



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

**VRIN** | VICERRECTORADO  
DE INVESTIGACIÓN

## **FACULTAD DE TECNOLOGÍA MÉDICA**

### **CONCENTRACIÓN DE PLOMO EN SANGRE Y CADMIO EN ORINA ENTRE PACIENTES DE UN LABORATORIO CLINICO DE LIMA, 2023**

**Línea de investigación:**  
**Salud Pública**

Tesis para optar el Título Profesional de Licenciado Tecnólogo Medico en  
Laboratorio Clínico y Anatomía Patológica

#### **Autor**

Molleda Delgado, Mario Rodrigo

#### **Asesor**

Guerrero Barrantes, Cesar Enrique

ORCID: 0000-0001-9427-9281

#### **Jurado**

Astete Medrano, Delia Jessica

Garay Bambaren, Juana Amparo

Lazon Mansilla, David Felix

**Lima - Perú**

**2025**

RECONOCIMIENTO - NO COMERCIAL - SIN OBRA DERIVADA  
(CC BY-NC-ND)



# CONCENTRACIÓN DE PLOMO EN SANGRE Y CADMIO EN ORINA ENTRE PACIENTES DE UN LABORATORIO CLINICO DE LIMA, 2023.

## INFORME DE ORIGINALIDAD

28%	28%	10%	13%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	5%
2	<a href="https://www.scipedia.com">www.scipedia.com</a> Fuente de Internet	2%
3	Submitted to Universidad de Las Palmas de Gran Canaria Trabajo del estudiante	1%
4	<a href="https://es.scribd.com">es.scribd.com</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="https://repositorio.uwiener.edu.pe">repositorio.uwiener.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="https://docplayer.es">docplayer.es</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="https://www.researchgate.net">www.researchgate.net</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="https://scielo.sld.cu">scielo.sld.cu</a> Fuente de Internet	1%
9	<a href="https://repositorio.unfv.edu.pe">repositorio.unfv.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
10	<a href="https://repositorio.uap.edu.pe">repositorio.uap.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
11	<a href="https://repositorio.unica.edu.pe">repositorio.unica.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%



**FACULTAD DE TECNOLOGÍA MÉDICA**

**CONCENTRACIÓN DE PLOMO EN SANGRE Y CADMIO EN ORINA ENTRE  
PACIENTES DE UN LABORATORIO CLÍNICO DE LIMA, 2023.**

**Línea de investigación:  
Salud Pública**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADO TECNÓLOGO  
MÉDICO EN LABORATORIO CLÍNICO Y ANATOMÍA PATOLÓGICA**

**Autor:**

Molleda Delgado, Mario Rodrigo

**Asesor:**

Guerrero Barrantes, Cesar Enrique

ORCID: 0000-0001-9427-9281

**Jurado:**

Astete Medrano, Delia Jessica

Garay Bambaren, Juana Amparo

Lazon Mansilla, David Felix

**Lima – Perú**

**2025**

### **Dedicatoria**

Dedico esta tesis a Dios quien ha sido mi guía hasta el día de hoy. A mis padres quienes a lo largo de mi vida me siguen dando su apoyo y sus consejos incondicionales y por creer en mí siempre. A toda mi familia especialmente a mi prima Liz y mi madrina, aunque no estemos físicamente juntos siempre llevo presente sus enseñanzas del día a día siguiendo adelante.

Y a mi amor de 4 patas, mi Leopoldo, mi compañero fiel que estuvo conmigo en esas madrugadas de desvelo durante estos años de camino universitaria.

### **Agradecimientos**

Primero a Dios por darme la bendición y dirección en todo este camino, a mi asesor de tesis, Mg. Cesar Enrique Guerrero Barrantes,

por el tiempo brindado y el apoyo con todas las asesorías para poder culminar mi tesis, a mis queridos profesores de mi querida Facultad de Tecnología Médica por los grandes conocimientos brindados. Y a cada uno de mis jurados por el tiempo que se tomaron en la culminación de este proceso.

## INDICE

RESUMEN .....	6
ABSTRACT .....	7
I. INTRODUCCIÓN .....	8
1.1. Descripción y formulación del problema .....	8
1.2. Antecedentes.....	10
1.3. Objetivos .....	15
1.4. Justificación.....	15
II. MARCO TEORICO.....	16
2.1. Bases teóricas .....	16
III. METODO .....	25
3.1. Tipo de investigación .....	25
3.2. Ámbito temporal y espacial.....	26
3.3. Variables .....	26
3.4. Población y muestra .....	26
3.5. Instrumentos .....	28
3.6. Procedimientos .....	29
3.7. Análisis de datos .....	29
IV. RESULTADOS .....	30
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	46
VI. CONCLUSIONES.....	49

VII. RECOMENDACIONES.....	50
VIII. REFERENCIAS .....	51
IX. ANEXOS .....	58
Anexo A .....	58
Anexo B .....	60
Anexo C .....	61
Anexo D .....	65

## Resumen

Las personas podemos estar expuestas a los metales pesados que se encuentran muchas veces en muchos compuestos y productos debido a la contaminación industrial, esta intoxicación puede ser una preocupación relevante para la salud pública. **Objetivo:** Determinar la concentración de plomo en sangre y cadmio en orina entre pacientes de un laboratorio clínico de Lima durante el año 2023. **Método:** Transversal, descriptivo, de enfoque cuantitativo y un diseño no experimental, con una muestra de 340 pacientes para determinar la concentración de plomo en sangre y cadmio en orina. **Resultados:** Del total se encontró una edad media de  $35.04 \pm 8.23$  años, la mayoría fueron varones con 310 individuos (91.18%), provenían de Lima (53.53%), seguido de Arequipa (34.71%) y la población del sexo femenino fue de 30 individuos (8.82%). Se obtuvo que 340 (100%) pacientes se realizaron el dosaje de plomo en sangre mientras que 150 (44.12%) se realizaron el dosaje de cadmio en orina. La concentración de plomo y cadmio fue de  $3.85 \mu\text{g/dL}$  y  $0.52 \mu\text{g/L}$ , respectivamente. Se obtuvo que el 9.11% de los pacientes presentaron una concentración de plomo en sangre elevada y el 4.67% tenían una concentración de cadmio en orina elevada. Se concluyó que la concentración de plomo en sangre y cadmio en orina entre pacientes de un laboratorio clínico de Lima fue de  $3.85 \mu\text{g/dL}$  y  $0.52 \mu\text{g/L}$ , respectivamente.

**Palabras claves:** metales pesados, plomo, cadmio.



### Abstract

People can be exposed to heavy metals that are often found in many compounds and products due to industrial pollution, this poisoning can be a relevant concern for public health. Objective: To determine the concentration of lead in blood and cadmium in urine among patients of a clinical laboratory in Lima during the year 2023. Method: Cross-sectional, descriptive, quantitative approach and a non-experimental design, with a sample of 340 patients to determine the concentration of lead in blood and cadmium in urine. Results: Of the total, an average age of  $35.04 \pm 8.23$  years was found, the majority were men with 310 individuals (91.18%), they came from Lima (53.53%), followed by Arequipa (34.71%) and the female population was 30 individuals (8.82%). It was found that 340 (100%) patients underwent blood lead testing, while 150 (44.12%) underwent urine cadmium testing. The lead and cadmium concentrations were  $3.85 \mu\text{g/dL}$  and  $0.52 \mu\text{g/L}$ , respectively. It was found that 9.11% of the patients had elevated blood lead concentrations, and 4.67% had elevated urine cadmium concentrations. It was concluded that the blood lead and urine cadmium concentrations among patients in a clinical laboratory in Lima were  $3.85 \mu\text{g/dL}$  and  $0.52 \mu\text{g/L}$ , respectively.

**Keywords:** heavy metals, lead, cadmium.

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Descripción y formulación del problema

La intoxicación por metales pesados tiene un gran impacto lo que genera un problema para la salud a nivel internacional, la contaminación por metales pesados constituye un problema en países no desarrollados y subdesarrollados con altos costos para el estado y que aún no se puede erradicar debido a su potencial efecto agudo y crónico para la salud y por su inmensa variedad de fuentes de exposición, como las actividades productivas, extractivas y fuentes naturales.

La OMS ha incluido tanto el plomo como el cadmio dentro de una lista de productos químicos que ocasionan graves problemas para la salud, debido a la exposición que se genera tanto en fuentes naturales o actividades antropogénicas que se dan tanto en el aire, suelo y agua (Organización Mundial de la Salud ,2022).

El primer reporte de envenenamiento infantil por plomo se desarrolló en Australia, después de extensos estudios epidemiológicos realizados por A.J. Turner y J.L Gibson en 1899, quienes relacionaron el envenenamiento de plomo con la ingestión de pinturas en casas. A partir de este estudio se han desarrollado varias investigaciones que han encontrado una asociación entre exposición ambiental al plomo y efectos toxicológicos en niños, donde se encuentran trastornos de conducta, déficit intelectual, hiperactividad, patología renal, anemia, interferencia en el metabolismo de la vitamina D e hipertensión.

En Latinoamérica el riesgo de exposición por metales pesados está relacionada con la explotación de recursos no renovables debido a esto ha provocado la contaminación de los suelos, agua y aire. Entre los principales contaminantes se encuentran el cadmio y el plomo utilizados en la explotación minera y el desarrollo industrial, dicha exposición genera una

bioacumulación en el organismo lo que origina en el tiempo graves riesgos para la salud y el desarrollo humano.

La contaminación del agua, aire y suelo con metales pesados generados por la actividad minera, petrolera e industrial pone en riesgo con estimaciones del Ministerio de Salud a más de 10 millones de habitantes del Perú y la mayoría no están identificados donde no cuentan con un diagnóstico de laboratorio y ni reciben tratamiento médico, por ello es importante que las personas expuestas a estas sustancias tóxicas sepan los tipos de dosajes que miden la exposición a metales pesados (análisis de sangre y de orina), esto ayudara a determinar en un periodo de 10 a 15 días dicha exposición para el diagnóstico y tratamiento de esta problemática.

En el Perú, debido al crecimiento demográfico y el desarrollo industrial optó a muchas familias se alojen en zonas aledañas a fábricas, minerías, metalurgias, viéndose expuestas a emanaciones de humos contaminantes (Oriundo y Robles, 2009) y por el poco conocimiento sobre los riesgos a la exposición prolongada de dichos metales como el plomo y cadmio pueden correr un riesgo para la salud, siendo el plomo el de mayor importancia donde ciertas empresas productoras contienen enormes cantidades de reservas de dicho mineral, donde en el 2018 reportaron grandes producciones como las empresas Volcan (17%), Buenaventura (9%), El Brocal (8%), Raura (7%), y Nexa el Porvenir (6%) donde Perú puede ser considerado como un país netamente minero por lo cual gran parte de su población siempre estará expuesta. (Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía [SNMPE], 2018).

Por lo tanto, la intención de este estudio es evaluar las concentraciones de plomo en sangre y cadmio en orina en personas que están expuestos con estos metales debido a su ocupación laboral provenientes de la explotación minera y ayudar a concientizar y dar un conjunto de actitudes preventivos.

### **1.1.1 Problema Principal**

¿Cuál es la concentración de plomo en sangre y cadmio en orina en los pacientes de un Laboratorio Clínico, Lima, 2023?

### **1.1.2 Problema Específicos**

¿Cuál es la concentración de plomo en sangre en los pacientes de un Laboratorio Clínico, Lima, 2023?

¿Cuál es la concentración de cadmio en orina en los pacientes de un Laboratorio Clínico, Lima, 2023?

¿Cuál son los niveles de plomo en sangre y cadmio en orina según el sexo y edad?

¿Cuál es la relación de los niveles de plomo en sangre y cadmio en orina según la ocupación laboral del paciente?

## **1.2. Antecedentes**

### **1.2.1. Nacionales**

Pérez Bueno (2018), en el estudio titulado: “Evaluación biológica de la exposición laboral al plomo”, cuyo objetivo fue calcular los niveles de plomo en sangre y de protoporfirina libre eritrocitaria en un grupo de trabajadores, donde se evaluaron 776 casos que acudieron a los laboratorios del Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores en el año 2018, provenientes de diferentes sectores industriales. Se les realizó la determinación de plomo en sangre a 288 y la de protoporfirina a 488, según métodos instituidos del laboratorio. Sus resultados de la investigación fueron que la concentración de plomo en sangre osciló entre 5  $\mu\text{g/dL}$  y 89  $\mu\text{g/dL}$  para un promedio en hombres de  $24 \mu\text{g/dL} \pm 21 \mu\text{g/dL}$  y en las mujeres de  $11 \mu\text{g/dL} \pm 9 \mu\text{g/dL}$ . Para la protoporfirina, esta fluctuó entre 21  $\mu\text{g/dL}$  y 274  $\mu\text{g/dL}$ , con un promedio de  $47 \mu\text{g/dL} \pm 22 \mu\text{g/dL}$  en hombres y  $66 \mu\text{g/dL} \pm 32 \mu\text{g/dL}$  en las mujeres. El 8 %

de los casos evaluados tuvo valores de plomo en sangre mayores de 60  $\mu\text{g/dL}$  y para la protoporfirina el 5 % de los casos presentaron valores por encima de 85  $\mu\text{g/dL}$ .

Morales (2018), en su estudio titulado: “Niveles de plomo sanguíneo y factores asociados en niños residentes en el distrito del Callao”, con el objetivo de catalogar los niveles de plomo en sangre y conocer los factores asociados a niveles elevados de plomo en sangre en niños residentes en el distrito del Callao, esta población estuvo constituida por niños de 1 a 13 años de ambos géneros, los datos se reunieron entre marzo y abril del 2017. Resultados. En los 310 niños estudiados, la media del plomo en sangre fue 8,59  $\mu\text{g/dL}$  y la mediana fue mayor en los varones ( $p=0,008$ ). Los niveles de plomo en sangre donde el 18,1% fue  $<5 \mu\text{g/dL}$ ; 54,5% entre 5 y 10  $\mu\text{g/dL}$  y 27,4%  $\geq 10 \mu\text{g/dL}$ , con diferencias significativas entre géneros ( $p=0,007$ ). Los niveles de plomo en sangre  $\geq 10 \mu\text{g/dL}$  se presentaron en mayor proporción en los niños menores de 10 años ( $p=0,008$ ), en los niños cuyos padres no recibieron ninguna educación respecto al plomo ( $p<0,001$ ). Los factores de riesgo vinculados a niveles elevados de plomo fueron: residencia con piso de tierra (OR: 2,92; IC95%: 1,26-6,78), hábito de ingesta de tierra en los niños (OR: 1,76; IC95%: 1,02-3,07), morder o chupar lápiz (OR: 1,86; IC95%: 1,12-3,10) y morder o chupar juguetes (OR: 1,97; IC95%: 1,16-3,33).

Chávez (2018), desarrollaron el estudio en Lima, con el propósito de determinar los niveles de plomo sérico en residentes adultos del asentamiento humano "Virgen de Guadalupe", la indagación fue de un enfoque cuantitativo, de diseño no experimental mediante la espectrofotometría de absorción atómica por horno de grafito, se realizó a 40 personas residentes del asentamiento humano. De los resultados, se halló una concentración media de plomo de 2.288  $\mu\text{g/dL}$  en los residentes del asentamiento humano, donde la población femenina presentó concentración media de 2.066  $\mu\text{g/dL}$  y en la población masculina una concentración media de 2.732  $\mu\text{g/dL}$ . Asimismo, las personas que no son residentes del asentamiento humano presentaron una concentración menor a 0.100  $\mu\text{g/dL}$ . Finalmente, se determinó que los

residentes del asentamiento humano poseen una concentración de plomo más elevada en comparación a las personas que no residen; por lo tanto, las concentraciones de plomo en sangre se encontraron por debajo del límite establecido por la Organización Mundial de la Salud.

### **1.2.2.Internacionales**

Tellez y Rojo (2020), en el estudio titulado: “Análisis de la distribución nacional de intoxicación por plomo en niños de 1 a 4 años. Implicaciones para la política pública en México”, cuyo propósito es evaluar la magnitud de intoxicación por plomo en niños de 1 a 4 años e identificar la contribución del uso de loza de barro vidriado con plomo (LBVPb) como fuente de exposición en los 32 estados de México. Las muestras de plomo sérico se realizaron en niños que participaron en la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2018-2019. Se estimó la prevalencia de intoxicación, su asociación con del uso de loza de barro vidriado con plomo y distribución nacional. Resultados: La prevalencia nacional de intoxicación fue 17.4%, lo cual representa 1.4 millones de niños. Esta prevalencia fue 30.7% entre usuarios de LBVPb y 11.8% entre no usuarios. En 17 estados la prevalencia de intoxicación es  $\geq 10$ ; en 11 estados es  $\geq 5-10$  y en 4 estados es  $< 5$ .

Duan (2020), desarrollaron el estudio en Estados Unidos que tiene como objetivo determinar la relación entre las concentraciones de metales pesados en sangre y orina con la enfermedad cardiovascular (ECV) y la mortalidad por cáncer. El estudio se ejecutó mediante un diseño observacional obteniendo la información de la Encuesta Nacional de Examen de Salud y Nutrición (NHANES, por sus siglas en inglés) donde participaron 26 056 personas. La investigación observó que la edad promedio de la población fue de  $45.9 \pm 0.3$  años y el índice de masa corporal fue de  $28.6 \pm 0.1$  Kg/m<sup>2</sup>. Así mismo, pudo encontrar que las concentraciones promedio de plomo y cadmio en sangre fueron de 1.49 mg/L y 0.40 mg/L, respectivamente y las concentraciones promedio en orina se encontraban entre 0.01 mg/L y 42.90 mg/L. Finalmente, se determinó que existe una asociación positiva entre las concentraciones de

metales pesados con la mortalidad por enfermedad cardiovascular y cáncer. Asimismo, se necesitan más estudios para confirmar estos importantes hallazgos.

Ríos (2020), desarrolló el estudio en Chile que tiene como objetivo de determinar los niveles de plomo, cromo, cadmio, mercurio y arsénico inorgánico en personas mayores de 5 años. El estudio es epidemiológico de corte transversal y de diseño observacional, la muestra estaba conformada por 1203 personas residentes de Antofagasta, se reunió dicha información y se obtuvieron las muestras de orina y sangre para el análisis mediante la técnica de espectrometría de masas con plasma inductivamente acoplado (ICP-MS). De los resultados se encontró que la edad promedio de la población fue de 30 años, el 52% de los encuestados eran fumadores. Asimismo, los adultos (8%) y los niños (12%) manifestaron concentraciones superiores a 35 µg/L de arsénico inorgánico; así mismo, se encontró concentraciones promedio de 10 µg/L para cromo, 10 µg/L para mercurio, 2 µg/L para cadmio y 10 µg/dL para plomo. Finalmente, se determinó que los factores relacionados con elevadas concentraciones de arsénico inorgánico en adultos fueron del sexo masculino y la baja escolaridad, por lo que es relevante analizar todas las fuentes potenciales de exposición a arsénico inorgánico.

Rivera y Pernía (2021), en su estudio titulado: “Determinación de los niveles de plomo en sangre en trabajadores de fábricas de batería ubicadas en Ecuador”, cuyo objetivo fue generar una línea base sobre las concentraciones de plomo en sangre de un grupo de trabajadores de fábricas de baterías en Guayaquil y de un grupo control no expuesto laboralmente al metal, con el propósito de establecer la existencia de riesgo ocupacional entre sexo, edad y puestos de trabajos, se procedió a tomar muestras de sangre a los trabajadores y al grupo control. Las muestras fueron analizadas por el método de espectrofotometría de absorción atómica con horno de grafito. Los resultados fueron que el 100 % de los trabajadores presentaron en una concentración de plomo promedio de  $16.22 \pm 6.82$  µg/dL superior al valor de la Organización Mundial de la Salud, pero inferior al límite establecido por la

Administración de Seguridad y Salud Ocupacional de 40  $\mu\text{g/dL}$ ; además, el valor fue superior al del grupo control ( $0.68 \pm 0.15 \mu\text{g/dL}$ ). Los hombres presentaron mayores niveles de plomo que las mujeres, y estos valores variaron dependiendo del puesto de trabajo en la fábrica. Finalmente, el 100 % del grupo control y el 4.55 % de los trabajadores no presentaron riesgo de intoxicación por plomo, un 13.64 % presentó riesgo bajo, 78.79 % riesgo medio y solo un 3.00 % riesgo alto.

Lee (2021), desarrollaron el estudio en Corea, tiene como objetivo determinar la asociación entre la exposición de material particulado y las concentraciones de plomo y cadmio en sangre en amas de casa. El estudio es un método no experimental con una muestra de 88 amas de casa coreanas que se les evaluó las concentraciones de material particulado en interiores empleando un método gravimétrico y analizó las concentraciones de plomo y cadmio en sangre. En los resultados se encontró que la mayoría de las amas de casa (46.6%) se encontraban en grupo de edad de 24 a 33 años, solo el 2.3% eran fumadoras, 85.2% consumían alcohol y el 65.9% presentaron un índice de masa corporal inferior a 25. Asimismo, se encontró que el plomo y cadmio presentaron concentraciones promedio de 1.17  $\mu\text{g/L}$  y 0.63  $\mu\text{g/L}$  respectivamente. Finalmente, se determinó que existe una relación significativa entre la exposición al material particulado en interiores y las concentraciones de cadmio en sangre en amas de casa coreanas.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivos general**

Determinar la concentración de plomo en sangre y cadmio en orina en los pacientes de un Laboratorio Clínico de Lima, Perú 2023.



### **1.3.2.Objetivos específicos**

Determinar la concentración de plomo en sangre en los pacientes de un Laboratorio Clínico de Lima, Perú 2023.

Determinar la concentración de cadmio en orina en los pacientes de un Laboratorio Clínico de Lima, Perú 2023.

Determinar los niveles de plomo en sangre y cadmio en orina según el sexo y edad.

Relacionar los niveles de plomo en sangre y cadmio en orina según la ocupación laboral del paciente.

### **1.4. Justificación**

La intoxicación de plomo y cadmio tiene una gran relevancia como una preocupación de salud pública ya que como elementos no cumplen ninguna función biológica para el organismo y su acumulación gradual resulta tóxico en las personas por la amplia variedad de fuentes de exposición existentes. Esta investigación analiza la importancia del conocimiento de las concentraciones de plomo y cadmio según la ocupación de trabajo del paciente, sexo y edad. Esto con la finalidad de brindar conocimientos epidemiológicos de la intoxicación por estos metales, ya que es complicado establecer cuando no existen antecedentes claros de exposición debido que las personas intoxicadas a veces no presentan signos ni síntomas lo que puede ser algo relativamente inespecíficos.

## II. MARCO TEORICO

### 2.1. Bases teóricas

Los metales pesados son elementos persistentes, imperceptibles y potencialmente tóxicos para el ser humano de una alta densidad y peso atómico producidos generalmente por procedimientos industriales, los principales metales basados en su toxicidad son: el plomo (Pb), cadmio (Cd), arsénico (As), cobre (Cu), mercurio (Hg), níquel (Ni) y zinc (Zn).

Los metales pesados se han incrementado debido a la relación entre el desarrollo industrial con el aumento de los niveles de dichos elementos en suelos y agua, entre las principales fuentes de contaminación tenemos: la minería, metalurgia, agricultura (por el uso de fertilizantes e insecticidas), ganadería, química y farmacéutica.

Por su elevada toxicidad y el impacto causado en la salud por la exposición prolongada o por bioacumulación de dichos metales pesados durante un periodo largo de tiempo resulta alarmante, dependiendo del tipo de metal o metaloide producen afecciones que puede ocasionar daños a diferentes órganos vitales hasta desarrollo cancerígenos, enfermedad renal crónica, trastornos del neurodesarrollo, enfermedades cardiovasculares y daño neuronal.

Un estudio realizado por Huang (2022) evidencia que:

Los daños ocasionados por el plomo y el níquel se encuentran asociados significativamente de manera negativa a la hemoglobina y el volumen corpuscular medio. Además, se observó que en los varones el plomo y en mujeres el plomo y níquel se relacionaron significativamente de manera negativa con la concentración de hemoglobina corpuscular medio. Así mismo, estas sustancias tóxicas pueden ejercer efectos adversos sobre la presión arterial a través de la generación de especies reactivas de oxígeno (ERO) y la inducción de estrés oxidativo (p. 77).

La disponibilidad de equipos de espectrometría de masas de plasma acoplado inductivamente (ICP-MS) capaces de medir varios elementos a la vez, ha impulsado la realización de estas prácticas. Asimismo, en algunas investigaciones también se emplea la espectrometría de absorción atómica en horno de grafito (GFAAS) con la finalidad de medir las concentraciones de metales pesados en sangre y en orina (Huang y Hsieh, 2022).

### **2.1.1.En Relación a la Intoxicación por Plomo**

El plomo es uno de los metales pesados más distribuidos en la superficie de la tierra existiendo un alto riesgo de exposición afectando en si al comportamiento del cuerpo humano siendo un tema de interés mundial para buscar opciones de poder reducir el riesgo de contaminación no ocupacional y laboral, están presente en varias actividades contaminantes como en el trabajo con pinturas, baterías, soldadura, recipientes de cristal, municiones para armas, en algunas variedad de juguetes que contienen algún metal pesado.

La absorción del metal como el plomo dependerá del estado de salud, nutrición y edad de la persona. Las principales vías de ingreso en las personas que están en contacto a una exposición son por vía respiratoria y gastrointestinal. La vía respiratoria es la más frecuente donde se llega a absorber hasta el 50%, a través del tracto gastrointestinal de una persona adulta puede absorber hasta un 15% de plomo y en niños llegar hasta el 50%.

Comparado con los adultos, los niños absorben más el plomo que ingieren, debido que los niños a menudo se colocan sus manos y objetos en la boca.

#### **Fuentes de Exposición**

Las fuentes de exposición al plomo pueden ser clasificadas de diferentes maneras:

### Exposición Ocupacional

El plomo es considerado un contaminante ocupacional ampliamente distribuido por todo el mundo. Está presente en lugares donde se desarrollan procesos de producción o manejo de plomo como es en la metalurgia, fundiciones, minería extractiva, actividades de soldadura, construcción civil, industria cerámica, fabricación de pinturas, manufactura de caucho y vidrio, procesos de cortado de metal, manufactura de plástico, fabricación y reciclado de baterías.

### Exposición Ambiental

El plomo proviene de fuentes de emisión como: parque automotriz, producción de energía, combustión de energía, combustión de residuos, producción de revestimientos de cables, pinturas, barnices, fundiciones de hierro y acero.

### Exposición Doméstica

Las casas antiguas empleaban pinturas a bases de plomo, donde presentaban altas concentraciones de dicho metal y por el desgaste de la pintura de las paredes terminaba cayendo generando así polvo con contenido de plomo en la casa, los niños que se llevan objetos o los dedos a la boca pueden verse expuestos fácilmente a este metal, en juguetes y materiales de escritorio también están presentes con compuestos de plomo, siendo los niños los principales afectados a este metal toxico ( Ramos, 2016).

#### **2.1.2.Fisiopatología del Plomo.**

El plomo puede ser inhalado y absorbido dependiendo de su forma, tamaño, estado nutricional y la edad a través del sistema respiratorio o ingerido y absorbido por el tracto gastrointestinal; hay mayor absorción de plomo si la partícula es pequeña, si hay deficiencia de hierro y/ o calcio, si hay una gran ingesta de grasa o inadecuada ingesta de calorías.

Luego de la absorción el plomo se distribuye en compartimentos: en primer lugar, circula por el torrente sanguíneo donde el 95% del plomo está unido al eritrocito donde interfiere en la síntesis del grupo hemo produciendo anemia, después se distribuye a los tejidos blandos como el hígado, riñón, médula ósea y sistema nervioso central que son órganos blancos para la toxicidad y luego de 1 a 2 meses el plomo se difunde a los huesos donde es inerte y no tóxico (Ellenhorn, 1998).

El plomo es almacenado en los huesos y dientes donde puede volver a ingresar a la circulación sanguínea durante periodos de deficiencia de calcio como en el embarazo, lactancia y osteoporosis. Hay que destacar que el plomo es teratógeno porque traspasa con facilidad la barrera placentaria pudiendo encontrarse concentraciones comparables de plomo en la sangre de la madre y del recién nacido (Revista de la Sociedad Peruana de Medicina Interna, 2005).

#### **2.1.2.1. Efectos en la Salud**

El plomo tiene una gran afinidad por los grupos sulfhidrilo en especial por las enzimas dependientes de zinc e interfiere con el metabolismo del calcio sobre todo cuando está en concentraciones bajas, el plomo altera el calcio de las siguientes formas:

- a) Reemplaza al calcio y se comporta como un segundo mensajero intracelular alterando la distribución del calcio en los compartimentos dentro de la célula.
- b) Activa la proteinquinasa C que es una enzima que depende del calcio y que interviene en múltiples procesos intracelulares.
- c) Se une a la calmodulina más ávidamente que el calcio, ésta es una proteína reguladora importante.
- d) Inhibe la bomba de Na-K-ATPasa lo que aumenta el calcio intracelular.

- e) Estas alteraciones a nivel del calcio traen consecuencias en la neurotransmisión y en la actividad vascular lo que explicaría en parte la hipertensión y la neurotoxicidad.

A nivel renal interfiere con la conversión de la vitamina D a su forma activa, hay inclusiones intranucleares en los túbulos renales, produce una tubulopatía que en estadios más avanzados llega a atrofia tubular y fibrosis sin compromiso glomerular caracterizándose por una proteinuria selectiva.

En niños se puede ver un síndrome semejante al de Fanconi con aminoaciduria, glucosuria e hipofosfatemia, sobre todo en aquellos con plumbemia altas.

#### **2.1.2.2. Diagnóstico de plomo.**

En la parte del laboratorio suele ser frecuente la anemia que puede ser normocrómica o hipocrómica, normocítica o microcítica, el punteado basófilo que si bien no es patognomónico es muy característico del saturnismo; la presencia de la b2 microglobulina en orina donde permite ser como un marcador temprano de daño renal y en el espermatograma puede hallarse alteración tanto en el número como en la forma de los espermatozoides.

En cuanto en los análisis de laboratorio toxicológico se prefiere usar la plumbemia y la zinc-protoporfirina, la primera indica exposición y sirve para tomar conducta terapéutica y la segunda es marcador de efecto que indica daño de órgano blanco, en este caso el hematopoyético.

Ante la exposición laboral al plomo el seguimiento se realiza con la plumbemia (determinación de plomo en sangre), en el estado peruano se contempla un valor de referencia en niños menores de 12 años y gestantes una concentración menor a 10 µg/dL, en personas adultas no expuestas ocupacionalmente menor a 20 µg/dL y en personas adultas expuestas ocupacionalmente menor a 40 µg/dL; realizando el método de espectrofotometría por absorción atómica en horno de grafito (GFAAS) (Ministerio de Salud del Perú [MINSA], 2017).

### **2.1.2.3. Exposición y contaminación ocupacional**

El plomo es un gran contaminante químico ocasionando problemas en la salud, se han reconocido estudios extensivos en el ambiente laboral de exposición al plomo donde el hombre presenta características asociadas con una alta probabilidad significativa a una exposición mayor debido al crecimiento industrial y minera que existe a nivel mundial, también puede relacionarse a las malas condiciones de trabajo, el mal manejo de los implementos de protección, el poco conocimiento de las exposiciones a los metales, por lo cual se deben medir las concentraciones ambientales (lugares de trabajo y ambientes comunitarios) y biológicas (población trabajadora y población general) de plomo y luego compararlas con los valores de referencia. Estas mediciones se denominan monitoreos ambientales y biológicos.

Los monitoreos biológicos manejan dos tipos de indicadores: de exposición y de efecto.

La Plumbemia (concentración de plomo en sangre) es el indicador de exposición y está influida por la carga en el organismo y por la exposición reciente. Refleja esencialmente la dosis de plomo absorbida durante las semanas precedentes. No es suficiente para valorar la carga total de plomo y es por método invasivo porque requiere de una punción venosa.

Los indicadores de efectos que se utilizan son la medición del deltaalaurinario, (ácido delta amino levulínico urinario o ALA) y de la protoporfirina eritrocitaria libre en sangre o protoporfirina zinc. Los valores por encima de los considerados implican un efecto bioquímico. Para descubrir exposiciones al plomo correspondientes a plumbemias inferiores a 40 ug/100 ml la investigación de ALA urinario no es lo suficientemente sensible.

### **2.1.2.4. En relación a la intoxicación por cadmio**

El cadmio es un metal pesado considerado como uno de los elementos más tóxicos junto con el mercurio y el plomo. Se encuentra ampliamente distribuido en la naturaleza asociado a distintos minerales, es uno de los mayores agentes tóxicos asociado a contaminación ambiental

e industrial, suele localizarse en productos como pinturas, plásticos, baterías, pigmentos, soldaduras, entre otros. La problemática del cadmio radica en su elevada toxicidad, en su larga vida media y en la capacidad para ser acumulado por los seres vivos (Capó, 2007).

El cadmio es un elemento químico que se puede encontrar en el grupo 12 de la tabla periódica junto con el mercurio y el zinc. En su forma de metal es puro, blando, dúctil y maleable de color plateado claro. El comportamiento químico del cadmio se asemeja al del zinc, es mucho más afín al azufre y más móvil en ambientes ácidos.

Se elabora como subproducto en el tratamiento metalúrgico del zinc y del plomo, a partir de sulfuro de cadmio; en el proceso hay formación de óxido de cadmio que es un compuesto muy tóxico. Además de contaminar el ambiente desde su fundición y refinación, contamina también por sus múltiples aplicaciones industriales.

El ser humano se expone ocupacionalmente a cadmio por inhalación en los procesos de la minería, metalurgia, combustión de combustibles fósiles, en la aleación y refinación de metales que utilizan cadmio para producir artículos como baterías, esmaltes, plásticos, aplicación de fertilizantes, fungicidas y en la disposición e incineración de productos que contienen cadmio.

Debido a su alta tasa de transferencia desde el suelo, el cadmio es un contaminante que se encuentra en múltiples alimentos lo que hace que la dieta sea la principal fuente de exposición entre la población general. No obstante, en la población fumadora o expuesta al humo del tabaco la principal fuente de exposición a cadmio es el consumo de cigarrillos donde el humo del cigarro es una de las más grandes fuentes puntuales de exposición a cadmio, donde cada cigarrillo contiene aproximadamente 1,5 a 2,0  $\mu\text{g}$  de cadmio, el 70% del cual se aspira el humo al fumar. También son fuentes de exposición el consumo de agua contaminada, la ingesta de alimentos que contengan cadmio, tales como cereales, moluscos, crustáceos, productos



lácteos y carnes (especialmente hígado y riñón) o que hayan estado almacenados en recipientes que contuvieran cadmio, así como la inhalación de aire contaminado procedente de incineradoras y fundiciones

Las manifestaciones clínicas de la exposición al cadmio pueden clasificarse de acuerdo con el tiempo prolongado y su exposición que puede clasificarse en agudas y crónicas. El cadmio ingresa al organismo por las vías respiratoria por la cual se produce la mayor absorción entre el 25% y el 50% del cadmio inhalado se absorbe, por la vía digestiva la absorción es menor entre el 5-20%. En la población ocupacional es frecuente encontrar intoxicaciones agudas y crónicas muy características. La clínica de las intoxicaciones por cadmio es variable y sus efectos en la salud son como los de cualquier sustancia peligrosa y dependen de la dosis, la duración y el tipo de exposición.

### **2.1.3.Fisiopatología del cadmio.**

El cadmio puede ingresar al organismo por consumo de agua contaminada, alimentos contaminados, humo de los cigarrillos, entre otros; pudiendo absorberse entre el 10 al 50 % del cadmio inhalado y entre el 5-10% del cadmio ingerido (Lin, 2021).

También se ha contemplado que el cadmio puede interactuar con los grupos hidroxilo, mercapto y amino de las proteínas para generar complejos de proteínas que pueden suprimir o inactivar múltiples sistemas enzimáticos. Un mecanismo fisiopatológico que el cadmio puede provocar es una expresión génica anormal donde inhibe la reparación del daño del ADN y la apoptosis celular (Ren, 2019).

La mayor parte del cadmio que entra al cuerpo va a los riñones y al hígado y puede permanecer allí durante años. Una pequeña cantidad de cadmio que entra al cuerpo es eliminada lentamente en la orina y las heces.

El cuerpo puede transformar una mayor parte del cadmio en una forma que no es perjudicial para la salud. Sin embargo, una gran cantidad de cadmio puede sobrecargar la capacidad del hígado y los riñones.

#### **2.1.3.1. Diagnóstico de cadmio.**

Para el diagnóstico de cadmio se considera la exposición ocupacional y el consumo de tabaco. Asimismo, los valores de referencia para las personas no expuestas ocupacionalmente a cadmio son de  $< 1 \mu\text{g/L}$  en orina en individuos no fumadores y de  $< 2 \mu\text{g/L}$  en orina en individuos fumadores. Asimismo, para las personas que se encuentran ocupacionalmente expuestas a cadmio se considera un valor de referencia de  $< 10 \mu\text{g/L}$  en orina. Además, al igual que el plomo el cadmio se detecta mediante el método de espectrofotometría de absorción atómica con horno de grafito (MINSA, 2015).

### **III. METODO**

#### **3.1. Tipo de investigación**

Según el Enfoque Metodológico

Es una investigación Cuantitativa, ya que la obtención de los datos y/o resultados de la investigación se les aplican métodos estadísticos para la determinación de diferencias estadísticamente a partir de los resultados de concentración de Plomo en sangre y cadmio en orina.

Según el Nivel o según la Finalidad

Es una investigación Pura, ya que se encarga de buscar información para tener un mejor entendimiento de los conceptos fundamentales de la investigación.

Según el Nivel de Conocimiento

Es una investigación de Tipo Descriptivo, ya que se utiliza criterios sistemáticos que permitan poner de manifiesto su estructura y mide o evalúa diversos aspectos, dimensiones o componentes.

Según la Fuente de Toma de Datos

Es un diseño Retrospectivo, ya que los valores de plomo sérico y cadmio en orina serán recopilados de una base de datos ya analizados por el Laboratorio Clínico en el periodo del año 2023.

Según el Número de Mediciones

Es un estudio Transversal, ya que la concentración de plomo sérico y cadmio en orina se realizará en un momento determinado del tiempo y no se realizarán seguimiento de los pacientes.

### 3.2. Ámbito temporal y espacial

El ámbito espacial del desarrollo del presente proyecto será en la clínica Pulso Salud - Laboratorio clínico y salud ocupacional, ubicado en el distrito de San Borja, Lima. El ámbito temporal del estudio incluye el año 2023.

### 3.3. Variables

- Variable 1:

*Plomo sérico*

- Variable 2:

Cadmio en orina

#### 3.1.1. Operacionalización de las variables

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	INDICADOR	CATEGORIA Y ESCALA
<b>CONCENTRACION DE PLOMO EN SANGRE</b>	Estimación de la cantidad de plomo en la sangre.	µg/dL	< 10 µg/dL < 30 µg/dL (Expuestos) <b>Escala:</b> µg/dL
<b>CONCENTRACION DE CADMIO EN ORINA</b>	Estimación de la cantidad con exactitud de cadmio en el cuerpo.	µg/L	0 – 2.6 <b>Escala:</b> µg/L De Razón y Proporción

### 3.4. Población y muestra

#### 3.4.1. Población

La población del estudio estuvo conformada por 2988 pacientes que se realizaron el dosaje en el segundo trimestre del 2023 para determinar la concentración de plomo en sangre y cadmio en orina que fueron atendidos en la clínica Pulso Salud - Laboratorio clínico y salud ocupacional.

#### 3.4.2. Muestra

El presente estudio contó con una muestra integrada por 340 pacientes que se realizaron el dosaje para determinar la concentración de plomo en sangre y cadmio en orina, de esta manera, el tamaño muestral se calculó mediante la fórmula de aleatorio simple para poblaciones finitas.

$$n = \frac{(N) (Z\alpha^2) (P)(Q)}{e^2 (N - 1) + (Z\alpha^2) (P)(Q)}$$

$$n = \frac{(2988)(1.96^2) (0.5) (0.5)}{0.05^2 (2988 - 1) + (1.96^2) (0.5) (0.5)}$$

$$n = \frac{2869.6752}{7.4675 + 0.9604}$$

$$n = \frac{2869.6752}{8.4279}$$

$$n = 340.49$$

Donde:

Z: 1.96

P y Q: proporción de rechazo; 0.5

E: 0.05

N: 2988

### **Criterios de Inclusión**

- Pacientes que se realizaron el dosaje de plomo sérico y cadmio en orina en el segundo trimestre del año 2023.
- Pacientes con información completa sobre las variables intervinientes (edad, sexo, puesto de trabajo).
- Pacientes con nacionalidad peruana.
- Pacientes con resultados completos de plomo sérico y cadmio en orina.

### ***Criterios de Exclusión***

- Pacientes que no se realizaron el dosaje en el segundo trimestre para determinar plomo en sangre y cadmio en orina en el año 2023.
- Pacientes con información insuficiente.

### **3.5. Instrumentos**

El estudio consideró efectuar un Muestro Probabilístico Sistemático para la recopilación de los elementos muestrales. Asimismo, esta selección radica en seleccionar pacientes de la muestra (n) dentro de la población total (N), Así mismo, se obtiene:

$$K = \frac{N}{n}$$

$$K = \frac{2988}{341}$$

$$K = 8.76$$

Por lo tanto, se optó un elemento muestral de cada intervalo de 9 hasta llegar al tamaño muestral requerido.

Se utilizará una ficha estructurada para la recolección de datos, esto permitirá recopilar los datos demográficos de los pacientes, el número estandarizado de proceso y el resultado de concentración de plomo en sangre y cadmio en orina (Anexo B).

### **Validez**

El instrumento fue validado por tres jueces de experto sobre el tema.

### **Confiabilidad**

Por ser una ficha de recolección y solo registrar datos, no necesitó de análisis de confiabilidad.

## **3.6. Procedimientos**

Para la obtención de los datos, se identificó la muestra de estudio mediante criterios de selección ya puntualizado. Asimismo, se presentó el plan de tesis a la clínica Pulso Salud - Laboratorio clínico y salud ocupacional con el propósito que se realice la evaluación y la autorización correspondiente para recopilar los datos del estudio en el plazo correspondiente. Asimismo, luego de conseguir la autorización solicitado se comenzó con la recopilación de todos los datos del estudio: edad, sexo, puesto de trabajo, concentración de plomo sérico y cadmio en orina en una hoja de cálculo.

## **3.7. Análisis de datos**

Para analizar los datos compilados del objeto de estudio se realizó a través de una plataforma estadístico llamado IBM® SPSS versión 26, cuyo propósito es desarrollar el análisis descriptivo de las variables. Finalmente, los resultados de la recolección de los datos fueron presentados mediante tablas para la interpretación y compresión de la información de los objetivos planteados.

### **3.8. Consideraciones éticas**

Se utilizó el principio de beneficencia, afianzando la confiabilidad de todos los datos adquiridos, indicando que todos los hallazgos fueron pertinentes y fructífero, en el principio de maleficencia se desarrolló una investigación que no daño la integridad y bienestar de los datos obtenidos y en el principio de justicia permitió que el autor ejecute un estudio original, debido a que no se modificó los datos de los pacientes.



#### IV. RESULTADOS

La presente investigación incluyó a 340 pacientes que se realizaron el dosaje para determinar la concentración de los metales pesados. Al analizar las características generales de los pacientes se observó una edad promedio de  $35.04 \pm 8.23$  años con una edad mínima de 20 años y una edad máxima de 68 años; además predominó el sexo masculino con un total de 310 (91.1%) varones y 30 (8.9%) mujeres; asimismo, la mayoría de los pacientes provenían del departamento de Lima (182), seguido de Arequipa (118), Talara (18), Moquegua (14) y Huancayo (8).

Del total de muestras recolectadas (490), 340 (65,91%) correspondieron a muestras evaluadas para plomo en sangre. De la tabla se desprende que en el 100% de los casos de pacientes evaluados para plomo en sangre se obtuvieron valores dentro de los valores normales. La distribución de las concentraciones de plomo en los pacientes de un laboratorio clínico de Lima en 2023 fue agrupada en 9 rangos. En el primer rango agrupó las concentraciones de entre 0,21 – 2,25 con 107 (31,5%). El segundo rango agrupó las concentraciones de entre 2,26 – 4,30 con 123 (36,2%). El tercer rango agrupó las concentraciones de entre 4,31 – 6,35 con 45 (13,2%). En el cuarto grupo las concentraciones estuvieron entre 6,36 – 8,40 con 25 (7,4%). El quinto rango estuvo compuesto por las concentraciones de entre 8,41 – 10,45 con 12 (3,5%). En el sexto rango las concentraciones estuvieron entre 10,46 – 12,50 con 16 pacientes (4,7%). En el séptimo grupo las concentraciones estuvieron entre 12,51 – 14,55 con 107 (2,9%). En el octavo rango las concentraciones se encontraron entre 14,56 – 16,60 con 1 (0,3%). Finalmente, en el último rango se agruparon las concentraciones de entre 16,61 – 18,65 con 1 caso (0,3%).

Tabla 1:

*Distribución de las concentraciones de plomo en pacientes de un laboratorio clínico de Lima, en 2023*

CONCENTRACIÓN DE PB EN SANGRE	FRECUENCIA	%
0,21 – 2,25	107	31,5
2,26 – 4,30	123	36,2
4,31 – 6,35	45	13,2
6,36 – 8,40	25	7,4
8,41 – 10,45	12	3,5
10,46 – 12,50	16	4,7
12,51 – 14,55	10	2,9
14,56 – 16,60	1	0,3
16,61 – 18,65	1	0,3
TOTAL	340	100

Del total de muestras recolectadas (490), los 150 casos restantes (34,09%) correspondieron a muestras evaluadas para cadmio en orina. Para esta parte de la población se observó que el 57,3% (86) de los casos de pacientes evaluados para cadmio en orina se obtuvieron valores dentro de los valores normales (menores a 1.00 ug/L). La distribución de las concentraciones de cadmio que estuvieron por encima de los valores normales 42,7% (64) se agruparon en 5 grupos. El primer rango agrupó las concentraciones de entre 1,00 – 1,46 con 19 (12,7%). El segundo rango agrupó las concentraciones de entre 1,47 – 1,93 con 16 (10,7%). El tercer rango se agruparon las concentraciones de entre 1,94 – 2,40 con 15 (10,0%). En el cuarto grupo las concentraciones estuvieron entre 2,41 – 2,87 con 8 (5,3%). El último grupo estuvo compuesto por las concentraciones de entre 2,88 – 3,35 con 8 (4,0%).

Tabla 2:

*Distribución de las concentraciones de cadmio en pacientes de un laboratorio clínico de Lima, en 2023.*

CONCENTRACIÓN DE CD EN ORINA	FRECUENCIA	%
>1,00	86	57,3
1,00 – 1,46	19	12,7
1,47 – 1,93	16	10,7
1,94 – 2,40	15	10,0
2,41 – 2,87	8	5,3
2,88 – 3,35	8	4,0
<b>TOTAL</b>	<b>150</b>	<b>100</b>

La muestra de pacientes evaluados para cadmio en orina fue agrupada por edad y por sexo, de esta forma los resultados revelan:

La población masculina fue de 141 individuos (94%). Los cuales fueron agrupados en diferentes grupos etarios, agrupados de la siguiente forma, para el primer grupo que agrupo edades de entre 21 – 26 años se encontró que 13 (%) mantenían valores normales, menores a 1,00 ug/L mientras que en 4 casos (%) los niveles de cadmio superaron los valores normales. Para el segundo grupo las edades estuvieron entre 27 – 30 años, donde se encontró que 23 (%) mantenían valores normales, mientras que en 12 casos (%) los niveles de cadmio superaron los valores normales. Para el tercer grupo las edades estuvieron entre 31 – 34 años, donde se encontró que 23 (%) mantenían valores normales, mientras que en 12 casos (%) los niveles de cadmio estuvieron por encima de esa cifra. Para el cuarto grupo las edades estuvieron entre 35 – 39 años, donde se encontró que 13 (%) mantenían valores normales, mientras que en 13 casos (%) los niveles de cadmio superaron los valores normales. Para el quinto grupo las edades estuvieron entre 40 – 43 años, donde se encontró que 10 (%) mantenían valores normales,

mientras que en 9 casos (%) los niveles de cadmio superaron los valores normales. Para el sexto grupo las edades estuvieron entre 44 – 47 años, donde se encontró que 5 (%) mantenían valores normales, mientras que en 6 casos (%) los niveles de cadmio superaron los valores normales. Para el séptimo grupo las edades estuvieron entre 48 – 51 años, donde se encontró que 4 (%) mantenían valores normales, mientras que en 3 casos (%) los niveles de cadmio superaron los valores normales. Para el penúltimo grupo las edades estuvieron entre 52 – 56 años, donde se encontró que 2(%) mantenían valores normales, mientras que en este caso no hubo casos (0 %) donde los niveles de cadmio superaran los valores normales.

La población femenina fue de 9 individuos (6%). Los cuales fueron agrupadas al igual que sus pares, para el primer grupo que agrupo edades de entre 21 – 26 años se encontró que 2 (%) mantenían valores normales, menores a 1,00 ug/L mientras que en 1 caso (%) los niveles de cadmio superaron los valores normales. Para el segundo grupo las edades estuvieron entre 27 – 30 años, donde se encontró que 1 caso (%) mantenía valores normales, mientras que en 2 casos (%) los niveles de cadmio superaron los valores normales. Para el tercer grupo las edades estuvieron entre 31 – 34 años, donde se encontró que 0 casos (0 %) mantenían valores normales, mientras que hubo 1 caso (%) donde los niveles de cadmio estuvieron por encima de esa cifra. Para el cuarto grupo las edades estuvieron entre 35 – 39 años, donde se encontró 1 caso (%) dentro de valores normales, mientras que no hubo casos donde los niveles de cadmio superaron los valores normales. Para el séptimo grupo las edades estuvieron entre 48 – 51 años, donde se encontró que 1 caso (%) mantenía valores normales, mientras que en 1 caso (%) los niveles de cadmio superaron los valores normales. Para los grupos entre 40 – 47 años y 52 – 60 no hubo población.

Tabla 3:

*Niveles de cadmio en orina de acuerdo a edad y el sexo*

Sexo		21 - 26	27 - 30	31 - 34	35 - 39	40 - 43	44 - 47	48 - 51	52 - 56	57 - 60	Total
Masculino	< 1,00	13	23	8	13	10	5	4	2	3	81
	1,00 – 1,46	1	5	2	5	1	2	1	2	0	19
	1,47 – 1,93	1	2	4	1	4	2	1	0	0	15
	1,94 – 2,40	1	4	3	5	1	0	0	0	0	14
	2,41 – 2,87	0	1	1	1	3	1	0	0	0	7
	2,88 – 3,35	1	0	1	1	0	1	1	0	0	5
	Total	17	35	19	26	19	11	7	4	3	141
Femenino	< 1,00	2	1	0	1	0	0	1	0	0	5
	1,47 – 1,93	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	1,94 – 2,40	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	2,41 – 2,87	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	2,88 – 3,35	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
	Total	3	3	1	1	0	0	1	0	0	9
	Total	3	3	1	1	0	0	1	0	0	9
Total	< 1,00	15	24	8	14	10	5	5	2	3	66
	1,00 – 1,46	1	5	2	5	1	2	1	2	0	19
	1,47 – 1,93	2	2	4	1	4	2	1	0	0	16
	1,94 – 2,40	1	5	3	5	1	0	0	0	0	15
	2,41 – 2,87	0	2	1	1	3	1	0	0	0	8
	2,88 – 3,35	1	0	2	1	0	1	1	0	0	6
	Total	20	38	20	27	19	11	8	4	3	150

La muestra de pacientes evaluados para plomo en sangre también fue agrupada por edad y por sexo, de esta forma los resultados revelaron que:

La población masculina fue de 310 individuos (91.18%). Los cuales fueron agrupados en diferentes grupos etarios, agrupados de la siguiente forma, para el primer grupo de edades de entre 21 – 30 años se encontró compuesta por 115 (%), el siguiente grupo de 31 – 40 años fue de 121 pacientes (%), seguido del 3er grupo de 41 – 50 años que tubo 51 casos (%), luego el grupo de 51 – 60 años compuesto por 15 personas (%) y finalmente el grupo de 61 – 70 con 8 participantes (%).

Además, para esta población se encontró que las concentraciones de plomo estuvo su mayor parte con 120 casos (%) entre 2,26 – 4,30 ug/dL. Seguido del segundo grupo más grande con 89 integrantes que tuvieron concentraciones entre 0,21 – 2,25 ug/dL (%). Así mismo dentro del rango 4,31 – 6,35 se obtuvieron 39 casos (%). Para el intervalo de 6,36 – 8,40 ug/dL se

obtuvieron 24 casos (%). Para el rango de 8,41 – 10,45 ug/dL se observaron 12 casos. Para el rango de 10,46 – 12,50 ug/dL se obtuvieron 15 casos (%). Para el rango 12,51 – 14,55 se obtuvieron 9 casos (%). Para el rango de 14,56 – 16,60 ug/dL se observó solo 1 caso y finalmente para el rango de 16,61 – 18,65 ug/dL también solo se observó 1 caso dentro de la población masculina.

La población femenina fue de 30 individuos (8.82%). Los cuales fueron agrupados en diferentes grupos etarios, agrupados de la siguiente forma, para el primer grupo de edades de entre 21 – 30 años se encontró compuesta por 17 (%), el siguiente grupo de 31 – 40 años fue de 9 pacientes (%), seguido del 3er grupo de 41 – 50 años que tubo 4 casos (%), finalmente tanto para el grupo de 51 – 60 años y el grupo de 61 – 70 la cantidad de casos fue 0 (0 %).

Adicionalmente, para la población femenina se encontró que las concentraciones de plomo estuvieron distribuidas de la siguiente forma, en primer lugar, el rango de 0,21 – 2,25 ug/dL estuvo compuesto por 18 casos (%). Seguido del segundo grupo con concentraciones entre 2,26 – 4,30 ug/dL con solo 3 casos (%). Así mismo dentro del rango 4,31 – 6,35 se obtuvieron 6 casos (%). Para el intervalo de 6,36 – 8,40 ug/dL, el rango 10,46 – 12,50 ug/dL y 12,51 – 14,55 ug/dL se obtuvo solo 1 caso (%) para cada uno.

Tabla 4:

*Niveles de plomo en sangre de acuerdo a edad y el sexo*

Sexo	Niveles de Plomo	21 - 30	31 - 40	41 – 50	51 - 60	61 - 70	Total	
Masculino	Niveles de Plomo	0,21 – 2,25	29	38	15	7	0	89
		2,26 – 4,30	37	54	19	5	5	120
		4,31 – 6,35	16	12	8	2	1	39
		6,36 – 8,40	11	8	4	1	0	24
		8,41 – 10,45	8	3	0	0	1	12
		10,46 – 12,50	8	3	3	0	1	15
		12,51 – 14,55	5	3	1	0	0	9
		14,56 – 16,60	1	0	0	0	0	1
		16,61 – 18,65	0	0	1	0	0	1
Total		115	121	51	15	8	310	
Femenino	Niveles de Plomo	0,21 – 2,25	11	6	1	0	1	18
		2,26 – 4,30	1	1	1	0	0	3
		4,31 – 6,35	3	1	2	0	0	6
		6,36 – 8,40	1	0	0	0	0	1
		10,46 – 12,50	1	0	0	0	0	1
		12,51 – 14,55	0	1	0	0	0	1
		Total		17	9	4	0	0
Total	Niveles de Plomo	0,21 – 2,25	40	44	16	7	0	107
		2,26 – 4,30	38	55	20	5	5	123
		4,31 – 6,35	19	13	10	2	1	45
		6,36 – 8,40	12	8	4	1	0	25
		8,41 – 10,45	8	3	0	0	1	12
		10,46 – 12,50	9	3	3	0	1	16
		12,51 – 14,55	5	4	1	0	0	10
		14,56 – 16,60	1	0	0	0	0	1
		16,61 – 18,65	0	0	1	0	0	1
Total		132	130	55	15	8	340	

Respecto a la concentración de plomo en sangre de acuerdo con la ocupación se observa que: Para la ocupación soldador, se encontraron 117 casos (%), además esta población se distribuye entre los diferentes rangos de concentraciones de plomo, así tenemos que, para el rango de para el rango de 0,21 – 2,25 se encontraron 36 casos (%). Para el rango de 2,26 – 4,30 se encontraron 39 casos (%). Para el rango de 4,31 – 6,35 se encontraron 15 casos (%). Para el rango de 6,36 – 8,40 se encontraron 13 casos (%). Para el rango de 8,41 – 10,45 se encontraron 3 casos (%). Para el rango de 10,46 – 12,50 se encontraron 6 casos (%). Para el rango de 12,51

– 14,55 se encontraron 4 casos (%). Para el rango de 14,56 – 16,60 se encontraron 1 caso (%). Finalmente, para el rango de 16,61 – 18,65 no se encontraron casos (0%).

Para la ocupación operario topógrafo, solo se encontró 1 caso (%), dicho caso reporto una concentración de plomo entre 0,21 – 2,25 ug/dL.

Para la ocupación mecánico, se encontraron 73 casos (%), además esta población se distribuye entre los diferentes rangos de concentraciones de plomo, así tenemos que, para el rango de para el rango de 0,21 – 2,25 se encontraron 23 casos (%). Para el rango de 2,26 – 4,30 se encontraron 32 casos (%). Para el rango de 4,31 – 6,35 se encontraron 5 casos (%). Para el rango de 6,36 – 8,40 se encontraron 4 casos (%). Para el rango de 8,41 – 10,45 se encuentro 1 caso (%). Para el rango de 10,46 – 12,50 se encontraron 5 casos (%). Para el rango de 12,51 – 14,55 se encontraron 2 casos (%). Para el rango de 14,56 – 16,60 no se encontraron casos (%). Finalmente, para el rango de 16,61 – 18,65 se encontró 1 caso (%).

Para la ocupación analista de laboratorio, se contaron 11 casos (%), además esta población se distribuye entre los diferentes rangos de concentraciones de plomo, para el rango de 0,21 – 2,25 se encontraron 6 casos (%). Para el rango de 2,26 – 4,30 se encontraron 2 casos (%). Para el rango de 4,31 – 6,35 se encontró 1 casos (%). Para el rango de 6,36 – 8,40 se encontró 1 caso (%). Finalmente, para el rango de 12,51 – 14,55 se encontró 1 caso (%).

Para la ocupación analista, se encontraron 2 casos (%), dichos casos reportaron una concentración de plomo entre 0,21 – 2,25 ug/dL.

Para la ocupación operario, se encontraron 38 casos (%), además esta población se distribuye entre los diferentes rangos de concentraciones de plomo, así tenemos que, para el rango de para el rango de 0,21 – 2,25 se encontraron 12 casos (%). Para el rango de 2,26 – 4,30 se encontraron 13 casos (%). Para el rango de 4,31 – 6,35 se encontraron 4 casos (%). Para el rango de 6,36 – 8,40 se encontraron 3 casos (%). Para el rango de 8,41 – 10,45 se encontraron



4 casos (%). Para el rango de 10,46 – 12,50 se encontró 1 caso (%). Finalmente, para el rango de 12,51 – 14,55 se encontró 1 caso (%).

Para la ocupación analista químico, se contaron 12 casos (%), además esta población se distribuye entre los diferentes rangos de concentraciones de plomo, para el rango de 0,21 – 2,25 se encontraron 3 casos (%). Para el rango de 2,26 – 4,30 se encontraron 2 casos (%). Para el rango de 4,31 – 6,35 se encontraron 3 casos (%). Para el rango de 6,36 – 8,40 se encontró 1 caso (%). Para el rango de 8,41 – 10,45 se encontraron 2 casos (%). Finalmente, para el rango de 10,46 – 12,50 se encontró 1 caso (%).

Para la ocupación Ingeniero, se encontraron 4 casos (%), dichos casos reportaron una concentración de plomo entre 0,21 – 2,25 ug/dL en 2 casos (%) y 2,26 – 4,30 en los 2 casos (%) restantes.

Para la ocupación de coordinador, se encontró 1 caso (%), dicho caso reportó una concentración de plomo entre 0,21 – 2,25 ug/dL.

Para la ocupación de supervisor, se encontraron 21 casos (%), esta población se distribuyó de la siguiente forma, para el rango de para el rango de 0,21 – 2,25 se encontró 9 casos (%). Para el rango de 2,26 – 4,30 se encontraron 9 casos (%). Para el rango de 4,31 – 6,35 se encontró 2 casos (%).

Para la ocupación de conductor, se encontraron 4 casos (%), esta población se distribuyó de la siguiente forma, para el rango de para el rango de 0,21 – 2,25 se encontró 1 caso (%). Para el rango de 2,26 – 4,30 se encontraron 2 casos (%). Para el rango de 4,31 – 6,35 se encontró 1 caso (%).

Para la ocupación de coordinador, se encontró 1 caso (%), dicho caso reportó una concentración de plomo entre 0,21 – 2,25 ug/dL.

Para la ocupación de seguridad, se encontraron 3 casos (%), además esta población se distribuye entre los diferentes rangos de concentraciones de plomo, así tenemos que, para el

rango de para el rango de 0,21 – 2,25 se encontró 1 caso (%). Para el rango de 2,26 – 4,30 se encontró 1 caso (%). Para el rango de 6,36 – 8,40 se encontró 1 caso (%).

Para la ocupación de técnico de mantenimiento, se encontraron 10 casos (%), esta población se distribuyó de la siguiente forma, para el rango de para el rango de 0,21 – 2,25 se encontró 3 casos (%). Para el rango de 2,26 – 4,30 se encontraron 2 casos (%). Para el rango de 4,31 – 6,35 se encontró 3 casos (%). Para el rango de 6,36 – 8,40 se encontró 1 caso (%) y para el rango de 8,41 – 10,45 se encontró 1 caso (%).

Para la ocupación de asistente, se encontró 1 caso (%), dicho caso reportó una concentración de plomo entre 2,26 – 4,30 ug/dL.

Para la ocupación montacarguista, se encontraron 5 casos (%), además esta población se distribuye entre los diferentes rangos de concentraciones de plomo, así tenemos que, para el rango de para el rango de 0,21 – 2,25 se encontró 1 caso (%). Para el rango de 2,26 – 4,30 se encontraron 3 casos (%). Para el rango de 4,31 – 6,35 se encontró 1 caso (%).

Para la ocupación Pintor, se encontraron 8 casos (%), además esta población se distribuye entre los diferentes rangos de concentraciones de plomo, así tenemos que, para el rango de para el rango de 0,21 – 2,25 se encontraron 3 casos (%). Para el rango de 2,26 – 4,30 se encontraron 2 casos (%). Para el rango de 4,31 – 6,35 se encontraron 2 casos (%). Finalmente, para el rango de 10,46 – 12,50 se encontraron 2 casos (%).

Para la ocupación inspector, se encontraron 16 casos (%), además esta población se distribuye entre los diferentes rangos de concentraciones de plomo, así tenemos que, para el rango de para el rango de 0,21 – 2,25 se encontró 1 casos (%). Para el rango de 2,26 – 4,30 se encontraron 5 casos (%). Para el rango de 4,31 – 6,35 se encontraron 6 casos (%). Para el rango de 6,36 – 8,40 se encontró 1 caso (%). Para el rango de 8,41 – 10,45 se encontró 1 caso (%). Finalmente, para el rango de 10,46 – 12,50 se encontró 1 caso (%).

Para la ocupación de auxiliar, se encontró 1 caso (%), dicho caso reportó una concentración de plomo entre 6,36 – 8,40 ug/dL.

Para la ocupación de electricista, se encontraron 8 casos (%), dichos casos reportaron una concentración de plomo entre 0,21 – 2,25 ug/dL en un caso. Para el rango de 2,26 – 4,30 ug/dL se encontraron 5 casos (%). Para la concentración de 4,31 – 6,35 ug/dL se reportó 1 caso así como también se reportó 1 caso (%) para el rango de 12,51 – 14,55 ug/dL.

Para la ocupación auxiliar de perforación, se encontraron 2 casos (%), dichos casos reportaron una concentración de plomo entre 2,26 – 4,30 ug/dL.

Para la ocupación auxiliar de calidad, solo se encontró 1 caso (%), dicho caso reportó una concentración de plomo entre 2,26 – 4,30 ug/dL.

Tabla 5:

*Distribución de las concentraciones de plomo en sangre de acuerdo a su ocupación*

OCUPACIÓN	0,21 – 2,25	2,26 – 4,30	4,31 – 6,35	6,36 – 8,40	8,41 – 10,45	10,46 – 12,50	12,51 – 14,55	14,56 – 16,60	16,61 – 18,65	TOTAL
SOLDADOR	36	39	15	13	3	6	4	1	0	117
OPERARIO	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
TOPOGRAFO										
MECANICO	23	32	5	4	1	5	2	0	1	73
ANALISTA DE LABORATORIO	6	2	1	1	0	0	1	0	0	11
ANALISTA	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
OPERARIO	12	13	4	3	4	1	1	0	0	38
ANALISTA QUIMICO	3	2	3	1	2	1	0	0	0	12
INGENIERO	2	2	0	0	0	0	0	0	0	4
COORDINADOR	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
SUPERVISOR	9	9	2	0	0	0	1	0	0	21
CONDUCTOR	1	2	1	0	0	0	0	0	0	4
GERENTE	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
SEGURIDAD	1	1	0	1	0	0	0	0	0	3
TEC. DE MANTENIMIENTO	3	2	3	1	1	0	0	0	0	10
ASISTENTE	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
MONTACARGUISTA	1	3	1	0	0	0	0	0	0	5
PINTOR	3	2	2	0	0	1	0	0	0	8
INSPECTOR	1	5	6	1	1	2	0	0	0	16
AUXILIAR	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
ELECTRICISTA	1	5	1	0	0	0	1	0	0	8
AUX DE PERFORACIÓN	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2
AUX DE CALIDAD	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
total	107	123	45	25	12	16	10	1	1	340

Respecto a la concentración de cadmio en orina de acuerdo con la ocupación se observa que: Para la ocupación soldador, se encontraron 65 casos (%), además esta población se distribuyó entre los diferentes rangos de concentraciones de cadmio, así tenemos que, para valores dentro de lo normal,  $< 0,50 \text{ ug/L}$ , se encontraron 38 casos (%). Para el rango de  $0,50 - 0,90 \text{ ug/L}$  se encontraron 4 casos (%). Para el rango de  $0,91 - 1,31 \text{ ug/L}$  se encontraron 3 casos (%). Para el rango de  $1,32 - 1,72 \text{ ug/L}$  se encontraron 6 casos (%). Para el rango de  $1,73 - 2,13 \text{ ug/L}$  se encontraron 6 casos (%). Para el rango de  $2,14 - 2,54 \text{ ug/L}$  se encontraron 5 casos (%). Para el rango de  $2,55 - 2,95 \text{ ug/L}$  se encontraron 2 casos (%). Para el rango de  $2,96 - 3,37 \text{ ug/L}$  se encontró 1 caso (%).

Para la ocupación de analista de laboratorio, se encontraron 3 casos (%). Reporto 1 caso (%) dentro de los valores normales ( $>0,50 \text{ ug/L}$ ). Para el rango entre  $1,32 - 1,72 \text{ ug/L}$  hubo 1 caso (%). Para el rango entre  $2,14 - 2,54 \text{ ug/L}$  hubo 1 caso (%).

Para la ocupación de mecánico, se encontraron 29 casos (%), la población se distribuyó de la siguiente forma, para valores dentro de lo normal,  $< 0,50 \text{ ug/L}$ , se encontraron 14 casos (%). Para el rango de  $0,50 - 0,90 \text{ ug/L}$  se encontraron 3 casos (%). Para el rango de  $0,91 - 1,31 \text{ ug/L}$  se encontraron 2 casos (%). Para el rango de  $1,32 - 1,72 \text{ ug/L}$  se encontraron 3 casos (%). Para el rango de  $1,73 - 2,13 \text{ ug/L}$  se encontraron 4 casos (%). Para el rango de  $2,14 - 2,54 \text{ ug/L}$  se encontraron 2 casos (%). Para el rango de  $2,55 - 2,95 \text{ ug/L}$  no se encontraron casos. Para el rango de  $2,96 - 3,37 \text{ ug/L}$  se encontró 1 caso (%).

Para la ocupación de seguridad, solo se encontró 1 caso (%), dicho caso reporto una concentración de cadmio entre  $0,91 - 1,31 \text{ ug/L}$ .

Para la ocupación de analista químico, se encontraron 4 casos (%). Reportaron 2 casos (%) dentro de los valores normales ( $>0,50 \text{ ug/L}$ ). Para el rango entre  $0,91 - 1,31 \text{ ug/L}$  hubo 2 casos (%).

Para la ocupación de operador, se encontraron 13 casos (%), la población se distribuyó de la siguiente forma, para valores dentro de lo normal,  $< 0,50$  ug/L, se encontraron 8 casos (%). Para el rango de  $0,50 - 0,90$  ug/L se encontró 1 caso (%). Para el rango de  $0,91 - 1,31$  ug/L se encontró 1 caso (%). Para el rango de  $1,32 - 1,72$  ug/L se encontró 1 caso (%). Para el rango de  $1,73 - 2,13$  ug/L se encontró 1 caso (%) y finalmente para el rango de  $2,96 - 3,37$  ug/L se encontró 1 caso (%).

Para la ocupación de inspector, se encontraron 2 casos (%). Para el rango entre  $1,73 - 2,13$  ug/L hubo 1 caso (%). Para el rango entre  $2,14 - 2,54$  ug/L hubo 1 caso (%).

Para la ocupación de supervisor, se encontraron 15 casos (%), la población se distribuyó de la siguiente forma, para valores dentro de lo normal,  $< 0,50$  ug/L, se encontraron 3 casos (%). Para el rango de  $0,50 - 0,90$  ug/L se encontraron 2 casos (%). Para el rango de  $0,91 - 1,31$  ug/L se encontraron 2 casos (%). Para el rango de  $1,32 - 1,72$  ug/L se encontraron 2 casos (%). Para el rango de  $1,73 - 2,13$  ug/L se encontraron 2 casos (%). Para el rango de  $2,14 - 2,54$  ug/L se encontraron 3 casos (%). Para el rango de  $2,55 - 2,95$  ug/L no se encontraron casos. Para el rango de  $2,96 - 3,37$  ug/L se encontró 1 caso (%).

Para la ocupación de ingeniero, solo se encontró 1 caso (%), dicho caso reporto una concentración de cadmio entre  $1,73 - 2,13$  ug/L.

Para la ocupación de conductor, se encontraron 2 casos (%). Reporto 1 caso (%) dentro de los valores normales ( $>0,50$  ug/L) y para el rango entre  $0,91 - 1,31$  ug/L hubo 1 caso (%).

Para la ocupación de técnico de mantenimiento, se encontraron 4 casos (%). Reportaron 3 casos (%) dentro de los valores normales ( $>0,50$  ug/L) y para el rango entre  $1,73 - 2,13$  ug/L hubo 1 caso (%).

Para la ocupación de auxiliar de perforación, se encontraron 2 casos (%). Ambos casos dentro de los valores normales ( $>0,50$  ug/L)

Para la ocupación de montacarguista, solo se encontró 1 caso (%), dicho caso reporto una concentración de cadmio menor a  $0,50$  ug/L.

Para la ocupación de operario topógrafo, solo se encontró 1 caso (%), dicho caso reporto una concentración de cadmio entre  $0,50 - 0,90$  ug/L.

Para la ocupación de analista, solo se encontró 1 caso (%), dicho caso reporto una concentración de cadmio entre  $0,50 - 0,90$  ug/L.

Para la ocupación de albañil, se encontraron 3 casos (%). Para el rango entre  $0,91 - 1,31$  ug/L hubo 1 caso (%). Para el rango entre  $1,32 - 1,72$  ug/L hubo 1 caso (%) y para el rango entre  $2,14 - 2,54$  ug/L hubo 1 caso (%).

Para la ocupación de carpintero, solo se encontró 1 caso (%), dicho caso reporto una concentración de cadmio entre  $0,91 - 1,31$  ug/L.

Para la ocupación de gerente, solo se encontró 1 caso (%), dicho caso reporto una concentración de cadmio entre  $2,96 - 3,37$  ug/L.

Para la ocupación de operario de bus, solo se encontró 1 caso (%), dicho caso reporto una concentración de cadmio entre  $1,73 - 2,13$  ug/L.

Tabla 6:

*Distribución de las concentraciones de cadmio en orina de acuerdo a su ocupación*

OCUPACIÓN	< 0,50	0,50 – 0,90	0,91 – 1,31	1,32 – 1,72	1,73 – 2,13	2,14 – 2,54	2,55 – 2,95	2,96 – 3,37	TOTAL
<b>SOLDADOR</b>	38	4	3	6	6	5	2	1	65
<b>ANALISTA DE LABORATORIO</b>	1	0	0	1	0	1	0	0	3
<b>MECANICO</b>	14	3	2	3	4	2	0	1	29
<b>SEGURIDAD</b>	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<b>ANALISTA QUIMICO</b>	2	0	2	0	0	0	0	0	4
<b>OPERADOR</b>	8	1	1	1	1	0	0	1	13
<b>INSPECTOR</b>	0	0	0	0	1	1	0	0	2
<b>SUPERVISOR</b>	3	2	2	2	2	3	0	1	15
<b>INGENIERO</b>	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<b>CONDUCTOR</b>	1	0	1	0	0	0	0	0	2
<b>TEC. DE MANTENIMIENTO</b>	3	0	0	0	1	0	0	0	4
<b>AUX DE PERFORACION</b>	2	0	0	0	0	0	0	0	2
<b>MOTOCARGUISTA</b>	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>OPERARIO TOPOGRAFO</b>	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<b>ANALISTA</b>	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<b>ALBAÑIL</b>	0	0	1	1	0	1	0	0	3
<b>CARPINTERO</b>	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<b>GERENTE</b>	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<b>OPERARIO DE BUS</b>	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<b>TOTAL</b>	73	12	14	14	17	13	2	5	150

## V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El presente estudio analizo a 340 pacientes a quienes se realizó el dosaje de plomo y cadmio. En este caso, 340 pacientes se efectuó el dosaje de plomo en sangre y 150 pacientes el dosaje de cadmio en orina. La concentración de plomo en sangre y cadmio en orina fue de 3.85  $\mu\text{g/dL}$  y 0.52  $\mu\text{g/L}$ , respectivamente., cuyo resultados son similares al estudio de Huang et al. (2022) que se desarrolló en Taiwán, analizando a 2 447 participantes donde se descubrió una concentración promedio para plomo sérico de 1.6  $\text{mg/L}$  y cadmio en orina de 0.8  $\mu\text{g/L}$ . Asimismo, a los obtenidos en el estudio por Ríos et al. (2020), que se desarrolló en Chile, quienes analizaron a una población de 1203 residentes de Antofagasta hallando una concentración promedio en adultos de 4.2  $\mu\text{g/dL}$  para plomo en sangre y 1.8  $\mu\text{g/L}$  para cadmio en orina. Estos resultados del estudio presentan una similitud con las concentraciones de plomo en sangre y cadmio en orina, encontrándose dentro de los valores normales.

El estudio aprecio una concentración promedio de plomo en sangre de  $3.85 \pm 0.18$   $\mu\text{g/dL}$  en pacientes de un laboratorio clínico de Lima en el año 2023. Por otra parte, se contempló que el 8.24% de los pacientes presentaron una concentración de plomo en sangre elevada. Un estudio desarrollado en Arequipa por Romero (2019), obtuvo de un total de 27 trabajadores de la Minera Coripuno que el 11.11% de los trabajadores tenían concentraciones de plomo en sangre por encima de 10  $\mu\text{g/dL}$ . Este estudio alcanzo una elevación mayor de trabajadores con intoxicación por plomo en comparación con el presente estudio, esto puede deberse principalmente que los trabajadores vinieron de una minera, donde se encuentran más expuestos a dicho metal.

En lo referente al puesto de trabajo se demostró un mayor riesgo de contaminación de plomo en las siguientes actividades, como soldador (23.08%), mecánico (17.81%) y operario (23.68%), probablemente porque se trabaja directamente y también es inhalado por los trabajadores; y, por el contrario, en las áreas de oficinas, recursos humanos y seguridad, los



niveles de plomo no superaron los límites máximos por no estar en contacto directo con las áreas contaminadas.

El sexo también fue determinante en las concentraciones de plomo porque muestra una tendencia mayor en el sexo masculino con 310 individuos (91.18%) ya que realizan la mayor parte de funciones en las áreas más contaminadas, mientras que las mujeres fueron de 30 individuos (8.82%) que trabajan mayor parte en las áreas de oficina donde la exposición al plomo es muy baja.

El estudio estimó que la concentración promedio de cadmio en orina fue de 0.52  $\mu\text{g/L}$  en pacientes de un laboratorio clínico de Lima en el año 2023. Asimismo, se contempló que el 3.33% presentaron una concentración de cadmio de orina elevada.

Ríos et al. (2020), contemplo en su estudio una concentración promedio de 1.8  $\mu\text{g/L}$  con una mayor concentración en las mujeres de 1.9  $\mu\text{g/L}$ , en comparación con los varones que fue de 1.6  $\mu\text{g/L}$ ; en tal caso, estos valores se encontraron dentro de lo establecido. En el estudio realizado por Rodríguez (2018), mostró que el 15% de los alumnos tenían concentraciones de cadmio en orina inferiores a 0.5  $\mu\text{g/L}$ , el 25% concentraciones en el rango de 0.51 a 1.0  $\mu\text{g/L}$ , el 45% de concentraciones entre 1.1 a 1.5  $\mu\text{g/L}$  y el 15% presentaron concentraciones entre 1.51 a 2.0  $\mu\text{g/L}$ , todos los alumnos estuvieron dentro de los valores normales de cadmio en orina. Los resultados concuerdan con el presente estudio ya que el promedio de las concentraciones de cadmio en orina se encuentra dentro de los valores normales.

En lo referente al puesto de trabajo se demostró un mayor riesgo de contaminación de cadmio en las siguientes funciones como soldador (21.54%) y mecánico (24.14%) y, por el contrario, en las áreas de oficinas, recursos humanos y seguridad, los niveles de cadmio no superaron los límites máximos por no estar en contacto directo con las áreas contaminadas.

El sexo también fue determinante en las concentraciones de cadmio porque muestra una tendencia mayor en el sexo masculino con 141 individuos (94%) ya que realizan la mayor parte de funciones en las áreas más contaminadas, mientras que las mujeres su población fue más solo de 9 individuos (6%) que trabajan mayor parte en las áreas de oficina donde la exposición al cadmio es muy baja.

## VI. CONCLUSIONES

6.1. El presente estudio estimó que las concentraciones de plomo y cadmio en muestras de sangre y orina en pacientes de un laboratorio clínico de Lima en el año 2023, fue de 3.85 µg/dL, 0.52 µg/L respectivamente.

6.2. El estudio apreció una concentración promedio de plomo de  $3.85 \pm 0.19$  µg/dL en muestras de sangre en pacientes de un laboratorio clínico de Lima en el año 2023. Respectivamente, se concluyó que el 8.24% presentaron una concentración de plomo elevada.

6.3. El estudio estimó una concentración promedio de cadmio de 0.52 µg/L en muestras de orina en pacientes de un laboratorio clínico de Lima en el año 2023. Respectivamente, se concluyó que el 3.33% presentaron una concentración de cadmio elevada.

6.4. El estudio estimó una edad media de  $35.04 \pm 8.23$  años, con una edad mínima de 20 años y una edad máxima de 68 años la mayoría fueron varones con 310 individuos (91.18%) y la población del sexo femenino fue de 30 individuos (8.82%).

6.5. El estudio estimó que las concentraciones de plomo y cadmio relacionado al puesto de trabajo donde se demostró un mayor riesgo de contaminación en las siguientes actividades, como soldador, mecánico y operario, probablemente porque están en contacto directamente con dichos metales y también porque es inhalado, por el contrario, en las actividades relacionados a las áreas de oficinas, los niveles de plomo en sangre y cadmio en orina no superaron los límites máximos.

## **VII. RECOMENDACIONES**

7.1. Se indica realizar una mayor indagación que profundicen en la relación de las concentraciones de plomo en sangre y cadmio en orina con los estilos de vida de los pacientes, lo cual permitiría tener una mejor comprensión en los resultados obtenidos.

7.2. Se recomienda implementar programas de bioseguridad en el área de trabajo, dirigidos a los pacientes que hayan sido diagnosticados con concentraciones elevadas de plomo en sangre y cadmio en orina, ya que estos programas pueden representar una herramienta esencial para brindar conocimiento y desarrollar habilidades.

7.3. Se recomienda realizar campañas de salud por parte de los profesionales de la clínica ocupacional, con el propósito de identificar las concentraciones de plomo en sangre y cadmio en orina y poder mejorar los estilos de vida. Por lo tanto, se podría reducir el riesgo de enfermedades asociadas a las concentraciones por dichos metales.

## VIII. REFERENCIAS

- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). (2008). Toxicological profile for cadmium (Draft for public comment). U.S. Department of Health and Human Services.
- Al-Saleh, I. (2020). Reference values for heavy metals in the urine and blood of Saudi women derived from two human biomonitoring studies. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 225, 113473. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2020.113473>
- Ale-Mauricio, D. A., Villa, G., y Gastañaga, M. del C. (2018). Concentraciones de arsénico urinario en pobladores de dos distritos de la región Tacna, Perú, 2017. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 35(2), 183–189. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2018.352.3693>
- Arias, L. y Covinos, M. (2021). *Diseño y metodología de la investigación* (1.<sup>a</sup> ed.). Enfoques Consulting EIRL. <http://www.tesisconjosearias.com>
- Balali-Mood, M., Naseri, K., Tahergorabi, Z., Khazdair, M. R., y Sadeghi, M. (2021). Toxic mechanisms of five heavy metals: Mercury, lead, chromium, cadmium, and arsenic. *Frontiers in Pharmacology*, 12, 643972. <https://doi.org/10.3389/fphar.2021.643972>
- Centros para el Control y Prevención de Enfermedades (2022). Vigilancia epidemiológica de factores de riesgo por exposición e intoxicación por metales pesados y metaloides.
- Chávez, A. (2018). Determinación de niveles de plomo en pobladores adultos del Asentamiento Humano “Virgen de Guadalupe”, distrito Mi Perú, Callao. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Cybertesis UNMSM. <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/8597>

De la Rosa, P. (2018). Toxicología forense estudia los métodos de investigación médico-legal en los casos de envenenamiento y muerte. *Visión Criminológica-Criminalística*, 6(24), 36–43.

[https://revista.cleu.edu.mx/descargas/Articulo10\\_Efectos\\_Toxicologicos\\_Arsenico.pdf](https://revista.cleu.edu.mx/descargas/Articulo10_Efectos_Toxicologicos_Arsenico.pdf)

Duan, W., Xu, C., Liu, Q., Xu, J., Weng, Z., Zhang, X., Basnet, T. B., Dahal, M., y Gu, A. (2020). Levels of a mixture of heavy metals in blood and urine and all-cause, cardiovascular disease and cancer mortality: A population-based cohort study. *Environmental Pollution*, 263, 114630. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114630>

Frediani, J. K., Naioti, E. A., Vos, M. B., Figueroa, J., Marsit, C. J., y Welsh, J. A. (2018). Arsenic exposure and risk of nonalcoholic fatty liver disease (NAFLD) among U.S. adolescents and adults: An association modified by race/ethnicity, NHANES 2005–2014. *Environmental Health*, 17(1), 6. <https://doi.org/10.1186/s12940-017-0350-1>

Graciano, J. (1994). Validity of lead exposure markers in diagnosis and surveillance. *Clinical Chemistry*, 40(7), pp. 1387–1390.

Halmo, L., y Nappe, T. M. (2023). Lead toxicity. StatPearls. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK541097/>

Hernández-Sampieri, R., y Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-Hill.

Hoet, P., Haufroid, V., y Lison, D. (2020). Heavy metal chelation tests: The misleading and hazardous promise. *Archives of Toxicology*, 94(8), 2893–2896. <https://doi.org/10.1007/s00204-020-02847-7>

Hon, K. L., Fung, C. K., y Leung, A. K. C. (2017). Childhood lead poisoning: An overview. *Hong Kong Medical Journal*, 23(6), 616–621. <https://doi.org/10.12809/hkmj176214>

- Huang, C. H., Hsieh, C. Y., Wang, C. W., Tu, H. P., Chen, S. C., Hung, C. H., y Kuo, C. H. (2022). Associations and interactions between heavy metals with white blood cell and eosinophil count. *International Journal of Medical Sciences*, 19(2), 331–337. <https://doi.org/10.7150/ijms.68945>
- Huang, C. H., Wang, C. W., Chen, H. C., Tu, H. P., Chen, S. C., Hung, C. H., y Kuo, C. H. (2022). Gender difference in the associations among heavy metals with red blood cell hemogram. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(1), 189. <https://doi.org/10.3390/ijerph19010189>
- Kim, J. J., Kim, Y. S., y Kumar, V. (2019). Heavy metal toxicity: An update of chelating therapeutic strategies. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 54, pp. 226–231. <https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2019.05.003>
- Lauwerys, R. R. (1992). *Toxicología industrial e intoxicaciones profesionales* (pp. 175–201). Editorial Massons.
- Lee, D. W., Oh, J., Ye, S., Kwag, Y., Yang, W., Kim, Y., y Ha, E. (2021). Indoor particulate matter and blood heavy metals in housewives: A repeated measured study. *Environmental Research*, 197, 111013. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111013>
- Lin, H. C., Hao, W. M., y Chu, P. H. (2021). Cadmium and cardiovascular disease: An overview of pathophysiology, epidemiology, therapy, and predictive value. *Revista Portuguesa de Cardiologia*, 40(8), pp. 611–617. <https://doi.org/10.1016/j.repc.2021.01.009>
- Londoño-Franco, L., Londoño-Muñoz, P., y Muñoz-García, F. (2016). Los riesgos de los metales pesados en la salud humana y animal. *Biotechnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 14(2), 145. [https://doi.org/10.18684/bsaa\(14\)145-153](https://doi.org/10.18684/bsaa(14)145-153).

- Mayans, L. (2019). Lead poisoning in children. *American Family Physician*, 100(1), 24–31. <https://www.aafp.org/pubs/afp/issues/2019/0701/p24.html>
- Merino-Soto, C. (2018). Confidence interval for difference between coefficients of content validity (Aiken's V): A SPSS syntax. *Anales de Psicología*, 34(3), 580–586. <https://doi.org/10.6018/analesps.34.3.326801>
- Ministerio de Salud del Perú. (2011). Guía de práctica clínica para el diagnóstico y tratamiento de la intoxicación por arsénico. <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/2109.pdf>
- Ministerio de Salud del Perú. (2015). Guía de práctica clínica para el diagnóstico y tratamiento de la intoxicación por cadmio. <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/3244.pdf>
- Ministerio de Salud del Perú. (2017). Guía de práctica clínica para el manejo de pacientes con intoxicación por plomo. <https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/189541>
- Ministerio de Salud del Perú. (2019). Prioridades nacionales de investigación en salud en Perú 2019–2023. <https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/343478>
- Ministerio de Salud. (2022). Unidad funcional de atención a personas expuestas a metales pesados y otras sustancias químicas. <https://www.gob.pe/24260>
- Mycyk, M., Hryhorczuk, D., y Amitai, Y. (2005). Lead. En T. Erickson et al. (Eds.), *Pediatric toxicology: Diagnosis and management of the poisoned child* (1.<sup>a</sup> ed.). McGraw-Hill.
- Mérida-Ortega, Á., López-Carrillo, L., Rangel-Moreno, K., Ramírez, N., y Rothenberg, S. J. (2021). Tobacco smoke exposure and urinary cadmium in women from Northern México. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(23), 12581. <https://doi.org/10.3390/ijerph182312581>



- Paithankar, J. G., Saini, S., Dwivedi, S., Sharma, A., y Chowdhuri, D. K. (2021). Heavy metal associated health hazards: An interplay of oxidative stress and signal transduction. *Chemosphere*, 262, 128350. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.128350>
- Paúcar-Villa, R. (2015). Determinación de niveles de plomo en sangre en población económicamente activa en la ciudad de Lima. [Tesis de maestría, Universidad de Piura]. PIRHUA. <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/2783>
- Rehman, K., Fatima, F., Waheed, I., y Akash, M. S. H. (2018). Prevalence of exposure of heavy metals and their impact on health consequences. *Journal of Cellular Biochemistry*, 119(1), 157–184. <https://doi.org/10.1002/jcb.26234>
- Renu, K., Madhyastha, H., Madhyastha, R., Maruyama, M., Arunachlam, S., y Abilash, V. G. (2018). Role of arsenic exposure in adipose tissue dysfunction and its possible implication in diabetes pathophysiology. *Toxicology Letters*, 284, pp. 86–95. <https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2017.11.032>
- Richter, P., Faroon, O., y Pappas, R. S. (2017). Cadmium and cadmium/zinc ratios and tobacco-related morbidities. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(10), 1154. <https://doi.org/10.3390/ijerph14101154>
- Rocha, A., y Trujillo, K. A. (2019). Neurotoxicity of low-level lead exposure: History, mechanisms of action, and behavioral effects in humans and preclinical models. *NeuroToxicology*, 73, 58–80. <https://doi.org/10.1016/j.neuro.2019.02.021>
- Rodríguez, C. (2018). Niveles de plomo y cadmio en sangre de estudiantes de la Universidad Nacional de Tumbes, residentes en Corrales – Perú, 2018. [Tesis de doctorado, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio UNITRU. <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/11764>

- Rodríguez, C. (2021). Intoxicación por arsénico. *Revista Medicina Legal de Costa Rica*, 38(2). <https://www.scielo.sa.cr/pdf/mlcr/v38n2/2215-5287-mlcr-38-02-4.pdf>
- Rodríguez, D. (2017). Intoxicación ocupacional por metales pesados. *MEDISAN*, 21(12), 3372. <http://scielo.sld.cu/pdf/san/v21n12/san122112.pdf>
- Romero, E. (2019). Influencia del uso adecuado del equipo de protección personal en los niveles de plomo en sangre en trabajadores mineros de la Unidad Minera Coripuno 2014–2017. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. Repositorio UNSA. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/9634>
- Ríos, J. C., Villarroel, L., Torres, M., Astaburuaga, J. P., Leiva, C., Cook, P., Medel, P., y Cortés, S. (2020). Estudio de metales urinarios y plomo en sangre: parámetros poblacionales en Antofagasta, 2018. *Revista Médica de Chile*, 148(6), pp. 746–754. <https://www.scielo.cl/pdf/rmc/v148n6/0717-6163-rmc-148-06-0746.pdf>
- Shannon, M. (1998). Lead. En M. Haddad, J. Shannon, y J. Winchester (Eds.), *Clinical management of poisoning and drug overdose* (3.<sup>a</sup> ed.). WB Saunders.
- Tinkov, A. A., Filippini, T., Ajsuvakova, O. P., Aaseth, J., Gluhcheva, Y. G., Ivanova, J. M., Bjørklund, G., Skalnaya, M. G., Gatiatulina, E. R., Popova, E. V., Nemereshina, O. N., Vinceti, M., y Skalny, A. V. (2017). The role of cadmium in obesity and diabetes. *Science of the Total Environment*, 601–602, 741–755. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.05.224>
- United Nations International Children’s Emergency Fund (UNICEF). (2020). The toxic truth: Children’s exposure to lead pollution undermines a generation of future potential. <http://www.indiaenvironmentportal.org.in/files/file/The-toxic-truth-childrens-exposure-to-lead-pollution-2020.pdf>

- Wang, X., Karvonen-Gutierrez, C. A., Herman, W. H., Mukherjee, B., Harlow, S. D., y Park, S. K. (2021). Urinary heavy metals and longitudinal changes in blood pressure in midlife women: The study of women's health across the nation. *Hypertension*, 78(2), 543–551. <https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.121.17295>
- Wen, W. L., Wang, C. W., Wu, D. W., Chen, S. C., Hung, C. H., y Kuo, C. H. (2020). Associations of heavy metals with metabolic syndrome and anthropometric indices. *Nutrients*, 12(9), pp. 2666. <https://doi.org/10.3390/nu12092666>
- Ñaupas, H., Valdivia, M., Palacios, J., y Romero, H. (2018). Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis (5.<sup>a</sup> ed.). Ediciones de la U.

**IX. ANEXO A. Matriz de Consistencia.**

**CONCENTRACIÓN DE PLOMO EN SANGRE Y CADMIO EN ORINA ENTRE PACIENTES DE UN LABORATORIO CLÍNICO DE LIMA, 2023**

<b>PREGUNTAS: GENERAL Y ESPECÍFICAS</b>	<b>OBJETIVOS GENERAL Y ESPECÍFICAS</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>METODOLOGÍA</b>
<b>PREGUNTA GENERAL</b> ¿Cuál es la concentración de plomo en sangre y cadmio en orina en los pacientes de un Laboratorio Clínico de Lima, 2023?	<b>OBJETIVO GENERAL</b> Determinar la concentración de plomo en sangre y cadmio en orina en los pacientes de un Laboratorio Clínico de Lima, Perú 2023.	<b>Variable 1:</b> Plomo Sérico	<b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b> Investigación de tipo observacional, retrospectivo, de corte transversal. Enfoque cuantitativo.
<b>PREGUNTAS ESPECÍFICAS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cuál es la concentración de plomo en sangre en los pacientes de un laboratorio clínico de Lima, 2023?</li> <li>¿Cuál es la concentración de cadmio en orina en los pacientes de un laboratorio clínico de Lima, 2023?</li> <li>¿Cuáles son los niveles de plomo en sangre y cadmio en orina según el sexo y edad?</li> <li>¿Cuál es la relación de los niveles de plomo en sangre y cadmio en orina según la ocupación laboral del paciente?</li> </ul>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar la concentración de plomo en sangre en los pacientes de un Laboratorio Clínico de Lima, Perú 2023.</li> <li>Determinar la concentración de cadmio en orina en los pacientes de un Laboratorio Clínico de Lima, Perú 2023.</li> <li>Determinar los niveles de plomo en sangre y cadmio en orina según el sexo y edad.</li> <li>Relacionar los niveles de plomo en sangre y cadmio en orina según la ocupación laboral del paciente.</li> </ul>	<b>Variable 2:</b> Cadmio en orina	<b>MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN</b> <b>POBLACIÓN</b> La investigación contara con una población de 2988 pacientes atendidos en la clínica Pulso Salud - Laboratorio clínico y salud ocupacional durante el segundo semestre del año 2023. <b>MUESTRA</b> La muestra la conformaran de 340 pacientes que se realizaron el dosaje de plomo sérico y cadmio de orina durante el segundo semestre del año 2023. <b>Criterios de Inclusión</b> Pacientes que se realizaron el dosaje en el segundo trimestre del año 2023. Pacientes con información completa sobre las variables intervinientes (edad, sexo, puesto de trabajo). <ul style="list-style-type: none"> <li>Pacientes con nacionalidad peruana.</li> <li>Pacientes con resultados completos de plomo sérico y cadmio en orina</li> </ul> <b>TAMAÑO MUESTRAL</b> Probabilístico sistemático.

			<b>Instrumento:</b> Ficha de recolección de datos.
--	--	--	---

## Anexo B

Ficha de recolección de datos.

Nº: \_\_\_\_\_

### FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

#### 1. DATOS:

EDAD : .....

SEXO : ( ) MASCULINO ( ) FEMENINO

LUGAR DE PROCEDENCIA: .....

PUESTO DE TRABAJO : .....

#### 2. CONCENTRACIÓN

##### Resultado

- PLOMO SERICO ☐ \_\_\_\_\_ ug/dL
- CADMIO EN ORINA ☐ \_\_\_\_\_ ug/L

#### 3. DIAGNOSTICO PLOMO

MASCULINO (EXPUESTO) ☐  
<40

FEMENINO (EXPUESTO) ☐  
<30

ADULTOS NO EXPUESTOS ☐

#### DIAGNOSTICO CADMIO

NO EXPUESTOS ☐  
OCUPACIONALMENTE <1

NO FUMADORES <2 ☐

FUMADORES EXPUESTOS ☐  
OCUPACIONALMENTE <10

#### Observaciones

, .....

## Anexo C

### Validación del instrumento

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLAREAL  
CONCENTRACIÓN DE PLOMO EN SANGRE Y CADMIO EN ORINA ENTRE  
PACIENTES DE UN LABORATORIO CLINICO DE LIMA, 2023.

#### ESCALA DE CALIFICACION

Estimado (a) juez de experto: CARLOS PRADO MAGGIA

Teniendo como base los criterios que a continuación se presenta, se le solicita dar su opinión sobre el instrumento de recolección de datos que se adjunta:

Marque con una (X) en SI o NO, en criterio según su opinión.

CRITERIOS	SI	NO	OBSERVACIÓN
1. El instrumento recoge información que permite dar respuesta al problema de investigación.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2. El instrumento propuesto responde a los objetivos del estudio.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3. La estructura del instrumento es adecuada	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4. Los ítems del instrumento responden a la operacionalización de la variable.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5. La secuencia presentada facilita el desarrollo del instrumento.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6. Los ítems son claros y entendibles.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7. El número de ítems es adecuado para su aplicación	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

#### SUGERENCIAS:

.....  
.....  
.....



Firma del juez experto

**CARLOS PRADO MAGGIA**  
PATÓLOGO MÉDICO  
CMP 15207 R.N.E. 7706

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLAREAL

**CONCENTRACIÓN DE PLOMO EN SANGRE Y CADMIO EN ORINA ENTRE  
PACIENTES DE UN LABORATORIO CLINICO DE LIMA. 2023.**

### ESCALA DE CALIFICACION

Estimado (a) juez de experto: Luis Yuri Calderon Cumpa

Teniendo como base los criterios que a continuación se presenta, se le solicita dar su opinión sobre el instrumento de recolección de datos que se adjunta:

Marque con una (X) en SI o NO, en criterio según su opinión.

CRITERIOS	SI	NO	OBSERVACIÓN
1. El instrumento recoge información que permite dar respuesta al problema de investigación.	X		
2. El instrumento propuesto responde a los objetivos del estudio.	X		
3. La estructura del instrumento es adecuada	X		
4. Los ítems del instrumento responden a la operacionalización de la variable.	X		
5. La secuencia presentada facilita el desarrollo del instrumento.	X		
6. Los ítems son claros y entendibles.	X		
7. El número de ítems es adecuado para su aplicación	X		

**SUGERENCIAS:**

  
 Juan Carlos Calderón Fournier  
 TIR. 1470 ESP. 0005  
 FOLIO 15 DE 15  
 Firma del juez experto



UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLAREAL  
**CONCENTRACIÓN DE PLOMO EN SANGRE Y CADMIO EN ORINA ENTRE  
 PACIENTES DE UN LABORATORIO CLINICO DE LIMA, 2023.**

**ESCALA DE CALIFICACION**

Estimado (a) juez de experto: *DR: ARISTIDES HUATADO CONCHA*

Teniendo como base los criterios que a continuación se presenta, se le solicita dar su opinión sobre el instrumento de recolección de datos que se adjunta:

Marque con una (X) en SI o NO, en criterio según su opinión.

CRITERIOS	SI	NO	OBSERVACIÓN
1. El instrumento recoge información que permite dar respuesta al problema de investigación.	X		
2. El instrumento propuesto responde a los objetivos del estudio.	X		
3. La estructura del instrumento es adecuada	X		
4. Los ítems del instrumento responden a la operacionalización de la variable.	X		
5. La secuencia presentada facilita el desarrollo del instrumento.	X		
6. Los ítems son claros y entendibles.	X		
7. El número de ítems es adecuado para su aplicación	X		

**SUGERENCIAS:**

.....  
 .....  
 .....



**Firma del juez experto**

*Dr. Aristides Huatado Concha*

## Valoración del Juicio de Expertos

### JUICIO DE EXPERTOS

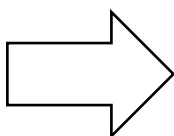
CRITERIOS	JUECES			SUMA DE CRITERIOS DE JUECES
	J1	J2	J3	
1	1	1	1	3
2	1	1	1	3
3	1	1	1	3
4	1	1	1	3
5	1	1	1	3
6	1	1	1	3
7	1	1	1	3
TOTAL	7	7	7	21

**1: de acuerdo    0: desacuerdo**

#### Prueba Concordancia entre los jueces

$$b = \frac{T_a}{T_a + T_d} \times 100$$

$$b = \frac{21}{21 + 0} \times 100 = 100$$



**Confiabilidad del Instrumento**

**VALIDEZ PERFECTA**

Dónde:


Ta: N° Total de acuerdo de jueces

Td: N° Total de desacuerdo de jueces

b: Grado de concordancia significativa

<b>0,53 a menos</b>	<b>Validez nula</b>
<b>0,54 a 0,59</b>	<b>Validez baja</b>
<b>0,60 a 0,65</b>	<b>Válida</b>
<b>0,66 a 0,71</b>	<b>Muy válida</b>
<b>0,72 a 0,99</b>	<b>Excelente validez</b>
<b>1.0</b>	<b>Validez perfecta</b>

**Anexo D****Permiso del Laboratorio**



**"AÑO DEL BICENTENARIO DE LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA INDEPENDENCIA Y DE LA CONMEMORACIÓN DE LAS HEROICAS BATALLAS DE JUNIN Y AYACUCHO"**

Solicitud: Permiso para realizar proyecto de tesis

DR: CARLOS PRADO MAGGIA

JEFE DEL ÁREA DEL LABORATORIO

**De mi consideración:**

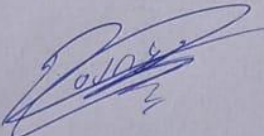
Yo, **MARIO RODRIGO MOLLEDA DELGADO**, identificado con **DNI 74586434**, con domicilio Prolongación Unanue 1024 4to piso #18, La Victoria. Ante Ud. me presento y expongo:

Solicitarle el debido permiso para realizar mi proyecto de tesis llamado: **"CONCENTRACIÓN DE PLOMO EN SANGRE Y CADMIO EN ORINA ENTRE PACIENTES DE UN LABORATORIO CLINICO DE LIMA 2023"**, con este fin solicito aprobación y autorización para la ejecución del proyecto de tesis. Del mismo modo me comprometo a cumplir las buenas prácticas de investigación, las recomendaciones y cronogramas establecidos según corresponda.

Con un saludo cordial y a tiempo de agradecer su atención a esta solicitud.

**Lima 25 de octubre del 2024**

**Atentamente:**



**MARIO RODRIGO MOLLEDA DELGADO**

**DNI: 74586434**

**El estado estratégico en Seguridad y Salud Ocupacional para su empresa** [www.pulsosalud.com](http://www.pulsosalud.com)



**"AÑO DEL BICENTENARIO DE LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA INDEPENDENCIA Y DE LA  
CONMEMORACIÓN DE LAS HEROICAS BATALLAS DE JUNIN Y AYACUCHO"**

BACHILLER: MARIO RODRIGO MOLLEDA DELGADO

TESISTA: UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL

De mi consideración:

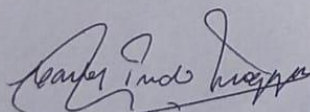
Me es grado dirigirme a usted y saludarlo cordialmente y a la vez manifestarle que su proyecto de tesis titulado: **"CONCENTRACIÓN DE PLOMO EN SANGRE Y CADMIO EN ORINA ENTRE PACIENTES DE UN LABORATORIO CLINICO DE LIMA 2023"**, cuyo tipo es de diseño observacional y de estudio transversal. Ha sido evaluado por mi persona como el jefe del área de Laboratorio de la **Clínica Pulso Salud - Laboratorio clínico y salud ocupacional**. Por lo tanto, con las facultades que se me dan como jefe de Laboratorio he decidido aprobar su proyecto.

En consecuencia, Autorizo la ejecución del proyecto quedando bajo la responsabilidad del investigador.

Sin otro tema en particular, le expreso mi consideración y estima.

Lima 25 de octubre del 2024

Atentamente:



CARLOS PRADO MAGGIA

DNI: 09992201