



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**“Pasivo minero ‘Concentradora’ y su impacto ambiental por Drenaje  
Ácido de Mina (DAM) en el recurso hídrico, Distrito de Matucana,  
Huarochirí-Lima, 2016”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERA AMBIENTAL**

**AUTORA:**

Shirley Hellen Caballón Robles

**ASESOR**

Dr. Elmer Benites Alfaro

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Tratamiento y Gestión de Residuos

**LIMA - PERÚ**

**2016-II**

**JURADOS**

.....  
**PRESIDENTE**

**Dr. Lorgio Valdivieso Gonzales**

.....  
**SECRETARIO**

**MSc. Rubén Munive Cerrón**

.....  
**VOCAL**

**Dr. Elmer Benites Alfaro**

### **DEDICATORIA**

Dedicada en especial a mis padres, Yeny y Miguel por nunca hacernos faltar nada, a mi tía Soledad quien es como una segunda madre, a mis hermanos; Jhon, Biviana, Luis, Nelson y Rickson, quienes con cada particularidad suya dan color a mi vida, y a mis abuelos Alfredo y María. Cada uno ellos son mi mayor motivo para lograr todo lo que me proponga.

### **AGRADECIMIETNO**

A la Universidad Cesar Vallejo, por su apoyo en las gestiones para el desarrollo de la presente tesis.

Expreso mi especial gratitud a mi Asesor Elmer Benites Alfaro, quien fue mi guía y apoyo durante todo el desarrollo de la presente tesis.

Agradezco al Ingeniero Ricardo Segura, quien, a pesar de no formar el grupo de asesores, siempre me ayudo a despejar las dudas consultadas, así como brindándome información complementaria a mi trabajo de Investigación.

A la Ingeniera Vilma Leonardo, quien siempre me alentó y dio confianza para lograr todos mis objetivos planteados, una gran consejera académica, su paciencia y esos ánimos con los que comparte conocimientos, siempre está para cuando se le necesita, y con la misma consideración agradezco también al ingeniero Santiago Valverde.

Del mismo modo agradezco a los Ingenieros Manuel Saldaña y Carmenrosa Gamero, que siempre me han apoyado con los requerimientos de información geográfica para el desarrollo de los mapas, el apoyo de ambos en todo momento.

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo **Shirley Hellen Caballón Robles**, con DNI N° **70499526**, 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 documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 01 diciembre del 2016

---

Shirley Hellen Caballón Robles

## PRESENTACIÓN

### **Señores miembros del jurado:**

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “**Pasivo minero ‘Concentradora’ y su impacto ambiental por Drenaje Ácido de Mina (DAM) en el recurso hídrico, Distrito de Matucana, Huarochirí-Lima, 2016**”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de **Ingeniero Ambiental**.

El Autor:

Shirley H. Caballón Robles

# INDICE

JURADOS.....	i
DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	iv
PRESENTACIÓN.....	v
RESUMEN .....	x
ABSTRACT .....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Realidad Problemática. ....	2
1.2. Trabajos previos .....	3
1.3. Teorías Relacionadas al Tema .....	5
1.3.1 Minería antigua, del siglo XX y hoy. ....	5
1.3.2 Pasivos Ambientales Mineros (PAM) en el Perú. ....	7
1.3.3 Evaluación de Impacto Ambiental.....	8
1.3.4 Cuencas Contaminadas por Pasivos.....	9
1.3.5 Marco Legal .....	11
1.3.6 Tipos de Pasivos mineros .....	11
1.3.7 Drenaje Acido de Roca o Mina (DAR o DAM).....	12
1.3.8 Potencial de Generación de Ácido .....	14
1.3.9 Gestión de Pasivos y Control de Drenajes Ácidos.....	15
1.4. Formulación del problema .....	17
1.4.1 Problema general .....	17
1.4.2 Problema específico .....	17
1.5. Justificación del estudio .....	17
1.6. Hipótesis del estudio.....	18
1.6.1 Hipótesis General. ....	18
1.6.2 Hipótesis Específicas .....	18
1.7. Objetivos .....	18
1.7.1 Objetivo general.....	18
1.7.2 Objetivo específicos .....	19
II. MARCO METODOLÓGICO .....	19

2.1.	Diseño de investigación.....	19
	Tipo de estudios .....	19
2.2.	Identificación de Variables.....	19
2.3.	Población y Muestra.....	21
2.4.	Técnicas e Instrumentos de recolección de datos .....	21
	2.4.1. Reconocimiento y Gestiones del área de proyecto. ....	21
	2.4.2. Muestreo del pasivo minero. ....	22
	2.4.3. Muestreo de calidad de agua Superficial .....	24
	2.4.4. Muestreo de calidad de agua Subterránea.....	27
2.5.	Validez y Confiabilidad .....	30
2.6.	Métodos de Análisis de datos. ....	30
III.	RESULTADOS .....	33
	3.1. Análisis del Pasivo minero Concentradora.....	33
	3.2. Análisis de Agua Superficial.....	37
	3.3. Análisis de Agua Subterránea.....	38
	3.4. Interpretación y evaluación de los resultados y cuadros comparativos.....	39
	3.5. Calculo Cuantitativo de Evaluación de Impacto Ambiental del pasivo minero "Concentradora". ....	50
	3.6. Analisis Estadistico .....	62
IV.	DISCUSIÓN.....	63
V.	CONCLUSIONES .....	65
VI.	RECOMENDACIONES.....	66
VII.	REFERENCIAS.....	67
	ANEXOS: .....	72

## INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Muestreo del Punto 1, SUE-1. ....	23
Figura N° 2: Muestreo del Punto 2, SUE-2 .....	24
Figura N° 3: Muestreo del Punto 3, SUE-3 .....	24
Figura N° 4: Muestreo del Punto RRim1 .....	26
Figura N° 5: Muestreo del Punto RRim2 .....	26
Figura N° 6: Muestreo del Punto RRim3. ....	26
Figura N° 7: Muestreo del Punto ASub-1 .....	28
Figura N° 8: Muestreo del Punto ASub-2 .....	28
Figura N° 9: Muestreo del Punto ASub-3 .....	28
Figura N° 10: Muestreo del Punto ASub-4 .....	29
Figura N° 11: Unidad de Importancia del parámetro.....	32
Figura N° 12: Características mineralógicas SUE 1.....	33
Figura N° 13: Características mineralógicas SUE 2.....	34
Figura N° 14: Características mineralógicas SUE 3.....	35
Figura N° 15: Composición mineralógica del Suelo 1.....	39
Figura N° 16: Composición mineralógica del Suelo 2.....	39
Figura N° 17: Composición mineralógica del Suelo 3.....	40
Figura N° 18: Comparación de los puntos de agua superficial con el ECA de Arsénico.....	40
Figura N° 19: Comparación de los puntos de agua superficial con el ECA de Cadmio. ....	41
Figura N° 20: Comparación de los puntos de agua superficial con el ECA Cromo Hexavalente. ....	41
Figura N° 21: Comparación de los puntos de agua superficial con el ECA de Cobre Total. ....	41
Figura N° 22: Comparación de los puntos de los puntos de agua superficial con el ECA Hierro Total. ....	42
Figura N° 23: Comparación de los puntos de agua superficial con el ECA de Plomo Total. ....	42
Figura N° 24: Comparación de los puntos de agua superficial con el ECA de Mercurio Total....	42
Figura N° 25: Comparación de los puntos de agua superficial con el ECA de Zinc Total. ....	43
Figura N° 26: Comparación de los puntos de agua superficial con el ECA de Manganeso.....	43
Figura N° 27: Comparación de los puntos de agua superficial.....	44
Figura N° 28: Comparación de los puntos de agua superficial con el ECA de Manganeso.....	44
Figura N° 29: Comparación de los puntos de Agua Subterránea con el ECA de Arsénico. ....	45
Figura N° 30: Comparación de los puntos de agua subterránea con el ECA de Cadmio. ....	45
Figura N° 31: Comparación de los puntos de agua subterránea con el ECA Cromo Hexavalente. ....	45
Figura N° 32: Comparación de los puntos de agua subterránea con el ECA de Cobre Total.....	46
Figura N° 33: Comparación de los puntos de agua subterránea con el ECA de Hierro Total. ....	46
Figura N° 34: Comparación de los puntos de agua subterránea con el ECA de Plomo Total. ....	46
Figura N° 35: Comparación de los puntos de agua subterránea con el ECA de Mercurio Total. ....	47
Figura N° 36: Comparación de los puntos de agua subterránea con el ECA de Zinc Total. ....	47
Figura N° 37: Comparación de los puntos de agua subterránea con el ECA de Manganeso.....	47
Figura N° 38: Comparación del punto de agua subterránea ASub 1 con los ECAs. ....	48
Figura N° 39: Comparación del punto de agua subterránea ASub 2 con los ECAs. ....	48
Figura N° 40: Comparación del punto de agua subterránea ASub 3 con los ECAs. ....	49
Figura N° 41: Comparación del punto de agua subterránea ASub 1 con los ECAs. ....	49

## INDICE DE TABALAS

Tabla N° 1: Pasivos mineros según departamento .....	8
Tabla N° 2: Priorización de PAM por riesgos y por cuencas-2015 .....	10
Tabla N° 3: Tipos de Pasivos Mineros .....	11
Tabla N° 4: Minerales Sulfurados .....	12
Tabla N° 5: Métodos y Técnicas de Control de la generación de DAM.....	16
Tabla N° 6: Operacionalización de Variables.....	20
Tabla N° 7: Profundidad de muestreo según uso de suelo .....	23
Tabla N° 8: Puntos de Muestreo del Pasivo .....	23
Tabla N° 9: Puntos de muestreo de agua superficial .....	25
Tabla N° 10: Puntos de muestreo de agua Subterránea .....	27
Tabla N° 11: Parámetros establecidos para comparación .....	29
Tabla N° 12: Muestra de SUE -1 .....	33
Tabla N° 13: Muestra de SUE -2 .....	34
Tabla N° 14: Muestra de SUE -31 .....	35
Tabla N° 15: Determinación de Potencial Neto de Neutralización .....	36
Tabla N° 16: Resultados de generador de Drenaje Acido. ....	37
Tabla N° 17: Resultados de Agua Superficial.....	37
Tabla N° 18: Resultados del análisis de Agua Subterránea .....	38

## RESUMEN

Uno de los principales y más preocupantes problemas de contaminación son los ocasionados por Pasivos Ambientales Mineros generadores de Drenaje Ácido de Mina, estos pasivos están distribuidos en diferentes departamentos de nuestro país que permanecen desde los años 70, 80 y 90, y hasta la fecha no han sido atendidos, el Ministerio de Energía y Mina ha inventariado 8616 PAMs, estos pasivos tienen la capacidad de liberar metales y metaloides, los cuales significan un riesgo a la salud y medio ambiente.

El caso que se presenta es sobre el pasivo Minero “Concentradora” requiere de evaluaciones a varios componentes, son embargo, solo es enfocado al impacto ambiental generado de drenaje acido de mina, se tiene como uno de los objetivos la evaluación de impacto ambiental cuantitativa usando el método Batelle Columbus, así mismo se están realizando análisis de agua superficial y subterránea y también se determina el Potencial Neto de Neutralizacion (PNN).

Los resultados obtenidos muestran la presencia de metales tóxicos (Pb, Cd, He, Hg, Cu, Zinc, Mn), algunos que superan el ECA en el rio Rímac, así mismo estos parámetros se elevan más en el agua subterránea, así mismo se realizaron análisis para la determinación de Drenaje Acido de Mina, y su Potencial Neto de Neutralización (PPN). El método que usado para cuantificar el impacto en el recurso hídrico fue el de Batalle Columbus, la misma que nos arrojó resultados de un estado no óptimo de los parámetros evaluados mostrando un impacto negativo hacia el recurso hídrico.

## **ABSTRACT**

One of the main and most worrisome pollution problems are those caused by the environmental liabilities of Mine Acid Drainage Generators, these liabilities are distributed in different countries of our country that have remained since the 70s, 80s and 90s and to date no Have been attended, the Ministry of Energy and Mine has inventoried 8616 PAM, these liabilities have the ability to release metals and metalloids, which mean an irrigation to health and environment.

The case that is presented on the mining liabilities "Concentrator" requires evaluations to several components, however, it is only focused on the environmental impact generated from mine drainage, one of the objectives is the quantitative environmental impact assessment using the method Batelle Columbus, is also conducting surface and ground surface analysis and also determines the Net Neutralization Potential (PNN).

The results obtained show the presence of toxic metals (Pb, Cd, He, Hg, Cu, Zinc, Mn), some of which exceed ACE in the Rimac river, and these parameters are also higher in groundwater. They performed analyzes for the determination of Amino Drainage, and their Net Neutralization Potential (PPN). The method used to quantify the impact on the resource was that of Batalle Colón, which does not yield results of a non-optimal state of the evaluated parameters that show a negative impact.