



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

REMOCIÓN DE ZINC DE AGUAS RESIDUALES DE LA EMPRESA  
REGALIER UTILIZANDO LA LENTEJA DE AGUA (*Lemna minor*) LOS  
OLIVOS, LIMA 2014

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
AMBIENTAL

AUTORA:

SHIRLEY MARY HELEN ESCALANTE MORA

ASESORA:

Q.F. Mónica Guadalupe Retuerto Figueroa

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Conservación y Manejo de la Biodiversidad

LIMA-PERÚ

2014-II

## **PÁGINA DE JURADOS**

---

**Rodríguez Anaya, Rosa Deifilia**  
**Presidente**  
**Magister en Ciencias Ambientales**

---

**Valverde Flores, Jhonny Wilfredo**  
**Secretario**  
**Doctor en Ciencias e Ingeniería**

---

**Retuerto Figueroa, Mónica Guadalupe**  
**Vocal**  
**Químico Farmacéutico**

## **DEDICATORIA**

A mi padre por el constante apoyo que me brinda, a mi hermano por su cariño y compañía, por último a mi madre por su motivación, por su amor, su empuje diario para cumplir mis objetivos ya que gracias a ella soy lo que soy, una persona luchadora por cumplir mis sueños y metas. Gracias mamá.

Escalante Mora Shirley Mary Helen

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por permitirme culminar mi tesis, por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por la fortaleza que me brindó en los momentos difíciles, le doy gracias a mis asesores: Ing. Rosa Rodríguez, F. Q. Mónica Retuerto Figueroa y a Jhonny Valverde Flores por su tiempo y su dedicación para el desarrollo de mi tesis. Agradezco a mis amigos Luis Espinoza Vílchez, Melissa Díaz Laureano y Carmen López Alburqueque por su empuje y apoyo, finalmente a mi novio Jhojan Valera Fasabi por su amor y comprensión en los momentos difíciles, además de la motivación y el apoyo que me brindó para lograr el objetivo de terminar mi tesis.

Escalante Mora Shirley Mary Helen

### **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo, Shirley Mary Helen Escalante Mora con DNI N° 47499788, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

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

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documento como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, diciembre del 2014

Shirley Mary Helen Escalante Mora

## PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “Tratamiento de aguas residuales utilizando la Lenteja de agua (*Lemna minor*) para remover zinc de los efluentes de la empresa REGALIER de Los Olivos, Lima abril-noviembre 2014”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniera Ambiental.

La Autora

# ÍNDICE

## CARÁTULA

## PÁGINAS PRELIMINARES

|                                   |     |
|-----------------------------------|-----|
| PÁGINA DE JURADOS.....            | i   |
| DEDICATORIA.....                  | ii  |
| AGRADECIMIENTO.....               | iii |
| DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD..... | iv  |
| PRESENTACIÓN.....                 | v   |
| ÍNDICE.....                       | vi  |

|              |    |
|--------------|----|
| RESUMEN..... | ix |
|--------------|----|

|               |   |
|---------------|---|
| ABSTRACT..... | x |
|---------------|---|

|   |    |
|---|----|
| I. INTRODUCCIÓN.....                                      | 1  |
| 1.1. Problema.....  | 15 |
| 1.2. Objetivos.....                                       | 15 |
| II. MARCO METODOLÓGICO.....                               | 15 |
| 2.1. Hipótesis.....                                       | 15 |
| 2.2. Variables.....                                       | 16 |
| 2.3. Operacionalización de variables.....                 | 17 |
| 2.4. Metodología.....                                     | 18 |
| 2.5. Tipo de estudio.....                                 | 21 |
| 2.6. Diseño.....  | 22 |
| 2.7. Población y muestra.....                             | 22 |
| 2.8. Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 23 |
| 2.9. Métodos de análisis de datos.....                    | 24 |
| III. RESULTADOS.....                                      | 25 |
| IV. DISCUSIÓN.....  | 32 |
| V. CONCLUSIONES.....                                      | 33 |
| VI. RECOMENDACIONES.....                                  | 34 |
| VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....                      | 35 |
| ANEXOS.....   | 38 |

## LISTA DE ANEXOS

|  |    |
|--|----|
| Anexo 1: VMA (Valor Máximo Admisible) del agua según el D.S. N°021-2009-Vivienda.....      | 38 |
| Anexo 2: Tipos generales de contaminantes de agua.....                                     | 39 |
| Anexo 3: Elementos traza más importantes que se han encontrado en las aguas naturales..... | 40 |
| Anexo 4: Tipos de Fitorremediación.....  | 41 |
| Anexo 5: Plantas acuáticas que acumulan cuatro o más metales.....                          | 42 |
| Anexo 6: Plantas acuáticas.....  | 42 |
| Anexo 7: Morfología de la <i>Lemna minor</i> .....   | 43 |
| Anexo 8: Composición química de la <i>Lemna minor</i> .....                                | 43 |
| Anexo 9: Requisitos para la toma de muestras de agua y su manipulación.....                | 44 |
| Anexo 10: Ficha de registro de las muestra.....  | 45 |
| Anexo 11: Análisis de laboratorio.....   | 46 |
| Anexo 12: Fotografías.....   | 48 |
| Anexo 13. Constancia de permiso de la empresa REGALIER.....                                | 52 |



## LISTA DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla N°1. Operacionalización de variables.....   | 17 |
| Tabla N°2. Contenido de cada recipiente.....  | 20 |
| Tabla N°3. Técnicas e instrumentos.....   | 24 |
| Tabla N°4. Reducción de zinc en la muestra.....   | 25 |
| Tabla N°5. Concentración de zinc inicial y final en el recipiente $R_1$ , $R_2$ y $R_3$ ..... | 26 |
| Tabla N°6. Porcentaje de remoción de zinc.....  | 28 |
| Tabla N°7. Ficha de registro de indicadores en el agua.....                                   | 28 |

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura N°1: Flujograma del procedimiento de investigación.....      | 18 |
| Figura N°2. Flujograma del proceso de zincado.....                  | 19 |
| Figura N°3. Medidas del recipiente.....                             | 20 |
| Figura N°4. Comparación de reducción de zinc en las 3 muestras..... | 25 |
| Figura N°5. Concentración inicial de zinc.....                      | 26 |
| Figura N°6. Concentración final de zinc.....                        | 27 |
| Figura N°7. Concentración inicial y final de zinc.....              | 27 |
| Figura N°8. Porcentaje de remoción de zinc.....                     | 28 |
| Figura N°9. Comparación de pH.....                                  | 29 |
| Figura N°10. Comparación de Temperatura.....                        | 29 |
| Figura N°11. Comparación de conductividad.....                      | 30 |
| Figura N°12. Comparación de indicadores en $R_1$ .....              | 30 |
| Figura N°13. Comparación de indicadores en $R_2$ .....              | 31 |
| Figura N°14. Comparación de indicadores en $R_3$ .....              | 31 |
| Figura N°15. Plantas acuáticas.....                                 | 42 |
| Figura N°16. Morfología de la <i>Lemna minor</i> .....              | 43 |

## RESUMEN

En la presente investigación se utilizó la técnica rizofiltración con la finalidad de remover el zinc presente en las aguas residuales de la empresa de zincado "REGALIER". La metodología utilizada fue el método experimental, la población del estudio de investigación lo constituyeron las aguas residuales contaminadas con zinc (Zn) que se encuentran en las tinas de enjuague del proceso de zincado, del cual se tomó una muestra de 1 litro de agua contaminada para realizar el Pre-test e identificar la concentración inicial de zinc. Luego se procedió a instalar el sistema, donde se colocó 3 recipientes con 5 litros de agua contaminada por zinc de la empresa REGALIER y 500 gramos de la especie Lenteja de agua (*Lemna minor*) en cada uno. Después de 30 días de exposición a la especie Lenteja de agua se tomó el Post-test. En el Pre-test se obtuvo 39,08 mg/L de concentración de zinc, además se tomó análisis a los parámetros fisicoquímicos en base al Protocolo de Monitoreo de la Calidad de Recursos Hídricos, obteniendo como resultado pH 7.5, T 28°C y conductividad  $3,78 \times 10^7$  s/m<sup>-1</sup>. En el Post-test se obtuvo 10.83 mg/L para el Recipiente 1, 11.92 mg/L para el Recipiente 2 y 9.85 mg/L para el Recipiente 3. El porcentaje de remoción fue 73,05%, 71,90% y 74,53% en el recipiente 1, 2 y 3 respectivamente. En conclusión, se logró comprobar que la especie Lenteja de agua (*Lemna minor*) remueve la concentración de zinc presente en los efluentes de la empresa REGALIER.

**Palabras claves:** zinc, lenteja de agua, aguas residuales.

## ABSTRACT

The rhizofiltration technique was used to remove the zinc present in wastewater Zink Company "REGALIER". The methodology used was the experimental method, the study population was constituted research wastewater contaminated with zinc (Zn) that are in the process rinse tubs zinc, of which a sample of 1 liter of water contaminated took to perform the Pre-test and identify the initial concentration of zinc. He then proceeded to install the system, where 3 containers with 5 liters of water contaminated by zinc company REGALIER and 500 grams of Duckweed (*Lemna minor*) species in each was placed. After 30 days of exposure to water Lentil kind of took the post-test. In the Pre-test 39.08 mg/L zinc concentration was obtained, further analysis took the physicochemical parameters based on the Protocol Quality Monitoring Water Resources, resulting pH 7.5, T 28°C and conductivity  $3,78 \times 10^7 \text{ s/m}^{-1}$ . In the Post-test 10.83 mg/L was obtained for the container 1, 11.92 mg/L for the container 2 and 9.85 mg/L for the container 3. The removal percentage was 73.05%, 71.90% and 74.53% in the container 1, 2 and 3 respectively. In conclusion, it was possible to verify that the species Duckweed (*Lemna minor*) removes the concentration of zinc present in the effluents of the company REGALIER.

**Key words:** zinc, duckweed, effluent.