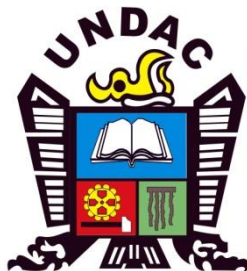


**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA**  
**AMBIENTAL**



**TESIS**

**Análisis de la concentración de metales presentes en el suelo de la  
concesión minera Claudia XXI con la finalidad de cumplir los  
parámetros D.S. N°011-2017-MINAM**

**Para optar el título profesional de  
Ingeniero Ambiental**

**Autor: Bach: Marlon Alexander HUAMAN JESUS**

**Asesor: Mg. David Johnny CUYUBAMBA ZEVALLOS**

**Cerro de Pasco - Perú - 2019**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA**  
**AMBIENTAL**



**TESIS**

**Análisis de la concentración de metales presentes en el suelo de la  
concesión minera Claudia XXI con la finalidad de cumplir los  
parámetros D.S. N°011-2017-MINAM**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

**Mg. Julio Antonio ASTO LIÑAN**  
**Presidente**

**Mg. Luis Alberto PACHECO PEÑA**  
**Miembro**

**Mg. Lucio ROJAS VITOR**  
**Miembro**

## **DEDICATORIA**

A mis padres queridos por su apoyo en la formación de mi carrera profesional.

## **RECONOCIMIENTO**

Al mi asesor Mg. David Johnny Cuyubamba Zevallos, por el aporte brindado en el desarrollo del presente trabajo de Investigación.

A mis jurados Mgs: Julio Antonio ASTO LIÑAN, Luis Alberto PACHECO PEÑA y Lucio ROJAS VITOR, por las apreciaciones y correcciones realizadas al trabajo de investigación.

## RESUMEN

La actividad de la minería informal genera contrabando, explotación y trata de personas, contaminación, corrupción y grandes problemas socio ambientales al país, donde la minería informal ocasiona una de las principales fuentes de contaminación de suelos donde se desarrolla esta actividad, debido que este problema puede persistir durante décadas una vez finalizado la actividad minera informal considerados como pasivos mineros ambientales, existiendo la necesidad de poner en funcionamiento las normas y leyes para el proceso de formalización de estos mineros. Debido que la contaminación de los suelos en la zona del paraje de Ramos Balcón se ha incrementado a través de los últimos años; porque estos suelos están siendo usados indiscriminadamente como cuerpos receptores finales de las emisiones de mercurio y otros metales aglomerados como relaves y desmontes mineros con la presencia de algunos reactivos químicos que fueron utilizados para el proceso y refinado en la obtención del oro. En el presente trabajo de investigación, se desarrollo con el propósito de analizar estos metales presentes en el suelo dejados por la minería informal, específicamente en la concesión minera Claudia XXI. Donde a través de un análisis de campo estos parámetros fueron comparados con los estándares de calidad ambiental de suelo según el Decreto Supremo N°011-2017-MINAM.

**Palabras clave:** estándares ambientales, suelo, minería informal.

## **ABSTRACT**

The activity of informal mining generates smuggling, exploitation and trafficking of persons, pollution, corruption and major socio-environmental problems to the country, where informal mining causes one of the main sources of soil contamination where this activity takes place, because this problem It can persist for decades after the end of the informal mining activity considered as environmental mining liabilities, there being a need to put into operation the norms and laws for the formalization process of these miners. Because the contamination of the soils in the area of the Ramos Balcón area has increased over the last years; because these soils are being used indiscriminately as final receiving bodies for emissions of mercury and other agglomerated metals such as tailings and mining clearings with the presence of some chemical reagents that were used for the process and refined in obtaining gold. In this research, it was developed with the purpose of analyzing these metals present in the soil left by informal mining, specifically in the Claudia XXI mining concession. Where through a field analysis these parameters were compared with the standards of environmental quality of soil according to Supreme Decree No. 011-2017-MINAM.

**Keywords:** environmental standards, soil, informal mining.

## INTRODUCCIÓN

La contaminación del suelo está afectando a la ganadería y agricultura en los lugares donde se desarrolla las actividades que se dedican a la explotación de yacimientos auríferos de manera informal. Esta situación, se ha acrecentado y llegado al punto de llevar a realizar medidas conjuntas en los sectores públicos involucrados, bajo una nueva institucionalidad, donde el Ministerio del Ambiente, que ha venido liderando el proceso de formalización de los mineros informales que ha generado una situación compleja y sumamente perjudicial para el medio ambiente. Es en ese sentido que el presente trabajo de investigación hace un análisis de los metales presentes en el suelo en base a la información obtenida de campo sobre los efectos que ocasiona la minería informal ubicado en la concesión minera Claudia XXI en la zona denominada Ramos Balcón perteneciente a la comunidad de Acobamba de la jurisdicción del distrito de Pozuzo siendo comparadas con los estándares ambientales para ello la investigación está conformada por cuatro capítulos; Capítulo I: Planteamiento del Problema, los objetivos de la investigación relacionada a la presencia de metales en el suelo. Capítulo II: Marco teórico, donde se presentan trabajos realizados anteriormente en estudios similares, definición de términos y bases teóricas científicas; hipótesis de investigación.

Capítulo III: Métodos y Materiales de Investigación; Capítulo IV: Presentación de Resultados y discusión, donde se observa los resultados

obtenidos en el trabajo de campo realizado, prueba de hipótesis, análisis y discusión de los resultados. Finalmente, las conclusiones y las recomendaciones establecidas, servirán para determinar si existe contaminación del suelo por los metales presentes, frente a los perjuicios que dejó la minería informal en ese lugar, de manera que la continuidad de la investigación ayude entre otros aspectos en el desarrollo efectivo de controlar y prevenir daños ambientales sobre el suelo.



## INDICE

DEDICATORIA .....	III
RECONOCIMIENTO.....	IV
RESUMEN.....	V
ABSTRACT.....	VI
INTRODUCCIÓN.....	VII
INDICE.....	IX

### CAPITULO I PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y Determinación del Problema.....	11
1.2. Delimitación de la investigación .....	12
1.3. Formulación del Problema .....	13
1.3.1. Problema general.....	13
1.3.2. Problemas específicos .....	13
1.4. Formulación de Objetivos.....	13
1.4.1. Objetivo general.....	13
1.4.2. Objetivos específicos .....	13
1.5. Justificación de la investigación .....	13
1.6. Limitaciones de la investigación.....	14

### CAPITULO II MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de estudio.....	15
2.2. Bases Teóricas – Científicas.....	18
2.2.1. El suelo.....	18
2.2.2. Propiedades físicas del suelo.....	18
2.2.3. Textura de suelo.....	19
2.2.4. Estructura del suelo.....	19
2.2.5. Color de los suelos.....	19
2.2.6. Propiedades químicas del suelo.....	20
2.2.7. Capacidad de intercambio catiónico.....	20
2.2.8. pH del suelo. ....	21
2.2.9. Materia orgánica en el suelo. ....	22
2.2.10. Macro nutrientes del suelo.....	22
2.2.11. Contaminación del suelo por metales .....	24
2.2.12. Procedencia de metales.....	24
2.2.13. Toxicidad de los metales en el suelo. ....	25
2.2.14. Disponibilidad de los metales en el suelo. ....	26
2.2.15. Factores del suelo que afectan la acumulación de los metales.....	26
2.2.16. Biodisponibilidad de metales.....	30
2.2.17. Minería informal en el estado peruano.....	31

2.2.18. Proceso de las actividades en la concesión Claudia XXI.....	31
2.2.19. Contaminación del suelo con metales en la concesión Claudia XXI .	34
2.2.20. Efecto de los metales en los seres vivos .....	35
2.2.21. Arsénico.....	36
2.2.22. Bario.....	38
2.2.23. Cadmio.....	40
2.2.24. Cromo.....	41
2.2.25. Mercurio.....	43
2.2.26. Plomo.....	45
2.3. Definición de términos básicos.....	47
2.4. Formulación de Hipótesis.....	50
2.4.1. Hipótesis General.....	50
2.4.2. Hipótesis específicas.....	51
2.5. Identificación de Variables .....	51
2.6. Definición Operacional de variables e indicadores.....	51

### **CAPITULO III METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACION**

3.1. Tipo de investigación .....	52
3.2. Método de Investigación .....	52
3.3. Diseño de la investigación.....	53
3.4. Población y Muestra.....	53
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	54
3.5.1. Técnicas de recolección .....	54
3.5.2. Análisis de laboratorio .....	54
3.6. Técnicas de procesamientos y análisis de datos .....	55
3.7. Tratamiento estadístico .....	55
3.8. Selección y validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación	55
3.9. Orientación ética .....	56

### **CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSION**

4.1. Descripción de trabajo de campo.....	57
4.1.1. Ubicación de los puntos de muestra. ....	58
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados .....	59
4.2.1. Resultados obtenidos de los metales en el suelo.....	60
4.3. Prueba de hipótesis. ....	66
4.4. Discusión de Resultados.....	68
CONCLUSIONES .....	71
RECOMENDACIONES.....	72
BIBLIOGRAFIA.....	73
ANEXOS	

## **CAPITULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACION**

#### **1.1. Identificación y Determinación del Problema.**

El suelo es un componente importante, debido que en ella se realizan todas las actividades humanas, además que desde tiempos muy remotos el suelo ha sido utilizado para la explotación de minerales que en ella almacena. Desde hace mucho tiempo atrás, como consecuencia de una serie de problemas sociales y económicos, se ha propiciado una informalidad de la minería en el paraje denominado Ramos balcón de la comunidad de Acobamba del distrito de Pozuzo de la región Pasco, donde la minería informal a ocasionado efectos desfavorables que van desde las condiciones inseguras de trabajo y métodos irracionales de explotación, que han originado la depredación del suelo, hasta la contaminación y degradación de este componente ambiental, especialmente por el mal uso del mercurio.

Donde la contaminación edáfica se ha incrementado a través de los años con el arrojado indiscriminado de residuos mineros (relave y desmonte) y algunos reactivos químicos utilizados en el procesamiento de los minerales, afectando los suelos con concentraciones elevadas de metales como el Ba, Cr, As, Cd, Hg, Pb debido que no se degradan biológica ni químicamente

rápidamente en la naturaleza; por lo que son considerados tóxicos para la mayor parte de organismos vivos.

Estos relaves mineros y desmontes de la minera informal, han ocasionado estos pasivos ambientales que están perjudicando de manera directa al suelo en la concesión minera Claudia XXI, debido que presenta una de las principales fuentes de contaminación edáfica, impactando el ecosistema terrestre de la zona, siendo dañinos para la flora, fauna y los pobladores del lugar, perjudicando de esta manera la cadena trófica. Donde las prácticas de la minería informal continúan contaminando a menos que se impongan medidas que controlen esta práctica, para ello el MINAM, MEM, están tratando de formalizar a los mineros informales para una actividad sostenible sobre la explotación de los recursos naturales.

## **1.2. Delimitación de la investigación**

- El trabajo de investigación se delimita a las fuentes de contaminación edáfica, impactando el ecosistema terrestre de la en la concesión minera Claudia XXI de la provincia y región Pasco. Donde se determinó la concentración de los metales arsénico, bario, cadmio, cromo y mercurio presentes en el suelo.
- Los otros metales no se consideraron en este trabajo de investigación.

### **1.3. Formulación del Problema**

#### **1.3.1. Problema general**

¿Cuál es la calidad del suelo en la concesión minera Claudia XXI relacionado con los parámetros D.S. N° 011-2017-MINAM?

#### **1.3.2. Problemas específicos**

¿Qué tipos de metales están presentes en el suelo en la concesión minera Claudia XXI?

¿Estos metales presentes en el suelo en la concesión minera Claudia XXI conforme con los parámetros D.S. N° 011-2017-MINAM?

### **1.4. Formulación de Objetivos**

#### **1.4.1. Objetivo general**

Determinar la calidad del suelo en la concesión minera Claudia XXI relacionado con los parámetros D.S. N° 011-2017-MINAM.

#### **1.4.2. Objetivos específicos**

Identificar los tipos de metales presentes en el suelo en la concesión minera Claudia XXI.

Comparar los metales presentes en el suelo en la concesión Claudia XXI con los parámetros D.S. N° 011-2017-MINAM.

### **1.5. Justificación de la investigación**

La contaminación del suelo, por la actividad de la minera informal que han venido desarrollando esta actividad durante varios años han ocasionado pasivos mineros, llegando a contaminar los suelos agrícolas y suelos de pastoreo de animales en el paraje denominado Ramos balcón de la comunidad de Acobamba del distrito de Pozuzo de la región Pasco, afectando los ecosistemas terrestres. Según trabajos de investigación, se advierte que se han realizado pocas investigaciones con temas relevantes vinculados al componente suelo, persistiendo los conflictos socios ambientales, situación que permite desarrollar por la importancia de la presente investigación.

Este trabajo de Investigación se origina como efecto de la contaminación del suelo producto de la minería informal, para ello el estudio permitirá establecer, entre otros aspectos, la concentración de metales presentes en el suelo.

#### **1.6. Limitaciones de la investigación**

El trabajo de investigación presenta la siguiente limitación:

- 1) El poco interés de las instituciones públicas involucradas en el tema de investigación y el desinterés de los mineros informales en brindar la información.

## CAPITULO II

### MARCO TEORICO

#### 2.1. Antecedentes de estudio.

**(Duran, 2010)** En la búsqueda de identificación, análisis y descripción de plantas crecidas naturalmente en zonas mineras contrastadas. Precisamente, las diferencias entre estos distintos factores ecológicos han sido motivo para investigar comparativamente la tolerancia de las respectivas floras frente al impacto de los metales del suelo en dos localidades diferentes: Hualgayoc, Cajamarca (Perú) en la zona andina y Poblet, Tarragona (España) en el área mediterránea. Se recolectó aproximadamente 2 kg de cada muestra de suelo, del mismo sitio en donde fueron recolectadas las plantas (PB1 a PB9 y Hc0 a Hc9) a una profundidad entre 0 y 20 cm , en el caso de las muestras procedentes de Hualgayoc se tomó una sub-muestra de 200 g para facilitar el transporte aéreo desde Perú a Barcelona. fue determinado mediante Espectrometría de fluorescencia atómica con generación de Hidruros (GH – AFS) empleando un equipo PSA Millenium Excalibur 10055. El resto de los elementos (Al, As, Ba, Co, Cr, Cu, Fe, Li, Mn, Ni, Pb, Sr, Ti, V y Zn) fueron determinados mediante Espectrometría. Los límites de determinación para cada

elemento fueron: Al (0,08); Ba (0,02); Cr (0,11); Cu (0,4); Fe (0,07); Li (0,07); Mn (0,03); Ni (0,1); Pb (11); Se (6); Sr (0,03); Ti (0,09); V (0,05) y Zn (0,07). Según los resultados del estudio correspondiente a la mina Carolina, ubicada en el Distrito de Hualgayoc, Provincia de Cajamarca (Perú) se puede concluir que: Los suelos presentan altos contenidos en metales pesados y Las plantas *Bidens triplinervia*, *Senecio sp*, *Sonchus oleraceus*, *Baccharis latifolia*, *Plantago orbignyana* y *Lepidium bipinnatifidum* son capaces de crecer en suelos con un alto contenido de metales pesados y tienen la habilidad de acumularlos en sus tejidos.

**Sánchez, (2003)** desarrollo un trabajo investigación en donde se llevar a cabo un estudio y para determinación el contenido biodisponible de los elementos traza y metales pesados, plomo, cadmio, cromo, cobre, cinc, níquel y cobalto, en suelos cercanos a una fábrica, Ferroaleaciones S.A., en la localidad de Medina del Campo (Valladolid). Donde La utilización de técnicas quimiométricas le permitió establecer las concentraciones de metales encontrados eran de origen antropogénico, donde se determinó la relación entre estas concentraciones y la distribución de los metales en los suelos y su situación respecto a la fábrica.

El estudio también estableció las características en cuanto a movilidad y disponibilidad de estos metales, características que determinaron su potencial toxicidad, mediante técnicas de



extracción secuencial, en la zona en la que se ha localizado los mayores niveles de los metales estudiados.

**Cuenca & Velarde (2005)** en el trabajo de investigación realizada en la Rinconada es un pueblo minero donde viven aproximadamente 12 700 personas, en un área de 10 ha; En la zona se realiza la explotación y el procesamiento de mineral aurífero, obteniéndose mediante amalgamación como producto final el oro. Se usan dos equipos: el quimbalete (rudimentario) y el molino. El mercurio es utilizado ampliamente debido a la sencillez de su uso. La utilización inadecuada del mercurio en la amalgamación produce pérdidas, tanto en forma de mercurio elemental durante el proceso de amalgamación, como en forma de gas (vapor de Hg) durante la separación oro – mercurio (refogado). El objetivo del estudio fue determinar las pérdidas de mercurio en las etapas de amalgamación y refogado. Para ello, se realizó un balance de masa en 5 molinos y 6 quimbaletes. Los resultados indican que las pérdidas de mercurio en los molinos oscilan entre 5 y 8 g de mercurio para recuperar 1 g de oro; y en el caso de los quimbaletes oscila entre 5 y 16 g de mercurio para recuperar 1 g de oro.

**Montenegro (2002)** El presente trabajo de investigación muestran la evaluación de niveles de mercurio en muestras de orina de 24 horas obtenidas de los trabajadores mineros artesanales de la

comunidad de Santa Filomena ubicada en el distrito de Sancos, provincia de lucanas, departamento de Ayacucho.

Donde el estudio estableció que del 100% de la población evaluada 31 muestras, el 67.7% (21 muestras) presento niveles de mercurio incrementado en el rango 41 a 90 ug/l. donde los grupos con mas alto valor de contaminación fueron los adultos jóvenes de 24 a 34 años y los niños de 2 a 12 años (4 muestras) que presentan el 29% de la población total obtuvieron valores en el rango de 40 a 90 ug/l. de la misma forma se observo que el total de mujeres avaluadas (6 muestras) el 75% de ellas presentan concentraciones de mercurio de 40 a 90 ug/l. la población en estudio se exponen de 7 horas por semana presentan una concentración de mercurio en orina en cantidades significativas de 40 a 90 ug/l.

## **2.2. Bases Teóricas – Científicas**

### **2.2.1. El suelo.**

El suelo es un componente esencial de los ecosistemas terrestres, donde sus funciones más importantes del suelo es su productividad, base de supervivencia de los seres humanos. Donde el mantenimiento de sus funciones ecológicas es una responsabilidad de la humanidad.

### **2.2.2. Propiedades físicas del suelo.**

Las propiedades físicas de los suelos, determina, la fuerza de sostenimiento, la facilidad para la penetración de las raíces, la

capacidad de drenaje, la aireación, almacenamiento de agua, la retención de nutrientes y en el sub suelo la presencia de algunos minerales. Donde las propiedades físicas del suelo como la textura, estructura, consistencia y color. Tienden a determinar la disponibilidad de oxígeno y la movilidad de agua a través del suelo.

### **2.2.3. Textura de suelo.**

El suelo está constituido por partículas de diferente tamaño. Básicamente todas están determinadas como grava, arena, limo y arcilla, pero difieren en los valores de los límites establecidos para definir cada clase. Debido que esta propiedad ayuda a determinar la facilidad de abastecimiento de nutrientes, el agua y aire tan importantes para la vida de las plantas y su nutrición.

### **2.2.4. Estructura del suelo.**

La estructura del suelo y su estabilidad juegan un rol fundamental en muchos procesos del suelo y su interacción con las plantas: erosión, infiltración de agua, exploración radicular, aireación y resistencia mecánica.

Formando agregados (minerales, materia orgánica y poros) creando así la estructura del suelo.

### **2.2.5. Color de los suelos.**

El color es una característica del suelo, fácil de observar y de uso cómodo para identificar un tipo de suelo está en relación con los factores de formación.

Las principales sustancias que confieren al suelo de color negro son el alto contenido de humus, absorben el calor y retienen más agua, compuestos minerales como los óxidos, sulfuros, sulfatos, carbonatos. Los colores claros, son debido a la abundancia de minerales.

#### **2.2.6. Propiedades químicas del suelo.**

La química del suelo representa la relación entre la fertilidad y las propiedades físicas del suelo; donde se refiere a las propiedades de sus componentes inorgánicos y orgánicos, las reacciones de iones intercambiables, el pH del suelo, las solubilidades y transformaciones bioquímicas.

#### **2.2.7. Capacidad de intercambio catiónico.**

En el suelo estos cationes pueden ser intercambiados por cantidades equivalentes de otros cationes, estas equivale a meq/100g de suelo y depende de la cantidad de coloides que tiene.

Los cationes más importantes en los procesos de intercambio catiónico, por las cantidades que participan en dichos procesos, son  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$  y  $\text{Na}^+$  (las bases del suelo) y  $\text{NH}_4^+$ , en suelos ácidos, a partir de ciertos valores de pH, el  $\text{Al}^{3+}$  juega un papel muy importante en el complejo de intercambio catiónico del suelo constituyendo, junto con el  $\text{H}^+$ , la acidez intercambiable del mismo. Los cationes que frecuentemente ocupan las posiciones de cambio

en los suelos son:  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{H}^+$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$  y  $\text{Zn}^{2+}$ .

#### **2.2.8. pH del suelo.**

El pH es una propiedad química del suelo. La lectura de pH se refiere a la concentración de iones hidrógeno activos ( $\text{H}^+$ ) que se da en la interface líquida del suelo, por la interacción de los componentes sólidos y líquidos.

Los pH neutros son los mejores para las propiedades físicas de los suelos. A pH muy ácidos hay una intensa alteración de minerales y la estructura se vuelve inestable. En pH alcalino, la arcilla se dispersa, se destruye la estructura y existen malas condiciones desde el punto de vista físico. La concentración de iones hidrógeno es fundamental en los procesos físicos, químicos y biológicos del suelo. Donde el crecimiento de las plantas, en suelos ácidos como alcalinos hacen que algunos nutrientes sean altamente insolubles a valores de pH altos, mientras que otros son menos disponibles a valores de pH bajo. La disponibilidad máxima para la mayoría de nutrientes ocurre en el rango de pH de 6,5 a 7,5. Los factores que hacen que el suelo tenga un determinado valor de pH son diversos, naturaleza del material original, factor biótico, precipitaciones, complejo adsorbente (saturado en cationes ácidos o básicos). El rango de pH va desde, muy fuertemente Ácido que es menor a 4.5,

ligeramente Ácido 6.1 a 6.5, Neutro 6.6 a 7.3, Ligeramente Alcalino 7.4 a 7.8, Muy fuertemente Alcalino que es mayor a 9.1.

#### **2.2.9. Materia orgánica en el suelo.**

Actualmente la materia orgánica tiene un rol de gran importancia en la fertilidad de los suelos, otorgada por sus propiedades químicas, físicas y biológicas, lo cual la convierte en un vital aporte para el sistema edáfico. Donde la aplicación de materia orgánica, propiciar el mejoramiento de la estructura y características químicas de los suelos, en forma significativa a la inducción de la diversidad y actividad microbiana presente en el suelo.

La materia orgánica es una porción activa e importante de un suelo. Aunque la mayoría de los suelos cultivados contienen solamente del 1 al 5% de materia orgánica en los 25 cm. Superficiales del suelo, esa pequeña cantidad puede modificar las propiedades físicas del suelo y afectar fuertemente sus propiedades físicas y biológicas.

#### **2.2.10. Macro nutrientes del suelo.**

**Nitrógeno:** El nitrógeno total en los suelos se encuentra sobre todo en la capa de humus o el horizonte A. La cantidad de materia orgánica y de nitrógeno en el suelo en un momento determinado, depende de muchos factores climáticos y edáficos así como de las perturbaciones naturales y humanas que influyen en la relación entre adiciones vegetales y animales (entrada) y la tasa de descomposición (salida). se acumula en

los suelos en forma de residuos vegetales y animales, y sobre cada lugar establece una especie de equilibrio entre la tasa de acumulación y de descomposición en periodos largos.

**Fosforo:** El fósforo es el segundo elemento (después del nitrógeno) más importante para el crecimiento de las plantas la producción de los cultivos y su calidad, en el suelo, existen varias formas químicas de fósforo, incluyendo el inorgánico (Pi) y el orgánico (Po). Estos componentes tienen múltiples fuentes de origen natural los cuales difieren ampliamente en su comportamiento y destino tanto en suelos naturales como cultivados. De hecho, la materia orgánica es la fuente principal de fosforo para los árboles en muchos suelos. El contenido total de fosforo en los suelos pueden variar desde no más de 20 a 40 kg/ha en el horizonte superficial (A1) de la mayor parte de los suelos arenosos hasta más de 2000 kg. en algunos suelos ricos en fosfatos. Contribuye a la formación de las raíces, frutos y semillas, y a la floración. Es constituyente de la célula viva, nucleótidos, lecitinas y enzimas. Este elemento participa en las transferencias de energía.

**Potasio:** El potasio es abundante en muchos suelos, sin embargo, la cantidad de potasio disponible para las plantas es muy pequeña en comparación con otras formas de potasio. Las plantas solo pueden tomar el K directamente de la solución suelo,

la toma del nutriente depende de la planta y de factores ambientales.

El potasio favorece la resistencia de la planta frente a las enfermedades y eventos climáticos extremos, como son la sequía y las heladas. Participa en la fotosíntesis, en la síntesis de las proteínas y en la activación de las enzimas; incluso, mejora la calidad del fruto. El contenido total de K en el suelo a exceder los 20 000 ppm, pero gran parte se encuentra como componente estructural de los suelos minerales, no siendo asimilables por 19 las plantas. El K disponible es el que se encuentra disuelto en la solución del suelo, y en los sitios de intercambio en la superficie de las partículas de arcilla.

#### **2.2.11. Contaminación del suelo por metales.**

El contenido de metales pesados en suelos, debería ser únicamente función de la composición del material original y de los procesos edafogénicos naturales que dan lugar al suelo, pero la actividad antropogénica está incrementando el contenido de estos metales en cantidades exorbitantes, siendo esta, sin duda, la causa más frecuente de su presencia a niveles tóxicos en el suelo.

#### **2.2.12. Procedencia de metales.**



**Origen natural:** Los metales pesados al meteorizarse, se concentran en los suelos, donde estas concentraciones naturales de metales pueden llegar a ser tóxicas, debido a que pueden ocasionar acumulación de algún metal en las plantas y ocasionar efectos tóxicos en los animales que lo utilizan como alimento. Sin embargo, en el proceso natural de transformación de las rocas para originar los suelos, los metales pesados aunque se encuentren a elevadas concentraciones, no suelen sobrepasar los umbrales de toxicidad y además se encuentran bajo formas muy poco asimilables para los organismos.

**Origen Antropogénico:** En muchos casos el contenido y la movilidad de los metales pesados en suelos se incrementa por causas de la actividad humana, la causa más frecuente de este incremento debido al vertimiento de insumos industriales, vertidos procedentes de actividades mineras, aplicación de productos químicos agrícolas y lodos residuales, emisión de partículas del tráfico rodado y por último aunque no menos importantes los residuos sólidos de origen doméstico e industrial.

### **2.2.13. Toxicidad de los metales en el suelo.**

El grado de toxicidad de los metales pesados en el suelo no solo depende del tipo de elemento de que se trate y de la

concentración en que se encuentre, si no que tiene una especial incidencia la forma química o física en que se presente, ya que regula su disponibilidad y por tanto el efecto contaminante producido.

#### **2.2.14. Disponibilidad de los metales en el suelo.**

Los metales pesados incorporados al suelo pueden seguir cuatro diferentes vías:

- Pueden quedar retenidos en el suelo, ya sea disueltos en la solución del suelo o bien fijados por procesos de adsorción y precipitación.
- Pueden ser absorbidos por las plantas y así incorporarse a las cadenas tróficas.
- Pueden pasar a la atmósfera por volatilización.
- Pueden movilizarse a las aguas superficiales o subterráneas.

#### **2.2.15. Factores del suelo que afectan la acumulación de los metales.**

**Capacidad de intercambio catiónico (CIC).**- La CIC se define como la cantidad de cationes reversiblemente adsorbidos por unidad de peso del mineral y está muy condicionada por la cantidad y tipo de arcilla y la materia orgánica. Principalmente para iones alcalinos y alcalinotérreos, como  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$ , los cuales debido a su tamaño y baja carga, precipitan con mucha dificultad, lo contrario pasa con los iones metálicos de

transición como  $Al^{3+}$  y  $Fe^{2+/3+}$ , los cuales forman fases sólidas, como óxidos o aluminosilicatos.

En general, cuanto mayor sea la capacidad de intercambio catiónico, mayor será la capacidad del suelo de fijar metales. El poder de adsorción de los distintos metales pesados depende de su valencia y del radio iónico hidratado; a mayor tamaño y menor valencia, menos fuertemente quedan retenidos.

**Carbonatos.-** La presencia de carbonatos garantiza el mantenimiento de altos valores de pH, los cuales tienden a precipitar los metales pesados. Donde el Cadmio y otros metales, presentan una marcada tendencia a quedar adsorbido por los carbonatos.

**Condiciones redox.-** El potencial de oxidación-reducción es responsable de que el metal se encuentre en estado oxidado o reducido y del cambio directo en la valencia de ciertos metales; por ejemplo, en condiciones reductoras el  $Fe^{3+}$  se transforma en  $Fe^{2+}$ . Generalmente, las condiciones redox afectan indirectamente la movilidad de los metales, siendo más solubles en medios reducidos. Cuando esto ocurre, todos los metales asociados o adsorbidos a estos hidróxidos se movilizan. La movilidad de metales pesados, especialmente Cd, Cu, Cr y Zn, aumenta en suelos pobremente aireados con un bajo estado de oxidación.

**Materia Orgánica.-** La materia orgánica reacciona con los metales dando lugar a complejos de cambio, de esta forma los metales migran con mas facilidad a lo largo del perfil.

La materia orgánica puede adsorber tan fuertemente a algunos metales que pueden quedar en posición no disponible para las plantas. Por este motivo, algunas plantas de suelos con contenidos elevados en materia orgánica presentan carencias de elementos como el cobre.

La materia orgánica representa una parte pequeña en peso de un suelo y sin embargo juega un papel importante al determinar la fertilidad del suelo. Sirve como fuente de alimento a las plantas y microorganismos y participa en diversos procesos químicos edáficos afectando a las propiedades físicas del suelo.

La variación del contenido en materia orgánica en gran medida depende del tipo del suelo.

**pH.-** Es uno de los parámetros de más influencia en los procesos edáficos, en la reactividad del suelo y en la movilidad de los contaminantes.

La concentración de un metal en la disolución del suelo y por tanto su biodisponibilidad y su toxicidad potencial, está controlada por las reacciones de adsorción y desorción que ocurren en la materia coloidal del suelo. Estos procesos de adsorción de

metales por el suelo se ven fuertemente influenciados por diversos parámetros edáficos y en concreto por el pH como se pone de manifiesto en numerosos estudios, en los que se comprueba que en general los suelos de pH mas básicos presentan adsorción mas fuerte para los metales pesados que los de pH mas ácidos.

**Salinidad.-** Aunque la presencia de salinidad, en general, incrementa el pH del suelo, su aumento puede favorecer la movilización de metales pesados por dos mecanismos. Primeramente los cationes asociados con las sales ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ) pueden reemplazar a metales pesados en lugares de adsorción. En segundo lugar los aniones cloruro pueden formar complejos solubles estables con metales pesados tales como Cd, Zn y Hg .

**Textura y estructura.-** Tanto la estructura como la textura juegan un papel importante en la entrada, infiltración, adsorción y/o pérdida de los metales pesados en el suelo. Las arcillas pueden retener los metales pesados en las posiciones de cambio, impidiendo su paso a los niveles freáticos. Cada especie mineral tiene unos determinados valores de superficie específica y descompensación eléctrica. Ambas características son las responsables del poder de adsorción de estos minerales y la reducción de su pérdida por lixiviación. Ese hecho es de vital importancia puesto a este proceso de adsorción, los cationes

están disponibles para la vegetación. Por tanto, los suelos arcillosos, con un claro predominio de los minerales de arcilla, presentan una mayor capacidad de retención de agua y contaminantes, una mayor microporosidad y, por tanto, una reducción del drenaje interno del suelo. Por el contrario, en los suelos arenosos, con menor de capacidad de fijación y una macroporosidad dominante, los metales pesados se infiltran rápidamente al subsuelo y pueden contaminar los niveles freáticos.

#### **2.2.16. Biodisponibilidad de metales.**

Es la capacidad de un elemento para pasar de un compartimento cualquiera del suelo a un ser vivo. Esta movilidad, que se define como la aptitud de transferencia de metales pesados entre compartimentos, está determinada por la forma, el número de cargas y la energía de retención de los metales pesados y se ve influenciada por factores externos (pH, temperatura, humedad, ambiente químico, etc.) aunque también se puede asociar con el uso del suelo. La toxicidad de un suelo debido a los metales pesados y elementos asociados es una consecuencia directa de sus concentraciones en las fases bioasimilables, es decir, la solución del suelo y las formas adsorbidas. Pero por la dificultad de extracción, es por lo que las normativas prefieren evaluar la cantidad total de elemento tóxico presente.

### **2.2.17. Minería informal en el estado peruano.**

La minería informal es una actividad ancestral que toma gran impulso, dado los altos precios alcanzados por los metales, donde un elevado porcentaje de esta actividad está orientada a la explotación de yacimientos minerológicos. Esta minería informal se desarrolla incumpliendo con todos los requisitos y permisos establecidos en la Ley de Minería. No cuenta con contrato de explotación, no tienen permiso de uso del terreno superficial, tampoco su estudio de impacto ambiental, sin autorización de licencia de uso de agua, sin licencia social y autorización de inicio o reinicio de operación minera.

La problemática de la minería informal es muy aguda en el país que afecta a la sierra, porque ocasiona una ingobernabilidad que trae consigo tensión social, poca captación de ingresos públicos, problemas de seguridad y graves impactos sociales y ambientales.

### **2.2.18. Proceso de las actividades en la concesión Claudia XXI**

El proyecto contempla la actividad económica que se realiza, mediante la explotación y procesamiento de las vetas de oro pertenecientes a la concesión minera Claudia XXI, ubicado en el paraje de Ramos Balcón.

El proceso de explotación es lo que está afectando la calidad de del suelo, teniendo presente que esta actividad del minado inicia a partir de las operaciones mineras subterráneas (galerías), de secciones (ancho x altura) de 1 x 1.6 m. donde el método de explotación es de corte y relleno descendente selectico.

**a) Perforación:** La perforación se efectúa con perforadoras neumáticas manuales, que trabajan a corriente eléctrica y con barrenos integrales de 3 pies, los cortes de perforación se utilizan dependiendo de la labor, siendo el avance promedio por disparo entre 0.80 cm a 1m. Considerando 13 taladros por avance de labor.

**b) Voladura:** La voladura es un proceso tridimensional, en el cual las presiones generadas por los explosivos confinados dentro de taladros perforados en la roca, origina una zona de alta concentración de energía que produce dos efectos dinámicos: fragmentación y desplazamiento. Donde los disparos serán realizado por el sistema convencional, Se utilizan dinamita de 65%, accionado con fulminantes corrientes tipo capsula N° 8 y mecha lenta de 2.40 m por taladro, empleando para el encendido un chispero de 3' y como mecha de seguridad un cordón de mecha lenta de 3'.

**c) Ventilación:** La ventilación de galerías busca suministrar aire fresco dentro de las labores mineras para diluir el polvo y



evacuar los gases generados por las voladuras, preservando la salud de los trabajadores y mejorando el rendimiento de los mismos.

- d) **Sostenimiento:** A medida que se avance la explotación a niveles más profundos de las bocaminas se tendrá que realizar trabajos de sostenimiento a base de terrados y troncos de rollizos de eucalipto de un buen grosor, con la finalidad de evitar accidentes mayores durante la actividad minera. Los sostenimientos estarán diseñados de acuerdo a la altura y ancho de las bocaminas.
- e) **Acarreo del mineral:** Se denomina acarreo al traslado del material roto producto de la voladura, este tipo transporte se caracteriza por tener un determinado radio de acción y consiste en conducir la carga (mineral o desmonte fragmentado en los frentes de trabajo) hacia la superficie para su almacenamiento y/o tratamiento. Dentro nuestras operaciones el mineral de alta Ley y el excedente de desmonte se realizan mediante carretillas tipo “buggy”.
- f) **Almacenamiento y selección.-** El mineral extraído de interior de la bocamina es llevado a la cancha temporal de almacenamiento para luego por el proceso del “pallaqueo” donde el chancado manual del mineral a fraccionar será a un tamaño  $\frac{1}{4}$  pulgada, luego será seleccionado aquellos con

contenido considerable de mineral, para luego ser llenado en pilas de sacos para su posterior comercialización a una planta de beneficios.

#### **2.2.19. Contaminación del suelo con metales en la concesión Claudia XXI**

El contenido de metales pesados en suelos, debería ser únicamente función de la composición del material original y de los procesos edafogénicos que dan lugar al suelo, pero la actividad humana incrementa el contenido de estos metales en cantidades considerables, siendo esta, sin duda, la causa más frecuente de su presencia a niveles tóxicos. En muchos casos el contenido y la movilidad de los metales pesados en suelos se incrementa por causas no naturales, siendo la actividad humana, la causa más frecuente de este incremento.

Las actividades que provocan una modificación del contenido natural son muy variadas: vertidos industriales, vertidos procedentes de actividades mineras, aplicación de productos químicos agrícolas y lodos residuales, gases de combustión, emisión de partículas del tráfico rodado y por último aunque no menos importantes los residuos sólidos de origen doméstico.

Los síntomas de la toxicidad de Pb, Hg, Cd, As, Se y Cr, son muy dañinos para la salud humana y para la mayoría de los microorganismos vivos. Dentro de las enfermedades más graves

está el cáncer de esófago, laringe, pulmón y vejiga (As), cáncer a la próstata e infertilidad (Cd), cáncer al riñón (Pb), alteraciones neurológicas (Cd, Hg, Pb), afecciones respiratorias (Cd, Hg) y bronquitis (As, Cd), entre otras.

#### **2.2.20. Efecto de los metales en los seres vivos**

Una creciente concentración de estos elementos en la cadena alimenticia puede provocar daños en la salud (cancerígenos o mutagénicos), aunque se sabe poco de su efecto crónico por consumo de pequeñas dosis durante largos periodos, la toxicidad causada por los metales pesados puede resultar de la unión de los metales con los grupos sulfhidrilo de las proteínas, ocasionando una disminución de la actividad, interrupción de la estructura o el desplazamiento de elementos esenciales ocasionando deficiencias. Además, una alta concentración de metales puede estimular la formación de radicales libres y especies oxígeno reactivas provocando un estrés oxidativo.

En plantas, los síntomas de fitotoxicidad más comunes son lesiones no específicas que varían según la especie y el metal. Señala que las lesiones más importantes son la disminución del crecimiento, clorosis y menor desarrollo radicular. Sin embargo, los contaminantes también pueden estar almacenados como compuestos inactivos en células y en la membrana, lo cual puede

afectar la composición química de la planta sin causar una lesión fácilmente visible.

Los síntomas de la toxicidad de Pb han sido bien documentados tanto en animales como en humanos. Muchos animales han muerto producto de un envenenamiento con Pb ya sea por la inhalación del polvo tóxico en la hierba o bien por el consumo de plantas con un alto contenido de metales pesados. En niños se pueden presentar síntomas de toxicidad con niveles bajos de Pb, que causan daños cerebrales selectivos. Otros metales como el Hg, Cd, As, Se y Cr, también son muy dañinos para la salud humana y para la mayoría de los microorganismos vivos. Dentro de las enfermedades más graves está el cáncer de esófago, laringe, pulmón y vejiga (As), cáncer a la próstata e infertilidad (Cd), cáncer al riñón (Pb), alteraciones neurológicas (Cd, Hg, Pb), afecciones respiratorias (Cd, Hg) y bronquitis (As, Cd), entre otras.

#### **2.2.21. Arsénico.**

**Distribución y usos** El arsénico se encuentra ampliamente distribuido en la naturaleza y principalmente en los minerales sulfurosos. La arsenopirita ( $\text{FeAsS}$ ) es la forma más abundante.

**Toxicidad.** Los compuestos de arsénico, y en especial los inorgánicos, se consideran venenos muy potentes. La toxicidad

aguda varía notablemente según el compuesto, dependiendo de su valencia y solubilidad en los medios biológicos. Los compuestos trivalentes solubles son los más tóxicos. La captación de compuestos de arsénico inorgánico en el tracto gastrointestinal es casi completa, aunque puede ser más lenta en las formas menos solubles, como el trióxido de arsénico en forma particulada. La captación tras la inhalación es también casi completa, ya que incluso el material menos soluble depositado sobre la mucosa respiratoria se transfiere al tracto gastrointestinal, donde se absorbe.

La exposición profesional a los compuestos de arsénico inorgánico puede producirse por inhalación, ingestión o contacto con la piel, con la consiguiente absorción. Se pueden observar efectos agudos en la vía de entrada si la exposición es excesiva.

La dermatitis puede surgir como síntoma agudo, pero con mayor frecuencia es resultado de la toxicidad por exposición prolongada, y en ocasiones es posterior a la sensibilización.

### **Intoxicación aguda**

La exposición a dosis elevadas de compuestos de arsénico inorgánico puede producirse como una mezcla de inhalación e ingestión o como resultado de accidentes en industrias en las que se manejan grandes cantidades de arsénico (por ejemplo, trióxido de arsénico). Dependiendo de la dosis, se pueden presentar

diversos síntomas y, si ésta es excesiva, puede resultar fatal. Se han observado síntomas de conjuntivitis, bronquitis y disnea, seguidos por molestias gastrointestinales y vómitos, y posteriormente, síntomas cardíacos y shock irreversible, con un curso temporal de horas. En un caso fatal, se describieron niveles de arsénico en sangre superiores a 3 mg/l.

### **Intoxicación crónica**

La intoxicación crónica con arsénico puede presentarse en trabajadores expuestos durante un tiempo prolongado a concentraciones excesivas de compuestos de arsénico en suspensión aérea. Los rasgos más sobresalientes son los efectos locales sobre la mucosa del tracto respiratorio y la piel. También puede afectar a los sistemas nervioso y circulatorio y al hígado, y puede llegar a producirse cáncer del tracto respiratorio.

En el caso de una exposición a largo plazo al arsénico a través de la comida, el agua o la medicación, los síntomas son en cierto modo distinto de los que surgen tras la exposición por inhalación.

Dominan en el cuadro clínico los síntomas abdominales vagos: diarrea o estreñimiento, enrojecimiento de la piel, pigmentación e hiperqueratosis. Además, puede producirse una afectación vascular, que en una región dio lugar a gangrena periférica.

## **2.2.22. Bario.**

### **Distribución y usos**

El bario (Ba) es abundante en la naturaleza y representa aproximadamente el 0,04 % de la corteza terrestre. Sus principales fuentes son los minerales barita (sulfato de bario, BaSO<sub>4</sub>) y witherita (carbonato de bario, BaCO<sub>3</sub>). El metal bario se produce sólo en cantidades limitadas, por reducción del óxido de bario en presencia de aluminio en retorta.

### **Riesgos**

El bario metal tiene un uso limitado y presenta riesgo de explosión. Los compuestos solubles de bario (cloruro, nitrato, hidróxido) son sumamente tóxicos; la inhalación de los compuestos insolubles (sulfato) puede producir neumoconiosis. Muchos de los compuestos, como el sulfuro, el óxido y el carbonato, pueden producir irritación local en ojos, nariz, garganta y piel. Ciertos compuestos, en especial el peróxido, el nitrato y el clorato, presentan peligro de incendio durante su uso y almacenaje.

### **Toxicidad**

Los compuestos solubles son sumamente tóxicos por vía oral, y la dosis letal de cloruro se ha establecido entre 0,8 y 0,9 g. Sin embargo, aunque de vez en cuando se observan intoxicaciones por ingestión de estos compuestos, se han descrito muy pocos casos de intoxicación industrial. La intoxicación puede producirse cuando los trabajadores están expuestos a determinadas concentraciones atmosféricas de polvo de los compuestos

solubles, como puede ocurrir durante la molturación. Dichos compuestos ejercen una acción estimulante potente y prolongada sobre los músculos, aumentando la contractilidad de forma importante. En el corazón, las contracciones arrítmicas pueden derivar en fibrilación y existen indicios de una acción constrictora en las coronarias. Otros efectos son el aumento del peristaltismo intestinal, el espasmo vascular periférico, la contracción de la vejiga y un aumento en la tensión de los músculos voluntarios. Los compuestos de bario también tienen efectos irritantes sobre las membranas mucosas y los ojos.

### **2.2.23. Cadmio.**

#### **Distribución y usos**

Las propiedades químicas y físicas del cadmio (Cd) son muy similares a las del zinc, y con frecuencia coexiste con este metal en la naturaleza. En los minerales y las menas, la proporción de cadmio y zinc suele oscilar entre 1:100 a 1:1.000.

#### **Toxicidad aguda**

La inhalación de compuestos de cadmio en concentraciones en el aire superiores a 1 mg Cd/m<sup>3</sup> durante 8 horas o en concentraciones superiores durante períodos más cortos puede producir una neumonitis química y, en los casos graves, edema pulmonar.

Generalmente, los síntomas aparecen entre 1 y 8 horas después de la exposición y son similares a los de la gripe o la fiebre por



humos de metales. Los síntomas más graves de la neumonitis química y del edema pulmonar pueden tener un período de latencia de hasta 24 horas. El fallecimiento puede sobrevenir después de 4 ó 7 días. Pueden producirse exposiciones a concentraciones de cadmio en la atmósfera superiores a 5 mg Cd/m<sup>3</sup> durante las operaciones de soldadura, corte al plasma o fundición de aleaciones de cadmio. La ingestión de bebidas contaminadas con cadmio en concentraciones superiores a 15 mg Cd/l produce síntomas de intoxicación alimentaria. Los síntomas son: náuseas, vómitos, dolor abdominal y, en ocasiones, diarrea. Las fuentes de contaminación de los alimentos pueden ser las cacerolas y sartenes recubiertos con esmalte a base de cadmio o soldaduras realizadas con cadmio que se utilizan en las máquinas expendedoras de bebidas calientes y frías. En los animales, la administración parenteral de cadmio en dosis superiores a 2 mg Cd/kg de peso corporal produce necrosis testicular. Sin embargo, no se ha descrito este tipo de efectos en el hombre. El Cadmio y cáncer Varios estudios epidemiológicos demuestran una relación dosis respuesta y un aumento en la mortalidad por cáncer pulmonar en los trabajadores expuestos al cadmio.

#### **2.2.24. Cromo.**

##### **Distribución y usos**

El cromo elemental (Cr) no se encuentra como tal en la naturaleza; el único mineral de cromo importante es la espinela,

cromita o piedra de cromo hierro, que es cromito ferroso ( $\text{FeOCr}_2\text{O}_3$ ) y está ampliamente distribuida en la corteza terrestre. Además de ácido crómico.

El cromo en estado de oxidación +6 ( $\text{CrVI}$ ) es el de mayor aplicación industrial por sus propiedades ácidas y oxidantes y su capacidad para formar sales muy coloreadas e insolubles. Los compuestos hexavalentes de cromo ( $\text{CrVI}$ ) más importantes son: el *dicromato sódico*, el *dicromato potásico* y el *trióxido de cromo*. La mayoría de los demás compuestos de cromatos se producen industrialmente utilizando dicromato como fuente de  $\text{CrVI}$ .

### **Riesgos**

Los compuestos de cromo en estado de oxidación  $\text{CrVI}$  se absorben rápidamente después de la ingestión o la inhalación. La captación a través de la piel intacta es menos conocida.

Los efectos irritantes y corrosivos del  $\text{CrVI}$  se producen inmediatamente después de la absorción a través de la mucosa, que es muy rápida. La exposición profesional a los compuestos de  $\text{CrVI}$  puede producir irritación o corrosión cutáneo-mucosa, reacciones cutáneas de tipo alérgico o ulceraciones de la piel.

Se ha demostrado que el  $\text{CrVI}$  penetra en la piel a través de las glándulas sudoríparas, reduciéndose a  $\text{CrIII}$  en el corion. Se ha demostrado que este  $\text{CrIII}$  reacciona con las proteínas, formando complejos antígeno-anticuerpo. Esto explica la localización de las

lesiones alrededor de las glándulas sudoríparas y el porqué cantidades muy pequeñas de dicromato pueden producir sensibilización.

El carácter crónico de la dermatitis puede deberse al hecho de que el complejo antígeno anticuerpo se elimina más lentamente que si la reacción tuviera lugar en la epidermis. Efectos respiratorios agudos. La inhalación de polvo o nieblas que contengan CrVI produce irritación de las mucosas. A concentraciones elevadas, la aparición de estornudos, rinorrea, lesiones del tabique nasal y enrojecimiento de la garganta son efectos bien documentados. También se ha descrito sensibilización, que ha dado origen a crisis asmáticas típicas.

#### **2.2.25. Mercurio.**

##### **Mercurio inorgánico**

El mercurio se combina rápidamente con el azufre y los halógenos a temperatura normal y forma amalgamas con todos los metales excepto el hierro, el níquel, el cadmio, el aluminio, el cobalto y el platino. Reacciona exotérmicamente (generando calor) con los metales alcalinos, es atacado por el ácido nítrico, pero no por el clorhídrico y, cuando se calienta, se combina con el ácido sulfúrico. El mercurio inorgánico se encuentra en la naturaleza en forma de sulfuro (HgS), como mineral de cinabrio, que tiene un contenido medio de mercurio del 0,1 al 4 %.

## **Riesgos**

### **Absorción y efectos: mercurio inorgánico y metálico**

La inhalación de vapor es la principal vía de entrada de mercurio metálico al organismo. Alrededor de un 80 % de los vapores de mercurio inhalados se absorbe por los pulmones (a nivel alveolar).

La absorción de mercurio metálico a través del aparato digestivo es despreciable (menos del 0,01 % de la dosis administrada).

También es posible la penetración subcutánea accidental de mercurio metálico, por ejemplo, por la ruptura de un termómetro.

Las principales vías de entrada de los compuestos inorgánicos de mercurio (sales mercuriales) son los pulmones (atomización de las sales de mercurio) y el tracto gastrointestinal. En este último caso, la absorción suele ser resultado de la ingestión accidental o voluntaria. Se calcula que entre un 2 y un 10 % de las sales mercuriales ingeridas se absorbe a través del tracto gastrointestinal.

La absorción cutánea de mercurio metálico y algunos de sus compuestos también es posible, aunque la tasa de absorción es baja. Una vez en el organismo, el mercurio metálico permanece como tal durante un corto espacio de tiempo, lo que explica su capacidad de atravesar la barrera hematoencefálica. En la sangre y los tejidos, el mercurio metálico se oxida rápidamente para formar iones mercurio  $Hg^{2+}$ , que se fijan a las proteínas.

En la sangre, el mercurio inorgánico se distribuye entre el plasma y los eritrocitos. Tras la exposición a vapores de mercurio metálico, éste se deposita en los riñones y el encéfalo y, cuando se produce exposición a sales inorgánicas, se deposita principalmente en los riñones.

#### **2.2.26. Plomo.**

##### **Distribución y usos**

Los minerales de plomo se encuentran en muchos lugares del mundo. El mineral más rico es la galena (sulfuro de plomo) y constituye la fuente principal de producción comercial de este metal. Otros minerales de plomo son: la cerusita (carbonato), la anglesita (sulfato), la corcoita (cromato), la wulfenita (molibdato), la piromorfita (fosfato), la mutlockita (cloruro) y la vanadinita (vanadato). En muchos casos, los minerales de plomo pueden contener otros metales tóxicos.

##### **Riesgos**

El principal riesgo del plomo es su toxicidad. La intoxicación por plomo ha sido siempre una de las enfermedades profesionales más importantes.

En la minería del plomo se produce una absorción considerable de este elemento a través del aparato digestivo; en consecuencia, el grado de riesgo en esta industria depende, en parte, de la solubilidad de los minerales que se manipulen.

El sulfuro de plomo (PbS) en la galena es insoluble y su absorción por vía pulmonar es limitada; sin embargo, en el estómago, parte del sulfuro de plomo puede convertirse en cloruro de plomo ligeramente soluble y llegar a absorberse en cantidades moderadas.

En las fundiciones de plomo, los riesgos principales son los derivados del polvo de plomo que se produce durante las operaciones de triturado y molienda en seco y los humos y óxidos de plomo que se liberan durante la sinterización, la reducción en hornos altos y el refinado.

### **Vías de entrada en el organismo**

En la industria, la principal vía de entrada es el aparato respiratorio. Puede absorberse cierta cantidad por las vías aéreas superiores, pero la proporción mayor se absorbe a través de la circulación pulmonar. El grado de absorción depende de la proporción de polvo en forma de partículas de un tamaño inferior a 5 micras y del volumen/minuto respiratorio del trabajador. Por ello, una mayor carga de trabajo produce una mayor absorción de plomo.

En el organismo humano, el plomo inorgánico no se metaboliza, sino que se absorbe, se distribuye y se excreta directamente. La velocidad a que se absorbe el plomo depende de su forma química y física y de las características fisiológicas de la persona

expuesta (edad y estado nutricional). El plomo inhalado y depositado en las vías respiratorias bajas se absorbe por completo.

### **2.3. Definición de términos básicos:**

**Afectado:** Persona, animal, territorio o infraestructura que sufre perturbación en su ambiente por efectos de un fenómeno, puede requerir de apoyo inmediato para eliminar o reducir las causas de la perturbación para la continuación de la actividad normal.

**Arsénico (As):** se encuentra en la mayoría de los casos como arseniatos pentavalente (V). La forma trivalente es más tóxica y más móvil que la especie pentavalente. Los compuestos de arsénico metilados son menos tóxicos que los compuestos inorgánicos.

**Cadmio (Cd):** en la mayoría de los casos esta en forma divalente. El cadmio en los suelos es relativamente móvil y es fácilmente biodisponible. El cadmio puede ser adsorbido de las partículas de mineral de arcilla o húmicas a través del desalojo competitivo por iones de metales alcalinos y alcalino-térreos. Por tal motivo, la aplicación de un fertilizante que contenga distintas sales solubles como las de potasio (K) o de sal (NaCl), incrementa la movilidad del Cd.

**Contaminación:** Distribución de una sustancia química o una mezcla de sustancias en un lugar no deseable suelo, donde puede ocasionar efectos ambientales o sobre la salud adversos.

**Contaminación industrial:** Es la presencia de sustancias tóxicas en el suelo, que resultan a menudo de ineficiencias en los procesos de producción.

**Cromo (Cr):** se encuentra en el suelo como un catión trivalente Cr(III) o en forma aniónica como cromato o dicromato Cr(VI). Bajo condiciones reductoras el Cr(VI) se convierte en Cr(III) y bajo condiciones oxidantes es estable. El Cr (VI) es mucho más soluble que el cromo (III) y por ello en el suelo es mucho más móvil. El Cr (VI) es además más tóxico y es considerado como un cancerígeno por inhalación.

**Degradación química del suelo:** Alteración de las propiedades químicas del suelo, por modificaciones en la concentración original de elementos, sustancias o iones, derivadas de procesos de acumulación, lixiviación y arrastre.

**Exposición:** Es el contacto de una población o individuo o biota con un agente físico o químico crítico, se debe, por lo tanto, encontrar los puntos de exposición.

**Mercurio (Hg):** el mercurio puede presentarse en suelos de manera elemental que tiene una muy baja solubilidad. También aparece en su forma iónica mono o divalente o puede aparecer en



menor medida como compuesto orgánico-metálico. La tasa de transformación del mercurio elemental y inorgánico a un compuesto órgano metálico de mercurio depende de las condiciones ambientales. Las formas o compuestos orgánico-mercurio generalmente son las más tóxicas y aún más peligroso que las formas inorgánicas solubles.

**Plomo (Pb):** en la mayoría de los casos está en forma de compuestos bivalentes. El plomo metálico en suelos se convierte en hidroxí-carbonato de plomo y en sulfato de plomo. El plomo tiene una mayor capacidad para ser absorbido en sustancias húmicas o adsorbidos sobre óxidos de manganeso y hierro que otros metales pesados.

**Sustancia peligrosa:** Aquella que por su alto índice de corrosión, inflamabilidad, explosividad, toxicidad, radiactividad o acción biológica, pueden ocasionar una acción significativa al ambiente, a la población, o a sus bienes.

**Sitio contaminado:** Aquel suelo cuyas características químicas han sido alteradas negativamente por la presencia de sustancias químicas contaminantes depositadas por la actividad humana, en concentraciones tal que en función del uso actual o previsto del sitio y sus alrededores represente un riesgo a la salud humana o el ambiente.

**Suelo:** Material no consolidado compuesto por partículas inorgánicas, materia orgánica, agua, aire y organismos, que comprende desde la capa superior de la superficie terrestre hasta diferentes niveles de profundidad.

**Suelo agrícola:** Suelo dedicado a la producción de cultivos, forrajes y pastos cultivados. Es también aquel suelo con aptitud para el crecimiento de cultivos y el desarrollo de la ganadería. Esto incluye tierras clasificadas como agrícolas, que mantienen un hábitat para especies permanentes y transitorias, además de flora y fauna nativa, como es el caso de las áreas naturales protegidas.

**Suelo industrial/extractivo:** Suelo en el cual, la actividad principal que se desarrolla abarca la extracción y/o aprovechamiento de recursos naturales (actividades mineras, hidrocarburos, entre otros) y/o, la elaboración, transformación o construcción de bienes.

## **2.4. Formulación de Hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis General**

La concentración de metales presentes en la concesión minera Claudia XXI está alterando la calidad del suelo debido que incumplen con los parámetros D.S. N° 011-2017-MINAM.

## 2.4.2. Hipótesis específicas

- Los tipos de metales presentes están repercutiendo en la calidad del suelo en la concesión minera Claudia XXI.
- Los metales presentes en el suelo en la concesión minera Claudia XXI se encuentran conforme a los parámetros D.S. N° 011-2017-MINAM.

## 2.5. Identificación de Variables

### Variable dependiente

Concentración de metales

### 2.6. Variable independiente

ECAS suelo

## 2.7. Definición Operacional de variables e indicadores

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Unidad de medida	Escala
Concentración de metales	Son un grupo de elementos químicos que presentan una densidad alta. Son en general tóxicos para los seres humanos	Los metales pesados se encuentran libres y de forma natural en algunos ecosistemas y pueden variar en su concentración.	Ar, Br, Cd, Hg, Pb	Mg/kg	continuo
ECAS suelo	Son valores máximos permitidos de contaminantes en el ambiente. El propósito es garantizar la conservación de la calidad ambiental.	Parámetros para la formulación de valores límite, valores recomendados u otros valores mensurables relacionados con el medio ambiente.	• Decreto supremo	Mg/kg	continuo

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACION**

#### **3.1. Tipo de investigación**

El Tipo de investigación es **descriptivo** porque estuvo dirigido a responder la concentración de metales presentes en el suelo en la concesión minera Claudia XXI ubicado en la zona de Ramos Balcón de la comunidad de Acobamba distrito de Pozuzo.

#### **3.2. Métodos de Investigación**

El método de investigación, se ciño para el desarrollo no experimental del trabajo, este metodología sirvió para recolectar y analizar los datos necesarios con la finalidad de responder las pregunta general específicas.

##### **Trabajo de campo:**

En esta etapa se evaluó específicamente la zona de los suelos dentro de la concesión minera Claudia XXI en la cual se desarrollará el estudio de investigación:

- Reconocimiento del área de influencia, directa e indirecta de la concesión minera Claudia XXI.

- Reconocimiento sobre el tipo de toma de muestra a desarrollarse en la concesión minera Claudia XXI en relación a la concentración de metales presentes en el suelo.

#### **Trabajo de gabinete:**

Esta etapa se desarrolla la obtención de resultados e interpretación de las muestras tomas en campo y serán comparadas con las normas vigentes, en función sobre la base de la información preliminar y de campo obtenida respectivamente para la interpretación final que se busca con el estudio de investigación.

### **3.3. Diseño de la investigación**

El trabajo de investigación fue de diseño no experimental. Debido que la investigación se limito a analizar y no hacer variar intencionalmente las variables independientes.

### **3.4. Población y Muestra**

**Población(N)** La población estuvo constituida por la masa total de suelo presente en la concesión minera Claudia XXI.

**Muestra(n)** La muestra del estudio de investigación estuvo constituida por el tamaño de la muestra optima, teniéndose en cuenta que la muestra cumplió con ser relevante y representativa respecto al suelo, en la concesión minera Claudia XXI ubicado en la zona de Ramos Balcón.

**Muestreo de suelo.** Dado la presencia del metales en la concesión minera Claudia XXI a causa de los trabajos de la minería informal,

el proceso de toma de muestra se realizó mediante Protocolo de Monitoreo de calidad de suelo, donde se estableció tres puntos de monitoreo.

### **3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **Materiales**

- Cámara fotográfica.
- bolsas para tomar muestras de suelo
- GPS para ubicación de puntos.

#### **3.5.1. Técnicas de recolección**

La técnica de obtención de toma de muestras de suelo en la concesión minera Claudia XXI busco determinar la presencia de Arsénico, Bario, Cadmio, Cromo VI, Mercurio y Plomo Presentes en el suelo que podrían estar afectando a la población de manera directa, estos parámetros fueron analizados en un laboratorio certificados y que posterior los resultados fueron comparadas con los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo según Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM y Estándares de Calidad Ambiental para suelo.

#### **3.5.2. Análisis de laboratorio**

La muestra fue analizada a través del equipo de espectrofotometría de absorción atómica y/o visible en la empresa privada.

### 3.6. Técnicas de procesamientos y análisis de datos

- **Codificación textual de datos.**- La codificación de datos es un método de orden para elaborar los cuadros del estudio y obtener los resultados esperados y contrastarlos con la hipótesis.
- **Interpretación de datos.**- Una vez ordenados los datos se pasó a interpretarlos de acuerdo con la realidad del estudio.

### 3.7. Tratamiento estadístico

Se empleará el software Microsoft Excel que servirá para el almacenamiento de datos obtenidos del campo, su posterior análisis y resultados obtenidos servirán para la elaboración de los cuadros y gráficos correspondientes.

### 3.8. Selección y validación de los instrumentos de investigación

#### a. Datos Informativos

Nombre del Experto	Cargo e Institución donde labora	Autor del Instrumento
Mg. David Johnny Cuyubamba Zevallos	Docente de la Facultad de Ingeniería Ambiental	Marlon Alexander Huamán Jesus

#### b. Aspectos de la Evaluación

Indicadores	CRITERIOS	Nunca 10 - 20	Regular 21 - 40	Bueno 41 - 60	Muy Bueno 61 - 80	Excelente 81 - 100
Claridad	Esta formulado con un lenguaje Apropiado				70	
Objetividad	Esta expresado en capacidad observable			60		
Actualidad	Adecuado a la Autoevaluación				72	
Organización	Existe una organización lógica				71	
Suficiente	Los ítems son suficientes			60		

---

	y necesarios para evaluar los indicadores precisados		
Consistencia.	Emplea Teorías Científicas		74
Coherencia	Existe correlación entre indicadores y variables	60	
Metodología	La estrategia corresponde al propósito descriptivo		71

---

**c. Puntaje Total:67 puntos**

Lugar y Fecha	DNI	Teléfono
Pasco , junio del 2019	74125888	927908898

De acuerdo a los puntajes obtenidos en cada uno de los indicadores de evaluación son muy significativos, alcanzando un puntaje promedio de validez por el experto de 67 puntos. Lo que significa que el instrumento es válido, puesto que para el investigador le ha permitido medir.

**3.9. Orientación ética**

El trabajo de investigación estuvo orientado específicamente en la concesión minera Claudia XXI está alterando la calidad del suelo debido que incumplen con los parámetros D.S. N° 011-2017-MINAM.



## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Descripción de trabajo de campo

##### Ubicación del Proyecto de investigación

El proyecto de investigación se desarrollo en la concesión minera Claudia XXI” en el lugar denominado Ramos Balcón, considerado dentro de los terrenos de la comunidad de Acobamba perteneciente al Distrito de Pozuzo, de la Provincia de Oxapampa, perteneciente a la Región Pasco. Los parámetros estudiados son el suelo corresponden a los metales y han sido contrastados como referencia a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo según Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM

**Cuadro N° 01:** Área de la concesión Claudia XXI

<b>CLAUDIA XXI</b>		
<b>WGS 84</b>		
<b>Vértice</b>	<b>Este</b>	<b>Norte</b>
V1	410174	8847817
V2	410349	8847817
V3	410349	8847632
V4	410174	8847632

**FUENTE:** *Elaboración propia del investigador*

El cuadro N° 1 se observa las coordenadas de la concesión minera CLAUDIA XXI ubicado en el paraje Ramos Balcón, dentro de los terrenos superficiales de la comunidad de Acobamba del distrito de Pozuzo, Provincia de Oxapampa, de la Región Pasco.

**Cuadro N° 02: Acceso al área de investigación**

Nº	Ruta	Km.	Tiempo	Tipo de vía
1	Lima - Ninacaca	250	8.0 hrs.	Carretera Pavimentada
3	Ninacaca – Huachón	46	1.0 hrs.	Afirmada
4	Huachón – Tingo Esquina	30	1.0 hrs.	Trocha
5	Tingo esquina – Paraje Ramos Balcón	05	2.0 hrs.	Camino de herradura
<b>TOTAL</b>		<b>331</b>	<b>12.0 hrs</b>	

*FUENTE: Elaboración propia del investigador*

#### 4.1.1. Ubicación de los puntos de muestra.

En el cuadro N° 03 se observa los puntos de monitoreo establecidos para la presente investigación, realizándose el análisis de la calidad del suelo, el monitoreo de calidad de agua se ejecutó sobre tres (03) puntos de monitoreo, de acuerdo a la descripción que se da a continuación:

**Cuadro N° 03: Descripción de puntos de análisis de suelo.**

PUNTO	NOMBRE	DESCRIPCION	COORDENADAS UTM	
			N	E
PM-1	Relavera	Deposito de relave artesanal.	8 815 797	360 797

<b>PM-2</b>	Desmonte	Suelo de artesanal	desmonte	8 816 812	359 752
<b>PM-3</b>	Quebrada	Suelo parte actividad	baja de la	8 819 791	360 791

FUENTE: Elaboración propia del investigador

#### 4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

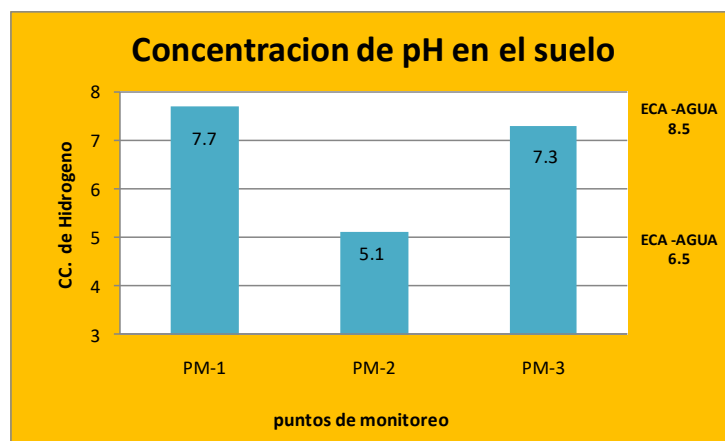
A continuación se presentan los cuadros comparativos de los datos tomados in situ y resultados reportados por el laboratorio:

**TABLA Nº 1**

**Descripción del parámetro del pH obtenido en el suelo.**

Parámetro	Unidad	Muestra PM--01	Muestra PM-02	Muestra PM-03
pH	Unidad de H	7.7	5.3	7.3

FUENTE: Elaboración propia del investigador



**Gráfico Nº 01. pH del suelo**

FUENTE: Elaboración propia del investigador

En el grafico N°01 y Tabla N° 01 se observa el parámetro potencial de Hidrogeno, donde el PM-1 y PM-3 presenta un pH alcalino mientras que en el PM-2 el pH del suelo es acido

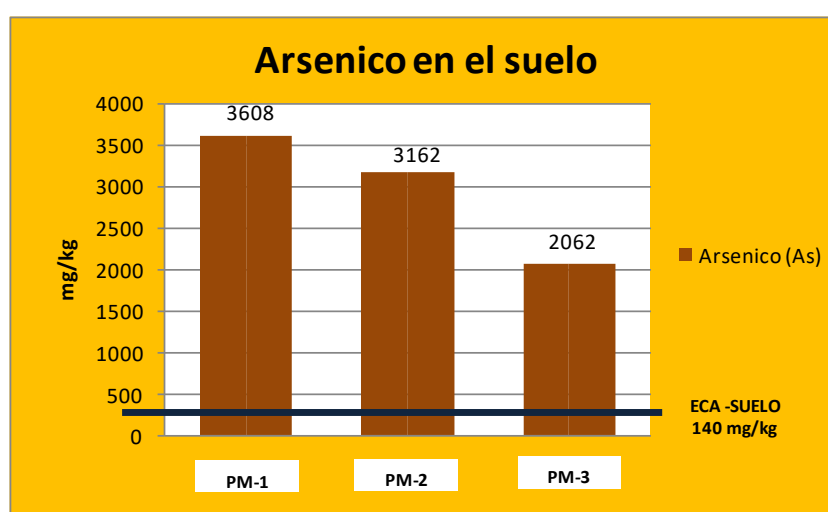
#### 4.2.1. Resultados obtenidos de los metales en el suelo.

A continuación se presentan los cuadros comparativos de los datos tomados in situ y analizados por el laboratorio, para comparando con los estándares de calidad ambiental comparando con los parámetros D.S. N°011-2017-MINAM:

**TABLA N° 2**  
**Descripción del parámetro de Arsénico.**

Parámetro	Unidad	Muestra PM-1	Muestra PM-2	Muestra PM-3	DS 011-2017 MINAM/suelos extractivo
<b>Arsénico</b>	mg/kg	3608	3162	2062	140

*FUENTE: Elaboración propia del investigador*



**Gráfico N° 02. Arsénico en Suelo**  
*FUENTE: Elaboración propia del investigador*

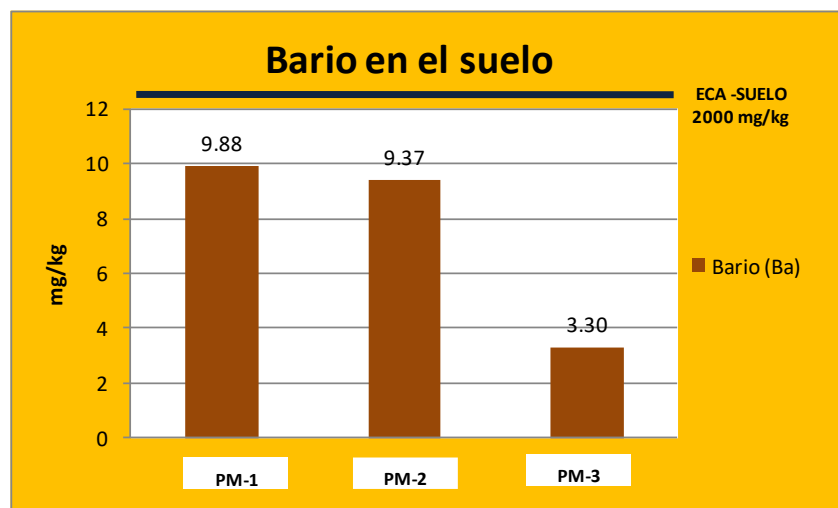
En la tabla y grafico N° 02 El **arsénico** presente se observa que en los tres puntos analizados tienen valores mayores a los ECA-SUELO. Los porcentajes superan los valores de referencia son de 140 mg/kg. Cabe considerar que es vulnerable a la exposición a este contaminante, cuyo efecto al ambiente es a consecuencia de la minería informal.

**TABLA N° 3**

**Descripción del parámetro de Bario.**

Parámetro	Unidad	Muestra	Muestra	Muestra	DS 011-2017
		PM-1	PM-2	PM-3	MINAM/suelos extractivo
<b>Bario</b>	mg/kg	9.88	9.71	3.30	2000

*FUENTE: Elaboración propia del investigador*



**Gráfico N° 03. Bario en Suelo**

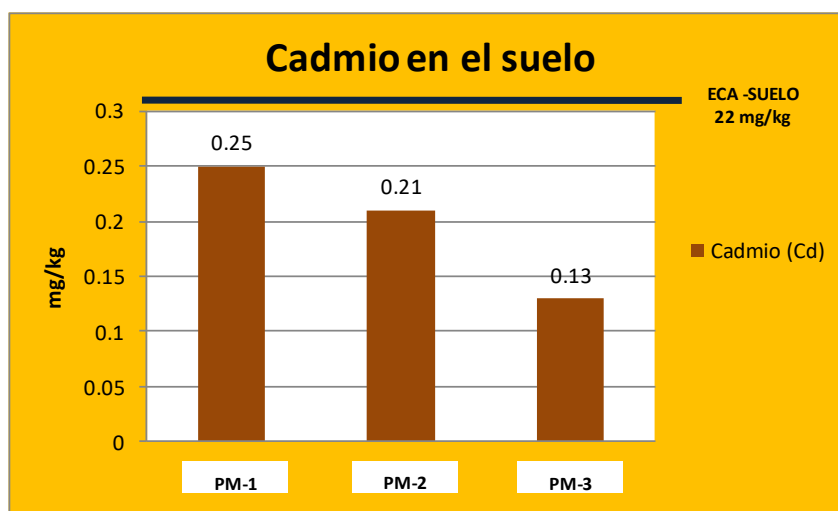
*FUENTE: Elaboración propia del investigador*

En la tabla y grafico N° 03 El **Bario** se encuentra en los parámetros que no superan el valor de referencia a los ECA-SUELO. Debido que se encuentra en valor 9.88 mg/kg hasta 3.30 mg/kg por debajo de la norma consultada del D.S. N° 011-2017 MINAM.

**TABLA N° 4**  
**Descripción del parámetro de Cadmio.**

Parámetro	Unidad	Muestra	Muestra	Muestra	DS 011-2017 MINAM/suelos extractivo
		PM-1	PM-2	PM-3	
<b>Cadmio</b>	mg/kg	0.25	0.21	0.13	22

*FUENTE: Elaboración propia del investigador*



**Gráfico N° 04. Cadmio en Suelo**  
*FUENTE: Elaboración propia del investigador*

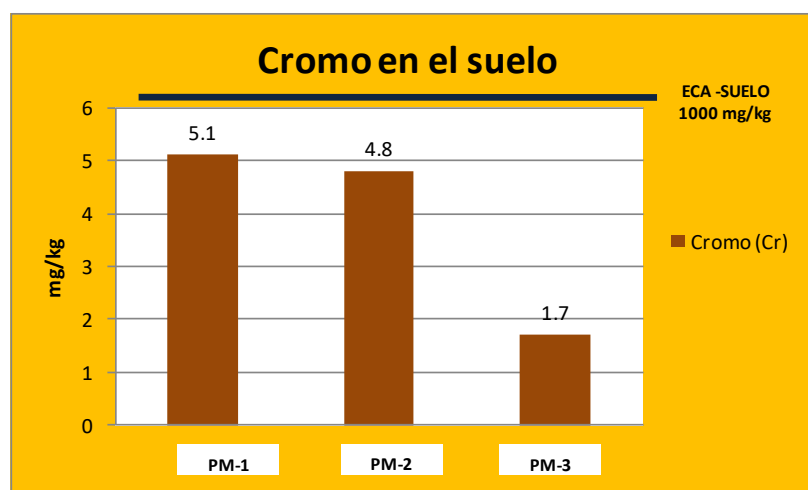
En la tabla y grafico N° 04 El **Cadmio** se encuentra en los parámetros que no superan el valor de referencia a los ECA-SUELO. Debido que se encuentra en valor 0.25 mg/kg hasta 0.13 mg/kg por debajo de la norma consultada del D.S. N° 011-2017 MINAM.

**TABLA N° 5**

**Descripción del parámetro de Cromo.**

Parámetro	Unidad	Muestra	Muestra	Muestra	DS 011-2017 MINAM/suelos extractivo
		PM-1	PM-2	PM-3	
<b>Cromo</b>	mg/kg	5.1	4.8	1.7	1000

*FUENTE: Elaboración propia del investigador*



**Gráfico N° 05. Cromo en Suelo**

*FUENTE: Elaboración propia del investigador*

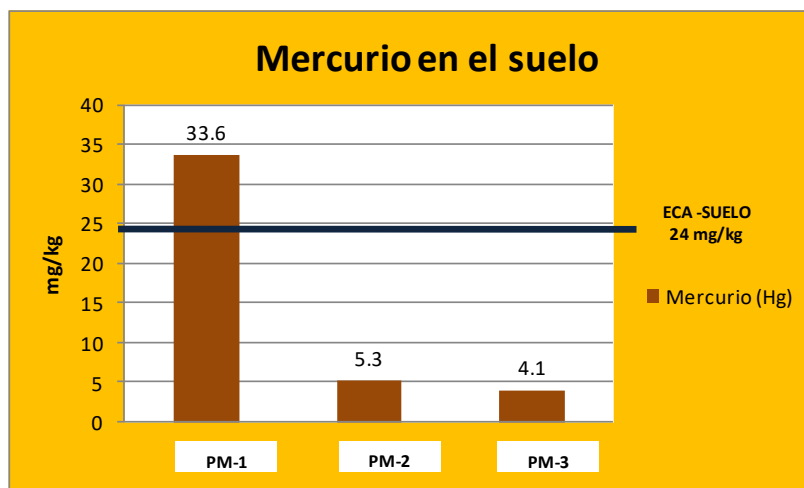
En la tabla y grafico N° 05 el **chromo** se encuentra en los parámetros que no superan el valor de referencia a los ECA-SUELO. Debido que se encuentra en valor 5.1 mg/kg hasta 1.7 mg/kg por debajo de la norma consultada del D.S. N° 011-2017 MINAM.

**TABLA N° 6**

**Descripción del parámetro de Mercurio.**

Parámetro	Unidad	Muestra	Muestra	Muestra	DS 011-2017 MINAM/suelos extractivo
		PM-1	PM-2	PM-3	
<b>Mercurio</b>	mg/kg	<b>33.6</b>	5.3	4.1	24

*FUENTE: propias del investigador*



**Gráfico N° 06. Mercurio en Suelo**

*FUENTE: propias del investigador*

En la tabla y grafico N° 06 El **Mercurio** presente se observa que en el puntos de monitoreo N° 01 con valores mayores a los ECA-SUELO. El



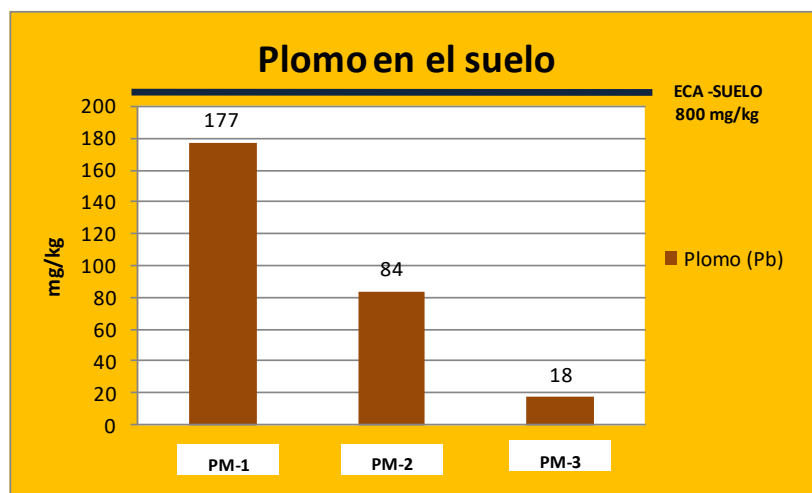
porcentajes superan los valores de referencia con de 33.6 mg/kg. Cabe considerar que este metal es empleado para la obtención del oro en esta concesión minera, siendo vulnerable a la exposición a este contaminante, cuyo efecto al ambiente está probado a consecuencia de la minería informal.

**TABLA Nº 7**

**Descripción del parámetro de Plomo.**

Parámetro	Unidad	Muestra	Muestra	Muestra	DS 011-2017 MINAM/suelos extractivo
		PM-1	PM-2	PM-3	
<b>Plomo</b>	mg/kg	177	84	18	800

*FUENTE: propias del investigador*



**Gráfico Nº 07. Plomo en Suelo**

*FUENTE: propias del investigador*

En la tabla y grafico N° 07 El **Plomo** se encuentra en los parámetros que no superan el valor de referencia a los ECA-SUELO. Debido que se encuentra en valor 177 mg/kg hasta 18 mg/kg por debajo de la norma consultada del D.S. N° 011-2070 MINAM.

#### 4.3. Prueba de hipótesis.

##### 1.- PLANTEO DE HIPÓTESIS:

**HIPÓTESIS NULA ( $H_0$ ).**- La Condicionante de los tipos de metales presentes no están repercutiendo en la calidad del suelo en la concesión minera Claudia XXI.

**HIPÓTESIS ALTERNATIVA ( $H_A$ ).**- La Condicionante los tipos de metales presentes no están repercutiendo en la calidad del suelo en la concesión minera Claudia XXI.

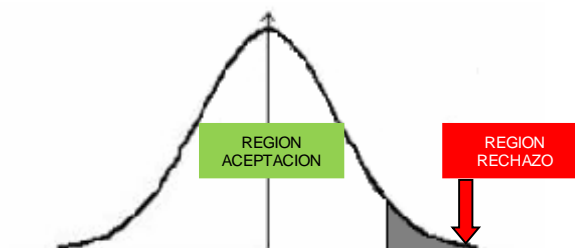
##### Determinación del nivel de significancia

El nivel de significancia del estudio es  $\alpha = 0.05$  o en su forma 5%

Nivel de confianza = 95.0%

Región crítica  $Z > 1.64$

Determinación de la zona de Aceptación y Región de Rechazo de la Hipótesis Nula.



**Decisión:**

El valor de Z pertenece a la región de rechazo por lo tanto rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alternativa: La Condicionante de los tipos de metales presentes están repercutiendo en la calidad del suelo en la concesión minera Claudia XXI.

## 2.- PLANTEO DE HIPÓTESIS:

**HIPÓTESIS NULA ( $H_0$ ).**- La Condicionante de los metales presentes en el suelo en la concesión minera Claudia XXI se encuentran disconforme a los parámetros D.S. N° 011-2017-MINAM.

**HIPÓTESIS ALTERNATIVA ( $H_A$ ).**- La Condicionante los metales presentes en el suelo en la concesión minera Claudia XXI se encuentran conforme a los parámetros D.S. N° 011-2017-MINAM.

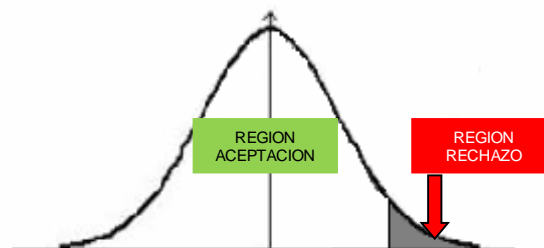
### Determinación del nivel de significancia

El nivel de significancia del estudio es  $\alpha = 0.05$  o en su forma 5%

Nivel de confianza = 95.0%

Región crítica  $Z > 1.64$

Determinación de la zona de Aceptación y Región de Rechazo de la Hipótesis Nula.



**Decisión:**

El valor de Z pertenece a la región de rechazo por lo tanto rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alternativa: La Condicionante de los metales presentes en el suelo en la concesión minera Claudia XXI se encuentran conforme a los parámetros D.S. N° 011-2017-MINAM.

#### **4.4. Discusión de Resultados.**

Conforme a los resultados obtenidos de la investigación realizada en la concesión minera CLAUDIA XXI ubicado en el paraje denominado de Ramos Balcón, dentro de los terrenos de la comunidad de Acobamba del Distrito de Pozuzo, Provincia de Oxapampa, perteneciente a la Región Pasco. El monitoreo que se observo en el agua de la actividad minero ilegal presentan índices de metales disueltos y mercurio y esto se debe principalmente cuando los desmontes y relaves mineros ilegales entran en contacto con el agua de lluvia y esorrentía arrastrando consigo residuos de relaves mineros y desmonte, contaminando de esta manera el cuerpo de agua existente en la zona, con la tendencia de alterar la cadena trófica y afectar directamente a la salud de las personas y a la biodiversidad del lugar; Por lo tanto, es de urgencia una especial atención a fin de establecer medidas correctivas de su remediación de la actividad minera ilegal que se desarrolla en ese paraje.

**Tabla N° 07: Resultados obtenidos de metales en el suelo.**

Parámetro	Unidad	Muestra PM-1	Muestra PM-2	Muestra PM-3	DS 011-2017 MINAM/suelos extractivo
<b>Arsénico</b>	mg/kg	<b>3608</b>	<b>3162</b>	<b>2062</b>	140
<b>Bario</b>	mg/kg	9.88	9.71	3.30	2000
<b>Cadmio</b>	mg/kg	0.25	0.21	0.13	22
<b>Cromo</b>	mg/kg	5.1	4.8	1.7	1000
<b>Mercurio</b>	mg/kg	<b>33.6</b>	5.3	4.1	24
<b>Plomo</b>	mg/kg	177	84	18	800

*FUENTE: propias del investigador*

En relación a la calidad del suelo, los valores encontrados en el punto de monitoreo N° 01 son considerados contaminantes del suelo debido que exceden las concentraciones recomendadas; con respecto al **arsénico** excede en los tres punto de monitoreo (**3608, 3162, 2062 mg/kg**). En relación al monitoreo realizado, el **Bario** está presente en el suelo con concentraciones por debajo norma consultada del D.S. N° 011-2070 MINAM en los tres puntos monitoreados (**9.88, 9.71, 3.30mg/kg**). en relación al monitoreo realizado, el **cadmio** está presente en el suelo con concentraciones por debajo norma consultada del D.S. N° 011-2070 MINAM en los tres puntos monitoreados (**0.25, 0.21, 0.13mg/kg**); en relación al monitoreo realizado, el **cromo** está presente en el suelo con concentraciones por debajo norma consultada del D.S. N° 011-2070 MINAM en los tres puntos monitoreados (**5.1, 4.8, 1.7mg/kg**) en relación al monitoreo realizado, al **mercurio** está presente en el suelo con concentraciones por encima de norma consultada del D.S. N° 011-2070 MINAM en el puntos monitoreados N° 1 con (**33.6**

**mg/kg)**. Y el **plomo** presenta concentraciones por debajo en relación a la norma de referencia en los tres puntos con (**177 , 84, 18 mg/kg**)

## CONCLUSIONES

Se llegó a las siguientes conclusiones de la investigación:

1. El análisis del suelo de la concesión minera Claudia XXI al consultada con el D.S. N° 011-2070 MINAM las concentraciones de más del 50 % todos los metales analizados están por debajo de los estándares en la concesión minera Claudia XXI.
2. La presencia de estos metales en el suelo se debe a que durante varios años los mineros informales arrojaron sus relaves y desmontes mineros al paraje de Ramos Balcón, dentro de los terrenos de la comunidad de Acobamba afectando a la población aguas abajo que se dedican a la ganadería y agricultura.
3. los parámetros que presentan un alto riesgo a la calidad del suelo, son el arsénico en sus tres puntos analizados, donde se ha podido establecer que los compuestos de arsénico vienen a hacer carcinogénicos para las personas.
4. La concentración de los metales presentes en el suelo deben ser tomados en cuenta, debido que la contaminación del suelo con estos metales está alterando la cadena trófica.

## **RECOMENDACIONES**

Se llego a las siguientes recomendaciones

1. Se recomienda hacer trabajos de cierre de los relaves y desmontes de mineral para reducir la contaminación de la minería informal.
2. Se recomienda exigir a la dirección de energía y minas e hidrocarburos de Pasco con el cierre de estos pasivos ambientales mineros
3. Se recomienda sancionar a los titulares de la concesión por permitir la actividad de la minería informal en la concesión minera Claudia XXI ubicada del distrito de Pozuzo, provincia de Oxapampa, perteneciente a la Región Pasco.
4. Se recomienda realizar monitoreos constantes tanto de agua y de suelo en la zona de la concesión minera Claudia XXI con la finalidad de llevar un reporte y control continuo de los metales presentes en la zona.



## BIBLIOGRAFIA

- Barbosa AC, Boischio AA, East GA, Ferrari I, Gonçalves A, Silva PRM, et al. (1995). Mercury contamination in Brazilian Amazon: environmental and occupational aspects. *Water Air Soil Pollut.* 80(1-4):109–21.
- Álvarez, J; Sotero, V; Brack, A, Ipenza, C. (2011). Minería aurífera en Madre de Dios y contaminación con mercurio una bomba de tiempo río Huaypetuhe - Madre de Dios. Informe preparado por el instituto de la Amazonía Peruana - IIAP y el ministerio del ambiente. Lima - Perú.
- Chung B. Control de los Contaminantes Químicos en el Perú. *RevPeruMedExp Salud Pública.* 2008; 25(4): 413-18. [Fecha de acceso 08 de enero 2019]. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v25n4/a12v25n4.pdf>
- Glave, M. Y Kuramoto, J. (2002). Minería y Minerales y Desarrollo Sustentable en el Perú. En *Minería y Minerales de América del Sur en la Transición al Desarrollo Sustentable*. International Institute For Environment and Development.
- Gómez Agurto Cynthia Fiorella. (2012). Evaluación de escenarios alternativos en sistemas social ecológicos afectados por la minería aluvial en Madre de Dios (tesis de posgrado) Lima, Universidad nacional agraria la Molina.
- Hernández R, Fernández C., (2006). Metodología de la investigación. Colombia: editorial McGraw-Hill.
- INGEMMET, (2014). Atlas catastral minero y geológico. Ministerio de Energía y Minas- Instituto Geológico Minero y Metalúrgico.
- Maturana, H., Oyarzún, J., Pasieczna, A. y Paulo, A. (2001). Geoquímica de los sedimentos del río Elqui (Coquimbo, Chile): manejo de relaves y cierre de minas. VII Congreso Argentino de Geología Económica, Actas 2, pp. 155-161.
- Villachica, C. (2001). "Proceso de Neutralización y Coagulación Dinámica: Alternativa de bajo costo de inversión y operación para el tratamiento de relaves de mina", *Revista Minería*, Lima, marzo 2001.

# **ANEXOS**

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

### Titulado: “ANÁLISIS DE LA CONCENTRACIÓN DE METALES PRESENTES EN EL SUELO DE LA CONCESION MINERA CLAUDIA XXI RELACIONADO CON LOS PARAMETROS D.S. N°011-2017-MINAM”

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	DISEÑO METODOLÓGICO
¿Cuál es la calidad del suelo en la concesión minera Claudia XXI relacionado con los parámetros D.S. N° 011-2017-MINAM?	Determinar la calidad del suelo en la concesión minera Claudia XXI relacionado con los parámetros D.S. N° 011-2017-MINAM	La concentración de metales presentes en la concesión minera Claudia XXI está alterando la calidad del suelo debido que cumplen con los parámetros D.S. N° 011-2017-MINAM.	<p><b>Variable Independiente</b> ECAS suelo</p> <p><b>Variable dependiente:</b> Concentración de metales en la concesión Claudia XXI .</p>	<p><b>Técnicas</b> monitoreo (campo). Mediciones (gabinete).</p> <p><b>Instrumentos</b> GPS Cámara fotografica Imágenes Satélite Equipo de absorcion atomica</p>	<p>De acuerdo a la naturaleza de nuestra temática de investigación, es de <b>tipo descriptivo</b>.</p> <p>Se emplearon los métodos de análisis de laboratorios y el <b>Diseño de investigación</b> es no experimental.</p>
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	HIPÓTESIS ESPECIFICA:			
¿Qué tipos de metales existentes en el suelo en la concesión minera Claudia XXI?	Identificar los tipos de metales existentes en el suelo en la concesión minera Claudia XXI.	Los tipos de metales presentes están repercutiendo en la calidad del suelo en la concesión minera Claudia XXI.			
¿Estos metales presentes en el suelo en la concesión minera Claudia XXI conforme con los parámetros D.S. N° 011-2017-MINAM?	Comparar los metales presentes en el suelo en la concesión Claudia XXI con los parámetros D.S. N° 011-2017-MINAM.	Los metales presentes en el suelo en la concesión minera Claudia XXI se encuentran conforme a los parámetros D.S. N° 011-2017-MINAM.			

**DECRETO SUPREMO N°011-2017-MINAM  
ESTANDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA EL SUELO**

Parámetros en mg/kg PS <sup>(a)</sup>	Usos del Suelo <sup>(b)</sup>			Métodos de ensayo <sup>(c) y (d)</sup>
	Suelo Agrícola <sup>(e)</sup>	Suelo Residencial/ Parques <sup>(f)</sup>	Suelo Comercial <sup>(g)</sup> / Industrial/ Extractivo <sup>(h)</sup>	
<b>ORGÁNICOS</b>				
<b>Hidrocarburos aromáticos volátiles</b>				
Benceno	0,03	0,03	0,03	EPA 8260 <sup>(i)</sup> EPA 8021
Tolueno	0,37	0,37	0,37	EPA 8260 EPA 8021
Etilbenceno	0,082	0,082	0,082	EPA 8260 EPA 8021
Xilenos <sup>(j)</sup>	11	11	11	EPA 8260 EPA 8021
<b>Hidrocarburos poliaromáticos</b>				
Naftaleno	0,1	0,6	22	EPA 8260 EPA 8021 EPA 8270
Benzo(a)pireno	0,1	0,7	0,7	EPA 8270
<b>Hidrocarburos de Petróleo</b>				
Fracción de hidrocarburos F1 <sup>(k)</sup> (C6-C10)	200	200	500	EPA 8015
Fracción de hidrocarburos F2 <sup>(l)</sup> (>C10-C28)	1200	1200	5000	EPA 8015
Fracción de hidrocarburos F3 <sup>(m)</sup> (>C28-C40)	3000	3000	6000	EPA 8015
<b>Compuestos Organoclorados</b>				
Bifenilos policlorados - PCB <sup>(n)</sup>	0,5	1,3	33	EPA 8082 EPA 8270
Tetracloroetileno	0,1	0,2	0,5	EPA 8260
Tricloroetileno	0,01	0,01	0,01	EPA 8260
<b>INORGÁNICOS</b>				
Arsénico	50	50	140	EPA 3050 EPA 3051
Bario total <sup>(o)</sup>	750	500	2 000	EPA 3050 EPA 3051
Cadmio	1,4	10	22	EPA 3050 EPA 3051
Cromo total	**	400	1 000	EPA 3050 EPA 3051
Cromo VI	0,4	0,4	1,4	EPA 3060/ EPA 7199 ó DIN EN 15192 <sup>(p)</sup>
Mercurio	6,6	6,6	24	EPA 7471 EPA 6020 ó 200.8
Plomo	70	140	800	EPA 3050 EPA 3051
Cianuro Libre	0,9	0,9	8	EPA 9013 SEMWW-AWWA-WEF 4500 CN F ó ASTM D7237 y/o ISO 17690:2015

## **REGISTRO FOTOGRAFICO**



Foto N° 1. Vista panorámica del paraje de Ramos Balcón de la concesión minera Claudia XXI



Foto N° 2. Análisis de las muestras de suelo tomadas en el relave de la concesión minera Claudia XXI



Foto N° 3. Selección de punto N° 03 de monitoreo de suelo en la zona de la quebrada de la concesión minera Claudia XXI



Foto N° 4. Muestra de suelo en la concesión minera Claudia XXI

### Procedimiento de Valides y confiabilidad

En el criterio de valides y confiabilidad el instrumento del presente investigación es el Coeficiente Alfa de Conbrach, para ello hemos requerido de una sola administración de medición y que dentro de la Teoría toma valores entre Cero y Uno y el coeficiente se aplica generalmente a ítems que tiene más de dos alternativas. De allí que los criterios establecidos son:

Baja Confiabilidad : Cuando  $0.5 \leq \alpha \leq 0.59$

**Moderada** : **Cuando  $0.6 \leq \alpha \leq 0.75$**

Alta Confiabilidad : Cuando  $0.76 \leq \alpha \leq 0.89$

Muy Alta : Cuando  $0.90 \leq \alpha \leq 1.00$

#### Estadísticos para los ítems:

ANALISIS	MEDIA DE LA ESCALA	VARIANZA DE LA ESCALA	CORRELACIÓN DEL ELEMENTO	ALFA DE CONBRACH
<b>M1</b>	<b>58,34</b>	<b>57.41</b>	<b>0.482</b>	<b>0.811</b>
<b>M2</b>	<b>60.19</b>	<b>58.17</b>	<b>0.367</b>	<b>0.772</b>
<b>M3</b>	<b>59.23</b>	<b>58.35</b>	<b>0.620</b>	<b>0.693</b>
<b>M4</b>	<b>60.29</b>	<b>59.11</b>	<b>0.604</b>	<b>0.708</b>
<b>M5</b>	<b>57.36</b>	<b>61.34</b>	<b>0.582</b>	<b>0.802</b>
<b>M6</b>	<b>59.16</b>	<b>60.54</b>	<b>0.538</b>	<b>0.751</b>

El presente cuadro nos demuestra que el cuestionario en su totalidad presenta consistencia interna puesto que los coeficientes Conbrach para cada ítem son significativos y si nosotros desearíamos omitir un ítem cuyo valor es más bajo, esto no afectaría a la confiabilidad.



### Estadístico de Fiabilidad Total

ALFA DE CRONBACH	NUMERO DE ELEMENTOS
0.756	06

El coeficiente Alfa obtenido es de **0.756**, lo que permite afirmar categóricamente que el instrumento en su versión de 06 ítems o análisis tiene una Moderada Confiabilidad.

Esto significa que existe la posibilidad si al excluir un análisis nos permite mantener la confiabilidad interna que presenta el instrumento. Permittiéndonos mejorar la construcción de los análisis para capturar posición que tiene cada parámetro en la muestra.