

FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE  
INGENIERÍA AMBIENTAL



Remoción de iones Níquel a partir de aguas de enjuague de  
la industria galvánica por Electrodesionización.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR:

Wilmer Enrique Calderón Carrasco

ASESOR:

Ing. Juan Taumaturgo Medina Collana

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Ingeniería de Procesos Industriales

LIMA – PERÚ

2013

## **Dedicatoria**

A mis padres y hermanos,  
por demostrarme que con perseverancia  
y esfuerzo, cualquier meta es alcanzable.

## **Agradecimiento**

A mi asesor, Ing. Juan Medina Collana  
por su apoyo incondicional  
para el desarrollo de mi tesis.

## **PRESENTACIÓN**

La contaminación de los cuerpos de agua por efluentes no domésticos se ha convertido en un problema ambiental, principalmente en países en vías de desarrollo como el nuestro, tal es el caso de los efluentes galvánicos, que sumado a la informalidad con la que trabajan las empresas (existen 1500 sólo en Lima), hacen necesario la implementación de un sistema de tratamiento que permita la remoción de metales pesados, como el Níquel, para evitar la contaminación de los cuerpos de agua, preservando la calidad del recurso y la salud de las personas.

El Níquel es un metal de transición, utilizado para hacer recubrimientos metálicos y como capa previa para el cromado. Las aguas de lavado del sub proceso de niquelado son efluentes de gran volumen y de baja concentración, las cuales son vertidas directamente a la red de alcantarillado, que descarga generalmente a un cuerpo de agua y en muy pocas ocasiones a una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

En la actualidad existen tecnologías convencionales y no convencionales para dar solución a esta problemática, sin embargo no todas tienen la capacidad de tratar este tipo de fluentes con contenido metálico, de gran volumen y bajas concentraciones.

En este sentido, en el presente estudio se detalla una alternativa de tecnología no convencional para el tratamiento de efluentes galvánicos, que tiene la capacidad de remover iones metálicos en soluciones de baja concentración, la Electrodesionización, una tecnología limpia, que no utiliza reactivos químicos ni generan residuos peligrosos producto del tratamiento.

# ÍNDICE

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Presentación.....	iv
Índice.....	v
RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
1. INTRODUCCIÓN.....	3
1.1 Problema de investigación.....	3
1.1.1 Realidad problemática.....	3
1.1.2 Formulación del problema.....	4
1.1.3 Justificación.....	4
1.1.4 Antecedentes.....	5
1.1.5 Objetivos.....	7
1.2 Marco referencial.....	8
1.2.1 Marco teórico.....	8
1.2.2 Marco legal.....	38
1.2.3 Marco Conceptual.....	42
2. MARCO METODOLÓGICO.....	43
2.1 Hipótesis.....	43
2.2 Variables.....	44
2.2.1 Definición conceptual.....	44
2.2.2 Definición operacional.....	44
2.3 Metodología.....	45
2.3.1 Tipos de estudio.....	45
2.3.2 Diseño de investigación.....	45
2.3.3 Procedimiento no experimental para determinar el porcentaje de remoción de iones Níquel.....	46
2.4 Población y muestra.....	47
2.4.1 Población.....	47
2.4.2 Muestra.....	47
2.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	48
2.5.1 Técnicas.....	48
2.5.2 Instrumentos.....	48
2.6 Métodos de análisis de datos.....	48

3. RESULTADOS .....	49
3.1 Primera prueba .....	49
3.2 Segunda prueba .....	53
3.3 Tercera prueba .....	56
3.4 Resumen de observaciones de las pruebas .....	60
4. DISCUSIÓN .....	61
5. CONCLUSIONES.....	62
6. SUGERENCIAS: .....	63
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS: .....	64
ANEXOS .....	66
ANEXO 1: Mapa de Ubicación de la empresa GAMEID E. I. R. L. ....	66
ANEXO 2: Matriz de operacionalización de variables .....	67
ANEXO 3: Álbum fotográfico.....	68
ANEXO 4: Informe de Ensayo N° SE-272-13.....	69

## RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo determinar el porcentaje de remoción de iones Níquel de las aguas de enjuague de la industria galvánica por Electrodesionización. El equipo de Electrodesionización utilizado, está constituido por 2 membranas catiónicas, 1 membrana aniónica y resinas de intercambio iónico en lecho mixto; se realizaron tres pruebas, aplicando voltajes de 25, 20 y 15 voltios respectivamente, durante un tiempo de 120 minutos por cada prueba.

La muestra tratada se obtuvo del agua de lavado del proceso de niquelado desarrollado por la industria galvánica GAMEID E. I. R. L., ubicada en el distrito de San Martín de Porres. La concentración inicial de la muestra fue de 150,7 mgNi/L. Se observó que el mayor porcentaje de remoción obtenido fue de 61,25%, para un voltaje aplicado de 25 voltios.

## **ABSTRACT**

This research aimed to determine the percentage of nickel ions removal from galvanic industry rinse water by Electrodesionización. Electrodeionization equipment used is constituted by two cationic membranes, one anionic membrane and ion exchange resins in mixed bed; three tests were conducted by applying voltages of 25, 20 and 15 volts respectively, for a time of 120 minutes per test .

The treated sample was obtained from the washwater of the nickel electroplating process developed by GAMEID E. I. R. L., located in the district of San Martín de Porres. The initial concentration of the sample was 150.7 mgNi / L. It was observed that the highest percentage of removal obtained was 61.25% for an applied voltage of 25 volts.