



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



[Atribución 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0)

Esta licencia permite que otros distribuyan, mezclen, adapten y construyan sobre su trabajo, incluso comercialmente, siempre que le reconozcan la creación original. Esta es la licencia más complaciente que se ofrece. Recomendado para la máxima difusión y uso de materiales con licencia.

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA

EVALUACION DE ORIGINALIDAD

CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título es:

“NIVELES DE METALES PESADOS EN EL AGUA DE CONSUMO HUMANO Y SU EFECTO DE POBLADORES EN EL DISTRITO DE CHIPAO- AYACUCHO”

Presentado por:

BELLIDO BASILIO CARMEN ROSARIO

ROL DEL AUTOR del nivel PREGRADO de la Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria El resultado obtenido es PORCENTAJE DE SIMILITUD del 9% por el cual se otorga el calificativo de:

APROBADO,

Según Reglamento de Evaluación de la Originalidad

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Ica, 24 de Noviembre de 2021

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA
UNIDAD DE INVESTIGACION
[Firma]
Dr. Jaime Martínez Hernández
DIRECTOR

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA DE ICA
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA
UNIDAD DE INVESTIGACION
[Firma]
Dr. Jaime Martínez Hernández
DIRECTOR

**UNIVERSIDAD NACIONAL
“SAN LUIS GONZAGA”**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y
SANITARIA**



TESIS

**“NIVELES DE METALES PESADOS EN EL AGUA DE
CONSUMO HUMANO Y SU EFECTO DE POBLADORES EN EL
DISTRITO DE CHIPAO- AYACUCHO”**

**CIENCIAS NATURALES, INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS
SOSTENIBLES**

PRESENTADO POR:

BELLIDO BASILIO CARMEN ROSARIO

ASESOR: Dr. Ramiro ZUZUNAGA MORALES

ICA–PERÚ

2021

INDICE

	Pág.
RESUMEN	05
SUMMARY	06
CONTRACARATULA	07
INTRODUCCIÓN	08
CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES	10
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
1.1.1. Descripción de la Realidad problemática	10
1.1.2. Formulación del problema	10
1.2. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	11
1.2.1. Antecedentes a nivel internacional	11
1.2.2. Antecedentes a nivel nacional	13
1.2.3. Antecedentes a nivel local	14
CAPÍTULO II: ASPECTOS TEÓRICOS	15
2.1. TECNICAS DE ELIMINACION DE METALES PESADOS EN AGUAS	15
2.1.1. Procesos de Oxidación-reducción	15
2.1.2. Tratamiento Electroquímico	15
2.1.3. Proceso de Membrana	16
2.1.4. Extracción por Disolventes	18
2.1.5. Adsorción sobre Carbón Activado	19
2.1.6. Fitorremediación	19

2.2. MARCO CONCEPTUAL	25
2.3. MARCO LEGAL	28
2.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN	28
2.4.1. Justificación	28
2.4.2. Importancia	29
2.5. OBJETIVOS	30
2.5.1. Objetivo general	30
2.5.2. Objetivos específicos	30
2.6. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	30
2.6.1. Hipótesis principal	30
2.6.2. Hipótesis específicas	31
2.7. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN	31
2.7.1. Variable independiente	31
2.7.2. Variable dependiente	31
2.7.3. Operacionalización de variables	32
CAPÍTULO III: MÉTODOS Y MATERIALES	32
3.1. METODOLOGIA	33
3.2. RECONOCIMIENTO DE METODOS	45
3.2.1. Reconocimiento de los metales	45
3.2.2. Alternativas de solución para mejorar la calidad fisicoquímica, microbiológica y el contenido de metales pesados del agua potable en la ciudad de chipao	52
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	58
3.3.1. Técnica de recolección de datos	58

3.3.2. Instrumentos de recolección de datos	59
3.4. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.	59
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	61
CONCLUSIONES	73
RECOMENDACIONES	74
FUENTES DE INFORMACION	75

RESUMEN

El contenido de metales pesados en el recurso hídrico es una contaminación con metales pesados, los mismos que causan enfermedades severas a la población por lo que compromete de hecho la seguridad alimentaria y salud pública, por ello es necesario ubicar las fuentes de contaminación.

En esta investigación se realizó el estudio del contenido de los iones metálicos de los metales pesados con alta toxicidad como el Pb y el Cd del agua del distrito de Chipao. Dichos metales analizados, en los puntos de muestreo, se determinó que están cerca a los ECAs de la normatividad vigente, generados por las actividades extractivas que se realizan en los manantiales de la cuenca agua arriba. Se pudo analizar el contenido de metales con el laboratorio especializado de NSF Inassa, Así mismo se puede describir que se desarrolló tres muestreos de las aguas superficiales. El análisis que se hizo pudo determinar el comportamiento del sistema de adsorción determina el estudio de la cinética utilizando la ecuación de Langergren (teniendo la concentración inicial de Cd en el punto RGran1 de 0.064 mg/L y de Pb en el punto RGran3 de 0.055 mg/L pH de 6.5). Por medio del modelamiento Lineal de Langmuir y Freundlich, encontrando con el primer modelo un mejor coeficiente en un tiempo de contacto adecuado, es adecuado y altamente eficiente para adsorber los metales pesados tóxicos como el Cd, Pb, etc., de las aguas del distrito de Chipao.

Palabras Claves: Tiempo, método de tratamiento, Rizoextracción, metales pesados, Distrito de Chipao.

ABSTRACT

In this research, the study of the content of metal ions of heavy metals with high toxicity such as Pb and Cd of the water of the Chipao district was carried out. These metals analyzed, in the sampling points, it was determined that they are close to the ECAs of the current regulations, generated by the extractive activities that are carried out in the springs of the upstream basin. It was possible to analyze the metal content with the specialized laboratory of NSF Inassa. Likewise, it can be described that three samples of surface waters were carried out. The analysis that was made could determine the behavior of the adsorption system determines the study of kinetics using the Langergren equation (having the initial concentration of Cd at the RGran1 point of 0.064 mg / L and of Pb at the RGran3 point of 0.055 mg / L pH of 6.5). By means of the Langmuir and Freundlich linear modeling, finding with the first model a better coefficient in an adequate contact time, is suitable and highly efficient to adsorb toxic heavy metals such as Cd, Pb, etc., from the waters of the Chipao district.

Keywords: Time, treatment method, Rhizoextraction, heavy metals, Chipao District.

**UNIVERSIDAD NACIONAL
“SAN LUIS GONZAGA”**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y
SANITARIA**

TESIS

**“NIVELES DE METALES PESADOS EN EL AGUA DE
CONSUMO HUMANO Y SU EFECTO DE POBLADORES EN EL
DISTRITO DE CHIPAO- AYACUCHO”**

**Línea de Investigación: CIENCIAS NATURALES, INGENIERÍA Y
TECNOLOGÍAS SOSTENIBLES**

PRESENTADO POR:

BELLIDO BASILIO CARMEN ROSARIO

ASESOR: Dr. RAMIRO ZUZUNAGA MORALES

ICA-PERÚ

2021.

INTRODUCCIÓN

Nosotros como profesionales preocupados por el medio ambiente, consideramos que el cadmio es uno de los metales considerados más tóxicos que se encuentran en el agua de consumo humano y en el ambiente.

Considero que existe una deliberada liberación del cadmio al medio ambiente provocadas por las aguas residuales, y esto se debe a las industrias como la metalmecánicas, pinturas, entre otras, etc. (Aderval, L., Costa, A., da Costa, A., Henriques, C., 2010) (Tsezos, 2001).

El aumento del contenido de metales diversos una de las principales fuentes que contribuyen son las actividades industriales, los cuales bajo su forma iónica se descargan a mares y ríos, que en su mayoría se deben a los volúmenes grandes de efluentes altamente contaminantes con metales tóxicos como el Cu, Cd, Cr, Pb, Zn (Aderval, L., Costa, A., da Costa, A., Henriques, C., 2010)

Por tal motivo se ha buscado una serie de métodos con el fin de llevar a cabo la remoción de metales pesados de aguas contaminadas. Se han incluido métodos fisicoquímicos, entre los más destacados tenemos: osmosis inversa, electrodeposición, filtración, resina de intercambio iónico, adsorción, etc (Fagundes-Klen, Ferri, M., Martins, T., Tavares, C. Silva, E., 2007).

En concentraciones del metal en solución de 1 a 100 ppm los métodos antes mencionados no son tan efectivos, los cuales se tornan con un alto costo y un bajo rendimiento.

Los materiales biológicos tienen una propiedad de biosorción permitiendo la acumulación de los metales pesados que se encuentran en las muestras sometidas a estudio.

En la actualidad este proceso de gran innovación se lleva a cabo utilizando biomateriales, como algas marinas, hongos, residuos que provienen de procesos biológicos, etc., lo importante que tienen un bajo costo y en la naturaleza abundan. En las últimas investigaciones se ha demostrado que las algas marinas poseen una capacidad de adsorción excelente son eficaces y se pueden encontrar en grandes cantidades en el mar.

Por lo tanto es importante y esencial estudiar el efecto que tiene la presencia de una serie de especies metálicas, porque podría interferir potencialmente en la adsorción del metal de interés.

“De esta manera, se podría determinar qué biomasa es mejor para solventar cada uno de los problemas que se pueda presentar en un determinado efluente contaminado” (Romera, E. Gonzales, Ballester, A., Blázquez, M. y Muñoz, J., 2003)

CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1. Descripción de la Realidad Problemática

Hoy en día en el Perú, dentro de un contexto de iniciativas para el desarrollo de la actividad minera y como incremento de los pobladores en la partes cercanas a dichas actividades, incluyendo a diversas áreas del sector del Distrito de Chipao por lo que el laboreo de la actividad minera está contaminando el recurso hídrico, el mismo que tiene efectos negativos en la salud humana de los pobladores de Chipao, toda vez que el recurso hídrico el cual consume los pobladores el que sale de los manantiales que existen el distrito.

Por ello, en la actualidad se acepta de forma generalizada que la distribución, movilidad, disponibilidad biológica y toxicidad de los elementos químicos no es función de la concentración total de los mismos, sino que dependen de la forma química en la que se encuentren (Carusso, J.A. et.al, 2003; Hirose, K. 2006)

En última instancia, este tipo de investigación puede dar lugar a una legislación ambiental basada en la concentración máxima permisible de especies químicas, en vez de una legislación basada en concentraciones totales de los elementos (Michalke, 2003; Sigg L. et.al, 2006).

1.1.2. Formulación del problema

1.1.2.1. Problema general

¿En qué medida se está contaminando las aguas de consumo humano con metales pesados en el distrito de Chipao Ayacucho?

1.1.2.2. Problemas específicos

PE1: ¿De qué forma se determinará los metales pesados en el agua de consumo humano en el distrito de Chipao?

PE2: ¿Cómo establecer el efecto de metales pesados en los pobladores del distrito de Chipao?

1.2. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.2.1. Antecedentes a nivel Internacional

Medina S.A, Guillen R. y Medina O.R. (2013) investigación titulada:“Determinación de plomo en leche de ganado bovino en el Cantón Sitio del Niño, Municipio de San Juan Opico, departamento de La Libertad, El Salvador.” El objetivo de este consistió en:

“determinar la presencia de plomo en leche de ganado bovino y agua habiendo muestreado ambos fluidos en tres ganaderías, situadas en el radio de contaminación con plomo de 1,500 metros declarada por el Ministerio de Recursos Naturales y Medio Ambiente

(MARN) y tres ganaderías situadas fuera del radio de contaminación; calculando los resultados con el lector de absorción atómica. Los niveles de plomo presentes en las muestras de leche de las tres ganaderías dentro del radio de contaminación demuestran que la ganadería 1, presenta los niveles más altos conteniendo hasta 2,254mg/litro de plomo y de las tres ganaderías fuera del radio de contaminación la ganadería 4 presento valores de 0.820mg/litro, por lo que se aprecia que existen niveles de plomo en leche con valores no permitidos en los sitios dentro y fuera del radio de contaminación (4,100 metros)”.

Ayala J. y Romero H. (2013) investigación titulada: “presencia de metales pesados (arsénico y mercurio) en leche de vaca al sur de ecuador”

El presente trabajo fue desarrollado en el Cantón Arenillas, provincia de El Oro, al sur de Ecuador:

.”El objetivo de este consistió en determinar la presencia de arsénico y mercurio en la leche que se comercializa y que es obtenida del ganado vacuno existente en el lugar. Las muestras de leche fueron recolectadas de vacas lecheras de la zona y del mercado del cantón Arenillas. Luego fueron analizadas mediante Espectrofotometría de Absorción Atómica con Generación de Vapor de Hidruros, previa digestión según normativa EPA y AWWA. Los resultados muestran que para el caso del mercurio se excede en 2,2 veces la norma establecida por la Norma Técnica Ecuatoriana NTE 0009:2008 de 0,005 mg/kg en su media; mientras que en el caso del arsénico, aunque si se encontró presencia de este metal, no sobrepasó en ningún caso el

valor de 0,015 mg/kg que es el límite permitido por la Norma Técnica Ecuatoriana NTE 0009:2008”.

Según Agudelo, L.; Macías, K. y Suarez, A. (2005), en el artículo *“Fitorremediación: la alternativa para absorber metales pesados de los biosólidos”* (Agudelo, L, Macias, K. , & Suárez, A., 2005), llegando a la conclusión que es una alternativa eficaz y económica, en la descontaminación de metales pesados en biosólidos, sin deteriorar los suelos en los que se aplican, disminuyendo la contaminación no solo del suelo, sino del agua y llegar a cualquier organismo vivo a través del suelo(Agudelo, L.; Macias, K. y Suarez, A., 2005).

Según Mori, M.; Maldonado, H.; Guzmán, E.; Eyras, C. Bernardelli, C.; Viera, M. y Donati, E. (2013), en el artículo *“Estudio Cinético E Isotérmico De La Biosorción De Zinc (II) Y Cadmio (II) Para Un Sistema Monometálico-Bimetálico Por Undaria Pinnatifida Sp.”* (Mori, M.; Maldonado, H.; Guzmán, E.; Eyras, C. Bernardelli, C.; Viera, M. y Donati, E., 2013), estudio en el cual se realiza el reporte de la capacidad de adsorber que posee el alga wakame. En la adsorción de los iones metálicos de Zinc y cadmio para un sistema individual (monometálico) y en mezclas (bimetálico) de una solución acuosa (Mori, M.; Maldonado, H.; Guzmán, E.; Eyras, C. Bernardelli, C.; Viera, M. y Donati, E., 2013). El estudio de la cinética determinó que el

comportamiento del sistema de adsorción fue de pseudo segundo orden usando la ecuación de Langergren (Mori, M.; Maldonado, H.; Guzmán, E.; Eyras, C. Bernardelli, C.; Viera, M. y Donati, E., 2013).

Según Guevara, A.; De la Torre, E.; Villegas, A. y Criollo, E. (2009), en el artículo *“Uso de la rizofiltración para el tratamiento de efluentes líquidos de cianuración que contienen cromo, cobre y cadmio”* (Guevara, A.; De la Torre, E.; Villegas, E. y Criollo, E., 2009), reportando que una técnica alternativa de fitorremediación es la rizofiltración, que por medio de las raíces de plantas se logra descontaminar aguas o efluentes líquidos. Es una técnica útil para tratar soluciones que han sido contaminadas con metales pesados, siendo entre una de las opciones que se obtiene el mejor costo-beneficio respecto a otros métodos mecánicos o químicos empleados con los mismos fines (Guevara, A.; De la Torre, E.; Villegas, E. y Criollo, E., 2009). La rizofiltración es empleada en esta investigación con la finalidad llevar a cabo la detoxificación de soluciones sintéticas que tienen la presencia de Cr, Cu y Cd, de concentraciones de 5 a 20 ppm y además para el tratamiento de un efluente líquido de cianuración industrial, con contenidos elevados de cobre (177 mg/l), cromo (0,02 mg/l) y cadmio (2,1 mg/l) (Guevara, A.; De la Torre, E.; Villegas, E. y Criollo, E., 2009). En ambos casos se evalúa el porcentaje de absorción de contaminantes de las

soluciones, empleando plantas de pasto, alfalfa y sambo (Guevara , A.; De la Torre, E.; Villegas, E. y Criollo, E., 2009). Determina que con el uso de las de pasto y alfalfa ha logrado la obtención del 99 % de absorción de cobre y más del 80 % de absorción de cadmio, mientras que para el cromo se tiene hasta el 60 % de absorción con raíces de sambo (Guevara , A.; De la Torre, E.; Villegas, E. y Criollo, E., 2009).

1.2.2. Antecedentes a nivel nacional

Bárcena N.R. (2011) investigación titulada: “determinación de metales tóxicos en leche de ganado bovino en el ámbito de la microcuenca lechera de Umachiri, región Puno”.

El objetivo consistió determinar niveles de metales tóxicos en leche de ganado bovino de la microcuenca lechera de Umachiri:

“Se utilizó La espectrofotometría de emisión atómica - plasma acoplado inductivamente (ICP - AES) es un método moderno, simple y exacto, que se usó para la determinación de metales en leche cruda de bovinos en 15 establos ubicados en el ámbito de la "cuenca lechera de Umachiri", Región Puno, en muestras colectadas en botellas de polipropileno que posteriormente fueron sometidas a digestión neumática. Se determinó metales esenciales (Ca, Mg, Na, k, Cu, Fe, Mn y Zn), tóxicos (Pb, As, Cd y Cr) y otros (Ag, Al, B, Ba, Be, Co, Mo, Ni, Se, Sn, Tl y V), mediante el método USEPA 200.7, hallándose que determinados elementos ligados a depósitos auríferos

epidermales; se encuentran en proporciones exorbitantes”.

Según Salazar, M. (2005), en su investigación *“Aplicación e Importancia de las Microalgas En El Tratamiento De Aguas Residuales”* (Salazar, 2005), su fundamental propósito es el comportamiento de la totora con el fin de descontaminar las aguas residuales proveniente de los relaves de la planta concentradora Huari (Salazar, 2005). Estas aguas contienen iones metálicos y son descargadas al río Mantaro sin ningún tratamiento (Salazar, 2005). Ha realizado estudios que permitan el tratamiento de aguas acidas por medio de la fitorremediación que se basó en emplear la *Eichhornia crassipes* logrando la reducción de los contaminantes y su capacidad de absorber y el almacenamiento de metales pesados, como el hierro y el cobre, que se encuentran en las aguas residuales (Salazar, 2005). Esta técnica de tratamiento resuelve el problema de contaminación de efluentes metalúrgicos (Salazar, 2005).

1.2.3. Antecedentes a nivel local

En la búsqueda de la información bibliográfica a nivel local no se ha encontrado investigaciones que tengan relación con el tema de investigación.

CAPÍTULO II: ASPECTOS TEÓRICOS

2.1. TECNICAS DE ELIMINACION DE METALES PESADOS EN AGUAS

Para lograr eliminar en las aguas residuales los iones metálicos, las técnicas principales técnicas son los diversos métodos químicos y biológicos, que a continuación describiremos algunos importantes:

2.1.1. METALES PESADOS

Se denomina metales pesados a aquellos elementos químicos que poseen un peso atómico comprendido entre 63.55 (Cu) y 200.59 (Hg), y que presentan un peso específico superior a 4 (g cm⁻³). Cabe destacar que en esta categoría entran prácticamente todos los elementos metálicos de interés económico, por tanto, de interés minero (Baird C. 2014).

2.1.2. ORIGEN DE LOS METALES PESADOS EN LOS SISTEMAS ACUÁTICOS

A. Origen natural

El contenido en elementos metálicos de un suelo libre de interferencias humanas, depende en primer lugar de la composición de la roca madre originaria y de los procesos erosivos sufridos por los materiales que conforman el mismo una alta concentración de metales puede resultar en ciertos casos de su material geológico sin que haya sufrido una contaminación. La acción de los factores medioambientales sobre las rocas y los suelos derivados de ellas son los determinantes de las diferentes concentraciones basales de metales pesados en los sistemas fluviales (aguas, sedimentos y biota). (Rojas C M. 2005).

B. Origen antropogénico

Se entiende por contaminación de origen antropogénico a la intervención humana en el ciclo biogeoquímico de los metales pesados. Actualmente es difícil encontrar una actividad industrial o un producto manufacturado en los que no intervenga algún metal pesado los principales orígenes antropogénicos de metales pesados pueden ser agrupados de acuerdo a las principales actividades económicas que se realizan en las poblaciones locales que dependen e inciden directamente en la salud del río: agropecuario (agrícola, ganadero, acuícola), industriales (extracción forestal, bancos de materiales) y doméstico. (Rojas C M. 2005)

C) Toxicidad

El mercurio puede ingresar al organismo por las siguientes vías: inhalatoria, oral y dérmica. La vía oral es la principal vía de exposición ya que se absorben del 90 al 95% en el tracto gastrointestinal. (Ministerio de Salud. 2013).

La toxicidad del mercurio se encuentra directamente relacionada a su unión covalente con los grupos sulfhidrilos (SH) también tiene afinidad a los grupos carboxilos, amidas, aminos, lo que contribuye a su toxicidad a nivel de la membrana citoplasmática esta posee grupos sulfhidrilos que son esenciales para las propiedades normales de permeabilidad y transporte (Baird C. 2014). Inhibe enzimas esenciales como las catalasas plasmáticas, asimismo afecta la homeostasis del ión calcio, incluso en exposiciones a corto plazo (menores a 24 horas) produciendo muerte neuronal.(DIGESA-MINSA 2015)

2.1.3. AGUA

El agua es un líquido compuesto de oxígeno(O) e hidrógeno (H₂) su fórmula es H₂O tiene disueltos diversos minerales y materias

orgánica que le dan color, olor y sabor peculiares, se presentan en estado líquido, gaseoso (vapor atmosférico =nubes) solidos hielo.(Brack A, Mendiola C. 2010)

Un 71% de la superficie de la tierra es agua, de las cuales el 97% del volumen se encuentra en los océanos sólo aproximadamente 3% de toda el agua del mundo es agua dulce, y 0.003% del volumen total del agua de la tierra está disponible.(Tyler G, Miller J. 2002)

En donde la agricultura y la ganadería son los mayores consumidores de agua (92%) del agua disponible, mientras que a población consume 6%, la industria 1% y otro tanto la minería. (Alegre M. et al. 2001)

2.1.4. Procesos de Oxidación-reducción

En este proceso se utiliza un reactivo que actúa como oxidante tanto como reductor, aquí se va a dar una transferencia de electrones entre las sustancias que se han añadido

Para llevar a cabo el tratamiento de efluentes que tiene presencia de metales pesados uno de los procesos que se utiliza más es la reducción del Cr (VI), a Cr (III), previamente antes de ser precipitado. Se lleva a cabo esta reacción adicionando de agentes reductores como el dióxido de azufre (SO₂) y sus sales, el bisulfito sódico (NaHSO₃) o el ion Fe (II). Reacciones que dependen fuertemente del pH, de forma que el intervalo de trabajo va a depender del reactivo que se utiliza (Izquierdo, 2010).

2.1.5. Tratamientos Electroquímicos

Reacciones de oxidación-reducción inducidas por la aplicación de energía eléctrica externa entre dos electrodos que se encuentran inmersos en una disolución conductora son tratamientos electroquímicos (Izquierdo, 2010).

En esta tecnología la aplicación que se conoce más viene a ser la reducción catódica de los iones metálicos que se encuentran presentes en una disolución para lograr la deposición del metal. Tampoco resulta una técnica adecuada cuando la concentración de metal es reducida, normalmente inferior a 10 mgdm^{-3} , debido a la disminución de la eficacia de la operación (Eilbeck, W.J., Mattock, G., 1987).

2.1.6. Procesos de Membrana:

Estos procesos de membrana son muy conocidos ya que el proceso mismo nos indica que es un proceso físico, el mismo que separa los solutos que se encuentran presentes en el agua.

De otro lado se diferencian entre sí por el material constituyente de la membrana, la naturaleza de la fuerza impulsora, el mecanismo de separación y el tamaño de poro de la membrana (Linares, 2018).

Esta tecnología tiene diversas aplicaciones. Concretamente, para la eliminación de metales pesados se emplean la ultrafiltración, la nanofiltración y la ósmosis inversa (Izquierdo, 2010).

Las membranas de ultrafiltración retienen partículas con un tamaño comprendido entre $0,005 \mu\text{m}$ y $0,2 \mu\text{m}$ (Tchobanoglous, G., Burton, F., Stensel, H., 2003). Logran la retención de solutos cuyo peso molecular se encuentra en el rango 300-500000. Las presiones suelen estar comprendidas en el rango 100 psi (Seader, J., Henley, E., 2006).

La nueva tecnología de la Nanofiltración, ya que estas están constituidas por membranas de poros extremadamente pequeños y también por su carga superficial, en el mismo que incluyen los efectos esféricos.

En la ósmosis inversa, se realiza la aplicación de una presión hidrostática mucho mayor que la presión osmótica de la alimentación, logrando la retención de los compuestos y pasando a través de esta el agua. Esta tecnología de osmosis inversa puede retener partículas entre $0,001 \mu\text{m}$ y $0,0001 \mu\text{m}$ y las presiones que se indican son de trabajo entre 100 psi y 1000 psi (Seader, J., Henley, E., 2006).

Relativamente, es una técnica, que tiene un costo elevado, además está asociado a la adquisición de las membranas, si bien es cierto que éste disminuyendo debido a la continua evolución de la tecnología en la fabricación de membranas y el número de instalaciones operativas en aumento.

2.1.7. Extracción por Disolventes:

El tratamiento con disolventes, según lo indicado por Linares (2018) en la que sostiene que para eliminar los metales pesados se debe aplicar una extracción del metal por contacto del efluente contaminado con un disolvente orgánico, luego una separación de la fase orgánica del efluente descontaminado.

Para la extracción de cationes se lleva a cabo por lo general formado complejos con agentes complejantes ácidos que se encuentran presentes en el disolvente orgánico, mientras que en la extracción de aniones se logra mediante la formación iónica con sustancias como los alquilaminicos o compuestos de amonio cuaternario, también se utilizaron esta técnica para recuperar parte de los metales pesados presentes en un fango industrial (Silva, J., Paiva, A., Soares, D., Labrincha, A., Castro, F.,, 2005). Para ello, separaron los metales del fango utilizando una disolución ácida que posteriormente fue sometida al

procedimiento de extracción con disolventes, en el que se utilizó ácido fosfórico disuelto en keroseno como disolución de extracción (Silva, J., Paiva, A., Soares, D., Labrincha, A., Castro, F.,, 2005).

2.1.8. Adsorción sobre Carbón Activado:

Esta tecnología de adsorción con carbón activado es un proceso unitario en el que las partículas, llámense, átomos, iones o moléculas se adhieren a la superficie del material, de manera que se hace una separación del soluto de cualquiera de las fases líquida o gas, por lo que estas partículas se concentran alrededor de la superficie del carbón activado (Izquierdo, 2010).

Un equipo para realizar esta operación unitaria es una columna de lecho fijo en donde se encuentra el carbón activado, el mismo que al ser vertido el líquido que contiene el ion, o partícula, este retiene sobre su superficie o poros los materiales no deseados, y se toma muestras del líquido saliente de manera que se pueda determinar hasta qué momento se puede hacer pasar la corriente de líquido sobre el lecho fijo..

2.1.9. Fitorremediación:

Proceso de gran utilidad en el cual se utilizan plantas para lograr la remoción, transferencia, estabilización, concentración

y/o destrucción de contaminantes (orgánicos e inorgánicos) en los diversos suelos, y llevar a cabo en el lugar o fuera del lugar. Los mecanismos de fitorremediación incluyen la rizodegradación, la fito-extracción, la fitodegradación y la fitoestabilización (Agudelo, L, Macias, K. , & Suárez, A., 2005).

2.2. MARCO CONCEPTUAL

A. POTABILIZACIÓN DEL AGUA

El agua se encuentra en diferentes mantos de agua, pero para potabilizar agua se debe realizar las operaciones y procesos a fin de asegurar su calidad, de manera que se debe aplicar una clarificación, una filtración y Para los microorganismos una cloración.

Agua.-El agua es un líquido compuesto de oxígeno(O) e hidrógeno (H₂) su fórmula es H₂O tiene disueltos diversos minerales y materias orgánicas que le dan color, olor y sabor peculiares, se presentan en estado líquido, gaseoso (vapor atmosférico =nubes) sólidos hielo (Brack A, Mendiola C. 2010).

Contaminación del agua.-El agua está contaminada cuando su composición se haya alterado de modo que no reúna las condiciones necesarias para el uso al que se la hubiera destinado, en su estado natural (OMS. 2012).

B. Clarificación.

La clarificación elimina la materia orgánica, turbidez y color del agua. Coagulación: mediante esta operación se separan del agua las finísimas partículas que originan turbidez y color. El coagulante casi universalmente utilizado es sulfato de aluminio (Luna C. Manual, 1991).

C. Sedimentación.

Para efectuar la sedimentación se aplica unos coagulantes, de manera que al dejar en reposo el agua, las partículas pesadas van a ir al fondo por gravedad. Se debe tener en cuenta que, una vez formada los coágulos estos sedimentan

D. CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA POTABLE.

Debemos asegurar que el agua de consumo humano está libre de partículas o microorganismos, por lo que debe desarrollarse un control estricto de calidad de manera que los parámetros medidos estén

Tabla 5. Parámetros de control de calidad fisicoquímica ⁽⁵¹⁾.

Parámetro	Entrada de planta	Salida de decantadores	Salida de filtros
Temperatura	X		
Turbiedad	X	X	X
Color	X	X	X
Sabor y olor	X		
Alcalinidad	X	X	X
pH	X	X	X
Índice de saturación			X
Cloro residual			X
Prueba de jarras	X		

E. CONTENIDO DE METALES PESADOS

Metal pesado.- Se denomina metales pesados a aquellos elementos químicos que poseen un peso atómico comprendido entre 63.55 (Cu) y 200.59 (Hg), y que presentan un peso específico superior a 4 (g cm⁻³). Cabe destacar que en esta categoría entran

prácticamente todos los elementos metálicos de interés económico, por tanto, de interés minero (Baird C, Cann M., 2014).

La contaminación del agua por los metales pesados originada por vía antrópica y natural, viene perturbando la seguridad alimentaria y salud pública (Jimeno E. 1998), con la presencia de mercurio (Hg), arsénico (As), plomo (Pb), cadmio (Cd), zinc (Zn), níquel (Ni) y cromo (Cr) en hortalizas tales como la lechuga, repollo, calabaza, brócoli y papa (Kapoor A, 1998), debido al riego con aguas contaminadas (Krauskopf M. 1995)., así como también en peces, carnes y leche producto de la bioacumulación y movilidad desde el ambiente a las fuentes hídricas (EMAPA CP 2004).

Dependiendo del metal o metaloide, producen afecciones desde daños en órganos vitales hasta procesos cancerígenos (Llahuilla J. 2015).

Las principales vías de exposición son: la inhalación de partículas de plomo generadas por combustión de algunos materiales, la ingestión de polvo, agua o alimentos contaminados (MINAM MdA. 2008), asimismo tiende a distribuirse en órganos, tejidos, huesos y dientes, donde se va acumulando con el paso del tiempo (Miranda N. 2000) y la intoxicación por plomo varía de acuerdo a la edad de la persona y su nivel de exposición (Laura E. 2009).

F. METALES EXISTENTES EN LAS AGUAS DE CONSUMO HUMANO

Varios estudios independientes de organismos nacionales, como el ANA y reportajes realizados confirman la marcada contaminación de la cuenca Rio Grande; es un botadero de sustancias causadas por las actividades como la gran minería y la minería informal que operan de manera inadecuada y sin cumplimiento de la normatividad ambiental.

Las aguas contaminantes de la cuenca Rio Grande son utilizadas por la población dedicada a la agricultura, la reproducción de camarones como medio de desarrollo local.

La descarga de aguas residuales domésticos y de las mineras informales donde vierte ácido sulfúrico, arsénico, cadmio, cianuro, mercurio, plomo, productos de desechos de sus procesos.

G. EFECTOS AMBIENTALES DEL ARSÉNICO

El Arsénico puede ser encontrado de forma natural en la tierra en pequeñas concentraciones. Esto ocurre en el suelo y minerales y puede entrar en el aire, agua y tierra a través de las tormentas de polvo y las aguas de escorrentía.

En realidad el Arsénico es naturalmente específicamente un compuesto móvil, básicamente significa que grandes concentraciones no aparecen probablemente en un sitio específico. Esto es una buena cosa, pero el punto negativo es que la contaminación por Arsénico llega a ser un tema amplio debido al fácil esparcimiento de este. El Arsénico no se puede movilizar fácilmente cuando este es inmóvil. Debido a las actividades humanas, mayormente a través de la minería y las fundiciones, naturalmente el Arsénico inmóvil se ha movilizó también

y puede ahora ser encontrado en muchos lugares donde ellos no existían de forma natural.

Cobre

Elemento químico, de símbolo Cu, con número atómico 29; uno de los metales de transición e importante metal no ferroso. Su utilidad se debe a la combinación de sus propiedades químicas, físicas y mecánicas, así como a sus propiedades eléctricas y su abundancia. El cobre fue uno de los primeros metales usados por los humanos

2.3. MARCO LEGAL

- Constitución Política del Perú: Artículos 6 y 7
- Ley N° 29338: “Ley General de los Recursos Hídricos”: 31-13-2009
- Reglamento de la Ley General de los Recursos Hídricos: D.S. 001-2010-AG. 24-03-2010
- Estándares de Calidad Ambiental para Agua: D.S. 004-2017-MINAM
- D.S. 023-2009-MINAM (19-12-2009)

2.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

2.4.1. Justificación

Uno de los principales problemas de los distritos a nivel nacional es la inadecuada gestión de los recursos hídricos. A partir de ello, se consideró la importancia de estudiar qué cantidades de metales pesados existen el agua de consumo humano y si están estén dispuestos correctamente.

Cuando hablamos de aguas, existen un sin número de problemas, pero uno de los principales problemas de los distritos a nivel nacional es la inadecuada gestión de los recursos hídricos.

A partir de ello, se consideró la importancia de estudiar qué cantidades de metales pesados existen el agua de consumo humano y si están estén dispuestos correctamente.

En ese sentido, la principal técnica de determinación de metales pesados en el distrito de Chipao, Con esto se podrá evitar disminuir los niveles de calentamiento global.

Motivo por el cual la investigación se justifica llevando a cabo el estudio que nos permita disminuir una cantidad adecuada de metales.

La presente investigación contempla el estudio y la generación de una Propuesta de Mejora para la municipalidad de Chipao, en cuanto al uso y consumo del recurso hídrico para los pobladores del distrito de Chipao

2.4.2. Importancia

La presente investigación contempla el estudio y la generación de una Propuesta de Mejora para la municipalidad de Chipao, en cuanto al uso y consumo del recurso hídrico para los pobladores del distrito de Chipao

Las diversas actividades de los pobladores del distrito de Chipao, por lo que se deben realizar de una manera adecuada con finalidad de no seguir contaminando a una cuenca muy importante en la región, para lo cual es necesario que la población que se encuentre informado de los problemas ambientales, que algunas de sus actividades generan, y poder buscar correcciones.

Por lo tanto, la presente investigación es importante debido a que permitirá disminuir la contaminación de metales pesados de las aguas de consumo humano del distrito de Chipao, y dichas aguas se puedan utilizar para consumo humano y se pueda cuidar la salud de los pobladores y consumidores del distrito de Chipao

2.5. OBJETIVOS

2.5.1. Objetivo general

Buscar generar una propuesta de determinación de la contaminación de aguas consumo humano con metales pesados en el distrito de Chipao Ayacucho

2.5.2. Objetivos específicos

OE1: Realizar un proceso de determinación de los metales pesados en el agua de consumo humano en el distrito de Chipao

OE2: Determinar el efecto de metales pesados en los pobladores del distrito de Chipao

2.6. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

2.6.1. Hipótesis principal

Con la propuesta de determinación de la contaminación de aguas consumo humano con metales pesados en el distrito de Chipao Ayacucho se disminuirá la afección a los pobladores de Chipao.

2.6.2. Hipótesis específicas

HE1: El conocimiento de las aplicaciones y los principios de contaminación por metales pesados de determinar que metales pesados están contaminando el recurso hídrico

HE2: La selección del método de aplicación más efectivo, que disminuye la afección a los pobladores y aumenta el bienestar de la población de Chipao

2.7. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

2.7.1. Variable independiente

VI = nivel de metales pesados

2.7.2. Variable dependiente

VD = efecto de pobladores en el distrito de Chipao- Ayacucho

2.7.3. Operacionalización de variables

La precisión para definir los términos tiene la ventaja de comunicar con exactitud los resultados

En la Tabla N° 1, se detalla la operacionalización de las variables

Cuadro N° 1: Operacionalización de las variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	INDICADORES
Variable Independiente		
nivel de metales pesados	Conjunto de métodos en la determinación de los parámetros fisicoquímicos de las aguas del Distrito de Chipao	Determinación de los parámetros fisicoquímicos Normatividad vigente
Variable Dependiente		
efecto de pobladores en el distrito de Chipao-Ayacucho	Se establecen los criterios sanitarios de la calidad de las aguas de consumo humano establece los principios y normas que deben cumplir las aguas	Metales pesados removidos, en un tiempo optimo

CAPÍTULO III: MÉTODOS Y MATERIALES

3.1. METODOLOGIA

Lugar de Ejecución

El lugar de ejecución de la investigación es el distrito de Chipao-Ayacucho

La provincia de Lucanas (Ayacucho) está constituido por veintiún distritos uno de los cuales es Chipao, el mismo que está ubicado al pie del volcán Ccarhuarzo, el cual está constituido del componente de la micro cuenca de Valle Sondono

El distrito de Chipao se encuentra a 95 km de la capital de la Provincia de Puquio

Su localización esta

Coordenadas	
Capital	
Entidad <ul style="list-style-type: none">• País• Departamento• Provincia	Distrito de Perú  Perú Ayacucho Lucanas
Superficie <ul style="list-style-type: none">• Total	1166,91 km ²
Altitud	

• Media	3452 m s. n. m.
Población (2017)	
Total	
Densidad	2554 hab. 2,19 hab/km ²

El distrito de Chipao está constituido de una extensión superficial aproximada de 10116.91 km², de otro lado su ámbito territorial está comprendido entre las altitudes de 2700 a 5500 msnm, La capital del distrito se encuentra sobre los 3432 msnm aproximadamente



El trabajo experimental se realizó en el:

- LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-001



NSF Inassa

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR EL ORGANISMO PERUANO DE
ACREDITACION INACAL-DA CON
REGISTRO N° LE-001

INFORME FINAL

J-00330085

Dirección de Entrega:

ANLLY ALIAGA YALLE
CALLE PACASMAYO A46
Ica, Ica
Ica, Peru

Solicitante: C0482108

ANLLY ALIAGA YALLE

Resultado	Complete	Fecha de informe	2019-04-10
Procedencia	Caserío Chipao - Puquilo		
Producto	Agua		
Tipo de Servicio	Análisis		
Informe de Ensayo N°	J-00330085		
Coordinador de Proyecto	Julio Manuel Zarate Vargas		

Gracias por utilizar los servicios de NSF Inassa. Por favor, póngase en contacto con el Coordinador de Proyecto, si desea información adicional o cualquier aclaración que pertenecen a este informe.

Informe Autorizado por

Fecha de Emisión 2019-04-10

Enrique Osvedo Esciglope
Director Técnico de Laboratorio

Ing. Victor Sauro Pineda
Evaluador de Informes de Laboratorio
C.I.P N° 158244

Av. La Marina 3005-3009 San Miguel - Lima 32 PERU
Tel: (011) 616-0200 Email: inassa@nsf.org Web: www.nsf-inassa.pe

PI20190410125026

EN12-2: Versión 00: 2018-10-22; Documento de referencia PER12-1

J-00330085

pág 1 de 5

El presente informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente excepto con la aprobación por escrito de NSF Inassa. Solamente los documentos originales son válidos y NSF Inassa no se responsabiliza por la validez de las copias. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto ni la autorización de uso de la Marca NSF. Los resultados se refieren únicamente a los elementos analizados, en la condición de muestra recibida por el laboratorio.

- **Diseño de Investigación**

El diseño **Tipo:** Es básico, enfoque cuantitativo, enmarcado dentro del paradigma positivista (Hernández, Fernández y Baptista, 2010).

Nivel: Descriptivo, realizado en un tiempo y espacio determinado (Distrito de Chipao). Baray (2006) explica que la investigación descriptiva es la que describe de modo sistemático las características de una población, situación o área de interés.

Diseño: No experimental transversal descriptivo, con enfoque metodológico cuantitativo.

ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE

Debido a la acumulación de contaminantes, tanto en el suelo como en el aire, estos pueden contaminar las aguas superficiales y las aguas subterráneas, debido a que los líquidos provenientes de la acumulación de residuos sólidos infiltran a través del suelo y logran llegar hasta las napas freáticas, contaminado éstas.

Para la potabilización del agua para consumo humano se debe aplicar os análisis que corresponden y asegurar que este recurso es limpio y de calidad, para ello se debe realizar las pruebas de laboratorio de los cuales los resultados indicaran que es una agua lista para el consumo.

De otro lado, estas aguas de consumo, deben ajustarse a los dispositivos legales que son los límites máximos permisibles según el contenido de sustancias

Biodisponibilidad

La toxicidad de los metales pesados es muy alta.

Si un metal pesado puede ser adsorbido por un microorganismo, planta u otro material, éste material metálico debe estar biodisponible, es la única forma que este metal pueda ser digerido por el microorganismo o ser adsorbido por las plantas.

De otro lado se debe entender que la biodisponibilidad es un concepto relacionado con las características físicas y químicas del medio donde se encuentren.

Inmovilización de metales pesados

Dentro de la gama de microorganismos existen los microorganismos tolerantes y resistentes, por lo que éstos se caracterizan de tener dentro de su estructura un mecanismo que los hace poseer un mecanismo de desintoxicación.

Estos fenómenos son: biosorción, bioacumulación, biomineralización, biotransformación y quimiosorción mediada por microorganismos

Biosorción

Cuando se estudia la Biorremediación estos están íntimamente relacionados con la biosorción de diversos metales que se encuentran en el suelo, tales como el Zn, Ni, Pb, Cu, entre otros.

Así mismo, los microorganismos son susceptibles a retener los metales pesados.

Tener en cuenta que estos microorganismos trabajan en un tiempo relativamente rápido cuando se encuentran en contacto con estos metales.

Bioacumulación

Este proceso de bioacumulación se ha en la estructura del microorganismo, éste tien un sistema donde su ATP secuestra estos metales dentro de su citoplasma con la actividad de las proteínas del sistema ricas en grupos 49 sulfhidrilos llamadas metalotioneínas.

Algunos ejemplos de este proceso son muy interesantes, como el caso de acumulación de uranio por la bacteria *Pseudomonas aeruginosa*, el cual fue detectado íntegramente en el citoplasma, al igual que en la levadura *Saccaromyces cerevisiae*.

Biom mineralización

Una vez que los microorganismos han digerido los metales pesados los hacen precipitar como carbonatos y otros.

Podemos afirmar que el trabajo de estos microorganismos es parecido a una bomba que expulsa un metal tóxico.

Esto produce una alcalinización localizada sobre la superficie celular externa y por lo tanto la precipitación del metal pesado.

Biotransformación

Al producirse una transformación del metal pesado cuando se produce una oxidación o metilación.

Cinética de Absorción

Para calcular la cantidad del metal adsorbido y las constantes cinéticas se empleó la ecuación del balance de masa y la ecuación Langergren linealizado, respectivamente.

$$\text{Eficiencia de remoción} = \frac{C_i - C_e}{C_i} * 100 \dots \dots \dots (1)$$

Donde $C_i - C_e$ concentraciones al inicio y al alcanzarse el equilibrio respectivamente.

$$q_e \left(\frac{mg}{L} \right) = \frac{C_i - C_e}{m} \dots \dots \dots (2)$$

Donde q_e capacidad de absorción de la biomasa en equilibrio (mg/g), m masa de bioadsorbente utilizado (g).

Para llevar a cabo la evaluación de la capacidad efectiva de adsorción de la *Undaria pinnatifida* a la biomasa bajo las condiciones prácticas, se utilizaron muestras de los puntos de monitoreo 1372RGran1 y 1372RGran2 al que se determinó la concentración de los metales a evaluar por Espectrometría de Absorción Atómica (EEA). Para cada punto de monitoreo se tomaron 5 Litros de muestra, se deposita en un recipiente con una capacidad de 10 Litros y se pusieron en contacto con diferentes cantidades de alga (6, 12, 18, 24, 30, y 36 unidades) durante 24 horas en agitadores a 120 rpm y 25 °C de temperatura manteniendo el $pH = 6.5$ original de la muestra. Posteriormente terminada las fases de las pruebas se retira el biosorbente (alga wakame), junto con una muestra de 500 ml para determinar las cantidades de metales removidos usando el espectrofotómetro de absorción atómica (EEA).

Los experimentos se han realizado por duplicado se consideró el valor promedio de la concentración del metal para determinar los resultados. La eficiencia en la remoción del metal y por intermedio de la ecuación 1 y 2 se calculó la capacidad con que es adsorbido el Ni a partir de la biomasa.

Con la finalidad de hacer la evaluación del mecanismo cinético del proceso de bioadsorción de los metales por la biomasa de *Undaria pinnatifida*, fueron aplicados a los datos experimentales los modelos para reacciones de pseudo-primer y pseudo-segundo orden (Díaz Puig, A., Guilarte Gainza, A., Chaviano Beitra, A., & Pérez Silva, R., 2017). Para El modelo de pseudo-primer orden fue utilizada la ecuación dada por (Langergren, 1898 tomada de sao y col. 2014) (Díaz Puig, A., Guilarte Gainza, A., Chaviano Beitra, A., & Pérez Silva, R., 2017)

$$\log(q_e - q_t) = \log q_e - \left(\frac{k_1}{2.303}\right) \dots \dots \dots (3)$$

Donde: q_e y q_t cantidad de metal que es absorbido en equilibrio y en un tiempo t respectivamente, k_1 $\left(\frac{1}{\text{min}}\right)$ constante de la razón de adsorción y se ha calculado utilizando la pendiente de la recta obtenida de los datos experimentales ajustados adecuadamente, se han representado en el gráfico de $\log(q_e - q_t)$ vs t .

La ecuación de pseudo-segundo orden para las condiciones limites cuando t y q_t tienden a 0, ha sido representada por (Ho y McKay, 1999) (Díaz Puig, A., Guilarte Gainza, A., Chaviano Beitra, A., & Pérez Silva, R., 2017) y puede representarse como:

$$\frac{t}{q_t} = \frac{t}{q_e} + \frac{1}{q_e k_2} \dots \dots \dots (4)$$

Donde

k_2 (g/mg*s) = constante de razón de adsorción

La evaluación de la capacidad de adsorción de los metales de la muestra de la biomasa de *Undaria pinnatifida* muestra los resultados experimentales que se obtuvieron por medio de los ensayos de adsorción con solución de las muestras 1372RGran1 y 1372RGran2, cada muestra por separado fueron utilizados por la ecuación de Langergren linealizado, respectivamente, permitiendo la descripción de cómo se comporta la biomasa de *Undaria pinnatifida* como adsorbente de metales a $pH = 6.5$.

El número total de experimentos a llevarse a cabo viene por la relación:

$$N^{\circ} \text{ pruebas} = m^n = 2^3$$

Donde:

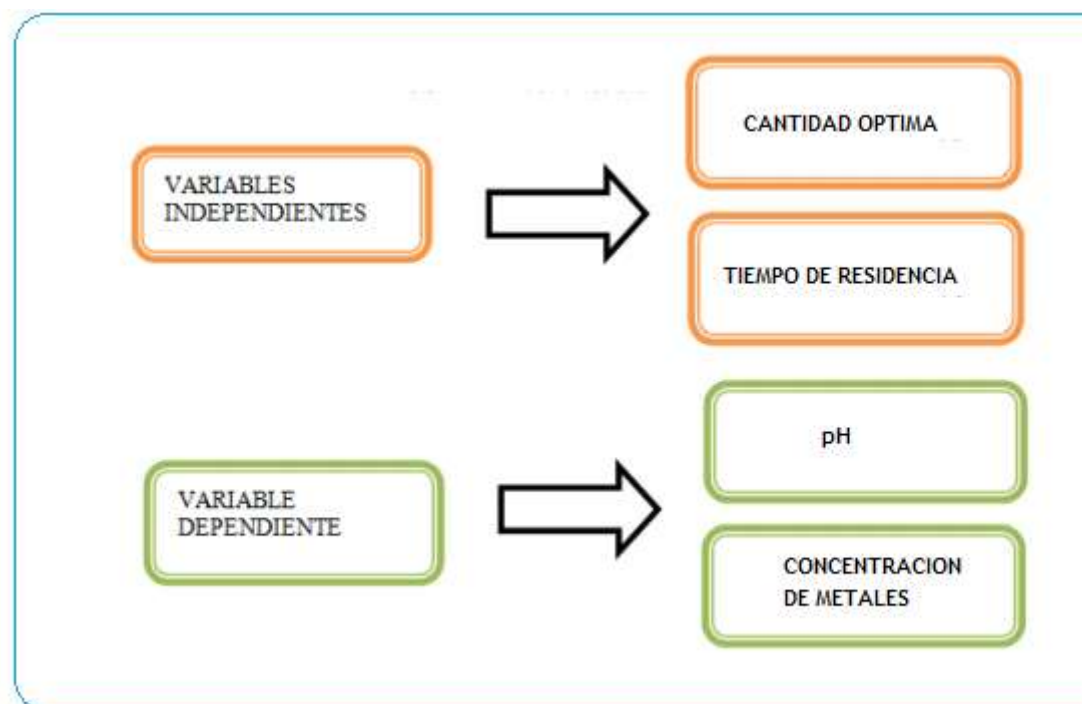
m: representa los niveles.

n: representa a las variables independientes.

3.1.3. Identificación de Variables y Constantes

Las variables que fueron consideradas y evaluadas durante el proceso de remoción de metales de los puntos de monitoreo son:

Figura 1. Identificación de variables



Las constantes involucradas en el proceso de remoción de metales de las muestras tomadas son:

- ✓ Volumen de muestras 5L.
- ✓ Temperatura.
- ✓ Agitación

Población, Muestra y Muestreo

Población

La población del distrito de Chipao es nuestro universo; el último censo podemos tener la población exacta, de allí utilizando herramientas estadísticas sacaremos nuestra muestra la misma que será de suma utilidad en la determinación del estudio de investigación

“Se puede definir también como el conjunto de todas las unidades de muestreo” (Fracica, 1988, p. 36). La población está determinada por la imagen urbanística y la población del distrito de Chipao.

- ✓ La población del distrito de Chipao es nuestro universo

Muestra

En el último censo podemos tener la población exacta, de allí utilizando herramientas estadísticas sacaremos nuestra muestra la misma que será de suma utilidad en la determinación del estudio de investigación.

El tipo de muestreo que se aplica a la investigación será del tipo aleatorio, porque todas las unidades de análisis tienen la misma posibilidad de ser elegidas (Roberto Hernández, 2006). La muestra estará conformada por la población del Distrito de Chipao

- ✓ Se empleara la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 \cdot N \cdot p \cdot q}{(N - 1)e^2 + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

Dónde:

Z= valor normal del intervalo de confianza = 1,96

N= Población total = 5327

p= proporción en la muestra: p=0,5

q = 0,5

e = error de muestreo = 0,089

n= muestra que se desea calcular

Reemplazando:

n = 119,55

Entonces la muestra estadística para la investigación fue de 120 personas

Muestreo

Para el trabajo de investigación se tomaron muestras del agua de consumo humano. Para el análisis de todos los componentes del agua

La hora del muestreo se realizó a las 09:00 am., se utilizaron frascos de vidrio previamente esterilizados.

Una vez recogidas inmediatamente fueron transportadas a un laboratorio certificado, donde se realiza la conservación a 4°C hasta que llegue el momento de realizar los análisis fisicoquímicos y el análisis de metales totales, todo esto siguiendo el protocolo de análisis del agua.

3.2. RECONOCIMIENTO DE METODOS

3.2.1. Reconocimiento de los metales

Los metales pesados que existen en el agua potable del Distrito de Chipao –

Método físico de absorción atómica:

Este método se realiza en un equipo denominado espectrofotómetro, el mismo que fue hecho en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad de Ingeniería en la misma que se realizaron los ensayos para los metales Cd, Pb, Cu, Zn y Cr

a. DETERMINACION DE ZINC:

- Se prepara una solución que se utilizara como patrón:

Esta solución con un contenido de 10 partes por millón se prepara siguiendo estos pasos:

- Pesar 0,0110 g de $ZnSO_4 \cdot 8H_2O$

b. DETERMINACION DE PLOMO:

Se realiza una preparación de la muestra

- Para ello se acidifica con ácido nítrico concentrado hasta un pH menor a 2 evitando el exceso de ácido nítrico.

- Para hacer la comparación se utiliza una solución blanco, es decir que no contenga plomo, y con ella realizar un análisis paralelo

- Para tener la certeza del resultado se duplica la determinación

c. DETERMINACION DE CADMIO:

- Sé pipeta un volumen apropiado de muestra que contenga de 1 a 10 mg de cadmio
- En el caso de que el agua potable contenga 10 mg/1 de cadmio o menos, se agregan 0.5 ml de ácido clorhídrico concentrado a 200 ml de la muestra y se evapora a 20 ml.

Reconocimiento

Indicado según la ficha de reconocimientos

Procedimiento de la Remoción de Pb y Cd

Para la remoción de los metales se homogenizo el agua de la muestra, este proceso se llevó acabo en las instalaciones del laboratorio de la FIAS.

Procedimiento

Para llevar a cabo el análisis de Pb y Cd, se tomaron 12 muestras, estas se sometieron a un tratamiento durante los tiempos establecidos en un biorreactor plano; posteriormente fueron enviadas a la facultad de Ingeniería Química para ser analizadas, se envió una muestra para determinar la cantidad inicial de Pb y Cd presente en las muestras, para contrastar con los datos de los resultados de los tratamientos al cabo de los días de experimentos.

Tabla N°1. Valores de las variables de la muestra 1372R

Prueba	N° Wakame	t (horas)	Ph	T°	Agitación	Volumen Lt
1	10	4	6.5	25	120 rpm	5000
2	16	8	6.5	25	120 rpm	5000
3	22	12	6.5	25	120 rpm	5000
4	28	16	6.5	25	120 rpm	5000
5	34	20	6.5	25	120 rpm	5000
6	40	24	6.5	25	120 rpm	5000

Tabla N°2. Valores de las variables de la muestra 1372

Prueba	N° Wakame	t (horas)	Ph	T°	Agitación	Volumen Lt
1	10	4	6.5	25	120 rpm	5000
2	16	8	6.5	25	120 rpm	5000
3	22	12	6.5	25	120 rpm	5000
4	28	16	6.5	25	120 rpm	5000
5	34	20	6.5	25	120 rpm	5000
6	40	24	6.5	25	120 rpm	5000

Tabla N° 3. Valores de la cinética de adsorción 1372

Ci (Cd) mg/L	Ce	m=unidades de wakame	qe (mg/L)	t (horas)
0.064	0.062	10	0.0002	4
0.064	0.054	16	0.0006	8
0.064	0.048	22	0.0007	12
0.064	0.042	28	0.0008	16
0.064	0.031	34	0.0010	20
0.064	0.018	40	0.0012	24

Tabla N° 4. Valores de la cinética de adsorción 1372

Ci (Pb)	Ce	m=unidades de wakame	qe (mg/L)	t (horas)
0.055	0.034	10	0.0021	4
0.055	0.022	16	0.0020625	8
0.055	0.014	22	0.00186364	12
0.055	0.009	28	0.00164286	16
0.055	0.004	34	0.0015	20
0.055	0.001	40	0.00135	24

Grafico 1. Cinética de adsorción para los metales a pH = 6.5.

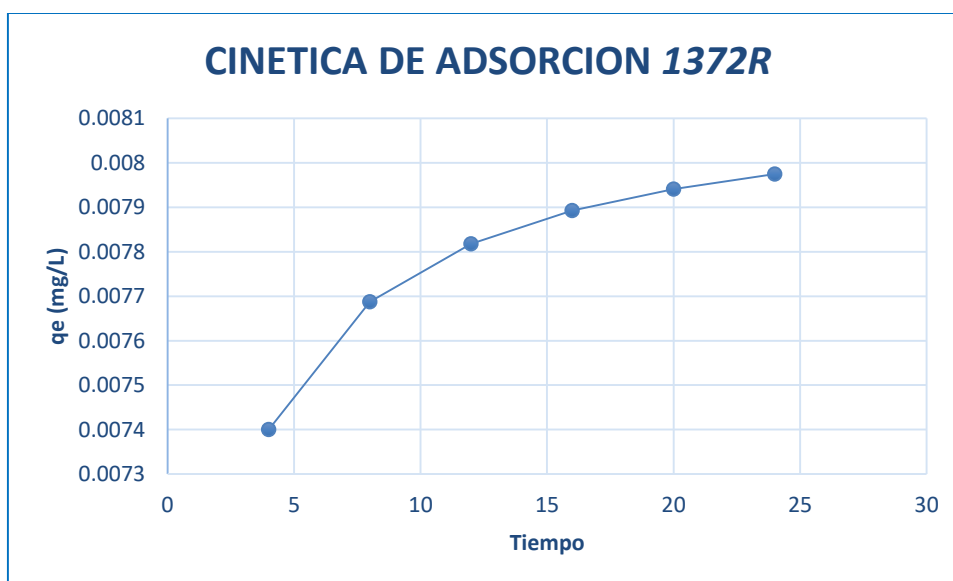


Grafico 2. Cinética de adsorción para los metales a pH = 6.5.

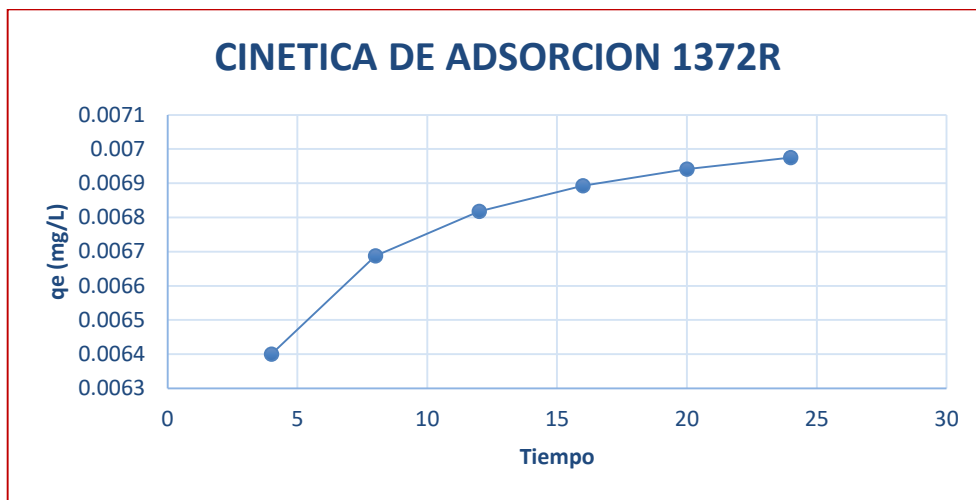
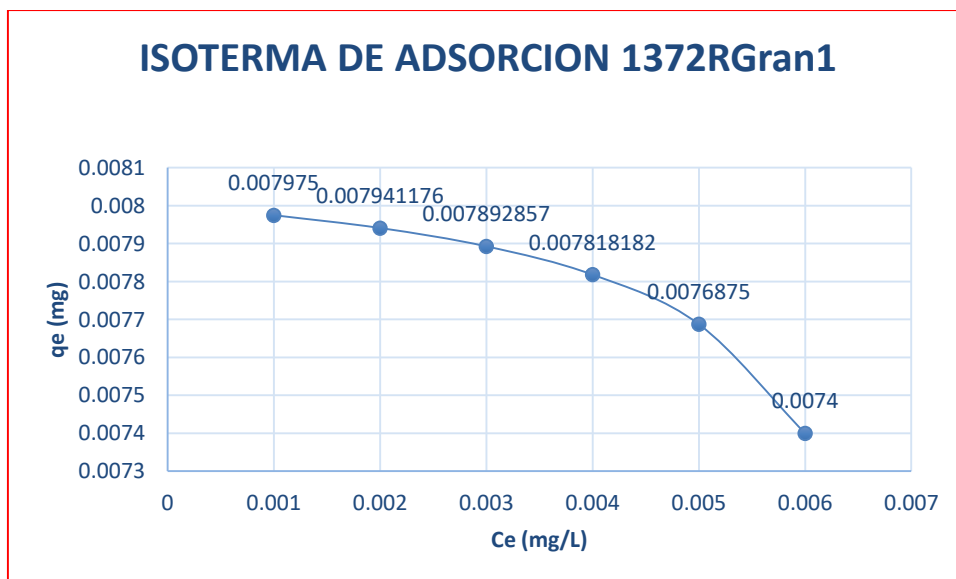
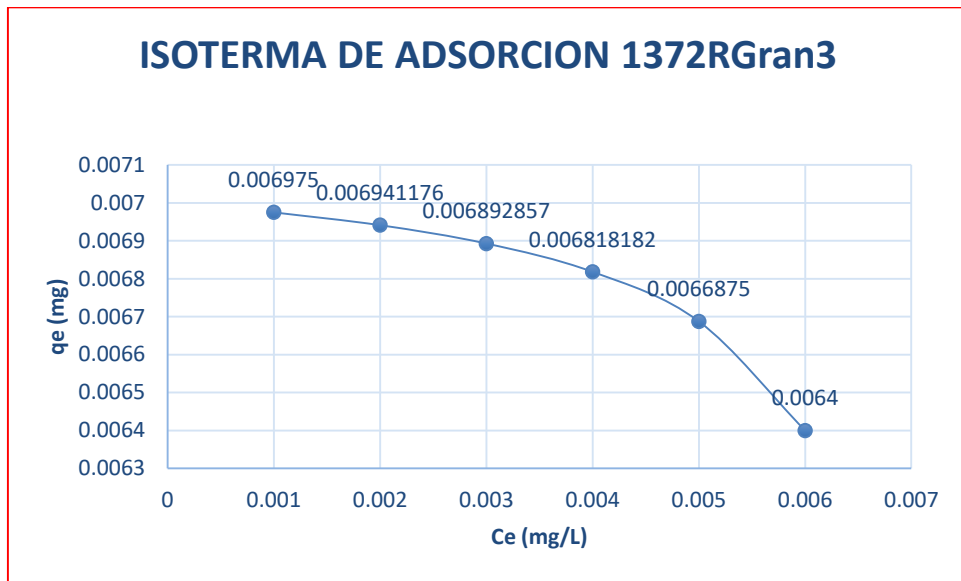


Grafico 3. Isoterma de adsorción para los metales (25 °C Y pH = 6.5).



Fuente: Propia

Grafico 4. Isoterma de adsorción para los metales (25 °C Y pH = 6.5).

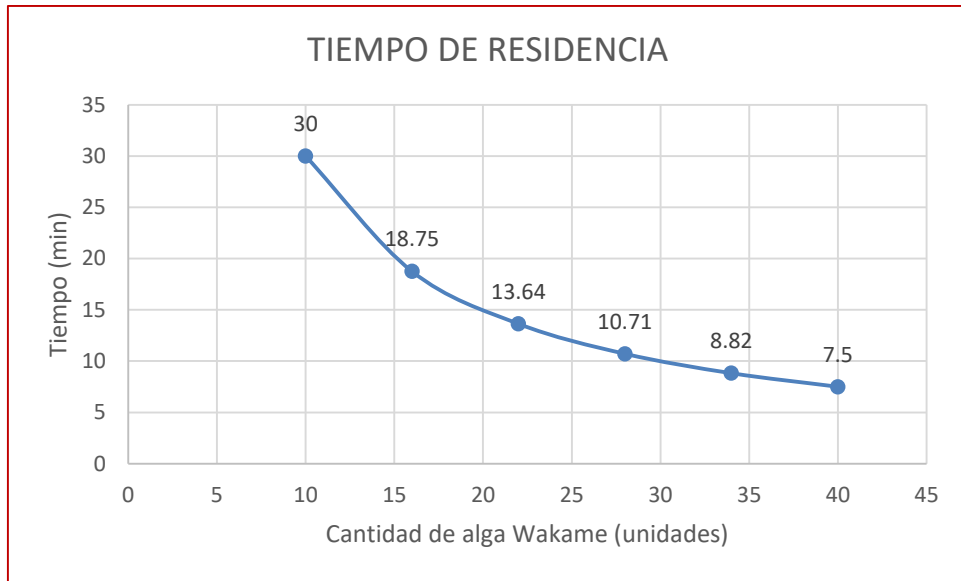


Fuente: Propia

El cálculo del tiempo de residencia se basa en la siguiente ecuación:

$$\text{Tiempo de residencia} = \frac{V}{W}$$

Grafico 5. Tiempo de residencia para los metales (25 °C Y pH = 6.5).



Fuente: Propia

3.2.2. Mejora de la calidad Fisicoquímica del contenido de metales pesados en el agua de consumo humano en el distrito de Chipao

Los objetivos planteados nos indican que se debe tener diferentes formas para identificar los metales pesados en el agua de consumo humano en el agua del distrito de Chipao, para lo cual se ha revisado minuciosamente la bibliografía existente en cuanto a la identificación de metales pesados en las aguas de consumo humano



SOLUCION PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE EN CUANTO A COLIFORMES TOTALES Y FECALES:

- PROCESO DE CLORACION:

Este proceso se aplica para la desinfección, para ello se le agregan del agua y poder utilizarla como agua de consumo humano, para ello se le agrega cloro diluido en partes por millón.

Para eliminar los microorganismo patógenos como los Coliformes fecales se utiliza cloro en solución a una concentración de partes por millón determinada según la carga microbiana que pueda determinar el laboratorio de calidad.

En coordinación con los responsables de la planta de abastecimiento del agua potable en la ciudad de Chipao – Departamento de Ayacucho.

○ **PROCEDIMIENTO:**

- TRATAMIENTO PRELIMINAR:

- LA FILTRACION:

Esta operación se desarrolla con un filtro de arena donde se retiene las partículas grandes

- LA DECANTACION:

En esta operación unitaria se trata de eliminar aquellas partículas de gran tamaño, para ello se debe dejar en reposo por varias horas.

. Luego del reposo se tendrá un agua clarificada, y ésta se llevara a la cloración, seguido de la filtración para eliminar las partículas que se encuentran en el agua.

Para hacer más viable y rápida la decantación se le agregan sustancia que puedan hacer que las partículas en suspensión se puedan juntar y poder precipitar por gravedad

- LA CLORACION:

En el mercado se encuentran muchos productos clorados que pueden utilizarse para tratar el agua y obtener una agua de consumo humano ,la estrategia a seguir varía ligeramente de uno a otro, dependiendo de los resultados obtenidos en la investigación, se podrán utilizar los siguientes productos:

b. PASTILLAS O GRANULOS DE HIPOCLORITO DE CALCIO:

Se utilizan productos de esta naturaleza para los lugares alejados o rurales

- En los envases de solución de cloro se indica las cantidades a utilizar.

- Debido a que el organismo puede soportar cierta cantidad de cloro, entonces al agua clara se le aplica pastillas y se deja reposar por unas horas a fin que todo el medio seas homogéneo y estable

c. LEJIA (hipoclorito de sodio)

Si no se puede acceder a ningún otro medio (pastillas, soluciones líquidas prefabricadas u otro método de purificación como la desinfección solar SODIS, la ebullición, etc.), puede emplearse tomando ciertas precauciones.

- Un grado clorométrico corresponde a 3,17 gramos de cloro activo por litro de lejía.

$$V_{lejía} = c * V_{agua \text{ a tratar}} / (X * 3,17)$$

D. SISTEMAS PARA LA ELIMINACIÓN DE LOS METALES PESADOS

El recurso hídrico contaminado se debe tratar, el mismo que en algunas oportunidades es muy complicado, ya que cuando es utilizado en los procesos de producción de materiales manufactureros, estos pueden tener materiales variables tanto orgánicos como inorgánicos, del mismo modo su pH varia, además de compuestos volátiles, por lo que existen pocos procesos que puedan descontaminar las aguas, además de grandes costos que estos implican

Existen empresas dedicadas a la producción de piezas galvánicas, componentes electrónicos, las industrias farmacéuticas entre otras producen gran cantidad de aguas

residuales contaminadas con una carga alta de metales pesados, que son tóxicos de lata consideración

Procesos como el de adsorción sobre carbón activo, electrolisis, intercambio iónico, filtración a través de membrana, precipitación en forma de hidróxidos o sulfuros o extracción con disolventes, presentan ventajas e inconvenientes que tendrán que ser tenidas en cuenta dependiendo de las características del efluente a tratar (Eccles 1999). Las características generales de las tecnologías mencionadas se resumen en la Tabla 2

Tabla 2: Características generales de las tecnologías empleadas en la descontaminación de metales pesados

Tecnología aplicada	Características generales				
	Tolerancia a los cambios de pH	Selectividad a los metales	Influencia de los sólidos en suspensión	Tolerancia a sustancias orgánicas	Niveles de metal óptimos soportables mg/L
Adsorción sobre carbón activo	Baja	Moderada	Muy alta	Pueden inactivar el carbón	< 10
Electrolisis	Alta	Moderada	Baja	Alta	>10
Intercambio iónico	Baja	Alta	Muy alta	Inactivan la resina	< 100
Filtración por membrana	Baja	Moderada	Muy alta	Intolerancia	>10
Precipitación por hidróxidos	Alta	Baja	Baja	Alta	>10
Precipitación por sulfuros	Baja	Depende del pH	Baja	Alta	>10
Extracciones orgánicas	Media	Alta	Muy alta	Intolerancia	>100

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1 Técnica de recolección de datos

Se emplearon las técnicas observacional y documental. De acuerdo con Tamayo (2003), la observación científica se da a partir de la selección intencionada de un fenómeno, mediante el uso del método científico.

Arias (2012, p. 67) expresa que “la técnica es un medio por el cual se puede obtener información de proyecto a investigar, y que le sirve al método científico como su complemento, el cual se aplica de forma general. Las técnicas que se utilizaron para nuestro estudio son:

Técnica de Investigación:

La técnica que aplicaremos para cada momento de la investigación es la siguiente:



3.3.2. Instrumentos de recolección de datos

Se ha utilizado la Guía de Observación del Biólogo Washington Espejo Bauche (2014) que señala que para recolectar los datos se debe tener en cuenta:

- Identificación del tramo de observación
- Hallazgos encontrados

- Instrucciones
- Dimensiones de salud
- Puntuación

3.4. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

3.4.1. Técnicas de procesamiento, análisis e interpretación de datos

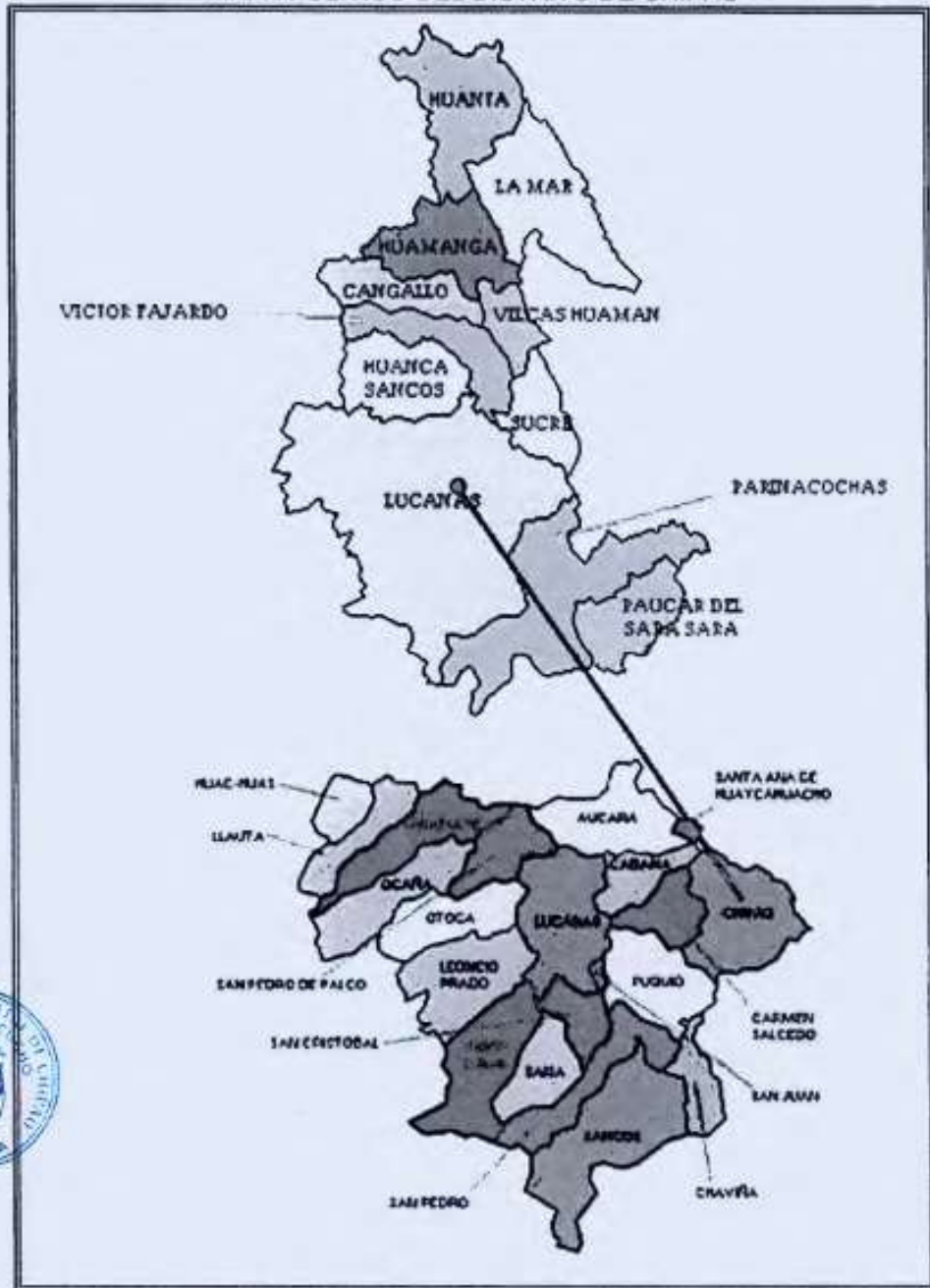
La estadística utilizada será descriptiva por que se refiere al análisis e interpretación de datos, que consiste en resumir éstos con uno o dos elementos de información que caracterizan la totalidad de los mismos Shaper (2011).

- Se procesaron los datos después de la aplicación del instrumento (encuesta) de forma manual y empleando el Programa Excel.
- Se empleó la estadística descriptiva para el análisis e interpretación de datos. Los procedimientos estadísticos que se utilizará para el procesamiento de datos son: Medidas de resumen (frecuencias absolutas y relativas) y gráficos de barras.
- Para la contrastación de la hipótesis se utilizó el estadístico de Chi Cuadrada.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Ubicación Geográfica: - El Distrito de Chipao de encuentra en la parte Sur del Perú, Región Ayacucho, Provincia de Lucanas, al pie del volcán Ccarhuarazo, componente de la micro cuenca del Valle Sondando. Ubicada a 95 km de la capital de la provincia (Puquio), su territorio se extiende en una franja que corre una dirección sureste - noreste localizadas en las coordenadas geográficas de 8412026N y 621442E.

MAPA POLITICO DEL DISTRITO DE CHIPAO





Se han tomado muestras de las aguas en el Distrito de Chipao en Ayacucho:

Tabla. Puntos de Muestreo

PROCESO PRESUPUESTARIO DEL SECTOR PÚBLICO
APROBACIÓN INSTITUCIONAL DEL PRESUPUESTO DE LOS GOBIERNOS LOCALES PARA EL AÑO FISCAL 2020
CATEGORÍA PRESUPUESTAL POR GENÉRICA
 (En Soles)

DEPARTAMENTO: 05 AYACUCHO
 PROVINCIA: 06 LUCANAS
 DISTRITO: 06 MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHIPAO (300484)

CATEGORÍA PRESUPUESTAL CG GENÉRICA	00 RECURSOS ORDINARIOS	07 FONDO DE COMPENSACION MUNICIPAL	08 IMPUESTOS MUNICIPALES	09 RECURSOS DIRECTAMENTE RECAUDADOS	10 CANON Y SOBRECANON, REGALIAS, RENTA DE ADUANAS Y	TOTAL
PROGRAMAS PRESUPUESTALES	2 385 585	318 800		80 290	231 421	3 194 816
5 GASTOS CORRIENTES		61 800		80 290		142 090
5.2.3 BIENES Y SERVICIOS		61 800		80 290		142 090
6 GASTOS DE CAPITAL	2 665 585	255 000			231 421	3 251 926
6.2.6 ADQUISICION DE ACTIVOS NO FINANCIEROS	2 665 585	255 000			231 421	3 251 926
ACCIONES CENTRALES		562 497	15 500	65 529	12 932	656 458
5 GASTOS CORRIENTES		488 953	15 500	65 529		569 982
5.2.1 PERSONAL Y OBLIGACIONES SOCIALES		166 840				166 840
5.2.3 BIENES Y SERVICIOS		322 113	15 500	65 529		403 142
6 GASTOS DE CAPITAL		13 544			12 932	26 476
6.2.6 ADQUISICION DE ACTIVOS NO FINANCIEROS		13 544			12 932	26 476
ASIGNACIONES PRESUPUESTALES QUE NO RESULTAN EN PRODUCTOS (APNDP)	70 602	75 850		25 000	80 000	251 452
5 GASTOS CORRIENTES	70 602	75 850		25 000		171 452
5.2.2 PENSIONES Y OTRAS PRESTACIONES SOCIALES	70 602					70 602
5.2.3 BIENES Y SERVICIOS		36 200		25 000		61 200
5.2.4 DONACIONES Y TRANSFERENCIAS		39 650				39 650
6 GASTOS DE CAPITAL					80 000	80 000
6.2.6 ADQUISICION DE ACTIVOS NO FINANCIEROS					80 000	80 000
TOTAL	2 606 107	895 147	15 500	170 819	324 353	4 041 826

Jefe de la Oficina de Planificación
y Presupuesto

CESAR G. CAMPOS CAMPOS
 Contador Público Colegiado
 Matrícula N° 4931

Titular de la Entidad
Sello y Firma


 Gregorio Raul Peña Gomez
 ALCALDE



NSF Inassa

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR EL ORGANISMO PERUANO DE
ACREDITACION INACAL-DA CON
REGISTRO N° LE-001

INFORME FINAL

J-00330085

Dirección de Entrega:

ANLLY ALIAGA YALLE
CALLE PACASMAYO A45
Ica, Ica
Ica, Peru

Solicitante: C0482108

ANLLY ALIAGA YALLE

Resultado	Complete	Fecha de Informe	2019-04-10
Procedencia	Caserío Chipao - Puquío		
Producto	Agua		
Tipo de Servicio	Análisis		
Informe de Ensayo N°	J-00330085		
Coordinador de Proyecto	Julio Manuel Zarate Vargas		

Gracias por utilizar los servicios de NSF Inassa. Por favor, póngase en contacto con el Coordinador de Proyecto, si desea información adicional o cualquier aclaración que pertenecen a este informe.

Informe Autorizado por

Fecha de Emisión 2019-04-10

Enrique Guaredo Sociólogo
Director Técnico de Laboratorio

Ing. Víctor Salinas Pavez
Evaluador de Informes de Laboratorio
C.I.P. N° 158244

Av. La Marina 3036-3039 San Miguel - Lima 32 PERU
Tel: (511) 616-5200 Email: inassa@nel.org Web: www.nsinassa.pe

F120180410125028

J-00330085

pág 1 de 6

EP12-2, Versión 00, 2019-10-22; Documento de referencia PER12-1

El presente informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente excepto con la aprobación por escrito de NSF Inassa. Solamente los documentos originales son válidos y NSF Inassa no se responsabiliza por la validez de las copias. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto ni la autorización de uso de la Marca NSF. Los resultados se refieren únicamente a los elementos analizados, en la condición de muestra recibida por el laboratorio.



Información General

Matriz: Agua

Solicitud de Análisis: Colización N° 40440 (Ma-007)

Muestreado por: Cliente

Procedencia: Caserio Chiqueo - Puzos

Referencia: Ayacucho

Identificación de Laboratorio: S-0001588475
 Tipo de Muestra: Agua Superficial
 Identificación de Muestra: Chacra Muestra 1
 Fecha y Hora de Muestra: 2018-03-08 15:30
 Fecha de Recepción de la Muestra: 2018-03-23
 Fecha de Inicio de análisis: 2018-03-28

Análisis	Resultado	Unidad
Química		
* Metales Totales: Agua: EPA 200.8, Rev. 5.4: 1994 Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry		
Aluminio Total	N.C. (>0.003)	mg/l
Antimonio Total	N.C. (>0.000 13)	mg/l
Arsénico Total	0.008 95	mg/l
Bario Total	0.006 5	mg/l
Berilio Total	N.C. (>0.000 06)	mg/l
Bismuto Total	N.C. (>0.000 03)	mg/l
Boro Total	0.185	mg/l
Cadmio Total	N.C. (>0.000 03)	mg/l
Calcio Total	21.31	mg/l
Cerio Total	N.C. (>0.000 24)	mg/l
Cobalto Total	N.C. (>0.000 03)	mg/l
Cobre Total	N.C. (>0.000 08)	mg/l
Cromo Total	N.C. (>0.000 3)	mg/l
Estadío Total	N.C. (>0.000 10)	mg/l
Estroncio Total	0.007 10	mg/l
Fósforo Total	0.215	mg/l
Hierro Total	N.C. (>0.001 3)	mg/l
Litio Total	0.041 5	mg/l
Magnesio Total	2.335	mg/l
Manganeso Total	N.C. (>0.000 10)	mg/l
Mercurio Total	N.C. (>0.000 06)	mg/l
Molibdeno Total	0.000 65	mg/l
Níquel Total	N.C. (>0.000 6)	mg/l
Plata Total	N.C. (>0.000 010)	mg/l
Plomo Total	N.C. (>0.000 6)	mg/l
Potasio Total	6.260	mg/l
Selenio Total	N.C. (>0.001 3)	mg/l
Sodio Total	29.3	mg/l
Sodio Total	0.784	mg/l
Talio Total	N.C. (>0.000 06)	mg/l
Tiempo Total	N.C. (>0.000 10)	mg/l
Titanio Total	0.003 1	mg/l
Uranio Total	N.C. (>0.000 01)	mg/l

PI20180410129026

J-00330065

pág 2 de 6

EP12-2, Versión: 00; 2018-10-22; Documento de referencia PER12-1

El presente informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente excepto con la aprobación por escrito de NSF Inassa. Solamente los documentos originales son válidos y NSF Inassa no se responsabiliza por la validez de las copias. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto ni la autorización de uso de la Marca NSF. Los resultados se refieren únicamente a los elementos analizados, en la condición de muestra recibida por el laboratorio.



Análisis	Resultado	Unidad
Química (Continúa...)		
Vanadio Total	0.0023	mg/l
Wolframio Total	N.C.(+0.0006)	mg/l
Zinc Total	N.C.(+0.0026)	mg/l

Notas de Ensayo:

N.C.: Significa que el resultado es No Cuantificable y es menor al Límite de Cuantificación indicado en el paréntesis.

Identificación de Laboratorio: S-0001558478
 Tipo de Muestra: Agua Superficial
 Identificación de Muestra: Población Muestra 2
 Fecha y Hora de Muestreo: 2019-03-08 18:00
 Fecha de Recepción de la Muestra: 2019-03-23
 Fecha de Inicio de análisis: 2019-03-29

Análisis	Resultado	Unidad
Química		
* Metales Totales: Agua: EPA 200.8, Rev. 5.4, 1994 Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry		
Aluminio Total	N.C.(+0.000)	mg/l
Antimonio Total	N.C.(+0.00013)	mg/l
Arsénico Total	0.00854	mg/l
Bario Total	0.0080	mg/l
Berio Total	N.C.(+0.00006)	mg/l
Bismuto Total	N.C.(+0.00003)	mg/l
Boro Total	0.147	mg/l
Cadmio Total	N.C.(+0.00003)	mg/l
Calcio Total	16.31	mg/l
Cerio Total	N.C.(+0.00024)	mg/l
Cobalto Total	N.C.(+0.00003)	mg/l
Cobre Total	0.00103	mg/l
Cromo Total	N.C.(+0.0002)	mg/l
Estadio Total	N.C.(+0.00018)	mg/l
Estroncio Total	0.0825	mg/l
Flúor Total	0.126	mg/l
Hierro Total	N.C.(+0.0013)	mg/l
Litio Total	0.0340	mg/l
Magnesio Total	3.452	mg/l
Manganeso Total	N.C.(+0.00010)	mg/l
Mercurio Total	N.C.(+0.00008)	mg/l
Molibdeno Total	0.00056	mg/l
Níquel Total	N.C.(+0.0006)	mg/l
Plata Total	N.C.(+0.000010)	mg/l
Plomo Total	N.C.(+0.0006)	mg/l
Potasio Total	6.915	mg/l
Selenio Total	N.C.(+0.0003)	mg/l
Silicio Total	24.4	mg/l
Sodio Total	7.813	mg/l
Talio Total	N.C.(+0.00006)	mg/l
Tiempo Total	N.C.(+0.00018)	mg/l

P120100410129226

J-00330085

pág 3 de 6

EP12-2; Versión 00; 2016-10-22; Documento de referencia PER12-1

El presente informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente excepto con la aprobación por escrito de NSF Inassa. Solamente los documentos originales son válidos y NSF Inassa no se responsabiliza por la validez de las copias. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto ni la autorización de uso de la Marca NSF. Los resultados se refieren únicamente a los elementos analizados, en la condición de muestra recibida por el laboratorio.



Análisis	Resultado	Unidad
Química (Continúa...)		
Titanio Total	0.002 2	mg/l
Uranio Total	N.C. (>0.000 01)	mg/l
Vanadio Total	N.C. (>0.000 3)	mg/l
Wolframio Total	N.C. (>0.000 0)	mg/l
Zinc Total	N.C. (>0.002 0)	mg/l

Notas de Ensayo:

N.C.: Significa que el resultado es No Cuantificable y es menor al Límite de Cuantificación indicado en el paréntesis.

Identificación de Laboratorio: S-0001553477
 Tipo de Muestra: Agua Superficial
 Identificación de Muestra: Saccalva Muestra 3
 Fecha y Hora de Muestreo: 2019-03-06 16:30
 Fecha de Recepción de la Muestra: 2019-03-23
 Fecha de Inicio de análisis: 2019-03-29

Análisis	Resultado	Unidad
Química		
* Metales Totales, Agua, EPA, 2003, Rev. 5.4: 1694 Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry		
Aluminio Total	N.C. (>0.000)	mg/l
Antimonio Total	N.C. (>0.000 10)	mg/l
Arsénico Total	N.C. (>0.000 10)	mg/l
Bario Total	0.003 1	mg/l
Berilio Total	N.C. (>0.000 06)	mg/l
Bismuto Total	N.C. (>0.000 00)	mg/l
Boro Total	0.021	mg/l
Cadmio Total	N.C. (>0.000 00)	mg/l
Calcio Total	5.636	mg/l
Carbono Total	N.C. (>0.000 24)	mg/l
Cobalto Total	N.C. (>0.000 00)	mg/l
Cromo Total	N.C. (>0.000 00)	mg/l
Cromo Total	N.C. (>0.000 3)	mg/l
Cromo Total	N.C. (>0.000 10)	mg/l
Estroncio Total	0.025 9	mg/l
Fósforo Total	N.C. (>0.047)	mg/l
Hierro Total	N.C. (>0.001 3)	mg/l
Litio Total	0.005 9	mg/l
Magnesio Total	0.924	mg/l
Manganeso Total	N.C. (>0.000 10)	mg/l
Mercurio Total	N.C. (>0.000 06)	mg/l
Molibdeno Total	N.C. (>0.000 00)	mg/l
Níquel Total	N.C. (>0.000 6)	mg/l
Plata Total	N.C. (>0.000 010)	mg/l
Plomo Total	N.C. (>0.000 0)	mg/l
Potasio Total	3.030	mg/l
Selenio Total	N.C. (>0.001 3)	mg/l
Silicio Total	14.4	mg/l
Sodio Total	3.401	mg/l

PL20190410129026

J-00330005

pág 4 de 6

EP12-2, Versión 00; 2016-10-22; Documento de referencia PER12-1

El presente informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente excepto con la autorización por escrito de NSF Inassa. Solamente los documentos originales son válidos y NSF Inassa no es responsable por la validez de las copias. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto ni la autorización de uso de la Marca NSF. Los resultados se refieren únicamente a los elementos analizados, en la condición de muestra recibida por el laboratorio.

Análisis	Resultado	Unidad
Química (Controles...)		
Talón Total	N.C. (<0.000 06)	mg/L
Tiempo Total	N.C. (<0.000 18)	mg/L
Tiempo Total	N.C. (<0.000 0)	mg/L
Urea Total	N.C. (<0.000 01)	mg/L
Vanadilo Total	N.C. (<0.000 3)	mg/L
Wolframio Total	N.C. (<0.000 0)	mg/L
Zinc Total	N.C. (<0.000 0)	mg/L

Notas de Ensayo:

N.C.: Significa que el resultado es No Cuantificable y es menor al Límite de Cuantificación indicado en el paréntesis.





Ensayos realizados por:

Ensayos realizados por: _____

Id

Dirección

Laboratorio Subcontratado

Referencias a los Procedimientos de Ensayo:

Referencia Técnica

101758

#Métodos Totales, Agua, EPA 200.8, Rev. 5-4-1994, Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry.

Descripciones de ensayos precedidos por un "M" indican que los métodos no han sido acreditados por el INACAL-DA y la prueba se ha realizado según los requisitos de NSF. De no contar con el "M" indica los parámetros asociados a esta(s) muestra(s) se encuentran dentro del alcance de la acreditación y dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.

Descripciones de ensayos precedidos por un "S" indican que los métodos han sido subcontratados.



De la tabla se puede observar que los metales pesados en los diversos puntos de muestreo están cumpliendo con los ECAs del D.S. 004-2017 como el Cu, Cd, Pb, Zn, para la presente investigación se utilizó muestra del punto Gran1 (Pampa Blanca) en la evaluación de la rizoextracción con el alga wakame del Cd y el punto Gran3 (El Palmar) del Pb con la misma alga.

Tabla N°1. Muestra los valores de la muestra las variables 1372RGran1 – Pampa Blanca, el cual constituye los parámetros de comparación entre los valores de la tabla N°2 variables de la muestra 1372RGran1 – El Palmar. Aunque los valores reportados para la adsorción de metales, corresponden a la capacidad de las algas de convertirse en un bioadsorbente atractivo para la recuperación de la calidad de las aguas de la cuenca de Rio Grande a partir a aguas contaminadas por metales (Mori, M., Maldonado, G., Eyra, C., Bernadelli, M., Viera, E., 2013)

Por su parte, el valor de q_e (mg/L) de la isoterma, muestra la facilidad con que los metales es adsorbido desde la solución en la biomasa. El valor calculado a partir del grafico refleja la intensidad de la adsorción. Los parámetros de la calidad del agua extraídos como duración del tiempo de residencia se indicaron como factor clave, que es responsable de la dinámica del alga *Undaria pinnatifida s.p* en las muestras.

CONCLUSIONES

Los análisis realizados en los tres puntos de muestreo del distrito de Chipao se encontraron que los metales pesados como el Cu, Cd, Pb, Zn pero cumplen con los ECAs del D.S. 004-2017.

El contenido de metales pesados presentes en las muestras de agua del PM3 fue el siguiente: (Al < 0.003, Ba: 0.006, B: 0.147, Fe: <0.001, Mn: 3.402, Pb: <0.0006 mg/l siendo el parámetro establecido (0.01 mg/l), Zn: <0.002 Sb: 0.00013, Be: 0.00006, Cd: 0.0003, Cr: 0.0003, Sb: 0.00006, Ní: 0.0006, Cu: 0.00009, Se: 0.00013), todos están por debajo de lo recomendado en los ECAs, excepto los iones de plomo que es el único que supera los estándares establecidos por el D.S. 004 – 2017 MINAM.

RECOMENDACIONES

A la Municipalidad de Chipao, región Ayacucho, se recomienda que se debe realice en el menor tiempo posible y con mayor precisión, la evaluación del contenido de metales pesados en las fuentes de captación de agua para su potabilización, ya que en la investigación se determinó que el elemento Pb sobrepasaba las normas ECAs.

A toda la comunidad científica que se relaciona con actividades de aguas debe realizar investigaciones buscando tecnologías innovadoras en el campo de las aguas de consumo humano

FUENTES DE INFORMACIÓN

Brack A, Mendiola C. 2010. Ecología del Perú.3ed.Lima: Bruno.

Tyler G, Miller J R. 2002. Introducción a la Ciencia Ambiental.5ed.Madrid España. Thomson;

Alegre M, Bernex N, Carrasco A, Pozo H. 2001. El Medio Ambiente en el Perú. 1a ed.Lima: Mantaro S.A.

Organización mundial de la Salud (2012)., <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs372/es/>. [En línea] [Citado el: 13 de Junio de 2015.]

Baird C, Cann M.(2014). Química Ambiental.5ed.Buenos Aires: editorial Revete.

Rojas C M. (2005). Contaminación de los recursos hídricos en la cuenca del Río San

Dirección general de Salud ambiental (MINSa) (2015). www.ins.gob.pe/insvirtual/imagenes/revista/pdf/Revista_251.pdf. [En línea] 2006. [Citado el: 24 de Julio de 2015.]

Pedro.Rev2015.;10(2).

http://www.conanp.gob.mx/contenido_2/pdf/cedoc_2013/

Rojas_Mayorquin_Citlalli_Micaela-Estudio_de_la_contaminacion.pdf. [En línea] [Citado el:15 de Junio de 2015.]

Ministerio de Salud (2013). Guía de práctica para el diagnóstico de la intoxicación por mercurio.Lima.

Kuehl, R. (2001). Diseño de experimentos. México: Segunda edición. Editorial.

Abbott, I. (1989). Food and food products from seaweeds. Lembi.

- Aderval, L., Costa, A., da Costa, A., Henriques, C. (2010). Competitive biosorption of cadmium (II) and zinc (II) ions from binary systems by *Sargassum filipendula* sp. Original Research Article Bioresource Technology 101, 5104-5111.
- Agudelo, L, Macias, K. , & Suárez, A. (2005). *Fitorremediación: la alternativa para absorber metales pesados de los biosólidos*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/695/69520110.pdf>
- Agudelo, L.; Macias, K. y Suarez, A. (2005). *Fitorremediación: Alternativa para absorber metales pesados de los biosólidos*. Obtenido de <http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/332/1/fitorremediacion.pdf>
- Bernal, R. (2007). Aplicación de fitorremediación a los suelos contaminados por metales pesados Aznalcóllar. Revista científica y técnica de ecología y medio ambiente,.
- Carole A.; Waaland, J. Robert, eds. (s.f.). *Algae and human affairs*. Cambridge University Press, Phycological Society of America.
- Coastwatch, S. (s.f.). *Undaria Pinnatifida*. Obtenido de www.mass.gov/czm/invasives/monitor/reporting.htm.
- Díaz Puig, A., Guilarte Gainza, A., Chaviano Beitra, A., & Pérez Silva, R. (2017). Biosorción de Niquel en residuales de Empresa Minera por Biomasa de *Phyllanthus Orbicularis*, 51-66.
- Dushenkov, V., Kumar, P., Motto, H., Raskin, I. (1995). *Rhizofiltration: the use of plants to remove heavy metals from aqueous streams*. *Environmental Science & Technology*. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=8570292&pid=S1870-0462201100020000200036&lng=es
- Eapen, S., Singh, S., D'Souza, S. . (2007). *Advances in development of transgenic plants for remediation of xenobiotic pollutants*. *Biotechnology Advances*. Obtenido de

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=8570294&pid=S1870-0462201100020000200037&lng=es

Eilbeck, W.J., Mattock, G. (1987). Chemical processes in waste water treatment, Ellis Horwood Limited, Chichester.

Fagundes-Klen, Ferri, M., Martins, T., Tavares, C. Silva, E. (2007). Equilibrium study of the binary of cadmium-zinc ions biosorption by the sargassum filipendula species using adsorption isotherms models and neural network. *Biochemical Engineering Journal* 34, 136-146.

García, J., Morató, J., Bayona, J. (2005). Depuración con sistemas naturales: Humedales construidos. Barcelona, España: Universidad Politecnica de Cataluña.

Guevara , A.; De la Torre, E.; Villegas, E. y Criollo, E. (2009). *Uso de la Rizofiltración para el Tratamiento de Efluentes Líquidos de Cianuración que Contiene Cromo, Cobre y Cadmio*. Obtenido de <https://docplayer.es/32609650-Uso-de-la-rizofiltracion-para-el-tratamiento-de-efluentes-liquidos-de-cianuracion-que-contienen-cromo-cobre-y-cadmio.html>

Gophen, M. (2019). Relation Significance between Hydrological Residence Time and Phytoplankton Dynamics in Lake Kinneret (Israel). *Open Journal of Ecology*, 09(11), 179-492. <https://doi.org/10.4236/oje.2019.911031>

Izquierdo, M. (2010). *Eliminación de Metales Pesados en Aguas Mediante Biosorción, Evaluación de Materiales y Modelación del Proceso*. Obtenido de <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/52130/izquierdo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Keller, E. (1988). *Environmental Geology*. Charles and Merrill Publishing Co. USA: Fifth Edition. Columbus, Ohio.

- Kurniawan, T., Chan, G., Lo, W-H., Babel, S. (2006). Physico-chemical treatment techniques for wastewater laden with heavy metals. Chem. Eng.
- Linares, J. (2018). *Remoción de Iones Plomo(II) de Aguas Sintéticas Mediante Biosorbente obtenido de la cascara de Castaña (Bertholletia Excelsa)*. Obtenido de <https://1library.co/document/yngp981z-remocion-sinteticas-mediante-biosorbente-obtenido-cascara-castana-bertholletia.html>
- Lowe S., Browne M., Boudjelas S., De Poorter M. (2000). 100 de las Especies Exóticas Invasoras mas dañinas del Mundo. Una Selecccion del Global Invasive Species Database. Primera edición, en inglés, sacada junto con el número 12 de la revista Aliens.
- Lystvan, K., Lystvan, V., Shcherback, N., & Kuchuk, M. (2021). *Rhizoextraction Potential of Convolvulus tricolor Hairy Roots for Cr6+, Ni2+, and Pb2+ Removal from Aqueous Solutions. Applied Biochemistry and Biotechnology, 193(4)*. . Obtenido de Rhizoextraction Potential of Convolvulus tricolor Hairy Roots for Cr6+, Ni2+, and Pb2+ Removal from Aqueous Solutions. Applied Biochemistry and Biotechnology, 193(4). <https://doi.org/10.1007/s12010-020-03471-y>
- Mori, M., Maldonado, G., Eyra, C., Bernardelli, M., Viera, E. (2013). ESTUDIO CINETICO E ISOTERMICO DE LA BIOSORCION DE ZIN(II) Y CADMIO(II) PARA UN SISTEMA MONOMETALICO-BIMETALICO POR UNDARIA PINNATIFIDA SP.
- Mori, M.; Maldonado, H.; Guzmán, E.; Eyra, C. Bernardelli, C.; Viera, M. y Donati, E. (2013). *Estudio Cinético e Isotérmico de la Biosorción de Zinc(II) y Cadmio(II) para un Sistema Monometálico-Bimetálico por Undaria Pinnatifida*. Obtenido de https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/4320/CONICET_Digital_Nro.5698_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y

- Nedelkoska, T. V., Doran, P. (2000). *Hyperaccumulation of cadmium by hairy roots of Thlaspi caerulescens. Biotechnology and Bioengineering.* Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=8570382&pid=S1870-0462201100020000200081&lng=es
- Romera, E. Gonzales, Ballester, A., Blázquez, M. y Muñoz, J. (2003). Equilibrios químicos de bioadsorción. *Revista de metalurgia* 43, 29-41.
- Salazar, M. (2005). *Aplicación e Importancia de las Microalgas en el Tratamiento de Aguas Residuales.* Obtenido de <http://www2.izt.uam.mx/newpage/contactos/anterior/n59ne/algas.pdf>
- Seader, J., Henley, E., (2006). *Separation process principles.* New Jersey: 2ª Edición, editado por Welter, J., McFadden, P., Kulesa, T., John Wiley & Sons, Inc.
- Silva, J., Paiva, A., Soares, D., Labrincha, A., Castro, F., (2005). Solvent extraction . En a. t. Mater.
- SINIA Sistema Nacional de Información Ambiental. (2017). *Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM .- Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias.* Obtenido de <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-agua-establecen-disposiciones>
- Tchobanoglous, G., Burton, F., Stensel, H. (2003). *Wastewater Engineering: treatment and Reuse/Metcalf & Eddy, Inc., New York: 4ª edición, McGraw-Hill.*
- Tsezos, M. (2001). Biosorption of metals. The experience accumulated and the outlook for technology development. *Hydrometallurgy* 59, 241–243. <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2020-full-report.pdf>

Harvey J. (2017). Nitratos de agua en uso doméstico. Water Quality Drinking Water Protection ed. U.S.A.: State of Oregon Department of Environmental Quality;.

EMSA – Puno (2004). Boletín informativo de la calidad de agua potable.

Puno - Perú:, Municipalidad Provincial de Puno.