

# FACULTAD DE INGENIERÍA

## ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



### IMPACTO POR METALES PESADOS EN LA COMUNIDAD MACROBENTÓNICA EN EL RÍO HUAMANIHUAYTA DEL DISTRITO DE CAYARANI - AREQUIPA

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR:  
ROXANA INCA ZURITA

ASESOR:  
ING. RICARDO FEDERICO  
SEGURA EDERY

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:  
INGENIERÍA DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE LOS  
RECURSOS NATURALES

LIMA – PERÚ

2013

## **Dedicatoria**

A mis padres, por quienes voy a luchar siempre por ser mejor, para ser motivo de orgullo hoy y siempre en sus vidas.

A mis hermanos Cecilia, Omar y Ángel para quienes siempre he sido un ejemplo a seguir y a los que quiero, espero que este triunfo les sirva de ejemplo para que sigan luchando por lo que quieran.

A mi enamorado Javier Pinto Peraltilla por ser una de las personas más importantes en mi vida, por lo cual agradezco su apoyo incondicional.

## **Agradecimiento**

A mi asesores de tesis Amancio Guzmán, Julio Cesar Cuba y Ricardo Segura.

A mis profesoras Verónica Tello y Jessica Muñoz.

A mis compañeros de estudios y mis compañeros de trabajo, por su amistad y por su apoyo durante el desarrollo de mi carrera universitaria.

## PRESENTACIÓN

En el presente trabajo se quiere demostrar la influencia de las actividades antropogénicas, como es el caso de la actividad minera, una de las más rentables del país, pero la actividad que genera más impactos al ambiente, como es el caso de la comunidad macrobentónica.

Por ello, se realizó el trabajo de campo en el departamento de Arequipa, en el río Huamanihuayta, el cual se encuentra cerca del proyecto minero CMBSAA-Poracota.

Se realizó trabajos de toma de muestras de agua para el análisis de metales pesados, los cuales fueron llevados a laboratorio ambiental. Asimismo se analizó la comunidad macrobentónica, tomando en cuenta que estas especies son buenas bioindicadoras de la contaminación.

Se obtuvo la identificación de más de tres órdenes con sus diferentes familias de las especies de macrobentos, de las cuales la más común fue la Chironomidae.

Los resultados estadísticos demuestran que no se puede afirmar la influencia de los metales pesados en el aumento de especies tolerables a la contaminación y disminución de las diferentes especies sensibles en el punto N° 2 (aguas abajo del efluente de la unidad minera). Si bien es cierto se encontraron especies tolerables en el punto N°1 debido al ambiente ácido, también se encontró especies sensibles las cuales no se volvieron a observar en el punto N°2 (aguas abajo del efluente del proyecto minero).

# ÍNDICE

PRESENTACIÓN .....	iii
RESUMEN .....	1
ABSTRACT .....	3
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>5</b>
<b>1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>6</b>
1.1.1 Realidad Problemática .....	6
1.1.2 Formulación del problema .....	6
1.1.2.1. General:.....	6
1.1.2.2. Específicos:.....	6
1.1.3. Justificación.....	6
1.1.4. Antecedentes.....	7
1.1.5. Objetivos.....	9
1.1.5.1 General:.....	9
1.1.5.2 Específicos: .....	9
<b>1.2. MARCO REFERENCIAL.....</b>	<b>9</b>
1.2.1. Marco teórico.....	9
1.2.2. Marco Conceptual .....	15
<b>2. MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>16</b>
2.1 Hipótesis.....	16
2.1.1. General:.....	16
2.1.2. Específicas:.....	16
2.2. Variables .....	17
2.2.1 Definición conceptual.....	17
2.2.2. Definición operacional.....	18
2.3. Metodología.....	18
2.3.1. Tipo de estudio .....	18
2.3.2. Diseño .....	18
2.4. Población y muestra.....	18
2.5 Método de investigación.....	20
2.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	21
2.7. Métodos de análisis de datos.....	25
<b>3. RESULTADOS.....</b>	<b>26</b>
<b>4. DISCUSIÓN .....</b>	<b>32</b>
<b>5. CONCLUSIONES .....</b>	<b>33</b>
<b>6. SUGERENCIAS .....</b>	<b>33</b>
<b>7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>34</b>
<b>8. ANEXOS .....</b>	<b>38</b>

## Índice de Tablas

Tabla 2.1 Matriz de operacionalización de variables.....	18
Tabla 2.2 Ubicación de las Estaciones de Monitoreo de Calidad de Agua y macrobentos.....	19
Tabla 8.1 Sistema para la determinación de Índice de monitoreo Biológico – BMWP .....	38
Tabla 8.2 Clases, valores y características para aguas clasificadas mediante el índice BMWP.....	40
Tabla 8.3 Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua. D.S N° 002-2008-MINAM CATEGORÍA 4: Conservación del Ambiente Acuático.....	40
Tabla 8.4 Matriz de Consistencia .....	42
Tabla 8.5 Resultados del Pb en agua VS especies tolerables y especies no tolerables en el punto N°1(aguas arriba del proyecto).....	47
Tabla 8.6 Resultados del Pb en agua VS especies tolerables y especies no tolerables en el punto N°2(aguas abajo del proyecto).....	48
Tabla 8.7 Resultados del Cu en agua VS especies tolerables y especies no tolerables en el punto N°1(aguas arriba del proyecto).....	49
Tabla 8.8 Resultados del Cu en agua VS especies tolerables y especies no tolerables en el punto N°2 (aguas abajo del proyecto).....	50
Tabla 8.9 Resultados del Zn en agua VS especies tolerables y especies no tolerables en el punto N°1(aguas arriba del proyecto).....	51
Tabla 8.10 Resultados del Zn en agua VS especies tolerables y especies no tolerables en el punto N°2 (aguas abajo del proyecto).....	52
Tabla 8.11 Resultados del pH en agua VS especies tolerables y especies no tolerables en el punto N°1(aguas arriba del proyecto).....	53
Tabla 8.12 Resultados del pH en agua VS especies tolerables y especies no tolerables en el punto N°2 (aguas abajo del proyecto).....	54
Tabla 8.13 Resultados del caudal en agua VS especies tolerables y especies no tolerables en el punto N°1(aguas arriba del proyecto).....	55
Tabla 8.14 Resultados del caudal en agua VS especies tolerables y especies no tolerables en el punto N°2(aguas abajo del proyecto).....	56

## Índice de Figuras

Figura 8.1 Resultados del Pb en agua VS especies tolerables y especies no tolerables en el punto N°1(aguas arriba del proyecto).....	47
Figura 8.2 Resultados del Pb en agua VS especies tolerables y especies no tolerables en el punto N°2(aguas abajo del proyecto).....	48
Figura 8.3 Resultados del Cu en agua VS especies tolerables y especies no tolerables en el punto N°1(aguas arriba del proyecto).....	49
Figura 8.4 Resultados del Cu en agua VS especies tolerables y especies no tolerables en el punto N°2(aguas abajo del proyecto).....	50
Figura 8.5 Resultados del Zn en agua VS especies tolerables y especies no tolerables en el punto N°1(aguas arriba del proyecto).....	51
Figura 8.6 Resultados del Zn en agua VS especies tolerables y especies no tolerables en el punto N°2(aguas abajo del proyecto).....	52
Figura 8.7 Resultados del pH en agua VS especies tolerables y especies no tolerables en el punto N°1(aguas arriba del proyecto).....	53
Figura 8.8 Resultados del pH en agua VS especies tolerables y especies no tolerables en el punto N°2(aguas abajo del proyecto).....	54
Figura 8.9 Resultados del caudal en agua VS especies tolerables y especies no tolerables en el punto N°1(aguas arriba del proyecto).....	55
Figura 8.10 Resultados del caudal en agua VS especies tolerables y especies no tolerables en el punto N°2(aguas abajo del proyecto).....	56

## Índice de Imágenes

Imagen 8.1 Cadena de custodia de agua.....	43
Imagen 8.2 Punto de monitoreo aguas arriba del efluente.....	44
Imagen 8.3 Punto de monitoreo del efluente.....	44
Imagen 8.4 Punto de monitoreo aguas abajo del efluente .....	45
Imagen 8.5 Especies de macrobentos sensibles .....	45
Imagen 8.6 Especies de macrobentos tolerables.....	46

## RESUMEN

La investigación tiene como propósito determinar si existe algún impacto positivo o negativo de los metales pesados en la comunidad macrobentónica a consecuencia de las actividades provenientes del efluente de la unidad minera Poracota ubicada cerca al río HuamaniHuayta, se colectaron las muestras en dos estaciones, aguas arriba y abajo del efluente del proyecto minero en el mes de octubre 2012. Estos datos se compararon con datos históricos en diferentes épocas del año (Junio-12 y Marzo-13). Para estudiar la relación de los metales pesados con la estructura de la comunidad de macroinvertebrados en el río Huamanihuayta se midieron parámetros físicos y químicos como el pH además de la concentración de metales pesados (plomo, cobre y zinc) por ello, se tomó las muestras de calidad de agua.

Para obtener los resultados de macrobentos se tomó una muestra compuesta de tres réplicas representativas en cada estación, los cuales se cuantificaron e identificaron hasta el nivel taxonómico posible utilizando las claves de Roldán (1988), Merrit & Cummins (1996) y Fernández & Domínguez (2001).

El objetivo del trabajo de investigación es determinar si existe alguna relación entre los macroinvertebrados y los metales pesados.

Los resultados de análisis de macrobentos determinó la presencia de los grupos Díptera y Hirudiformes en las dos estaciones de monitoreo. Los resultados del análisis de metales pesados en el punto N° 1 no sobrepasaron la norma D.S. N° 002-2008-MINAN. Mientras la concentración de metales en el agua en el punto N°2 para el mes de Octubre-12 reportó el nivel de concentración de cobre (0.03 mg/l), Zinc (0.060mg/l) y plomo (0.0032mg/l) siendo estas concentraciones de metales las que sobrepasaron los estándares de calidad ambiental D.S.N°002-2008-MINAM categoría 4(Conservación de Ambiente acuático).

Los resultados del pH en el punto n°1 y en punto n° 2 muestran un medio ácido, para los dos escenarios el pH no cumple con la norma D.S.002-2008-MINAN, la cual establece (6.5- 8.5 unidades de pH).

Según los resultados estadísticos, en la investigación no se puede afirmar que existe relación entre el aumento de metales pesados en río Huamanihuayta y el incremento de especies tolerantes a la contaminación como por ejemplo las Dípteras (Chironomidae) y la disminución de especies macrobentónicas sensibles a la contaminación del medio como la especie Hirudinae y Empididae. El número de macrobentos fueron comparados con el Índice BMWP, en el cual se asigna el puntaje correspondiente a cada familia como se observa en la tabla 8.1; el valor fue de 17 puntos. Este puntaje indica que el agua del río es de Clase V (calidad crítica) como se observa en la tabla 8.2.

Para un mejor análisis de la comunidad macrobentónica es necesario mayor número de muestras, aproximadamente 30 muestras para determinar el comportamiento de estas especies en relación a los metales pesados. También es recomendable el análisis de metales totales en especies de larvas de las diferentes familias de macrobentos encontradas, porque las especies acumulan

estos metales y es probable que los metales pesados se encuentren acumulados en los niveles de la cadena trófica (incluyendo el hombre).

En el Perú el número de investigaciones sobre el efecto de los metales pesados en la comunidad macrobentónica es considerablemente menor comparado con las investigaciones fisicoquímicas de calidad del agua en los ríos, como los ríos Rímac, Chillón entre otros.

## ABSTRACT

This research aims to determine whether there is any positive or negative impact of heavy metals in macrobenthic community as a result of the activities of the effluent from the Poracota mining located near the river HuamaniHuayta. There were obtained two samples, one upstream and one downstream effluent. In the month of October 2012. These data were compared with historical data in different times of the year (June-12 and March-13). To study the relationship of heavy metals with the structure of the macroinvertebrate community in the River Huamanihuayta were measured physical and chemical parameters such as pH in addition to the concentration of heavy metals (lead, copper and zinc), so were also obtained the samples for water quality evaluation.

To get the results of macrobenthos analysis a representative samples was taken compound by three replicas at each station, the results are quantified and identified to the taxonomic level possible using keys Roldan (1988), Merritt & Cummins (1996) and Fernandez & Domínguez (2001).

The aim of the research is to determine the correlation between the density of macroinvertebrates and heavy metals.

The results of macrobenthos analysis determined the presence of Diptera and Hirudiformes groups. Heavy metals analysis results, in the point N° 1 did not exceeded the D.S. N° 002-2008-MINAN standard. Point N2, the concentration of metals in the water, at October-12, reported the following concentration levels: Copper (0.03 mg / l), zinc (0.060 mg / l) and lead (0.0032mg / l) being these metal concentrations the ones that exceeded the limits allowed by environmental quality standards, D. S. N ° 002-2008-MINAM category 4 (Aquatic Environment Conservation).

pH results in point N° 1 and N° 2 show an acid medium, for both scenarios the pH does not compliant the standard D. S. 002-2008-MINAN, which establishes (6.5 to 8.5 pH units).

According to the statistical results; in this investigation can not be said that there is a relationship between the increase of heavy metals in river Huamanihuayta and the increase of pollution-tolerant species such as Diptera (Chironomidae); and the decrease of macrobenthic species sensitive to environmental pollution such as Hirudinae and Empididae species. The number of macrobenthos were compared with BMWP index; which assigns a score for each family as shown in Table 8.1; the score value was 17 points. This score indicates that the water of the river is a Class V (quality criticism) as shown in Table 8.2.

For a better analysis of macrobenthic community more samples are needed, approximately 30 samples to determine the behavior of these species in relation to heavy metals. It is also advisable to perform a total metal analysis in larval species of the different families of macrobenthos found, because these species accumulates these metals and it is likely that the heavy metals are accumulated in the food chain levels (including the man).

In Peru, the number of investigations about the effect of heavy metal over the macrobenthic community is much lower than the number of physicochemical investigations of water quality in rivers, such as Rimac, Chillón and others rivers.