



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
MODALIDAD: INVESTIGACIÓN



**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO, AL TÍTULO DE QUÍMICO Y
FARMACÉUTICO**

TEMA:

**“EVALUACIÓN DE CONCENTRACIONES DE PLOMO EN SANGRE AL
PERSONAL DEL ÀREA DE COMBUSTIBLE Y ARMAMENTO DE LA
ARMADA DEL ECUADOR”**

Autores:

Lainez Silvestre Cristopher Alexis

Muñoz Reyes Julissa María

Tutor: Abg Q.F. Walter Mariscal Santillán Ph D.

GUAYAQUIL – ECUADOR

PERÍODO ACADÉMICO: 2018 -2019



**FACULTAD: CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA: QUÍMICA Y FARMACIA
UNIDAD DE TITULACIÓN**



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE GRADUACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Evaluación De Concentraciones De Plomo En Sangre Al Personal Del Área De Combustible Y Armamento De La Armada Del Ecuador		
AUTOR(ES) (apellidos/nombres):	Lainez Silvestre Christopher Alexis Muñoz Reyes Julissa María		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES) (apellidos/nombres):	Abg Q.F. Walter Mariscal Santillán Ph		
INSTITUCIÓN:	Universidad de Guayaquil		
UNIDAD/FACULTAD:	Facultad de Ciencias Químicas		
MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:	Química y Farmacia		
GRADO OBTENIDO:	Tercer Nivel – Químico Farmacéutico		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	2018	No. DE PÁGINAS:	101
ÁREAS TEMÁTICAS:	Investigación		
PALABRAS CLAVES/KEYWORDS:	Abastecimiento, voltameteria, anódica, plomo, concentraciones.		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras): El analizador portátil con voltametría anódica llamado LeadCare II, evalúa los niveles de plomo en sangre, los pacientes de estudios fueron 240, entre las edades de 33 a 40 años, con un tiempo laboral de uno a dos años, acudieron a su diagnóstico anual durante los meses de Enero hasta Junio, en la Dirección de Sanidad de la Armada del Ecuador, los análisis estadísticos se realizan determinando el pro-medio, mediana, moda, valor mínimo, máximo, desviación estándar y varianza con los factores de edad, tiempo laboral y concentración de plomo en sangre, 18 paciente presentaron elevadas concentraciones de plomo en sangre, los análisis estadísticos presentaron valor promedio 4.64; con una mediana de 3,30, una me-diana de 3,30, una moda de 3,30, valor mínimo registrado de 3,30 y un valor má-ximo de 16.70 con una desviación estándar de 2,71. Se conoció las concentracio-nes exactas de plomo que contiene cada paciente por medio del analizador Lead-Care II.			
ADJUNTO PDF:	☒ SI	☐ NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0980929403 Teléfono: 0988930613	E-mail: christopher.lainezs@gmail.com E-mail: ju8_mure@live.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: SEDE CIENCIAS QUÍMICAS Teléfono: 04-229-3680 E-mail: fcquimic@ug.edu.ec		



**FACULTAD: CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA: QUÍMICA Y FARMACIA
UNIDAD DE TITULACIÓN**



CERTIFICADO DEL TRIBUNAL

El Tribunal de Sustentación del Trabajo de Titulación de los Srs. CRISTOPHER ALEXIS LAINEZ SILVESTRE Y JULISSA MARIA MUÑOZ REYES después de ser examinado en su presentación, memoria científica y defensa oral, da por aprobado el Trabajo de Titulación.

Q.F. Oswaldo Pesantes Msc.

Presidente-miembro 1 del tribunal

Q.F. María Elena Jiménez Msc..

Docente-miembro 2 del tribunal

Q.F. Carlos Valdiviezo Msc.

Docente-miembro 3 del tribunal

Ab. FRANCISCO PALOMEQUE ROMERO

SECRETARIO GENERAL



FACULTAD: CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA: QUÍMICA Y FARMACIA
UNIDAD DE TITULACIÓN



Guayaquil, 17 septiembre del 2018.

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR REVISOR

Habiendo sido nombrado **Abg. Q.F. WALTER ENRIQUE MARISCAL SANTI**, tutor del trabajo de titulación **"EVALUACIÓN DE CONCENTRACIONES DE PLOMO EN SANGRE AL PERSONAL DEL ÁREA DE COMBUSTIBLE Y ARMAMENTO DE LA ARMADA DEL ECUADOR"** certifico que el presente trabajo de titulación, elaborado por **CRISTOPHER ALEXIS LAINEZ SILVESTRE C.I. 0950590133 Y JULISSA MARIA MUÑOZ REYES C.I. 0928387620**, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de **QUÍMICO Y FARMACÉUTICO**, en la Facultad de **CIENCIAS QUÍMICAS**, ha sido **REVISADO Y APROBADO** en todas sus partes, encontrándose apto para su sustentación.

CRISTOPHER ALEXIS LAINEZ SILVESTRE
C.I. 0950590133

JULISSA MARIA MUÑOZ REYES
C.I. 0928387620

Q.F. OSWALDO PESANTES MSC.

C.I. No. 0904277795



**FACULTAD: CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA: QUÍMICA Y FARMACIA
UNIDAD DE TITULACIÓN**



**LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO EXCLUSIVA PARA EL USO NO
COMERCIAL DE LA OBRA CON FINES NO ACADÉMICOS**

Yo, **CRISTOPHER ALEXIS LAINEZ SILVESTRE C.I. 0950590133** Y **JULISSA MARIA MUÑOZ REYES C.I. 0928387620** certifico que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es **"EVALUACIÓN DE CONCENTRACIONES DE PLOMO EN SANGRE AL PERSONAL DEL ÀREA DE COMBUSTIBLE Y ARMAMENTO DE LA ARMADA DEL ECUADOR"** es de nuestra absoluta propiedad y responsabilidad Y SEGÚN EL Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN*, autorizamos el uso de una licencia gratuita intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la presente obra con fines no académicos, en favor de la Universidad de Guayaquil, para que haga uso del mismo, como fuera pertinente.

CRISTOPHER ALEXIS LAINEZ SILVESTRE
C.I. 0950590133

JULISSA MARIA MUÑOZ REYES
C.I. 0928387620

*CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN (Registro Oficial n. 899 - Dic./2016) Artículo 114.- De los titulares de derechos de obras creadas en las instituciones de educación superior y centros educativos.- En el caso de las obras creadas en centros educativos, universidades, escuelas politécnicas, institutos superiores técnicos, tecnológicos, pedagógicos, de artes y los conservatorios superiores, e institutos públicos de investigación como resultado de su actividad académica o de investigación tales como trabajos de titulación, proyectos de investigación o innovación, artículos académicos, u otros análogos, sin perjuicio de que pueda existir relación de dependencia, la titularidad de los derechos patrimoniales corresponderá a los autores. Sin embargo, el establecimiento tendrá una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra con fines académicos.



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA: QUÍMICA Y FARMACIA
UNIDAD DE TITULACIÓN



Guayaquil, 17 septiembre del 2018.

DR CARLOS SILVA HUILCAPI, MS.c.
SUBDECANO

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

Ciudad.-

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la **REVISIÓN FINAL** del Trabajo de Titulación **EVALUACIÓN DE CONCENTRACIONES DE PLOMO EN SANGRE AL PERSONAL DEL ÁREA DE COMBUSTIBLE Y ARMAMENTO DE LA ARMADA DEL ECUADOR** de los estudiantes **CRISTOPHER ALEXIS LAINEZ SILVESTRE Y JULISSA MARIA MUÑOZ REYES**. Las gestiones realizadas me permiten indicar que el trabajo fue revisado considerando todos los parámetros establecidos en las normativas vigentes, en el cumplimiento de los siguientes aspectos:

Cumplimiento de requisitos de forma:

- El título tiene un máximo de 20 palabras.
- La memoria escrita se ajusta a la estructura establecida.
- El documento se ajusta a las normas de escritura científica seleccionadas por la Facultad.
- La investigación es pertinente con la línea y sublíneas de investigación de la carrera.
- Los soportes teóricos son de máximo 5 años.
- La propuesta presentada es pertinente.

Cumplimiento con el Reglamento de Régimen Académico:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se indica que fue revisado, el certificado de porcentaje de similitud, la valoración del tutor, así como de las páginas preliminares solicitadas, lo cual indica que el trabajo de investigación cumple con los requisitos exigidos.

Una vez concluida esta revisión, considero que los estudiantes **CRISTOPHER ALEXIS LAINEZ SILVESTRE Y JULISSA MARIA MUÑOZ REYES** están aptos para continuar el proceso de titulación. Particular que comunicamos a usted para los fines pertinentes.

Atentamente,

Q.F. OSWALDO PESANTES MSC.

DOCENTE TUTOR REVISOR

C.I. No. 0904277795



**FACULTAD: CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA: QUÍMICA Y FARMACIA
UNIDAD DE TITULACIÓN**



Guayaquil, 20 de agosto del 2018

**Q.F.
CARLOS SILVA HUILCAPI MSc
VICEDECANO
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
Ciudad.-**

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la tutoría realizada al Trabajo de Titulación **EVALUACION DE CONCENTRACIONES DE PLOMO EN SANGRE AL PERSONAL DEL AREA DE COMBUSTIBLE Y ARMAMENTO DE LA ARMADA DEL ECUADOR** de los estudiantes **LAINÉZ SILVESTRE CRISTOPHER ALEXIS y MUÑOZ REYES JULISSA MARIA**, indicando han cumplido con todos los parámetros establecidos en la normativa vigente:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de similitud y la valoración del trabajo de titulación con la respectiva calificación.

Dando por concluida esta tutoría de trabajo de titulación, **CERTIFICO**, para los fines pertinentes, que las estudiantes están aptas para continuar con el proceso de revisión final.

Atentamente,

AB. Q.F. WALTER MARISCAL SANTI MSc

C.I. 0907249080



**FACULTAD: CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA: QUÍMICA Y FARMACIA
UNIDAD DE TITULACIÓN**



CERTIFICACIÓN APROBACIÓN DEL TUTOR

Guayaquil, 30 de agosto de 2018

En calidad de tutor del trabajo de titulación, certifico que he asesorado, guiado y revisado este trabajo de titulación en la modalidad de investigación, cuyo título es **"EVALUACIÓN DE CONCENTRACIONES DE PLOMO EN SANGRE AL PERSONAL DEL ÁREA DE COMBUSTIBLE Y ARMAMENTO DE LA ARMADA DEL ECUADOR"** presentando a los estudiantes **Lainez Silvestre Cristopher Alexis** con cedula de ciudadanía 0950590133 y **Muñoz Reyes Julissa María** con cedula de ciudadanía 0928387620 previo a la obtención de título de Química y Farmacia.

El trabajo ha sido aprobado en su totalidad y se adjunta el informe de Anti plagio del programa UNKUND. Lo certifico.

Atentamente,

AB. Q.F. WALTER MARISCAL SANTI MSc

C.I. 0907249080

AB. Q.F. WALTER MARISCAL SANTI MSc
C.I. 0907249080



**FACULTAD: CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA: QUÍMICA Y FARMACIA
UNIDAD DE TITULACIÓN**



CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD

Habiendo sido nombrado **AB. Q.F. WALTER MARISCAL SANTI MSc**, tutor del trabajo de titulación certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por **LAINEZ SILVESTRE CRISTOPHER ALEXIS** y **MUÑOZ REYES JULISSA MARIA**, con CC. 0950590133 y 0928387620, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de QUIMICO FARMACEUTICO.

Se informa que el trabajo de titulación: **"EVALUACION DE CONCENTRACIONES DE PLOMO EN SANGRE AL PERSONAL DEL AREA DE COMBUSTIBLE Y ARMAMENTO DE LA ARMADA DEL ECUADOR"** ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa antiplagio (indicar el nombre del programa antiplagio empleado) quedando el 10 % de coincidencia.

The screenshot displays the URKUND web interface. On the left, a sidebar shows document details: 'Documento: LAINEZ-SILVESTRE CRISTOPHER ALEXIS', 'Presentado: 2019-08-13 09:15:45:00', 'Presentado por: Jorge Campoverde (jcampoverde@ug.edu.ec)', 'Recibido: jcampoverde@ug.edu.ec', and 'Mensaje: LAINEZ MUÑOZ TESIS PLOMO'. The main area shows a similarity report with a 'Lista de fuentes' (List of sources) on the right and a 'Similitud' (Similarity) table on the left. The table shows a 100% similarity score for the document. The sources listed include various academic and scientific references related to lead concentration in blood.

<https://secure.arkund.com/view/39955566-792788-990171#FY4xDsMwCEXv4hlVBmKDC5WqQxW1kYdkyVj17n0dmsDvA/KnHFdZ71qbgC7wrx0CUtQMhMgMbzivoEDmZE7mQ7TjOn3ggjvBfOCTmuzIEFa9CTKb8BzxkHLN/ZzvuT3P7VXWegitjZbOd8zCsn9/>

AB. Q.F. WALTER MARISCAL SANTI MSc
C.I. 0907249080



...RKUND

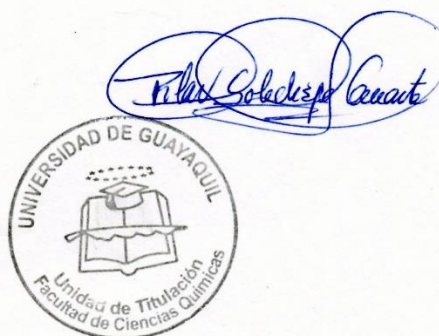
und Analysis Result

sed Document: LAINEZ-MUÑOZ TESIS PLOMO.docx (D40808071)
 itted: 8/13/2018 4:15:00 PM
 itted By: campoverdemj@ug.edu.ec
 icance: 10 %

ces included in the report:

//scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03002016000300006
 //medicinainterna.org.pe/revista/revista_18_1_2005/Intoxicacion.pdf
 //apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/77917/9789243502137_spa.pdf;sequence=1
 //www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs13.html
 //www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/enfermeria/tesis36.pdf
 //147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/ESTELA%20GOZALO%20YUSTE.pdf
 //es.wikipedia.org/wiki/Fases_de_un_fen%C3%B3meno_t%C3%B3xico
 //exposicionalplomo12.blogspot.com/
 //www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts13.pdf
 //es.wikipedia.org/wiki/Envenenamiento_por_plomo
 //www.babylon-software.com/definition/saturnismo/spanish
 //www.scielo.org.co/pdf/amc/v36n4/v36n4a07.pdf
 //www.scielo.org.pe/pdf/rspm/v18n1/a05v18n1

ances where selected sources appear:





**FACULTAD: CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA: QUÍMICA Y FARMACIA
UNIDAD DE TITULACIÓN**



Guayaquil, 17 de Septiembre del 2018.

CARTA DE AUTORÍA DE TITULACIÓN

Yo, **Cristopher Alexis Lainez Silvestre** y **Julissa Maria Muñoz Reyes**, autores de este trabajo declaramos ante las autoridades de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Guayaquil, que la responsabilidad del contenido de este **TRABAJO DE TITULACIÓN**, corresponde a nosotros exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Guayaquil.

Declaramos también es de nuestra autoría, que todo el material escrito, salvo el que está debidamente referenciado en el texto. Además, se rectifica que este trabajo no ha sido parcial ni totalmente presentado para la obtención de un título, ni en una Universidad nacional, ni una extranjera.

Cristopher Alexis Lainez Silvestre

C.I. 0950590133

Julissa Maria Muñoz Reyes

C.I. 0928387620

DEDICATORIA

Dedico este presente trabajo a mi tía Lcda. Jenny Orrala Reyes que ha sido mi apoyo total en toda mi carrera.

A mis Bisabuelos Feliz Orrala Y Elsa Reyes quienes fueron mi pilar fundamental de esta etapa de mi carrera universitaria.

A mis padres y familiares que me brindaron su confianza y apoyo.

DEDICATORIA

Dedico este presente trabajo mis padres Alexis Lainez y María Silvestre, por ser mis pilares fundamentales y mi motor para seguir adelante a lo largo de mi vida.

Dedico este trabajo a mis hermanos son los mejor amigos que he podido tener, por mis padres y hermanos me han brindado su confianza y apoyo a lo largo de mi carrera universitaria.

AGRADECIMIENTO

Mi total agradecimiento a Dios por permitirme cumplir una meta más en mi vida.

Agradecimiento al tutor Abg. Q.F. Walter Mariscal Santillán Ph D.

A la docente Q.F. María Elizabeth Herrera que, con sus sabios conocimientos y su tiempo disponible, ayudó en la orientación necesaria para culminar este estudio.

A la Dirección de Sanidad Naval en especial a CPFG-CSM MARCO HUACA por permitirnos realizar la presente investigación de igual manera agradezco a de la institución SUBS. Víctor Riofrio, Lcdo. Daniel Balladares y Dra. Q.F. Grace Cordeiro que nos brindaron su apoyo total y conocimientos.

A mi compañero y mejor amigo Cristopher Alexis Laínez Silvestre que juntos impartimos a realizar esta investigación y ayudarnos mutuamente para culminar con éxito este estudio y poder cumplir nuestros sueños.

Julissa Maria Muñoz Reyes

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios por haberme brindado la vida y la oportunidad de estudiar esta carrera y por permitirme conocer a muchas personas a lo largo de mi instancia en la facultad.

Agradezco mucho a mi familia, mis padres, mis hermanos a pesar de las diferentes circunstancias y situaciones de la vida siempre hemos permanecido juntos saliendo adelante, a cada uno de ellos son mi modelo a seguir por lucha constante y perseverancia de salir día a día a trabajar por lo que uno más desea son el pilar fundamental de mi vida.

Agradecemos al CPFG-CSM Marco Huaca Director De La Dirección De Sanidad por permitirnos realizar la investigación en esta institución y también a cada uno de los miembros del laboratorio clínico de la institución SUBS. Víctor Riofrio, Lcdo. Daniel Balladares, Dra. Q.F. Grace Cordero por impartir cada uno de sus conocimientos adquiridos a lo largo de su vida profesional.

También quiero agradecer a una persona que en tan poco tiempo se ha ganado mi cariño, afecto, respeto, fidelidad y lealtad incondicional hemos pasado por muchas situaciones y a pesar de ello sigue a mi lado.

Agradezco a mi amiga, compañera y mejor amiga Julissa Muñoz, por haberme brindado su mano amiga durante todo el tiempo de estudio por apoyarme en diversas circunstancias sin pedir nada a cambio.

Cristopher Alexis Lainez Silvestre

“EVALUACIÓN DE CONCENTRACIONES DE PLOMO EN SANGRE AL
PERSONAL DEL ÀREA DE COMBUSTIBLE Y ARMAMENTO DE LA AR-
MADA DEL ECUADOR”

AUTORES: Cristopher Alexis Lainez Silvestre

Julissa Maria Muñoz Reyes

Tutor: Abg. Q.F. Walter Mariscal Santillán Ph D.

RESUMEN

El analizador portátil con voltametría anódica llamado LeadCare II, evalúa los niveles de plomo en sangre, los pacientes de estudios fueron 240, entre las edades de 33 a 40 años, con un tiempo laboral de uno a dos años, acudieron a su diagnóstico anual durante los meses de Enero hasta Junio, en la Dirección de Sanidad de la Armada del Ecuador, los análisis estadísticos se realizan determinando el promedio, mediana, moda, valor mínimo, máximo, desviación estándar y varianza con los factores de edad, tiempo laboral y concentración de plomo en sangre, 18 paciente presentaron elevadas concentraciones de plomo en sangre, los análisis estadísticos presentaron valor promedio 4,64; con una mediana de 3,30, una mediana de 3,30, una moda de 3,30, valor mínimo registrado de 3,30 y un valor máximo de 16.70 con una desviación estándar de 2,71. Se conoció las concentraciones exactas de plomo que contiene cada paciente por medio del analizador LeadCare II.

Palabras claves: Abastecimiento, voltametría, anódica, plomo, concentraciones.

**"EVALUATION OF LEAD CONCENTRATIONS IN BLOOD TO THE PERSONNEL OF
THE FUEL AND ARMAMENT AREA OF THE ARMADA OF ECUADOR"**

Author: Cristopher Alexis Lainez Silvestre

Julissa Maria Muñoz Reyes

Advisor: Abg. Q.F. Walter Mariscal Santillán Ph D.

ABSTRACT

The portable analyzer with anodic voltametry called LeadCare II, evaluates the levels of lead in blood, the study patients were 240, between the ages of 33 to 40 years, with a working time of one to two years, they attended their annual diagnosis during the months of January to June, in the Directorate of Health of the Ecuadorian Navy, statistical analyzes are performed by determining the average, median, mode, minimum value, maximum, standard deviation and variance with the factors of age, working time and concentration of lead in blood, 18 patients presented high concentrations of lead in blood, the statistical analysis showed an average value of 4.64; with a median of 3.30, a median of 3.30, a mode of 3.30, minimum registered value of 3.30 and a maximum value of 16.70 with a standard deviation of 2.71. The exact concentrations of lead contained in each patient were known through the LeadCare II analyzer.

Keywords: Supply, voltametry, anodic, lead, concentrations

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	xiv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I.....	4
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA:.....	4
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN:	5
1.3.1. OBJETIVO GENERAL:	5
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	5
1.4. JUSTIFICACIÓN	5
1.5. HIPÓTESIS.....	6
1.6. OPERALIZACIÓN DE VARIABLES	7
CAPITULO II	8
MARCO TEÓRICO.....	8
2.1. ANTECEDENTES.....	8
2.2. GENERALIDADES SOBRE PLOMO.....	10

2.2.1. Características físico-químicas del plomo.....	12
2.2.2. Usos del plomo.....	13
2.2.3. Fuente de exposición del plomo.....	14
2.2.4. Riesgos de trabajo seguridad ocupacional.....	17
2.2.5. Límites de exposición al plomo.....	18
2.2.5.1. Límites Permisibles De Presencia De Plomo En Empleados Según Ministerio De Trabajo Y Asuntos Sociales De España	19
2.2.5.2. Límites Según El Instituto Ecuatoriano De Seguridad Social Y Seguro General De Riesgos Del Trabajo	20
2.2.6. Exposición ocupacional.....	21
2.2.7. Exposición ambiental	21
2.2.8. Exposición doméstica.....	22
2.2.9. Toxicocinética del plomo	22
2.2.10. Distribución y almacenamiento en el organismo	25
2.2.11. Eliminación. Metabolismo o biotransformación	27
2.2.12. Mecanismo de acción y efectos del plomo sobre la salud.....	29
2.2.13. Métodos para determinación de plomo en sangre	36
2.2.13.1. Dispositivos portátiles de voltamperometría de redisolución anódica	37

2.2.14. Intoxicación por plomo (Trastornos y patología).....	38
2.2.15. Tipos de intoxicación:.....	39
2.2.16. Saturnismo	40
2.2.17. Diagnóstico de saturnismo o plumbosis	41
2.2.18. Síntomas de la plumbosis	42
2.2.19. Tratamiento de la plumbosis.....	42
2.2.20. Analizador de plomo en sangre.	43
2.2.21. Función del analizador de plomo en sangre.	43
CAPITULO III.....	44
METODOLOGÍA	44
3. MATERIALES Y MÉTODOS	44
3.1 MATERIALES.....	44
3.1.1 Lugar De Investigación.....	44
3.1.2 Periodo De La Investigación.....	44
3.1.3 Recursos Empleados	45
3.1.4 Universo Y Muestra.....	46
3.2 MÉTODOS.....	47
3.2.1 Tipo De Investigación.....	47
3.2.2 Diseño De Investigación	47

3.2.2.1 PROCEDIMIENTOS:	47
3.2.3 Análisis De La Información.....	49
3.2.4 Criterios De Inclusión.....	49
CAPITULO IV.....	50
RECOLECCIÓN DE DATOS, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS Y DISCUSIÓN	50
4.1. RECOLECCIÓN DE DATOS	50
4.2. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	71
4.3. DISCUSIÓN	79
CAPITULO V	80
CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES	80
5.1. CONCLUSIÓN:.....	80
5.2. RECOMENDACIONES:.....	81
ANEXOS	82
BIBLIOGRAFÍA	89

ANEXOS

Anexo 1. Toma de muestras a pacientes navales de área de abastecimiento de combustibles.....	82
Anexo 2. Toma de muestras a pacientes navales de área de municiones	82
Anexo 3. Equipo Portátil LeadCare II.....	83
Anexo 4. Kit del Equipo portátil	83
Anexo 5. Contenido de materiales para análisis de plomo en sangre	84
Anexo 6. Muestras de sangre total para análisis de plomo	84
Anexo 7. Toma de muestras sanguínea por método de capilaridad	85
Anexo 8. Depositar una cierta cantidad de muestra en el buffer	85
Anexo 9. Muestra sanguínea en chip para pruebas de concentración de plomo en sangre	86
Anexo 10. Equipo portátil analizado la muestra sanguínea	86
Anexo 11, Carta de autorización para realizar investigación dentro de establecimiento de armada del ecuador.....	87
Anexo 12. Análisis de Resultados de porcentaje del Urkund	88

TABLAS

Tabla 1. Características Químicas del Plomo	12
Tabla 2. Características Físicas del Plomo.....	13
Tabla 3. Niveles de acción y valores límites de exposición al plomo según comunidades internacionales relacionadas a área de trabajo	19
Tabla 4. Estadística Del Mes De Enero	50
Tabla 5. Estadística Del Mes De Marzo.....	55
Tabla 6: Estadística del mes de Abril.....	58
Tabla 7: Estadística del mes de Mayo.....	63
Tabla 8: Estadística del mes de Junio.	68
Tabla 9. Total, de pacientes.....	70
Tabla 10. Análisis estadísticos según edades de los pacientes.....	72
Tabla 11. Análisis estadístico de edades	72
Tabla 12.. Análisis del tiempo laboral	74
Tabla 13. Análisis estadístico del tiempo laboral.....	75
Tabla 14. Frecuencias de resultados obtenidos	78
Tabla 15: Análisis estadístico de concentración de plomo en sangre	78

ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Fuentes de Exposición al Plomo	16
Ilustración 2. Exposición al Plomo y su efecto en el organismo	17
Ilustración 3. Toxicocinética del plomo.....	25
Ilustración 4. Distribución del plomo de los 3 compartimientos del organismo humano.....	27
Ilustración 5. Ilustración 5 acción plomo en el organismo	29

FIGURAS

Figura 1. Control de niveles de plomo – mes enero.....	51
Figura 2. Control de niveles de plomo – mes marzo.....	56
Figura 3. Control de niveles de plomo – mes abril	59
Figura 4. Control de niveles de plomo – mes mayo.....	63
Figura 5. Control de niveles de plomo – mes junio	69
Figura 6. Análisis total de pacientes con niveles de plomo	70

INTRODUCCIÓN

El plomo es uno de los metales más utilizados desde hace 5000 años A.C., en la antigua roma utilizaron el blanco de rodas en pinturas y cosméticos, en la época de Hipócrates se señaló la primera descripción vinculado a la exposición laboral, donde se nombró por primera vez la “Intoxicación por plomo” o por su efecto clínico también llamada cólico saturnino (Carbonato de plomo).

Este metal pesado conocido por muchas aplicaciones, es un elemento habitual en la corteza terrestre que ocupa un 0,02%, tiene como características físicas: color azul grisáceo, maleable y dúctil, con una densidad relativa o gravedad específica de 11.34 kg/m^3 ; es un anfótero, por lo que puede formar sales, óxidos y compuestos organometálicos, constituye a uno de los cuatro metales que tienen un mayor efecto dañino sobre la salud humana, puede entrar en el cuerpo humano a través de la comida (65%), agua (20%) y aire (15%), (Caravanos, y otros, 2014).

En la fuente de exposición industrial el plomo se encuentra en la metalurgia, fundición, fabricación de municiones, alfarería y cerámicas vidriadas; en la industria automotriz se los puede encontrar en la pirotecnia, química y petróleo, los compuestos de este metal son tóxicos ya que se han producido envenenamiento en personas por el uso inadecuado o por una exposición excesiva las fuentes de altos

riesgos pueden encontrarse en la soldadura, salas de rayos X y pinturas, de la misma

manera también existe los de bajo riesgos como en las reparaciones de barcos, imprentas y fabricación de vasijas de barro. (Burger & Román, 2012).

Las concentraciones de plomo en sangre mayores a 10 $\mu\text{g/dl}$, la vida media es de uno a dos meses, su elevada concentración en el organismo se ha diagnosticado que provoca convulsiones, ataxia, retraso mental, y en el caso de evidencias experimentales en mujeres embarazadas la presencia de este metal provoca abortos espontáneos, malformaciones esqueléticas, retardo del crecimiento y retardo en la migración neuronal; en la síntesis de la hemoglobina interfiere en el sistema nervioso central, las cuales se ponen de manifiesto cuando se detectan concentraciones mayores a 60 $\mu\text{g/dl}$. Este valor corresponde a los niveles biológicos máximos permitidos de exposición (Cornelio, B., 2005)

El plomo no se excreta por lo que, permanece en el cuerpo por periodos prolongados e intercambia en compartimentos como: sangre, huesos y dientes que contiene casi la totalidad de este metal, y en los órganos como: el hígado, riñones, pulmones, cerebro, bazo, músculos y corazón, actúa como agonista y antagonista de las acciones del calcio y se relaciona con proteínas que poseen los grupos sulfhídrico, amina, fosfato y carboxilo. Los sistemas más agredidos con manifestacio-

nes específicas son: Sistema Nervioso, Gastrointestinal, Renal y Hematopoyético (Alvarez Caceres, 2013).

Este metal que ingresa a nuestro organismo por diferentes vías ya sea por inhalación, cutánea o por vial oral, pueden presentarse como enfermedad laboral que afecta no solo a el personal que se expone a diario, sino también a los personas que los rodea; el saturnismo es la enfermedad que contiene un conjunto de síntomas donde en la intoxicación crónica puede presentarse como la plumbosis o plumbemia (Oliveros, "Saturnismo y Homeopatía", 2005).

Se realizó un estudio al personal naval en servicio activo de la Armada del Ecuador con la finalidad de evaluar los niveles de concentración de plomo en sangre y los factores de riesgos que existen ante la exposición de este metal en el área abastecimiento de combustible y armamento.

Uno de los métodos más utilizados para la detección de plomo en sangre es por medio de un dispositivo portátil de voltamperometría de resolución anódica, llamado LeadCare II, que mezcla sangre total con el reactivo del tratamiento incluidos en el kit portátil, durante este proceso va a liberar el plomo de la sangre y en cuestión de 120 segundos muestra resultados en la pantalla del equipo con la concentración existente por cada paciente.

CAPITULO I

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La exposición por un tiempo determinado al plomo ha originado problemas de salud en varios países; este metal toxico está asociado con la contaminación del aire, agua y suelo, se lo puede encontrar principalmente en combustibles y municiones para armamentos.

En el transcurso de su periodo laboral se ha diagnosticado que el personal naval puede presentan concentraciones elevadas de plomo, el cual se pueden observar diversos síntomas como: cólicos, nefropatía, o deterioro neurológico y debido a la infección por heridas de proyectiles se presentan diagnóstico como el saturnismo. (Cordero Acosta, 2014).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA:

¿Mediante el método electroquímico de un equipo portátil LeadCare II se puede determinar las concentraciones elevadas de plomo en sangre del personal naval que trabaja en al área de combustible y armamento?

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN:

1.3.1. OBJETIVO GENERAL:

- Determinar las concentraciones de plomo en sangre que se genera al personal naval de la unidad de abastecimiento de combustible y armamento.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Cuantificar las concentraciones de plomo en sangre mediante el analizador LeadCare II.
- Identificar los factores de riesgos que implica el aumento de concentraciones de plomo en la sangre.
- Proponer medidas de prevención para minimizar las concentraciones de plomo en la sangre.

1.4. JUSTIFICACIÓN

El plomo es un metal tóxico cuyo uso generalizado es la causa de la importante contaminación ambiental y los problemas de salud registrados en muchos lugares del mundo. Se estima que la exposición al plomo provoca 143.000 muertes cada año y es responsable del 0,6% de la carga de morbilidad mundial. (OMS, 2013)

La constante exposición al plomo, se acumula en el cuerpo provocando daños en el sistema nervioso, circulatorio y renal, y a medida que este metal se encuentra en altas concentraciones en el organismo produce problemas irreversibles en la salud del personal naval.

En la Arma del Ecuador se utilizan municiones para armamentos, y combustible que contiene tetraetilo de plomo, como aditivo y agente antidetonante, para mejor rendimiento y calidad del mismo, que se manejan en diversos transportes y maquinarias de la institución.

Al realizar este estudio nos permitirá cuantificar las diversas concentraciones de plomo presentes en la sangre del personal que están expuesta de forma directa en su jornada laboral debido funciones que ellos cumplen por un tiempo prolongado.

1.5. HIPÓTESIS

Mediante el equipo portátil LeadCare II utilizando métodos electroquímicos, si se puede determinar las concentraciones de plomo en sangre que afecta a la calidad de vida del personal naval que labora en el área de abastecimiento de combustible y armamento.

1.6. OPERALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIA- BLES	CONCEPTUALI- ZACIÓN	DIMEN- SIONES	INDICA- DOR	ÍTEMS
Concentra- ción de plomo en sangre	Cantidad de plomo que se encuentra presente en la sangre medida en ug/dl	Valor permi- sible Valor no per- misible	Concentra- ción de plomo baja Concentra- ción de plomo alta	< 10 ug/dl > 10 ug/dl
Factores de riesgo	Condiciones y causas de exposición frente al plomo que deteriora la salud	Riesgo laboral	Inhalación y manipu- lación de materiales que contie- nen plomo	Sintomato- logía exis- tente. Cambio de alimenticio y ambiente laboral.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

Las primeras descripciones de los efectos a este metal que provoca daño a la salud del hombre fueron descritas por Hipócrates en los años 370 A.C. vinculadas con el ambiente laboral donde hubo un caso de un hombre presentaba fuertes dolores abdominales, que trabajaba extrayendo estos metales (Burger M. , 2012).

No hay evidencia definitiva de que el plomo produzca cáncer en seres humanos. Algunas ratas y ratones que recibieron dosis altas de un cierto tipo de compuesto de plomo desarrollaron tumores en el riñón. El Departamento de Salud y Servicios Humanos (DHHS) ha determinado que es razonable predecir que el plomo y los compuestos de plomo son carcinogénicos en seres humanos. La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) ha determinado que el plomo inorgánico es probablemente carcinogénico en seres humanos y que no hay suficiente información para determinar si los compuestos orgánicos de plomo pueden producir cáncer en seres humanos (Blanco, Ortega, Dueñas, Batista, & Serafín, 2014).

La IARC ha estudiado la relación del daño en el ADN con la exposición de plomo y analizó el mecanismo del plomo como potencial cancerígeno. Comprobó que existe poca evidencia que el plomo actúe de forma directa con el ADN; el efecto en el ADN del plomo está mediado por la modulación de las especies reactivas del oxígeno (ROS) y por la interacción con proteínas, incluye las proteínas de reparación del ADN, lo cual puede resultar en mutación, proliferación celular, cambios en la expresión del gen, todo lo cual contribuye a indicar que la exposición crónica es cancerígena. Existen estudios donde se demuestra el incremento de la mortalidad estándar causada por el cáncer en individuos que trabajan en fábricas de plomo (Blanco, Ortega, Dueñas, Batista, & Serafín, 2014).

De acuerdo con la Organización mundial de la Salud la intoxicación por plomo es completamente prevenible y se han hecho recomendaciones eficientes para reducir el riesgo de exposición. Es importante informar a toda la familia acerca de la exposición ambiental al plomo, promover y fomentar buenos hábitos higiénicos y alimenticios, así como medidas personales para reducir la exposición como la identificación de posibles fuentes de plomo en el hogar: pinturas, juguetes, cosméticos y en especial la cerámica vidriada, que tradicionalmente es utilizada para preparar y guardar alimentos; cabe señalar que esta práctica ha sido reportada como un factor de alto riesgo en la población, sobre todo en regiones rurales (O.M.S., 2015).

2.2. GENERALIDADES SOBRE PLOMO

El plomo forma parte de la materia particulado de la atmósfera, el cual va depender de su densidad o tamaño y se mantendrá suspendida en el aire, transportado por el viento partículas de este metal a grandes distancias. (Rodríguez .A,Cuéllar L,, Maldonado .G, Suardiaz .M, 2016)

Este metal se encuentra en forma aislada o combinada formando los denominados minerales que constituyen parte de la corteza terrestre, creando depósitos superficiales o profundos en donde se encuentran concentrados o disueltos en los océanos, se lo conoce como ciclos hidrogeológicos responsables de la contaminación de aire, suelos, agua y alimentos (Casarret, 2013).

Una vez en la atmósfera, las partículas de plomo pueden viajar a grandes distancias contaminándose suelos, ríos, lagos y lagunas. Este incremento de plomo en el medio ambiente se facilita también por la explotación minera junto a otros metales, así como el aumento de fábricas que procesan plomo o sus componentes. (Caravanos J. , 2014)

Este metal se lo puede encontrar en forma orgánica e inorgánica. Los principales compuestos inorgánicos se presentan como arseniato, carbonato, cromato, cloruro, dióxido, fosfato, monóxido, sesquióxido, tetraóxido, silicato, sulfato y

sulfuro de plomo. Los compuestos orgánicos más comunes son acetato, estearato, oleato, tetraetilo y tetrametilo de plomo. (Burger M. , 2012)

Su mayor impacto en la salud humana se produce, principalmente, a través de la contaminación del medio ambiente, y su acumulación en alimentos. Se definen como tóxicos porque tienen efectos acumulativos mortales que pueden causar cambios degenerativos crónicos, especialmente en el Sistema nervioso central, hígado, riñones y, en algunos pueden generar efectos teratogénicos y carcinogénicos. Cuando se funde a temperaturas próximas a los 500°C, el plomo emite vapores tóxicos, que al entrar en vías respiratorias alcanzan fácilmente los alveolos pulmonares (Casarret, 2013).

En los suelos cercanos a carreteras se encuentran concentraciones elevadas de plomo debido a que es un metal fuertemente absorbido en la corteza terrestre, sobre todo en arcillas, manganeso, óxidos de hierro y limos. (Spivery, The weight of lead: Effects add up in adults, 2017).

Los depósitos naturales más conocidos se encuentran en Canadá, EE.UU., México, Perú, Europa, Asia y Australia. Estas alcanzan a 19,000 Ton/año por los desgastes geológicos, emisiones volcánicas y de la actividad antropogénica, se estima que se genera 12 a 130, 000 Ton/año. Durante todo este tiempo el plomo

natural o antropogénico ha sido introducido en el ambiente a nivel mundial a través del transporte de la atmósfera (Burger & Román, 2012).

2.2.1. Características físico-químicas del plomo

Símbolo: Pb	Clasificación: Grupo 14 (o grupo del Carbono)
Número Atómico: 82	Masa Atómica: 207,2
Número de protones/electrones: 82	Número de neutrones (Isótopo 207-Pb): 126
Estructura electrónica: [Xe] 4f¹⁴ 5d¹⁰ 6s² 6p²	Electrones en los niveles de energía: 2, 8, 18, 32, 18, 4
Números de oxidación: +2, +4	Electronegatividad: 2,33
Energía de ionización (kJ.mol ⁻¹): 716	Afinidad electrónica (kJ.mol ⁻¹): 35
Radio atómico (pm): 175	Radio iónico (pm) (carga del ion): 132(+2), 84(+4)
Entalpía de fusión (kJ.mol ⁻¹): 5,121	Entalpía de vaporización (kJ.mol ⁻¹): 179,4
Punto de Fusión (°C): 327,46	Punto de Ebullición (°C): 1749
Densidad (kg/m ³): 11342; (20 °C)	Volumen atómico (cm ³ /mol): 18,27
Estructura cristalina: Cúbica	Color: Blanco azulado, brillante.

Tabla 1. Características Químicas del Plomo

Fuente: okdiario.com

Coloración: gris azulado, blando y pesado	Estado: Sólido
Fundición: elevadas temperaturas	Estructura: cristalina cúbica centrada en las caras
Condiciones: No tiene capacidad elástica Tiene una excelente maleabilidad Muy resistente a la corrosión	

Tabla 2. Características Físicas del Plomo

Fuente: (Rodríguez .A,Cuéllar L., Maldonado .G, Suardiaz .M, 2016)

2.2.2. Usos del plomo

Entre sus aplicaciones en procesos industriales el plomo puede emplearse en forma sólida, líquida, polvo, humo o vapor, y el uso de este metal se dan en la fabricación de diversos productos tales como baterías, pigmentos para pinturas y barnices, aleaciones, cerámicas, plásticos, municiones, soldaduras, cubiertas de cables ya sea la de teléfono, televisión, internet o de electricidad, plomadas y armamento. (Casarret, 2013)

También se utiliza en la elaboración de equipo para la fabricación de ácido sulfúrico, refinamiento de petróleo, para atenuar ondas de sonido, radiación ató-

mica, vibraciones mecánicas, procesos de halogenación y bajo algunas excepciones se emplea de manera casera e inapropiada en trabajos informales de acumuladores eléctricos por extracción secundaria de plomo a partir de baterías recicladas. (Spivery, The weight of lead: Effects add up in adults, 2017)

El tetraetilo de Plomo se usa como un aditivo en la gasolina como antidetonante. (Burger M. , 2012)

2.2.3. Fuente de exposición del plomo

El plomo se encuentra en el ambiente en forma natural, debido a esto existen diferentes fuentes de riesgo para un ser humano. Entre los cuales han aumentado durante los últimos tres siglos como consecuencia de la actividad humana. (Garcia M. ,, 2017)

Entre las Fuentes de exposición con el medio ambiente existen:

- **Fuentes de plomo en el polvo y la tierra:** se incluyen al plomo que cae al suelo desde el aire y el desgaste desprendiendo en pedazos la pintura de los edificios, puentes y otras estructuras. Los vertederos pueden contener desechos de minerales de este metal proveniente de la manufactura de municiones o de otras actividades industriales como por ejemplo la manufactura de baterías. (Rodríguez .A,Cuéllar L,, Maldonado .G, Suardiaz .M, 2016)

- **Fuentes de plomo en el agua de superficie o en sedimentos:** están la deposición de polvo que contiene plomo desde la atmósfera; el agua residual de industrias que manejan plomo (principalmente las industrias de hierro y acero y las que manufacturan plomo), agua de escorrentía en centros urbanos y apilamientos de minerales (Rodríguez .A,Cuéllar L,, Maldonado .G, Suardiaz .M, 2016)

Entre las fuentes de exposición con el ser humano tenemos:

- **Fuentes Exógenas:** Son todas aquellas fuentes externas, que van a ingresar a nuestro organismo por alguna vía (respiratoria, digestiva o dérmica) y dependiendo de los niveles alcanzados en sangre, tendrán un efecto negativo a nivel de órganos y tejidos. (INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL, 2017)
- **Fuente Endógena:** Una vez que el plomo ingresa al organismo, éste se distribuye por diversos órganos y se deposita en ellos por periodos variados de tiempo. El Hueso es uno de los tejidos donde se va a depositar este metal y allí puede permanecer por muchos años; de donde posteriormente va a salir a la sangre bajo determinadas circunstancias, situaciones y/o condiciones de salud. Esta fuente es la que conocemos como Fuente Endógena o Interna. (INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL, 2017)

El proceso de penetración al organismo puede dividirse en tres fases:

•**La fase de exposición:** comprende los procesos de transformaciones químicas, degradación, biodegradación (por microorganismos) y desintegración que se producen entre diversos tóxicos y/o la influencia que tienen sobre ellos los factores ambientales (luz, temperatura, humedad, etc.). (Garcia M. ., 2017)

•**La fase toxicocinética:** comprende la absorción de los tóxicos en el organismo y todos los procesos subsiguientes como transporte por los fluidos corporales, distribución y acumulación en tejidos y órganos, biotransformación en metabolitos y eliminación del organismo (excreción) de los tóxicos y/o metabolitos. (Garcia M. ., 2017)

•**La fase toxicodinámica:** comprende la interacción de los tóxicos (moléculas, iones, coloides) con lugares de acción específicos en las células o dentro de ellas (receptores), con el resultado de un efecto tóxico. (Garcia M. ., 2017)

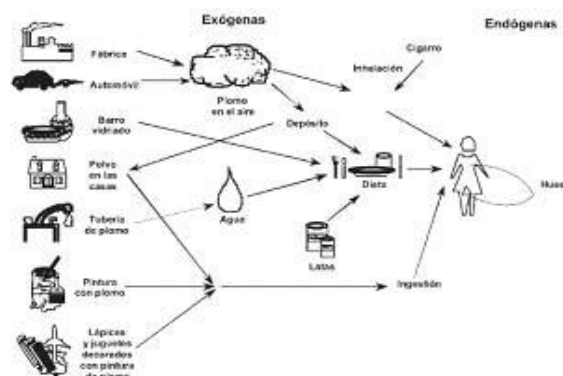


Ilustración 1. Fuentes de Exposición al Plomo

Fuente: <http://www.estrucplan.com.ar>

Análisis: Como podemos ver, existen una serie de fuentes de contaminación por plomo, las mismas que deberán ser evaluadas en nuestras actividades para evitar o disminuir la posibilidad de que este metal alcance cifras elevadas en nuestro organismo, con los efectos negativos consabidos para la salud.

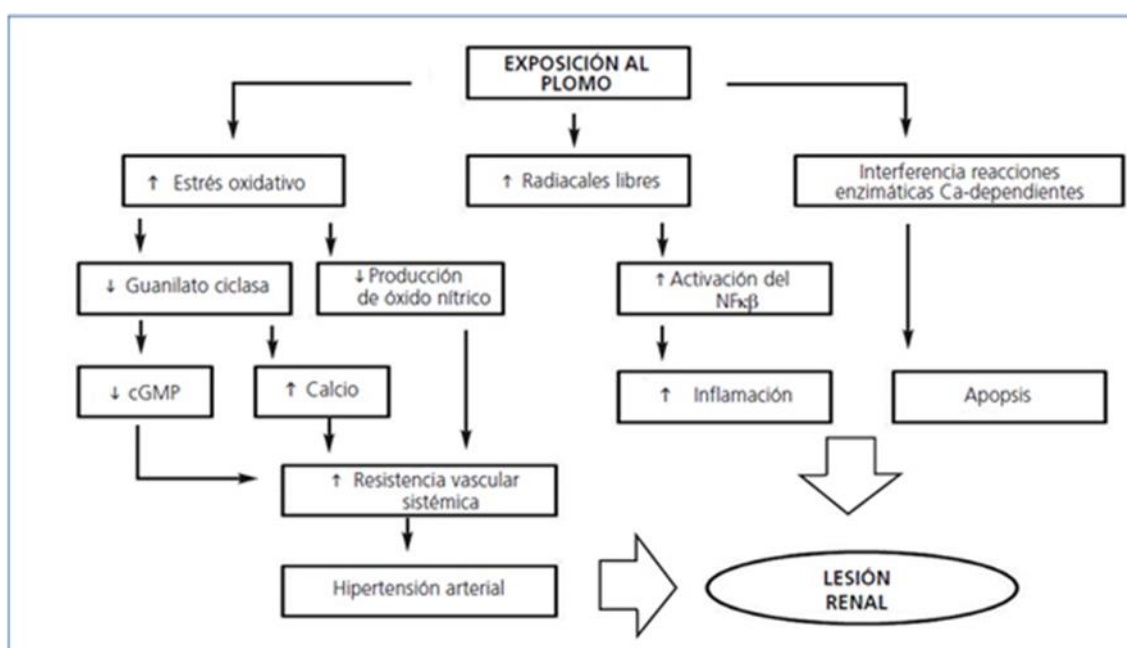


Ilustración 2. Exposición al Plomo y su efecto en el organismo

2.2.4. Riesgos de trabajo seguridad ocupacional

El plomo es considerado como un contaminante ocupacional y distribuido en todo el mundo. Se hace referencia a aquella que tiene lugar en los sitios de trabajo en los que se desarrollan procesos de producción o manejo con plomo como la

metalurgia, fundición y refinado, la minería extractiva, la plomería, actividades de soldadura, construcción civil, industria cerámica y fabricación de pinturas, manufactura de caucho y vidrio, reparación de buques, procesos de cortado del metal, manufactura de plásticos, fabricación y reciclados de baterías y hasta hace poco, como antidetonante para aumentar el octanaje de la gasolina (Spivery, The weight of lead: Effects add up in adults., 2017).

2.2.5. Límites de exposición al plomo

			Comunidades internacionales				
Descripción	Tipo muestra (Unidades)	España	CEE	ACGIH	OSHA	NIOSH	OMS
Nivel de acción del plomo	Plomo en sangre (mg/100mL)	-	50	-	-	-	-
	Plomo ambiental (mg/m ³)	75	75	-	30	-	-
Valores de exposición	Plomo en sangre	70-80	70-80	30	50	60	40 H 30 M

	(mg/100mL)						
	Plomo ambiental (mg/m3)	150	150	50	50	100	

Tabla 3. Niveles de acción y valores límites de exposición al plomo según comunidades internacionales relacionadas a área de trabajo

Fuente: www.ssaver.gob.mx

2.2.5.1. Límites Permisibles De Presencia De Plomo En Empleados Según Ministerio De Trabajo Y Asuntos Sociales De España

Valores límites ambientales

El valor límite ambiental referido a 8 horas diarias y 40 semanales es de 150 microgramos de plomo por metro cúbico de aire (150 µg/ m3). (ACOSTA, 2014)

Para jornadas superiores a ocho horas diarias se establece la siguiente fórmula:

$$\text{Concentración Límite} = \frac{120000 \mu\text{g}/\text{m}^3}{\text{Horas de trabajo de la jornada}}$$

Valores límites bioquímicos

El valor límite de concentración de plomo en sangre (plumbemia) se establece en 70 microgramos de plomo por 100 mililitros de sangre (70 µg/100 ml). Se consideran admisibles plumbemias entre 70 y 80 µg/100 ml de sangre, siempre que se cumpla alguna de las siguientes situaciones:

- Nivel de protoporfirina zinc en sangre (PPZ), inferior a 20 µg/g de hemoglobina.
- Nivel de ácido deltaaminolevulínico en orina (ALAU), inferior a 20 µg / g de creatinina.
- Nivel de dehidrasa del ácido deltaaminolevulínico en sangre (ALAD) superior a 6 unidades europeas (UE) (Caravanos J. , 2014).

2.2.5.2. Límites Según El Instituto Ecuatoriano De Seguridad Social Y Seguro General De Riesgos Del Trabajo

Límite Permisible o TLV-TWA (Threshold Limit Values - Time Weighted Average) es de 0.050 mg/m³ para ambiente laboral con uso de plomo es la concentración promedio ponderada en el tiempo para 8 horas diarias de trabajo o 40 semanales, a la cual casi todos los trabajadores pueden estar expuestos día tras día sin sufrir efectos adversos a su salud. (INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL, 2017)

2.2.6. Exposición ocupacional

La toxicología por plomo es conocida por: sus vapores y humos que llegan al pulmón son absorbidos en un 50%. La sangre distribuye este metal a todo el organismo, donde puede lesionar órganos blandos, como el sistema nervioso central y periférico. Pero el daño más temprano y ostensible lo causa en la sangre, al interferir la síntesis de hemoglobina en el hematíe, bloqueando la fijación del hierro a la protoporfirina IX, en la formación del núcleo hem. Esto condiciona que la protoporfirina IX se una al zinc y forme zinc protoporfirina (ZPP), que aumenta su concentración en el hematíe. El resultado final de este daño es la anemia normocítica e hipocrómica, con aumento secundario del hierro sérico. Finalmente, el 75% de plomo es excretado por los riñones, a los que también puede lesionar. El plomo es un neurotóxico muy peligroso para el desarrollo embrionario del cerebro y de allí el riesgo de embarazo en mujeres de edad fértil expuestas (Ramírez, 2008).

2.2.7. Exposición ambiental

Se puede encontrar plomo en el agua de ríos, lagos y océanos. En el agua de mar por ejemplo, se han encontrado concentraciones de plomo entre 0,003 y 0,20 mg/l, en el suelo es posible encontrar plomo de manera natural, por lo general, áreas cultivables y regiones cercanas; en la atmósfera el plomo está relacionado con las fuentes de emisión, bien sea natural o facilitada por actividades en áreas urbanas con: el transporte por carretera, la producción de energía, la combustión de residuos, la producción de revestimientos de cables, pinturas, barnices, esmal-

tes, vidrio y cristales, las fundiciones de hierro y acero, así como la producción tecnológica de cemento y fertilizantes. Los niveles permisibles de plomo en aire, según la Agencia de Protección Ambiental (EPA), es de 0,15 g/m³ (Caravanos J. , 2014).

2.2.8. Exposición doméstica

Las fuentes domésticas de ingesta de plomo la podemos encontrar en alimentos cocinados o guardados, en utensilios de alfarería glaseada o cristal emplomado y en las bebidas alcohólicas de fabricación clandestina destiladas en serpentines de plomo o depositadas en recipientes de ese metal. Los niveles de concentración de plomo en sangre debido a la ingesta de alimentos contaminados con plomo pueden ser igual o superior a 40 microgramos por 100 mililitros de sangre (40 µg/100 ml), en el caso de mujeres en periodo fértil este valor se fija en 30 microgramos por 100 mililitros de sangre (30 µg/100 ml) (Caravanos J. , 2014).

2.2.9. Toxicocinética del plomo

La exposición al plomo puede afectar adversamente a los sistemas nervioso, inmunológico, reproductivo y cardiovascular. La absorción depende de tránsito gastrointestinal, estado nutricional y edad; se produce principalmente por medio de los sistemas respiratorio gastrointestinal y dérmica o cutánea; es mayor si hay deficiencias de hierro o calcio, en dietas ricas en grasas y durante la infancia

(cuando es de 40 a 50%, mientras que en la edad adulta es de 10%). (.M, Ramírez, & .G, 2015)

El plomo absorbido por vía respiratoria es cercano al 40% depositado en los pulmones, se encuentra en sangre circulando alrededor de 50 horas, pasando un porcentaje a tejidos, o es eliminado, aunque cierta cantidad en la absorción puede llevarse a cabo en las vías aéreas superiores, la porción más relevante tiene lugar en las vías respiratorias inferiores, a nivel de alvéolo, a través de la circulación pulmonar. El grado de absorción de esta vía depende de la concentración ambiental, del tiempo de exposición, de la forma física de la porción de polvo o tamaño de la partícula respirable, por lo general su tamaño es inferior a 5 μm , y de factores personales como la edad, la frecuencia y volumen respiratorio (Fraser, Surette, & Vaillancourt, 2011).

En la vía digestiva, se absorbe cuando las partículas de plomo en polvo son ingeridas directamente a través del contacto con las manos, alimentos, bebidas o cigarrillos que han sido contaminados; este metal tiene su punto final en el hígado, el cual es metabolizado y pasa cierta cantidad al torrente sanguíneo, o es eliminando una parte por la bilis; cuando existe una insuficiencia hepática o la concentración del metal es excesiva se elimina por el sudor, la saliva, el páncreas y por la orina. En esta vía la absorción dependerá de diversos factores entre ellos están el estado físico y químico, el tránsito gastrointestinal, la edad, estado fisiológico, estado nutricional, deficiencias de los niveles de calcio, hierro, fósforo o zinc; si existe

niveles altos de grasa en la dieta, ingesta inadecuada de calorías, presencia de estómago vacío o ayuno prolongado y factores genéticos del individuo la absorción puede ser mayor, (Fraser, Surette, & Vaillancourt, 2011).

En la piel, la entrada del plomo en forma inorgánico es mínima, pero en su forma orgánica pasa a través de los folículos pilosos, glándulas sebáceas y sudoríparas directamente al torrente sanguíneo (Fraser, Surette, & Vaillancourt, 2011).

Por otro lado, el plomo es tóxico para las enzimas dependientes del zinc, los órganos más sensibles a la toxicidad son el sistema hematopoyético, el sistema nervioso central y el riñón, interfiere con la síntesis del hem, ya que se une a los grupos sulfhidrilos del metal, enzimas como son la de aminolevulínico deshidratasa, coproporfirinógeno oxidasa y la ferroquelatasa, que se muestra en la Figura 3; siendo el resultado final, el aumento de las protoporfirinas como la zinc-protoporfirina (ZPP) y la anemia. (Expósito, 2014)

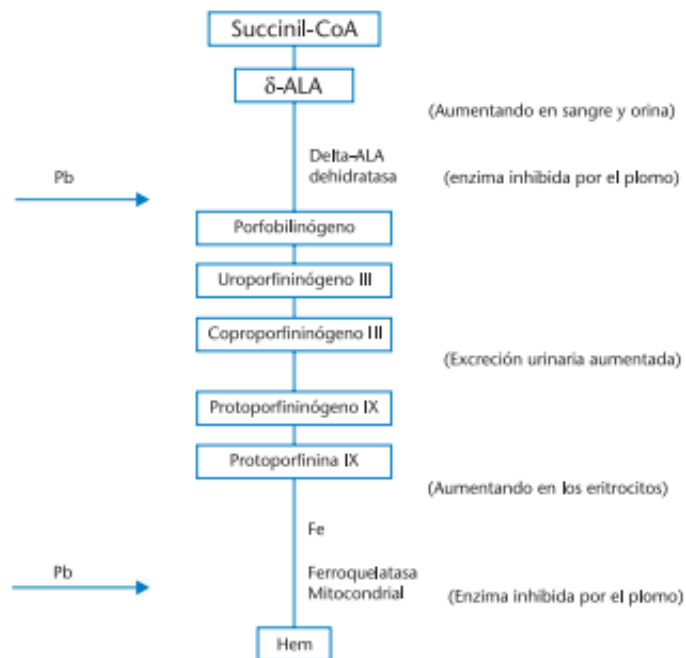


Ilustración 3. Toxicocinética del plomo

Fuente: www.revactamedicacentro.sld.cu

2.2.10. Distribución y almacenamiento en el organismo

Estudios científicos realizados sugieren que un modelo de tres compartimientos permite explicar la distribución del plomo en el organismo. Tras la inhalación o ingestión del metal absorbido pasa al torrente sanguíneo, es transportado por los glóbulos rojos unidos a las proteínas del plasma en un 95 %, luego es distribuido por la sangre hacia los huesos y tejidos blandos (hígado, riñón, médula ósea y sistema nervioso central); la vida media del metal en sangre es de 35 días, en tejidos blandos de 40 días y en los huesos 27 años, es por ello que está presente en

mayor por ciento en los huesos. Esta ruta de distribución del plomo parece ser similar en niños y adultos; aunque en los adultos el mayor almacenamiento es en los huesos (Téllez, J.; Bautista, F., 2015).

El plomo interfiere con el metabolismo del calcio y de la vitamina D, además compite con el calcio y el hierro, originando hipocalcemia y anemia, son los niños los más vulnerables; absorben hasta un 50 % del plomo que penetra en su cuerpo, en comparación con el nivel de absorción de plomo en los adultos, que oscila entre el 10 % y el 15 %, es decir los niños absorben dosis tres veces superiores a la de los adultos. Cuando el plomo entra en el organismo, las enzimas que metabolizan los aminoácidos azufrados lo transforman en sulfuro de plomo. En exposición crónica, el plomo se deposita en forma de fosfato de plomo insoluble en los huesos de rápido crecimiento (huesos largos), lo cual puede ser observado en las radiografías, conocido como las líneas de plomo (Téllez, J.; Bautista, F., 2015).

El plomo se acumula en los huesos a lo largo de la vida, pero al mismo tiempo, es movilizado hacia la sangre. Esta movilización se observa en las madres gestantes y es preocupante, debido a que el plomo puede atravesar muy fácil la barrera placentaria y acumularse en los huesos del feto, es su concentración en el cordón umbilical de 85 - 90% de la concentración en sangre maternal, ocasionándose un riesgo para el feto, causándose partos al torrente sanguíneo (Fraser, Surette, & Vaillancourt, 2011).

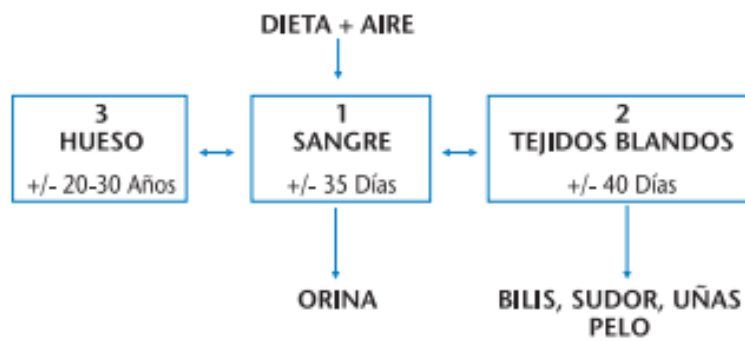


Ilustración 4. Distribución del plomo de los 3 compartimientos del organismo humano

Fuente: <http://medicinainterna.org.pe>

Análisis: el plomo se distribuye en compartimentos, en primer lugar, circula en sangre unido a los glóbulos rojos, el 95% del plomo está unido al eritrocito, luego se distribuye a los tejidos blandos como hígado, riñón, médula ósea y sistema nervioso central que son los órganos blancos (Aros, 2017).

2.2.11. Eliminación. Metabolismo o biotransformación

El metabolismo del plomo se realiza en el hígado que transforma lo transforma en plomo inorgánico y plomo triálquilo, compuestos que son más hidrosolubles

El plomo puede ser excretado por diferentes vías, son las principales y las de mayor importancia toxicológica, la fecal y la renal. Por vía fecal se elimina cerca del 85% del plomo no absorbido y por vía renal se desecha un aproximado del 80% del plomo absorbido. Otras vías de excreción son el cabello, el sudor, la leche materna, la descamación de la piel y los dientes (Infantas, Medicina Interna, 2013).

Este metal tiene muy baja biotransformación, el plomo inorgánico no se metaboliza, sino que se absorbe, se distribuye, se acumula y excreta de forma directa, sin embargo el plomo orgánico sufre un proceso de transformación escasa donde pasa a fosfato plumboso y luego a fosfato plúmbico, el cual es menos soluble y por tanto se excreta en menor proporción, lo que aumenta la concentración y acumulación en el organismo (Infantas, Medicina Interna, 2013).

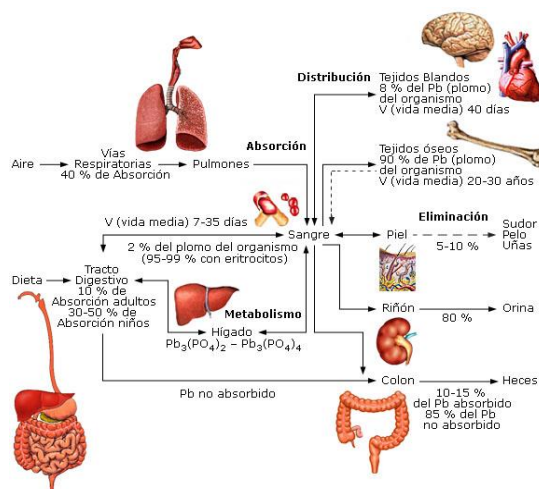


Ilustración 5. Ilustración 5 acción plomo en el organismo

Fuente: scielo.sld.cu

2.2.12. Mecanismo de acción y efectos del plomo sobre la salud

El plomo no es biodegradable y su envenenamiento es progresivo; con el tiempo éste se acumula un 90% en el hueso, 9% en la sangre y 1% en riñones y cerebro. Se considera que un valor sérico de plomo mayor a 10 mg/dl en niños y 25 mg/dl en adultos provoca manifestaciones tóxicas. (Infantas, Medicina Interna, 2013)

El plomo tiene una alta afinidad por los grupos imidazol, sulfhidrico, carboxilo, amino y fosfato; debido a esto el plomo es capaz de interferir con varias vías metabólicas; sin embargo, su capacidad de inhibir la síntesis del grupo hemo repre-

senta el mecanismo más importante. (Oliveros, "Saturnismo y Homeopatía", 2014)

En cuanto a la inhibición de la síntesis del grupo hemo, el plomo altera la acción de 3 enzimas importantes; la ácido delta amino levulínico (ALA) sintasa, ALA deshidratasa y ferroquelatasa, a continuación se expone el mecanismo de síntesis del grupo hemo e inmediatamente después se muestran las enzimas alteradas por el plomo. (Oliveros, "Saturnismo y Homeopatía", 2014)

La enzima que se afecta de manera más importante en el metabolismo del hemo debido al plomo es la ALA deshidratasa, esta proteína funciona a través de una molécula de Zn, al entrar en contacto con el plomo, el Zn es desplazado y por tanto la actividad enzimática se pierde; consecuentemente se acumula ALA en sangre y en orina y por tanto sirve como método de detección para intoxicación por plomo. (Infantas, Medicina Interna, 2013).

Otros mecanismos de acción alternos del plomo son:

- Interfiere con las enzimas dependientes de Zn y altera el metabolismo del calcio (una molécula de Pb inhibe la absorción de 1000 moléculas de Ca), al hacerlo afecta la contracción muscular y altera la liberación de neurotransmisores (neurotoxicidad).

- Interfiere con la bomba de Na y K lo que genera una alteración osmótica en la célula y la concomitante lisis de la misma.
- A nivel renal interfiere con la excreción de vitamina D. (Téllez, J.; Bautista, F., 2015)

Los efectos tóxicos del plomo y sus compuestos han sido investigados por varios años en diferentes sistemas animales y vegetales, de hecho, un estudio realizado por Zizzay colaboradores reporta que el plomo genera disfunciones neurológicas que pueden poner en peligro la supervivencia de peces de gran valor comercial (Blanco, Ortega, Dueñas, Batista, & Serafín, 2014).

La concentración del plomo en sangre es usada para determinar el grado de toxicidad o de exposición a este metal y los posibles daños que puede ocasionar. Dentro de los efectos generales en la salud producidos por la exposición al plomo, se tienen:

- **Efecto hematológico:** la influencia del plomo en la aparición de anemia, se debe al inhibir la enzima delta-deshidratasa del ácido D-aminolevulínico (ALAD) y la actividad de la ferroquelatasa, ésta última encargada de catalizar la inserción del hierro en la protoporfirina IX, y es muy sensible al plomo. Una disminución en la actividad de esta enzima provoca un aumento del sustrato le protoporfirina eritrocitaria (EP) en los hematíes. El aumento del ácido D-aminolevulínico y de las protoporfirinas

eritrocitarias libres, son eventos asociados a la exposición al plomo (Blanco, Ortega, Dueñas, Batista, & Serafín, 2014).

- El proceso ocurre por la afinidad de la unión del metal a los grupos sulfhídricos de las metaloenzimas dependientes de zinc, de tal manera que puede alterar su estructura y su función, o bien competir con otros metales esenciales en los sitios activos de éstas, es el resultado final el aumento de las protoporfirinas, resultando al final la anemia e incremento de punteado basófilo a reducir la producción de hemoglobina, y disminuye la vida media de los eritrocitos ocurre tanto en niños como en adultos (Blanco, Ortega, Dueñas, Batista, & Serafín, 2014).

- **Efecto neurológico:** la exposición a plomo trae consigo afecciones del sistema nervioso central periférico, acumulándose en el espacio endoneural de los nervios periféricos causando edema, aumento de la presión y finalmente daño axonal. La exposición crónica del plomo ocasiona fatiga, disturbios al dormir, dolor de cabeza, irritabilidad, tartamudeo y convulsiones. También puede producir debilidad muscular, ataxia, mareos y parálisis, asimismo, la habilidad visual, el tacto fino y la noción del tiempo se pueden ver alterados, presentándose cuadros de ansiedad, alterándose el humor y la habilidad cognitiva. La neurotoxicidad del plomo se observa tanto en adultos como en niños. En niños la neurotoxicidad está en rela-

ción con la dosis de envenenamiento, otros estudios demuestran que la neurotoxicidad tiene asociación con el comportamiento, el grado de ansiedad y los niveles intelectuales (Blanco, Ortega, Dueñas, Batista, & Serafín, 2014).

- El mecanismo de acción es complejo; en primer lugar, el plomo interfiere con el metabolismo del calcio por ser químicamente similares, sobre todo cuando está en bajas concentraciones puede reemplazar al calcio, comportándose como un segundo mensajero intracelular, alterándose la distribución del calcio en los compartimientos dentro de la célula. En un segundo lugar, activa la proteína C quinasa (PCQ), una enzima que depende del calcio vinculada con el crecimiento y la diferenciación celular, la conservación de la barrera hematoencefálica; y se piensa que la potenciación a largo plazo está relacionada con la memoria y que interviene en múltiples procesos intracelulares. Por último, se une a la calmodulina (proteína reguladora) más ávido que el calcio. Esta alteración a nivel del calcio atraería consecuencias en la neurotransmisión y en el tono vascular, lo que explicaría en parte la hipertensión y la neurotoxicidad (Blanco, Ortega, Dueñas, Batista, & Serafín, 2014)

- **Efecto renal:** en el riñón interfiere con la conversión de la vitamina D a su forma activa. La nefropatía se caracteriza por la citomegalia en las células

del epitelio del túbulo proximal y se manifiesta como aminoaciduria, hipofosfatemia y glucosuria. Cambios morfológicos como la formación de cuerpos de inclusión nuclear, cambios mitocondriales y disfunción de los túbulos proximales. Así mismo, nefritis intersticial ha sido reportada en concentraciones de plomo mayores a 40 µg/dl (Blanco, Ortega, Dueñas, Batista, & Serafín, 2014).

- **Efecto cardiovascular:** según la Agencia de Protección de la Salud de la habana en Cuba, existen estudios epidemiológicos que manifiestan una débil asociación entre el plomo y la presión sanguínea; es la elevación sanguínea mayor en adultos que en jóvenes. También se ha reportado que una exposición ocupacional crónica de plomo (>30 ug/dl), causa una elevación de la presión sistólica (Blanco, Ortega, Dueñas, Batista, & Serafín, 2014).
 - El incremento en el riesgo de enfermedades cardiovasculares asociadas a la exposición ocupacional al plomo depende de la genotoxicidad de sus compuestos y de la sensibilidad de cada individuo, relacionada al polimorfismo genético, lo cual puede causar deficiencias en la síntesis de ADN y reparación del mismo, los iones plomo pueden sustituir los iones zinc en ciertas proteínas que participan en la regulación de la transcripción (Blanco, Ortega, Dueñas, Batista, & Serafín, 2014).

- **Efecto hepático:** el daño hepático se manifiesta debido que el plomo altera la función de la enzima hepática citocromo P450 y estimula la síntesis de lípidos en varios órganos en el hígado. Varios estudios reportan que la peroxidación de la membrana celular lipídica, es un mecanismo clave en los efectos tóxicos del plomo en el metabolismo de lípidos en modelos in vitro e in vivo. Sin embargo, el plomo no induce la peroxidación de forma directa, los iones aceleran el proceso promoviendo la producción de lípidos superóxidos y la generación de especies de oxígeno libres (Blanco, Ortega, Dueñas, Batista, & Serafín, 2014).

- **Efecto reproductivo:** la exposición crónica del plomo causa efectos adversos en el sistema reproductivo femenino y masculino. La exposición ocupacional del plomo en mujeres antes o durante el embarazo está asociada con abortos espontáneos, muerte fetal, nacimientos prematuros, y recién nacidos de bajo peso (Blanco, Ortega, Dueñas, Batista, & Serafín, 2014).
 - El impacto de la exposición crónica al plomo en los hombres incluye reducción de la libido, alteración en la espermatogénesis (reducción en cantidad y motilidad, e incremento de formas anormales de los espermatozoides), daño cromosómico, función prostática

anormal y cambios en los niveles de testosterona (Blanco, Ortega, Dueñas, Batista, & Serafín, 2014).

- **Efectos en el ADN:** este metal pesado puede alterar la integridad del material genético originándose efectos tóxicos, denominados genotóxicos, además como consecuencia de efectos celulares interviene: en la inhibición de la bomba de Na-K-ATPasa, aumenta el calcio intracelular e incrementándose la permeabilidad celular, la síntesis de ADN, ARN y de proteínas. Aunque las aberraciones cromosómicas y el intercambio de cromátidas hermanas no son muy claras, existen estudios donde manifiestan la presencia del daño (Blanco, Ortega, Dueñas, Batista, & Serafín, 2014).

2.2.13. Métodos para determinación de plomo en sangre

Existen diferentes métodos de laboratorio para determinar las concentraciones de plomo en la sangre, los más comunes son la espectrometría de absorción atómica, la voltamperometría de redisolución anódica y la espectrometría de masa con fuente de plasma de acoplamiento inductivo. El límite de detección requerido es un elemento importante a tomar en cuenta. En muchos países el límite para considerar de importancia clínica las concentraciones de plomo en la sangre se ha

reducido progresivamente. Esto sucede porque indicios cada vez más numerosos sugieren que es probable que no haya un umbral de concentración de plomo en la sangre por debajo del cual no se producen efectos adversos para la salud. Además, las medidas de salud pública adoptadas en algunos países han tenido éxito y logrado disminuir la media de las concentraciones de plomo en la sangre en la población (Gozalo, 2014).

- Adultos: Menos de 10 microgramos por decilitro (dl) de plomo en la sangre.
- Niños: Menos de 5 microgramos/dl de plomo en la sangre.

En situaciones en las que las concentraciones de plomo en la sangre de la población o de una subpoblación siguen siendo elevadas, podrían seguir siendo útiles algunas tecnologías más antiguas con límites de detección más altos (Gozalo, 2014).

2.2.13.1. Dispositivos portátiles de voltamperometría de redisolución anódica

Existe un dispositivo portátil de voltamperometría de redisolución anódica, que permite la determinación de la concentración de plomo en la sangre. El primer dispositivo, que se llamó “LeadCare”, se comenzó a comercializar en 1997 y pasó a llamarse “LeadCare I”. En el 2006 llegó al mercado el nuevo dispositivo

“LeadCare II Blood Lead Test System”, este dispositivo no requiere personal de laboratorio especializado y ha sido aprobado por la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos para uso en lugares no tradicionales para las pruebas de laboratorio, como clínicas, escuelas y unidades sanitarias móviles (Gozalo, 2014).

2.2.14. Intoxicación por plomo (Trastornos y patología)

La toxicidad aguda se presenta luego de una exposición respiratoria a altas concentraciones, con encefalopatía, insuficiencia renal y síntomas gastrointestinales. La toxicidad crónica es la más frecuente y se manifiesta con compromiso multisistémico: hematopoyético, del sistema nervioso, gastrointestinal, riñón y sistema reproductor (Infantas, Medicina Interna, 2013).

Los pacientes acuden a los servicios de salud por dolor abdominal, astenia, cefalea irritabilidad, dificultad en la concentración y constipación, entre otros. El dolor abdominal o «cólico saturnínico» se caracteriza por ataques de dolor con defensa abdominal, de hecho, algunos pacientes han sido operados con diagnóstico de abdomen agudo, el dolor puede ceder con la presión del abdomen. Algunos pacientes con mala higiene oral pueden tener el Ribete de Burton ó línea de sulfuro que consiste en una línea oscura entre la base del diente y la encía, debido a que

el sulfuro liberado por las bacterias se une al plomo: sulfuro de plomo (Infantas, Medicina Interna, 2013).

Los trabajadores expuestos por mucho tiempo y sin medidas de protección personal pueden presentarse con una polineuropatía periférica, que afecta predominantemente los miembros superiores, los músculos extensores que los flexores y más el lado dominante, lo que se ha dado en llamar la «mano del pintor» porque se presentaba en estos trabajadores por el uso de pinturas con alto contenido de plomo. La encefalopatía plúmbica caracterizada por trastorno del sensorio y convulsiones se presenta en pacientes con plomo en sangre mayor de 100 mg/dl. El diagnóstico de la intoxicación por plomo suele ser difícil, ya que el cuadro clínico es sutil y los síntomas inespecíficos (Infantas, Medicina Interna, 2013).

2.2.15. Tipos de intoxicación:

Puede ser de forma aguda y de forma crónica.

-Intoxicación aguda: La intoxicación aguda por plomo es muy poco habitual, pero se debe a la ingestión de compuestos de plomo ácido soluble o a la inhalación de vapores que lo contengan, como es en el caso de los gases de la combustión de los motores gasóleo. En caso de ingestión de altas dosis puede provocar

una encefalopatía aguda con ataxia, somnolencia e irritabilidad que afecta particularmente a niños. (Aros, 2017).

-Intoxicación crónica: Esta es la más común, y entre sus principales síntomas son estreñimiento, malestar, palidez, sabor metálico, punteado en la retina, y una línea de color oscura en el margen de las encías, esto es porque reacciona el plomo eliminado por saliva con restos de alimentos (Aros, 2017).

2.2.16. Saturnismo

Saturnismo es la enfermedad derivada de la intoxicación crónica por plomo, también se denomina plumbosis o plumbemia; este metal puede entrar en nuestro organismo por varias vías, ya sea por inhalación, absorción por la piel, pero principalmente la oral; el saturnismo hídrico es aquel que se produce a través del agua ingerida, ya que el plomo no tiene un sabor en particular, no interfiere en el gusto del agua ni los alimentos. (Oliveros, "Saturnismo y Homeopatía", 2005).

En la radiografía de huesos largos se ha encontrado “líneas de plomo”, depósitos en forma de anillo de mayor densidad en los centros de osificación del cartílago epifisario y de una serie de líneas transversales en la diáfisis. La hormona paratiroidea y el dihidrotaquisterol movilizan plomo desde el esqueleto e intensifican su concentración en la sangre, así como su excreción por la orina. En una concentración que puede llegar hasta 40 ug/dl de sangre la plumbemia se conside-

ra normal, de 40 ug a 80ug se considera presaturismo o “contaminación” y la plumburia es más de 80 ug de plomo, indica saturnismo (Oliveros, "Saturnismo y Homeopatía", 2005).

2.2.17. Diagnóstico de saturnismo o plumbosis

Para determinar la existencia de un cuadro de plumbosis se puede realizar mediante ciertos exámenes, entre los cuales podemos mencionar el examen para determinar los niveles de plomo sérico, examen de protoporfirina en eritrocitos, determinación de los niveles de hierro, biopsia de médula ósea, conteo sanguíneo completo y estudios de coagulación y radiografía de los huesos largos. Destacar que la determinación de plomo en sangre venosa es el examen que mejor determina la gravedad de una exposición crónica a este metal. (LeoDark, 2018).

El trabajador que se encuentra expuesto cuando trabaja durante un tiempo superior a 30 días al año en un ambiente cuya concentración de plomo en el ambiente es igual o superior a 40 µg de plomo por m³ de aire, en una jornada laboral de 8 horas diarias y 40 semanales. Asimismo, se considera presencia de plumbemia cuando existe una concentración de plomo en la sangre igual o superior a 40 µg/100ml de sangre en el caso de los hombres, y de 30 µg/100ml de sangre en el caso de mujeres en periodo fértil.

2.2.18. Síntomas de la plumbosis

El desarrollo de esta enfermedad ocupacional provocada por el plomo es muy lento, ya que el cuadro característico se manifiesta luego de repetidas exposiciones a este elemento, sin embargo, podrían también tener un período de latencia muy prolongado, pero cuando se manifiesta la presencia de esta afección, se produce dolor y cólicos abdominales, lo cual indica que el organismo absorbió una dosis alta de plomo (LeoDark, 2018).

Asimismo, cuando se tiene una intoxicación por plomo, se puede manifestar con la presencia de anemia, estreñimiento, insomnio, dolores intensos de cabeza, irritabilidad frecuente, inapetencia, ausencia de energía y disminución de la sensibilidad (LeoDark, 2018).

2.2.19. Tratamiento de la plumbosis

En este tipo de intoxicación por plomo, es importante eliminar la fuente de la intoxicación, para lo cual se debe desarrollar los más apropiados diseños de ingeniería, que permitan reducir ostensiblemente los niveles de emisión de plomo al ambiente. Además de ser necesario se debe incentivar como obligatorio el uso de equipos de protección personal como guantes o mascarar faciales específicas, de

modo que se reduzca de manera clara el nivel de riesgo a una intoxicación por este elemento (LeoDark, 2018).

2.2.20. Analizador de plomo en sangre.

El analizador de plomo en sangre LeadCare II marca ESA, es un dispositivo portátil que emplea la tecnología de la voltamperometría de redisolución anódica para realizar determinaciones de plomo en la sangre. Este tipo de método difiere considerablemente, términos de capacidad analítica, límites de detección, precisión, coste de adquisición y mantenimiento, infraestructura requerida en el laboratorio, reactivos e insumos y requisitos técnicos como son la preparación de la muestra, calibración, personal capacitado, es considerado como equipo de baja complejidad clasificado por la CLIA.

2.2.21. Función del analizador de plomo en sangre.

El analizador de plomo en sangre LeadCare II usa un proceso electroquímico que detecta y mide el nivel de plomo en una muestra de sangre. La mezcla de la sangre con el reactivo de tratamiento del analizador LeadCare libera el plomo de la sangre. Cuando el análisis ha finalizado, el nivel en sangre aparece en la pantalla. El resultado del análisis permanece en la pantalla hasta que se ejecute otro análisis o hasta que el analizador quede inactivo.

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIALES

3.1.1 Lugar De Investigación

Los análisis para determinación de plomo en sangre se realizaron en el Laboratorio Clínico del Departamento de Selección Medica y control, de la Dirección de Sanidad de la Armada del Ecuador, en la ciudad de Guayaquil, ubicado en el interior de la base naval sur en la Avenida 25 de Julio vía al Puerto Marítimo.

3.1.2 Periodo De La Investigación

Los análisis de las muestras sanguíneas y la recopilación de datos se realizaron durante los meses de enero hasta Julio del 2018, se determinaron las concentraciones de plomo en sangre al personal de servicio activo que pertenecen a las áreas de abastecimiento de combustible y armamento,

3.1.3 Recursos Empleados

3.1.3.1 Recursos Humano

- ✓ Autores.
- ✓ Tutor
- ✓ Personal naval (pacientes)
- ✓ Personal de Laboratorio.

3.1.3.2. Recursos Físicos.

- ✓ Materiales de laboratorio
 - Bata o mandil
 - Guantes
 - Mascarilla
 - Gaza
 - 48 sensores de plomo en sangre
 - 48 tubos reactivos de tratamiento LeadCare
 - 48 tubos capilares heparinizados y émbolos LeadCare II
 - 48 goteros para LeadCare II
 - 1 botón de Calibración
 - Inserto del paquete LeadCare II
 - Etiquetas de LeadCare, hojas de trabajo y hoja de control

- ✓ Reactivos de laboratorio
 - Control de nivel 1y 2 (solución de albumina sérica bovina con sales, colorantes) y
 - Reactivo De tratamiento de LeadCare II (Ácido clorhídrico 1%)
- ✓ Equipo de Laboratorio.
 - Analizador LeadCare II
- ✓ Muestras Biológicas
 - Muestras sanguíneas (sangre total)

3.1.4 Universo Y Muestra

3.1.4.1 Universo

El universo está conformado por 240 personas que laboran en la unidad de abastecimiento de combustible y armamento, áreas consideradas como zona de riesgo a contaminantes por plomo.

3.1.4.2 Muestra

En total fueron 240 muestras, donde se utilizaron sangre total en recipientes de tubos con EDTA, tomados y analizados en el mismo día.

3.2 MÉTODOS

3.2.1 Tipo De Investigación

El método empleado fue analítico y prospectivo, basado a los análisis de laboratorio para elaborar los datos estadísticos necesarios de la investigación.

3.2.2 Diseño De Investigación

3.2.2.1 PROCEDIMIENTOS:

TOMA DE MUESTRA

- Todo Personal Naval en servicio activo debe presentar: cédula de identidad, credencial militar, y una orden para el eximen de plomo.
- La extracción de la muestra se realizó por vía venosa.
- Cuando este está lleno el tubo se mezcla por inversión para que actúe el anticoagulante que contiene.
- Aplica la torunda al mismo tiempo que retira aguja de la vena, no sin antes indicar que mantenga doblado el brazo 5 a 10 minutos, deshaciendo el puño.
- Se descarta aguja, que se usa una por cada paciente.

DETERMINACIÓN DE PLOMO EN SANGRE TOTAL.

Se mezcla bien la muestra luego que se ha realizado el hemograma, esta prueba se realiza con sangre total por capilaridad o con muestra tomada con anticoagulante EDTA.

- Se etiqueta un tubo con reactivo de tratamiento con la identificación del paciente, utilizando las etiquetas provistas por el kit del equipo.
- Preparamos la mezcla de la forma indicada en la técnica, llenando el capilar con sangre total hasta la marca sin que tenga espacios o burbujas,
- Limpiar el exterior eliminando el exceso de muestra con una toalla o un apósito de gasa y depositar la cantidad de muestra en el buffer usando el embolo desde la parte superior del capilar.
- Realizar movimiento de mezclas de tubo de forma invertida de 8 a 10 veces, la muestra está lista para ser analizada.
- Se calibra el equipo el kit de reactivo.
- Luego se inserta una tirilla impregnada de reactivo en el equipo cuando este nos indique agregamos una gota de muestra utilizando una pipeta descartable.
- La gota se debe colocar en el lugar que indica la tirilla, una vez impregnada, se observa en la pantalla del equipo.
- Se esperar 120 segundos para observar resultados.

- Cuando concluye la lectura se escucha una alarma que indica que la prueba terminó.
- Se reporta los resultados obtenidos (ESA Biosciences, Inc., (2009))

3.2.3 Análisis De La Información.

El método analítico y prospectivo que se realizó al personal de estudio, se basó fundamentalmente en la tabulación de datos con frecuencia y porcentajes, tomando en cuenta los factores de: Edad y tiempo en el área de trabajo. Se analizaron las variables, calculando la varianza, media, mediana y desviación estándar, estos resultados serán expresados en tablas y gráficos.

3.2.4 Criterios De Inclusión

- Personal Naval en servicio activo y personal militar que labora en el área de abastecimiento de combustible y armamento.

CAPITULO IV

RECOLECCIÓN DE DATOS, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RECOLECCIÓN DE DATOS

ARMADA DEL ECUADOR

DIRECCIÓN DE SANIDAD

BASE NAVAL SUR – Guayaquil

MES ENERO			
NÚMEROS DE PA- CIENTES	RESULTA- DOS	VALOR DE REF.	OBSERVA- CIÓN
1	3,3	10	Nivel Bajo
2	6,2	10	Nivel Bajo
3	3,3	10	Nivel Bajo
4	3,3	10	Nivel Bajo
5	3,3	10	Nivel Bajo
6	3,3	10	Nivel Bajo
7	3,3	10	Nivel Bajo
TOTAL DE PACIENTES (MES ENERO)			7

Tabla 4. Estadística Del Mes De Enero

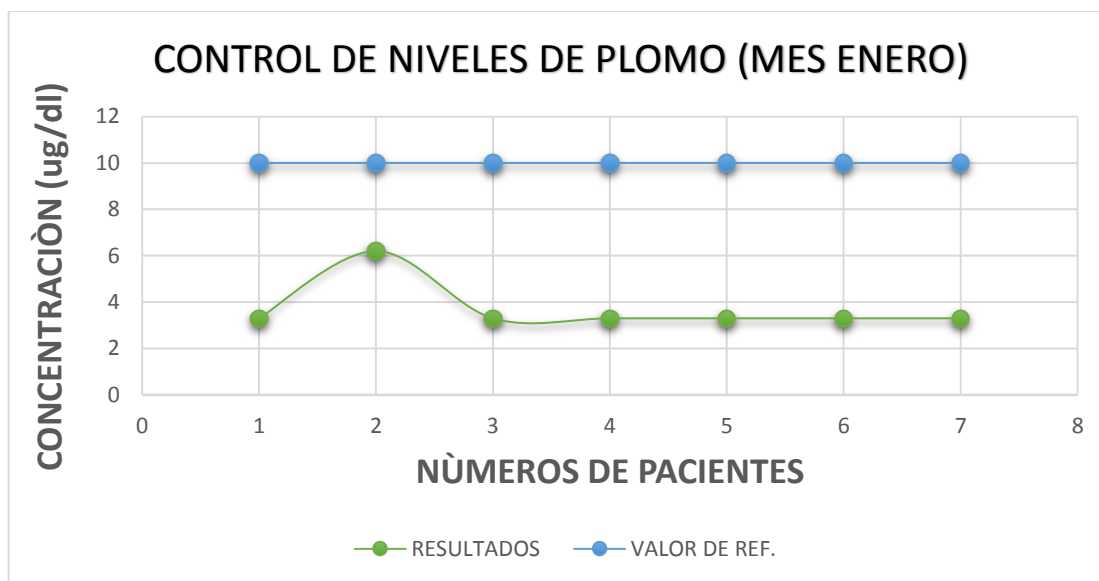


Figura 1. Control de niveles de plomo – mes enero

Análisis:

Mediante el cuadro y gráfico estadístico se concluyó que en total en el mes de enero llegaron a realizarse exámenes de plomo, 7 pacientes de los cuales ningún de ellos se presentaba elevada cantidad de plomo, poseían concentraciones permitida dentro del rango normal.

ARMADA DEL ECUADOR

DIRECCIÓN DE SANIDAD

BASE NAVAL SUR - Guayaquil

MES MARZO			
NÚMEROS DE PA- CIENTES	RESULTA- DOS	VALOR DE REF.	OBSERVA- CIÓN
8	4,7	10	Nivel Bajo
9	3,3	10	Nivel Bajo
10	11,1	10	Nivel Alto
11	6,2	10	Nivel Bajo
12	5,9	10	Nivel Bajo
13	4,1	10	Nivel Bajo
14	6,9	10	Nivel Bajo
15	7,5	10	Nivel Bajo
16	5,9	10	Nivel Bajo
17	4	10	Nivel Bajo
18	7,5	10	Nivel Bajo
19	11,4	10	Nivel Alto
20	4,4	10	Nivel Bajo
21	6,3	10	Nivel Bajo
22	13,4	10	Nivel Alto

23	7,7	10	Nivel Bajo
24	8,8	10	Nivel Bajo
25	3,7	10	Nivel Bajo
26	3,3	10	Nivel Bajo
27	10,9	10	Nivel Alto
28	5,5	10	Nivel Bajo
39	15,6	10	Nivel Alto
30	6,1	10	Nivel Bajo
31	5,7	10	Nivel Bajo
32	12,1	10	Nivel Alto
33	3,3	10	Nivel Bajo
34	5,3	10	Nivel Bajo
35	4,9	10	Nivel Bajo
36	5,4	10	Nivel Bajo
37	12,7	10	Nivel Alto
38	13,7	10	Nivel Alto
39	6,3	10	Nivel Bajo
40	8,2	10	Nivel Bajo
41	4,6	10	Nivel Bajo
42	3,3	10	Nivel Bajo
43	9,9	10	Nivel Alto

44	6,5	10	Nivel Bajo
45	4,2	10	Nivel Bajo
46	3,3	10	Nivel Bajo
47	4,7	10	Nivel Bajo
48	9,6	10	Nivel Bajo
49	4,9	10	Nivel Bajo
50	10,5	10	Nivel Alto
51	9,6	10	Nivel Bajo
52	8	10	Nivel Bajo
53	13,1	10	Nivel Alto
54	10,8	10	Nivel Alto
55	8,3	10	Nivel Bajo
56	6,4	10	Nivel Bajo
57	5,3	10	Nivel Bajo
58	3,8	10	Nivel Bajo
59	4,1	10	Nivel Bajo
60	4,8	10	Nivel Bajo
61	5	10	Nivel Bajo
62	14,7	10	Nivel Alto
63	5,4	10	Nivel Bajo
64	11,7	10	Nivel Alto

65	6,8	10	Nivel Bajo
66	6,2	10	Nivel Bajo
67	7,9	10	Nivel Bajo
68	6,7	10	Nivel Bajo
69	3,3	10	Nivel Bajo
70	7	10	Nivel Bajo
71	3,5	10	Nivel Bajo
72	3,4	10	Nivel Bajo
TOTAL DE PACIENTES (MES MARZO)			65

Tabla 5. Estadística Del Mes De Marzo

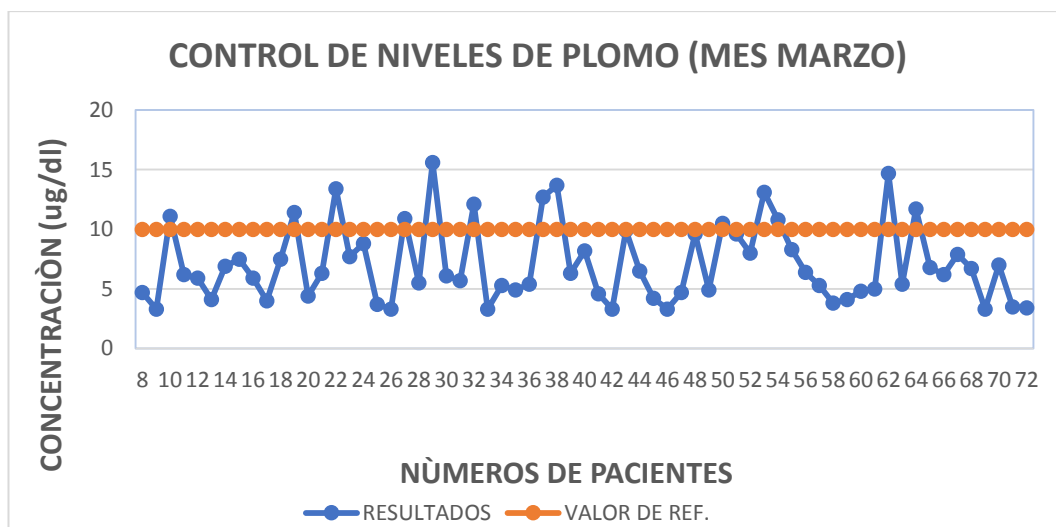


Figura 2. Control de niveles de plomo – mes marzo

Análisis:

Mediante el cuadro y gráfico estadístico se concluyó que en total en el mes de marzo llegaron a realizarse 65 exámenes de plomo, por consiguiente 14 pacientes presentaron elevadas concentraciones de plomo.

ARMADA DEL ECUADOR

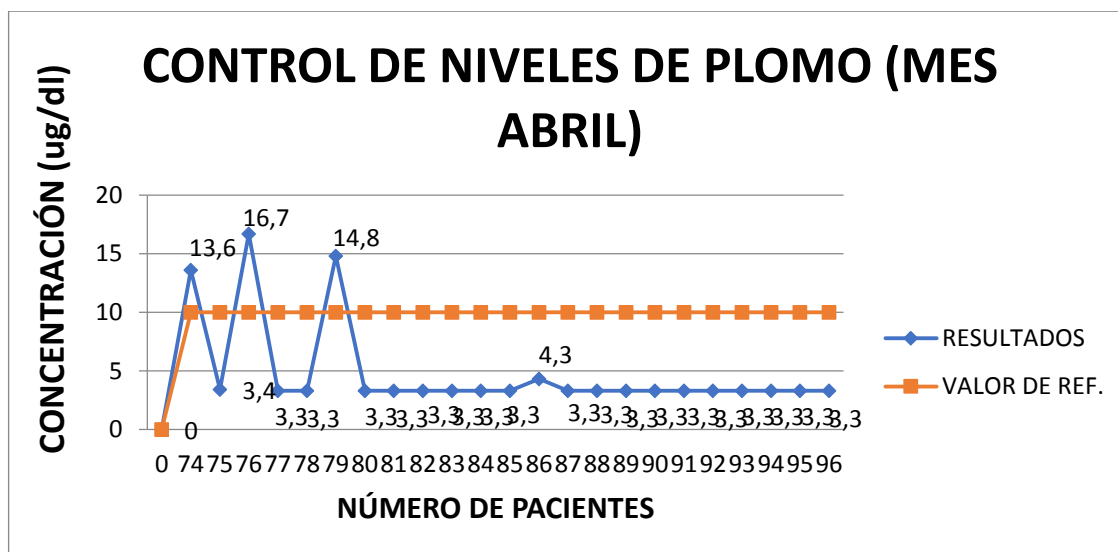
DIRECCION DE SANIDAD

BASE NAVAL SUR - Guayaquil

MES ABRIL			
	RESULTADOS	VALOR DE REF.	OBSERVACIÓN
73	13,6	10	Niveles Alto
74	3,4	10	Nivel Bajo
75	16,7	10	Niveles Alto
76	3,3	10	Nivel Bajo
77	3,3	10	Nivel Bajo
78	14,8	10	Niveles Alto
89	3,3	10	Nivel Bajo
80	3,3	10	Nivel Bajo
81	3,3	10	Nivel Bajo
82	3,3	10	Nivel Bajo
83	3,3	10	Nivel Bajo
84	3,3	10	Nivel Bajo
85	4,3	10	Nivel Bajo
86	3,3	10	Nivel Bajo

87	3,3	10	Nivel Bajo
88	3,3	10	Nivel Bajo
89	3,3	10	Nivel Bajo
90	3,3	10	Nivel Bajo
91	3,3	10	Nivel Bajo
92	3,3	10	Nivel Bajo
93	3,3	10	Nivel Bajo
94	3,3	10	Nivel Bajo
95	3,3	10	Nivel Bajo
TOTAL DE PACIENTES (MES ABRIL)			23

Tabla 6: Estadística del mes de Abril



Análisis:

Mediante el cuadro y gráfico estadístico se concluyó que en el mes de abril llegaron a realizarse el examen de plomo, alrededor de 23 pacientes, los cuales 3 poseen valores altos de plomo que sobre pasan de 10 ug/dl de sangre.

ARMADA DEL ECUADOR

DIRECCIÓN DE SANIDAD

BASE NAVAL SUR - Guayaquil

MES MAYO			
NÚMEROS DE PA- CIENTES	RESULTA- DOS	VALOR DE REF.	OBSERVA- CIÓN
96	3,3	10	Nivel Bajo
97	3,3	10	Nivel Bajo
98	3,3	10	Nivel Bajo
19	3,3	10	Nivel Bajo
100	3,3	10	Nivel Bajo
101	3,3	10	Nivel Bajo
102	3,3	10	Nivel Bajo
103	3,3	10	Nivel Bajo
104	3,3	10	Nivel Bajo
105	3,3	10	Nivel Bajo
106	3,3	10	Nivel Bajo
107	3,3	10	Nivel Bajo
108	3,3	10	Nivel Bajo
109	3,3	10	Nivel Bajo
110	3,3	10	Nivel Bajo

111	3,3	10	Nivel Bajo
112	12	10	Nivel Alto
113	3,3	10	Nivel Bajo
114	3,3	10	Nivel Bajo
115	3,3	10	Nivel Bajo
116	3,3	10	Nivel Bajo
117	3,3	10	Nivel Bajo
118	3,3	10	Nivel Bajo
119	0	0	Nivel Bajo
120	3,3	10	Nivel Bajo
121	3,3	10	Nivel Bajo
122	3,3	10	Nivel Bajo
123	3,3	10	Nivel Bajo
124	3,3	10	Nivel Bajo
125	3,3	10	Nivel Bajo
126	3,3	10	Nivel Bajo
127	3,3	10	Nivel Bajo
128	4	10	Nivel Bajo
129	3,3	10	Nivel Bajo
130	3,3	10	Nivel Bajo
131	3,3	10	Nivel Bajo

132	3,3	10	Nivel Bajo
133	3,3	10	Nivel Bajo
134	3,3	10	Nivel Bajo
135	3,3	10	Nivel Bajo
136	3,3	10	Nivel Bajo
137	3,3	10	Nivel Bajo
138	3,3	10	Nivel Bajo
139	3,3	10	Nivel Bajo
140	3,3	10	Nivel Bajo
141	3,3	10	Nivel Bajo
142	3,3	10	Nivel Bajo
143	3,3	10	Nivel Bajo
144	3,3	10	Nivel Bajo
145	3,3	10	Nivel Bajo
146	3,3	10	Nivel Bajo
147	3,3	10	Nivel Bajo
148	3,3	10	Nivel Bajo
149	3,3	10	Nivel Bajo
150	3,3	10	Nivel Bajo
151	3,3	10	Nivel Bajo
152	3,3	10	Nivel Bajo

153	3,3	10	Nivel Bajo
154	3,3	10	Nivel Bajo
TOTAL DE PACIENTES (MES MAYO)			58

Tabla 7: Estadística del mes de Mayo

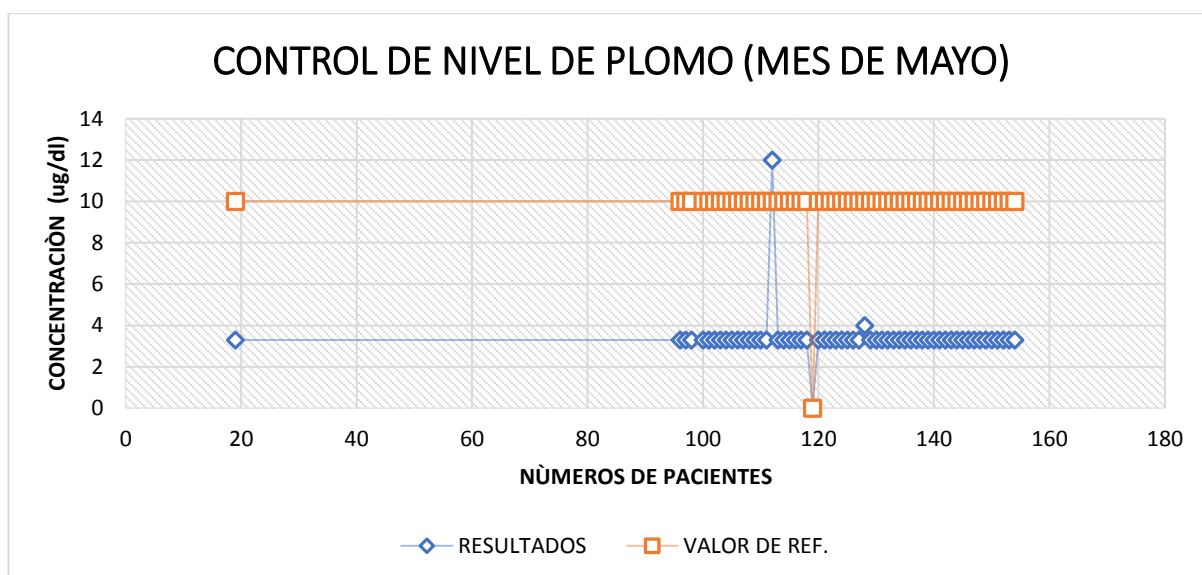


Figura 4. Control de niveles de plomo – mes mayo

Análisis:

Mediante el cuadro y gráfico estadístico se concluyó que en total en el mes de mayo llegaron a realizarse exámenes de plomo, aproximadamente de 58 pacientes de los cuales 1 paciente posee una elevada cantidad de plomo que sobre pasan de 10 ug/dl de sangre.

ARMADA DEL ECUADOR

DIRECCION DE SANIDAD

BASE NAVAL SUR - Guayaquil

MES JUNIO				
NÚMEROS DE PA- CIENTES	RESULTA- DOS	VALOR DE REF.	OBSERVA- CIÓN	
155	3,3	10	Nivel Bajo	
156	3,3	10	Nivel Bajo	
157	3,3	10	Nivel Bajo	
158	3,3	10	Nivel Bajo	
159	3,3	10	Nivel Bajo	
160	3,3	10	Nivel Bajo	
161	3,3	10	Nivel Bajo	
162	3,3	10	Nivel Bajo	
163	3,3	10	Nivel Bajo	
164	3,3	10	Nivel Bajo	
165	6,1	10	Nivel Bajo	
166	3,3	10	Nivel Bajo	
167	3,3	10	Nivel Bajo	
168	8,5	10	Nivel Bajo	
169	3,3	10	Nivel Bajo	

170	5,5	10	Nivel Bajo
171	3,3	10	Nivel Bajo
172	4,8	10	Nivel Bajo
173	6,8	10	Nivel Bajo
174	3,3	10	Nivel Bajo
175	3,3	10	Nivel Bajo
176	3,3	10	Nivel Bajo
177	3,3	10	Nivel Bajo
178	3,3	10	Nivel Bajo
179	3,3	10	Nivel Bajo
180	3,3	10	Nivel Bajo
181	3,3	10	Nivel Bajo
182	3,3	10	Nivel Bajo
183	3,3	10	Nivel Bajo
184	3,3	10	Nivel Bajo
185	3,3	10	Nivel Bajo
186	3,4	10	Nivel Bajo
187	4,6	10	Nivel Bajo
188	3,3	10	Nivel Bajo
189	3,3	10	Nivel Bajo
190	3,3	10	Nivel Bajo

191	3,3	10	Nivel Bajo
192	3,3	10	Nivel Bajo
193	3,3	10	Nivel Bajo
194	3,3	10	Nivel Bajo
195	3,3	10	Nivel Bajo
196	3,3	10	Nivel Bajo
197	3,3	10	Nivel Bajo
198	3,3	10	Nivel Bajo
199	3,3	10	Nivel Bajo
200	7,5	10	Nivel Bajo
201	3,3	10	Nivel Bajo
202	3,3	10	Nivel Bajo
203	3,3	10	Nivel Bajo
204	3,3	10	Nivel Bajo
205	3,3	10	Nivel Bajo
206	3,3	10	Nivel Bajo
207	3,3	10	Nivel Bajo
208	3,3	10	Nivel Bajo
209	3,3	10	Nivel Bajo
210	3,3	10	Nivel Bajo
211	8,2	10	Nivel Bajo

212	3,3	10	Nivel Bajo
213	3,3	10	Nivel Bajo
214	3,3	10	Nivel Bajo
215	3,3	10	Nivel Bajo
216	3,3	10	Nivel Bajo
217	3,3	10	Nivel Bajo
218	3,3	10	Nivel Bajo
219	3,3	10	Nivel Bajo
220	3,3	10	Nivel Bajo
221	3,3	10	Nivel Bajo
222	3,3	10	Nivel Bajo
223	3,3	10	Nivel Bajo
224	3,3	10	Nivel Bajo
225	3,3	10	Nivel Bajo
226	3,3	10	Nivel Bajo
227	3,3	10	Nivel Bajo
228	3,3	10	Nivel Bajo
229	3,3	10	Nivel Bajo
230	3,3	10	Nivel Bajo
231	3,3	10	Nivel Bajo
232	3,3	10	Nivel Bajo

233	3,3	10	Nivel Bajo
234	3,3	10	Nivel Bajo
235	3,3	10	Nivel Bajo
236	3,3	10	Nivel Bajo
237	4,2	10	Nivel Bajo
238	3,3	10	Nivel Bajo
239	3,3	10	Nivel Bajo
240	3,3	10	Nivel Bajo
TOTAL DE PACIENTES (MES JUNIO)			86

Tabla 8: Estadística del mes de Junio.

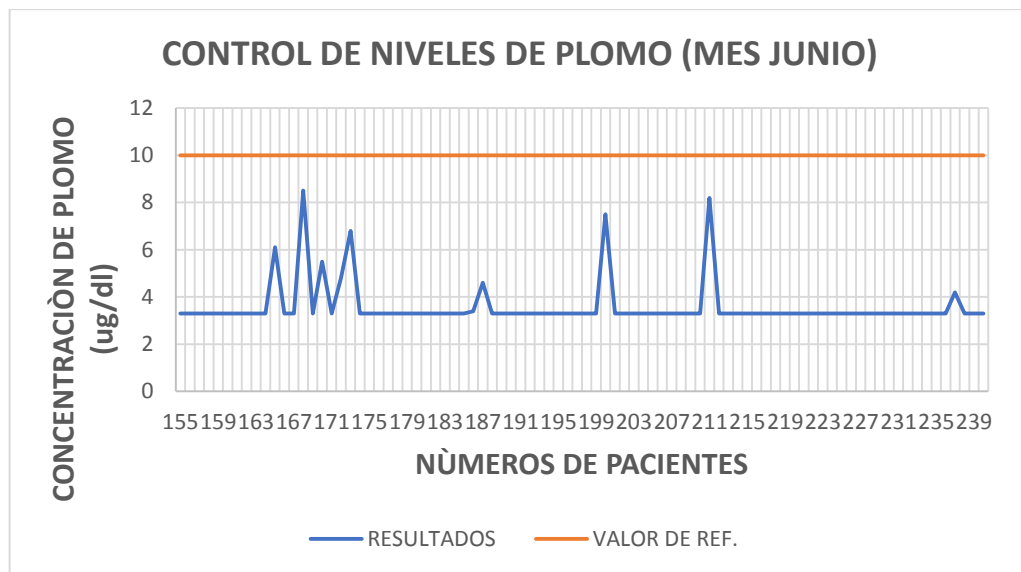


Figura 5. Control de niveles de plomo – mes junio

Análisis:

Mediante el cuadro y gráfico estadístico se concluyó que en total en el mes de junio llegaron a realizarse exámenes de plomo, aproximadamente de 86 pacientes de los cuales no existieron concentraciones elevadas de plomo en sangre.

PACIENTES CON NIVELES DE PLOMO POR MES

MESES DE ESTUDIO	NIVELES ALTOS	NIVELES BAJO	TOTAL DE PACIENTES POR MES
Enero	0	8	8
Marzo	14	51	65
Abril	3	20	23
Mayo	1	57	58
Junio	0	86	86
TOTAL DE PACIENTES ANALIZADOS	18	222	240

Tabla 9. Total, de pacientes

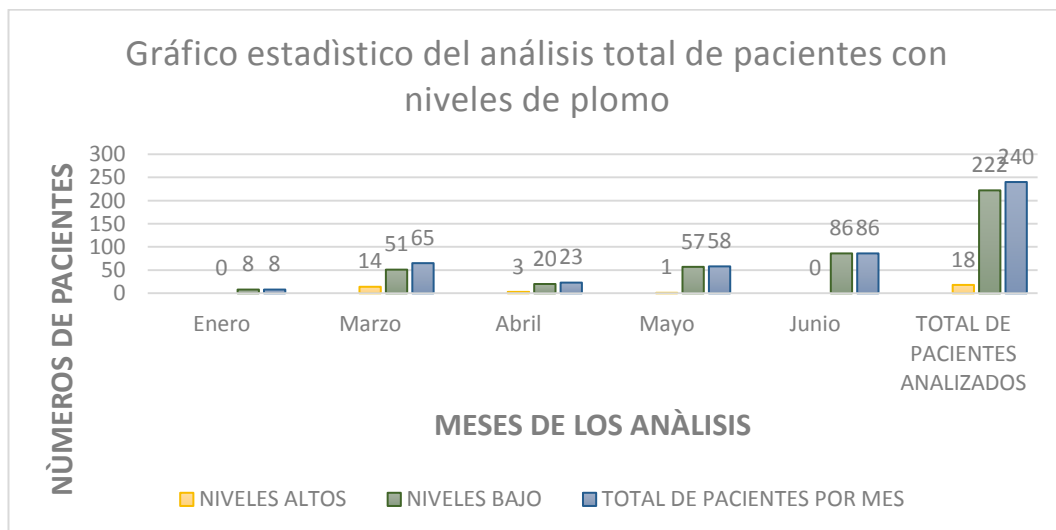


Figura 6. Análisis total de pacientes con niveles de plomo

4.2. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Con un total de 240 pacientes tomando en cuenta los factores de edad y tiempo laboral, se muestran la información de concentración de plomo en sangre:

Promedio de edades	Frecuencia	Porcentaje
30,00	10	4,2
31,00	14	5,8
32,00	10	4,2
33,00	15	6,3
34,00	18	7,5
35,00	28	11,7
36,00	28	11,7
37,00	18	7,5
38,00	12	5,0
39,00	7	2,9
40,00	18	7,5

41,00	9	3,8
42,00	9	3,8
43,00	21	8,8
44,00	8	3,3
45,00	15	6,3
Total	240	

Tabla 10. Análisis estadísticos según edades de los pacientes

Media	37,25
Mediana	36,00
Moda	35,00
Desviación estándar	4,31
Varianza	18,61
Mínimo	30,00

Tabla 11. Análisis estadístico de edades

La edad de pacientes incluidos en este estudio determina que su valor promedio es de 37,25 años; con una mediana de 36,00 años, una moda de 35 años, el valor mínimo registrado es de 30 años y el máximo de 45 años con una desviación estándar de 4,31 y una varianza de 18,61.

TIEMPO LABORAL

Meses y años laborables	Frecuencia	Porcentaje
0,10	35	14,6
0,11	22	9,2
0,20	4	1,7
0,30	11	4,6
0,40	5	2,1
0,50	16	6,7
0,60	24	10,0
0,70	13	5,4
0,80	8	3,3
0,90	11	4,6
1,00	29	12,1
1,10	8	3,3

1,11	6	2,5
1,20	6	2,5
1,30	6	2,5
1,40	3	1,3
1,50	3	1,3
1,60	7	2,9
1,70	1	,4
1,80	3	1,3
1,90	1	,4
2,00	18	7,5
Total	240	100,0

Tabla 12.. Análisis del tiempo laboral

El tiempo laboral de los pacientes de estudios determina que su valor promedio es de 0,76 tiempo de trabajo; con una mediana de 0,70, una moda de 0,10, el valor mínimo registrado es de 0,10, y el máximo de 2,00 y una desviación estándar de 0,57 y una varianza 0,32.

Media	0,76
Mediana	0,70
Moda	0,10

Desviación estándar	0,57
Varianza	0,32
Mínimo	0,10
Máximo	2,00

Tabla 13. Análisis estadístico del tiempo laboral

FRECUENCIA DE CONCENTRACIÓN DE PLOMO EN SANGRE

RESULTADOS (ug/dl)	Frecuencia
3,3	162
3,40	3
3,50	1
3,70	1
3,80	1
4,00	2
4,10	2
4,20	2
4,30	1
4,40	1
4,60	2
4,70	2

4,80	2
4,90	2
5,00	1
5,30	2
5,40	2
5,50	3
5,70	1
5,90	2
6,00	1
6,10	2
6,20	3
6,30	2
6,40	1
6,50	1
6,70	1
6,80	1
6,90	1
7,00	1
7,50	3
7,70	1
7,90	1

8,00	1
8,20	2
8,30	1
8,50	1
8,80	1
9,60	2
9,90	1
10,50	1
10,80	1
10,90	1
11,10	1
11,40	2
12,00	1
12,10	1
12,70	1
13,10	1
13,40	1
13,60	1
13,70	1
14,70	1
14,80	1

15,60	1
16,70	1
Total de pacientes	240

Tabla 14. Frecuencias de resultados obtenidos

Las concentraciones de plomo en los pacientes de estudio, el valor promedio es de 4,64 de concentración de plomo; con una mediana de 3,30 en concentración de plomo en sangre, una mediana de 3,30, una moda de 3,30, con valor mínimo registrado de 3,30 y un valor máximo de 16.70 con una desviación estándar de 2,71 en concentración de plomo en sangre.

Media	4,6371
Mediana	3,3000
Moda	3,30
Desviación estándar	2,71211
Varianza	7,356
Mínimo	3,30
Máximo	16,70

Tabla 15: Análisis estadístico de concentración de plomo en sangre

4.3. DISCUSIÓN

De acuerdo a los estudios realizados en el 2014, sobre los niveles de plomo en sangre al personal naval de mantenimiento que labora en áreas de riesgo, los resultados en promedio se obtuvieron un 4,73; una mediana de 4,15; moda de 3,9; valor mínimo registrado de 3,3 y valor máximo registrado de 15, 6 con una varianza de 3,58 (Cordero Acosta, 2014).

Comparando con el personal que labora en el área de combustible y armamento, los pacientes de estudios, resultaron que el valor promedio es de 4,64; con una media de 3,30, una mediana de 3,30, una moda de 3,30, valor mínimo registrado de 3,30 y un valor máximo de 16.70 con una desviación estándar de 2,71, estos porcentajes han variado un poco en cuestión que ha descendido las concentraciones de plomo en sangre, aunque se puede destacar que en estas dos áreas resultan con mayor riesgo para la salud al personal naval.

CAPITULO V

CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIÓN:

- ★ En el presente trabajo se llevó a cabo una investigación enfocada determinar las concentraciones de plomo presente en la sangre en el personal naval específicamente de las áreas de abastecimiento de combustibles y armamento, ellos presentan diversas concentraciones dependiendo del tiempo de exposición dentro de su área de trabajo, demostrando así, las causas principales fuentes de exposición a este metal y el riesgo laboral que pueden padecer el personal.
- ★ Se conoció las concentraciones exactas de plomo que contiene cada paciente por medio del analizador LeadCare II método realizado por medio de electroquímica para determinar las cantidades presentes presente en la sangre.
- ★ Como resultado de los análisis realizados tenemos que alrededor de 18 personas del total de 240 presentan altas concentraciones de plomo presente en sangre las cual se propone tener medidas de prevención para personas con elevadas concentraciones

5.2. RECOMENDACIONES:

- En el proceso de los análisis de cada una de las muestras se recomiendan utilizar guantes libres de polvo, para evitar contaminación por el polvo contenido en los guantes pueden interferir en los análisis de las muestras.
- Al personal que posee concentraciones de plomo en sangre mayor a 10 ug/dl, se le propone un cambio de actividades en el área de trabajo, cumplir otras funciones y tener una dieta balanceada para disminuir los niveles de concentraciones presentes en sangre.

ANEXOS



Anexo 1. Toma de muestras a pacientes navales de área de abastecimiento de combustibles



Anexo 2. Toma de muestras a pacientes navales de área de municiones



Anexo 3. Equipo Portátil LeadCare II



Anexo 4. Kit del Equipo portátil



Anexo 5. Contenido de materiales para análisis de plomo en sangre



Anexo 6. Muestras de sangre total para análisis de plomo



Anexo 7. Toma de muestras sanguínea por método de capilaridad



Anexo 8. Depositar una cierta cantidad de muestra en el buffer



Anexo 9. Muestra sanguínea en chip para pruebas de concentración de plomo en sangre



Anexo 10. Equipo portátil analizado la muestra sanguínea

REPÚBLICA DEL ECUADOR



El Ecuador ha sido, es
y será país amazónico

ARMADA DEL ECUADOR

DIRECCION DE SANIDAD



Oficio Nro. ARE-DIRSAN-PER-2018-0205-O

Guayaquil, 10 de julio de 2018

Asunto: Autorización de prácticas

Sres
Cristopher Alexis Lainez Silvestre
Julissa Maria Muñoz Reyes

De mi consideración:

En contestación a su oficio del 03 de Julio del 2018, sírvase tomar conocimiento, que se encuentra autorizado el acceso a las instalaciones de DIRSAN en el área de laboratorio clínico con la finalidad de realizar investigación de su tesis.

A partir del 11-Jul-2018 hasta el día martes 31-Jul-2018 en horario del 08h00 a 16h00.

Atentamente,
DIOS, PATRIA Y LIBERTAD

Marco Huaca Sanchez
Capitán de Fragata-CSM
DIRECTOR DE SANIDAD



Firmado digitalmente por:
Marco Huaca Sanchez
Código: 1708900718
OID.0.9.2342.1000000.100.1
14/07/2018 10:15:34 AM
0000
No. Documento: OF-ARE-
DIRSAN-PER-2018-0205-
O.pdf

/R.TOMALA

**Anexo 11, Carta de autorización para realizar investigación dentro de esta-
blecimiento de armada del ecuador**

Urkund Analysis Result

Analysed Document: LAINEZ-MUÑOZ TESIS PLOMO.docx (D40808071)
Submitted: 8/13/2018 4:15:00 PM
Submitted By: campoverdemj@ug.edu.ec
Significance: 10 %

Sources included in the report:

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03002016000300006
http://medicinainterna.org.pe/revista/revista_18_1_2005/Intoxicacion.pdf
http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/77917/9789243502137_spa.pdf;sequence=1
https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs13.html
<http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/enfermeria/tesis36.pdf>
<http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/ESTELA%20GOZALO%20YUSTE.pdf>
https://es.wikipedia.org/wiki/Fases_de_un_fen%C3%B3meno_t%C3%B3xico
<http://exposicionalplomo12.blogspot.com/>
https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts13.pdf
https://es.wikipedia.org/wiki/Envenenamiento_por_plomo
<http://www.babylon-software.com/definition/saturnismo/spanish>
<http://www.scielo.org.co/pdf/amc/v36n4/v36n4a07.pdf>
<http://www.scielo.org.pe/pdf/rspmi/v18n1/a05v18n1>

Instances where selected sources appear:

32

BIBLIOGRAFÍA

Alvarez Caceres. (2013). El método científico en las Ciencias de la Salud. 231.

Aros, S. A. (17 de Julio de 2017). *El insignia*. Obtenido de El insignia :
<http://blog.elinsignia.com/2017/06/17/saturnismo-una-enfermedad-profesional/>

Blanco, A., Ortega, L., Dueñas, J., Batista, R., & Serafín, R. (Abril de 2014).
Remoción de plomo (II) en vidrio volcánico y propuesta de adsorbedor por etapas. 167-75.

Burger, M., & Román, D. (2012). Plomo Salud y Ambiente. *organizacion panamericana de la salud*, 27-28.

Caravanos, J., Dowling, R., Téllez, M., Cantoral, A., Kobrosly, R., Estrada, D., y otros. (agosto de 2014). *Niveles de Plomo en Sangre en México y su Implicación para la Carga Pediátrica de la Enfermedad*. (Elsevier, inc)
Recuperado el 1 de Junio de 2017, de Annals of Global Health:
[http://www.annalsofglobalhealth.org/article/S2214-9996\(14\)00324-5/fulltext?cc=y=](http://www.annalsofglobalhealth.org/article/S2214-9996(14)00324-5/fulltext?cc=y=)

Cordero Acosta, G. E. (2014). “DETERMINACIÓN DE PLOMO EN SANGRE EN EL PERSONAL NAVAL DE MANTENIMIENTO QUE LABORA EN ÁREAS DE RIESGO”. *BCIEQ-MBC-035*, 56.

- Cornelio, B. (Abril-Junio de 2005). Contenido de plomo y magnesio en despachadores de gasolina. *Asociacion Mexicana de Bioquimica Clinica*, AC, 30(2), 41-46.
- ESA Biosciences, Inc. ((2009)). Guia del usuario. *Analizador de plomo en snagre LeadCare II*.
- Expósito, L. I. (2014). El plomo y sus efectos en la salud. *Hospital Provincial Clínico Quirúrgico Universitario "Arnaldo Milián Castro"*, 8(3).
- Fraser, M., Surette, C., & Vaillancourt, C. (2011). *Spatial and temporal distribution of heavy metal concentrations in mussels (Mytilus edulis) from the Baie des Chaleurs*. New Brunswick, Canada: Mar Pollut. Bull.
- Gozalo, E. (2014). Métodos analíticos para determinación de plomo en sangre. 10-15.
- Infantas, M. (2005). Intoxicación por plomo. *Scielo*, 18(1), 25.
- INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL. (5 de AGOSTO de 2017). *NORMA DE SALUD Y SEGURIDAD PARA LA EXPOSICION LABORAL AL PLOMO* . Obtenido de <http://www.grusam.com>
- LeoDark. (14 de Mayo de 2018). *Seguridad y salud en el trabajo*. Obtenido de Seguridad y saldu en el trabajo: <http://norma-ohsas18001.blogspot.com/2014/12/saturnismo-o-plumbosis.html>

Oliveros, J. (2014). "Saturnismo y Homeopatía". *Centro de Trabajo: Centros Sanitarios General (Grupo Premeser)*.

OMS. (2013). *Guía breve de métodos analíticos para determinar las concentraciones de plomo en sangre*. Obtenido de Organización Mundial de la Salud:
<http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/77917/?sequence=1>

Ramírez, A. (junio de 2008). Exposición a plomo en trabajadores de fábricas informales de baterías. *Scielo Perú*, 69(2).

Rodríguez, A., Cuéllar, L., Maldonado, G., & M., S. (julio - septiembre de 2016). Efectos nocivos del plomo para la salud del hombre. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 35(3).

Spivory. (Enero de 2007). The weight of lead: Effects add up in adults. *Environmental Health Perspectives*(1), 115.

Téllez, J.; Bautista, F. (Junio de 2015). Exposición ocupacional a plomo: aspectos toxicológicos. *Avances de enfermería*.