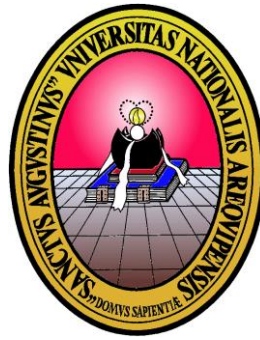


Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa

Escuela de Posgrado

Unidad de Posgrado de la Facultad de Medicina



**“INFLUENCIA DEL USO ADECUADO DEL EQUIPO DE
PROTECCIÓN PERSONAL EN LOS NIVELES DE
PLOMO EN SANGRE EN TRABAJADORES MINEROS DE
LA UNIDAD MINERA CORIPUNO 2014-2017”**

Tesis presentada por el bachiller:

EVERT ROMERO ASPILCUETA

**Para Optar el Grado Académico de
Maestro en ciencias: Salud Ocupacional**

Tutor: Mg. MARCO BAUTISTA MACEDO

Arequipa – Perú

2019

DEDICATORIA

A mi madre que con todo su apoyo espiritual ha sabido llevarme por la senda del hombre que consigue con esfuerzo, sacrificio y valor los mayores logros de su vida.

AGRADECIMIENTO

A todos mis maestros de todas mis fases de aprendizaje que en muchos casos pensaron que era un muchacho terco e impulsivo, pero lograron volverme flexible y precavido, los recordare siempre, aunque ya no estén presentes.

ÍNDICE GENERAL

Resumen	v
Abstract.....	vi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: FUNDAMENTO TEÓRICO	3
CAPÍTULO II: MÉTODOS	16
CAPÍTULO III: RESULTADOS.....	19
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y COMENTARIOS	30
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	33
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35
ANEXOS	38

RESUMEN

Objetivo: establecer la influencia del uso adecuado del Equipo de Protección Personal en los niveles de plomo en sangre en trabajadores mineros de la Unidad Minera Coripuno.

Métodos: Revisión de registros de evaluación de riesgo IPERC para identificar el uso correcto de equipos de protección, así como los resultados de determinación trimestral de plomo en sangre. Se comparan variables mediante prueba chi cuadrado y t de Student.

Resultados: Un total de 27 trabajadores cumplieron los criterios de selección. Un 74.07% tuvo niveles normales ($< 6 \mu\text{g/dL}$) que indican ausencia de exposición, 14.81% tienen niveles de exposición no significativa ($6-10 \mu\text{g/dL}$), y en 11.11% se encontraron niveles mayores a $10 \mu\text{g/dL}$, con recomendación de minimizar la exposición. El 81.48% de trabajadores tiene un uso adecuado, y 18.52% uso inadecuado de los equipos. Entre los que usan el equipo de manera adecuada, los valores fueron de $3.11 \pm 1.69 \mu\text{g/dL}$, y en los que usan los equipos de manera inadecuada los valores alcanzaron $11.16 \pm 5.00 \mu\text{g/dL}$ ($p < 0.05$). Los niveles de exposición al plomo son elevados con el uso inadecuado de los equipos (60%), que no se encontraron en los que usan los equipos adecuadamente, siendo los niveles de exposición no significativos en 9.09% y normales en 90.91%, mientras que en el grupo de uso inadecuado no hay niveles normales y 40% tiene niveles no significativos ($p < 0.05$).

Conclusión: El uso adecuado del Equipo de Protección Personal protege contra niveles elevados de plomo en sangre en trabajadores mineros de la Unidad Minera Coripuno.

PALABRAS CLAVE: plomo en sangre – equipos de protección química – trabajadores mineros.

ABSTRACT

Objective: to establish the influence of the adequate use of Personal Protective Equipment on the levels of lead in blood in mining workers of the Coripuno Mining Unit.

Methods: Review of IPERC risk assessment records to identify the correct use of protective equipment, as well as the results of quarterly blood lead determination. Variables are compared by chi-square test and Student's t test.

Results: A total of 27 workers met the selection criteria. A 74.07% had normal levels ($<6 \mu\text{g} / \text{dL}$) indicating absence of exposure, 14.81% had non-significant exposure levels ($6-10 \mu\text{g} / \text{dL}$), and in 11.11% levels higher than $10 \mu\text{g} / \text{dL}$ were found, with a recommendation to minimize exposure. 81.48% of workers have an adequate use, and 18.52% use equipment inadequately. Among those who use the equipment in an adequate manner, the values were $3.11 \pm 1.69 \mu\text{g} / \text{dL}$, and in those who use equipment inadequately, the values reached $11.16 \pm 5.00 \mu\text{g} / \text{dL}$ ($p < 0.05$). The levels of lead are higher with the inadequate use of the equipment (60%), which were not found in those that use the equipment properly, being the exposure levels not significant in 9.09% and normal in 90.91%, while in the group of inadequate use there are no normal levels and 40% have no significant levels ($p < 0.05$).

Conclusion: The proper use of Personal Protective Equipment protects against elevated levels of lead in blood in mining workers of the Coripuno Mining Unit.

KEY WORDS: blood lead - chemical protection equipment - mine workers.

INTRODUCCIÓN

En minería la intoxicación por plomo es una de las principales enfermedades ocupacionales en los trabajadores dado que este metal está presente en el procesamiento de los minerales, pese a que por indicación de la ley se debe usar obligatoriamente un equipo de protección personal por cada trabajador, este no es usado adecuadamente o simplemente no es usado por la incomodidad que produce.

Pese a ser un problema grande en salud ocupacional no se tienen estudios o son escasos, de este tema ya sea por la falta de interés de las empresas mineras o por ocultar datos a los entes del estado peruano que rigen la minería, esto afecta seriamente a la salud de los trabajadores ya que sin un compromiso por las empresas privadas que muchas veces se cuidan del estado y el propio estado que solo busca sancionar para conseguir fondos o tener un rol protagónico e incluso político se estaría mellando el principio de universalidad de la ley de seguridad y salud ocupacional.

Las vías respiratorias son la entrada más rápida y directa de los contaminantes, debido a la gran relación con el sistema circulatorio y a la constante necesidad de oxígeno por parte del organismo. Por tal motivo los equipos de protección respiratoria poseen la misión de facilitar al hombre la cantidad de aire en forma y condiciones para su supervivencia en medios contaminados (con tóxicos en él o con deficiencias de oxígeno)

El uso de los equipos se recomienda cuando exista deficiencias de oxígeno en el aire (es decir que posea un 17% o menos de su volumen en O₂), o cuando este presente el aire contaminado (partículas, gases, vapores, o combinación de ellos).

Los equipos de protección respiratoria son clasificados sobre la base de la cobertura que proporciona (cobertura de entrada) y el procedimiento mediante el cual protege al usuario, la entrada al aparato respiratorio se hace por la boca o la nariz, o por ambos, para que un equipo funcione debe tener un perfecto cierre de aislamiento.

Siendo necesario también mencionar que las características de los fabricantes no coinciden con nuestra realidad dado que por simple mediciones se ha encontrado que no coinciden con estas suscritas en el caso de nuestras unidades mineras.

Dada esta situación, nos planteamos desarrollar la presente investigación, debido a las graves consecuencias que la exposición crónica al plomo produce en los trabajadores mineros.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Existe influencia del uso adecuado del Equipo de Protección Personal en los niveles de plomo en sangre en trabajadores mineros de la Unidad Minera Coripuno en el periodo 2014-2017?

2. OBJETIVOS

2.1.Objetivo general

Establecer la influencia del uso adecuado del Equipo de Protección Personal en los niveles de plomo en sangre en trabajadores mineros de la Unidad Minera Coripuno.

2.2.Objetivos específicos

- a) Determinar los niveles de plomo en trabajadores mineros de la Unidad Minera Coripuno.
- b) Establecer la incidencia y prevalencia de intoxicación por plomo en trabajadores mineros de la Unidad Minera Coripuno.
- c) Determinar la forma de uso de los EPP Químicos por los trabajadores mineros de la Unidad Minera Coripuno.

3. HIPÓTESIS

Es probable que los niveles de plomo en sangre no sean reducidos satisfactoriamente porque no se usa o por el mal uso del equipo de protección personal en la unidad minera Coripuno.

CAPÍTULO I: FUNDAMENTO TEÓRICO

1. Características generales del plomo

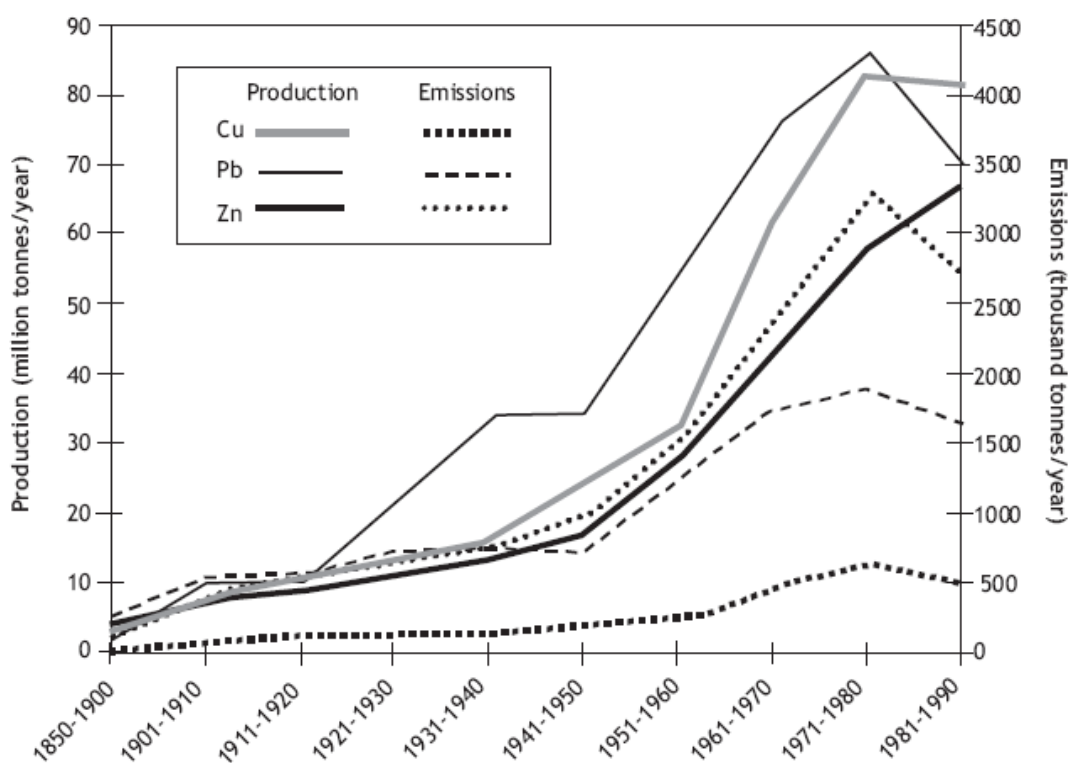
El plomo es un metal ampliamente utilizado por su ductilidad, alta densidad y poca reactividad química, así como su fácil extracción, relativa abundancia y bajo costo (1). El plomo es un metal pesado, gris y blando muy difundido en la corteza terrestre. Se encuentra en la naturaleza como mezcla de 3 isótopos (206, 207 y 208). Su forma más abundante es el sulfuro (PbS), formando las menas de galena. Con frecuencia está asociado a otros metales, como plata, cobre, zinc, hierro y antimonio. Forma compuestos en estado de valencia 2^+ y 3^+ , orgánicos, como acetato, tetraetilo y tetrametilo e inorgánicos, como nitrato, arsenato, carbonato, cloruro, óxidos y silicato. Por su bajo punto de fusión fue uno de los primeros metales empleados por el hombre y su intoxicación crónica, el saturnismo, se conoce desde la antigüedad (2).

2. Comportamiento del plomo en el medio ambiente

Los metales pesados han sido usados en múltiples áreas por cientos de años. El plomo ha sido usado desde hace más de 5000 años, se ha encontrado en diferentes materiales de construcción, pigmentos de cerámicas cristalizadas y vasijas para transporte de agua. En la Roma Antigua, el acetato de plomo era usado como endulzante del vino, el mercurio era empleado para aliviar el dolor de la dentición en los niños y como remedio para la sífilis.

La exposición a metales pesados se ha incrementado intensamente en algunas áreas. Por ejemplo, el mercurio es ampliamente usado en la minería del oro en muchos lugares de Latinoamérica, el arsénico es usado como preservante de la madera y el plomo tetraetilo fue un aditivo de la gasolina ampliamente usado, pero que ya se ha retirado en muchos países desarrollados. Después de la segunda mitad del siglo XIX, el uso industrial de los metales pesados se incrementó de manera importante, con el consecuente aumento de las emisiones al ambiente (3).

Figura 1. Producción global y consumo de metales tóxicos, 1850-1990 (3).



A finales del siglo XX, las emisiones de los metales pesados empezaron a disminuir en países desarrollados, por ejemplo en el Reino Unido, las emisiones disminuyeron cerca del 50% entre 1990 y 2000 (3).

Durante el último siglo, las emisiones de plomo al aire ambiental han aumentado en un 50%, su fuente principal proviene de la gasolina, hasta hace pocas décadas, las emisiones de plomo han empezado a disminuir, gracias a la introducción de la gasolina libre de plomo en países desarrollados. Se pueden encontrar altos niveles de emisiones de plomo en áreas cercanas a minas y empresas metalúrgicas. Este plomo que se encuentra en el aire puede depositarse en el suelo y en el agua, en donde puede fijarse y permanecer por cientos de años, de tal manera que puede movilizarse a algunas plantas, por lo cual también se pueden afectar algunos alimentos (3, 4). El suelo no contaminado tiene concentraciones de plomo menores a 50 ppm, pero hay áreas urbanas en las que éstos llegan a exceder las 200 ppm (4).

3. Fuentes y uso

Los minerales de plomo se encuentran ampliamente distribuidos a nivel mundial. El mineral más rico es la galena (sulfuro de plomo) y es 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). Muchas veces, los minerales de plomo suelen contener otros metales tóxicos. Los minerales de plomo son separados mediante el triturado en seco, la molturación en húmedo (para obtener una pasta), la clasificación Gravimétrica y la flotación. Los minerales de plomo liberados se funden mediante un proceso en tres etapas: preparación de la carga (mezcla, condicionamiento, etc.), sinterizado y reducción en hornos altos. Posteriormente el metal se refina mediante la separación del cobre, el estaño, el arsénico, el antimonio, el zinc, la plata y el bismuto (1, 5, 6).

El plomo metálico se utiliza como planchas o tubos cuando se requiere una gran maleabilidad y resistencia a la corrosión, como en la industria química o en la construcción. También se utiliza para el revestimiento de cables, es componente de soldadura y como empaste en la industria automovilística. Es un material excelente como protector contra radiaciones ionizantes. Se utiliza en procesos de metalizado para recubrimientos protectores, en la fabricación de acumuladores y como baño de termo tratamiento en el revenido de hilos metálicos. Se encuentra en una gran variedad de aleaciones y sus compuestos se preparan y utilizan en grandes cantidades en numerosas industrias (5, 6). Aproximadamente un 40% del plomo se utiliza en forma metálica, un 25% en aleaciones y un 35% en compuestos químicos. Los óxidos de plomo se utilizan en las placas de las baterías eléctricas y los acumuladores (PbO y Pb_3O_4), como agentes de mezcla en la fabricación de caucho (PbO) y en la fabricación de pinturas (Pb_3O_4) y como componentes de barnices, esmaltes y vidrio. Las sales de plomo son la base de muchas pinturas y pigmentos. El arseniato de plomo es empleado como insecticida; el sulfato de plomo se utiliza en mezclas de caucho; el acetato de plomo tiene usos importantes en la industria química; el naftenato de plomo es un agente secante muy utilizado y el plomo tetraetilo se utiliza como agente antidetonante para la gasolina en aquellos países en que la legislación aún lo permite (5, 6).

Aleaciones de plomo. El plomo en combinación con otros metales como antimonio, arsénico, estaño y bismuto, mejora sus propiedades mecánicas o químicas.

El plomo puede añadirse a otras aleaciones, como el latón, el bronce o el acero con el fin de lograr determinadas características (5).

El plomo o sus aleaciones se funden y cuegan en moldes. La fusión del plomo no significa la producción de gran cantidad de vapor de plomo, ya que su punto de fundición está muy por debajo del de ebullición. No obstante, el plomo fundido se oxida rápidamente en su superficie, y cuando se cuega o se agita en presencia del aire, emite una cantidad importante de polvo fino de óxido de plomo. Por esta razón la manipulación del plomo fundido o sus aleaciones constituye una fuente potencial de exposición excesiva al plomo. El riesgo saturnino en las imprentas casi ha desaparecido, ya que se ha sustituido el procedimiento tipográfico por otras técnicas que no requieren el empleo de plomo (6).

En los últimos años se ha prestado especial atención al impacto ambiental de los perdigones empleados en la caza. El uso de aditivos de plomo en las pinturas de uso doméstico se ha ido restringiendo en las últimas décadas, sobre todo por el peligro que representan para los niños (2).

4. Aspectos toxicológicos del plomo

4.1. Exposición

El interés toxicológico por el plomo se ha acentuado, especialmente como agente contaminante del ambiente en los países industrializados. Es un contaminante de la atmósfera de las empresas que producen o utilizan plomo y también de los centros urbanos como consecuencia de su presencia en los gases de escape de los automóviles (6).

Son muchas las ocupaciones en las que puede tener lugar la exposición al plomo. En la minería del plomo se produce una absorción considerable a través del aparato digestivo. El riesgo depende de la solubilidad de las sustancias. 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 (5).

En las fundiciones de plomo, los riesgos principales son derivados del polvo de plomo que se produce durante las operaciones de triturado y molienda, y de los óxidos

de plomo que se liberan durante la sinterización, la reducción en hornos altos y el refinado. Los riesgos del trabajo con plomo aumentan en función de la temperatura. El recubrimiento por rociado de metales con plomo fundido es muy peligroso, pues genera polvo y humos a temperaturas elevadas (5).

4.2. Exposición ocupacional

Se define como la presencia de un agente químico en el aire de la zona de respiración del trabajador. Cuando este término se emplea sin calificativos, hace siempre referencia a la vía respiratoria, es decir, a la exposición por inhalación.

Se cuantifican en términos de concentración del agente obtenidos de las mediciones de exposición, referida al mismo periodo de referencia que el utilizado para el valor límite aplicable (5, 6).

4.3. Toxicocinética del plomo

- Absorción

La velocidad a que se absorbe el plomo depende de su forma química y física y de las características fisiológicas de la persona expuesta especialmente relacionadas con la edad y el estado nutricional (7). En la industria, la principal vía de entrada es la respiratoria. Puede absorberse por las vías aéreas superiores, pero la proporción mayor se absorbe a nivel alveolar. Se absorbe bien en forma de humos o partículas finas que son fagocitadas por los macrófagos alveolares (2). El grado de absorción depende de la proporción de polvo en forma de partículas de un tamaño menor a 5 μm y del volumen/minuto respiratorio del trabajador. Por lo tanto, una mayor carga de trabajo produce una mayor absorción de plomo (5, 6, 7).

La absorción gastrointestinal depende de la solubilidad del tipo de sal y del tamaño de las partículas. Los adultos no absorben por esta vía más del 20-30% de la dosis ingerida pero en los niños y las embarazadas se alcanza hasta un 50%. La absorción cutánea tiene escasa importancia, aunque pueden absorberse las formas orgánicas. Además, el plomo de los proyectiles

termina solubilizándose y distribuyéndose desde los tejidos donde han quedado alojados (2). También se incrementa en condiciones de ayuno y en casos de déficit de hierro o calcio (6). Debe tenerse en cuenta que factores como una mala higiene en el trabajo, el hábito de fumar durante el mismo (contaminación del tabaco o de las manos) y una mala higiene personal pueden aumentar considerablemente la exposición, sobre todo por vía oral (5,6,7).

Tamaño de las partículas. Es importante determinar el tamaño de las partículas de polvo de plomo industrial, el cual depende del proceso que origina el polvo. El polvo fino con partículas de un tamaño respirable se produce durante procesos de pulverizado y mezcla de colores de plomo, el trabajo abrasivo del material de relleno de plomo en las carrocerías de automóviles y el lijado en seco de las pinturas de plomo. Los gases de escape de motores de gasolina producen partículas de cloruro y bromuro de plomo de 1 μm de diámetro (5).

- **Distribución**

En el organismo humano, el plomo inorgánico no se metaboliza, se absorbe, se distribuye y se excreta directamente (6). La facilidad con que este metal penetra y se distribuye en el organismo obedece a que emplea, entre otros, los mecanismos de transporte para la absorción de calcio, zinc, magnesio y otros metales requeridos por el organismo (1).

Una vez en la sangre, el plomo se distribuye en tres compartimentos: la sangre, los tejidos blandos (riñón, médula ósea, hígado y cerebro) y el tejido mineralizado (huesos y dientes). El tejido mineralizado contiene aproximadamente el 95% de la carga corporal total de plomo en los adultos (2). El plomo en los tejidos mineralizados se acumula en subcompartimentos que difieren en la velocidad de reabsorción del plomo. En el hueso existe un componente lábil, que intercambia rápidamente el plomo con la sangre, y un reservorio inerte. El plomo de este reservorio representa un riesgo especial, pues es una fuente endógena de plomo (7).

El hueso es el territorio preferente de acumulación, en substitución del calcio. A nivel local no genera ningún problema, pero si puede ser origen de reaparición de toxicidad crónica por movilización. El tiempo de vida media del plomo en la sangre es de 25 días en el adulto, 10 meses en el niño, 40 días en los tejidos blandos, 90 días en el hueso trabecular y 10-20 años en el cortical (2, 5, 6, 7).

Cuando el organismo se encuentra en condiciones de estrés, como durante el embarazo, la lactancia o una enfermedad crónica, este plomo normalmente inerte puede mobilizarse mucho más y aumentar los niveles de plomo en sangre. Debido a la existencia de estos depósitos de plomo móviles, deben transcurrir varios meses o incluso años para observar una disminución significativa en los niveles sanguíneos de plomo, incluso tras la eliminación de la fuente de exposición (5).

El 99% del plomo en la sangre está asociado con los eritrocitos; el 1 % restante está presente en el plasma, donde está disponible para ser transportado a los tejidos (5).

- **Eliminación**

El plomo en la sangre que no se retiene se excreta principalmente a nivel renal o por aclaramiento biliar al tracto gastrointestinal (5). La eliminación urinaria normal es de 30 $\mu\text{g}/24$ h. No está claro qué proporción del plomo detectado en las heces corresponde a la parte no absorbida (2).

4.4. Toxicodinamia del plomo

Se ha visto que el plomo altera la expresión genética, la transducción de señales, y el sistema calcio mensajero (1, 8). Los principales blancos del plomo son una serie de sistemas enzimáticos con grupos tiol, sobre todo dependientes de zinc. Entre los de mayor expresión clínica destacan dos enzimas que intervienen en la síntesis del grupo hemo: la delta-aminolevulínico deshidrasa (ALA-D) y la ferroquelatasa. Su inhibición por el plomo interfiere con la síntesis del hemo y se traduce en un aumento de la coproporfirina urinaria y un aumento de la protoporfirina zinc eritrocitaria. Otros

sistemas enzimáticos afectados se relacionan con alteraciones en la integridad de las membranas celulares. Estos dos tipos de efecto tienen como consecuencia una anemia normocrómica y normocítica que presenta un punteado basófilo característico en los hematíes. Este punteado está constituido por agregados de ARN degradado, normalmente eliminado por la enzima pirimidina-5- nucleotidasa, que se encuentra inhibida (2).

Por su capacidad para sustituir el calcio y otros cationes divalentes en la maquinaria molecular, los efectos del plomo abarcan prácticamente la totalidad del ambiente celular, lo que permite rastrear sus secuelas desde la matriz extracelular hasta el núcleo. Muchos de estos efectos son producto de la interacción directa del plomo con el componente celular en cuestión, otros son resultado del mal funcionamiento de procesos más complejos como la regulación genética, la síntesis de proteínas o el metabolismo energético, por lo cual se amplifica su efecto a proteínas y sistemas que estructuralmente no son susceptibles a su acción (1).

Los mecanismos de daño más importantes causados por el plomo son:

- **Interferencia con la homeostasis del calcio:**

La similitud química del plomo con el calcio, le permite interferir con diversas vías metabólicas en la mitocondria y en sistemas de segundos mensajeros que regulan el metabolismo energético, así como en los canales de Ca^{++} dependientes de voltaje, que intervienen en la neurotransmisión sináptica, a los que inhibe, y en las proteínas-quinasas dependientes de calcio, que activa (1, 2). Diversos sistemas de neurotransmisión afectados por el plomo son los regulados por la acetilcolina, dopamina, norepinefrina, GABA y glutamato (2).

La interferencia con el Ca^{++} , en las células endoteliales de los capilares cerebrales, podría explicar la encefalopatía aguda, ya que produce una disrupción de la integridad de las uniones intercelulares fuertes que caracterizan a la barrera hematoencefálica y da lugar a un edema cerebral. Las alteraciones del desarrollo psicomotor en los niños, relacionadas con exposiciones a bajas dosis de plomo, están condicionadas por la mayor

permeabilidad al tóxico de los capilares inmaduros junto a las mencionadas alteraciones en la neurotransmisión, de mayor impacto en fases de desarrollo de la organización del sistema nervioso central (2).

- **Alteraciones de la fosforilación oxidativa:**

Las alteraciones renales están relacionadas con disfunciones en la fosforilación oxidativa mitocondrial. Se observan además cuerpos de inclusión nucleares formados por complejos plomo-proteína. El Plomo disminuye la eliminación renal de ácido úrico produciendo la “gota saturnina”(2).

- **Alteración de la actividad de la ATPasaNa⁺- K⁺:**

Una disminución de la actividad de la ATPasaNa⁺- K⁺ y un aumento de la bomba de intercambio Na⁺-Ca⁺⁺ produce cambios en la contractilidad del músculo liso vascular que desemboca en la hipertensión frecuentemente presente en la intoxicación crónica en el adulto. A ella pueden contribuir los cambios en el sistema reninaangiotensina (2). El plomo interfiere con la ATPasaNa⁺- K⁺ de la membrana del glóbulo rojo, lo que determina un aumento de la fragilidad y disminución de la supervivencia de los hematíes.

- **Inhibición de la vía metabólica del grupo hemo:**

El plomo inhibe la capacidad para producir hemoglobina al interferir con varios pasos enzimáticos en la vía metabólica del grupo hemo. La ferroquelatasa, que cataliza la inserción del hierro en la protoporfirina IX, es bastante sensible al plomo. La disminución en la actividad de esta enzima produce aumento en la concentración del sustrato, es decir, la protoporfirina zinc eritrocitaria (2).

5. Efectos neurotóxicos del plomo

El efecto neuropatológico más prominente causado por el plomo en exposición aguda es la encefalopatía por edema intersticial generalizado. Este cambio es resultado de alteraciones en la microvasculatura y las propiedades de la barrera del endotelio capilar. Los astrocitos, parte integral de la barrera hemato-encefálica (BHE), también son afectados por el plomo, posiblemente por alteraciones en la homeostasis del Ca^{++} o por activación de la proteinquinasa C, estos cambios comprometen la integridad y la función de la barrera hematoencefálica (1, 6, 8).

6. Efectos neuropatológicos a nivel del sistema nervioso central y periférico

6.1. Efectos neuropatológicos a nivel del sistema nervioso central

Los cambios morfológicos más comunes en el cerebro incluyen edema cerebral difuso, proliferación y edema de células endoteliales y necrosis focal. Puede observarse una proliferación difusa de astrocitos en la materia gris y en la blanca. Los efectos neuropatológicos se centran en tres regiones: cerebelo, corteza cerebral e hipocampo (1, 8, 9).

- Cerebelo

En ratas expuestas durante el desarrollo se han encontrado los siguientes cambios: edema y hemorragias focales en la materia gris; atrofia regional, hipoplasia, cavitación y degeneración de la materia blanca. Células en proceso de degeneración y pérdida de las células de Purkinje (8).

- Corteza cerebral

Se ha observado edema en la materia blanca del cuerpo estriado con proliferación de capilares, sin embargo estos cambios se han observado en animales muy jóvenes, por lo cual pueden desaparecer cuando la exposición cesa. Se ha reportado retardo en la sinaptogénesis en la corteza cerebral en ratas expuestas pre y post natalmente, lo cual se ha atribuido a alteraciones en el metabolismo energético cerebral (8).

- **Hipocampo**

Diferentes estudios sugieren que la exposición a plomo tiene efectos significativos sobre el crecimiento hipocampal. La exposición a plomo disminuye el tamaño de la zona fibra de musgo, la densidad numérica y el tamaño de las células del estrato granuloso (8).

Se ha visto que el plomo puede inducir cambios estructurales en el hipocampo de animales en desarrollo expuestos a bajos niveles. Existen cambios significativos en el tamaño de la zona fibra de musgo y en las células del estrato granuloso. Estos cambios estructurales junto con cambios en neurotransmisores, pueden ser responsables de muchos cambios comportamentales observados en animales (8).

6.2. Efectos neuropatológicos a nivel del sistema nervioso periférico

Uno de los daños más conocidos por el plomo es su potencial efecto para inducir neuropatías periféricas. Estos cambios a nivel del sistema nervioso periférico afectan principalmente a las fibras nerviosas largas mielinizadas. Los cambios patológicos en los nervios periféricos pueden incluir edema marcado de los nervios, desmielinización segmentaria y degeneración axonal. Los cambios en la mielinización han sido sugeridos como responsables del daño de la barrera sangre-nervio, lo cual permitirá la entrada de fluidos que contienen plomo al endoneurio (1, 8).

La neuropatía por plomo se produce por daño de las neuronas motoras del asta anterior de la médula espinal, con degeneración de las terminales axónicas (8).

7. Valores límite

Los valores límite umbral (TLV's) y los índices biológicos de exposición (BEI's) han sido desarrollados como guías para ayudar en el control de los riesgos para la salud y utilizarlas en la práctica de la higiene industrial. A continuación se enumeran los TLV y BEI para plomo.

7.1. Valores BEI

Según el Centro de Control y Prevención de Enfermedades (CDC), se considera que los valores normales de plomo en sangre en adultos deben ser $<20\mu\text{g/dL}$ y en niños $<10\mu\text{g/dL}$ (4).

Según la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA), en las personas expuestas de manera laboral se considera que los valores de plomo en sangre deben ser $<40\mu\text{g/dL}$. Se recomienda tratamiento si tiene síntomas de intoxicación con plomo o si existen niveles $>60\mu\text{g/dL}$ (4).

7.2. Valores TLV

La norma para Plomo de la OSHA define cuál es el Límite de Exposición Permisible (PEL) para el plomo en el lugar de trabajo, así como la frecuencia y alcance de la vigilancia médica y demás responsabilidades del empleador. Se ha establecido que el PEL (ejecutable) para el plomo en el lugar de trabajo de $50\mu\text{g/m}^3$ promediado sobre una jornada de 8-horas de trabajo, para trabajadores de la industria general (4).

El Instituto Nacional para la Salud y la Seguridad Ocupacional (NIOSH) de los CDC ha establecido un Límite Recomendado de Exposición (REL) de $50\mu\text{g/m}^3$. El cumplir con este límite permite que el nivel de plomo en sangre del trabajador sea $<60\mu\text{g/dL}$ de sangre completa (4).

La Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH) ha establecido un valor umbral límite para un tiempo promedio ponderado (TLV/TWA) de $50\mu\text{g/m}^3$ de plomo en el aire del lugar de trabajo (4).

El plomo es un metal pesado cuyo peso atómico es 207,2, que no cumple algún papel en la fisiología humana. Su mecanismo de toxicidad consiste en reemplazar al calcio durante el transporte iónico. Los adultos absorben entre 5% y 10% del plomo ingerido; sin embargo, sólo retienen el 5%, mientras que los niños, debido a su rápido metabolismo, absorben el 40% y retienen 30%. La acumulación de plomo en el organismo se da principalmente en el hueso, por lo que es considerado una fuente de exposición endógena; en adultos, esta acumulación es cercana a 95%, mientras que en niños la cifra es próxima a 70%. La vida media del plomo en los tejidos blandos -como el riñón, cerebro e hígado- oscila entre 20 y 30 días; en los glóbulos rojos es

aproximadamente 35 días y en el hueso varía de 5 a 30 años . En la intoxicación plúmbica crónica, la población infantil es la de mayor riesgo, ya que sus tejidos blandos se encuentran en pleno desarrollo . En los niños, el sistema nervioso es el principal tejido afectado por el plomo, incluso a concentraciones bajas, depositándose principalmente en la sustancia gris y los núcleos basales. La neurotoxicidad que produce conlleva a severos trastornos de las funciones cognitivas, que se expresan en problemas de aprendizaje y conducta, como irritabilidad, hiperactividad, cefalea, disminución de la agudeza visual, retraso mental, alteraciones del lenguaje y bajo rendimiento escolar.

La Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) encontró en el Callao que los niños que acuden a los colegios “Guadalupe” y “María Reiche” (ubicados cerca de una extensa área de almacenamiento de minerales) registraron una media de plomo en sangre de 40,7 mg/dL, mientras que en los niños de otras escuelas el nivel fue 7,5 mg/dL . Observaron que el vivir o estudiar cerca a los depósitos de plomo aumenta en casi 18 veces el riesgo de tener valores elevados de plomo en sangre.

En relación a estudios en mina no se ha encontrado ningún en el Perú por lo cual sería interesante realizar este tipo de estudio para tener una referencia para futuras investigaciones, dado que como ya se menciona lo suscrito anteriormente las especificaciones de los fabricantes no coinciden con la realidad en nuestras unidades mineras, lo que es corroborado por mediciones que se adjuntan al presente trabajo y que a pesar de usar el EPP. Químico algunos trabajadores se intoxican y otros no.

Lo que si tenemos es estudio en poblaciones aledañas a depósitos de minerales ya mencionados y en poblaciones también aledañas a una unidad minera donde se encuentra como valor mínimo referencial de plomo en ambiente de 0.5 ug/m³ en peru (23,24,25,26)

CAPÍTULO II

MÉTODOS

2.1. Ámbito de estudio.

El presente estudio se realizó en la Unidad minera Coripuno ubicada a 4950 m.s.n.m., distrito de Sandia, departamento de Puno durante el periodo 2014-2017.

2.2. Unidad de estudios

Registros de evaluación IPERC. (Identificación de Peligros, Evaluación de Riesgos y Control de los mismos) donde se adjunta hoja de evaluación del uso adecuado del EPP, o análisis PRC (Prevención y Control de Riesgos) de los trabajadores mineros de la Unidad minera Coripuno.

2.3. Población / muestra

Se estudiaron los registros de atención de la totalidad de trabajadores en el periodo de estudio, que además cumplieron los criterios de selección.

- ♦ **Criterios de Inclusión**

- Trabajador minero con al menos 6 meses de labor
- Edad entre 18 y 55 años
- Sin hábitos nocivos
- Con determinación de plomo en sangre
- Evaluación de riesgo del IPERC

- ♦ **Criterios de Exclusión**

- Registros de evaluación incompletos o extraviados
- Sin resultados de determinación de plomo en sangre

- Enfermedad crónica que pueda alterar los resultados de los exámenes, que haya sido diagnosticada en un tiempo menor al de dos años de estar laborando continuamente en el proceso.

2.4. Técnicas y procedimientos

a) Tipo de investigación:

El presente estudio es observacional, retrospectivo, y transversal según D. Altman.

b) Definición operacional de variables

Variable	Indicador	Valores o categorías	Escala
Variable independiente			
Uso de Equipo de protección personal	Evaluación del trabajador según IPERC donde se adjunta hoja de evaluación del uso adecuado del EPP. o análisis PRC	Uso adecuado / Uso inadecuado	Nominal
Variable dependientes			
Niveles de plomo en sangre	Determinación laboratorial	$\mu\text{g/dL}$ Normal ($< 6 \mu\text{g/dL}$) / No significativo (6-10)/Elevado (≥ 6)	De razón Nominal

c) Producción y registro de datos

Se solicitó autorización a la Gerencia de la Unidad minera Coripuno, distrito de Sandia (Puno) para la realización de la investigación.

Se revisaron los registros de identificación y los registros de evaluación IPERC. (Identificación de Peligros, Evaluación de Riesgos y Control de los mismos) donde se

adjunta hoja de evaluación del uso adecuado del EPP. o análisis PRC (Prevención y Control de Riesgos) para determinar la forma de uso de los EPP: tanto de las inspecciones opinadas e inopinadas por parte de la jefatura de SSOMA y la evaluación diaria de la jefatura de laboratorio químico y laboritario físico..

Se revisaron además los registros de atención y los resultados de medición de plomo en sangre a través de la determinación de Niveles de Protoporfirina Zinc Eritrocitaria, realizados en forma obligatoria a cada trabajador cada 3 meses, tomando el último registro.

d) Instrumentos

Los datos se registraron en una ficha de recolección de información y procesados para su tratamiento estadístico, así como la hoja de evaluación del uso adecuado del EPP

e) Análisis Estadístico

Se empleó estadística descriptiva para variables categóricas con medidas de frecuencia absolutas y relativas; las variables numéricas se mostrarán como medidas de tendencia central (media) y de dispersión (desviación estándar, rango). Se realizaron comparaciones entre grupos (con y sin uso adecuado de EPP), mediante prueba chi cuadrado de Pearson para variables categóricas, y las variables numéricas se compararon con prueba t de Student. Para el análisis de datos se empleó la hoja de cálculo de Excel 2016 con su complemento analítico y el programa estadístico SPSS v.22.0 para Windows.

CAPÍTULO III
RESULTADOS

**INFLUENCIA DEL USO ADECUADO DEL EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL EN LOS
NIVELES DE PLOMO EN SANGRE EN TRABAJADORES MINEROS DE LA UNIDAD MINERA
CORIPUNO 2014-2017**

Tabla 1

Distribución de trabajadores mineros según puesto de trabajo

Ocupación	N°	%
Preparación Mecánica	7	25.93%
Supervisor LQ	7	25.93%
Preparador/ Muestrero	5	18.52%
Análisis por Ensayos al Fuego	3	11.11%
Muestreo Circuito de Planta	3	11.11%
Fundidor	2	7.41%
Total	27	100.00%

INFLUENCIA DEL USO ADECUADO DEL EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL EN LOS NIVELES DE PLOMO EN SANGRE EN TRABAJADORES MINEROS DE LA UNIDAD MINERA CORIPUNO 2014-2017

Tabla 2

Niveles de plomo en sangre en última evaluación

Nivel	N°	%
Normal	20	74.07%
Exp. No significativa	4	14.81%
Exposición Elevada	3	11.11%
Total	27	100.00%

**INFLUENCIA DEL USO ADECUADO DEL EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL EN LOS
NIVELES DE PLOMO EN SANGRE EN TRABAJADORES MINEROS DE LA UNIDAD MINERA
CORIPUNO 2014-2017**

Tabla 3

Niveles de exposición a plomo según ocupación

Ocupación	Total	Normal		Exp. No significativa		Minimizar exposición	
		N°	%	N°	%	N°	%
Preparación Mecánica	7	7	100.00%	0	0.00%	0	0.00%
Supervisor LQ	7	4	57.14%	2	28.57%	1	14.29%
Preparador/ Muestrero	5	4	80.00%	0	0.00%	1	20.00%
Análisis por Ensayos al Fuego	3	1	33.33%	1	33.33%	1	33.33%
Muestreo Circuito de Planta	3	2	66.67%	1	33.33%	0	0.00%
Fundidor	2	2	100.00%	0	0.00%	0	0.00%
Total	27	20	74.07%	4	14.81%	3	11.11%

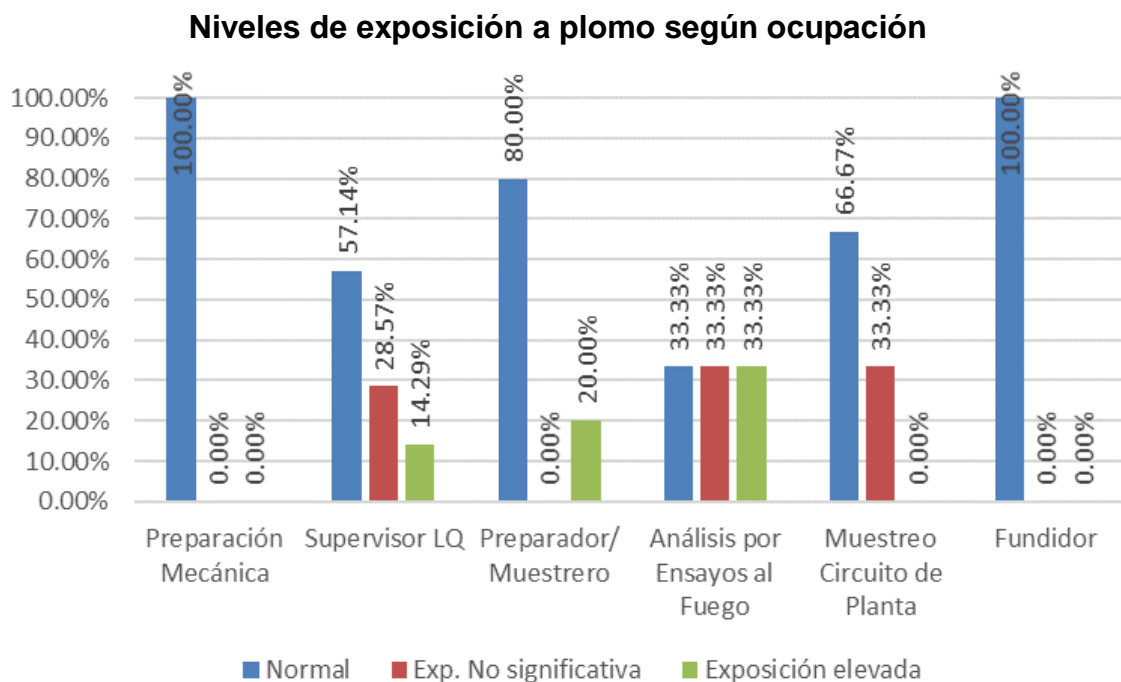
Chi² = 9.25

G. libertad = 10

p = 0.51

INFLUENCIA DEL USO ADECUADO DEL EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL EN LOS NIVELES DE PLOMO EN SANGRE EN TRABAJADORES MINEROS DE LA UNIDAD MINERA CORIPUNO 2014-2017

Gráfico 1



INFLUENCIA DEL USO ADECUADO DEL EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL EN LOS NIVELES DE PLOMO EN SANGRE EN TRABAJADORES MINEROS DE LA UNIDAD MINERA CORIPUNO 2014-2017

Tabla 4

Forma de uso de equipo de protección detectada en los trabajadores

Uso	N°	%
Adecuado	22	81.48%
Inadecuado	5	18.52%
Total	27	100.00%

**INFLUENCIA DEL USO ADECUADO DEL EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL EN LOS
NIVELES DE PLOMO EN SANGRE EN TRABAJADORES MINEROS DE LA UNIDAD MINERA
CORIPUNO 2014-2017**

Tabla 5

Forma de uso de equipo de protección según ocupación

Ocupación	Total	Adecuado		Inadecuado	
		N°	%	N°	%
Preparación Mecánica	7	7	100.00%	0	0.00%
Supervisor LQ	7	4	57.14%	3	42.86%
Preparador/ Muestrero	5	4	80.00%	1	20.00%
Análisis por Ensayos al Fuego	3	2	66.67%	1	33.33%
Muestreo Circuito de Planta	3	3	100.00%	0	0.00%
Fundidor	2	2	100.00%	0	0.00%
Total	27	22	81.48%	5	18.52%

Chi² = 5.92

G. libertad = 5

p = 0.31

**INFLUENCIA DEL USO ADECUADO DEL EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL EN LOS
NIVELES DE PLOMO EN SANGRE EN TRABAJADORES MINEROS DE LA UNIDAD MINERA
CORIPUNO 2014-2017**

Tabla 6

**Valores de determinación de plomo en sangre según forma de uso de
equipo de protección**

	Adecuado	Inadecuado	Total
n°	22	5	27
Promedio	3.11	11.16	4.60
D. estándar	1.69	5.00	4.04
Mínimo	0.8	6.7	0.8
Máximo	7.1	19	19

Prueba t = 3.18

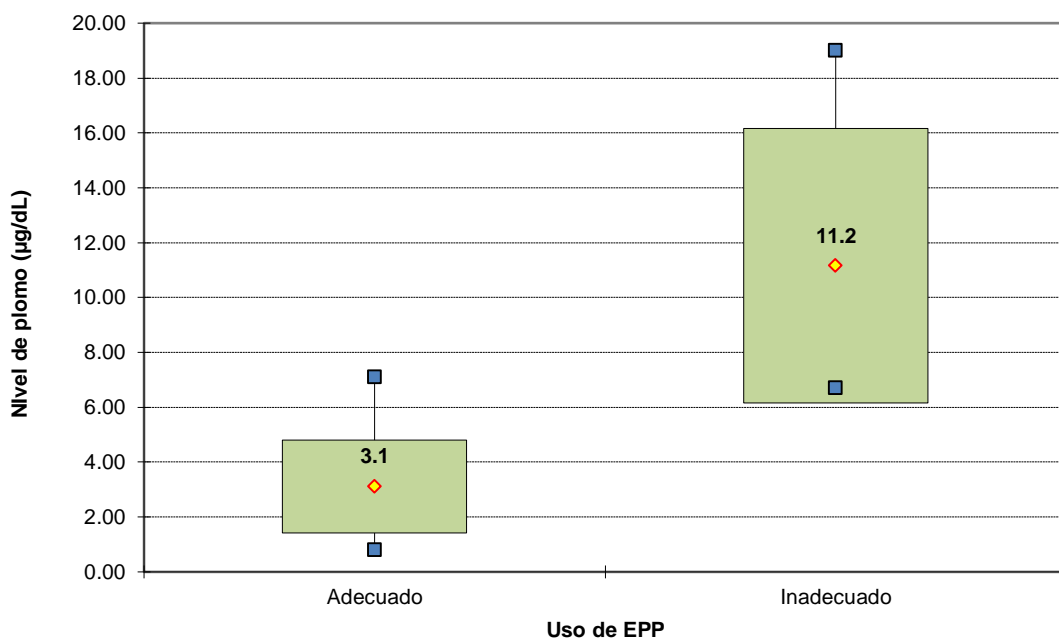
G. libertad = 25

p < 0.01

INFLUENCIA DEL USO ADECUADO DEL EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL EN LOS NIVELES DE PLOMO EN SANGRE EN TRABAJADORES MINEROS DE LA UNIDAD MINERA CORIPUNO 2014-2017

Gráfico 2

Valores de determinación de plomo en sangre según forma de uso de equipo de protección



INFLUENCIA DEL USO ADECUADO DEL EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL EN LOS NIVELES DE PLOMO EN SANGRE EN TRABAJADORES MINEROS DE LA UNIDAD MINERA CORIPUNO 2014-2017

Tabla 7

Niveles de plomo en sangre según forma de uso de equipo de protección

Nivel	Adecuado		Inadecuado		Total	
	N°	%	N°	%	N°	%
Normal	20	90.91%	0	0.00%	20	74.07%
Exp. No significativa	2	9.09%	2	40.00%	4	14.81%
Exposición Elevada	0	0.00%	3	60.00%	3	11.11%
Total	22	100.00%	5	100.00%	27	100.00%

Chi² = 20.37

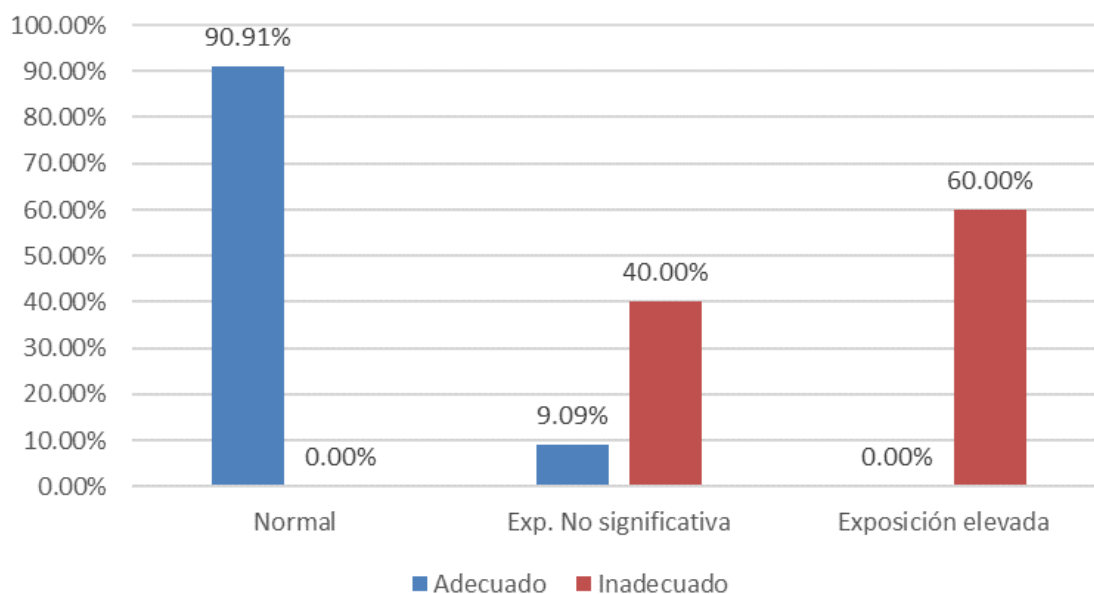
G. libertad = 2

p < 0.01

INFLUENCIA DEL USO ADECUADO DEL EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL EN LOS NIVELES DE PLOMO EN SANGRE EN TRABAJADORES MINEROS DE LA UNIDAD MINERA CORIPUNO 2014-2017

Gráfico 3

Niveles de plomo en sangre según forma de uso de equipo de protección



CAPÍTULO IV

DISCUSIÓN Y COMENTARIOS

El presente estudio se realizó para establecer la influencia del uso adecuado del Equipo de Protección Personal en los niveles de plomo en sangre en trabajadores mineros de la Unidad Minera Coripuno, siendo realizado de acuerdo a la normatividad vigente tanto nacional como internacional, ya sea normativas que indiquen a que trabajadores mineros se les debe realizar dichos exámenes en sangre, cada cuanto tiempo, al inicio y retiro de sus labores así como tener como base la concentración mínima permisible de plomo en medio ambiente y las medidas que se tienen que tomar en caso de que estos valores superen los mínimos permisibles.

Para tal fin se revisaron los registros de evaluación de riesgo IPERC donde se adjunta la hoja de evaluación del uso adecuado del EPP para identificar el uso correcto de equipos de protección o el no uso de EPP en horas de exposición, así como los resultados de determinación trimestral de plomo, tomando el registro más reciente. Se muestran resultados mediante estadística descriptiva y se comparan variables mediante prueba chi cuadrado y t de Student.

Dichos registros se obtuvieron tanto de las inspecciones opinada e inopinadas por parte del personal de la superintendencia de SSOMA así como por parte del personal de las jefaturas a las cuales pertenecen dichos trabajadores y que también su evaluación de niveles de plomo en sangre se hace en base a la normativa vigente de concentración de metales pesados en sangre por parte del ministerio de salud , el misterio de energía y minas asi como el ministerio del ambiente de nuestro país y como referencia los valores normados por la organización mundial de la salud.

Si bien es cierto los fabricantes de EPP. Hacen pruebas simulando las situaciones de uso de dichos EPP, la realidad de nuestro país y el medio ambiente de nuestras unidades mineras no puede ser replicado al 100% en los laboratorios de prueba de dichos fabricantes por lo que las indicaciones de uso de estos equipos pueden variar de ambiente de campo a ambiente de pruebas e inclusive de ambiente de una determinada unida minera a el ambiente de otra unidad minera de nuestro país ya que la extracción de los minerales, procesamiento de los mismo y el medio ambiente particular de ca da unida minera es diferente.

La medición del uso adecuado de EPP es un tema un tanto subjetivo es por eso que se usan instrumentos ya validados nacional e internacionalmente por las unidades mineras e inclusive por consorcios mineros tanto nacionales como internacionales que operan en nuestro país, es posible que estos instrumentos tengan que ser perfeccionados para adecuarlos a la realidad de nuestro país.

Se ha realizado estudios de niveles de plomo en comunidades aledañas a unidades mineras en nuestro país y zonas de almacenamiento de minerales también ubicadas en nuestro país, sin embargo no tenemos una data específica sobre los resultados del uso adecuado de los EPP así como que estos estén funcionando adecuadamente en nuestra realidad por lo que se justifica la realización del presente estudio en base a las normativas ya mencionadas.

Pese a que se ha tratado de reducir el sesgo al menor porcentaje posible el resultado del estudio en mención concuerda con las recomendaciones de los fabricantes de EPP, sin embargo es necesario admitir que los datos obtenidos se consiguieron gracias a las inspecciones opinadas e inopinadas por parte de la superintendencia de SSOMA así como las jefaturas de las áreas donde laboran estos trabajadores lo cual nos indica que los datos obtenidos son imparciales, sin sesgo por parte de los fabricantes de EPP ya que además estas inspecciones son normadas por el ministerio de salud, el ministerio de energía y minas así como el ministerio del ambiente de nuestro país e instituciones dependientes del instituto nacional de salud como es el Centro Nacional de Salud Ocupacional y Protección del Ambiente para la Salud (CENSOPAS).

Finalmente es posible explicar los resultados obtenidos en el presente estudio debido a que nuestra realidad minera no difiere en gran magnitud a las de otros países, sin embargo, sería necesario continuar investigando en otro tipo de unidades mineras que por ejemplo tengan otros tipos de extracción de minerales o usen métodos diferentes al que se usan en la unidad minera Coripuno, o que tengan un medio ambiente diferente de la unidad minera ya mencionada. Por lo que sería interesante hacer estudios de gran envergadura como un metaanálisis con los estudios de diversas unidades mineras de nuestro país para tener datos globales de la exposición de metales pesados en las unidades mineras de nuestro país.

Por último y no menos importante es necesario recordar que el estudio presente así como estudios similares tiene como finalidad principal aumentar el conocimiento de los efectos secundarios que se genera en la exposición ocupacional de los trabajadores del rubro ya mencionado y que desde algunos puntos de vista que se respetan, y que opinan que pudiera existir la remota posibilidad de posibles ambigüedades en el diseño del estudio, se debe tener en cuenta que el fin más importante de los médicos ocupacionales y de otras especialidades de nuestro país es tener datos que sirvan de punto de partida para dar solución y prevención a las enfermedades ocupacionales que afectan a nuestros paciente trabajadores.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

PRIMERA: El uso adecuado del Equipo de Protección Personal protege contra niveles elevados de plomo en sangre en trabajadores mineros de la Unidad Minera Coripuno.

SEGUNDA.- La forma de uso de los EPP Químicos por los trabajadores mineros de la Unidad Minera Coripuno fue adecuada en 81.48% e inadecuada en 18.52%.

TECERA.- Se encontraron niveles elevados de plomo en 11.11% en trabajadores mineros de la Unidad Minera Coripuno.

CUARTA.- El valor promedio de plomo en sangre fue de 4.60 ± 4.04 $\mu\text{g/dL}$ en los trabajadores mineros de la Unidad Minera Coripuno.

5.2. RECOMENDACIONES

- 1.** Se recomienda realizar supervisiones y capacitación constante acerca del uso adecuado de equipos de protección química en trabajadores mineros expuestos a plomo.
- 2.** Se sugiere que las empresas mineras monitoreen otras potenciales patologías tóxicas por metales pesados como mercurio o cadmio.
- 3.** Se recomienda que las universidades realicen estudios de impacto ambiental en la población y los suelos, aguas, flora y fauna cercanas a asentos mineros para evaluar la exposición a plomo y otros metales pesados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) Garza A et al. Cellular Mechanisms of Lead Neurotoxicity. *Medical Science Monitoring*, 2006; 12(3): RA57-65
- 2) Ferrer A. Intoxicación por Metales. *ANALES Sis San Navarra* 2003; 26 (Supl. 1): 141-153.
- 3) Järup L. Hazards of Heavy Metal Contamination. *British Medical Bulletin*, 2003. Vol. 68. 167-182
- 4) Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Normas de Niveles de Plomo. Disponible en: www.atsdr.cdc.gov, con acceso el 16 Set 2018
- 5) www.insht.es/portal/site/Insht/menuitemEnciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo OIT. Con acceso el 04 Set 2018
- 6) Lauwerys R. *Toxicología Industrial e Intoxicaciones Profesionales*. Ed. Masson. 1994, Barcelona, España.
- 7) Brodtkin, E et al. Lead and mercury exposures: interpretation and action. *Canadian Medical Association*. Enero 2, 2007. 176(1) 59-63.
- 8) Magos L, Suzuki T. *Toxicology of Metals*. Ed. CRC press. 1996. Estados Unidos. Sección V. Neurotoxicology of Metals.
- 9) Tellez M et al. Longitudinal Associations between Blood Lead Concentrations Lower Than 10 µg/dL and Neurobehavioral Development in Environmentally Exposed Children in Mexico City. *Pediatrics* 2006; 118; 323-330.
- 10) www.dama.gov.co. Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos-Fichas Temáticas. Con acceso el 04 Set 2018
- 11) Bleecker, M, et al. Differential effects of Lead Exposure on Components of Verbal Memory. *Occupational Environmental Medicine*. 2005;62:181–187.
- 12) Cardenas O et al. Correlación de Protoporfirina Zinc y Plomo en Sangre de Trabajadores de Fábricas de Baterías, de Bogotá, Colombia. *Revista de Salud Pública de México*, 2001. Vol. 43 (3) 203-210.
- 13) Gidlow D. Lead Toxicity. *Occupational Medicine* 2004; 54: 76-81.

- 14) Klaassen C. Casarett and Doull's Toxicology. The Basic Science of Poisons. 5ª edición. Ed McGraw Hill. 1996, Estados Unidos. Capítulo 23. Toxic Effects of Metals.
- 15) Krieg E et al. The Relationship Between Blood Lead Levels and Neurobehavioral in NHANES III and Related Occupational Studies. Public Health Reports. Mayo–Junio 2005. Vol. 120. 240-251
- 16) Reinoso L et al. Actualización en Marcadores Biológicos del Saturnismo. Biomedicina y Legislación Sanitaria. Biolex. Septiembre 2004. Artículo 8.
- 17) Rodríguez PL et al. Técnicas Clínicas para el Examen Físico Neurológico. I. Organización General, Nervios Craneales y Nervios Raquídeos Periféricos. Revista de Neurología. 2004; 39 (8): 757-766.
- 18) Rodríguez PL et al. Técnicas Clínicas para el Examen Físico Neurológico. II. Función Motora y Refleja. Revista de Neurología. 2004; 39 (9): 848-859.
- 19) Rodríguez L et al. Técnicas Clínicas para el Examen Físico Neurológico. III. Función Sensitiva. Revista de Neurología. 2004; 39 (10): 966-971.
- 20) Uribe M, Urrea E. Neurotoxicología y Neurología Ocupacional. Guías de Neurología de la Asociación Colombiana de Neurología. 2000;
- 21) Weuve J et al. Study Examination in Older Men: the Normative Aging Lead Exposure and the Mini-Mental Status Polymorphism and the Relation Between Low Level Occupational Environmental Medicine. 2006;63;746-753.
- 22) Niveles de metales pesados en el ambiente y su exposición en la población luego de cinco años de exploración minera en Las Bambas, Perú 2010.
- 23) Perú, Ministerio del Ambiente. Política nacional del ambiente 2009-2021. Lima: MINAM; 2009.
- 24) Perú, Ministerio del Ambiente. Decreto Supremo 069-2003-PCM. Establecen valor anual de concentración de plomo. Lima; MINAM; 2003.
- 25) Perú, Dirección General de Salud Ambiental. Protocolo de Monitoreo de la Calidad del Aire y Gestión de los datos. Lima: DIGESA; 2005.
- 26) World Health Organization. Air Quality Guidelines for Europe. 2da ed. Denmark: WHO; 2000.

- 27) Astete J, Gastañaga MC, Fiestas V, Oblitas T, Sabastizagal I, Lucero M, et al. Enfermedades transmisibles, salud mental y exposición a contaminantes ambientales en población aledaña al proyecto minero Las Bambas antes de la fase de explotación, Perú 2006. Rev Peru Med Exp Salud Publica. 2010;27(4):512-9.

ANEXOS

Anexo 1: Ficha de recolección de datos

HCI N° _____

Edad: _____ años

Sexo: Masculino Femenino

Resultados de Evaluación del trabajador según IPERC o análisis PRC

Uso de EPP químico: Adecuado Inadecuado

Análisis de Laboratorio. Niveles de Plomo en sangre:

Resultado: _____ $\mu\text{g/dL}$

Niveles normales $< 6 \mu\text{g/dL}$

Niveles elevados

Observaciones:
.....
.....
.....

Anexo 2: Hoja de evaluación de uso adecuado de EPP.

	EVALUACIÓN DE USO ADECUADO DE EPP	U.M. UNTUCA CORIPUNO
		Código: SSOMA-P01.01-F01
		Versión: 03
		Fecha de aprob.: 01/01/2013

Nombre del Trabajador (evaluador) : _____ DNI : _____
 Nombre del Supervisor : _____ DNI : _____
 Tipo de EPP (para prueba) : _____ Marca / Modelo : _____
 Tipo de EPP (usado actualmente) : _____ Marca / Modelo : _____

Indicar la tarea(s) en la cual utiliza este EPP : _____

Fecha de :

Inicio de Evaluación: / /

Final de Evaluación: / /

		EPP a prueba	EPP comparado con el anterior es:
		Malo (M) Regular (R) Bueno (B) No aplica (NA)	Deficiente (-) Igual (=) Mejor (+)
1	Durabilidad		
2	Flexibilidad		
3	Comodidad		
4	Adaptabilidad con otros EPPs		
5	Resistente: Corte-(), Rayadura-(), Desgaste-()		
6	Resistente: Químicos-(), Calor-(), Electricidad-()		
7	Resistencia al deslizamiento: Pisos resbalosos-(), Agarre o sujeción de materiales-()		
8	Impermeable		
9	Protege del Frío-(), Calor-()		
10	Costuras o uniones resistentes		
11	Forro interno		
12	Fácil de colocar y retirarse		
13	Correas-(), Ganchos-(), Bandas elásticas-()		
14	Broches-(), Botones-(), Cierre-(), Pasador-()		
15	No se empaña o se empaña ligeramente		
16	Resistencia al deslizamiento en pisos resbalosos		
17	Cantidad de bolsillos		
18	Protege la parte del cuerpo para la cual ha sido diseñado		
19	Resistencia al deslizamiento en pisos resbalosos		
20	Cantidad de bolsillos		
21	Tiempo de uso de acuerdo a recomendaciones del fabricante		
22	Uso continuo durante jornada laboral		
23	capacitación inicial del personal nuevo en áreas de uso obligatorio de EPP.		
24	capacitación mensual en la puesta y el uso correcto del EPP.		
25	Autorización de retiro de epp en zonas con niveles aceptables de plomo en ambiente		

Comentarios adicionales :

.....

.....

Nota: El periodo de evaluación del EPP no deberá ser menor de 15 días ni mayor de 30 días hábiles de trabajo. El Supervisor debe entregar éste formato debidamente llenado y firmado al Coordinador de Higiene del área de Seguridad y Salud Ocupacional.

Leyenda:

Malo : No cumple su función con el uso adecuado.	Deficiente : El modelo anterior es mucho mejor con el uso adecuado
Regular : Cumple su función (pero aún tiene ciertas deficiencias).	Igual : Tiene las mismas características del modelo anterior.
Bueno : Cumple su función con el uso adecuado.	Mejor : Supera las expectativas del modelo anterior.



TABLA DE ESTIMACION NIVEL DE RIESGO

INDICE	PROBABILIDAD				SEVERIDAD (Consecuencia)	ESTIMACION DEL NIVEL DE RIESGO	
	PERSONAS EXPUESTAS	PROCEDIMIENTOS EXISTENTES	CAPACITACION	EXPOSICION AL RIESGO		GRADO DE RIESGO	PUNTAJE
1	DE 1 A 3	Existen son satisfactorios y suficientes	Personal entrenado. Conoce el peligro y lo previene	Al menos una vez al año	Lesión sin incapacidad	Trivial(T)	4
				Esporádicamente	Disconfor / Incomodidad	Tolerable(TO)	De 5 a 8
2	DE 4 A 12	Existen parcialmente y no son satisfactorios y suficientes	Personal parcialmente entrenado, conoce el peligro pero no toma acciones de control	Al menos una vez al mes	Lesión con incapacidad temporal	Moderado(M)	De 9 a 16
				Eventualmente	Daño a la salud reversible	Importante(IM)	De 17 a 24
3	MAS DE 12	No existen	Personal no entrenado, no conoce el peligro, no toma acciones de control	Al menos una vez al día	Lesión con incapacidad permanente	Intolerable(IT)	De 25 a 36
				Permanentemente	Daño a la salud irreversible		



**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA
GERENCIA REGIONAL DE SALUD
DIRECCION EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL**



GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA