resultan de la combinación del gas cloro (ion negativo) con un metal (ion positivo) y se dividen en dos tipos: cloruros orgánicos e inorgánicos, los solutos en el agua (como las sales) y los azúcares afectan las propiedades físicas del agua, muy aparte de alterar el punto de ebullición y congelación del agua. El ion cloruro es un indicador de contaminación del agua, debido a la acción antropogénica puesto que, las actividades humanas generan incremento en su concentración (Cabrera, 2016).

Los sulfuros son compuestos de diversos minerales combinados con el azufre y un elemento químico o un radical, este compuesto es un gas y es altamente tóxico, los problemas para las aguas residuales son los sulfuros de hidrógeno producida por la remoción biológica de sulfatos y la descomposición de materia orgánica. (Alvares ,2015).

La titulación determina la cantidad de sustancia en una solución, la mezcla de concentración conocida (solución valorada) se agrega con una bureta a la solución que se analiza. En el caso ideal, la adición se detiene cuando se ha agregado la cantidad de reactivo determinada

en función de un cambio de coloración en el caso de utilizar un indicador interno, y especificada por la siguiente ecuación.

$$N_a * V_a = N_b * V_b \quad .(4)$$

El método de jarras es un procedimiento empleado en los laboratorios para determinar las condiciones de operaciones óptimas en los tratamientos de aguas, la prueba permite ajustar el pH, hacer variaciones en la dosis de las diferentes sustancias químicas que se añaden a la muestra, alternando velocidades de mezclado (SENA, 2015).

La Espectrofotometría de absorción atómica (EAA) es una técnica de análisis instrumental, capaz de detectar y determinar cuantitativamente la mayoría de los elementos comprendidos en el sistema periódico con una alta precisión (INCAR, 2012).

La calidad del agua abarca todos los parámetros físicos, químicos y biológicos, que son examinados individualmente o en conjunto. Los parámetros ofrecen una extensa información de los contaminantes presentes en sus características del cuerpo de agua (Escobar, 2007), la calidad de las aguas mineromedicinales bajo un estatuto establecido en la constitución en el Perú no presenta, existe un aproximado en las aguas de contacto primario que guarda relación con los cuerpos de agua superficiales.

El marco legal de las aguas mineromedicinales son las siguientes: El D.S. N°015-2005-MINCETUR “Modificaciones al Reglamento de Aguas minero-medicinales”, D.S. N°005-94-INTINCI “Reglamento de aguas mineromedicinales”, la ley N°25533 promueve y evalúa las solicitudes para el otorgamiento del uso de las fuentes de aguas minero medicinales con fines turísticos para su recreación, con una deficiencia en la divulgación de inversión de estos recursos. (ANA, 2010). La resolución Jefatural N°010-2016-ANA Protocolo Nacional para el Monitoreo de Calidad de los Recursos hídricos Superficiales y el Decreto Supremo N° 004-2017 –MINAM (Categoría 1-B) “Aguas superficiales destinadas para recreación”. Los parámetros de los componentes inorgánicos se aprecian en la tabla 30.

Las formulaciones de los problemas en el desarrollo de investigación son: el problema general y los problemas específicos, de esta manera se planteó la siguiente pregunta: ¿Cuál es la capacidad de remoción de concentración de metales potencialmente tóxicos mediante el uso de la *Malva Sylvestris L.* en el agua mineromedicinal de la poza “La Milagrosa” Salinas, Chilca 2019? Los problemas específicos serán: ¿Cuáles son las características físicas y químicas con el uso de la *Malva Sylvestris L.* en el agua mineromedicinal de la poza “La Milagrosa” Salinas, Chilca 2019?, ¿Cómo serán las dosis de la *Malva Sylvestris L.* en la remoción de los metales potencialmente tóxicos en el agua mineromedicinal de la poza “La Milagrosa” Salinas, Chilca 2019? Y ¿Cómo será el porcentaje de remoción en la concentración de metales potencialmente tóxicos mediante el uso de la *Malva Sylvestris L.* en el agua mineromedicinal de la poza “La Milagrosa” Salinas, Chilca 2019?

La justificación del desarrollo de investigación se realizó en diferentes ámbitos: en el aspecto teórico contribuye con información, adecuación y manejo de aguas contaminadas para los ensayos realizados en laboratorio, así mismo, el alcance para la innovación de nuevos reglamentos que conforman el desarrollo turístico en beneficio de la población.

En el aspecto ambiental, la recuperación y evaluación del cuerpo de agua trae consigo beneficios en la calidad, en el tratamiento se adquirió una especie amigable con el medio ambiente, lejos de usar productos químicos sin generar algún desecho contaminante.

En el aspecto social, la población fue beneficiada en el uso del agua, puesto que se tuvo un desarrollo más amplio en el recurso y la adquisición de conocimientos, que logró un llamado a la afluencia de personas, así mismo se procedió a tener un mantenimiento viable del recurso, comprendiendo la importancia de la riqueza cultural que origina.

En el aspecto económico, el tratamiento no generó un costo exorbitante, se redujo el contaminante mediante un proceso de tratamiento de fácil logro, sin alterar las propiedades que posee el agua mineromedicinal.

La Hipótesis general del desarrollo de investigación es: La aplicación de la *Malva Sylvestris L.* logra remover significativamente la concentración de metales potencialmente tóxicos en el agua mineromedicinal de la poza “La Milagrosa” Salinas, Chilca-2019 y la Hipótesis alterna: la aplicación de la *Malva Sylvestris L.* no logra remover significativamente la concentración de metales potencialmente tóxicos en el agua mineromedicinal de la poza “La Milagrosa” Salinas, Chilca-2019.

Las Hipótesis específicas son: Las características físicas y químicas en el agua mineromedicinal de la poza “La Milagrosa” se encuentran alteradas debido a la composición mineralógica del suelo, las dosis de la *Malva Sylvestris L.* influye en la remoción de metales potencialmente tóxicos en el agua mineromedicinal de la poza “La Milagrosa” y el porcentaje de remoción de metales potencialmente tóxicos mediante la *Malva Sylvestris L.* es óptima en el agua mineromedicinal de la poza “La Milagrosa”.

El Objetivo del desarrollo de investigación es: Determinar la capacidad de remoción de concentración de metales potencialmente tóxicos mediante uso de la *Malva Sylvestris L.* que afecta al agua mineromedicinal de la poza “La Milagrosa” Salinas, Chilca-2019.

Los Objetivos específicos es determinar las características físicas y químicas con el uso de la *Malva Sylvestris L* en el agua mineromedicinal de la poza “La Milagrosa” Salinas, Chilca-2019, determinar las dosis de la *Malva Sylvestris L.* en la remoción de metales potencialmente tóxicos en el agua mineromedicinal de la poza “La Milagrosa” y determinar la concentración de metales potencialmente tóxicos en el agua mineromedicinal de la poza “La Milagrosa” mediante el uso de la *Malva Sylvestris L*

II. MÉTODO

2.1. Tipo de Estudio

El desarrollo de investigación fue **aplicativo** porque incorpora los conocimientos básicos a la práctica de mucho de los casos en beneficio de la sociedad resolviendo problemas y encontrando respuestas y/o preguntas determinadas (Murillo, 2008). Así mismo la investigación es cuantitativa, dado que se buscó conocer la problemática en el que se encuentran el agua mineromedicinal.

2.2. Diseño de la Investigación

El desarrollo de investigación empleó un **diseño experimental**, puesto que, se inició de una serie de observaciones particulares a partir de la manipulación de las variables, para controlar el aumento o disminución de éstas y conocer el efecto en las conductas observadas, que a su vez nos permitieron la producción de leyes y conclusiones generarles (Serrano, 2016).

Esquema:

$$G: O1 - X - O2 \quad (5)$$

Dónde:

O1: Pre-tratamiento

X: Tratamiento

O2: Post-tratamiento

Nivel

El desarrollo investigación es de nivel **explicativo** porque responden las causas de ciertos eventos ocurridos en el proceso de experimentación al interferir el floculante de la *Malva sylvestris L.*, así mismo del porque ocurre ciertos fenómenos fisicoquímicos y en qué condiciones se da.

Método

El desarrollo de investigación es aplicado por el **método inductivo** porque se obtuvo conclusiones a partir de premisas particulares, en la formulación del problema y los objetivos específicos.

El diseño de tratamiento para la remoción de concentración de metales se dividió en 3 tratamientos con distintas cantidades de dosis de floculante, juntamente con sus respectivos parámetros de análisis, tal como es mostrado en la Tabla 2.

Tabla 2: Diseño de tratamiento para la remoción de concentración de metales.

Tratamiento (Tx)	Malva sylvestris L. (g)	Muestra (ml)	Tiempo contacto (RPM*min)	T° (°C)	Remoción (%)
T1	5	1000	300	22	R1
T2	10	1000	300	22	R2
T3	15	1000	300	22	R3

Por consiguiente, el desarrollo de investigación determinó la eficiencia frente a las concentraciones de metales potencialmente tóxicos en el agua mineromedicinal de la poza cercana “La Milagrosa” ubicado en el distrito de Chilca, mediante la *Malva sylvestris L.* con la finalidad de poder contrastar la hipótesis en corroboración con los Estándares de calidad ambiental, para aguas superficiales destinadas para la recreación.

2.2. Variables de Operacionalización

Variable Independiente:

Uso del Mucílago *Malva sylvestris L.*

Variable Dependiente:

Remoción de metales potencialmente tóxicos As, Pb, Cd, Fe en el agua mineromedicinal.

En la Tabla 3 se aprecia la matriz de operacionalización de variables con sus dimensiones y respectivos indicadores.

Tabla 3: Operacionalización de variables

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medición
Uso del Mucílago <i>Malva sylvestris L.</i>	Herbácea que alcanza una altura de 30 a 70 cm aproximadamente, presenta el componente principal mucílago producto del hidrolisis de la galactosa. (Santamaría, 2013)	La determinación de la eficiencia de remoción de metales potencialmente tóxicos mediante la <i>Malva sylvestris L.</i> es en función al tiempo y dosis que se empleó en el laboratorio	Caracterización de la <i>Malva Sylvestris</i>	pH	ácido/base
				Conductividad eléctrica	μS/cm
				Potencial Redox	mV
				Humedad	%
			Dosis de <i>Malva</i>	0.5% (5)	g
				1% (10)	
				1.5% (15)	
Remoción de metales potencialmente tóxicos en el agua mineromedicinal	Captación de contaminantes (metales) desde una solución acuosa por un material biológico a través de mecanismos fisicoquímicos. (Cañizares, 2000)	Las aguas contaminadas en las aguas mineromedicinales se determinaron en función de sus características físicas y químicas.	Características físicas	Turbidez	NTU
				Temperatura	°C
				Potencial Redox	mV
				Conductividad eléctrica	μS/cm
			Características químicas	(Pb, As, Cd y Fe)	mg/l
				pH	ácido/base
				Sulfatos Cloruros	mg/l

2.3. Población y Muestra

2.3.1. Población

La población de estudio conforma todo el cuerpo de agua de la poza cercana a la laguna “La Milagrosa” en Salinas, distrito de Chilca. El área de la población se aprecia en la Figura 1.

Tabla 4: Georreferenciación de la población

Agua mineromedicinal de la poza	Área de la Población	Coordenadas UTM – WGS84
ET1-LM	117,11 m ²	X:312861.80 m Y: 8612632.14 m

ET1-LM: “La Milagrosa”- Salinas, Chilca.



Figura 1: Área y georreferenciación de la población ET1-LM
Tomado de Google Earth

2.3.2. Muestra

En la Tabla 5 se aprecia la georreferenciación de la muestra. Se recolectó 40 litros de la poza cercana a la fuente hídrica “La Milagrosa” que incluye todo el proceso de tratamiento en la caracterización del agua mineromedicinal y la remoción de metales potencialmente tóxicos. El área de estudio se aprecia en la Figura 2.

Tabla 5: Georreferenciación del área de la muestra

Agua mineromedicinal de la poza	Coordenadas UTM – WGS84
ET1 – LM	X:312861.80 m Y: 8612632.14 m

ET1 – LM: Estación 1- “La Milagrosa” Salinas, Chilca.



Figura 2: Área de la muestra ET1- LM
Tomado de Google Earth

La unidad de análisis del desarrollo de investigación comprende el agua mineromedicinal de la poza cerca de la Laguna “La Milagrosa”, entre sus parámetros fisicoquímicos y las dimensiones que se aprecia en la matriz de operacionalización de variables (ver Tabla 3).

Técnicas de muestreo: Probabilístico aleatoriamente simple en la poza del área de la muestra ET1 – LM. Se analizaron 2 muestras de agua y una muestra en blanco por cada parámetro, siendo un total 14 muestras por cada tratamiento, se realizó 3 tratamientos con distintas dosis de floculante *Malva sylvestris L*, en la cual el análisis final será más influyente debido a que se agregará por un proceso de oxigenación para obtener datos significativos en cada dimensión establecido.

2.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos

2.4.1. Técnicas

Las técnicas utilizadas principalmente son de observación.

2.4.2. Instrumentos

Los instrumentos de recolección de datos se realizaron mediante fichas o formatos. En la Tabla 6 se resume las técnicas e instrumentos de recolección de datos.

1. Formato de ubicación.
2. Formato de caracterización de agua mineromedicinal y medidas de sus parámetros físicos.
3. Formato de tratamiento de las aguas medicinales para la remoción de metales potencialmente tóxicos.

Tabla 6: Técnicas e instrumentos de recolección de datos

ETAPA	FUENTE	TÉCNICA	INSTRUMENTO	RESULTADOS
Recolección de muestra	Poza cercana Laguna “La Milagrosa”	Observación	Formato de ubicación	Georreferenciación de la fuente hídrica
Preparación y procesamiento de la muestra	Laguna “La Milagrosa” y Laboratorio acreditado	Observación y experimental	Formato de caracterización de agua mineromedicinal	Informe de parámetros iniciales
Procesamiento de la muestra	Laboratorio acreditado	Observación y experimental	Formato de caracterización y tratamiento del agua mineromedicinal	Variación del agua empleada en el tratamiento
Análisis fisicoquímico de la fuente tratada	Laboratorio acreditado	Experimental	Formato de tratamiento de las aguas medicinales para la remoción	Concentración de metales potencialmente tóxicos en el cuerpo de agua tratada

2.4.3. Validez

En la Tabla 7 se aprecia los instrumentos de recolección de datos que son validados según los expertos bajo un promedio de valoración.

Tabla 7: Validez de instrumentos de recolección de datos

Colegiatura	Nombre del experto	Opinión de aplicabilidad	Promedio de valoración
CIP 56071	Mg. Peralta Medina, Juan Alberto	Si	90%
CIP 016585	Mg. Baca Rodríguez, Segundo Marter	Si	95%
CQP 596	Mg. Quintana Paetan, Sigfredo Alexander	Si	90%

2.4.4. Confiabilidad

En el desarrollo de la investigación los instrumentos que se usaron según la naturaleza del trabajo, aplican en los siguientes equipos utilizados según los parámetros analizados en el laboratorio de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica:

- Multiparámetro pl-700al
pH – mV – TDS - OD
Calibrador pH 10.01,4.01 y 7.01
- Turbidímetro EZODO TUB – 430
0,20,100 y 900 NTU
- Espectrofotómetro UV-Visible
Medición de la absorbancia, transmisión y la concentración.
- Cono IMHOFF para sedimentación – DIN 12672
1000ml
- Reactor térmico
- Tamiz con n°50 de malla y abertura de 0.3mm.
Norma ASTM

Metodología del experimento en la remoción de metales potencialmente tóxicos en la poza cercana a la laguna “La Milagrosa” (ver Figura 3).

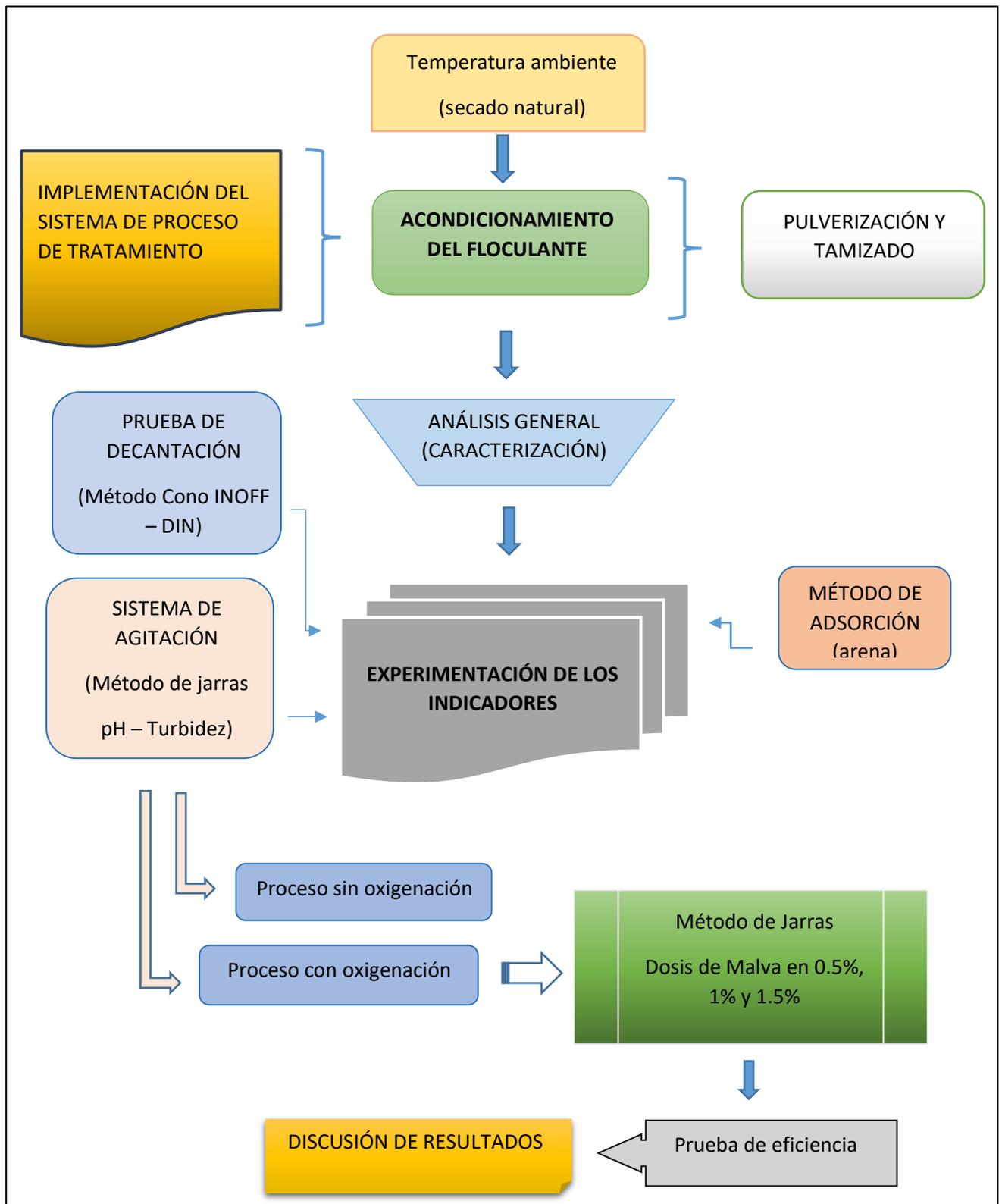


Figura 3: Metodología de remoción de metales en LM-SCH

Ubicación del experimento

El desarrollo de investigación se llevó a cabo en el centro poblado de Salinas – Chilca, dónde se encontró la poza del agua mineromedicinal para la toma de muestra (ver Figura 2).

Los tratamientos se realizaron en 3 dosis con la especie de *Malva sylvestris L.* de acuerdo al diseño empleado para el tratamiento de concentración de metales potencialmente tóxicos (ver Tabla 5), las cuales fueron repetidas por 3 veces llegando a un total de 27 muestras las que nos dieron la confiabilidad del método en aplicación a la estadística. En la Tabla 8 resume el promedio de los metales potencialmente tóxicos analizados en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica.

Tabla 8: Eficiencia de las dosis de *Malva sylvestris L.*

Metales pesados	Porcentaje de remoción según Dosis			Eficiencia (%)
	Dosis - 0.5 g	Dosis - 1.0 g	Dosis - 1.5 g	
Fe	82.4	96.1	89.6	89.3
Cd	87.8	88.8	79.4	85.3
As	81.9	91.8	88.6	87.4
Pb	42.3	77.1	58.1	59.1

- Las dosis de malva fueron: 0.5%, 1% y 1.5% de acuerdo al volumen del agua. El porcentaje de eficiencia se realizó en base a la siguiente fórmula:

Eficiencia:

$$E = \frac{Ci - Cf}{Ci} * 100 \quad (6)$$

Ci: Concentración inicial

Cf: Concentración final

Los materiales empleados se presentan en la Tabla 9.

Tabla 9: Materiales de trabajo

MATERIALES	EQUIPOS
<ul style="list-style-type: none"> • Frascos de polietileno • Cooler • Recipientes de 10L,20L • Jarras • Bolsas de polietileno • Estiquer e indeleble • Mascarilla • Guantes de látex • Mandil • Gorros de laboratorio • Espátula • Recipientes • Bandejas • Filtro casero • Caños de media con llaves de paso • Tamizador N° 50 de malla y abertura de 0.3 mm 	<ul style="list-style-type: none"> • GPS • Brújula • Frasco winkler • Multiparámetro • Balanza analítica • Cámara fotográfica • T-Jarras • Agitador eléctrico • Timer (tiempo de agitador) • Compresora de aire • Molino eléctrico • Espectrofotómetro UV-visible

Procedimiento

Para tomar las muestras, se siguieron procedimientos como:

- Georreferenciación de la zona (ver Figura 4).
- Tipo de muestreo
- Recolección de las muestras



Figura 4: Georreferenciación de la zona.
Tomado de Google Earth.

En el trabajo de investigación se realizó la recolección de la data histórica del distrito de Chilca y sus cuerpos de aguas presentes con fines turísticos para comprender la problemática determinando los siguientes puntos:

- Impacto ambiental
- Conflictos sociales
- Condición del área del balneario

Seguidamente se identificó y observó el punto de muestreo para su recolección las cuales, serán transportadas mediante la cadena de custodia hacia el laboratorio, en dónde se realizarán los análisis respectivos de acuerdo a nuestros objetivos planteados.

Acondicionamiento de la muestra

El acondicionamiento de la muestra se inició de acuerdo a la temperatura tomada *in situ*, en dónde se realizó la caracterización del agua mediante la medición de parámetros físicos y químicos a través de un multiparámetro digital, seguidamente un análisis de los cloruros y sulfuros.

Preparación del floculante *Malva Sylvestris L.*:

- En la obtención de la planta, realizamos la técnica de la observación y determinamos la textura en todas sus partes (ver Figura 5).



Figura 5: Primer ramo de prueba, técnica de la observación

- En el segundo paso se realizó el acondicionamiento del floculante que estuvo basada en la recolección de la planta *Malva Sylvestris L.* la que fue secada a temperatura ambiente (ver Figura 6).

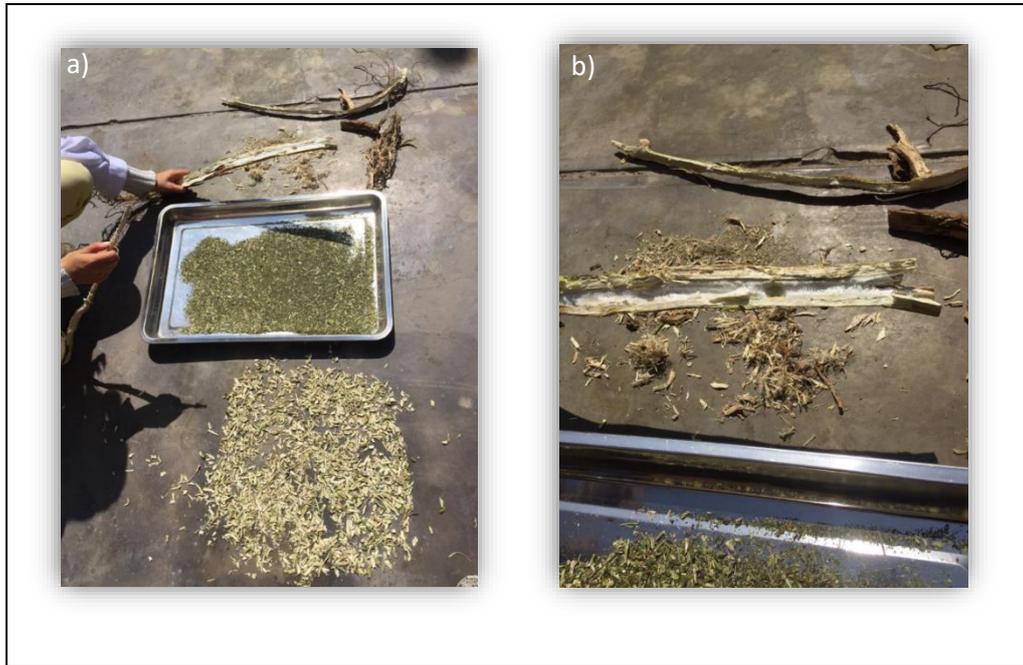


Figura 6: Malva secado a temperatura del ambiente: a) secado de las hojas y b) secado del tallo

- Se observó el mucílago en la zona algodonosa en el interior del tallo (ver Figura 7).



Figura 7: Mucílago presente en la zona algodonosa en el interior del tallo

- Después del secado de la planta, seguimos con el proceso de pulverización (ver Figura 8).



Figura 8: Pulverización de la Malva mediante un sistema de molino

- Finalmente, se tamizó la Malva mediante la norma ASTM con número de malla 50 de abertura 0.3 mm. Teniendo en cuenta las dosis mencionadas (ver Figura 9).

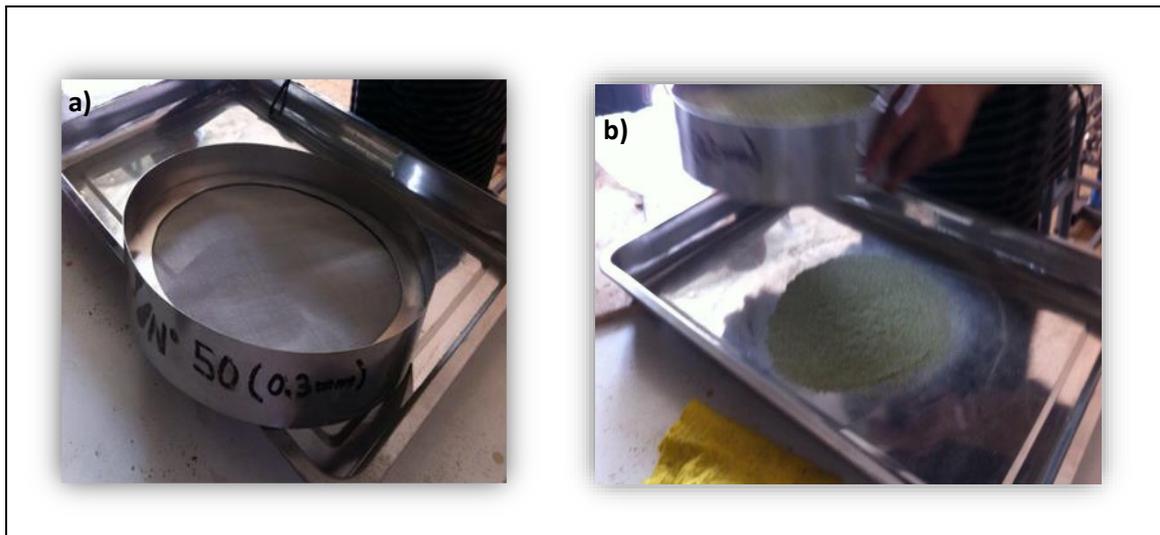


Figura 9: Tamizado de la Malva: a) tamiz de N° 50 de malla con abertura de 0.3 mm y b) polvo floculante

MONTAJE EXPERIMENTAL

Nuestro diseño experimental se basó en 5 procesos:

1. Se tomó un volumen de 20 litros de la muestra inicial de la poza cercana a la laguna “La Milagrosa” Salinas –Chilca.
2. Luego la muestra pasó por un proceso de filtración (acondicionamiento) de arena fina de 0.3 mm de abertura mediante un proceso físico de adsorción, puesto que, la muestra al ser realizado mediante la prueba de cono IMHOFF se encontraron grandes cantidades de sólidos totales, en el cual al pasar por el filtro quedaron retenidos en la arena.
3. Después de la filtración primaria se trasladó a otro recipiente con un sistema de agitación, que tuvo un volumen de agua de 18 litros (puesto que, 2 litros quedaron retenidos en el filtro), para ello se diseñó un sistema de agitación que logró oxigenar el agua por un periodo de tiempo de 30' a 500 RPM, pasado el tiempo, se agregó 20g de cal para la formación de hidróxidos de los metales en relación al pH, lográndose precipitar los metales potencialmente tóxicos a 100 RPM durante 5 minutos.
4. Seguidamente, se agregó otro recipiente para un segundo proceso de filtrado (filtración secundaria).
5. Finalmente, el segundo filtrado de la muestra se analizó en el laboratorio de Espectrofotometría de absorción atómica en la Facultad de Ingeniería Geológica, Minas y Metalúrgica - UNI.

El montaje experimental se aprecia en el diagrama del proceso de tratamiento a la dosis óptima (ver Figura 10).

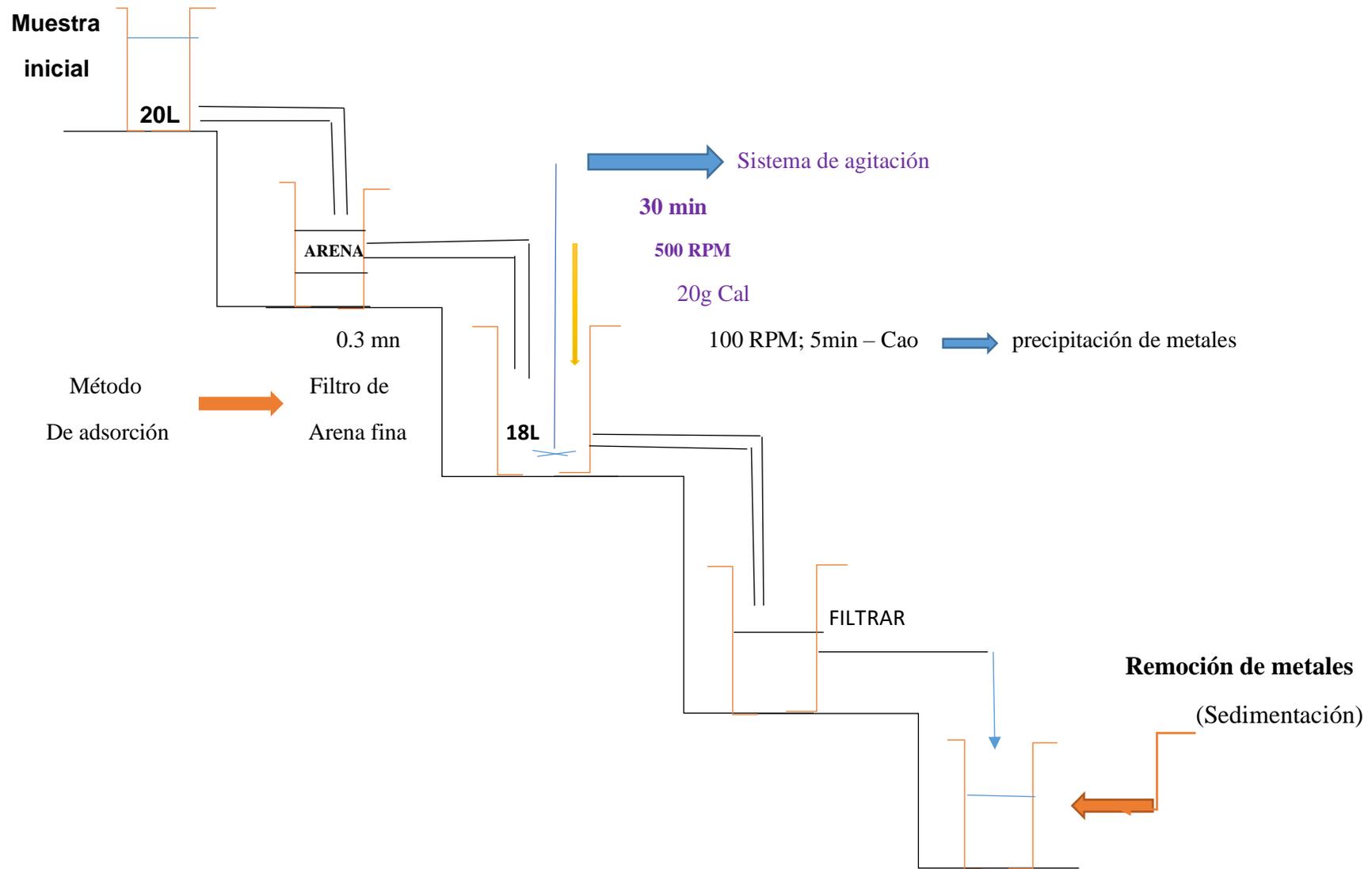


Figura 10: Diagrama del proceso de tratamiento

2.5. Método de análisis de datos

El experimento se llevó a cabo bajo el diseño completamente al azar (DCA) con tres repeticiones y tres dosis de floculante.

El modelo aditivo que se usó:

$$Y_{ij} = u + T_i + (Dxt) + E_{ij} \quad (7)$$

Dónde:

$i = 1,2,3$ y $j = 1,2,3$

Y_{ij} = al i -ésimo tratamiento de la j -ésima repetición

u = Media poblacional

T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento

E_{ij} = error experimental

Dxt = Dosis c/u tratamiento

El diseño experimental estuvo distribuido de la siguiente manera (ver tabla 10).

Tabla 10: Diseño experimental del tratamiento:

	D1			D2			D3		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
R1	TD1-1	TD1-1	TD1-1	TD2-1	TD2-1	TD2-1	TD3-1	TD3-1	TD3-1
R2	TD1-2	TD1-2	TD1-2	TD2-2	TD2-2	TD2-2	TD3-2	TD3-2	TD3-2
R3	TD1-3	TD1-3	TD1-3	TD2-3	TD2-3	TD2-3	TD3-3	TD3-3	TD3-3

Rx			
-----------	---	---	---

TDX-X: Tratamiento con la dosis “x” en la repetición “x”

Floculante *Malva sylvestris L.*

- D1: Dosis de 0.5%
- D2: Dosis de 1.0%
- D3: Dosis de 1.5%

Tratamientos

- T1: Tratamiento 1
- T2: Tratamiento 2
- T3: Tratamiento 3

Repeticiones

- R1: repetición 1 para cada tratamiento
- R2: repetición 2 para cada tratamiento
- R3: repetición 3 para cada tratamiento

Método de Jarras

- T1: Tiempo de revolución a 30 minutos
- 500, 300 y 100 RPM

Código de la muestra

- LM- 0.5: Agua de poza mineromedicinal de Laguna La Milagrosa con dosis de floculante al 0.5%.
- LM-1.0: Agua de poza mineromedicinal de Laguna la Milagrosa con dosis de floculante al 1%.
- LM-1.5: Agua de poza mineromedicinal de Laguna La Milagrosa con dosis de floculante al 1.5%.

2.6. Aspectos éticos

El desarrollo de investigación se realizó con información documentada y respetando los derechos del autor y/o entidades. Además, el trabajo siguió los lineamientos establecidos en el Código de Ética, Reglamento de Investigación y Resolución Rectoral 0089-2019/UCV de la Universidad César Vallejo. También se utilizó el software Turnitin para verificar el plagio, representándose originalidad de 21%.

III. RESULTADOS

3.1. Determinación de las características físicas y químicas con el uso de la *Malva Sylvestris* L. en el agua mineromedicinal de la poza “La Milagrosa” Salinas, Chilca-2019.

3.1.1. Caracterización fisicoquímica pre-tratamiento

Tabla 11: Resultados de parámetros fisicoquímicos

Código	Temperatura (°C)	pH	Conductividad eléctrica (µS/cm)	Potencial redox (mV)
AMM-CHM	20.4	8.12	79,000	103
	Turbidez NTU	Alcalinidad (mg/L CaCO ₃)	Sulfato (mg/L SO ₄ ²⁻)	Sodio (%)
	500	5.58	55,500	35.24
AMM-CHM	Fosfato (mg/L)	Sólidos disueltos totales (mg/L)		Sólidos totales (mg/L)
	67.5	439.90		554.96
AMM - CHM:	Agua mineromedicinal de la poza cercana a la Laguna “La Milagrosa” – Salinas Chilca.			

3.1.2. Caracterización fisicoquímica post-tratamiento

Tabla 12: Resultados de parámetros fisicoquímicos

Tratamiento/dosis	Repetición	Temperatura (°C)	pH	Conductividad eléctrica (µS/cm)	Potencial redox (mV)	Turbidez NTU
LM -0.5	R1	21	9.38	47,000	40	114
	R2	21.5	9.51	47,078	41	113
	R3	21	9.51	47,000	42	112
LM -1.0	R1	21	9.37	40,010	38	87
	R2	21.5	9.57	40,525	39	89
	R3	21	9.55	40,010	40	87
LM -1.5	R1	21	9.50	49,000	43	139
	R2	21.5	9.48	49,167	44	140
	R3	21	9.50	49,009	45	138
	Repetición	Sulfatos (mg/L SO ₄ ²⁻)	Sólidos totales (mg/L)	Sólidos disueltos totales (mg/L)	Sólidos suspendidos totales (mg/L)	
LM -0.5	R1	38142.0	82.85	77.26	5.59	
	R2	39220.7	82.85	77.10	5.75	
	R3	38980.1	83.85	78.24	5.75	
LM -1.0	R1	33777.0	80.71	75.45	5.27	
	R2	33672.9	81.71	76.45	5.26	
	R3	34341.9	81.86	46.63	5.23	
LM -1.5	R1	41301.0	84.57	78.35	6.22	
	R2	40953.7	85.50	79.41	6.09	
	R3	41164.1	86.00	80.06	5.94	

LM – X:	Agua mineromedicinal de la poza cercana a la Laguna “La Milagrosa” Salinas, Chilca con la dosis “x”
---------	---

En la Tabla 11 y Tabla 12 se aprecia los resultados de la caracterización fisicoquímica pre y post-tratamiento del agua según las dosis de flocculante.

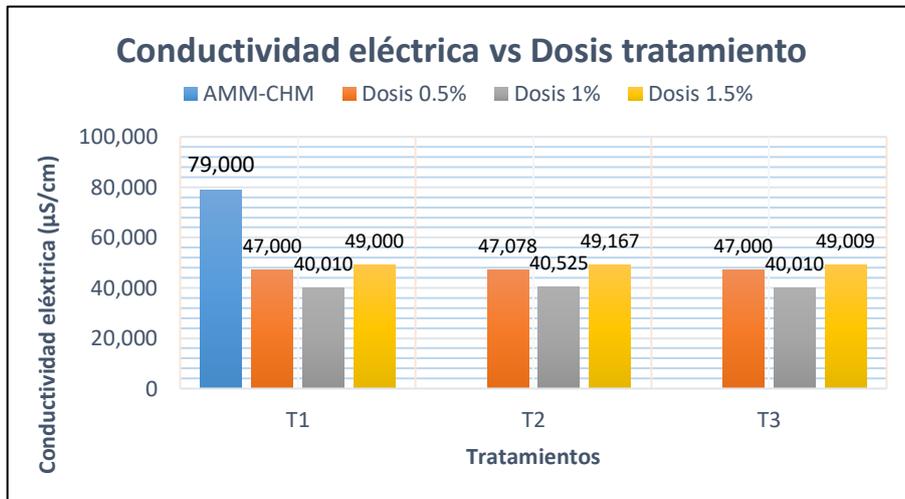


Figura 11: Conductividad eléctrica por tratamiento

AMM-CHM: Agua mineromedicinal de la poza cercana a la Laguna “La Milagrosa” Salinas, Chilca.

En la Figura 11 el T1 y T3 según la dosis del 1% tuvo un porcentaje de remoción del 50.1% por lo tanto influye directamente en la muestra.

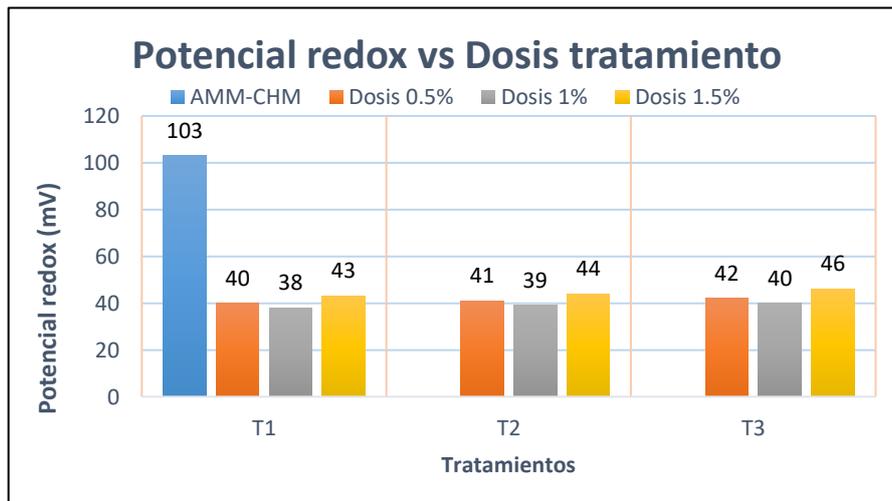


Figura 12: Potencial Redox por tratamiento

AMM-CHM: Agua mineromedicinal de la poza cercana a la Laguna “La Milagrosa” Salinas, Chilca.

En la Figura 12 los 3 tratamientos el potencial redox se mantuvo en un promedio de 41 mV.

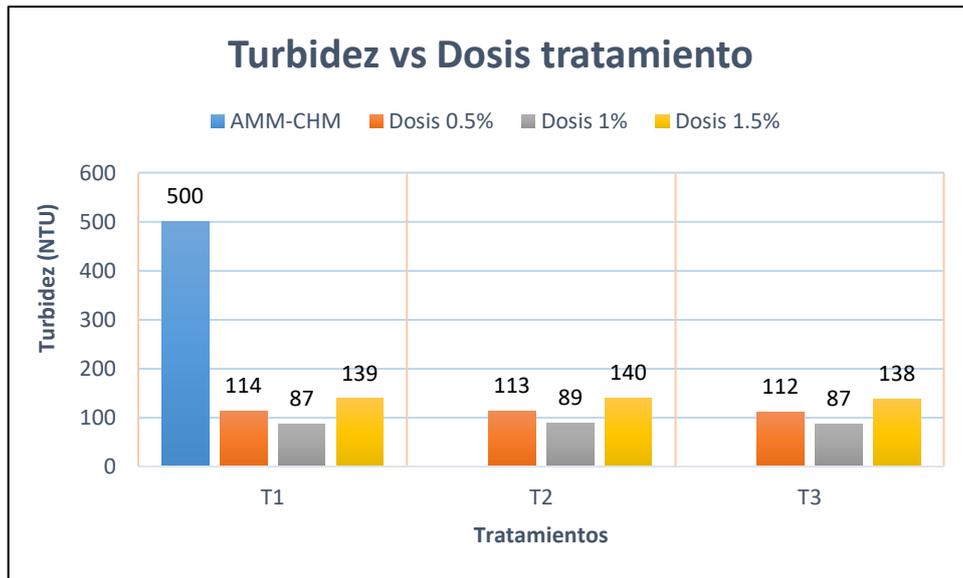


Figura 13: Turbidez por tratamiento

AMM-CHM: Agua mineromedicinal de la poza cercana a la Laguna “La Milagrosa” Salinas, Chilca.

En la figura 13 se presencia el desarrollo de prueba de optimización mediante el método de jarras e indica una turbidez eficiente de 87 NTU con la dosis del 1%.

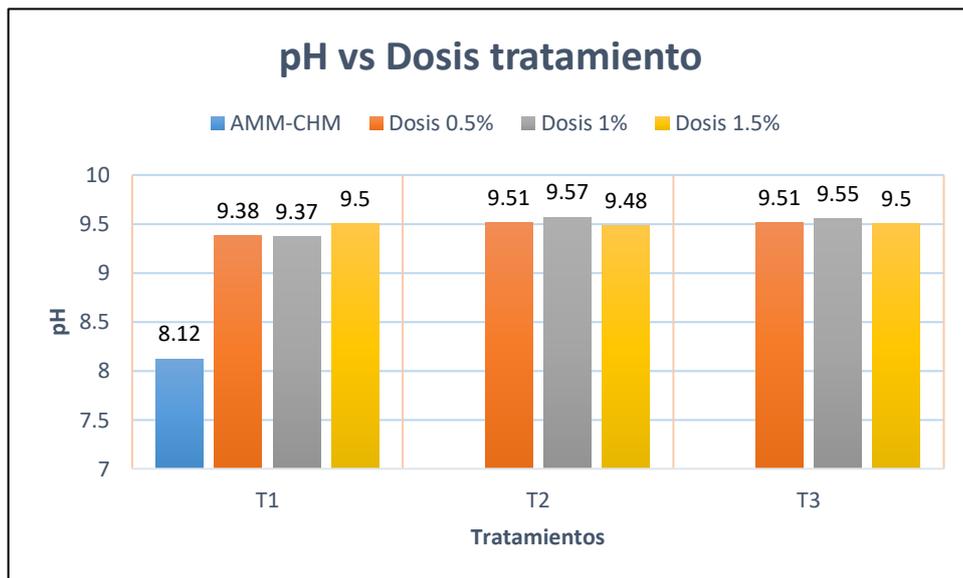


Figura 14: pH por tratamiento

AMM-CHM: Agua mineromedicinal de la poza cercana a la Laguna “La Milagrosa” Salinas, Chilca.

En la Figura 14 se presenta que las variaciones de aumento en pH eran poco significativas puesto que, cada tratamiento varió del 8.12 hasta 9.57 como máximo.

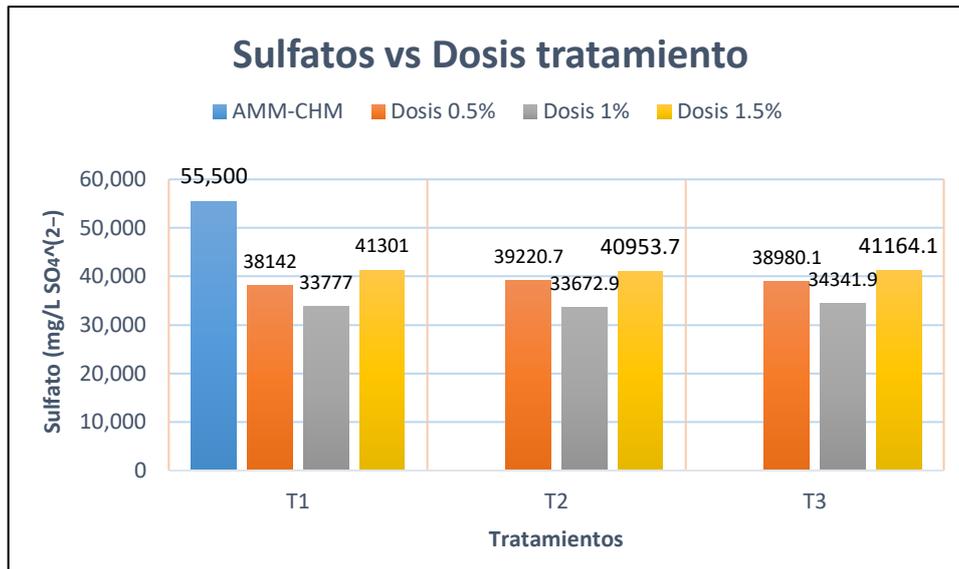


Figura 15: Sulfato por cada dosis de floculante

AMM-CHM: Agua mineromedicinal de la poza cercana a la Laguna “La Milagrosa” Salinas, Chilca.

En la Figura 15 el tratamiento 3 presenta 41164.1 mg/L SO_4^{2-} , que predomina la cantidad de aniones de sulfato y se clasifica como “agua mineromedicinal sulfatada”.

3.2. Determinación de las dosis de la *Malva sylvestris L.* en la remoción de los metales potencialmente tóxicos en el agua mineromedicinal de la poza “La Milagrosa”.

3.2.1 Tratamiento unitario: Pruebas decantación y optimización

Tabla 13: Prueba de decantación del Cono IMHOFF-DIN

Tiempo (h)	Vol. muestra (ml)	Concentración de sólidos (mg/L)	Concentración final (en 6 h)
T- 1 h	1000	2.75	4.9 mg/L sólidos sedimentables
T- 2 h	1000	4.0	
T- 3 h	1000	4.5	
T- 4 h	1000	4.6	
T- 5 h	1000	4.7	
T- 6 h	1000	4.9	

En la Tabla 13 la prueba decantación nos permitirá conocer la cantidad de sólidos sedimentables en la muestra, para facilitar el proceso de tratamiento de remoción de metales potencialmente tóxicos.

3.2.2. Prueba de optimización del estándar método del agua

Tabla 14: Prueba de optimización

Dosis	Vol. muestra (ml)	Peso de CaO (g)	Tiempo de oxidación (min)	pH	Turbidez (NTU)
Dosis 1	300	3	30	9.13	300
Dosis 2	300	6	30	9.28	280
Dosis 3	300	9	30	9.30	230
Dosis 4	300	12	30	9.45	200
Dosis 5	300	15	30	9.65	170
Dosis 6	300	18	30	10.23	160

En la Tabla 14 la prueba de test de Turbidez vs pH permite acondicionar la muestra para la precipitación de los metales pesados.

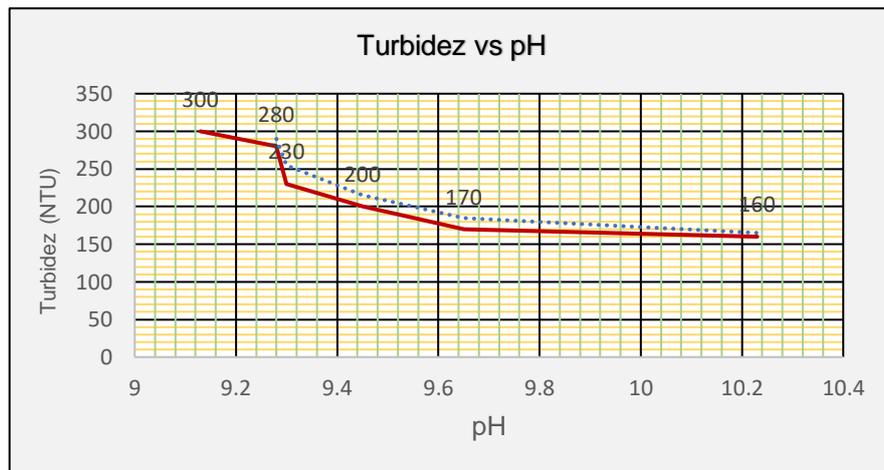


Figura 16: Turbidez vs pH

La prueba de optimización en base al estándar método permite conocer la cantidad muestra y óxido de calcio (CaO) para cada medida de muestra en el tratamiento. En la Figura 16 la turbidez vs pH en las dosis 5 y 6 fueron significativas.

3.2.3. Tratamiento del mucílago de *Malva sylvestris L.*

Tabla 15: Dosis de floculante

Tratamiento /Dosis	Vol. Muestra (ml)	Tiempo de agitación (min)	Peso de malva (g)
T1 - 0.5%	1000	30	5
T1 - 1.0%	1000	30	10
T1 - 1.5%	1000	30	15

En la Tabla 15 la dosificación será dada en distintas cantidades de porcentaje con su respectivo tiempo y volumen de muestra.

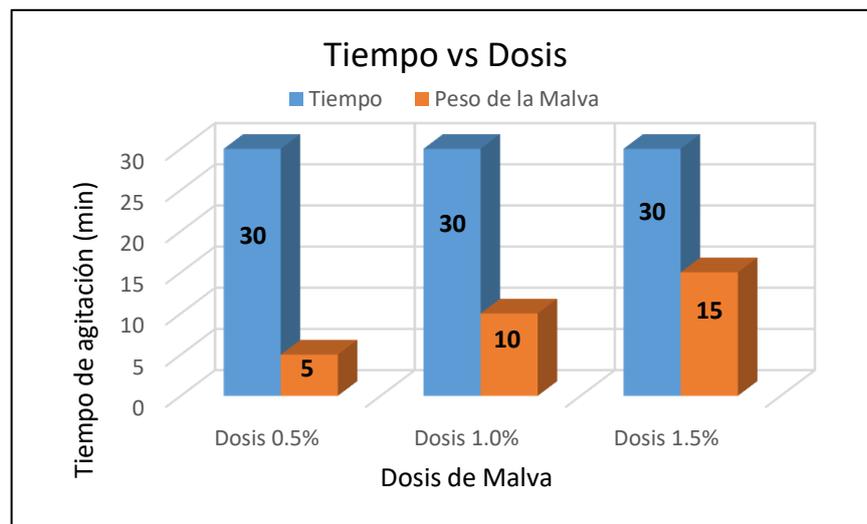


Figura 17: Tiempo vs Dosis de Malva Sylvestris L.

Tabla 16: Concentración final de los metales pesados según dosis de *Malva sylvestris*

Tratamiento "La Milagrosa"/Dosis	Repetición	Fe (mg/L)	Cd (mg/L)	As (mg/L)	Pb (mg/L)
LM -0.5	R1	0.4606	0.0413	0.4804	0.6153
	R2	0.1972	0.0208	0.2113	0.3695
	R3	0.1942	0.0201	0.2109	0.3685
LM -1.0	R1	0.1689	0.0151	0.3920	0.2688
	R2	0.0094	0.0035	0.0088	0.1349
	R3	0.0091	0.0031	0.0084	0.1339
LM -1.5	R1	0.1681	0.0139	0.3715	0.3684
	R2	0.1670	0.0135	0.0993	0.3090
	R3	0.1665	0.0129	0.0988	0.3085

En la Tabla 16 se aprecia los resultados obtenidos en el laboratorio de Espectrofotometría de absorción atómica en la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica con las respectivas repeticiones a distintas dosis de floculante *Malva sylvestris L.*

Análisis de metales pesados con el floculante *Malva sylvestris L.* según la cantidad empleada en los tratamientos 1, 2 y 3:

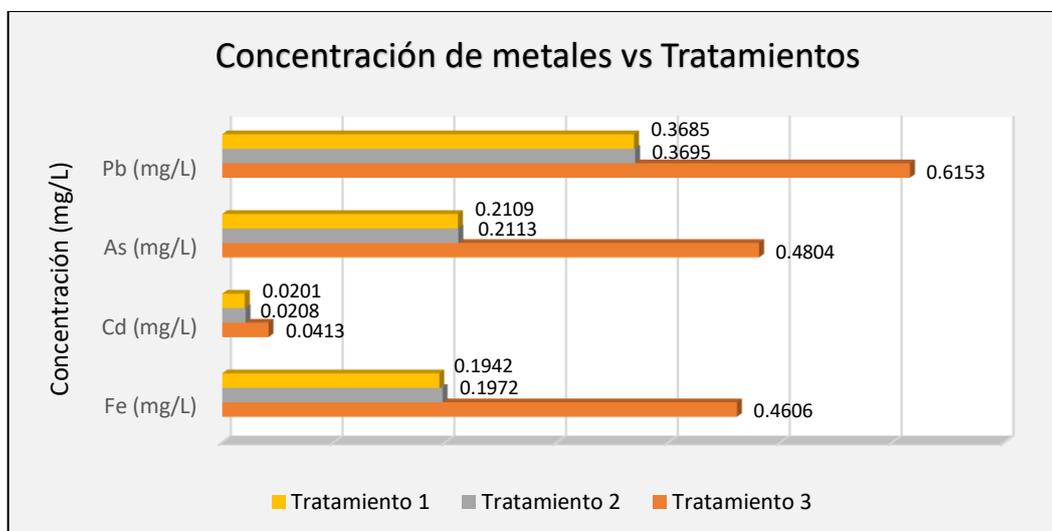


Figura 18: Concentración de metales a la dosis del 5% en cada tratamiento

En la Figura 18 el primer tratamiento la dosis inicial no determinó una influencia considerable por las primeras repeticiones realizadas, excepto el As en el tratamiento 3 hubo una remoción del 1.17 equivalente al 29%.

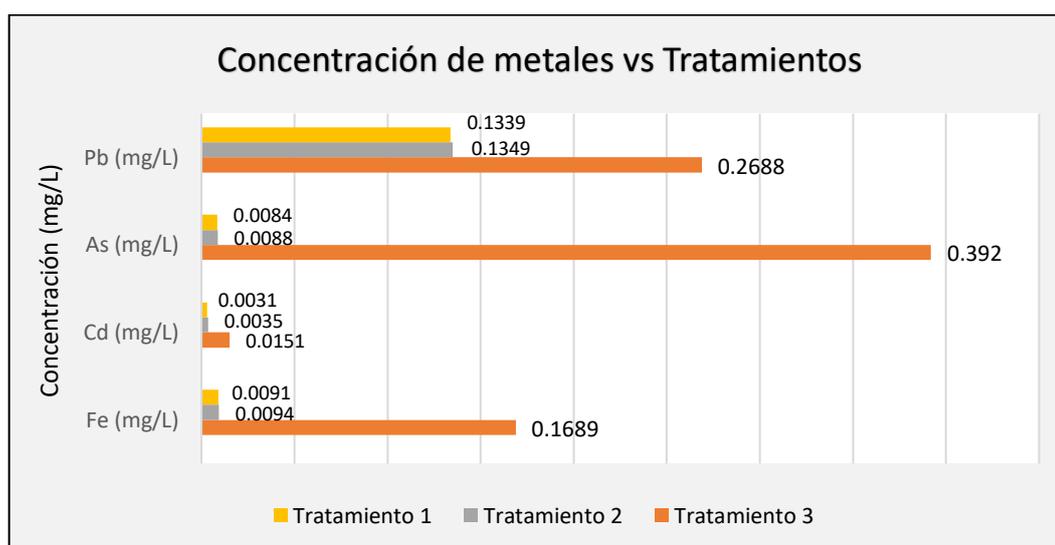


Figura 19: Concentración de metales a la dosis del 1% en cada tratamiento

En la Figura 19 las concentraciones con la dosis del 1% de floculante sobrepasaron las demás con una remoción promedio del 88% en los metales; Pb equivalente 77.1%, As 91.8 %, Cd 88.8% y Fe en 96.1%.

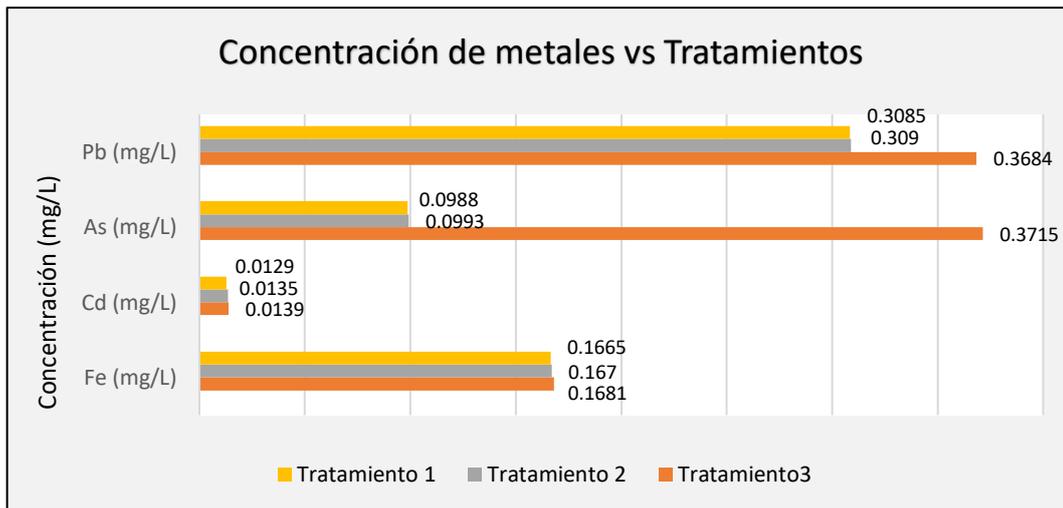


Figura 20: Concentración de metales a la dosis del 1.5% en cada tratamiento

En la Figura 21 las dosis del 1.5% procedería a ser menos semejante a la dosis anterior con una remoción del 80.55% en todos los metales.

Variaciones de remoción del Fe, Cd, As y Pb: Los resultados de los metales pesados en los siguientes gráficos se hizo una evaluación con la dosis óptima del “1%” en todos los tratamientos empleados:

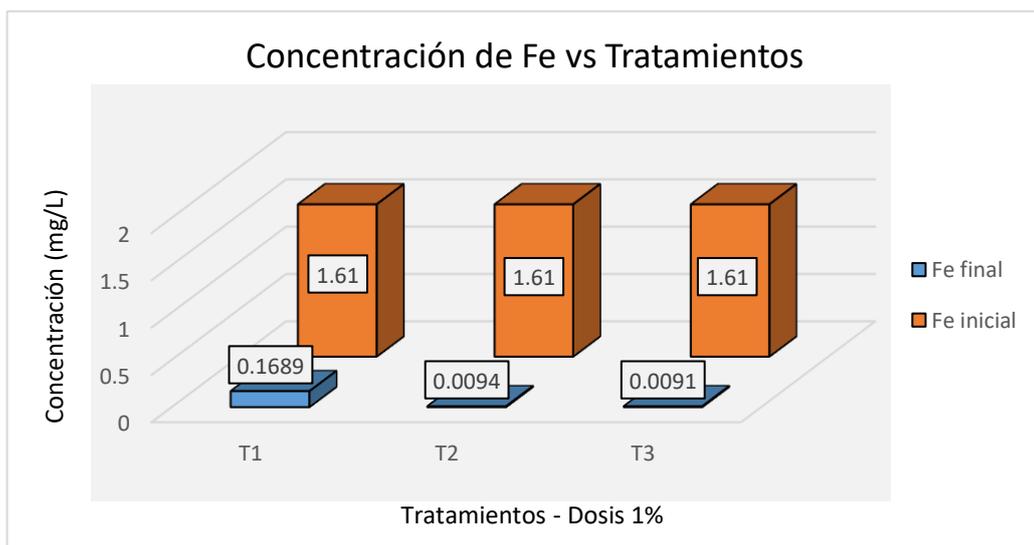


Figura 21: Remoción del Fe frente a la dosis del 1% de *Malva silvestris L.*

LM – CH: Concentración inicial del agua mineromedicinal de la poza cercana a la Laguna “La Milagrosa” Salinas, Chilca.

En la Figura 22 se aprecia la disminución de concentración en el tratamiento 2, el floculante *Malva* tiene eficiencia de adsorción con pendiente positiva, es decir que tubo influencia directa entre el peso de 10 gramos en una muestra de 1 litro.

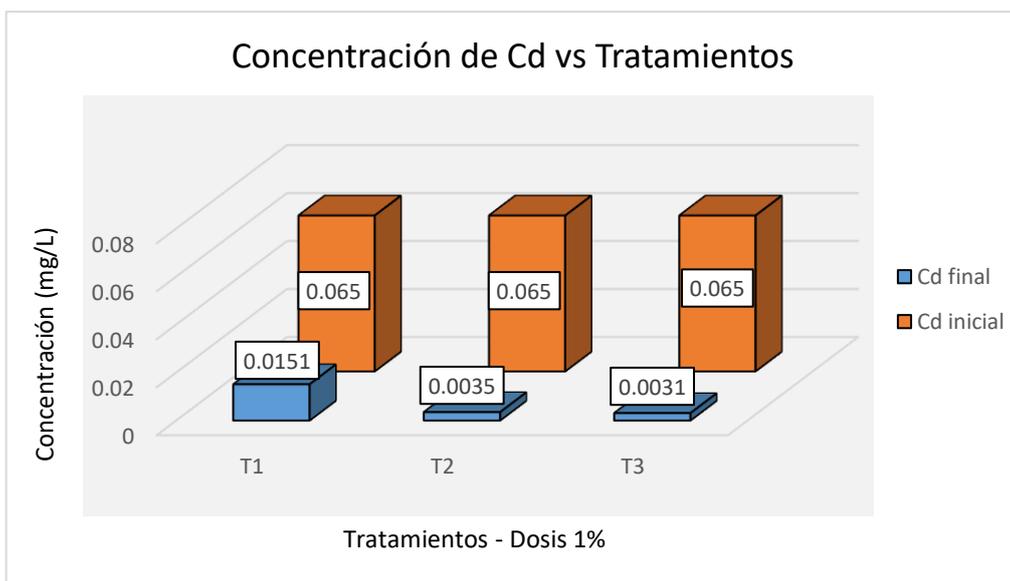


Figura 22: Remoción del Cd frente a la dosis del 1% de *Malva silvestris L*

LM – CH: Concentración inicial del agua mineromedicinal de la poza “La Milagrosa” Salinas, Chilca

En la Figura 23 se aprecia la pendiente de remoción del Cd en el tratamiento 2 con una remoción del 88.8%.

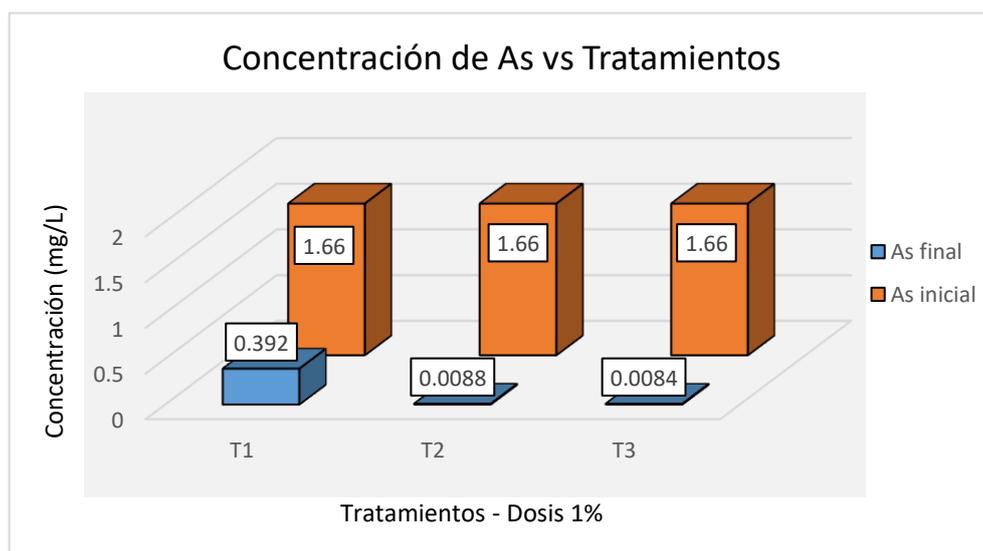


Figura 23: Remoción del As frente a la dosis del 1% de *Malva silvestris L*

LM – CH: Concentración inicial del agua mineromedicinal de la poza cercana a la Laguna “La Milagrosa” Salinas, Chilca.

En la Figura 24 el floculante Malva tiene eficiencia de adsorción con pendiente positiva, en el metal del As con una remoción del 91% equivalente al 0.0084 mg/L.

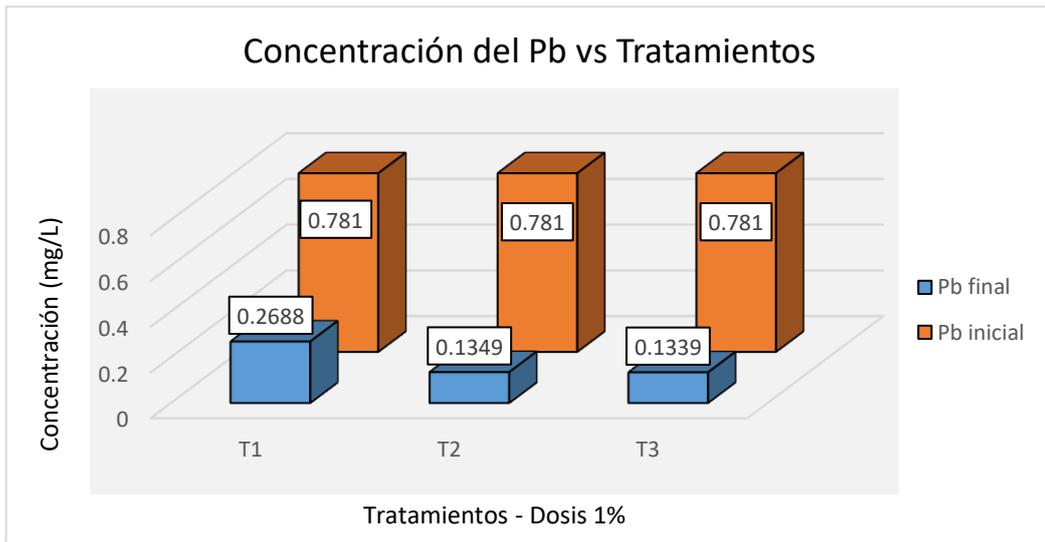


Figura 24: Remoción del Pb frente a la dosis del 1% de *Malva silvestris L*

En la Figura 25 se aprecia la las concentraciones iniciales y finales del Pb en relación a la dosis del 1% con una remoción del 77.1% equivalente al 0.1339.

Variación de Metales pesados en comparación al análisis LG – CH:

Comparación de la muestra inicial de los metales potencialmente tóxicos frente a los análisis en el laboratorio empleado con la dosis óptima del 1% en los 3 tratamientos empleados.

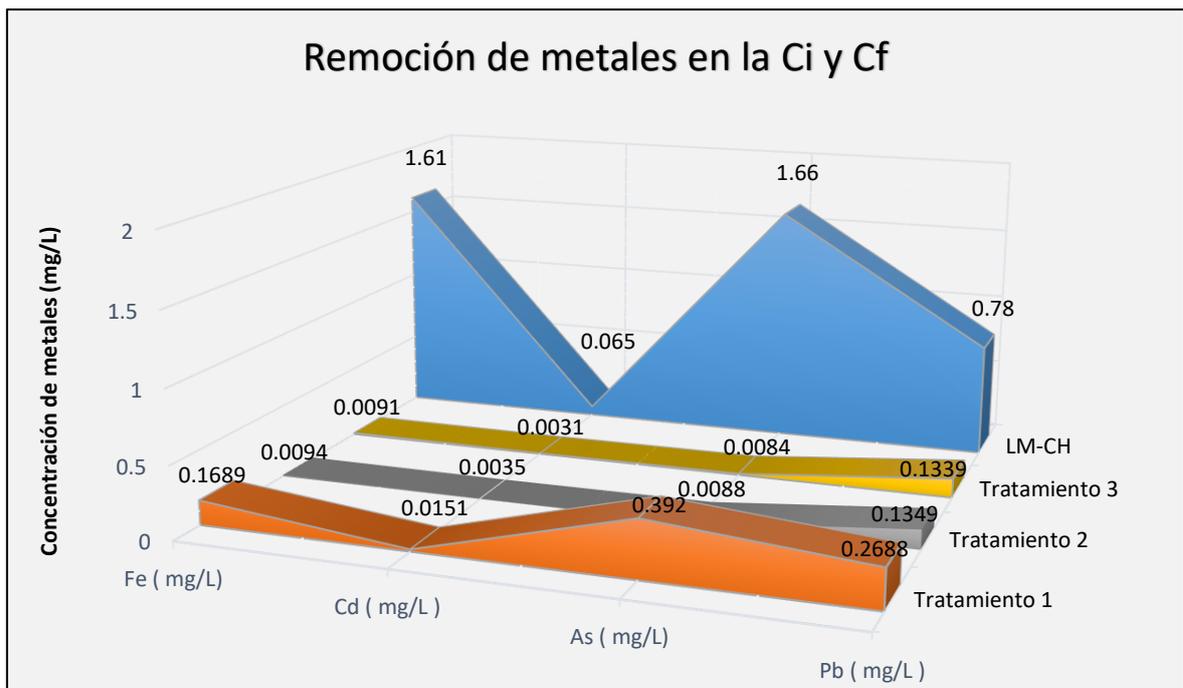


Figura 25: Comparación de concentración inicial (Ci) y final (Cf) en la dosis del 1%.

En la Figura 26 se aprecia el análisis inicial del agua mineromedicinal la cual se obtuvo resultado desfavorable, con un grado excesivo de Fe (1.61 mg/L) y As (1.66 mg/L) superando los Estándares de calidad ambiental (ECA), al culminar la experimentación con el floculante se obtuvo los análisis que precisa remoción de los metales potencialmente tóxicos en el segundo tratamiento a una dosis de *Malva sylvestris L.* de 10 g y muestra de 1 litro. Por lo tanto, hacemos referir a la eficiencia promedio de remoción al 88.8% del floculante.

3.3. Determinación de la concentración de metales potencialmente tóxicos en el agua mineromedicinal de la poza “La Milagrosa” mediante el uso de la *Malva sylvestris L.*

Tabla 17: Concentración de metales potencialmente tóxicos

Metales pesados	Unidad de medida	Concentración inicial	Concentración final	Remoción (%)	DS N° 004-2017-MINAM
Fe	mg/L	1.61	0.0091	96.1%	0,3
Cd	mg/L	0.065	0.0031	88.8%	0,01
As	mg/L	1.66	0.0084	91.8%	0,01
Pb	mg/L	0.781	0.1339	77.1%	0,01

En la Tabla 17 se aprecia los análisis de concentración pre y post-tratamiento, obteniendo un porcentaje promedio de 88.8% de remoción de metales potencialmente tóxicos.

3.3.1. Remoción de concentración con la prueba representativa del 1%

En la Tabla 18 se presenta la concentración de metales potencialmente tóxicos con la dosis del 1% a distintos tiempos de 60, 120 y 180 minutos.

Tabla 18: Tratamiento a la dosis del 1%

Tratamiento / tiempo	Sulfato (mg/L SO_4^{2-})	Fe (mg/L)	Cd (mg/L)	As (mg/L)	Pb (mg/L)
(PR-1.0%) 60 min	33451.45	0.0840	0.0201	0.0107	0.2465
(PR-1.0%) 120 min	33285.80	0.0011	0.0010	0.0064	0.1035
(PR-1.0%) 180 min	33672.96	0.0015	0.0011	0.0063	0.1010

Análisis Estadístico: ANOVA y Tukey en el proceso de tratamiento en las 3 dosis:

Fe

Análisis de Varianza: No significativo

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Dosis	2	0.07369	0.03684	3.47	0.100
Error	6	0.06378	0.01063		
Total	8	0.13747			

Comparaciones en parejas Tukey: Fe confianza de 95%

Dosis	N	Media Agrupación
0.5	3	0.2840 A
1.5	3	0.167200 A
1.0	3	0.0625 A

No existe variación significativa pero numéricamente la media de agrupación en la dosis del 0.5 es la mejor

Cd

Análisis de Varianza: significativo

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Dosis	2	0.000643	0.000322	5.03	0.052
Error	6	0.000384	0.000064		
Total	8	0.001027			

Comparación de parejas Tukey: Cd confianza de 95%

Dosis	N	Media Agrupación
0.5	3	0.02740 A
1.5	3	0.013233 A B
1.0	3	0.00723 B

Existe variación significativa pero numéricamente agrupación en la dosis del 1% es la mejor con una media de 0.00723.

As

Análisis de Varianza: No significativo

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Dosis	2	0.005753	0.002877	0.11	0.893
Error	6	0.150104	0.025017		
Total	8	0.155857			

Comparación de parejas Tukey: As confianza de 95%

Dosis	N	Media Agrupación
0.5	3	0.3007 A
1.5	3	0.1899 A
1.0	3	0.136 A

No existe variación significativa pero numéricamente la media de agrupación en la dosis del 0.5 es la mejor con una media 0.3007.

Pb

Análisis de Varianza: significativo

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Dosis	2	0.11126	0.055629	6.08	0.036
Error	6	0.05486	0.009143		
Total	8	0.16612			

Comparación de parejas Tukey: Pb confianza de 95%

Dosis	N	Media	Agrupación
0.5	3	0.4511	A
1.5	3	0.3286	A B
1.0	3	0.1792	B

Existe variación significativa pero numéricamente la media de agrupación en la dosis del 1% es la mejor

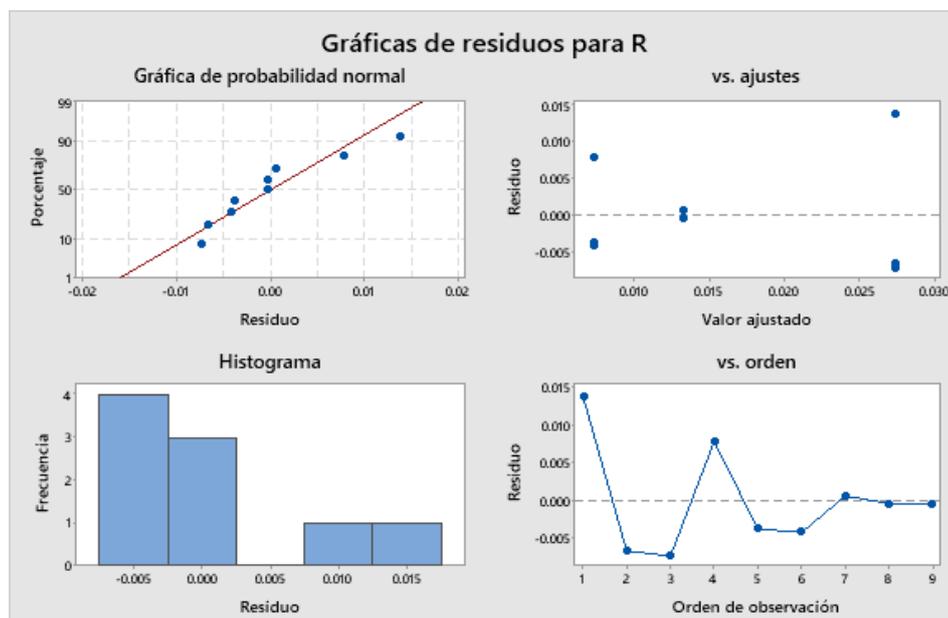


Figura 26: Gráficos de Residuos

IV. DISCUSIÓN

- Según Chagua (2015) en su trabajo empleó el método de fitorremediación para la remoción de Cu y Zn. en la cual mediante la caracterización del agua obtuvo un pH de 7,98 y una temperatura de 13,76°C, logrando resultados de concentración de metales potencialmente tóxicos de Pb a 0,001mg/L, Zn a 0,023 mg/L, Cu a 0,012 mg/ L, Fe a 0,008 mg/L. con un porcentaje de remoción al 85%. Mientras en el trabajo de investigación realizada, la caracterización fisicoquímica del agua se obtuvo pH 8.12 y una temperatura de 20.4°C, logrando resultados de 0.1339 mg/L Pb equivalente al 77.1%, 0.0031 mg/L Cd (al 88.8%), 0.0084 mg/L As (al 91.8%) y 0.0091 mg/L Fe en (96.1%). Con un porcentaje de remoción promedio de 88.8%.
- Según Acebedo, Yuly (2016) determinó la eficiencia de la semilla Moringa Oleífera para la remoción del Pb realizando un pre-muestreo en diferentes puntos equidistantes a 8.5 km, en la cual las 9 muestras de 0.5L lo realizó en 3 repeticiones, logrando resultados finales de porcentajes de remoción en Pb en un 91% concluyendo que la semilla de Marango resulta eficiente en la remoción de Pb. En comparación con el estudio realizado, la eficiencia del mucilago de *Malva sylvestris L.* se realizó mediante 3 tratamientos cada una de ellas con 3L a 3 dosis del 0.5,1 y 1.5%, obteniendo resultados de variación del Pb 0.781mg/L al 0.1339 mg/L con porcentaje de remoción de 77.1%.
- Según Vizcaino *et al.* (2017) determinó la eficiencia de la macrófita acuática en los tallos y hojas en la remoción de Pb^{2+} mediante una técnica a base de un sistema de batch para lo cual empleó un equipo de prueba de jarras con soluciones de concentraciones de 30,951 ppm de Pb^{2+} a una velocidad de agitación de 200 rpm y a una temperatura de 28,5°C, obteniendo resultados de Pb^{2+} al 67%. Entre tanto, la investigación realizada, determinó la eficiencia de la Malva en la remoción del Pb mediante una técnica de análisis de metales por espectrofotometría de absorción atómica EPA 3050, empleando 3 tratamientos mediante el método de jarras a 500, 300 y 100 rpm, siguiendo las dosis de 0.5, 1 y 1.5%, los resultados obtenidos de Pb 0.1339 mg/L Pb indican una remoción al 77.1%.

- Según Chuquilín (2016) en su investigación determinó la capacidad de biosorción del *Nostoc Sphaericum Vaucher* mediante un sistema por lotes para la remoción del Cd y Pb, en la cual uso 50 ml de soluciones contaminadas con metales y se disolvieron 0,13 g de la especie con una agitación de 40 a 240 rpm durante 6 h a 25 °C y pH de 2 a 5, en el cual se obtuvo una remoción óptima de Cd de 17,12mg/g, en comparación con la investigación realizada la capacidad de remoción de concentraciones de metales potencialmente tóxicos mediante el mucílago *Malva sylvestris L.* mediante el método de jarras para la remoción de metales del agua mineromedicinal Salinas, Chilca se tomaron 20L en la cual se disolvieron 10g de la especie con una agitación de 500rpm durante 30 minutos a 20,4°C y pH de 8.12 obteniéndose una remoción óptima de Cd 0.0084 mg/L .

- Según Borja (2015), determinó el nivel de remoción y equilibrio de biosorción de Pb en algas *Ascophyllum Nodosum*, el procedimiento fue realizado por medio de análisis por Espectroscopia de Infrarrojo acondicionando el alga, pasó por un proceso de lavado y secado en una estufa al vacío a 45°C luego fue molido y tamizado con tamaños 5µm 75µm y 180µm, mediante un proceso de agitación magnética por un tiempo de 1, concluyéndose que el alga tratada con cloruro de calcio resultó ser un biosorbente eficaz para la remoción de plomo con pH de 5, y d e capacidad máxima de adsorción de Pb de 230mg/g, en comparación con la investigación el nivel de remoción de Pb con la especie *Malva sylvestris L.* se aplicó análisis de metales por espectrofotometría de absorción atómica EPA 3050 para la muestra de agua, el acondicionamiento de la especie paso por un secado natural y un tamizado N° 50 de 0.3mm de abertura mediante una sistema continuo de agitación constante a distintos tiempos de 60', 120' y 180', concluyéndose que la dosis del 1% fue la más óptima con remoción de 0.1339 mg/L de Pb equivalente al 77.1%.

- Según Segura (2009) determinó la remoción del As en la laguna Coahuila mediante la cáscara de maracuyá, para ello caracterizó la muestra del agua de la laguna mediante los parámetro fisicoquímicos, luego realizó tratamientos con tiempos de 24h arrojando 0.001g/ml de As en la metodología de bio-absorbentes para los iones del metal, concluyendo que la remoción de As fue óptima con una eficiencia de 99%, en comparación con la investigación realizada la remoción del As en la laguna “La Milagrosa2 mediante el floculante *Malva Sylvestris L.* se caracterizó la muestra de agua

con los parámetros físicos químicos para luego emplear en 3 tratamientos con dosis del 0.5, 1 y 1% del floculante Malva con tiempos de 60', 120' y 180' obteniéndose 0.0091 mg/L de As (al 91.8%), concluyendo que la dosis óptima fue la del 1% con el tercer tratamiento.

- Según García (2013) determinó el uso de pectinas reticulares de cáscara de naranja como biosorbente natural para el tratamiento de efluentes contaminados por metales pesados mediante una hidrólisis ácida con pH 1,4 A 80°C y 60 minutos, se acondicionó la muestra a través de sus parámetros fisicoquímicos luego y se preparó 2L de solución de $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ a 100ppm, se concluyó que la biosorción de especies catiónicas como el Pb^{2+} en pectinas favorece el incremento de pH y la remoción del Pb fue óptima con el uso de la pectina de la cáscara de naranja con una eficiencia de remoción del 80%. En comparación con la investigación se usó el floculante *Malva Sylvestris L.* para la remoción de concentración de metales potencialmente tóxicos en la laguna “La Milagrosa”, se aplicó análisis de metales por espectrofotometría de absorción atómica EPA 3050 la muestra de agua y se caracterizó con los parámetros fisicoquímica con resultados de pH 8.12 y una temperatura de 20.4°C, concluyendo que con la dosis óptima del 1% arrojó óptimas concentraciones de metales tóxicos 0.1339 mg/L Pb equivalente al 77.1%, 0.0031 mg/L Cd (al 88.8%), 0.0084 mg/L As (al 91.8%) y 0.0091 mg/L Fe en (96.1%). Con un porcentaje de remoción promedio de 88.8%.

V. CONCLUSIONES

- Se determinó la remoción de concentración de los metales potencialmente tóxicos mediante la aplicación del floculante *Malva Sylvestris L.* en la mejor dosis se obtuvo; 0.0091 mg/L Fe con 96.1% de remoción 0.0031 mg/L Cd con 88.8% de remoción, 0.0084 mg/L As con 91.8% de remoción y 0.1339 mg/L con 77.1% de remoción.
- Se determinó la caracterización del agua mineromedicinal de la poza cercana a la Laguna “La Milagrosa” con el uso de la *Malva Sylvestris L.*, en dónde se obtuvo los siguientes parámetros: pH 8.12, conductividad eléctrica 79,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, potencial redox 103mV y T 20.4 °C, el parámetro más resaltante fue la capacidad de conductividad eléctrica debido a las sales disueltas.
- Se determinó las dosis del floculante *Malva sylvestris L.* en porcentajes de 0.5%, 1% y 1.5% equivalentes a 5g, 10g y 15g. en el cual el más eficiente es 1% con una remoción media de metales potencialmente tóxicos media en 88%.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar el control adecuado en las áreas de esparcimientos de aguas medicinales contenientes en metales pesados con la finalidad de no afectar la salud, puesto que amerita el monitoreo constante para el uso terapéutico.
- Acondicionar la muestra en caso que se obtenga excesivas concentraciones de sulfato, puesto que, implica el desarrollo eficiente en el proceso de remoción, asimismo, tener en cuenta que la muestra de agua sugiere un proceso de oxigenación para la precipitación de los metales presentes en la muestra.
- Realizar un análisis microbiológico para identificar los tipos de microorganismos que se encuentran presentes en aguas mineromedicinales.

REFERENCIAS

- Acebedo Yuly. Eficiencia de la semilla marango (*Moringa Olífera*) como material adsorbente para la remoción de plomo del río Mantaro, en el distrito Pacha, Jauja, Junín, Lima UCV. Facultad de ingeniería, 2016.
- Altamirano, Monserrat. Remoción de Pb^{+2} por medio de la adsorción de quitosano. 1era ed. México: Universidad Veracruzana, Pp. 27-42, 2015.
- Armendáriz, Nayely [*et al*] Evaluaron dos parámetros bioquímicos en tres macrófitas acuáticas expuestas a cobre. México: Universidad Autónoma Metropolitana, 2008. [43]pp.
ISSN 1405-2768
- Atachagua, Evaluación fisicoquímica y biológica de las aguas Termominerales para el uso de la termatalia, en el balneario de chilca, Lima Atachagua, N., 2013,16pp, 2013.
- Arsenic biosorption in materials derived from maracuyá por Segura Patricia [*et al*] México
Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Ciencias Químicas Departamento de Biotecnología. Coahuila-noviembre 2009
ISSN 0188-4999
- Balletero, J. Presento en su tesis “Determinación de la eficacia de Azolla caroliniana como matriz de hiperacumulación de metales pesados cuantificados”, Quito (2011) (pp.15)
- Barboza, Harlyn. Evaluación de la capacidad acumuladora de Eichhornia Crassipes usando diferentes concentraciones de cadmio en el laboratorio, Perú: Universidad nacional de Trujillo ,2012
- Cabezas. Absorción y acumulación de metales pesados en tres especies vegetales en suelos enmendados con lodo depuradora, 2004.
- Chagua, Roger y TARDÍO Julio presento en su tesis Evaluación de remoción de cobre y zinc por la planta nativa scirpus californicus (totora), Perú: Universidad del centro del Perú ,2015
- Capó, M. Principios de Ecotoxicología: diagnóstico, tratamiento y gestión del medio ambiente. 1ra ed. Madrid: Tébar, 2007. 139p.
ISBN: 9788473604260
- Castillo, Rodríguez. Biotecnología Ambiental. 1ra Ed. Tébar, Madrid. España. Pág. 226. 2005

ISBN: 8473602110

- Coutiño, B. y Montañez, A., Los líquenes. Ciencias. Julio-septiembre. Laboratorio de etnobotánica. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de México, pp. 6465, 2000.
- Equilibrium of lead (II) biosorption and characterization through FT-IR and SEM-EDAX ON *Ascophyllum Nodosum* seaweed por Borja, Neptal [et al] Peru: Facultad de química, Universidad Nacional Mayor de San Marcos-Lima, julio -setiembre 2015. ISSN 1810-634X
- Garay Ingrid. Eficacia de las macrófitas de Jacinto y lenteja de agua para disminuir la concentración del boro, en las aguas minero termales de la laguna “Milagrosa” – Chilca, 2017.
- Garces, Luz; Coavas, Susana. Evaluación de la capacidad de adsorción en la cascara de naranja (*Citrus cinensis*) modificada con quitosano para la remoción de Cr (VI) en aguas residuales. 1era ed. Colombia: Universidad de Cartagena, 2012.
- Grandez Máximo. Remoción de cadmio y plomo en suelos a orillas del Río Mantaro, Junín, mediante fitorremediación con girasol (*Heliantus Annus* y maíz (*Zea Mays*) usando enmiendas. Lima UCV. Facultad de ingeniería, 2017.
- Guevara Alicia, [et al]. Uso de la rizofiltración para el tratamiento de efluentes líquidos de cianuración que contienen cromo, cobre y cadmio, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional, Departamento de Metalurgia Extractiva, 2009. ISSN: 0255-6952
- Jiménez, Blanca. La contaminación Ambiental en México: Causas, efectos y tecnología apropiada. 1ra Ed. México, DF: Colegio de Ingenieros Ambientales, 2001. 926p. ISBN: 968186042X
- kinetic studies of lead ion biosorption by crosslinked pectin from citrus peel por García Víctor, Perú: Escuela de Química, Universidad Nacional Federico Villareal. Lima, julio -setiembre 2011. ISSN 1810-634X
- Liu, L., Guan, D., PEART, MR et al. Environ Sci Pollut Res (2013). Disponible en <https://doi.org/10.1007/s11356-013-1648-3>.
- Marguilis, R. y Sagan, A. Nutrición y alimentación de las plantas. 2da Ed. México, DF: Gustavo Gili, 2013.570p
- Martínez, Pilar. Cuaderno de Investigaciones de la División de Botánica. Biblioteca Nacional del Perú. Lima, Perú. 2013. 1150p, 2014.

- Muñoz, J. Presento en su tesis: Biosorción de plomo (II) por cáscara de naranja citrus cinensis pretratada. Lima, 2007.
- Mufarrege, María. Estudió la Tolerancia y eficiencia de *Typha domingensis* Pers. en la retención de metales y nutrientes de efluentes industriales, Argentina: Universidad nacional del Litoral, 2012
- Nieto, Christian; Orellana, Valeria. Aplicación del quitosano como promotor de floculación para disminuir la carga contaminante. 1era ed. Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana, 2011.
- Poveda, Rebeca. Evaluación de especies acuáticas para la fitorremediación de aguas residuales industrial y de uso agrícola previamente caracterizadas en el cantón Ambato, provincia de Tungurahua, Ecuador: Universidad técnica de AMBATO, 2014. [147] pp.
- Potentiality of a seaweed biosorbent for heavy metals removal por Gutiérrez Omar [*et al*]/Cuba Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos -Santiago de Cuba setiembre-diciembre 2015
ISSN 2224-6185
- Ramos Frida et al. Remoción de Zn^{2+} y Pb^{2+} en agua utilizando la planta silvestre inactiva: *Tridax procumbens* recolectada en Colima, México, D. F: Centro de Geociencias, 2015. [212]pp
- Romero José. La pepa de aceituna y la biosorción en efluentes mineros con alta concentración de plomo y zinc en la U.E.A, Heraldos Negros-Acobambilla-Huancavelica 2017, Lima UCV. Facultad de ingeniería, 2017.
- Sogamoso-Boyacá, Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo, Vol. 16 N° 2, Julio-diciembre 2016, pp. 66-77. Colombia
ISSN Impreso 1900-771X, ISSN Online 2422-4324.
- Study of the biosorption of Cd (II) and Pb (II) using as adsorbent *Nostoc Sphaericum* Vaucher por Chuquilin Roberto y Rosales. Peru: Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Centro del Perú, enero- marzo 2016.
ISSN 1810-634X
- Tejada, J. Presento en su tesis: Diseño de un Humedal para la remoción de Cd, As y Cr con plantas de *Typha Latifolia*. ESPAÑA, 2010.
- Tovar Candelaria Evaluación de la biosorción con bagazo de palma africana para la eliminación de Pb (II) en solución, Colombia: Universidad de Cartagena ,2015. [59] pp.

- Vega, Angela y VÉLEZ, Paulina. validación del método de determinación de cobre y zinc por espectroscopia de absorción atómica de llama en agua cruda y tratada para el laboratorio de análisis de aguas y alimentos, Colombia: universidad tecnológica de Pereira, 2011
- Vizcaino, Lissette [*et al*] Adsorción de plomo (II) en solución acuosa con tallos y hojas DE *Eichhornia crassipes*, Revista U.D.C. A Actualidad & Divulgación Científica [en línea]. Colombia 2017, vol.20, n.2, [Fecha de consulta: 10de junio del 2019].
- Xiaomei, lu, Maleeya, kruatrachuey PRAYAD, pokethitiyookb en su artículo: Removal of Cadmium and Zinc by Water Hyacinth, *Eichhornia crassipes*, CHINA (2004). <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.603.4900&rep=rep1&type=pdf>

ANEXOS

Anexo 1: Floculante biológico

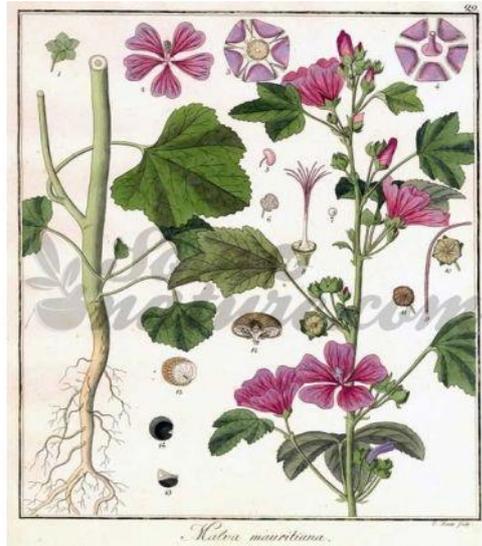


Figura 27: *Herbología de Malva Silvestris L.*

En la Figura 27 la planta medicinal que alcanza una altura de 30 a 70 cm aproximadamente, presenta el componente principal mucílago producto del hidrolisis de la galactosa que es curativo para tratamientos respiratorios.

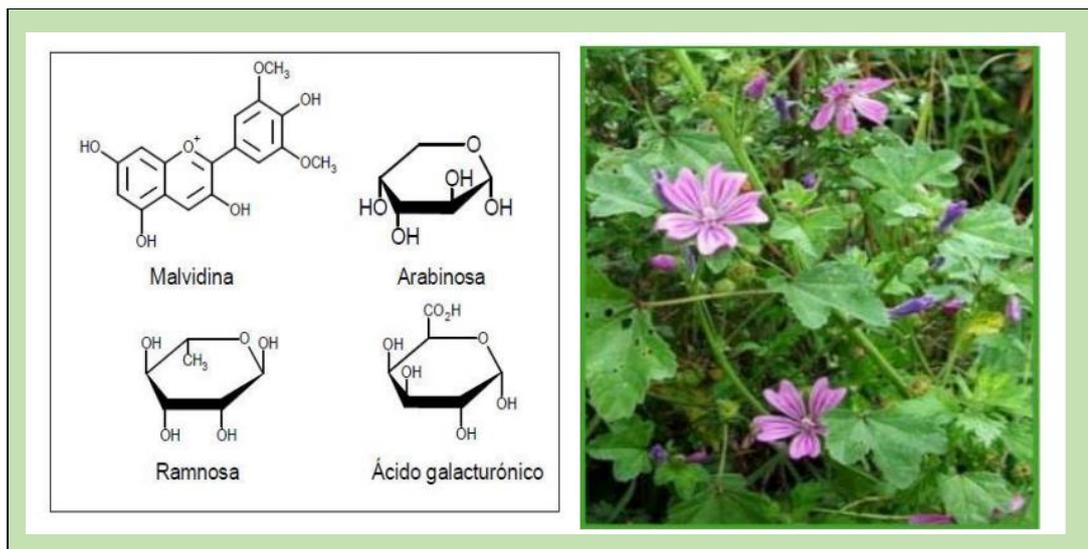


Figura 28: *Fórmulas estructurales de Malvidina, Arabinosa, Ramnosa y Ácido galacturónico*

En la Figura 28 el mucílago se presenta principalmente en el ácido galacturónico (componente de las pectinas), ramnosa, galactosa, fructuosa, glucosa, sacarosa, y trehalosa.

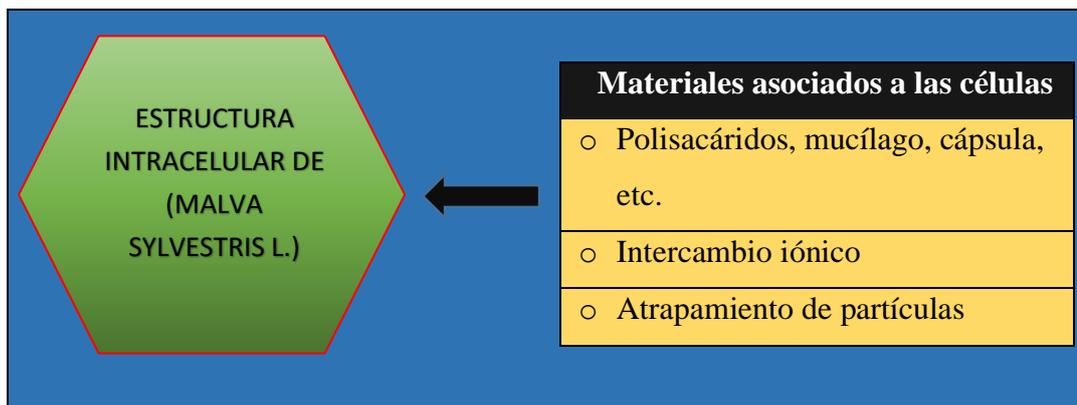


Figura 29: Materiales asociados a las células de la *Malva sylvestris L.*

En la Figura 29 los materiales asociados se encuentran en el idioblasto (células diferentes) y conductos del mucílago, cavidades y células epidérmicas especializadas. Figura 29

Anexo 2: Decreto supremo N° 004-2017-MINAM

Tabla 19: Categoría 1 - B

Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación			
Parámetros	Unidad de medida	B1	B2
		Contacto primario	Contacto secundario
INORGÁNICOS			
Aluminio	mg/L	0,2	**
Antimonio	mg/L	0,006	**
Arsénico	mg/L	0,01	**
Bario	mg/L	0,7	**
Berilio	mg/L	0,04	**
Boro	mg/L	0,5	**
Cadmio	mg/L	0,01	**
Cobre	mg/L	2	**
Cromo Total	mg/L	0,05	**
Cromo VI	mg/L	0,05	**
Hierro	mg/L	0,3	**
Manganeso	mg/L	0,1	**
Mercurio	mg/L	0,001	**
Niquel	mg/L	0,02	**
Plata	mg/L	0,01	0,05

Plomo	mg/L	0,01	**
Selenio	mg/L	0,01	**
Uranio	mg/L	0,02	0,02
Vanadio	mg/L	0,1	0,1
Zinc	mg/L	3	**

En la Tabla 19 el DS N° 004-2017 Aguas superficiales destinadas para recreación. Nota: El símbolo (**) dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta subcategoría.

Tabla 20: Metales pesados en LM-CH

Código	Pb mg/L	Cd mg/L	Fe mg/L	As mg/L
LM-CH	0.781	0.065	1.61	1.66

Tabla 21: Metales alcalinotérreos

Código	Ca mg/L	Mg mg/L
LM-CH	1.61	715.56

En la Tabla 20 y Tabla 21 se presenta los resultados de análisis de metales pesados y alcalinotérreos en el agua mineromedicinal de la poza “La Milagrosa” en el distrito de Chilca (LM-CH), existe un exceso de contaminantes según la normativa 004-2017.

Anexo 3: Ubicación de la población



Figura 30: Ingreso a la laguna "La Milagrosa"-Chilca

En la Figura 30 se identificó la zona de estudio y la problemática en base al impacto ambiental, conflictos ambientales y del área del balneario.



Figura 31: Color de agua del recojo de muestra, presencia de turistas

En la Figura 31 se aprecia la presencia de turistas en el agua mineromedicinal de la poza "La Milagrosa" haciendo el uso de terapéutico del agua mineromedicinal.



Figura 32: Toma de muestra del agua para su tratamiento

En la Figura 32 se pudo observar el color y olor en la toma de muestra.

Anexo 4: Caracterización de la muestra Salinas – Chilca

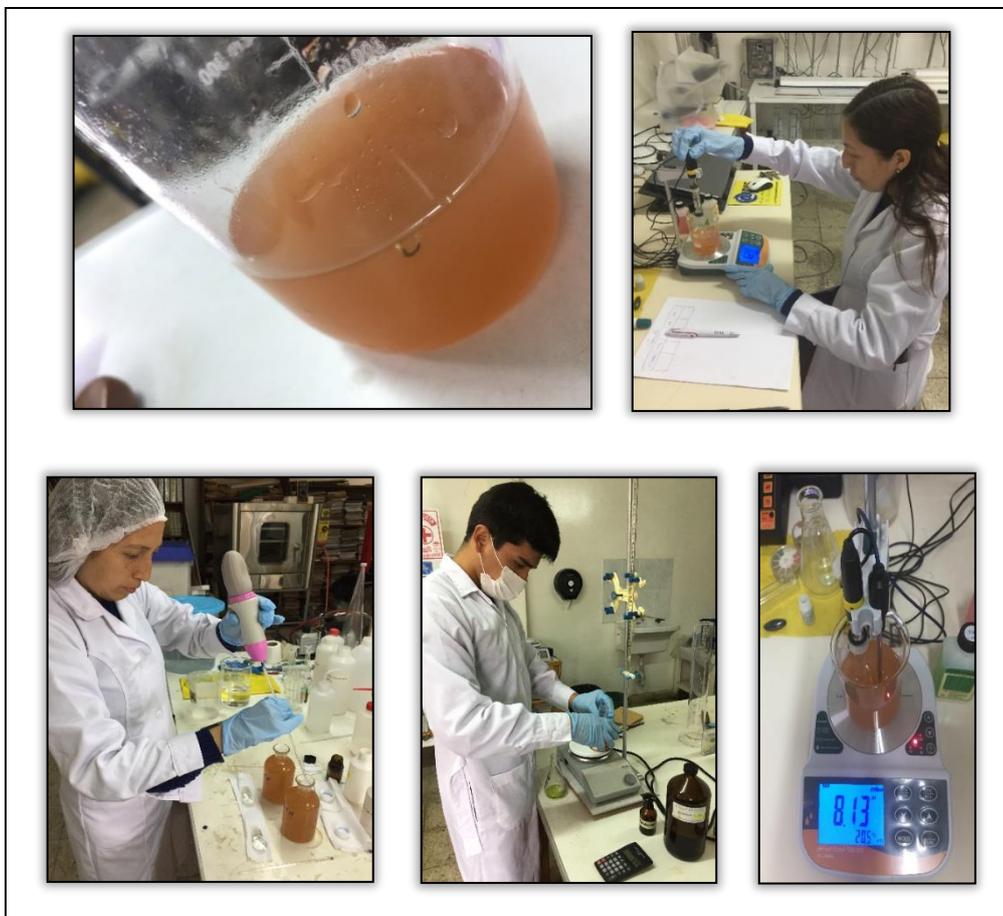


Figura 33: Caracterización de parámetros fisicoquímicos

En la Figura 33 el análisis de los parámetros del agua mineromedicinal en la primera etapa del proceso del tratamiento.

Anexo 5: Acondicionamiento del floculante



Figura 34: Observación de la especie expuesto al secado natural

En la Figura 34 la etapa del proceso de obtención de la Malva y expuesto a un secado natural durante 7 días.



Figura 35: Pulverización y tamizado de la Malva sylvestris L.

En la Figura 35 se tamizó la *Malva sylvestris* L. mediante la norma ASTM con N°50 de malla y abertura de 0.3mm.

Anexo 6: Tratamiento del agua minерmedicinal

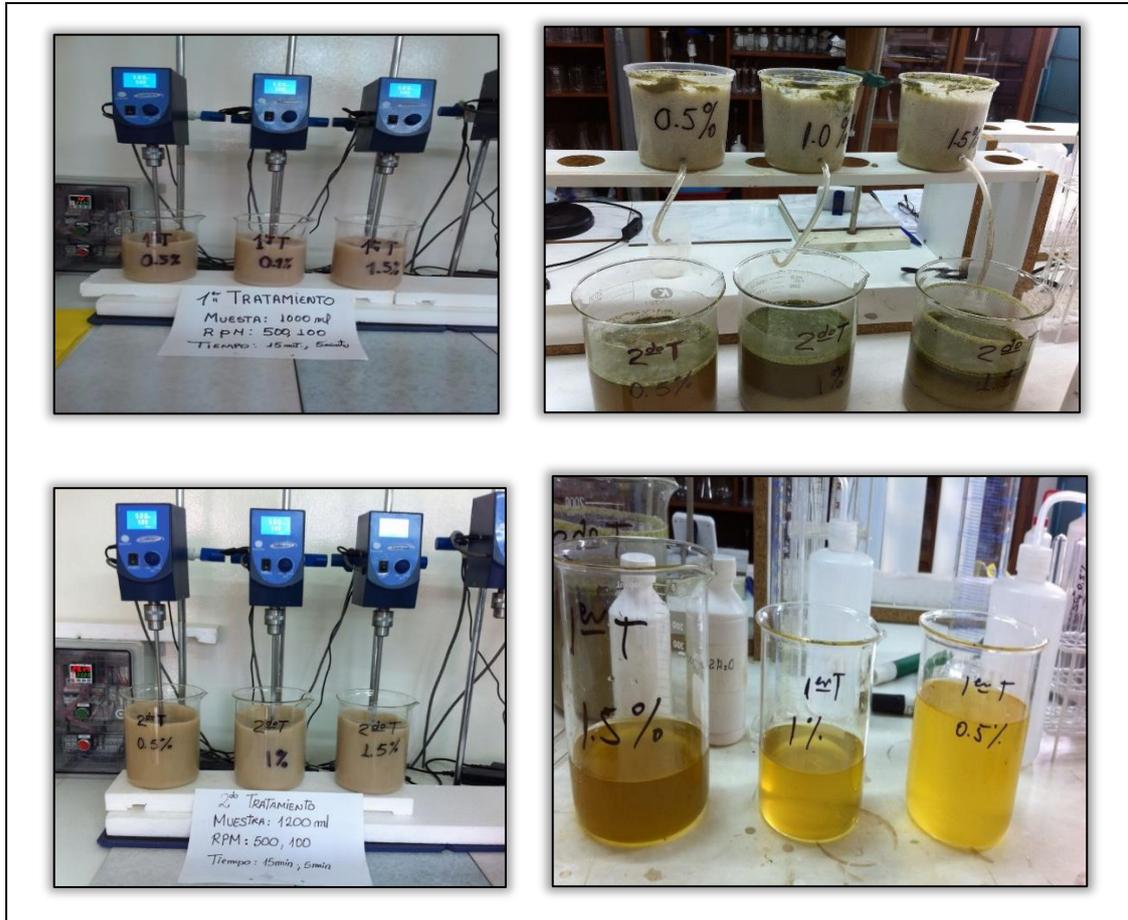


Figura 36: Experimentación del T1, T2 y T3

En la Figura 36 los tratamientos en la remoción de metales potencialmente tóxicos según las dosis del 0.5%, 1% y 1.5 % flocculante Malva en el tiempo y revoluciones por minuto empleado.



Figura 37: Tratamiento del agua con la dosis óptima del 1% de Malva sylvestris L

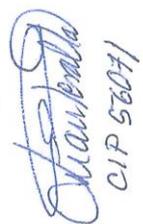
En la Figura 37 la implementación del diseño de proceso de tratamiento según la dosis óptima empleada en los 3 tratamientos analizados.

ANEXO N°1: FORMATO DE UBICACIÓN
"LA MILAGROSA" – SALINAS, CHILCA - 2019

DATOS DE FUENTE DE AGUA	
Coordenadas UTM – WG84	X: 321861.80 m Y: 8612632.14 m
Ubicación hidrográfica	Cuenca: CHILCA
Ubicación política	Región /departamento: Lima Distrito: CHILCA
Dimensiones	Largo: 140 Ancho: 50 m Profundidad baja: 0.3m Profundidad alta: 0.8m
Descripción	Localidad/centro poblado: Salinas Provincia: Cañete La laguna está en medio desierto toroso, al costado de una ancha playa, presenta un color verdoso, a excepción de las pozas cercanas a la laguna. Presenta pozas cercanas de diferentes compuestos avimicos, la zona específica de muestreo se realizó en las zonas aledañas a la laguna y dentro de la laguna propiamente dicha.

Fuente: Elaboración propia 2019


 Alexander Quintero P.
 CAP 591


 Juan Carlos
 CIP 56071


 CAP 016585

Figura 38: Formato de ubicación

ANEXO N2: FORMATO DE CARACTERIZACIÓN DE AGUA MINEROMEDICINAL Y MEDIDAS DE SUS PARAMETROS FISICOS

"LA MILAGROSA" – SALINAS, CHILCA - 2019

RAZÓN SOCIAL:
RESPONSABLES DE LA MUESTRA:
DIRECCIÓN:

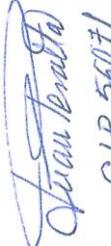
Muestra	Muestreo		Medio	Frasco		Requerimiento de análisis -																				
	Fecha	Hora		Tipo	Cantidad	Físicas			Químicas					Materia orgánica												
						Color	Turbidez	pH	T°	ST	SF	SST	Pb	Cd	pH	Eh	CE	OD	DQO	DBO5						
LM-CH	10-11-2019	12:00	PO2A: LM-CH	1L			87	9.38	21	90.7	75.9	5.27	0.26	0.01	9.37	38	40010	4.07	12.5634	115						
LM-CH	10-11-2019	3:00	PO2B: LM-CH	1L			89	9.51	21	81.7	71.9	5.26	0.13	0.003	9.57	39	40525	3.95	1430.71	476						
LM-CH	10-11-2019	6:00	PO2A: LM-CH	1L			87	9.50	21	81.8	76.6	5.23	0.13	0.003	9.55	40	40.00	3.06	1283.02	477						

Fuente: Elaboración propia 2019



S. Alexander Quintana P.

CIP 56071



Juan Tenorio

CIP 56071



CIP 016505

Figura 39: Formato de caracterización LM-CH

ANEXO 2.1: CARACTERÍSTICAS DEL MUCILAGO MALVA SILVESTRIS L.

"LA MILAGROSA" – SALINAS, CHILCA - 2019

Especie	Muestra Código	Muestreo		Requerimiento de análisis				Observaciones	
		Fecha	Hora	pH	Conductividad eléctrica	Potencial Redox (mv)	Mailla (N°)		Humedad (%)
MALVA SILVESTRIS	LM - CH	22-09-2019	11:50 am	8.12	79,000	103	50	20	ESPECIE : SECADO NATURAL
MALVA SILVESTRIS	LN - CH	11-10-2019	2:30 pm	9.38	47,525	39	50	0	LABORATORIO
MALVA SILVESTRIS	LP - CH	13-10-2019	5:00 pm	9.55	40,010	42	50	0	LABORATORIO
MALVA SILVESTRIS	LP - CH	15-10-2019	4:30 pm	9.50	49,009	46	50	0	LABORATORIO

Fuente: Elaboración propia 2019


CIP 010585


CIP 56071

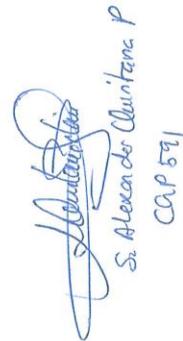

Sr. Alexander Quintana P.
CAP 591

Figura 40: Formato de caracterización 2.1

Anexo 8: Análisis de Metales pesados, Alcalinotérreos y parámetros fisicoquímicos

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica Laboratorio de Espectrometría																
Análisis de Agua																	
SOLICITADO POR: PAUL DUARDO CARDENAS QUISPE																	
Procedencia de la Muestra: Agua La Milagrosa - Chilca																	
Recepción de la Muestra: 24 /9/19																	
Metales Pesados																	
<table border="1"><thead><tr><th>Código</th><th>Cu mg/l</th><th>Pb mg/l</th><th>Cd mg/l</th><th>Zn mg/l</th><th>Mn mg/l</th><th>Fe mg/l</th><th>As mg/l</th></tr></thead><tbody><tr><td>LM-CH Laguna Milagrosa Chilca</td><td>0.098</td><td>0.781</td><td>0.065</td><td>0.120</td><td>0.090</td><td>1.61</td><td>1.66</td></tr></tbody></table>	Código	Cu mg/l	Pb mg/l	Cd mg/l	Zn mg/l	Mn mg/l	Fe mg/l	As mg/l	LM-CH Laguna Milagrosa Chilca	0.098	0.781	0.065	0.120	0.090	1.61	1.66	
Código	Cu mg/l	Pb mg/l	Cd mg/l	Zn mg/l	Mn mg/l	Fe mg/l	As mg/l										
LM-CH Laguna Milagrosa Chilca	0.098	0.781	0.065	0.120	0.090	1.61	1.66										
<table border="1"><thead><tr><th>Código</th><th>Ca mg/l</th><th>Mg mg/l</th></tr></thead><tbody><tr><td>LM-CH Laguna Milagrosa Chilca</td><td>1.61</td><td>715.56</td></tr></tbody></table>	Código	Ca mg/l	Mg mg/l	LM-CH Laguna Milagrosa Chilca	1.61	715.56											
Código	Ca mg/l	Mg mg/l															
LM-CH Laguna Milagrosa Chilca	1.61	715.56															
Método EPA 3050, Técnica Absorción Atómica																	
Lima, 9 de Octubre del 2019																	
 MSc. Atilio Mendoza A. Jefe Lab. Espectrometría																	
Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú Teléfono: (511) 4824427 , Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245 e-mail: labespectro@uni.edu.pe																	

Figura 41: Análisis iniciales de metales pesados y alcalinotérreos



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

Parámetros del Agua Minero Medicinal

Solicitado por: Cárdenas Quispe Paul Duardo Jesús

Procedencia de la Muestra: Aguas Minero Medicinales La Milagrosa - Chilca

Recepción de la Muestra: 25 / 10 / 2019

Parámetros Físico Químicos La milagrosa

Código	T °C	pH Acido/Base	Conductividad eléctrica (μ S/cm)	Potencial Redox (mv)	Turbidez NTU
(T1- 0.5%)	21	9.38	47,000	40	114
(T1- 1.0%)	21	9.37	40,010	38	87
(T1- 1.5%)	21	9.50	49,000	43	139

Código	T °C	pH Acido/Base	Conductividad eléctrica (μ S/cm)	Potencial Redox (mv)	Turbidez NTU
(T2- 0.5%)	21.5	9.51	47,078	41	113
(T2- 1.0%)	21.5	9.57	40,525	39	89
(T2- 1.5%)	21.5	9.48	49,167	44	140

Código	T °C	pH Acido/Base	Conductividad eléctrica (μ S/cm)	Potencial Redox (mv)	Turbidez NTU
(T3- 0.5%)	21	9.51	47,000	42	112
(T3- 1.0%)	21	9.55	40,010	40	87
(T3- 1.5%)	21	9.50	49,009	46	138

Método Potenciometría - multiparámetro

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

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

e-mail: labespectro@uni.edu.pe

Figura 42: Parámetros fisicoquímicos LM-CH



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

Parámetros Biológicos – La Milagrosa

Tratamiento 1	Oxígeno disuelto (mgO ₂ /L)	Tratamiento 2	Oxígeno disuelto (mgO ₂ /L)	Tratamiento 3	Oxígeno disuelto (mgO ₂ /L)
(T1- 0.5%)	3.08	(T2- 0.5%)	3.04	(T3- 0.5%)	3.06
(T1- 1.0%)	4.11	(T2- 1.0%)	4.01	(T3- 1.0%)	4.07
(T1- 1.5%)	4.00	(T2- 1.5%)	3.90	(T3- 1.5%)	3.95

Tratamiento 1	Demanda Química Oxígeno (mgO ₂ /L)	Tratamiento 2	Demanda Química Oxígeno (mgO ₂ /L)	Tratamiento 3	Demanda Química Oxígeno (mgO ₂ /L)
(T1- 0.5%)	1333.28	(T2- 0.5%)	1307.64	(T3- 0.5%)	1323.02
(T1- 1.0%)	1230.72	(T2- 1.0%)	1205.08	(T3- 1.0%)	1256.36
(T1- 1.5%)	1640.96	(T2- 1.5%)	1410.20	(T3- 1.5%)	1430.71

Tratamiento 1	Demanda Bioquímica Oxígeno 5 (mgO ₂ /L)	Tratamiento 2	Demanda Bioquímica Oxígeno 5 (mgO ₂ /L)	Tratamiento 3	Demanda Bioquímica Oxígeno 5 (mgO ₂ /L)
(T1- 0.5%)	478	(T2- 0.5%)	480	(T3- 0.5%)	477
(T1- 1.0%)	421	(T2- 1.0%)	416	(T3- 1.0%)	415
(T1- 1.5%)	480	(T2- 1.5%)	478	(T3- 1.5%)	476

Método Winkler, Método del Dicromato

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

Figura 43: Parámetros biológicos LM-CH



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

Parámetros Físicos – La Milagrosa

Código	ST: mg/l	SD mg/l	SST: mg/l
(T1- 0.5%)	82.85	77.26	5.59
(T1- 1.0%)	80.719	75.45	5.27
(T1- 1.5%)	84.574	78.35	6.22

Código	ST: mg/l	SD mg/l	SST: mg/l
(T2- 0.5%)	82.85	77.10	5.75
(T2- 1.0%)	81.71	76.45	5.26
(T2- 1.5%)	85.50	79.41	6.09

Código	ST: mg/l	SD mg/l	SST: mg/l
(T3- 0.5%)	83.85	78.24	5.75
(T3- 1.0%)	81.86	76.63	5.23
(T3- 1.5%)	86.00	80.06	5.94

Método Físico – Gravimétrico

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

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

e-mail: labespectro@uni.edu.pe

Figura 44: Parámetros físicos LM-CH



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

Análisis de cloruros y sulfatos – La Milagrosa

Tratamiento 1	Cloruros (mgCl ⁻ /L)	Tratamiento 2	Cloruros (mgCl ⁻ /L)	Tratamiento 3	Cloruros (mgCl ⁻ /L)
(T1- 0.5%)	3415.5	(T2- 0.5%)	3440.25	(T3- 0.5%)	3427.88
(T1- 1.0%)	2772.0	(T2- 1.0%)	2809.13	(T3- 1.0%)	2784.38
(T1- 1.5%)	3366.0	(T2- 1.5%)	3403.13	(T3- 1.5%)	3452.63

Tratamiento 1	Sulfatos (mgSO ₄ ⁼ /L)	Tratamiento 2	Sulfatos (mgSO ₄ ⁼ /L)	Tratamiento 3	Sulfatos (mgSO ₄ ⁼ /L)
(T1- 0.5%)	38142.00	(T2- 0.5%)	39220.71	(T3- 0.5%)	38980.18
(T1- 1.0%)	33777.00	(T2- 1.0%)	33672.96	(T3- 1.0%)	34341.91
(T1- 1.5%)	41301.00	(T2- 1.5%)	40953.75	(T3- 1.5%)	41164.17

Método Mohr , espectrofotometría visible

Lima, 5 de Noviembre del 2019


MSc. Atilio Mendoza A.
Jefe Lab. Espectrometría



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

Figura 45: Cloruro y sulfato LM-CH



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

Análisis de los Tratamientos del Agua Minero Medicinal

Solicitado por: Cárdenas Quispe Paul Duardo Jesús

Procedencia de la Muestra: Aguas Minero Medicinales La Milagrosa - Chilca

Recepción de la Muestra: 10 / 11 / 2019

Análisis de los metales Pesados del agua la Milagrosa

Código	Fe (mg/l)	Cd (mg/l)	As (mg/l)	Pb (mg/l)
(T1- 0.5%)	0.1906	0.0413	0.3104	0.4153
(T1- 1.0%)	0.1689	0.0151	0.3920	0.2688
(T1- 1.5%)	0.1681	0.0139	0.3715	0.3684

Código	Fe (mg/l)	Cd (mg/l)	As (mg/l)	Pb (mg/l)
(T2- 0.5%)	0.1972	0.0208	0.2113	0.3695
(T2- 1.0%)	0.0094	0.0035	0.0088	0.1349
(T2- 1.5%)	0.1670	0.0135	0.0993	0.3090

Código	Fe (mg/l)	Cd (mg/l)	As (mg/l)	Pb (mg/l)
(T3- 0.5%)	0.1942	0.0201	0.2109	0.3685
(T3- 1.0%)	0.0091	0.0031	0.0084	0.1339
(T3- 1.5%)	0.1665	0.0129	0.0988	0.3085

Método Espectrofotometría de Absorción Atómica – EPA 3050

Lima, 20 de Noviembre del 2019

Msc. Atílio Mendizasa
Jefe Lab. Espectrometría

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



Figura 46: Metales pesados post-tratamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

Tratamiento por Tiempo – La Milagrosa

Solicitado por: Cárdenas Quispe Paul Duardo Jesús

Procedencia de la Muestra: Aguas Minero Medicinales La Milagrosa - Chilca

Recepción de la Muestra: 22 / 11 / 2019

Prueba Representativa – 1%

Tratamiento por Tiempo	Fe (mg/l)	Cd (mg/l)	As (mg/l)	Pb (mg/l)
(PR- 1.0%) 60 minutos	0.0840	0.0201	0.0107	0.2465
(PR- 1.0%) 120 minutos	0.0011	0.0010	0.0064	0.1035
(PR- 1.0%) 180 minutos	0.0015	0.0011	0.0063	0.1010

Tratamiento Prueba Representativa	Sulfatos (mgSO ₄ ⁼ /L)	Cloruros mgCl/l
(PR- 1.0%) 60 minutos	33451.45	2606.48
(PR- 1.0%) 120 minutos	33285.80	2591.02
(PR- 1.0%) 180 minutos	33672.96	2583.28

Método Absorción Atómica – EPA 3050, Método Mohr, Espectrofotometría Visible

Lima, 28 de Noviembre del 2019

MSC Atilio Menoza
Jefe Lab. Espectrometría



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

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

e-mail: labespectro@uni.edu.pe

Figura 47: Tratamiento y dosis óptima

Anexo 9: Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES
<p>Problema General:</p> <p>¿Cuál es la capacidad de remoción de concentración de metales potencialmente tóxicos mediante el uso de la Malva Sylvestris L. en el agua mineromedicinal de la poza "La Milagrosa" Salinas, Chilca-2019?</p> <p>Problemas Específicos:</p> <p>¿Cuáles son las características físicas y químicas con el uso de la Malva Sylvestris L. en el agua mineromedicinal de la poza "La Milagrosa" Salinas, Chilca-2019?</p> <p>¿Cómo serán las dosis de la Malva Sylvestris L. en la remoción de los metales potencialmente tóxicos en el agua mineromedicinal de la poza "La Milagrosa" Salinas, Chilca-2019?</p> <p>¿Cómo será el porcentaje de remoción en la concentración de metales potencialmente tóxicos mediante el uso de la Malva Sylvestris L. en el agua mineromedicinal de la poza "La Milagrosa" Salinas, Chilca-2019?</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Determinar la capacidad de remoción de concentración de metales potencialmente tóxicos mediante uso de la Malva Sylvestris L. que afecta al agua mineromedicinal de la poza "La Milagrosa" Salinas, Chilca-2019.</p> <p>Objetivos Específicos:</p> <p>Determinar las características físicas y químicas con el uso de la Malva Sylvestris L. en el agua mineromedicinal de la poza "La Milagrosa" Salinas, Chilca-2019.</p> <p>Determinar las dosis de la Malva sylvestris L. en la remoción de metales potencialmente tóxicos en el agua mineromedicinal de la poza "La Milagrosa".</p> <p>Determinar la concentración de metales potencialmente tóxicos en el agua mineromedicinal de la poza "La Milagrosa" mediante el uso de la Malva sylvestris L.</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>H1: La aplicación de la Malva Sylvestris L. logra remover significativamente la concentración de metales potencialmente tóxicos en el agua mineromedicinal de la poza "La Milagrosa" Salinas, Chilca-2019.</p> <p>H0: La aplicación de la Malva Sylvestris L. no logra remover significativamente la concentración de metales potencialmente tóxicos en el agua mineromedicinal de la poza "La Milagrosa" Salinas, Chilca-2019.</p> <p>Hipótesis Específicas:</p> <p>Hipótesis Específicas 1</p> <p>H1: Las características físicas y químicas del agua mineromedicinal de la poza "La Milagrosa" se encuentran alteradas debido a la composición mineralógica del suelo.</p> <p>H0: Las características físicas y químicas del agua mineromedicinal de la poza La Milagrosa" no se encuentran alteradas debido a la composición mineralógica del suelo.</p> <p>Hipótesis Específicas 2</p> <p>H1: Las dosis de la Malva sylvestris L. influye en la remoción de metales potencialmente tóxicos en el agua mineromedicinal de la poza "La Milagrosa".</p> <p>H0: Las dosis de la Malva sylvestris L. no influye en la remoción de metales potencialmente tóxicos en el agua mineromedicinal de la poza "La Milagrosa".</p> <p>Hipótesis Específicas 3</p> <p>H1: El porcentaje de remoción de metales potencialmente tóxicos mediante la Malva sylvestris L. es óptima en el agua mineromedicinal de la poza "La Milagrosa".</p> <p>H0: El porcentaje de remoción de metales potencialmente tóxicos mediante la Malva sylvestris L. no es óptima en el agua mineromedicinal de la poza "La Milagrosa".</p>	<p>Independiente</p> <p>Uso del Mucílago <i>Malva Sylvestris L.</i></p> <p>V. Dependiente</p> <p>Remoción de metales potencialmente tóxicos en el agua mineromedicinal</p>

Yo, ELMER GONZALES BENITES ALFARO docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA y Escuela Profesional ingeniería ambiental. de la Universidad César Vallejo lima norte, revisor (a) de la tesis titulada **“Remoción de concentración de metales potencialmente tóxicos mediante mucilago de Malva Sylvestris L. en el agua mineromedicinal de la poza “La Milagrosa” Salinas, Chilca 2019.”**, del (de la) CÁRDENAS QUISPE Paul Duardo Jesús y CASTAÑEDA CORDOVA Susam Teofila, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 22% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin (por informe CRAI).

El/La sucrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lugar 27 de JULIO de 2020



Dr. Elmer G. Benites Alfaro

CIP 71998

DNI: 07867259

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	---------------------	--------	---------------------------------



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Remoción de concentración de metales potencialmente tóxicos mediante mucilago de *Malva Sylvestris* L. en el agua mineromedicinal de la poza "La Milagrosa" Salinas, Chilca 2019.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

AUTORES:

CÁRDENAS QUISPE Paul Duado Jesús

(000-0002-3684-4235 ORCID)

CASTAÑEDA CORDOVA Susam Tvoñla

(0000-0002-9652-3978 ORCID)

ASESORA:

Mg. María Aliaga Martínez

(0000-0003-2767-4825 ORCID)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de Recursos Naturales

Lima - Perú

2019

Resumen de coincidencias

22 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

Rank	Source	Percentage
1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	5 %
2	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	4 %
3	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	2 %
4	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %
5	www.scielo.org.pe Fuente de Internet	1 %
6	sqperu.org.pe Fuente de Internet	1 %
7	Entregado a BENEMERL... Trabajo del estudiante	1 %
8	udca.edu.co Fuente de Internet	<1 %
9	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
10	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	<1 %

Activar Windows

Ve a C... www.slideshare.net/Window...<1 %



**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE
TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL
UCV**

Código : F08-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 10-06-2019
Página : 1 de 1

YO, CÁRDENAS QUISPE PAUL DUARDO JESÚS, identificado con DNI N° 70431410, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo Filial Lima-Norte, autorizo (X) , No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi tesis titulada **REMOCIÓN DE CONCENTRACIÓN DE METALES POTENCIALMENTE TÓXICOS MEDIANTE MUCÍLAGO DE *MALVA SYLVESTRIS L.* EN EL AGUA MINEROMEDICINAL DE LA POZA "LA MILAGROSA" SALINAS, CHILCA 2019 ; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33**

Fundamentación en caso de no autorización:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

FIRMA

DNI: 70431410

FECHA: Lima, 03 de agosto del 2020

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	---------------------	--------	---------------------------------

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 10-06-2019 Página : de 1
--	--	---

YO, **SUSAM TEOFILA CASTAÑEDA CORDOVA**, identificado con DNI N° **41599604**, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo Filial Lima-Norte, autorizo (X) ; No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi tesis titulada **REMOCIÓN DE CONCENTRACIÓN DE METALES POTENCIALMENTE TÓXICOS MEDIANTE MUCÍLAGO DE *MALVA SYLVESTRIS L.* EN EL AGUA MINEROMEDICINAL DE LA POZA “LA MILAGROSA” SALINAS, CHILCA 2019** ; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



 FIRMA

DNI: 41599604

FECHA: Lima, 03 de agosto del 2020

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	---------------------	--------	---------------------------------



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE
LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Cárdenas Quispe Paul Duardo Jesús

INFORME TITULADO:

Remoción de concentración de metales potencialmente tóxicos mediante mucilago de Malva Sylvestris L. en el agua mineromedicinal de la poza "La Milagrosa" Salinas, Chilca 2019

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO(A) AMBIENTAL

SUSTENTADO EN FECHA: 7/14/2019

NOTA O MENCIÓN: 15


Dr. Elmer G. Benites Alfaro
Encargado de investigación

Fecha exp:22/07/2020

Numero_46/07-2020



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE
LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Castañeda Córdova, Susam Teófila

INFORME TÍTULADO:

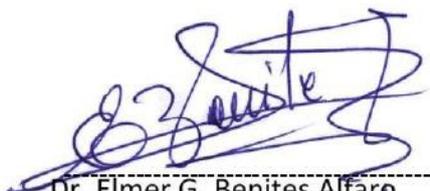
Remoción de concentración de metales potencialmente tóxicos mediante mucílago de Malva Sylvestris L. en el agua mineromedicinal de la poza "La Milagrosa" Salinas, Chilca 2019

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO(A) AMBIENTAL

SUSTENTADO EN FECHA: 7/14/2019

NOTA O MENCIÓN: 15


Dr. Elmer G. Benites Alfaro
Encargado de investigación
CP 7198

Fecha exp:22/07/2020

Numero_46/07-2020