

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL**



**TESIS**

***Determinación de los niveles de concentración de plomo en la sangre y problemas en la salud en el poblador del Distrito de Chaupimarca, Provincia y Región Pasco, año 2018***

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero Ambiental**

**Autor:**

**Bach: Kinberly Katherine PACHECO SALINAS**

**Asesor:**

**Mg. Eleuterio Andrés ZAVALETA SÁNCHEZ**

**Cerro de Pasco – Perú – 2019**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL**



**TESIS**

***Determinación de los niveles de concentración de plomo en la sangre y problemas en la salud en el poblador del Distrito de Chaupimarca, Provincia y Región Pasco, año 2018***

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

---

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

---

**Mg. David Johnny CUYUBAMBA ZEVALLOS**  
**Miembro**

---

**Mg. LUCIO ROJAS VITOR**  
**Miembro**

## **DEDICATORIA**

A mi familia, mis padres Luis y Elena, a mi hermana Melany y a mi sobrino Leonardo, por ser lo más importante en mi vida y formar parte de cada logro realizado.

Kinberly Pacheco Salinas

## RECONOCIMIENTO

Tengo tantas cosas de que agradecer y a tantas personas, que sé que este espacio me quedará corto.

Primeramente a Dios y a las personas más importantes de mi vida, mis padres Luis y Elena, que siempre están brindándome amor, comprensión y todo lo mejor, A mi hermana Melany que es mi mejor amiga y una persona única, a mi sobrino Leonardo, que me da motivación para ser un ejemplo de perseverancia, a mis abuelos Enrique, Elena y Maura, que son el mejor ejemplo a seguir, a mis tíos Rosa, Jaime, Luis, Jessica, Daniel y Marlene, por todo el apoyo y a mi tío Enrique Luis, que me cuida y protege en el cielo.

Por todo eso y más, gracias totales.

## RESUMEN

Pasco es un departamento que tiene amplia biodiversidad, el sector minero en la región, es una de las principales actividades históricamente.

La actividad minera representa el 61 % del aporte total que se desarrollan en la región (INEI, 2016b); y solo el 3.7% de la población se dedica a dicha actividad, los principales minerales que se extraen son el plomo, zinc y plata, así mismo estos ocupan el primer, tercer y cuarto lugar, respectivamente en producción a nivel nacional, sin embargo el precio de los mismos disminuye en el mercado internacional ocasionando la reducción de la recaudación de regalías lo demuestra la comparación realizada del año 2010 al año 2016, donde se puede observar una disminución que representa un 65% de reducción de las regalías (MINEM, 2016), así mismo el canon y otros derechos cabe mencionar que en la región también se manifiestan conflictos socio ambientales que desfavorecen la inversión privada. La contaminación ambiental es un tema crítico para la región ya que existen pasivos ambientales que afectan la calidad del agua y aire que ingiere la población, producido principalmente por actividades mineras (Ceplan, 2016<sup>a</sup>). Se realizaron estudios en menores de 12 años, que arrojaron datos que indican que el nivel de plomo en la sangre era de 41, 20 y 21  $\mu\text{g}/\text{dl}$ , lo que superaba 10  $\mu\text{g}/\text{dl}$  siendo el parámetro que recomienda la OMS.

La presente tesis determinara los niveles de concentración de plomo en la sangre y problemas en la salud en el poblador del Distrito de Chaupimarca, Provincia Región Pasco, y las posibles fuentes de contaminación.

**Palabra clave:** Niveles de plomo en la sangre; Problemas la salud

## ABSTRACT

Pasco is a department with wide biodiversity and well known for its mining industry which is historically the most important activity.

The mining activity represents 61% of the total contribution made in the department (INEI, 2016b), and only 3.7% of the population dedicate to that activity. The main extracted minerals are lead, zinc, and silver, which occupy the first, third and fourth place respectively in the overall national production. However, their prices are falling in the international market occasioning reduction in royalties demonstrated in comparisons made between 2010 and 2016 where we can see decrease that represents 65% of reduction of royalties (MINEM, 2016). Furthermore, it is worth mentioning that in the department there is also socio-environmental conflicts that disfavor private investment. Environmental pollution is a critical issue for the department since there are environmental liabilities that affect the quality of water and air ingested by the population. It is caused mainly by mining activities (Ceplan, 2016). Studies conducted in children under 12 years of age showed data indicating that level of lead in the blood was 41, 20 and 21  $\mu\text{g} / \text{dl}$  which exceeded 10  $\mu\text{g} / \text{dl}$  being the parameter recommended by the WHO (World Health Organization).

This thesis will determine the levels of lead concentration in the blood and health problems in the population of the District of Chaupimarca, Province of Pasco, and the possible sources of pollution.

Keyword: Levels of lead in the blood; Health problems

## INTRODUCCIÓN

La región Pasco comprende de tres provincias: Pasco, Daniel A. Carrión y Oxapampa, En la provincia de Pasco la actividad minera es la principal en la economía nacional que aporta en mayor porcentaje del PBI de ingresos del aporte total que se desarrollan en la región (INEI, 2016b), los principales minerales que se explotan en la provincia por las empresas mineras como Cerro SAC, Milpo, Atacocha, Brocal, Chungar, Pan American Silver, Alpamarca y otros, son el plata, cobre, zinc y plomo, así mismo estos ocupan el segundo, segundo, segundo y tercer lugar, respectivamente en producción a nivel nacional, sin embargo son las actividades que generan los mayores impactos al ambiente trayendo consigo la contaminación de los recursos hídricos, suelos y el aire.

La ciudad de Cerro de Pasco es considerada como una de las ciudades más contaminada o en mayor magnitud como varias ciudades de América Latina y del mundo. Por contar con pasivos ambientales mineros sin remediar, ríos y lagunas contaminadas, los suelos con presencia de metales pesados como plomo, zinc, arsénico, etc., como consecuencia de ello, se presenta el daño y deterioro en la salud por la contaminación de plomo en la sangre de sus pobladores, quizás este sea el resultado de la poca importancia de la exposición al plomo.

Más del 95 % del plomo actual depositado en el ambiente es de origen antropogénico, hay estudios importantes que demuestran que el hombre ha estado expuesto a este metal desde las épocas prehistoria, el contenido de plomo en los huesos del hombre moderno es entre 10 a 100 veces mayor que el hombre de las épocas prehistóricas. Existe información de la Organización Mundial de la Salud (OMS) que muestran que el plomo en los glaciares de Groenlandia ha aumentado en la nieve significativamente del año 1970 de 20  $\mu\text{g/g}$  al año 2000 en 500  $\mu\text{g/g}$ .

La producción mundial de plomo en el siglo XX fue en crecimiento a partir de la década del 50 y se mantuvo en altos niveles hasta los años 80, para ir disminuyendo debido a la prohibición de su uso en los combustibles, pinturas, etc, y por la aplicación en su uso por otros sustitutos, sin embargo se calcula que la producción mundial de plomo es de aproximadamente de 2.1 millones de toneladas métricas mensuales.

Viendo esta problemática mundial, nacional y local me interesado realizar el presente estudio de investigación con la finalidad de determinar los niveles de concentración de plomo en la sangre y problemas en la salud en el poblador del Distrito de Chaupimarca, Provincia y Región Pasco.

## Índice

Resumen .....	iii
Abstract .....	iv
Introducción .....	v
Índice .....	vii
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>10</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>10</b>
1.1.    Identificación y determinación del problema .....	10
1.2.    Delimitación de la investigación .....	12
1.3.    Formulación del problema .....	12
1.3.1.    Problema General .....	12
1.3.2.    Problemas Específicos .....	12
1.4.    Objetivos .....	13
1.4.1.    Objetivo General.....	13
1.4.2.    Objetivos Específicos .....	13
1.5.    Justificación .....	13
1.6.    Limitaciones de la investigación.....	15
<b>CAPITULO II</b> .....	<b>16</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>16</b>
2.1    Antecedentes de estudio .....	16
2.2    Bases Teórico – Científico .....	22
2.2.1    ¿Qué es el plomo?.....	22
2.2.2    Historia del plomo .....	23
2.2.3    Obtención del plomo .....	25
2.2.4    Propiedades físicas y químicas del plomo .....	27
2.2.5    Transporte, distribución y transformación del plomo en el medio ambiente .....	30
2.2.6    Fuentes de contaminación.....	31
2.2.7    Exposición al plomo .....	32
2.2.8    Toxicocinética .....	34
2.2.9    El plomo en la salud humana.....	36
2.3    Plomo en el medio ambiente.....	37
2.4    Niveles de plomo en sangre.....	40
2.5    Normativa sobre los niveles de plomo en sangre.....	43

2.6	La contaminación en la ciudad de Cerro de Pasco por la actividad minera .....	43
2.7	Definición de términos.....	49
2.8	Aspectos generales del estudio.....	54
2.8.1	Descripción general del área del proyecto.....	54
A.	Ubicación política.....	54
B.	Clima.....	56
C.	Historia.....	56
2.9	Actividad económica principal.....	57
2.10	Hipótesis .....	57
2.10.1.	Hipótesis General .....	57
2.10.2.	Hipótesis Específica .....	58
2.11	Identificación de variables .....	58
2.11.1.	Variable Independiente .....	58
2.10.1	Variable Dependiente.....	58
Capítulo III	.....	59
Metodología de la investigación	.....	59
3.1	Tipo de investigación .....	59
3.2	Diseño de la investigación.....	59
A.	Etapa Preliminar de Gabinete .....	61
B.	Etapa de Campo .....	62
.....	.....	63
C.	Etapa Final de Gabinete.....	64
3.3	Población y muestra .....	64
3.3.1	Población .....	64
3.3.2	Muestra .....	65
3.4	Técnicas de recolección de datos. ....	65
3.5	Técnicas de procesamiento y análisis .....	66
3.6	Tratamiento estadístico de datos.....	66
Capítulo IV	.....	67
Resultados de la investigación	.....	67
4.1	Cantidad total de muestras obtenidas .....	67
4.2	Contenido de plomo en sangre.....	70
4.2.1.	Contenido de plomo en sangre según sexo.....	70
4.2.2.	Contenido de plomo en sangre según edad.....	71

a. De 01 a 05 años de edad .....	71
b. De 06 a 13 años de edad .....	72
c. De 14 a 30 años de edad .....	73
d. De 31 a 50 años de edad .....	75
e. De 50 a más años de edad .....	76
<b>4.3 Deterioro en la salud del poblador del distrito de Chaupimarca causado por concentración de plomo en sangre.....</b>	<b>77</b>
<b>4.4 Responsabilidad del estado hacia el deterioro en la salud del poblador del distrito de Chaupimarca .....</b>	<b>78</b>
<b>4.5 Fuentes de contaminación de plomo en la sangre en el distrito de Chaupimarca .....</b>	<b>79</b>
<b>Conclusiones .....</b>	<b>81</b>
<b>Recomendaciones .....</b>	<b>83</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>84</b>

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Identificación y determinación del problema

¿Cerro de Pasco es la ciudad más contaminada del mundo? La contaminación de la tierra y el agua en Cerro de Pasco es considerada actualmente igual o en mayor magnitud que en varias ciudades de América Latina y del mundo. Como consecuencia de ello, se presenta el daño y deterioro en la salud por la contaminación de plomo en la sangre de sus pobladores, quizás este sea el resultado de la poca importancia de la exposición al plomo y lo poco que las autoridades han introducido políticas y normas para reducirla de forma significativa y a su vez de carácter ambiental que genere compromisos, regulen sus procesos e incentiven a los proyectos de las distintas industrias a tener en cuenta el aspecto medio ambiental.

No lejos de la realidad un claro ejemplo que sucede en nuestro país es en la ciudad de la Oroya ubicada en la región Junín donde la contaminación de plomo en la sangre en los pobladores y en los trabajadores que vienen trabajando en la actividad minera, se remonta desde el funcionamiento de la fundición en el año 1922, las primeras medidas para resolver el problema ambiental recién se tomaron en 1996. En ese entonces, Centromín Perú, la empresa estatal que operaba la fundición, elaboró el Plan de Adecuación y Manejo Ambiental, conocido como

PAMA, que implicaba inversiones de US\$ 107 millones para acabar con la contaminación en 10 años. En 1997, cuando Doe Run, una de las mayores productoras de plomo del mundo, adquirió el Complejo Metalúrgico de La Oroya, se comprometió a cumplir con el plan ambiental.

"Heredamos un plan inapropiado", sostiene Víctor Andrés Belaúnde, director de asuntos corporativos de Doe Run Perú. "Uno de los principales problemas del PAMA es que no tenía ninguna medida para reducir las emisiones fugitivas de plomo". Según el vocero, la empresa propuso un nuevo plan que invertiría US\$ 240 millones, más del doble de la suma inicial, y que incluía la construcción de tres plantas de ácido sulfúrico en lugar de una. El detalle es que ejecutar el PAMA ampliado requiere más tiempo. La decisión de la empresa no cayó bien. "El PAMA se refiere a objetivos ambientales logrados en un período de tiempo más que a montos invertidos", dice María Chappuis, ex directora de minería del Ministerio de Energía y Minas del Perú. "Además se está confundiendo la inversión del PAMA con el plan de modernización del complejo, siendo que son dos compromisos diferentes que asumió la empresa hace 10 años".

En nuestra ciudad de Cerro de Pasco, región Pasco a partir de la iniciativa de realizar estudios de contaminación de plomo en sangre el Ministerio de Salud, Centromin Perú, el CDC de Estados Unidos, entre otras instituciones, desarrollaron muchos estudios para comprobar la existencia de este metal en la sangre, en el agua, en el suelo y en el aire, existiendo un común denominador: hay presencia de plomo y otros metales pesados, siendo la principal fuente de contaminación la actividad minera (las operaciones, los procesos de explotación y transformación) a ello se suman en menor grado, las fuente móviles constituidas por las unidades de transporte de minerales y del servicio público urbano<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Centro de Cultura Popular Labor: Evaluación de la calidad de los Recursos Hídricos En la Provincia de Pasco y de la salud en el Centro Poblado de Paragsha. Diciembre del 2009.

Para determinar los niveles de plomo en sangre (NPS) que constituye la regla de oro en el tratamiento que se debe aplicar a las personas expuestas a este metal. Para fines clínicos, esta medición se lleva a cabo en una muestra de sangre completa anticoagulada, empleando cualquiera de las siguientes dos técnicas: la espectroscopía de absorción atómica, o bien, la voltimetría anódica. Más de 97% del plomo que se llega a encontrar en una muestra de sangre está asociado con los glóbulos rojos. Por ende, esta medición refleja el contenido de plomo de un solo compartimento, esto es, el espacio vascular.

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

Al conocer los resultados de los estudios realizados de los niveles de concentración de plomo en la sangre en el poblador del Distrito de Chaupimarca es necesario e imprescindible determinar el daño y los posibles tratamientos en la salud del poblador, y determinar medidas a tener en cuenta para prevenir otros problemas en el futuro.

## **1.3. Formulación del problema**

### **1.3.1. Problema General**

¿Cuáles son los niveles de concentración de plomo en la sangre en el poblador del distrito de Chaupimarca y los riesgos en la salud, según los parámetros establecidos por la Organización Mundial de la Salud - OMS?

### **1.3.2. Problemas Específicos**

- ¿Cuáles son las fuentes de contaminación de plomo en la sangre en el distrito de Chaupimarca?
- ¿Cuál es nivel de concentración de plomo en la sangre en el poblador en el distrito de Chaupimarca?

- ¿Qué problemas de deterioro en la salud está trayendo consigo la concentración del nivel de plomo en la sangre?

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo General**

- Determinar los niveles de concentración de plomo en la sangre en el poblador del distrito de Chaupimarca y los riesgos en la salud, según los parámetros establecidos por la Organización Mundial de la Salud – OMS.

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Determinar las fuentes de contaminación de plomo en la sangre en el poblador del distrito de Chaupimarca.
- Recolectar y cuantificar las muestras y determinar la concentración de plomo en la sangre en el poblador distrito de Chaupimarca.
- Comparar los resultados, en función de los parámetros establecidos por la Organización Mundial de la Salud – OMS, para determinar el nivel y los riesgos en la salud en el poblador del distrito de Chaupimarca.

## **1.5. Justificación**

El presente trabajo de investigación se justifica en base a la problemática ambiental regional de Pasco, por ser el plomo un elemento tóxico para el ser humano, ocasionando el deterioro en la salud y enfermedades.

Es un contaminante potencial presente en todos los medios ambientales por su abundancia, con múltiples fuentes de origen y vías de propagación, que contribuyen a la exposición

individual. Sus efectos deletéreos se han descrito en diversas publicaciones<sup>2</sup>, y las personas son sin duda uno de los grupos más vulnerables a la acción del metal.

Los riesgos entre ellos; la exposición crónica y/o aguda puede provocar trastornos gastrointestinales (anorexia, náuseas, vómitos, dolor abdominal), daño hepático y renal, hipertensión y trastornos neurológicos (malestar, somnolencia encefalopatía) que pueden causar convulsiones y provocar la muerte. Las personas son especialmente vulnerables a los efectos neurotóxicos del plomo y la consecuente intoxicación constituye un problema de salud pública registrada en muchos lugares del mundo. El envenenamiento por plomo afecta sin duda a múltiples sistemas del organismo humano, en especial el neurológico, como cefalea, irritabilidad, letargo, convulsiones, debilidad muscular, ataxia, temblores, parálisis, asimismo; el sistema nervioso y periférico, hematopoyético, renal, endocrino, óseo, gastrointestinal y cardiovascular.

En los niños siendo considerados como población vulnerable, tienen manifestaciones más precoces de afectación por el plomo se presentan aun con niveles en sangre tan bajos como los 10,0 µg/L, fundamentalmente: déficit de atención, trastornos de aprendizaje y de conducta, retardo del desarrollo psicomotor, en especial de la coordinación visomotora, el equilibrio, disminución del cociente de inteligencia que puede llegar al retraso mental, trastornos del desarrollo físico y puede en niveles mayores de plomo llegar a producir trastornos de la audición.

Se estima que la exposición al plomo provoca 143,000 muertes cada año y es responsable 0,6 % de la carga de morbilidad mundial. El plomo es una sustancia tóxica, e incluso los bajos

---

<sup>2 2</sup> Centro de Cultura Popular Labor: Evaluación de la calidad de los Recursos Hídricos en la Provincia de Pasco y de la Salud en el Centro Poblado de Paragsha. Diciembre del 2009.

niveles de exposición al plomo provoca cada año alrededor de 600 000 nuevos casos de niños con deficiencias intelectuales.

Las vías más importantes de absorción del plomo son la inhalación y la ingestión. Del 40 % al 50 % de los vapores de óxidos inhalados son absorbidos a través del aparato respiratorio.

La absorción de este polvo como material particulado, por vía digestiva, depende de su tamaño, concentración y solubilidad, y como factor individual es necesario tener en cuenta la edad, el sexo, el almacenamiento de hierro, para concluir que cerca del 5% al 10% de las partículas se absorben por tracto digestivo.

El diagnóstico clínico de la intoxicación por plomo es difícil de establecer cuando no existen antecedentes claros de exposición, porque los intoxicados a veces no tienen síntomas y porque los signos y síntomas, cuando están presentes, son relativamente inespecíficos. Las investigaciones de laboratorio son la única vía fiable para diagnosticar a las personas expuestas al plomo por lo que su papel en la identificación y el tratamiento de la intoxicación por plomo y en la evaluación de la exposición ocupacional o ambiental, es esencial.

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

Una de las limitaciones para el presente estudio, fue adquirir los niveles de concentración de plomo en la sangre de toda la población, ya que más del 50% de los pobladores del distrito de Chaupimarca, no fueron a realizarse la toma de sangre en los centros de salud ubicados dentro del distrito de Chaupimarca, pese a las constantes campañas de sensibilización realizadas por los centros de salud, municipalidades y otros en la región y los distritos de Pasco.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes de estudio**

**A. Carlos Espinosa, Doris Nobrega, David Seijas, Alves Sarmiento, Evelyn Medina: “Niveles de plomo en sangre y factores ambientales asociados, en una población infantil venezolana”. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Carabobo. Estado Carabobo. Venezuela.**

Resumen:

Se evaluó la contribución de factores ambientales a la concentración de plomo en sangre en niños de edad escolar del sector Michelena en Valencia, Venezuela. Participaron 60 niños (4-9 años). Se determinaron niveles de plomo en sangre de los niños, niveles de plomo en agua de grifo y polvo de piso de sus casas. Los resultados obtenidos revelan que el 76,2 % de las casas muestreadas presentaron niveles de plomo en agua en grifo significativamente superiores a los límites recomendados por la legislación venezolana ( $35 \leq 25,5 \mu\text{g/L}$ ), y otros organismos internacionales. Además, se observó que el 66,7 % de los niños evaluados, presentaron concentraciones de plomo en sangre superiores ( $10,5 \leq 3,0 \mu\text{g/dL}$ ) a lo establecido por el Centro de control y prevención de enfermedades de Estados Unidos. En relación al polvo, el estudio no demostró una correlación entre los niveles de plomo en sangre de los niños y el contenido

del plomo en polvo de piso de sus hogares ( $r = 0,101$ ;  $P = 0,445$ ). Los resultados de este estudio son relevantes, a fin de tomar medidas preventivas para el cuidado de la salud. Se sugieren estudios posteriores para determinar de forma más concluyente los principales predictores de niveles elevados de plomo en sangre en la población investigada.

**B. Enrique José Ibarra Fernández de la Vega, Jorge Pedro Mugica Cantelar, Rita María González Chamorro, Arelis Jaime Novas, Ana Julia Gravalosa Cruz, Caridad Cabrera Guerra María Elena Guevara Andreu: “En sangre en la población en edad laboral de la ciudad de la Habana”. Departamento de Riesgos Químicos, Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores, La Habana, Cuba.**

Resumen:

Introducción: La concentración de plomo en sangre total es hoy el principal indicador biológico conocido de exposición medioambiental a ese contaminante y sus derivados, y un instrumento necesario para su evaluación y control en la población laboral y(o) comunitaria en riesgo.

Objetivo: Determinar los valores de referencia de la concentración de plomo en sangre en la población en edad laboral de la ciudad de La Habana, su extensión, distribución y determinantes principales. Método: La muestra estuvo compuesta por 259 personas sanas de 17 a 60 años de edad, de cuatro municipios de la ciudad de La Habana y sin exposición conocida a plomo y(o) sus compuestos. La muestra, tomada de los concurrentes a los bancos de sangre municipales, se estratificó según sexo, hábito de fumar o no y municipio de trabajo y residencia. Las muestras de sangre endovenosa se tomaron en horas de la mañana, y la determinación de la concentración de plomo se realizó utilizando una técnica espectrofotométrica de absorción atómica con llama de aire-acetileno y extracción con isobutilmetilcetona (MIBK) y pirrolidinditiocarbamato de amonio (APDC). Resultados y

conclusiones: La concentración media (aritmética) de plomo en sangre en la población fue de 6,33 mg.dL-1, y el percentil 95 de 12,40 mg.dL-1. La concentración promedio en hombres fue de 6,87 mg.dL-1 y en mujeres de 5,80 mg.dL-1, mientras que en fumadores y en no fumadores fue de 7,15 y 5,47 mg.dL-1, respectivamente. Por otra parte, los promedios por municipios fueron de 8,16 mg.dL-1 (Regla), 6,92 mg.dL-1 (Arroyo Naranjo), 4,61 mg.dL-1 (10 de Octubre) y 4,43 mg.dL-1 (Guanabacoa). La distribución general de frecuencias de los valores reportados no difirió significativamente de la gaussiana. Los niveles encontrados de plomo en sangre en la población general de la ciudad de La Habana fueron comparables, y en muchos casos hasta inferiores, a los de otros estudios en ciudades importantes de países en desarrollo. En cuanto al establecimiento de valores de referencia nacionales para la evaluación y control de la exposición plúmbica en trabajadores, independientemente de que este estudio se circunscribió solamente a la capital cubana, pudiera emplearse en lo adelante, provisionalmente al menos, el valor de 15 mg.dL-1 como límite superior de la 'normalidad' para la concentración de plomo en sangre en adultos sin exposición conocida al plomo.

**C. Cedano Villanueva, Karina Requena Castellares, Lisseth L.: Estudio toxicológico de los niveles de concentración de cadmio, magnesio y plomo, en sangre y/u orina en personas expuestas en las Av. Abancay y Alfonso Ugarte de la ciudad de Lima. Espectroscopia de absorción atómica. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Programa Cybertesis Perú. 2007.**

Resumen:

Durante los meses de Febrero a Mayo del 2005, se estudió la concentración de cadmio, plomo en sangre y manganeso en orina en un total de 72 personas entre ambulantes, lustradores de calzado, vigilantes, vendedores de periódicos, vendedores de mostrador y residentes en

las Avs. Abancay y A. Ugarte, quienes están expuestos a la contaminación o exposición de los gases tóxicos del parque automotor respectivamente. Los métodos utilizados para la cuantificación de cadmio, plomo y manganeso fueron: cadmio en sangre, manganeso en orina (Espectrofotometría de Absorción Atómica por Horno de grafito); plomo en sangre (Espectrofotometría de Absorción Atómica por llama). Se realizaron encuestas que revelaron un conocimiento incipiente de la toxicidad de estos metales, por lo que se procedió a la realización de charlas informativas de prevención y medidas profilácticas. Los resultados obtenidos indican que las concentraciones promedio son: En la Av. Abancay de cadmio en sangre es 8,25 ug/L, manganeso en orina es 157,32ug/L y de plomo en sangre es 26,08ug/dL.

En la Av. A. Ugarte la concentración promedio de cadmio en sangre es 8,29ug/L, manganeso en orina es 143,82 ug/L y plomo en sangre es 24,34ug/dL. Estos resultados nos indican que el promedio de concentración de cadmio y plomo no superan los límites permisibles según OMS (plomo en sangre 40ug/dL y cadmio en sangre 10 ug/L.), sin embargo el promedio de concentración de manganeso en orina supera el límite permisible según OMS (manganeso en orina 40ug/L). Dichos resultados evidencian la necesidad de hacer un seguimiento y control continuo del nivel de cadmio, plomo y manganeso en sangre y/u orina de la población incidentalmente expuesta.

**D. Augusto V. Ramírez, Juan Cam Paucar y José M. Medina: Plomo sanguíneo en los habitantes de cuatro localidades peruanas.**

Resumen:

Con objeto de conocer las concentraciones de plomo sanguíneo de los habitantes de ciudades peruanas de diferente densidad poblacional y grado de desarrollo industrial, durante 1994 y 1995 se efectuó un estudio transversal con una muestra aleatoria de 180 hombres y 180

mujeres sin exposición ocupacional al plomo y procedentes de Lima, Huancayo, La Oroya y Yaupi. Se midió el plomo sanguíneo por el método de absorción atómica con espectrofotómetro Perkin Elmer 603 sin horno de grafito.

Los resultados revelaron concentraciones de plomo en sangre de  $269 \pm 63$   $\mu\text{g/L}$  en Lima,  $224 \pm 47$   $\mu\text{g/L}$  en Huancayo;  $348 \pm 40$   $\mu\text{g/L}$  en La Oroya, y  $140 \pm 27$   $\mu\text{g/L}$  en Yauli. Se saca la conclusión de que las concentraciones de plomo sanguíneo de los habitantes de estas ciudades guardan relación con el grado de industrialización y la densidad poblacional de cada localidad.

**E. Julio César Bracho Pérez: Monitoreo de la Contaminación Ambiental con Plomo utilizando Abejas Melíferas en Villa el Salvador. Universidad Tecnológica del Cono Sur de Lima Avenida Central y Bolívar-Villa el Salvador. Lima Perú.**

Resumen:

El monitoreo de la contaminación ambiental con plomo utilizando las abejas melíferas y sus productos como bioindicadores constituye un metodología de muestreo adecuada, permitiendo la evaluación de extensas zonas de muestreo. El polen posee elevadas probabilidades de ser el producto idóneo para la determinación de los niveles de contaminación en las zonas de estudio y constituye el producto apícola capaz de actuar como el mejor biomarcador durante la detección de contaminación con plomo, detectándose máximos de  $3900$   $\mu\text{g/Kg}$ . El empleo de abejas se ajusta a las condiciones de muestreo en el Distrito de Villa el Salvador teniendo en cuenta los estudios publicados en la literatura internacional.

**F. Jorge Castro-Bedriñana, Doris Chirinos-Peinado, Elva Ríos-Ríos: Niveles de plomo en gestantes y neonatos en la ciudad de la Oroya, Perú. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.**

Resumen:

Objetivos. Determinar los niveles de plomo (Pb) en gestantes y neonatos en la ciudad de La Oroya, Perú. Materiales y métodos. Se realizó un estudio transversal. La población estuvo conformada por gestantes residentes durante al menos dos años en la ciudad de La Oroya, cuando operaban normalmente las fundiciones de Pb, cobre y zinc. Se obtuvieron muestras de sangre de la gestante antes del parto y luego del parto se tomaron muestras de placenta y sangre del cordón umbilical. El nivel de Pb de dichas muestras fue evaluado por espectrometría de absorción atómica con horno de grafito. Se determinaron regresiones cuadráticas y correlaciones de Pearson. Resultados. Se evaluó cuarenta partos normales. Los niveles promedio de Pb en la sangre materna, cordón umbilical y placenta fueron  $27,4 \pm 15,6$  ug/dL;  $19,0 \pm 12,6$  ug/dL y  $319,0 \pm 215,9$  ug/100 g, respectivamente. El 67,5% de los neonatos tuvieron más de 10 ug/dL de Pb. El nivel de Pb de la sangre del cordón umbilical representó el 69,4% del nivel de Pb en sangre materna. Los coeficientes de correlación entre el Pb de la sangre materna y cordón umbilical, sangre materna y placenta, placenta y sangre del cordón umbilical fueron 0,36; 0,48 y 0,33, respectivamente. Conclusiones. Cuando funcionaba la fundición, las gestantes y recién nacidos tenían concentraciones elevadas de Pb en sangre. Las concentraciones de Pb en la placenta y cordón umbilical tuvieron una correlación moderada con el Pb de la sangre materna. El Pb de la sangre materna y cordón umbilical fue 1,5 veces más alto que los de zonas más alejadas.

**G. Centro Popular de Cultura Labor: “Evaluación de la calidad de los recursos hídricos en la provincia de Pasco y de la salud en el centro Poblado de Paragsha. Capítulo VI, Efectos de los metales en la salud de la población del centro poblado de Paragsha”. Chaupimarca. Cerro de Pasco. Perú.**

Resumen:

El 16 de febrero del 2009 se tomaron 41 muestras de sangre en el Centro Poblado de Paragsha. Se tomaron 20 ml. De sangre por cada persona, de los cuales 10 ml. Se han puesto en tubos con litio-eparina por los análisis de los metales ematicos, los otros 10 ml. Se han centrifugado para obtener cerca de 5-6 ml. De suero y así poder analizar la presencia de metales suericos. Estas muestras han sido enviadas al laboratorio especializado de la Universidad de Pisa (Italia), donde han sido analizadas con un espectrofotómetro en absorción atómica.

La situación de los metales en la sangre de la población es muy preocupante.

Plomo. El promedio de los niños es de 82,57 ppb (partes por billón), esto significa más de una vez y medio el límite máximo. El 83,3% de los niños tiene plomo sobre lo consentido y en algunos casos estos valores son muchas veces por encima del máximo permitido. Por ejemplo el individuo número 7 que, con solo diez años tiene valores de plomo 4 veces y medio más del máximo consentido. En el caso de los adultos solo dos tienen valores por encima de los límites, pero todos tienen valores bastante altos y el promedio es de 61,94%. Un valor bastante alto.

## **2.2 Bases Teórico – Científico**

### **2.2.1 ¿Qué es el plomo?**

Este metal es generador de riqueza económica tanto en la actividad minera como industrial.

El plomo es el metal que se encuentra en forma natural en la corteza terrestre de un modo relativamente abundante, en un promedio de 16 mg/Kg. Fue uno de los primeros metales extraídos por el hombre a partir de la galena, la cerusita y la anglesita: gracias a sus propiedades físicas que le permiten formarse y moldearse fácilmente es empleado en muchas aplicaciones.

En los últimos años, los principales productores de plomo en el mundo, en orden decreciente son Australia, Estados Unidos de América, China, Canadá, Kazajistán, Perú, México, Suecia, República de Sudáfrica, Corea del Norte Y Rusia, América Latina y el Caribe contribuyen con el 114 % de la producción mundial de plomo, en el Perú y México son los productores más importantes. El plomo asociado con la civilización desde que se inició la práctica de la metalurgia (Mielke y Reagan, 1998). Los compuestos de plomo son muy utilizados en metalurgia, tuberías, fabricación de baterías, soldaduras, barnices, pinturas para barcos y automóviles, revestimientos de cables, anticorrosivos, imprentas, etc. Puede haber plomo en el aire debido al humo de las fábricas, a los combustibles de los autos y el humo del cigarrillo. El agua potable puede contaminarse con los desechos industriales, el polvo atmosférico o porque el metal se solubiliza en medio ácido en las cañerías de plomo.

El plomo es un elemento común que puede ser dañino. Nuestros cuerpos no pueden distinguir entre el plomo y otros minerales que necesitamos, como calcio y hierro, así que es absorbido dentro de nuestra corriente sanguínea si es respirado o tragado. Una vez es absorbido dentro de nuestra corriente sanguínea, el plomo es depositado dentro de nuestro cerebro y huesos donde puede causar daño serio. Niños y mujeres embarazadas están al más alto riesgo de envenenamiento de plomo.

### **2.2.2 Historia del plomo**

Las condiciones de ductilidad y maleabilidad del plomo han hecho que este metal haya sido utilizado por el hombre desde la más remota antigüedad. La exposición al plomo es la exposición

ambiental más antigua y frecuente de que se tenga noticia. El envenenamiento por plomo es una de las enfermedades profesionales más conocidas y más tempranamente identificadas.

Las primeras extracciones de plomo se llevaron a cabo en la región de Anatolia alrededor del año 3500 a.C., lo que sugiere que la contaminación e intoxicación por plomo es uno de los primeros riesgos ambientales descritos en la historia de la humanidad. A partir de entonces, los humanos hemos estado expuestos a este metal por medio de fuentes naturales y de desechos industriales y a pesar de que la concentración ambiental ha disminuido en épocas recientes, la exposición crónica continúa siendo un problema de salud pública.

#### **A. Egipto y Creta**

En Egipto el plomo fue utilizado principalmente como pesario en las redes para 21 pescar, empleado como polvo cosmético (kohl) para proteger los ojos y en esculturas y utensilios para el culto de la diosa Osiris. En Creta, en el palacio de Knossos y en las tumbas micénicas, se han encontrado ofrendas realizadas con plomo.

#### **B. Grecia y Roma**

En el Corpus Hipocrático se describen los primeros datos clínicos que pudieran corresponder a una intoxicación por este metal; sin embargo, es Nicandro de Colofón quien realizó la primera descripción detallada de la misma. Durante el imperio romano, con el uso y contacto con el plomo se incrementó la exposición a este metal e incluso hay indicios de que Julio César y Octavio pudieron presentar intoxicación por plomo. El médico Dioscórides (40-90 d.C.) describió en su obra *De Materia Medica* que el plomo hace a “la mente perezosa”. Plinio el Viejo (23-79 d.C.), poeta e historiador romano, describió cómo los trabajadores en minas utilizaban máscaras especiales para la protección de los humos con plomo. Otra fuente importante de contaminación por plomo provenía de la forma de preparación del vino, ya que la adición de plomo al zumo de las uvas mejoraba el color,

daba un sabor azucarado y ayudaba en la preservación del vino. El uso de polvos faciales, ungüentos oculares y colorantes blancos son otras fuentes 22 frecuentes de exposición al plomo durante el imperio romano. También se recomendaba la ingesta de plomo como agente anticonceptivo y para el tratamiento de enfermedades de la piel y arrugas faciales.

### **C. Edad Media y Renacimiento**

Los reportes de intoxicación por plomo posteriores a la caída del imperio romano son escasos. Pablo de Egina (625-690 d.C.) describió las primeras epidemias por intoxicación por plomo. Durante la Edad Media el plomo fue ampliamente utilizado por los alquimistas como uno de los componentes clave en lo que se pensaba se podría generar oro a partir de otros metales base. La maleabilidad del plomo fue aprovechada por Gutenberg en la elaboración de las primeras imprentas. Al final de la Edad Media y durante el Renacimiento se incrementó su uso por parte de orfebres y pintores, siendo ellos junto con mineros los más afectados por este metal.

### **D. La Revolución Industrial**

En esta época se provocó una epidemia de intoxicación por metales, instando a los científicos y los médicos de la época a estudiar e identificar los síntomas específicos y alteraciones de órganos relacionados con la intoxicación crónica por plomo.

Durante el siglo 20, el reconocimiento de la toxicidad ocupacional y ambiental de plomo fomentó la conciencia pública y la legislación para proteger la salud. Más recientemente, las identificaciones de los efectos subclínicos han modificado en gran medida el concepto de envenenamiento por plomo y los enfoques de la medicina hacia esta condición.

#### **2.2.3 Obtención del plomo**

El plomo aparece de manera natural en la corteza terrestre, y generalmente se encuentra combinado con otros elementos formando compuestos de plomo, el más común es el

sulfuro de plomo PbS, llamado galena, y menos frecuentes son el sulfato PbSO<sub>4</sub> (anglesita), carbonato PbCO<sub>3</sub> (cerusita), cromato, molibdato y fosfato de plomo. Para obtener el plomo se somete estos compuestos a distintos procedimientos físico-químicos:

#### **A. Método de Precipitación**

Se emplea este método cuando el mineral contiene mucha sílice y consiste en fundir la galena en presencia de hierro, con lo que el hierro se apodera del azufre y deja al plomo en libertad.



#### **B. Método de Reacción**

Se emplea cuando el mineral contiene poca sílice y consiste en calentar la galena a 500 – 600°C, con acceso de aire, transformando así parcialmente en óxido de plomo y sulfato de plomo;



Después, fuera del contacto con el aire, se aumenta la temperatura para que el azufre sobrante presente en la galena que aún no ha reaccionado, reaccione con los productos de la ecuación (óxido de plomo y sulfato de plomo) y se convierta en anhídrido sulfuroso, que se desprende en forma gaseosa mientras el Plomo queda en libertad

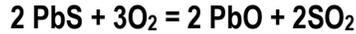


#### **C. Método de Tostación y Reducción**

Tostación: tiene como objeto la transformación de PbS en PbO. Consiste en la eliminación del azufre con una volatilización de As y Sb (impurezas).

La condición previa para una buena tostación es la trituración, para que la reacción de

PbS con O<sub>2</sub> sea lo más fácil posible:



Luego se hace tostación con insuflación de aire a temperaturas mayores de 800°C para evitar la formación de PbSO<sub>4</sub>.

De esta manera, se forma sólo poco óxido de plomo no quedando en libertad plomo metálico y no existiendo pérdida de este metal por volatilización.

## 2.2.4 Propiedades físicas y químicas del plomo

### A. Propiedades físicas

El plomo es un metal de color gris azulado, brillante, muy blando, tanto que se raya con la uña, muy maleable y es el menos tenaz de todos los metales, posee gran densidad y punto de fusión bajo, cristaliza en octaedros, y deja en el papel una mancha gris. Sus principales parámetros físicos son:

- Densidad:** El plomo tiene una densidad alta, 11,34 lo que le convierte en un metal denso, tóxico y acumulativo. De los metales de uso cotidiano, el plomo es uno de los metales con mayor densidad, exceptuando los metales preciosos.

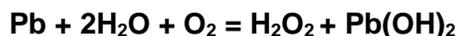
La imagen muestra una versión actualizada de la Tabla Periódica de Elementos, titulada 'TABLA PERIODICA DE ELEMENTOS'. El elemento central destacado es el Hidrógeno (H), con un número atómico de 1, un peso atómico de 1.00797 y un número de oxidación de 1, -1. Se muestran también sus propiedades físicas: punto de fusión de -259.2 °C y punto de ebullición de -252.7 °C. La tabla incluye los elementos de los bloques s, p, d y f, así como los lanthanidos y actinidos.

**Figura 1.** Periodic Table of Elements (30 de noviembre de 2016). Consultado el 30 de noviembre de 2016. «Cuatro nuevos elementos aprobados oficialmente por la IUPAC: Nh, Mc, Ts y Og.» ([https://es.wikipedia.org/wiki/Tabla\\_peri%C3%B3dica\\_de\\_los\\_elementos](https://es.wikipedia.org/wiki/Tabla_peri%C3%B3dica_de_los_elementos))

Número atómico	:	82
Símbolo	:	Pb
Peso atómico	:	207,2
Solubilidad	:	Poca solubilidad en agua
Estado físico	:	Sólido grisáceo
Punto de fusión	:	327,4°C
Punto de ebullición	:	1725°C pero a partir de 500°C la emisión de vapores de plomo ya es importante y por tanto su toxicidad.

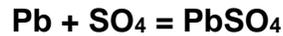
## B. Propiedades químicas

- El plomo en contacto con el aire se oxida superficialmente, recubriéndose de una capa de color gris de Subóxido de plomo (Pb<sub>2</sub>O), que le quita el brillo metálico, pero a su vez lo protege de ulterior radiación.
- Cuando está recién fundido se oxida rápidamente formando el producto PbO, que es conocido como masicot.
- El agua químicamente pura casi no lo ataca, pero como ésta contiene dióxido de carbono y oxígeno libre, se produce un ataque continuo cuando se están en contacto.



- En presencia de agua de lluvia y del CO<sub>2</sub> del aire, el plomo se altera cubriéndose de una capa de carbonato hidratado, esta sal se puede disolver en agua proporcionándole toxicidad. Por eso se debe evitar la ingesta de aguas procedentes de lluvia que caen en tejados cubiertos por superficies de plomo o de envases que contengan plomo.
- En el caso de agua ordinaria o destilada es distinto ya que contiene sulfatos libres,

estos reaccionan con el plomo formando sulfato de plomo, que es insoluble y evita el ataque del plomo. Pero si las aguas contienen pocos sulfatos y son ricas en dióxido de carbono, si se producen reacciones químicas.



- El plomo no conduce bien la electricidad, posee una temperatura de fusión baja, por lo que se le utiliza (fusible) en algunas partes de las instalaciones eléctricas; cuando la carga eléctrica excede un nivel predeterminado, se funde e interrumpe la transmisión eléctrica.
- Este metal también ofrece protección contra la radiación, por lo que se emplea en mandiles de trabajadores de salud y en las paredes de los salones de diagnóstico y tratamiento radiológico.

### C. Clasificación química

El plomo, en las cadenas tróficas, está presente en dos grupos de especies químicas, las inorgánicas y las orgánicas, con características diferentes.

#### a. Compuestos inorgánicos:

Son el metal en sus diferentes formas y sus compuestos o derivados del plomo, en forma de óxidos, sulfuros y sales, a continuación, se detallan los más comunes:

- Plomo metálico, es utilizado principalmente en baterías y tuberías.
- Óxidos de plomo. Son estables y bastante insolubles y se usan en pigmentos
- Haluros de plomo son poco solubles. El  $\text{PbCl}_2$  se usa como pigmento o como soldador y fundente.
- Oxosales. Las principales oxosales con riesgo tóxico son: el nitrato  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ , el sulfato  $\text{PbSO}_4$ , el cromato  $\text{PbCrO}_4$ , y el carbonato básico de plomo  $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$ . El nitrato, que es soluble en agua, se emplea como mordiente,

en técnicas de grabado y en explosivos, principalmente. Tanto el sulfato como el carbonato son insolubles en agua y son pigmentos blancos, utilizados en pinturas y plásticos (blanco de plomo). Además, el sulfato en forma de sulfato tribásico  $3\text{PbO}\cdot\text{PbSO}_4\cdot\text{H}_2\text{O}$ , se emplea como estabilizante del PVC. Por último, el cromato, también insoluble, es un pigmento amarillo usado en pinturas y plásticos.

**b. Compuestos orgánicos:**

Los de mayor interés toxicológico son los derivados alquílicos de plomo, tetraetilo, dietilo, tetrametilo, dimetilo, empleados como antidetonantes de gasolinas, cuyo uso ha disminuido debido a la imposición de gasolinas sin plomo. Estas especies son liposolubles, volátiles y fácilmente absorbibles, acumulándose en glóbulos rojos y pueden atravesar la barrera hematoencefálica.

**2.2.5 Transporte, distribución y transformación del plomo en el medio ambiente**

El plomo y sus derivados se encuentran en todas partes del medio ambiente, en el aire, en las plantas y animales de uso alimentario, en el agua de la bebida, en los ríos, océano y lagos, en el polvo, en el suelo, etc. Sin embargo, los niveles de plomo han aumentado exponencialmente en los últimos tres siglos a consecuencia de la actividad humana. El mayor incremento tuvo lugar entre los años 1950 y 2000 debido al uso de la gasolina con plomo. El plomo procedente de las gasolinas supone el 76% de las emisiones de este metal a la atmósfera. En España se prohíbe la comercialización de gasolinas con plomo a partir del 1 de enero de 2002. El descenso que se ha observado en los últimos años en las plumbemias parece estar relacionado con la disminución del plomo ambiental, siendo el principal motivo la retirada de gasolinas con plomo, ya que se considera que por cada  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de plomo en el aire aumenta 1  $\mu\text{g}/\text{dl}$  la plumbemia.

El plomo se acumula comúnmente en el suelo y se libera al aire cuando se quema carbón, petróleo o desechos. Una vez el plomo entra en la atmósfera, puede viajar larga distancia. Entre las fuentes de plomo en suelo encontramos el plomo que cae desde el aire (gasolina con plomo), los restos de pinturas de edificios, plaguicidas, desechos de minerales de plomo procedentes de municiones y de otras actividades industriales. Pequeñas cantidades de plomo pueden entrar a ríos, lagos, arroyos cuando las partículas del suelo son movilizadas por el agua de la lluvia.

Algunos compuestos de plomo son transformados a otras formas de plomo por la luz solar, el aire y el agua, sin embargo, el plomo elemental no puede ser degradado.

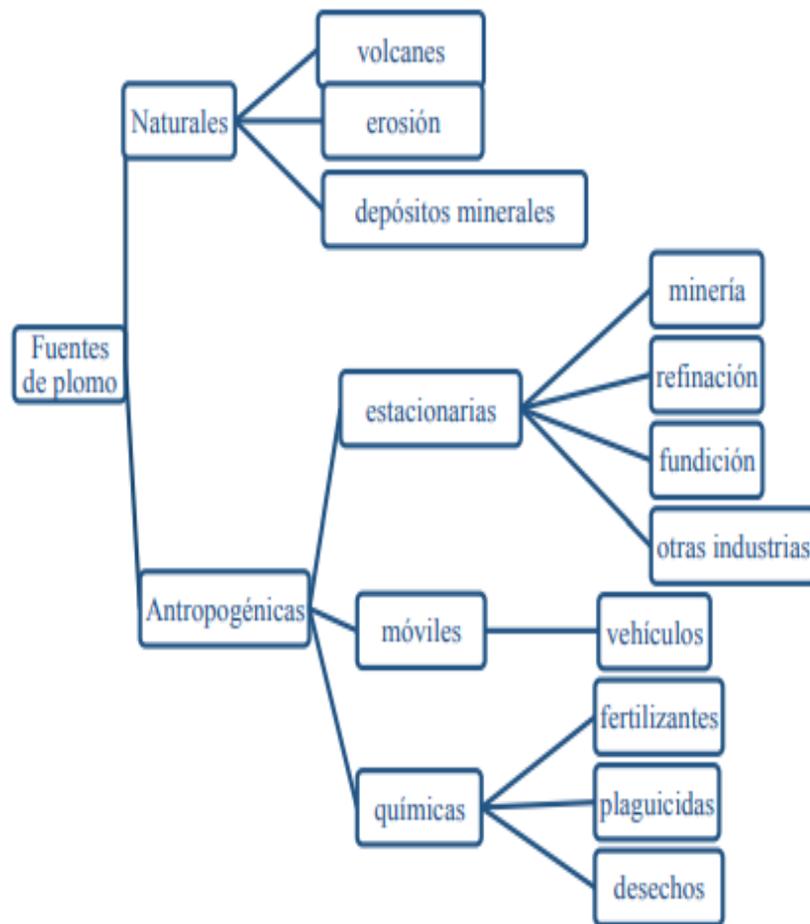
#### **2.2.6 Fuentes de contaminación**

##### **A. Fuente natural:**

La contaminación es debida fundamentalmente al proceso de inmovilización a partir de sus depósitos naturales, al propio proceso de erosión de las rocas y al vulcanismo.

##### **B. Fuentes antropogénicas:**

- Estacionarias. Debidas a la minería, fundición de metales y otros procesos industriales.
- Móviles. Uso de las gasolinas con plomo en vehículos a motor.
- Químicas. Por contaminación de fertilizantes, plaguicidas y desechos orgánicos.



**Figura 2. Modelo metabólico del plomo en el ser humano**

También se pueden clasificar las fuentes antropogénicas en ocupacionales, domésticas y alimentarias. Las principales exposiciones proceden del ambiente laboral.

### 2.2.7 Exposición al plomo

#### A. Ambiental:

El plomo es más frecuente cerca de caminos, casas antiguas, huertos frutales viejos, sitios industriales, minas, incineradoras, vertederos y sitios de desecho peligrosos. La gente que vive cerca de estas zonas está expuesta al plomo al respirar aire, tomar agua y comer alimentos. El agua potable en viviendas con tuberías de plomo puede

contener plomo, especialmente si el agua es ácida o “blanda”. Las pinturas con plomo también constituyen una fuente de exposición, así como los huertos frutales donde usaron plaguicidas con plomo.

Los alimentos pueden contener plomo, esto ha disminuido con la eliminación de la soldadura de plomo en las latas de conserva. Las hortalizas pueden estar cubiertas con polvo que contiene plomo. Los recipientes de alfarería o cerámica también pueden transmitir plomo a los alimentos.

En la exposición doméstica el principal problema es en niños con pica que ingieren tierra o pinturas contaminadas con plomo inorgánico, pero también niños y adultos que ingieren alimentos contaminados, por ejemplo, harinas coloreadas, con compuestos de plomo. Otras fuentes de exposición domésticas son los alimentos y bebidas alcohólicas de fabricación clandestina guardados en utensilios o cristales emplomados, las drogas ilícitas contaminadas. También se han encontrado niveles altos de plomo en joyas baratas, que puede pasar a la piel por contacto directo. Hay cosméticos con compuestos de plomo como el Kohl, usado en países de oriente, barras de labios, y algunos tipos de tintes de cabello que contienen también acetato de plomo.

## **B. Laboral:**

La inhalación e ingestión son vías potenciales de exposición al plomo en minería, en particular a sus compuestos más solubles (minerales de carbonato y sulfato). Las actividades de pulverización y aglutinado producen altas concentraciones de polvo y vapores de plomo. También se produce exposición importante en la manufactura de baterías de plomo. Los fabricantes de pinturas y pigmentos están expuestos a los

aditivos de plomo. Los pintores también pueden exponerse al plomo, en especial durante las actividades de pintura a pistola. Los soldadores con máquina y con latón llegan a estar expuestos ante aleaciones de plomo, fundentes y recubrimientos. Quienes trabajan en plantas con municiones y campos de tiro pueden exponerse a polvo de plomo. Por último, los fabricantes de vidrio, artistas y trabajadores de cerámica

## **2.2.8 Toxicocinética**

### **A. Absorción:**

El plomo puede ser inhalado y absorbido a través del sistema respiratorio ó ingerido y absorbido por el tracto gastrointestinal; la absorción percutánea del plomo inorgánico es mínima, pero el plomo orgánico si se absorbe bien por esta vía.

La vía respiratoria es la vía de absorción de plomo más importante en el medio laboral, donde produzca, se refine, se utilice o se deseche plomo o alguno de sus compuestos.

Igualmente representa la puerta de entrada en las personas fumadoras. La absorción por vía respiratoria depende del tamaño de las partículas, la ventilación pulmonar y la solubilidad del compuesto. Por esta vía se inhalan vapores, polvos y humos de polvo.

Aquellas partículas inferiores a una micra penetran hasta el alveolo. Las partículas que son demasiado grandes como para entrar en los pulmones pueden ser expulsadas por la tos hacia la garganta en donde son tragadas. La absorción por vía respiratoria puede llegar hasta el 50%, mientras que por vía oral es de un 10%.

La vía digestiva es la vía de absorción más importante de contaminación en la denominada población general no expuesta a factores de riesgo. La absorción de plomo tras la ingesta depende de varios factores; la solubilidad, forma, tamaño de la

partícula, estado nutricional y edad del sujeto; hay mayor absorción de plomo si la partícula es pequeña, si hay déficit de minerales como hierro, calcio, zinc, si hay gran ingesta de grasa ó inadecuada ingesta de calorías, en situaciones de 34 ayuno, y si se es niño, ya que en ellos la absorción de plomo es de 30 a 50 % dada la mayor permeabilidad de la mucosa intestinal, mientras que en el adulto es 10%.

## **B. Metabolismo:**

La intoxicación por Pb puede producirse por vía oral, pero la vía inhalatoria es la más importante para su absorción a través del polvo o sus vapores. Las partículas o vapores de plomo penetran a través del epitelio pulmonar, llegan a la circulación y viajan en plasma como fosfato de plomo.

Se deposita en hígado, pulmones, encéfalo, huesos y riñones. Se elimina por orina y en menor cantidad por materia fecal. Atraviesa la placenta pudiendo provocar abortos o anormalidades fetales.

Mecanismo de acción:

El plomo actúa mediante diversos mecanismos:

- a.** Disminuye la producción de glóbulos rojos y su vida media al alterar su membrana y provocar su ruptura.
- b.** Disminuye la síntesis del grupo HEM en los eritroblastos de médula ósea, al inhibir tres enzimas de la ruta biosintética de este grupo. Dichas enzimas se denominan: aminolevulínico dehidratasa, Coproporfirinógeno oxidasa y Ferroquelatasa.
- c.** Actúa selectivamente sobre el músculo liso aumentando su contractilidad.

- d. Produce lesiones neuronales difusas, vasodilatación y extravasación de líquidos en el encéfalo.
- e. A nivel del SNP hay desmielinización del asta anterior de la médula y más tarde puede aparecer atrofia y degeneración axonal de las fibras nerviosas.
- f. Puede alterar las células del túbulo proximal renal. En casos graves puede aparecer esclerosis y fibrosis renal con nefritis crónica.
- g. Se deposita en los huesos y puede permanecer en ellos con una vida media de 25 a 30 años.

### **2.2.9 El plomo en la salud humana**

La humanidad en general sigue teniendo confusión acerca de los riesgos a la salud asociados con el plomo. Sin embargo, esto se debe, en parte, al conflicto y frecuente difusión de información sesgada por agencias de gobierno, industrias y grupos activistas, entre otros. Adicionalmente, el público recibe a menudo puntos de vista opuestos y sesgados por parte de los medios de comunicación: Informes que no se hacen distinción de los peligros para el ambiente y la menor percepción del riesgo humano real.

El peligro se establece en combinación con la exposición y absorción que son medidas apropiadas para la evaluación de los riesgos para la salud humana. Ha sido bien documentado que si se da la suficiente exposición, el plomo puede causar una toxicidad grave en los seres humanos. La amenaza real del plomo en los seres humanos sigue siendo notablemente controversial. Sin embargo, dada la sensibilidad de la tecnología de hoy en día y nuestra habilidad de cuantificar los contaminantes en el ambiente. En consecuencia esta revisión sería también puesta en perspectiva de cómo bajos niveles de plomo afectan tu vida diaria y si nosotros debemos ser conscientes acerca de tal exposición.

El Consejo Americano en Ciencia y Salud da recomendaciones concernientes a la necesidad de identificar los individuos y poblaciones de mayor riesgo de exposición al plomo. Billones de dólares son invertidos anualmente en los Estados Unidos en reglamentos relacionados al plomo, proyectos de reducción del plomo, y programas de supervisión. En una época de disminución de los recursos financieros públicos debemos usar nuestro dinero sabiamente para asegurar que en la protección de la salud pública los esfuerzos se centran en los riesgos de mayor preocupación.

### **2.3 Plomo en el medio ambiente**

El plomo es uno de los más encontrados en el ambiente entre los metales pesados. El plomo puede ser detectado prácticamente en todas las áreas del medio ambiente (aire, agua y suelo) y en sistemas biológicos. El plomo en el medio ambiente se presenta tanto en forma natural o como consecuencia de las actividades humanas.

Las concentraciones de plomo en el ambiente son muy variables. En el agua superficial, el plomo es probable que forme complejos solubles con otras sustancias en el agua. En el suelo y sedimento, el plomo se une con otras partículas, de tal modo que reducen la biodisponibilidad (la cantidad de plomo que puede absorberse por el cuerpo) para los organismos que viven en esos ambientes. Las plantas pueden contener pequeñas cantidades de plomo como resultado del depósito en la atmósfera o la absorción por la raíz desde el suelo.

El plomo no es tan abundante en el ambiente como lo era antes, debido principalmente a la introducción comercial de la gasolina libre de plomo y la reducción del uso de plomo en los procesos de manufactura y productos de consumo.

- **Límites Ambientales:** El establecimiento de los límites ambientales está de acuerdo con las concentraciones que se han verificado en varias partes del mundo y con las cuales no se han detectado efectos adversos en la salud de la población expuesta. A diferencia de los límites ocupacionales, que han sido objeto de frecuentes estudios de diferente naturaleza y de constantes evaluaciones, los límites ambientales todavía necesitan de mayores evaluaciones. Con el tiempo, éstos podrán sufrir alteraciones importantes debido a nuevos hallazgos o cambios de las condiciones en que hoy se presenta el plomo, como por ejemplo en lo que se refiere a su utilización como antidetonante de la gasolina.

Los valores límites establecidos para el plomo en los ámbitos no ocupacionales son los siguientes:

- Agua = 0,05 mg/l (OMS 1984).
- Suelo = hasta 25 mg/kg.
- Alimentos = 3mg/persona adulta/semana (FAO/OMS, 1972 y 1978)
- Aire = 0,7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (URSS 1978)
- Aire = 2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (EPA, EUA)

### **Exposición humana**

El consenso científico y médico es que la ruta de exposición al plomo de los niños de primaria es a través de la ingesta de pinturas a base de lodo y en menor medida, a través de suelo contaminado y la ingesta e inhalación de polvo con contenido de plomo. Para

algunos adultos la ruta más significativa de exposición es la inhalación de polvo con contenido de plomo y vapores en el ambiente laboral, especialmente durante la fundición minera y las operaciones de refinación o durante la manufacturación de baterías y operaciones de regeneración. La exposición al plomo también puede presentarse al comer o fumar en un ambiente plomo-contaminado.

En nuestros días, las pinturas basadas en plomo sigue siendo la fuente más común de exposición al plomo de los niños pequeños. El plomo en la pintura blanca con contenido de hasta 50 % de plomo fue utilizado en forma generalizada en Estados Unidos en los años cuarenta del siglo pasado. Tiempo después, hasta los años setenta las pinturas con contenido aproximado de 5 % de plomo fueron más comunes.

En 1978 La Comisión de Seguridad de Productos de Consumo prohibió la manufactura de pintura con contenido mayor a 0.06% de su peso en plomo para el uso interior o exterior de superficies de residencias, juguetes y muebles. Se ha estimado, sin embargo, que el 83% de las unidades de vivienda de propiedad privada y 86% de las unidades de vivienda pública en Estados Unidos construidos antes de 1980 aún contenían algo de pintura en base a plomo.

Hogares en las cercanías de las fundiciones de plomo o industrias involucrados en la fabricación de productos con plomo puede contener elevadas concentraciones de plomo en su suelo circundante. Proporcionando así una fuente potencial para los niños. La biodisponibilidad del plomo, una vez en el cuerpo, es muy limitada. Sin embargo, bebiendo agua puede también servir como fuente de exposición para los seres humanos, debido al lixiviado de plomo que contienen las tuberías y accesorios, pero muchas

investigaciones concuerdan en que el plomo contenido en el agua resultan ser casos menos frecuentes de toxicidad para el ser humano.

La ingesta de alimentos resulta una ruta adicional de exposición al plomo.

## **2.4 Niveles de plomo en sangre**

### **A. Efectos del plomo en la sangre en la salud de niños menores de 12 años**

La falta de supervisión por parte de los padres durante la infancia (independiente del estado socioeconómico) ha sido asociada con el incremento en la exposición al plomo. En lugares como estos la población tiene un riesgo mayor haciéndose vulnerables al plomo, pero no más susceptibles a los efectos tóxicos ya que este ha ingresado al organismo.

Los niños se introducen a su boca todo lo que conocen, por lo tanto, cuando el plomo está presente en el polvo, suelo o la pared, es fácil su ingestión. El envenenamiento por plomo como consecuencia en la salud ha sido descrito como la epidemia silenciosa. Los niños y adolescentes son los más susceptibles en la exposición. La cadena de eventos postulada es que el movimiento del plomo va del suelo al polvo sobre el piso (y/o otras superficies) hasta las manos de los niños (y/o juguetes), finalmente a su sangre.

Entre los factores que incrementa la intensidad de exposición al plomo se encuentra la edad género, estación del año, hábitos de limpieza personal, estatus socioeconómico, dieta alimenticia y prácticas culturales. Estudios en niños prueban que el plomo es el primer agente causal de preocupación dirigido a la población infantil como riesgo de envenenamiento por plomo.

**Tabla N° 1: Normas y regulaciones para el plomo**

AGENCIA	MEDIO	NIVEL	COMENTARIOS
<b>CDC</b>	Sangre	10 µg/dL	Asesoría; nivel para manejo individual
<b>OSHA</b>	Sangre	40 µg/dL 60 µg/dL	Regulación; causa para notificación escrita y examen médico Regulación; causa para la remoción de la fuente de exposición por razones médicas
<b>ACGIH</b>	Sangre	30 µg/dL	Asesoría; indica la exposición en el Valor Umbral Límite (TLV)

### **B. Efectos del plomo en la salud de mujeres gestantes**

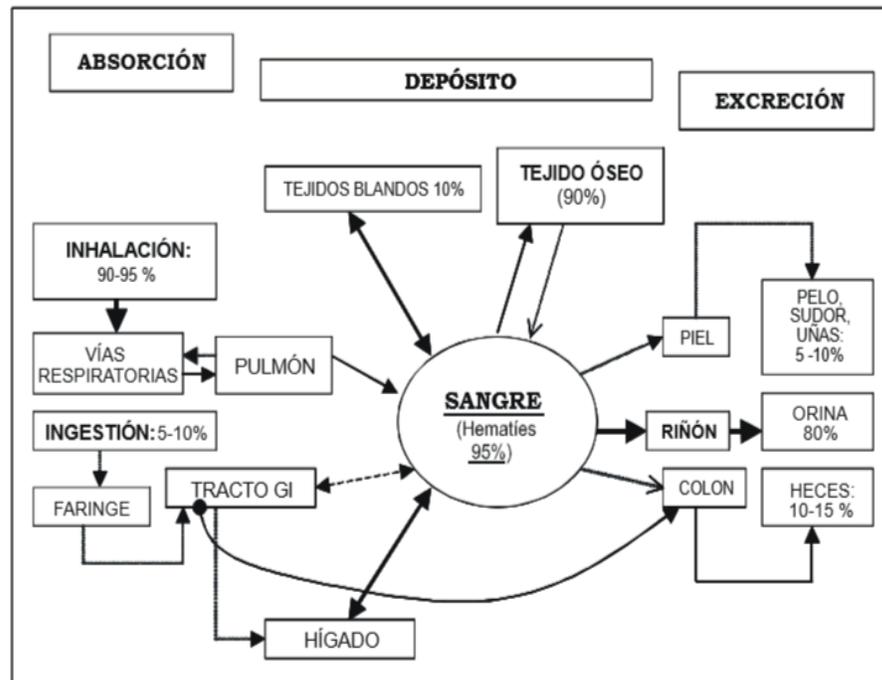
A niveles tan bajos como 10 µg/dL el plomo puede causar una reducción del cociente intelectual, pérdida en la capacidad de la memoria y retardar el crecimiento. En las mujeres durante la etapa de gestación, los depósitos óseos de calcio así como los de plomo, se puede asimismo traspasar la placenta y afectar directamente al feto, ya que desde la vida prenatal el ser humano es más sensible durante su desarrollo embrionario.

Los niveles maternos de plomo son transferidos al feto por la placenta o al alimentarlo con leche materna y la exposición ambiental por el mecanismo mano-boca resultado de grandes niveles de exposición observados durante el desarrollo temprano.

Las embarazadas pasan parte del plomo en peso de su cuerpo al feto ya que este es más sensible a los efectos de la exposición al plomo que los adultos, un nivel de plomo

no tiene que ser necesariamente constitutivo como riesgo a la salud de la madre, ya que puede afectar al feto adversamente en su desarrollo.

El daño del plomo en la salud de los niños depende de la dosis a que se fue expuesto, algunas de estas alteraciones pueden presentarse a bajos o moderados niveles de plomo (10 – 25 µg/dL). Estudios previos muestran deficiencias cognitivas y desarrollo físico en infantes asociados con una baja a moderada exposición de plomo, ya que la sensibilidad a los agentes ambientales varía con el estado del desarrollo fetal, de esta forma, los médicos pueden predecir la utilidad de conocer cuáles son los cambios en los niveles maternos de plomo en sangre durante el embarazo y como puede ser afectado el feto a esta exposición asociado esta variación.



**Figura 2. Modelo metabólico del plomo en el ser humano**

Tomado de El Cuadro Clínico de la Intoxicación Ocupacional por Plomo (Augusto V. Ramírez, ISSN 1025 - 5583 Págs. 57-70, PDF).

## **2.5 Normativa sobre los niveles de plomo en sangre**

En el Perú, de acuerdo a la Resolución Ministerial N° 511-2007/MINSA, “Guía de Práctica Clínica para el Manejo de Pacientes con intoxicación por Plomo” establece que el ingreso de plomo en el organismo humano, puede generar alteraciones bioquímicas, subclínica y clínicas. Mencionada norma establece que los límites biológicos aceptados de plomo en sangre son: Menor de 10 µg/dl en niños y gestantes. Hasta 20 µg/dl en adultos no expuestos ocupacionalmente. Hasta 40 µg/dl en adultos expuestos ocupacionalmente.

Así mismo, la Organización Mundial de la Salud (OMS) desde el punto vista sanitario recomienda que para la población adulta el nivel de plomo en sangre como límite biológico sea de 40 µg/dl para los varones y las mujeres que ya no puedan tener hijos. En tanto que para mujeres en edad fértil (15 – 44 años) no debe exceder de 30 µg/dl, este límite se basa en los efectos adversos del plomo sobre la hematopoyesis y el sistema nervioso periférico (OMS, 1980).

Mientras que para el Centro de Prevención y Control de Enfermedades de Estados Unidos (CDC) recomienda intervención médica con niveles mayores de 10 µg/dl y 25 µg/dl en niños y adultos respectivamente. (Castro et al., 2010).

## **2.6 La contaminación en la ciudad de Cerro de Pasco por la actividad minera<sup>3</sup>**

Desde que la minería fue definida como actividad económica, se ha constituido como una fuente de recursos para su desarrollo, sin embargo desde mediados del siglo pasado la humanidad ha empezado a pensar seriamente en el costo social, ambiental y de salud que generan los sistemas de explotación y transformación de los recursos mineros no

---

<sup>3</sup> Hugo Sosa Santiago. Una reflexión sobre la contaminación en Cerro de Pasco, . [www.EcoPortal.net](http://www.EcoPortal.net).

renovables, no sólo por destruir la tierra, sino especialmente por la gran cantidad de desmontes, relaves, gases tóxicos, polvos, aguas ácidas y otros, que consecuentemente destruyen los recursos naturales del planeta, sumándose a esto el deterioro de la salud y la inestabilidad emocional y social de las poblaciones que viven al entorno del trabajo minero.

La historia de la ciudad del Cerro de Pasco no es ajena a la situación descrita, desde 1630 en que Santiago Huaricapcha dio a conocer la existencia de una riqueza argentífera en esta zona, pasando por la llegada en 1900 de la empresa norteamericana Cerro de Pasco Cooper Corporation, que en una clara muestra de abuso y prepotencia no solo explotó los recursos mineros, sino también los hídricos y ganaderos. En el año de 1976 fue estatizada la empresa y pasó a ser la Empresa Minera del Centro (Centromin Perú), catalogada entonces como una de las principales de América Latina en producción minera, hasta que fue traspasada, mediante un dudoso proceso de privatización, a la empresa privada Volcán Cía. Minera.

En los distritos de Chaupimarca, Yanacancha, Simón Bolívar, Tinyahuarco, Huayllay y Yarusyacán, actualmente vienen operando doce empresas mineras y siete plantas de beneficio mineral. Producto de esta actividad también todas estas producen una gran diversidad de agentes contaminantes que son fuentes importantes de impactos directos e indirectos para el medio ambiente y la vida humana de Cerro de Pasco y de las zonas periféricas donde se desarrollan estas actividades.

Al crecimiento irregular y desordenado de la ciudad de Cerro de Pasco y sus capitales distritales, hay que agregar la carencia de servicios básicos como: agua y desagüe, y la

insuficiencia e inadecuados servicios de saneamiento y limpieza no son asumidos de manera prioritaria por las autoridades locales y Regionales.

En el estudio realizado por CISEPA- PUCP en 1996, se menciona que todo este proceso de asentamiento de la minería en Cerro de Pasco, ha generado profundas distorsiones negativas en la identidad socio cultural de la población, pérdida de la memoria histórica, destrucción de símbolos y de valores ancestrales; a lo cual complementaríamos que la población a consecuencia de estos impactos asume como algo natural y cotidiano, y parte de si vida, convivir con la contaminación.

Si bien es cierto que la minería como actividad económica es significativa para el desarrollo del país, lamentablemente no lo es socialmente. En todas las épocas, la actividad del trabajador minero se ha desarrollado en un ambiente nocivo para su salud y sus relaciones sociales, trayendo consigo enfermedades ocupacionales, deterioro de las relaciones sociales, pérdida de la identidad, incremento de madres adolescentes o madres solteras, aparición de bares, cantinas y discotecas como resultado de la presencia de “las contratas” de gente foránea, los cuáles suelen emigrar a otros lugares al culminar su periodo laboral.

#### **A. Tajo abierto ocupa el 50% del área urbana de la ciudad**

Contaminación del aire y plomo en la sangre de los habitantes, son los problemas crónicas de Cerro de Pasco.

Las zonas urbanas de los distritos de Simón Bolívar, Yanacancha y toda la circunscripción de Chaupimarca están directamente perjudicadas por los procesos de contaminación ambiental minero, observándose los siguientes problemas:

- Permanencia de conflictos por uso de suelo: el tajo abierto ocupa el 50 % de polígono de la ciudad, el desalojo de pobladores y moradores, destrucción de viviendas, tugurización, hundimientos, modificación del paisaje, destrucción de calles e infraestructura.
- Persistencia de la contaminación del recurso hídrico con relaves, desmontes, residuos sólidos y líquidos y aguas ácidas, que entre otros aspectos, trae como consecuencia la destrucción de la flora y fauna. Adicionalmente se presenta el déficit de suministro de agua para consumo humano, porque el abastecimiento es compartido con la empresa minera.
- La contaminación del aire no ha sido mitigada, y es fuente directa de enfermedades en la población, particularmente de los niños menores de cinco años, a lo que hay que sumar la contaminación producida por las canchas de relaves, botaderos de basura, desmonte al aire libre, lluvia ácida y las fuentes de aguas contaminadas móviles y fijas.
- La presencia de plomo en sangre, en valores que superan los límites permisibles dispuestos por la Organización Mundial de la Salud (10ug/dl) especialmente en niños menores de doce años en zonas como Paragsha, Champamarca y Huayllay.
- Se mantiene el déficit de viviendas y dotación de servicios, con áreas verdes mínimas y escasas zonas de recreación.

#### **B. Empresas cumplen PAMAS solo por obligación, no por convicción**

La ciudad de Cerro de Pasco está considerada como una de las 16 ciudades más críticas del país (Evaluación de la Situación Urbano Ambiental de la Ciudad Minera de Cerro de Pasco”, LABOR, 2003 pp10), frente a lo cual es urgente asumir responsabilidades

y no continuar en la indiferencia y conducta pasiva que muestran los siguientes protagonistas:

- Las autoridades de los gobiernos locales, tanto provincial como distritales, así como los funcionarios que representan a los ministerios de Educación, Agricultura, Energía y Minas y otros, no consideran al tema ambiental como prioritario, lo que ocasiona que la población (niños y adultos) tampoco valoren los recursos naturales ni la preservación de los mismos.
- De igual manera nos atrevemos a indicar que las autoridades regionales, locales y comunales, igualmente, se sienten ajenos a la problemática de contaminación de sus localidades, pero a la vez nosotros también contribuimos con nuestra pasividad y posición de simples observadores.
- Los responsables de las empresas mineras existentes en la región, amparados por un marco legal inadecuado y parcializado, no se conmueven por los graves impactos ambientales y sociales que ocasionan y lamentablemente nunca ha tomado la iniciativa de superar y reparar los daños causados sobre los recursos naturales pertenecientes a las comunidades campesinas. Las empresas mineras, en la actualidad sólo se limitan a cumplir “por obligación” sus Programas de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA), sin que existan iniciativas ni políticas empresariales ambientales propias, donde participen por igual, las organizaciones sociales afectadas, las autoridades locales y la población.
- Poca o ninguna difusión de las normas vigentes, esto es una deficiencia que se observa en todo el país. El grueso de la población en el ámbito nacional recibe poca información de los medios de comunicación masiva, a ello se suma la falta de iniciativa de los pobladores por acceder a esa información, por lo cual se

recomienda que la educación ambiental se imparta en todos los niveles educativos en forma permanente y a nivel nacional.

### **C. Contaminación atmosférica, relaves y plomo en la sangre abaten a Cerro de Pasco**

De otro lado, en éstos últimos años, algunas instituciones como el Centro de Cultura Popular LABOR, vienen trabajando en los procesos prioritarios de sensibilización de la problemática ambiental y hacer evidente el estado de contaminación aguda que afecta a nuestras localidades.

Actualmente, los trabajos consisten en apoyar procesos de participación, promoviendo que la población genere propuestas para identificar la contaminación, desarrollar sus capacidades organizativas para exigir sus derechos, impulsar otras actividades económicas y preservar los recursos naturales.

En el primer año de gobierno municipal, la Comuna Provincial de Pasco ha convocado a reuniones de trabajo a los funcionarios de las empresas mineras del entorno, pero lamentablemente, luego de cuatro sesiones no hubo resultados positivos ni participativos.

Por el contrario, los conflictos entre las empresas y las comunidades se han agudizado, muestra de ello es lo que ocurre entre la comunidad urbana de Ayapoto y Volcan Cia. Minera o el acontecimiento entre las comunidades campesinas de Lalaquia y Ticalcayán y la empresa Atacocha, ante los cuáles, las autoridades no tienen ningún rol protagónico para favorecer una solución a favor de las comunidades.

La contaminación ambiental es general. La ciudad del Cerro de Pasco, las zonas de Yanacancha, Paragsha, Ayapoto y Champamarca están contaminadas por la presencia de desmontes mineros y plomo en sangre; Quiulacocha, las cuencas de los ríos San Juan y Huallaga afectados por relaves, mientras que la microcuenca del Río Tingo es un cadáver. Sus aguas totalmente contaminadas no albergan ningún tipo de vida.

## **2.7 Definición de términos**

En las siguientes líneas presento los fundamentos teóricos de la investigación, que incluye la definición de términos básicos de la investigación y otros conceptos complementarios, que servirán de base para el desarrollo del proyecto de la tesis.

### **A. Agua Ácida**

Se forma cuando la humedad en el aire se combina con los óxidos de nitrógeno, el dióxido de azufre y el trióxido de azufre emitidos por fábricas, centrales eléctricas, calderas de calefacción y vehículos que queman carbón o productos derivados del petróleo que contengan azufre. En interacción con el agua de la lluvia, estos gases forman ácidos nítricos, ácido sulfuroso y ácido sulfúrico. Finalmente, estas sustancias químicas caen a la tierra acompañando a las precipitaciones, constituyendo la lluvia ácida.

### **B. Aire**

Fluido que forma la atmósfera de la Tierra. Es una mezcla gaseosa, que, descontado el vapor de agua que contiene en diversas proporciones, se compone aproximadamente de 21 partes de oxígeno, 78 de nitrógeno y una de argón y otros gases semejantes a este, al

que se añaden alguna centésimas de dióxido de carbono.

### **C. Contaminación atmosférica**

Introducción en la atmósfera por causas naturales o antropogénicas, de sustancias o energía que produzcan efectos nocivos y graves molestias o puedan poner en peligro la salud humana o degradar los recursos biológicos y los ecosistemas.

### **D. Etiología**

Provocada por la ingestión accidental de preparados que contienen plomo o de alimentos (principalmente forrajes), a los cuales ha llegado este elemento por contaminación ambiental, también por el consumo de pinturas que contengan este elemento, así como los residuos de grasa y gasolina utilizados por la maquinaria en el centro poblado de Sacra Familia.

### **E. Explotación minera**

Es el conjunto de las actividades socioeconómicas que se llevan a cabo para obtener recursos de una mina (un yacimiento de minerales). Los orígenes más remotos de estas explotaciones se remontan al Paleolítico, ya que se hallaron indicios en Suazilandia de que los hombres prehistóricos excavaban para extraer hematita hace unos 43.000 años.

### **F. Fuentes de Exposición**

Consumo de pinturas elaboradas a base de plomo, áreas cercanas a la población de casas viejas o casas pintadas con este material están contaminadas al igual que el forraje que crece en los perímetros de estas zonas.

Baterías y tubos de los automóviles, camionetas, camiones, volquetes, y otros, elaborados con plomo son también una fuente potencial, así como la grasa o aceites utilizados en las maquinarias.

Animales ovinos y caprinos en pastoreo que consumen pastos contaminados y la baja calidad, propician que los animales adquieran enfermedades y sean una fuente indirecta de contaminación.

### **G. Impacto Ambiental**

Es el efecto que produce la actividad humana sobre el medio ambiente. El concepto puede extenderse a los efectos de un fenómeno natural catastrófico. Técnicamente, es la alteración de la línea de base ambiental.

### **H. Intoxicación**

Se produce por exposición, ingestión, inyección o inhalación de una sustancia tóxica. Las intoxicaciones accidentales o voluntarias debidas al consumo de medicamentos son las más frecuentes.

### **I. Lagunas**

Depósitos naturales de agua, generalmente dulce, menos extenso y profundo que un lago.

### **J. Normatividad Ambiental**

Es una iniciativa que recoge y sistematiza de modo coherente el marco legal e institucional vigente en materia ambiental en el Perú. De este modo, se busca aportar con una herramienta que facilite la revisión y difusión de la normativa ambiental nacional, acercándola a la comunidad jurídica, pero también a quienes tienen interés en conocer y defender sus derechos ambientales, así como en aprender y cumplir con sus obligaciones ambientales.

### **K. Material particulado respirable**

Partículas sólidas o líquidas, como polvo, cenizas, hollín, partículas metálicas, cemento o polen dispersas en la atmósfera, cuyo diámetro es inferior a 10  $\mu\text{m}$  (1 micrómetro corresponde a la milésima parte de 1 milímetro).

### **L. Metales pesados**

Son un grupo de elementos químicos que presentan una densidad mayor de 6 g/cm<sup>3</sup> y cierta toxicidad para el ser humano.

### **LL. Morbilidad**

Es la cantidad de personas o individuos que son considerados enfermos o que son víctimas de enfermedad en un espacio y tiempo determinado. La morbilidad es, entonces, un dato estadístico de altísima importancia para poder comprender la evolución y avance o retroceso de alguna enfermedad, así también como las razones de su surgimiento y las posibles soluciones.

### **M. Mortalidad**

Es el número proporcional de defunciones en población o tiempo determinados. Se mide en relación con el total de una población, mediante el índice de mortalidad, que indica el número de defunciones registradas en un año por cada 1 000 habitantes.

### **N. Pasivos Ambientales**

Son aquellas instalaciones, efluentes, emisiones, restos o depósitos de residuos producidos por operaciones mineras, en la actualidad abandonada o inactiva y que constituyen un riesgo permanente y potencial para la salud de la población, el ecosistema circundante y la propiedad.

### **O. Pastizales**

Son aquellos ecosistemas donde predomina la vegetación herbácea. Estos ecosistemas

pueden ser de origen natural constituyendo extensos biomas, o ser producto de la intervención humana con fines de la crianza de ganado o recreación.

#### **P. Plomo**

El plomo es un metal pesado (densidad relativa, o gravedad específica, de 11.4 a 16°C (61°F)), de color azulado, que se empaña para adquirir un color gris mate. Es flexible, inelástico, se funde con facilidad a 327.4 °C (621.3 °F) y hierve a 1725 °C (3164 °F). Es uno de los cuatro metales que tienen un mayor efecto dañino sobre la salud humana. Este puede entrar en el cuerpo humano a través de la comida (65%), agua (20%) y aire (15%).

#### **Q. Puquio:**

Manantial de agua que brota de la tierra.

#### **R. Relavera**

Contienen altas concentraciones de químicos y elementos que alteran el medio ambiente, por lo que deben ser transportados y almacenados en «tranques o depósitos de relaves» donde lentamente los contaminantes se van decantando en el fondo y el agua es recuperada mayoritariamente, y otra parte se evapora.

#### **S. Riesgo**

Probabilidad o posibilidad de que un contaminante pueda ocasionar efectos adversos a la salud humana, en los organismos que constituyen los ecosistemas o en la calidad de los suelos y del agua, en función a las características y de la cantidad que entra en contacto con los receptores potenciales, incluyendo la consideración de la magnitud o intensidad

de los efectos asociados y el número de individuos ecosistemas o bienes que, como consecuencia de la presencia del contaminante, podrían ser afectados tanto en el presente como el futuro.

#### **T. Relaves Mineros**

El relave (o cola) es un conjunto de desechos tóxicos de procesos mineros de la concentración de minerales, usualmente constituido por una mezcla de rocas molidas, agua y minerales de ganga, (o sin valor comercial), aunque también se encuentran bajas concentraciones de metales pesados, tales como, cobre, plomo.

#### **U. Riachuelo**

En general, a un riachuelo, cualquier corriente natural y continua de agua, de escaso caudal, que puede incluso desaparecer durante algunas temporadas del año.

#### **V. Toxicidad**

Debido a que el plomo se acumula lentamente en el organismo, las exposiciones crónicas a él aún en pequeñas cantidades pueden desarrollar la intoxicación. Las plantas que crecen en suelos contienen alrededor de 260 a 900 ppm, lo que ocasionará la muerte del becerro, mientras que las plantas normales solo contendrán de 3 a 7 ppm.

### **2.8 Aspectos generales del estudio**

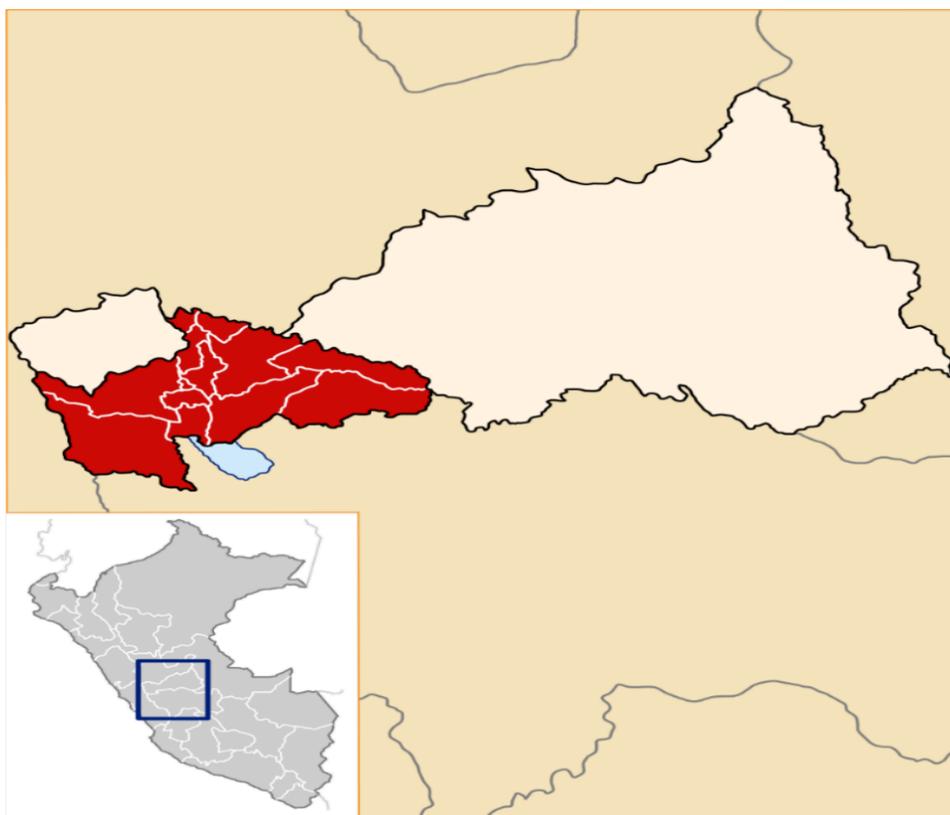
#### **2.8.1 Descripción general del área del proyecto**

##### **A. Ubicación política**

La región Pasco se encuentra ubicado en la zona central del Perú, en la vertiente oriental de la cordillera de los Andes. La región Pasco tiene una extensión total es de 25,320 Km<sup>2</sup> siendo el 2% del territorio peruano. Esta entre las altitudes de 2,941 a 4,338 m.s.n.m. cuya superficie es de 4,758.57 km<sup>2</sup> aproximadamente y cuyos límites son los siguientes:



0.6°C (31°F) y con presencia de lluvias durante las estaciones de otoño, primavera y verano, limita con en el norte con el distrito de Yanacancha, por el su con el distrito de Tinyahuarco, por el este con el distrito de Simón Bolívar y con el oeste con el distrito de Tanacancha y Ticlacayán.



**Figura 4.** Mapa de ubicación geográfica de la ubicación del distrito de Chaupimarca.

Tomado de [https://es.wikipedia.org/wiki/Distrito\\_de\\_Chaupimarca](https://es.wikipedia.org/wiki/Distrito_de_Chaupimarca)

## **B. Clima**

El distrito cuenta con un clima predominante frígido, con las temperaturas promedio de 8°C durante el año.

## **C. Historia**

El distrito de Chaupimarca fue creado mediante Ley del 27 de noviembre de 1944, en el primer gobierno del Presidente Manuel Prado Ugarteche.

## **2.9 Actividad económica principal**

El sector minero es, históricamente, una de las principales actividades de Pasco, pues aporta S/ 3.25 billones al VAB de la región (ver Tabla 5). Esta actividad representa el 61% del aporte total de las actividades que se desarrollan en la región (INEI, 2016b); sin embargo, solo el 3.7% de la población se dedica a esta actividad (BCRP, 2016).

Los principales minerales que se extraen de esta actividad son el plomo, zinc y plata, los cuales ocupan el primer, tercer y cuarto lugar, respectivamente a nivel nacional. Sin embargo, el precio de los mismos disminuye en el mercado internacional lo cual reduce la recaudación de regalías, canon y otros derechos (ver Figura 3). Además, existen los conflictos socioambientales que desfavorecen la inversión privada.

Es un componente importante de la economía de Pasco, los ingresos generados por esta actividad deben ser utilizados para potenciar nuevas actividades sostenibles, pues el precio internacional de los metales y la inversión minera están reduciendo la recaudación de la región.

## **2.10 Hipótesis**

### **2.10.1. Hipótesis General**

Los niveles de concentración de plomo en la sangre en el poblador del distrito de Chaupimarca, Provincia y región Pasco, en el año 2018, se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y por lo tanto no es un factor de riesgo en la salud, ni en la calidad del medio ambiente.

### **2.10.2. Hipótesis Específica**

Será la fuente de contaminación directa las actividades minero – metalúrgicas ubicadas en el distrito de Chaupimarca y/o alrededores, para la presencia de plomo en la sangre del poblador del distrito de Chaupimarca, provincia y región Pasco.

- Se podrá evaluar y determinar el nivel de concentraciones de plomo en la sangre en los pobladores del distrito de Chaupimarca, provincia y región Pasco.
- Los resultados obtenidos de las concentraciones del plomo en la sangre en los pobladores del distrito de Chaupimarca, se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

## **2.11 Identificación de variables**

### **2.11.1. Variable Independiente**

Límites máximos permisibles establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS), de niños y personas adultas, por la concentración del nivel de plomo en la sangre.

### **2.10.1 Variable Dependiente**

Concentración del Nivel de plomo en la sangre en los pobladores del distrito de Chaupimarca, provincia y región Pasco.

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1 Tipo de investigación**

La investigación no experimental es aquella que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, es investigación donde no hacemos variar intencionalmente las variables independientes. Lo que hacemos en la investigación no experimental es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos. Como señala Kerlinger (1979, p. 116). "La investigación no experimental o *expost-facto* es cualquier investigación en la que resulta imposible manipular variables o asignar aleatoriamente a los sujetos o a las condiciones". De hecho, no hay condiciones o estímulos a los cuales se expongan los sujetos del estudio. Los sujetos son observados en su ambiente natural, en su realidad.

#### **3.2 Diseño de la investigación**

Para el presente estudio se va utilizar para los análisis químicos de las muestras por el método de la espectrometría de absorción atómica por llama, utiliza una llama de flujo laminar de una mezcla de acetileno y aire de óxido nitroso, acetileno y aire para atomizar el plomo a temperaturas de entre 2000oC y 3000oC, según la mezcla de gases. El límite de detección depende de la separación de la muestra y del método utilizado. Por ejemplo, el método de la cubeta de Delves permite analizar muestras de 50 -100 µl con un límite de detección de

alrededor de 10 – 30 µg/dl. En cambio si se usan métodos de nebulización, el límite de detección es de alrededor de 100 µg/dl. Y se precisan muestras de mayor tamaño. Incluso el límite de detección más bajo posible es demasiado alto para que la espectrometría de absorción atómica por llama sea útil para el cribado de poblaciones con concentraciones de referencia bajas de plomo en la sangre.

Los dispositivos de espectrometría de absorción atómica por llama se pueden combinar con un cargador de muestras automáticas que permite procesar gran cantidad de muestras. Sin embargo, como utilizan gas inflamable, los dispositivos por llama no se pueden dejar en funcionamiento sin supervisión. Debido a la relativa facilidad de uso, la rapidez, las relativamente escasas interferencias y el costo moderado, la espectrofotometría de absorción atómica por llama se ha utilizado por décadas y en muchas partes del mundo se sigue utilizando habitualmente.

**Tabla N° 3: Ventajas y limitaciones del Método por adsorción Atómica**

METODO	VENTAJAS	LIMITACIONES
<b>Espectrometría de absorción atómica por llama</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Requiere solo conocimientos básicos de laboratorios</li> <li>- Prueba rápida</li> <li>- Tamaño reducido de muestras con la copa de Delves ( 50 a 100 µl).</li> <li>- Bajo precio, bajos costos de funcionamiento.</li> <li>- Relativamente pocas interferencias.</li> <li>- Interfaz robusta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Límite de detección relativamente alto (-10µg/dl)</li> <li>- Tiempo necesario para la preconcentración o digestión de la muestra si no se utiliza la cubeta Delves.</li> <li>- Se necesitan muestras de gran tamaño para los métodos de nebulización.</li> <li>- No se puede dejar el equipo funcionando sin atención.</li> </ul>

Nota: Tomado de Espectrofotometría de absorción atómica – Luisa Chaves Ramos

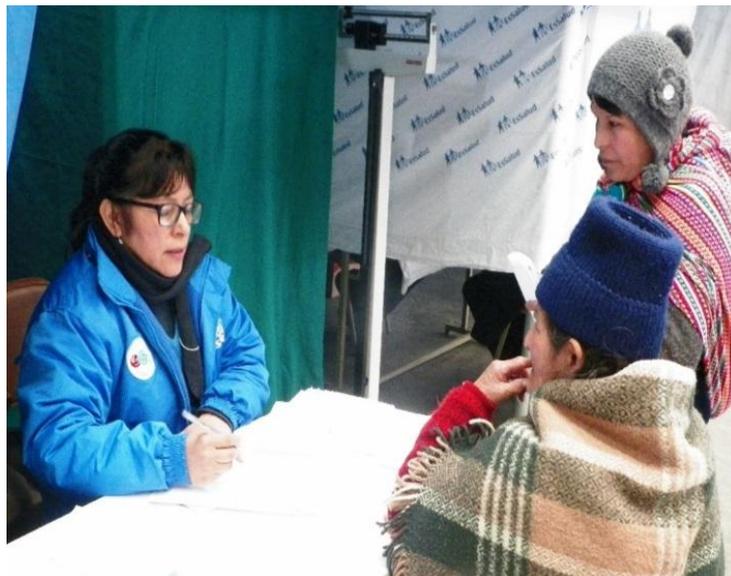
## A. Etapa Preliminar de Gabinete

Previo a la invitación a participar en el estudio a la familia de la vivienda seleccionada se le daba una breve explicación de las razones por las cuales se realizaba el estudio de la investigación y cuál era la metodología a seguir.

**Fotografía 1:** Equipo técnico del centro de Salud de Uliachín – Chaupimarca en las instalaciones del Centro de Salud de Uliachin



**Fotografía 2:** Brindando charlas de concientización a pobladores del Distrito de Chaupimarca



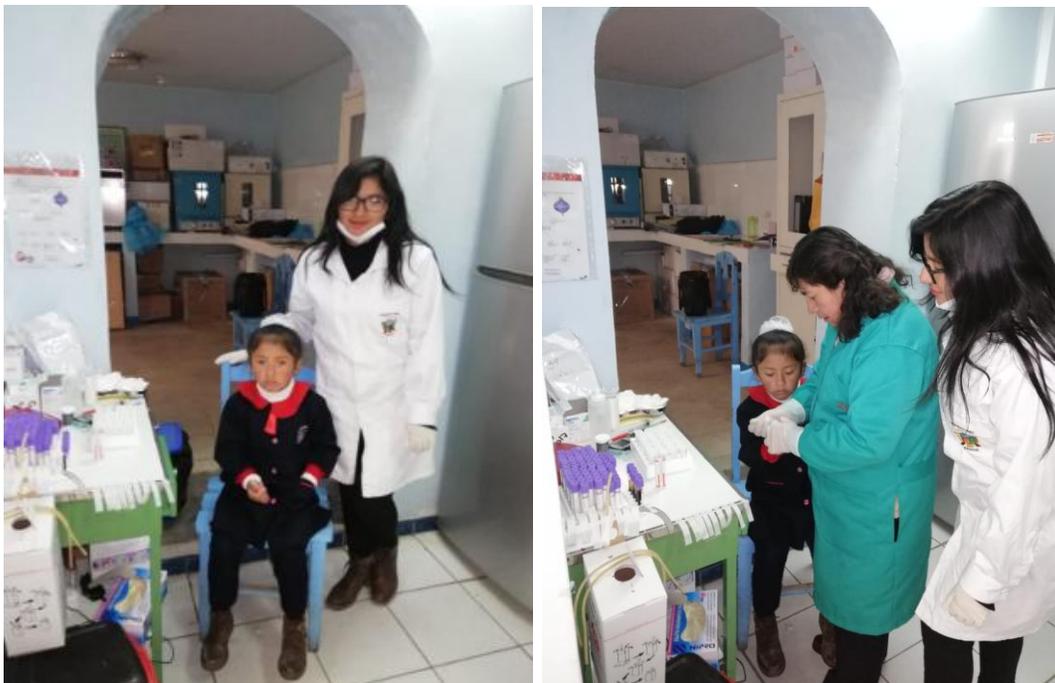
## B. Etapa de Campo

**Primero.-** Los pobladores del distrito de Chaupimarca asisten al Centro de Salud de Uliachín–  
Chaupimarca, con su familia para la toma de la muestra de sangre.

**Fotografía No. 3:** Pobladora del distrito de Chaupimarca, que asiste al Centro de Salud de Uliachín, para la toma de muestras de sangre de su familia.



**Fotografía 4 y Fotografía 5:** Niña de 05 años de edad, realizando su toma de muestras en establecimiento de salud.



**Segundo.-** Después de obtener la muestra, esta se etiqueta debidamente con el código único que se consigna por paciente, después se refrigera en temperatura promedio para la buena conservación, para posteriormente ser enviada al laboratorio acreditado en Lima, para el análisis requerido para obtener la concentración del plomo en la sangre de cada muestra recolectada.

**Fotografía 6 y Fotografía 7: Muestra de sangre y etiquetado de muestra.**



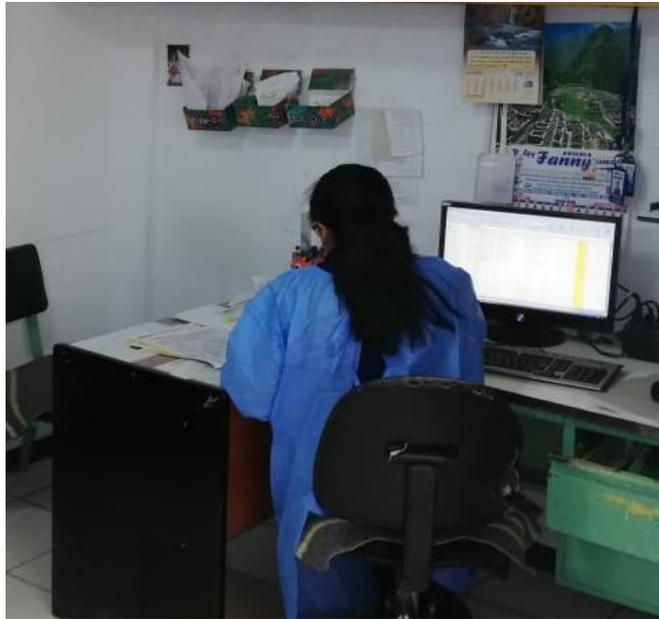
**Fotografía 8: Muestra de sangre refrigerada.**



### **C. Etapa Final de Gabinete**

En esta etapa se analizarán los resultados obtenidos, realizando una comparación con los estándares límites permisibles brindadas por la OMS, y así determinar las posibles áreas de influencia para la contaminación dentro del distrito de Chaupimarca, provincia Pasco, región Pasco.

**Fotografía 8: Análisis de resultados en el Centro de Salud de Uliachin – Chaupimarca - Pasco**



### **3.3 Población y muestra**

#### **3.3.1 Población**

El distrito de Chaupimarca, provincia de Pasco, región Pasco cuenta con una población de 26,085 habitantes al 2015, según consulta confiable del Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI.

### 3.3.2 Muestra

La muestra de sangre en los pobladores del Distrito de Chaupimarca en los abastecimientos de salud del distrito de Chaupimarca

**Fotografía 8: Frascos que contienen muestras de sangre de los pobladores de Chaupimarca**



### 3.4 Técnicas de recolección de datos.

La observación: emplearemos la observación estructurada, porque se manipularán los hechos que se observen. Asimismo, el trabajo documental, estará centrado en la revisión de libros, revistas y otros documentos que tengan relación con nuestra investigación. También, utilizamos las informaciones obtenidas a través del Internet.

Fichaje: se utilizará el fichaje bibliográfico para anotar los datos referidos a los libros que se maneje durante la investigación. Además, las fichas de transcripción textual, transcribiendo entre comillas al pie de la letra el contenido científico.

### **3.5 Técnicas de procesamiento y análisis**

Para la variable independiente: empleamos el escalamiento de Likert, para identificar los análisis de sangre realizados a los pobladores de Chaupimarca, sus contenidos, así como su interpretación.

Para la variable dependiente: se formularán una serie de análisis de laboratorio de sangre, con el fin de identificar y evaluar las condiciones de salud de los pobladores del distrito de Chaupimarca con problemas de plomo en la sangre.

### **3.6 Tratamiento estadístico de datos**

Los datos numéricos se procesarán agrupándolos en intervalos y se tabularán. Luego se construirán con ellos cuadros estadísticos, calculándose además las medidas de tendencia central, de dispersión o de correlación que resulten necesarias. De allí en adelante se trabajarán al igual que los otros datos numéricos, mediante la tabulación y el procesamiento en cuadros estadísticos.

## CAPITULO IV

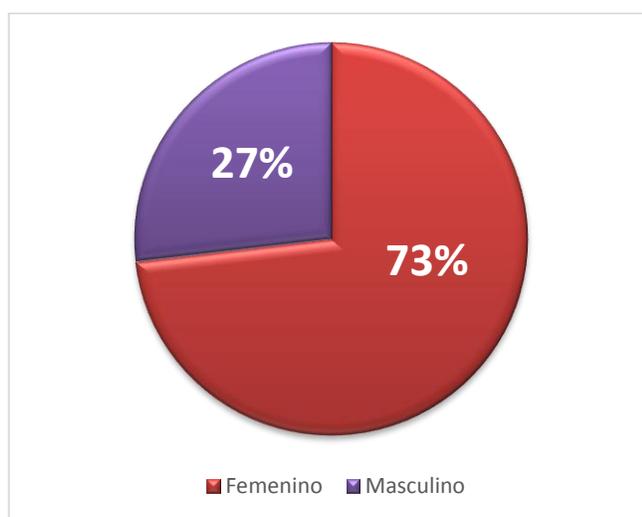
### RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 4.1 Cantidad total de muestras obtenidas

Para realizar la toma de muestra de sangre, se usaron los materiales y equipos que cuenta el Centro de Salud de Uliachín, según los protocolos establecidos por el Ministerio de Salud, como también se procedió a realizar la preservación y conservación de las muestras de sangre tal como se observa en las Fotografías 6,7 y 8.

Se recolectaron la cantidad total de 108 muestras al mes de setiembre del 2018, recolectadas de los pobladores del distrito de Chaupimarca.

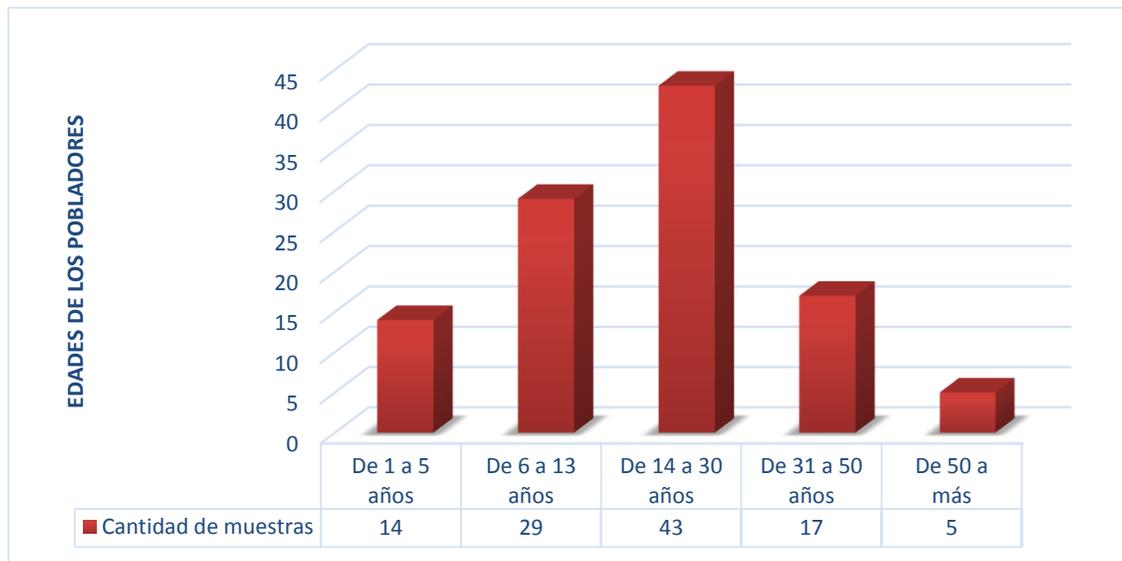
De las muestras obtenidas se realizó una estratificación por sexo obteniendo como resultado la siguiente figura 5.



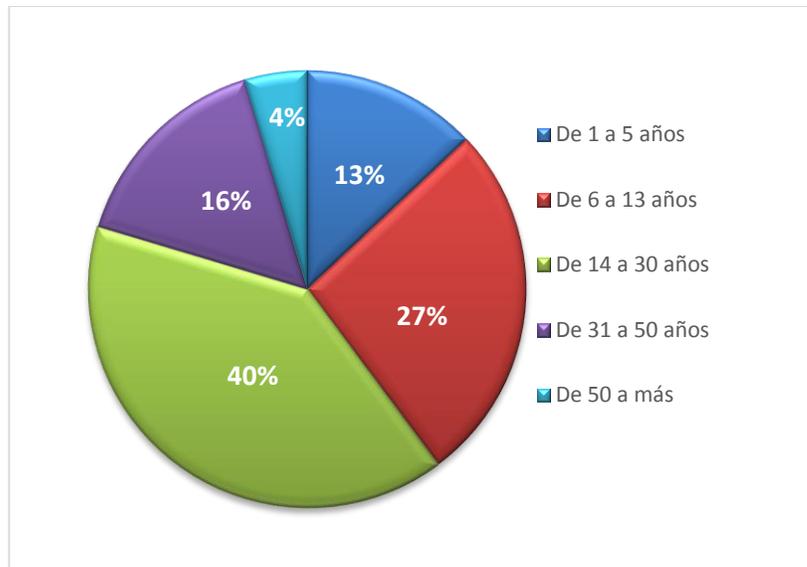
**Figura 5. Cantidad total de Muestras de muestras según estrato de sexo de los pobladores del distrito de Chaupimarca**

De la Figura 5 se puede indicar que en la toma de muestras se tiene un total de 108 muestras recolectadas de los pobladores del distrito de Chaupimarca, de las cuales según estratos de sexo que tiene mayor número de muestras es del sexo Femenino con un total de 79 muestras representando el 73% del total de las muestras obtenidas a setiembre del 2018, el sexo con menor cantidad de muestras obtenidas es el masculino con un total de 29 muestras que representa el 27% al mes de Setiembre del 2018.

Así mismo, se realizó la estratificación del total de las muestras obtenidas al mes de setiembre del 2018, según edades de cada poblador del distrito de Chaupimarca que se realizó la toma de muestras de sangre, tal como se detalla en la Figura 6, obteniendo de manera porcentual véase en Figura 7.



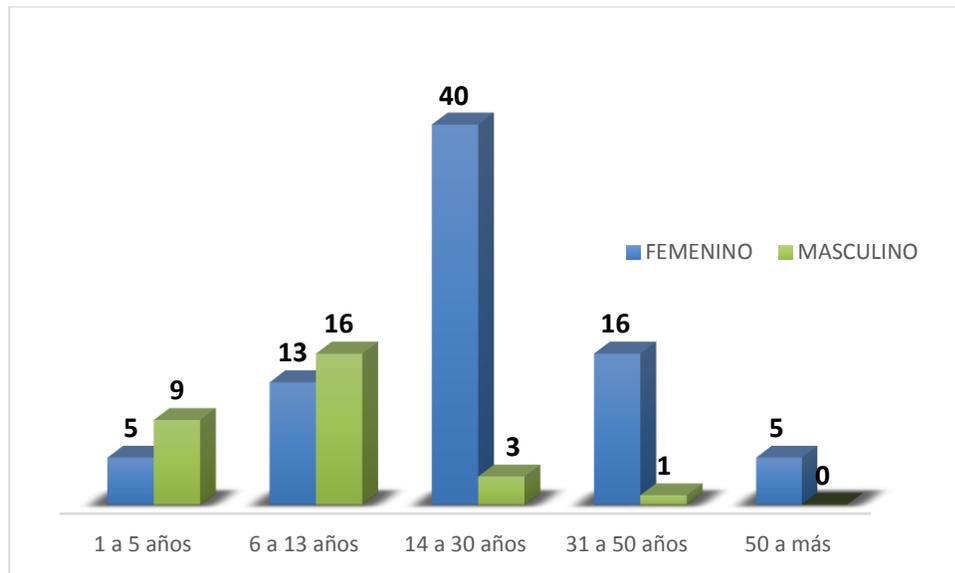
**Figura 6. Cantidad de muestras según el estrato de edad de los pobladores del distrito de Chaupimarca.**



**Figura 7. Porcentaje de la cantidad total de muestras según el estrato de edad de los pobladores del distrito de Chaupimarca**

De la Figura 6 y Figura 7 se puede indicar que en la toma de muestras se tiene un total de 108 muestras recolectadas de los pobladores del distrito de Chaupimarca, de las cuales los estratos de edad que tiene mayor número de muestras es el que se encuentra en un rango de edad de 14 a 30 años con un total de 43 muestras representa el 40% del total de las muestras obtenidas a setiembre del 2018, el rango de edad de 6 a 13 con un total de 19 muestras que representa el 27% al mes de Setiembre del 2018 y de los cuales el estrato de edad que tiene menor número de muestras es el que se encuentra en un rango de edad de 50 a más años de edad con un total de 5 muestras representando el 4% a setiembre del 2018.

Se realizó la comparación de ambas estratificaciones tanto de edad y sexo, obteniendo la siguiente figura.



**Figura 8. Cantidad de muestras según el estrato de género y de edades de los pobladores del distrito de Chaupimarca.**

De la Figura 8 según la estratificación realizada se puede indicar que en la toma de muestras se tiene un total de 108 muestras recolectadas de los pobladores del distrito de Chaupimarca, de las cuales los estratos de edad y género que tiene mayor número de muestras es el que se encuentra en un rango de edad de 14 a 30 años del sexo femenino.

Cabe resaltar que la relación de las muestras obtenidas se adjunta en el Anexo N°1.

## **4.2 Contenido de plomo en sangre**

### **4.2.1. Contenido de plomo en sangre según sexo**

Se analizaron un total de 108 muestras de los pobladores correspondiente al distrito de Chaupimarca, provincia Pasco, región Pasco. El nivel promedio de plomo en sangre en el sexo masculino (5.97  $\mu\text{g/dl}$ ) fue mayor respecto al femenino (4.35  $\mu\text{g/dl}$ ). Cabe mencionar que del total de muestras obtenidas es 108, de las cuales el 27% correspondiente al sexo masculino y el 73% al sexo femenino.

Según se puede observar en el Anexo N°1 y según la comparación realizada de la concentración de los niveles de plomo en la sangre obtenido con

#### 4.2.2. Contenido de plomo en sangre según edad

##### a. De 01 a 05 años de edad

Al realizar la revisión, comparación y evaluación de los resultados de la concentración de plomo en la sangre de los niños pobladores del distrito de Chaupimarca del estrato de edad de 01 a 05 años de edad con una cantidad total de catorce (14) muestras, se evidenció que de la cantidad total de trece (13) muestras, dos niños superan los límites de contenido de plomo en la sangre según la OMS. Como se muestra en la tabla N° 4.

**Tabla N° 4: Concentración de plomo en sangre en pobladores entre 01 año a 05 años de edad**

N°	POBLADOR	EDAD	ESTRATO	SEXO	Concentración de Plomo en sangre (ug/dL)
1	P29	02 años	1 a 5 años	M	2.74
2	P57	02 años		M	10.32
3	P2	03 años		F	7.76
4	P5	03 años		F	4.83
5	P15	03 años		M	<2.0
6	P27	03 años		F	4.34
7	P36	03 años		F	10.5
8	P66	03 años		M	3.38
9	P88	03 años		M	3.00
10	P89	03 años		F	3.92
11	P22	04 años		M	5.36
12	P97	04 años		M	4.6
13	P84	05 años		M	2.34
14	P105	05 años		M	6.6

De la Tabla N° 4 se puede mencionar que de los resultados de la concentración de plomo en la sangre a los niños y niñas entre las edades de un año a cinco (05) años, y según se observa en la tabla mencionada, se evidencio que de catorce

niños evaluados entre el estrato de edad de 01 a 05 años, dos niños superan los límites de contenido de plomo en la sangre según la OMS. Siendo el Poblador 57 de sexo masculino, de dos (02) años de edad con una concentración de 10.32 µg/dL. Y el Poblador 36 de sexo femenino, de tres (03) años de edad con una concentración de 10.5 µg/dL.

**b. De 06 a 13 años de edad**

Al realizar la revisión, comparación y evaluación de los resultados de la concentración de plomo en la sangre de los niños pobladores del distrito de Chaupimarca del estrato de edad de 06 a 13 años de edad con una cantidad total de veintinueve (29) muestras, se evidenció que de la cantidad total de veintinueve (29) muestras, dos niños superan los límites de contenido de plomo en la sangre según la OMS. Como se muestra en la tabla N° 5.

**Tabla N° 5: Concentración de plomo en sangre en pobladores entre 06 años a 13 años de edad**

N°	POBLADOR	EDAD	ESTRATO	SEXO	Concentración de Plomo en sangre (ug/dL)
1	P35	6	6 a 13 años	M	5.53
2	P64	6		M	5.72
3	P70	6		M	4.45
4	P76	6		M	9.62
5	P8	7		M	9.36
6	P28	7		M	4.81
7	P40	7		M	23.27
8	P63	7		F	2.62
9	P73	7		F	3.07
10	P79	8		M	5.67
11	P90	8		M	2.17
12	P11	9		F	3.56
13	P24	9		F	2.52
14	P43	9		M	2.88

<b>15</b>	P67	9	M	6.79
<b>16</b>	P69	9	F	2.65
<b>17</b>	P106	9	F	5.04
<b>18</b>	P42	10	F	4.19
<b>19</b>	P55	10	F	4.56
<b>20</b>	P6	11	F	5.28
<b>21</b>	P7	11	M	2.1
<b>22</b>	P1	12	F	8.34
<b>23</b>	P12	12	M	2.59
<b>24</b>	P19	12	F	9.95
<b>25</b>	P44	12	F	<2.0
<b>26</b>	P50	12	M	3.96
<b>27</b>	P72	12	F	4.59
<b>28</b>	P74	12	M	14.34
<b>29</b>	P81	12	M	4.51

De la Tabla N° 5 se puede mencionar que de los resultados de la concentración de plomo en la sangre a los niños y niñas entre las edades de seis (06) a trece (13) años, y según se observa en la tabla mencionada, se evidencio que de veintinueve (29) niños evaluados entre el estrado de edad de 06 a 13 años, dos niños superan los límites de contenido de plomo en la sangre según la OMS. Siendo el Poblador 40 de sexo masculino, de dos (07) años de edad con una concentración de 23.27  $\mu\text{g/dL}$ . sobrepasando más del 100% de los límites establecidos por el OMS y el Poblador 74 de sexo masculino, de doce (12) años de edad con una concentración de 14.34  $\mu\text{g/dL}$ .

**c. De 14 a 30 años de edad**

Al realizar la revisión, comparación y evaluación de los resultados de la concentración de plomo en la sangre de los niños pobladores del distrito de Chaupimarca del estrato de edad de 14 a 30 años de edad con una cantidad total de cuarenta y tres (43) muestras, se evidenció que de la cantidad total de cuarenta

y tres (43) muestras, ningún poblador supera los límites máximos de contenido de plomo en la sangre según la OMS. Como se muestra en la tabla N° 6.

**Tabla N° 6: Concentración de plomo en sangre en pobladores entre 06 años a 13 años de edad**

N°	POBLADOR	EDAD	ESTRATO	SEXO	Concentración de Plomo en sangre (ug/dL)
1	P16	15	14 a 30 años	F	5.6
2	P59	15		F	3.00
3	P65	15		F	<2.0
4	P78	15		M	<2.0
5	P85	15		F	5.19
6	P83	16		M	2.91
7	P39	17		F	3.53
8	P68	17		F	<2.0
9	P102	17		F	2.57
10	P41	20		F	<2.0
11	P108	20		F	8.55
12	P9	21		F	2.15
13	P48	21		F	<2.0
14	P51	21		F	<2.0
15	P56	21		F	2
16	P95	21		F	<2.0
17	P103	21		F	3.22
18	P107	21		F	2.11
19	P37	23		F	3.13
20	P61	23		F	3.11
21	P92	23		F	8.46
22	P49	24		F	8,61
23	P54	24		F	<2.00
24	P87	24		F	3.49
25	P20	25		F	4.38
26	P52	25		F	3.01
27	P71	25		F	4.13
28	P75	25		F	<2.0
29	P93	25		M	3.47
30	P30	26		F	4.7
31	P13	28		F	2.26

32	P17	28	F	<2.0
33	P62	28	F	3.22
34	P86	28	F	2.39
35	P100	28	F	6.3
36	P4	29	F	7.42
37	P31	29	F	2.03
38	P96	29	F	4.15
39	P98	29	F	3.00
40	P18	30	F	6.22
41	P26	30	F	<2.0
42	P46	30	F	<2.0
43	P58	30	F	3.39

**d. De 31 a 50 años de edad**

Al realizar la revisión, comparación y evaluación de los resultados de la concentración de plomo en la sangre de los niños pobladores del distrito de Chaupimarca del estrato de edad de 31 a 50 años de edad con una cantidad total de diecisiete (17) muestras, se evidenció que de la cantidad total de diecisiete (17) muestras, ningún poblador supera los límites máximos de contenido de plomo en la sangre según la OMS. Como se muestra en la tabla N° 7.

**Tabla N° 7: Concentración de plomo en sangre en pobladores entre 31 años a 50 años de edad**

N°	Poblador	EDAD	ESTRATO	SEXO	Concentración de Plomo en sangre (ug/dL)
1	P34	31	31 a 50 años	F	<2.0
2	P47	31		F	3,27
3	P101	32		F	4.64
4	P38	33		F	3.65
5	P32	34		F	<2.0
6	P94	34		F	4.18

7	P10	35	F	2.48
8	P53	35	F	<2.0
9	P91	36	F	<2.0
10	P104	36	F	<2.0
11	P23	37	F	S/M
12	P77	40	F	3.9
13	P14	42	F	4.16
14	P33	42	F	3.42
15	P25	43	F	<2.0
16	P45	43	M	<2.0
17	P82	43	F	5.49

**e. De 50 a más años de edad**

Al realizar la revisión, comparación y evaluación de los resultados de la concentración de plomo en la sangre de los niños pobladores del distrito de Chaupimarca del estrato de edad de 50 a más años de edad con una cantidad total de cinco (05) muestras, se evidenció que de la cantidad total de cinco (05) muestras son del sexo femenino y ninguna pobladora supera los límites máximos de contenido de plomo en la sangre según la OMS. Como se muestra en la tabla N° 7.

**Tabla N° 8: Concentración de plomo en sangre en pobladores entre 50 años a más**

N°	POBLADOR	EDAD	ESTRATO	SEXO	Concentración de Plomo en sangre (ug/dL)
1	P60	51	50 a más	F	2.37
2	P80	52		F	5.33
3	P21	55		F	<2.0
4	P99	57		F	3.4
5	P3	62		F	2.12

### **4.3 Deterioro en la salud del poblador del distrito de Chaupimarca causado por concentración de plomo en sangre**

La absorción del plomo depende del estado de salud, nutrición y edad de la persona. Los adultos generalmente absorben 20% del plomo que ingieren y casi todo ese plomo es inhalado.

El plomo ocasiona graves consecuencias en la salud del poblador tanto en niños como en adultos, si el grado de exposición es elevado, ataca al cerebro y al sistema nervioso central, tiende a provocar coma, convulsiones y hasta incluso la muerte.

Comparado con los adultos, los niños absorben más el plomo que ingieren. Los niños a menudo se colocan las manos y los objetos en la boca, ingieren más tierra o polvo contaminado. Además, muchos niños tienden a comer productos no alimenticios (pica), su frecuencia respiratoria es más alta, respiran más volumen por kilos de peso y, como son más pequeños, están más cerca del aire contaminado con el polvo, así como con emisiones del subsuelo. Mientras menos edad tienen, el intestino absorbe más plomo, 5 a 10 veces, que niños mayores y los adultos, especialmente con el estómago vacío. La absorción intestinal de plomo en niños aumenta en casos de deficiencia de hierro, calcio y zinc, que son condiciones comunes. Todas estas condiciones favorecen un mayor riesgo de toxicidad en los niños.

Los niños que sobreviven a una intoxicación grave pueden padecer diversas secuelas, como retraso mental o trastornos del comportamiento. También, se ha comprobado que, en niveles de exposición más débiles sin síntomas evidentes, antes considerados exentos de riesgo, el plomo puede provocar alteraciones muy diversas en varios sistemas del organismo humano. En los niños puede afectar, en particular, al desarrollo del cerebro como la disminución de la capacidad de concentración, rendimiento escolar y aumento de las conductas antisociales.

La exposición al plomo también puede causar anemia, hipertensión, difusión renal, inmunotoxicidad y toxicidad reproductiva. Se cree que los efectos neurológicos y conductuales asociados al plomo son irreversibles.

En adultos, los huesos y dientes contienen 94% y en niños 73% de la cantidad total de plomo del cuerpo. El plomo no se distribuye uniformemente en estos tejidos, pero tiende a acumularse en regiones con la calcificación más activa durante la exposición. En los niños, el plomo tiende a acumularse en el hueso trabecular, mientras que en los adultos se acumula en ambas cortical y trabecular. Bajo ciertas circunstancias, el plomo del compartimiento inerte vuelve a entrar a la sangre y a otros tejidos. La movilización del plomo del compartimiento inerte a la sangre aumenta en condiciones de deficiencia de calcio, como durante el embarazo, lactancia, menopausia, condiciones de estrés, enfermedades crónicas, hipertiroidismo, enfermedad renal, fracturas y edad avanzada. Este componente inerte permanece como una fuente endógena de plomo que puede causar niveles elevados de plomo en sangre años después que la exposición al metal ha pasado. Por lo que, los síntomas pueden aparecer en ausencia de exposición actual al plomo. En la mayoría de los casos, los niveles de plomo en sangre representan una mezcla de exposición actual y contribución endógena de exposiciones anteriores. Pero, una exposición aguda puede acompañarse brevemente de niveles sanguíneos muy elevados y causar síntomas de toxicidad.

#### **4.4 Responsabilidad del estado hacia el deterioro en la salud del poblador del distrito de Chaupimarca**

Con respecto a estos valores de concentración de plomo en la sangre se debe asumir el problema con responsabilidad, el Ministerio de Salud es el ente competente para implementar los tratamientos preventivos con la finalidad de evitar problemas en la salud según lo

mencionado en el punto 4.2 donde se hace una comparación de los resultados de la muestra con el estándar de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

#### 4.5 Fuentes de contaminación de plomo en la sangre en el distrito de Chaupimarca

Se demostró que los pobladores del distrito de Chaupimarca tienen concentración de plomo en la sangre y se ha demostrado en otras investigaciones que las poblaciones aledañas a relaves mineros, también presentan altos niveles de contaminación por plomo; situación similar a lo observado en distintos países del mundo en zonas de relaves o con minas abandonadas, actualmente el tema de pasivos ambientales mineros es uno de los más importantes para el estado, el Ministerio de Energía y Minas está impulsando la remediación efectiva de estos sin embargo dentro del inventario de Pasivos Ambientales del Ministerio de Energía y Minas, en el distrito de Chaupimarca se cuentan con la cantidad de 03 pasivos ambientales mineros como se detalla a continuación:

**Tabla N° 9: Inventario de Pasivos ambientales en el distrito de Chaupimarca**

N°	ID EX UNIDAD MINERA	NOMBRE EX UNIDAD MINERA	COMPONENTES	RESPONSABLE DEL PASIVO	CUENCA PRINCIPAL	REGIÓN	PROVINCIA	DISTRITO	PRIORIDAD
1	223	CUATRO AMIGOS	1	No Identificado	MANTARO	PASCO	PASCO	CHAUPIMARCA	MEDIA
2	1098	DESMONTERA EXCELSIOR	1	- ACTIVOS MINEROS S.A.C.	MANTARO	PASCO	PASCO	CHAUPIMARCA	MEDIA
3	871	EL PILAR	1	No Identificado	ALTO HUALLAGA	PASCO	PASCO	CHAUPIMARCA	MEDIA
4	1018	SEDIMENTOS/RÍO SAN JUAN	4	- ACTIVOS MINEROS S.A.C.	MANTARO	- JUNIN - PASCO	- JUNIN - PASCO	- CHAUPIMARCA - ONDORES - SIMON BOLIVAR - TINYAHUARCO	MUY ALTA

Nota: Tomado de "Inventario de Pasivos Ambientales", por el Ministerio de Energía y Minas, 2018.

Recuperado de [http://www.minem.gob.pe/\\_detalle.php?idSector=1&idTitular=5769&idMenu=sub5768&idCateg=961](http://www.minem.gob.pe/_detalle.php?idSector=1&idTitular=5769&idMenu=sub5768&idCateg=961)

Sin embargo, se debe precisar que hay pasivos que no se encuentran inventariados, provenientes de los pequeños productores mineros y productores mineros artesanales que corresponden a la minería informal acogida por el Decreto Legislativo 1336 y el Decreto Legislativo 1293.

Para identificar las posibles zonas de influencia directa e indirecta de contaminación con plomo en la sangre del poblador, hay estudios ya realizados por empresas mineras formales, es el caso de la empresa administradora Cerro S.A.C., siendo una filial de Volcan Compañía Minera S.A.A.

Esta empresa está a cargo de la planta Óxidos de Plata, cabe mencionar que fue la primera instalación de lixiviación del Perú y comenzó a operar en febrero del 2001, mencionada empresa el año 2017 presenta su Informe Técnico Sustentatorio para la Optimización de la Planta Paragsha para el Procesamiento de Stockpiles de la Unidad Minera Cerro de Pasco, (en adelante, ITS Cerro de Pasco). El cual fue aprobado con Resolución Directoral N° 249-2017-SENACE/DCA el 11 de setiembre de 2017 por la Dirección de Certificación Ambiental del Senace, (Información publicada por la página web de Senace), mencionado Informe detalla las áreas de Influencia ambiental Directa e Indirecta, Véase Anexo N° 2.

En mencionada Figura adjuntada en en Anexo N° 2 se indica que en el distrito de Chaupimarca se encontraría:

- El botadero Excelsior Centromin, pasivo ambiental de Centromin S.A.C
- El depósito de relaves de Quiulacocha, pasivo ambiental de Centromin S.A.C
- La Planta concentradora San Expedido.
- El tajo Raul Rojas, se encuentra considerado dentro del área de influencia ambiental directa.

## CONCLUSIONES

Al revisar y realizar la interpretación de los resultados de los análisis realizados a los pobladores del distrito de Chaupimarca, sobre el contenido de plomo en la sangre, se ha podido llegar a la siguiente conclusión:

1. De la cantidad total de 108 muestras obtenidas de los pobladores del distrito de Chaupimarca, provincia Pasco región Pasco, se análisis a nivel de gabinete acerca de las concentraciones de plomo en la sangre obtenidas, se observa que cuatro (04) niños con edades de dos (02) a doce (12) años, representando el 2.22% de la cantidad total de muestras obtenidas. superan el límite de concentración de 10  $\mu\text{g}/\text{dl}$  establecida por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Los valores de concentración de plomo en la sangre en estos cuatro (04) niños están comprendidos entre el 0.3 % a 132.2 % elevados de lo establecido por la Organización Mundial de la Salud (OMS), y que lo cual muestra un alto riesgo evidente de problemas de salud de los niños, por lo que es importante que las autoridades locales y regionales, si bien es cierto la cantidad de pobladores que sobrepasan el nivel de concentración de plomo en la sangre es mínimo no es menos importante para actuar de inmediato con los resultados obtenidos, es importante mencionar que según la estratificación realizada según edades los niños entre 06 a 13 años de edad se encuentran con valores cercanos de los 10  $\mu\text{g}/\text{dl}$ .

2. Se determinó que una de las principales fuentes de contaminación al medio ambiente son las actividades mineras y los pasivos ambientales ubicados en el distrito de Chaupimarca como el botadero Excelsior Centromin, pasivo ambiental de Centromin S.A.C, el depósito de relaves de Quiulacocha, pasivo ambiental de Centromin S.A.C, la Planta concentradora

San Expedido y el tajo Raul Rojas, se encuentra considerado dentro del área de influencia ambiental directa.

El Ministerio de Salud, Ministerio del Ambiente y Ministerio de Energía y Minas, viendo la problemática actual en el distrito de Chaupimarca de la provincia de Pasco de región Pasco y demás regiones que padecen de similar realidad, deben crear normativas integradoras acerca de las actividades mineras que generan áreas de influencia ambiental directa e indirecta, afectando en la salud del poblador aledaño a las actividades mineras y pasivos ambientales, así mismo registrar cada uno de los pasivos que pertenecen a los productores mineros artesanales y pequeños productores mineros que pertenecen a minería informal, para que se restaure y remedie los pasivos ambientales ocasionados en el medio ambiente.

3. Los problemas en la salud que trae consigo tener niveles de concentración de plomo en la sangre son en los niños pueden padecer diversas secuelas, como retraso mental o trastornos del comportamiento. Así mismo en niveles de exposición más débiles sin síntomas evidentes, el plomo puede provocar alteraciones muy diversas en varios sistemas del organismo humano. En los niños puede afectar, en particular, al desarrollo del cerebro como la disminución de la capacidad de concentración, rendimiento escolar y aumento de las conductas antisociales. En personas adultas la movilización del plomo del compartimiento inerte a la sangre aumenta en condiciones de deficiencia de calcio, como durante el embarazo, lactancia, menopausia, condiciones de estrés, enfermedades crónicas, hipertiroidismo, enfermedad renal, fracturas y edad avanzada.

## RECOMENDACIONES

1. Es importante que los representantes de las instituciones públicas y privadas del ámbito regional y nacional, como los Ministerios de Salud, Ambiente y Energía y Minas, con el Gobierno Regional de Pasco o quien haga sus veces, propongan lineamientos sobre la restauración de los pasivos ambientales generados por la actividad minera y el efecto en la salud del poblador, para el debido tratamiento de estos pobladores, comprometiéndose al sector privado de contribuir ante esta problemática, para evitar y restaurar los efectos en la salud de los pobladores del distrito de Chaupimarca, provincia Pasco, región Pasco.
2. El Ministerio de Energía y Minas, debe actualizar el inventario realizado de Pasivos Ambientales, pues como se menciona en el presente estudio, no se está considerando los pasivos ambientales que deja la minería informal de pequeños productores mineros y productores mineros artesanales.
3. Implementar programas de sensibilización y capacitación, sobre los cuidados a tener presente sobre la exposición de plomo en la sangre y los tratamientos existentes una vez adquirido el plomo dentro del organismo, con la finalidad de evitar que más niños se contaminen en el distrito de Chaupimarca y dar a conocer los tratamientos adecuados a seguir.
4. La formación profesional que he recibido en la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, me ha permitido realizar el presente estudio de investigación, con la finalidad de identificar y contribuir a determinar fuentes de contaminación para poder brindar alternativas de solución frente a la problemática de la contaminación de plomo en la sangre de los pobladores del distrito de Chaupimarca, que actualmente es considerado por las autoridades regionales de Pasco, como un problema de riesgo ambiental y daños en la salud del poblador. Y así esta investigación pueda servir de base para iniciar un proyecto de inversión pública.

## BIBLIOGRAFÍA

- Elizabeth J. Arango, Daniel S. Castañeda, Giancarlo G. Farfán y José M. Montoya, Centrum Graduate Business School, Universidad Pontificia Católica del Perú. Planeamiento Estratégico de la Región de Pasco. 90 – 97 julio 2018.
- Centro para la Prevención y Control de Enfermedades (CDC), Atlanta, EE.UU. Exposiciones a metales pesados en niños y mujeres en edad fértil en tres comunidades mineras de Cerro de Pasco. 2008.
- Cheikh Wade, Bernhard Dold, y Lluís Fontbote, “Geochemistry and Mineralogy of the Quiulacocha Tailings Impoundment from the Polymetallic Zn-Pb-(Ag-Bi-Cu) Deposit Cerro de Pasco, Peru,” trabajo presentado en la 7ma Conferencia Internacional sobre el Drenaje Ácido de Mina (ICARD), 26-30 de Marzo del 2006.
- Anna K. Cederstav y Alberto Barandirarán, La Oroya No Puede Esperar, Lima: Sociedad Peruana de Derecho Ambiental y Asociación Interamericana por la Defensa del Ambiente, 2002.
- INRENA. Plan Maestro de la Reserva Nacional de Junín, Junín, Perú. 2000. Págs. 8 - 11.
- IPCS (1998) Copper. Geneva, World Health Organization, International Programme on Chemical Safety (Environmental Health Criteria 2000).
- IPCS (1999) Manganese and its compounds. Geneva, World Health Organization, International Programme on Chemical Safety (Concise International Chemical Assessment Document 12).
- Jong T, Parry DL. Microbial sulfate reduction under sequentially acidic conditions in an upflow anaerobic packed bed bioreactor. *Water Research* 40, 2561-2571 (2006).
- Josh DeWind, *Peasants into Miners: The Evolution of Industrial Mining Systems in Peru*, New York: Garland Publishing, 1987, pp.230-241; Florencia Mallon, *The Defense of Community in Peru's Central Highlands: Peasant Struggle and Capitalist Transition, 1860-1940*, Princeton University Press, 1983, pp. 226-229.

- Lesher, C.M., Arndt, N.T., and Groves, D.I., 1984, Genesis of komatiite- associated nickel sulfide deposits at Kambalda, Western Australia: A distal volcanic model, in Buchanan, D.L., and Jones, M.J. (Editors), Sulphide Deposits in Mafic and Ultramafic Rocks, Institution of Mining and Metallurgy, London, p. 70-80.
- Volcán Compañía Minera S.A.A. Memoria Anual 2007.

**ANEXO N° 01**

**RELACIÓN DE POBLADORES Y CONCENTRACIÓN**  
**DE PLOMO EN LA SANGRE**

<b>N°</b>	<b>Poblador</b>	<b>EDAD</b>	<b>SEXO</b>	<b>Concentración de plomo en la sangre (ug/dL)</b>
1	P1	12 años	Femenino	8.34
2	P2	3 años	Femenino	7.76
3	P3	62 años	Femenino	2.12
4	P4	29 años	Femenino	7.42
5	P5	3 años	Femenino	4.83
6	P6	11 años	Femenino	5.28
7	P7	11 años	Masculino	2.1
8	P8	7 años	Masculino	9.36
9	P9	21 años	Femenino	2.15
10	P10	35 años	Femenino	2.48
11	P11	9 años	Femenino	3.56
12	P12	12 años	Masculino	2.59
13	P13	28 años	Femenino	2.26
14	P14	42 años	Femenino	4.16
15	P15	3 años	Masculino	<2.0
16	P16	15 años	Femenino	5.6
17	P17	28 años	Femenino	<2.0
18	P18	30 años	Femenino	6.22
19	P19	12 años	Femenino	9.95
20	P20	25 años	Femenino	4.38
21	P21	55 años	Femenino	<2.0
22	P22	4 años	Masculino	5.36
23	P23	37 años	Femenino	S/M
24	P24	9 años	Femenino	2.52
25	P25	43 años	Femenino	<2.0
26	P26	30 años	Femenino	<2.0
27	P27	3 años	Femenino	4.34
28	P28	7 años	Masculino	4.81
29	P29	2 años	Masculino	2.74
30	P30	26 años	Femenino	4.7
31	P31	29 años	Femenino	2.03
32	P32	34 años	Femenino	<2.0
33	P33	42 años	Femenino	3.42
34	P34	31 años	Femenino	<2.0
35	P35	6 años	Masculino	5.53
36	P36	3 años	Femenino	10.5
37	P37	23 años	Femenino	3.13
38	P38	33 años	Femenino	3.65

39	P39	17 años	Femenino	3.53
40	P40	7 años	Masculino	23.27
41	P41	20 años	Femenino	<2.0
42	P42	10 años	Femenino	4.19
43	P43	9 años	Masculino	2.88
44	P44	12 años	Femenino	<2.0
45	P45	43 años	Masculino	<2.0
46	P46	30 años	Femenino	<2.0
47	P47	31 años	Femenino	3,27
48	P48	21 años	Femenino	<2.0
49	P49	24 años	Femenino	8,61
50	P50	12 años	Masculino	3.96
51	P51	21 años	Femenino	<2.0
52	P52	25 años	Femenino	3.01
53	P53	35 años	Femenino	<2.0
54	P54	24 años	Femenino	<2.00
55	P55	10 años	Femenino	4.56
56	P56	21 años	Femenino	2
57	P57	2 años	Masculino	10.32
58	P58	30 años	Femenino	3.39
59	P59	15 años	Femenino	3.00
60	P60	51 años	Femenino	2.37
61	P61	23 años	Femenino	3.11
62	P62	28 años	Femenino	3.22
63	P63	7 años	Femenino	2.62
64	P64	6 años	Masculino	5.72
65	P65	15 años	Femenino	<2.0
66	P66	3 años	Masculino	3.38
67	P67	9 años	Masculino	6.79
68	P68	17 años	Femenino	<2.0
69	P69	9 años	Femenino	2.65
70	P70	6 años	Masculino	4.45
71	P71	25 años	Femenino	4.13
72	P72	12 años	Femenino	4.59
73	P73	7 años	Femenino	3.07
74	P74	12 años	Masculino	14.34
75	P75	25 años	Femenino	<2.0
76	P76	6 años	Masculino	9.62
77	P77	40 años	Femenino	3.9
78	P78	15 años	Masculino	<2.0
79	P79	8 años	Masculino	5.67
80	P80	52 años	Femenino	5.33

81	P81	12 años	Masculino	4.51
82	P82	43 años	Femenino	5.49
83	P83	16 años	Masculino	2.91
84	P84	5 años	Masculino	2.34
85	P85	15 años	Femenino	5.19
86	P86	28 años	Femenino	2.39
87	P87	24 años	Femenino	3.49
88	P88	3 años	Masculino	3.00
89	P89	3 años	Femenino	3.92
90	P90	8 años	Masculino	2.17
91	P91	36 años	Femenino	<2.0
92	P92	23 años	Femenino	8.46
93	P93	25 años	Masculino	3.47
94	P94	34 años	Femenino	4.18
95	P95	21 años	Femenino	<2.0
96	P96	29 años	Femenino	4.15
97	P97	4 años	Masculino	4.6
98	P98	29 años	Femenino	3.00
99	P99	57 años	Femenino	3.4
100	P100	28 años	Femenino	6.3
101	P101	32 años	Femenino	4.64
102	P102	17 años	Femenino	2.57
103	P103	21 años	Femenino	3.22
104	P104	36 años	Femenino	<2.0
105	P105	5 años	Masculino	6.6
106	P106	9 años	Femenino	5.04
107	P107	21 años	Femenino	2.11
108	P108	20 años	Femenino	8.55

**ANEXO N°02**

**AREAS DE INFLUCENCIA AMBIENTAL DIRECTA E INDIRECTA IDENTIFICADAS**

**POR EMPRESA MINERA CERRO S.A.C**



**ANEXO N°03**

**PANEL FOTOGRÁFICO**



**Foto N° 01:** Se aprecia el frontis del Centro de Salud Uliachin, donde se realizaron la toma de muestras de sangre de los pobladores del distrito de Chaupimarca.



**Foto N° 02:** Equipo técnico del Centro de Salud Uliachin.



**Foto N° 03:** Instalación del área de trabajo para la toma de muestras.



**Foto N° 04:** Área de toma de muestras de sangre.



**Foto N° 05:** Área de registro de pacientes.



**Foto N° 06:** Niño poblador del distrito de Chaupimarca en el Centro de Salud Uliachín.



**Foto N° 07:** Instrumentos médicos utilizados para la toma de muestras y recolección.



**Foto N° 08:** Instrumentos médicos utilizados para la recolección de muestras.



**Foto N° 09:** Preparando los instrumentos médicos para realizar la toma de muestras.



**Foto N° 10:** Desinfectando mano de la niña para toma de muestra de sangre.



**Foto N° 11:** Toma de muestra de niña pobladora del Distrito de Chaupimarca.



**Foto N° 12:** Etiquetado de muestras de sangre.



**Foto N° 13:** Lugar de refrigeración de muestras de sangre.