



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD
CARRERA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA**

TRABAJO DE TITULACIÓN.

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

BIOQUÍMICA FARMACÉUTICA

TEMA:

**COMPROBACIÓN FORENSE DEL MÉTODO DE ESPECTROFOTOMETRÍA DE
ABSORCIÓN ATÓMICA PARA DETERMINAR PLOMO (Pb) Y ANTIMONIO
(Sb) IMPREGNADOS EN LA MANO DESPUÉS DE DISPARAR UNA ARMA DE
FUEGO, 2013.**

AUTORA:

ROBERTHA TERESA REINA ALMINATE

TUTORA:

Dra. Luz Feijóo Cisneros, Mg. Sc.

MACHALA- EL ORO- ECUADOR.

2014.

CERTIFICACIÓN.

Dra. Luz Feijoó Cisneros Mg. Sc, docente de la Unidad Académica de Ciencias Químicas y de la Salud, Tutora del Trabajo de Titulación cuyo tema es **COMPROBACIÓN FORENSE DEL MÉTODO DE ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA PARA DETERMINAR PLOMO (Pb) Y ANTIMONIO (Sb) IMPREGNADOS EN LA MANO DESPUÉS DE DISPARAR UNA ARMA DE FUEGO, 2013** ha sido realizado por la Srta. Robertha Teresa Reina Alminate, portadora de la C.I. 0705746436, en forma sistemática y de acuerdo a las normas establecidas para su elaboración, revisando su contenido y forma, autorizo su presentación.

Atentamente.

Dra. Luz Feijoó Cisneros Mg. Sc.

TUTORA

RESPONSABILIDAD DELA AUTORA

Las ideas, criterios y comentarios expuestos en el presente Trabajo de Titulación cuyo tema es: **COMPROBACIÓN FORENSE DEL MÉTODO DE ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA PARA DETERMINAR PLOMO (Pb) Y ANTIMONIO (Sb) IMPREGNADOS EN LA MANO DESPUÉS DE DISPARAR UNA ARMA DE FUEGO, 2013** es de única y exclusiva responsabilidad de la autora.

Machala, Septiembre del 2014.

Robertha Teresa Reina Alminate.

C.I. 0705746436.

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTORÍA

Yo, **ROBERTHA TERESA REINA ALMINATE**, con cédula de identidad # 0705746436, Egresada de la Escuela de Bioquímica y Farmacia, de la Facultad de Ciencias Químicas y de la Salud, de la Universidad Técnica de Machala, responsable del presente Trabajo de Titulación cuyo tema es: **COMPROBACIÓN FORENSE DEL MÉTODO DE ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA PARA DETERMINAR PLOMO (Pb) Y ANTIMONIO (Sb) IMPREGNADOS EN LA MANO DESPUÉS DE DISPARAR UNA ARMA DE FUEGO, 2013** certifico que la responsabilidad de la investigación, resultados y conclusiones del presente trabajo pertenecen exclusivamente a mi autoría, una vez que ha sido aprobada por mi tribunal de sustentación del Trabajo de Titulación autorizando su presentación.

Deslindo a la Universidad Técnica de Machala de cualquier delito de plagio y cedo mis derechos de autor a la Universidad Técnica de Machala para que ella proceda a darle el uso que crea conveniente.

Robertha Teresa Reina Alminate

C.I. 0705746436

AUTORA

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo investigativo a mis **padres**, ya que hicieron todo en la vida para que yo pudiera alcanzar mi meta propuesta, y por motivarme en los momentos más difíciles de mi carrera.

También lo dedico a mis **hermanos, Marina de Caicedo y Juan Miguel**, a mi **cuñado, Rigoberto Caicedo** por sus consejos y apoyo económico.

A mis **sobrinos, Sarita, Gabriel, Julio y Noelli**, por ser mi inspiración la que me condujo a alcanzar mi sueños.

Robertha Teresa Reina Alminate.

AGRADECIMIENTOS.

A **Dios**, por permitirme llegar a este momento tan importante de mi vida, y por tener a mi lado a mis seres amados.

A mis **Amigos**, y a las **personas voluntarias**, que colaboraron durante la realización de este trabajo de investigación.

A la **Universidad Técnica de Machala en especial a la Unidad Académica de Ciencias Químicas y de la Salud**, por haberme brindado sus instalaciones y conocimientos necesarios para cumplir con mí meta.

A mis **padres**, por su apoyo incondicional durante la realización de este trabajo de investigación. Y por la confianza deposita en mí.

A la **Dra. Luz Feijoo Cisneros Mg, Sc.** Por acceder a ser mi tutora y apoyarme con sus conocimientos en la realización de este trabajo.

A mis **hermanos, Marina de Caicedo y Juan Miguel**, y **cuñado Rigoberto Caicedo** por sus palabras de aliento y por su apoyo económico para que este trabajo se realice.

Robertha Teresa Reina Alminate.

RESUMEN

Las armas de fuego han sido creadas con el fin de causar daño, valiéndose de un proyectil (bala) que arroja y que impacta en el cuerpo; por tal motivo es necesario esclarecerlos, para ello presento la determinación de elementos residuos Plomo (Pb) y Antimonio (Sb) impregnados en las manos del autor del disparo de arma de fuego, mediante espectrofotometría de absorción atómica. Este trabajo investigativo ha sido elaborado en siete capítulos.

En el capítulo I, se realiza la descripción del problema su justificación, así como también se plantean los objetivos, variables, que ayudaran a dar solución a la problemática ya establecida.

En el capítulo II, en el marco teórico conceptual, se describe acerca del método y técnicas utilizados en la presente investigación, definición de criminalística, clasificación de las armas de fuego, así como también se explica los mecanismos físico-químicos que ocurren dentro del arma de fuego así mismo el porque los residuos de disparo Plomo (Pb) y Antimonio (Sb) quedan impregnados en las manos del autor del disparo de arma de fuego.

En el capítulo III, se describe acerca de la toma de muestra su tipo, localización en la que fue tomada, los materiales y reactivos que fueron utilizados para su análisis y técnicas de determinación de Plomo (Pb) y Antimonio (Sb) mediante el método de espectrofotometría de absorción atómica.

En el capítulo IV, lo constituyen los resultados obtenidos tanto en personas que han realizado disparos (muestras reales) contra las personas que no han realizado disparos (blancos) cuyas muestras fueron leídas a las 0, 24 y 48 horas después de haber tomado la muestra con su respectiva interpretación y su discusión. Los resultados se expresan en ppm.

En el capítulo V, lo constituyen las conclusiones y recomendaciones que se pudieron establecer con el análisis e interpretación de las muestras tomadas. Los capítulos VI corresponde a la bibliografía del marco teórico conceptual y el capítulo VII conformado por fotografías que son los anexos, evidencias que el presente trabajo se ha cumplido.

ABSTRACT

Firearms have been created with the purpose of causing harm, using a projectile (bullet) and yielding hits in the body; for this reason it is necessary to clarify them, for it introduced elements determining residues Lead (Pb) and Antimony (Sb) impregnated in the hands of the shooter of a firearm by atomic absorption spectrophotometry. This research work has been done in seven chapters.

In Chapter I, the problem description is carried justification and objectives, variables that help to solve the problem already established also arise.

In Chapter II, the conceptual framework, we describe the method and techniques used in this investigation, definition of criminology, classification of firearms, as well as the physical and chemical mechanisms that occur inside the gun is also explained likewise the fire because the GSR Lead (Pb) and Antimony (Sb) are impregnated into the hands of the shooter gun.

In Chapter III, described on the sample type, location where it was taken, materials and reagents were used for analysis and determination techniques Lead (Pb) and Antimony (Sb) by the method atomic absorption spectrophotometry.

In Chapter IV, what are the results obtained both in people who have taken shots (real samples) against persons who have not made shots (white) whose samples were read at 0, 24 and 48 hours after the sample was taken with its respective interpretation and discussion. The results are expressed in ppm.

In Chapter V, what are the conclusions and recommendations could be established with the analysis and interpretation of samples taken. Chapters VI corresponds to the literature and conceptual framework of Chapter VII which are formed by the accompanying photographs, evidence that the present work has been accomplished.

CONTENIDO

	Pág.
CERTIFICACIÓN.....	3
RESPONSABILIDAD DE LA AUTORA	4
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTORÍA	5
DEDICATORIA	6
AGRADECIMIENTOS.....	7
RESUMEN	8
ABSTRACT	9
CONTENIDO.....	10
INDICE DE CUADROS	13
INDICE DE GRÁFICOS.....	14
CAPITULO I.....	15
INTRODUCCIÓN	15
1. PROBLEMA	16
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	16
1.2 JUSTIFICACIÓN.	17
1.3 OBJETIVOS	18
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	18
1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	18
1.4 VARIABLES.....	18
1.4.1 VARIABLE INDEPENDIENTE.....	18
1.4.2 VARIABLE DEPENDIENTE.....	18
1.5 HIPOTESIS.....	18
CAPITULO II.....	19
2.1 CRIMINALÍSTICA.....	19
2.1.1 PRINCIPIOS DE LA QUÍMICA FORENSE.....	19
2.2 CLASIFICACION DE LAS ARMAS DE FUEGO	20
2.2.1 POR EL TIPO DE DISPARO.....	20
2.2.2 POR EL TIPO DEL CAÑÓN	21
2.3 COMPONENTES DE UN ARMA DE FUEGO.....	21

2.3.1 COMPONENTE DE UN ARMA DE FUEGO TIPO REVOLVER	21
2.3.1.1 LA ARMADURA O ARMAZON	22
2.3.1.2 ELEMENTOS DE PUNTERIA	23
2.3.2 ELEMENTOS QUE CONFORMAN UNA PISTOLA SEMIAUTOMATICA ...	23
2.3.3 ETAPAS DEL DISPARO EN UN ARMA DE FUEGO.....	25
2.4 FACTORES DE INTERFERENCIA EN UN DISPARO	25
2.4.1 TIEMPO.....	25
2.4.2 CALIBRE DEL ARMA.....	26
2.4.3 EDAD DE LA PERSONA.....	26
2.4.4 ELIMINACION DE FLUIDOS CORPORALES.....	26
2.4.5 LAVADO DE MANOS	27
2.5 TÉCNICAS	27
2.5.1 ANALISIS CUALITATIVO	27
2.5.1.1 DERMOTEST PARA EL PLOMO	27
2.5.1.2 DERMO TEST PARA EL ANTIMONIO.....	28
2.5.2 ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORCIONATOMICA. Ver Anexo 5.....	28
2.5.2.1 FUNDAMENTO.....	28
2.5.2.2 INSTRUMENTACIÓN	28
2.5.2.3 INSTRUMENTO DE HAZ SENCILLO	32
2.5.2.4 INSTRUMENTO DE DOBLE HAZ.....	32
2.5.2.5 MONOCROMADORES.....	33
2.5.2.6 DETECTORES	33
2.5.2.7 AMPLIFICADOR.....	33
2.5.2.8 SISTEMA OPTICO	33
2.5.2.9 SISTEMA DE LECTURA.....	33
2.5.2.10 INTERFERENCIAS	34
2.5.2.11 TECNICA PARA LA DETERMINACION DE PLOMO (Pb) MEDIANTE ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORCIONATOMICA.....	35
2.5.2.12 TECNICA PARA LA DETERMINACION DE ANTIMONIO (Sb) MEDIANTE ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORCIONATOMICA	35
CAPITULO III	38
MATERIALES Y MÉTODOS	38
3.1 LOCALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	38
3.2 UNIVERSO DE TRABAJO	38

3.3 TIPO DE MUESTRA	38
3.4 MATERIALES A UTILIZARSE	38
3.5 MÉTODOS	39
3.5.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	39
3.5.2. SELECCIÓN DE MUESTRA	39
3.5.3 TOMA DE MUESTRAS	39
3.5.4 ANALISIS CUALITATIVO	40
3.5.4.1. DERMOTEST PARA EL PLOMO (Pb)	40
3.5.4.2 DERMO TEST PARA EL ANTIMONIO (Sb)	41
3.5.5 ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORCIÓN ATÓMICA	41
3.5.5.1 PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	41
3.5.5.2 CALIBRACION DEL EQUIPO	41
3.5.5.3 RELACIÓN DE FLUJOS DE COMBUSTIBLE Y OXIDANTE.....	42
3.5.5.4 TECNICA PARA LA DETERMINACION DE PLOMO (Pb) MEDIANTE ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORCIONATOMICA	42
3.5.5.5 TECNICA PARA LA DETERMINACION DE ANTIMONIO (Sb) MEDIANTE ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORCIONATOMICA	42
3.5.5.6 ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS	44
CAPITULO IV	45
RESULTADOS	45
4.1 ANALISIS DE MUESTRAS DE DISPARO	45
4.2 ANALISIS DE BLANCOS	64
4.3 DISCUSIÓN DE RESULTADOS	68
CAPITULO V	69
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	69
BIBLIOGRAFÍA.....	70

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
4.1 ANALISIS DE MUESTRAS DE DISPARO.	45
Cuadro 1. Resultados obtenidos con la utilización del ácido clorhídrico a la dilución de 50 %.....	45
Cuadro 2. Resultados obtenidos con la utilización del HCl a la disolución del 30 %.	47
Cuadro 3. Resultados obtenidos con la utilización del ácido clorhídrico a la dilución de 20 %.	49
Cuadro 4. Curva del calibrado del Espectrofotómetro de Absorción Atómica. Método de adición de estándar.	51
Cuadro 5. Análisis de residuos de disparo. Zona palmar derecha. Calibre 9 mm.	52
Cuadro 6. Análisis de Residuo de Disparo. Zona dorsal derecha. Calibre 9 mm.	53
Cuadro 7. Residuo de disparo. Zona palmar izquierda. Calibre 9 mm	54
Cuadro 8. Análisis de residuo de disparo. Zona dorsal Izquierda. Calibre 9 mm.....	55
Cuadro 9. Análisis de residuos de disparo. Zona palmar derecha. Calibre 32 mm. ..	56
Cuadro 10. Análisis de residuo de disparo. Zona dorsal derecha. Calibre 32 mm.	57
Cuadro 11. Análisis de residuo de disparo. Zona palmar izquierda. Calibre 32 mm.	58
Cuadro 12. Análisis de residuo de disparo. Zona dorsal izquierda. Calibre 32 mm...	59
Cuadro 13. Análisis de residuo de disparo. Zona palmar derecha. Calibre 2.23 mm.	60
Cuadro 14. Análisis de residuo de disparo. Zona dorsal derecha. Calibre 2.23 mm ..	61
Cuadro 15. Análisis de residuo de disparo. Zona palmar derecha. Calibre 2.23 mm.	62
Cuadro 16. Análisis de residuos de disparo. Zona dorsal izquierda. Calibre	63
2.23 mm.	63
4.2 ANALISIS DE BLANCOS.	64
Cuadro 17. Análisis de blancos. Zona palmar derecha.	64
Cuadro 18. Análisis de Blancos. Zona dorsal derecha.....	65
Cuadro 19. Análisis de Blancos. Zona palmar izquierda.	66
Cuadro 20. Análisis de Blancos. Zona dorsal izquierda.	67

INDICE DE GRAFICOS

Pág.

4.1 ANALISIS DE MUESTRAS DE DISPARO.....	45
Gráfico 1. Resultados obtenidos con la utilización del ácido clorhídrico a la dilución del 50 %.....	46
Gráfico 2. Resultados obtenidos con la utilización del HCl a la disolución del 30 %.	48
Gráfico 3. Resultados obtenidos con la disolución de ácido clorhídrico al 20 %.....	50
Gráfica 4. Curva del calibrado del espectrofotómetro de absorción atómica. Método de adición de estándar.....	51
Gráfico 5. Análisis de residuo de disparo. Zona palmar derecha. Calibre 9 mm.	52
Gráfico 6. Análisis de residuo de disparo. Zona dorsal derecha. Calibre 9mm.....	53
Gráfico 7. Análisis de residuo de disparo. Zona dorsal derecha. Calibre 9 mm.....	54
Gráfico 8. Análisis de residuo de disparo. Zona dorsal derecha. Calibre 9 mm.....	55
Gráfico 9. Análisis de residuo de disparo. Zona dorsal derecha. Calibre 32 mm.....	56
Gráfico 10. Análisis de Residuo de Disparo. Zona dorsal derecha. Calibre 32 mm. .	57
Gráfico 11. Análisis de residuo de disparo. Zona dorsal derecha. Calibre 32 mm.....	58
Gráfico 12. Análisis de Residuo de Disparo. Zona dorsal derecha. Calibre 32 mm. .	59
Gráfico 13. Análisis de residuo de disparo. Zona palmar derecha. Calibre 2.23 mm.	60
Gráfico 14. Análisis de residuo de disparo. Zona dorsal derecha. Calibre 2.23 mm..	61
Gráfico 15. Análisis de residuo de disparo. Zona dorsal derecha. Calibre 2.23 mm..	62
Gráfico 16. Análisis de residuo de disparo. Zona dorsal derecha. Calibre 2.23 mm..	63
4.2 ANALISIS DE BLANCOS.	64
Gráfico 17. Análisis de blancos. Zona palmar derecha.....	64
Gráfico 18. Análisis de blancos. Zona dorsal derecha.....	65
Gráfico 19. Análisis de blancos. Zona palmar izquierda.....	66
Gráfico 20. Análisis de blancos. Zona dorsal izquierda	67

CAPITULO I.

INTRODUCCIÓN.

La delincuencia es un problema socio-cultural que afecta a todo el mundo sin excepción de ciudad alguna.

Los cambios y procesos que se han dado a través del tiempo en la sociedad también reflejan actos delictivos, los mismos que cada día se van adaptando con rapidez a la vida moderna.

Las armas de fuego son dispositivos destinados a propulsar (disparar) uno o múltiples proyectiles por medio de presión de gases con el fin de causar daño.

Desde el siglo XI d. C. se conocían en China mezclas pirotécnicas de salitre, carbón y azufre que fueron empleadas como explosivos de escasa potencia.

Algunas crónicas de los siglos XII y XIII relatan que dichas mezclas explosivas se utilizaron para la impulsión en armas rudimentarias de bambú (tubos de madera cargados con pólvora), para el lanzamiento de ciertos proyectiles. En esta remota nación la pirotecnia se convirtió en un arte que siguió hasta la actualidad.

Por tal motivo resulta necesario conocer y aplicar los métodos y técnicas que se desarrollan para detectarlas y combatirlos, tal es el caso del análisis de residuos inorgánicos de disparo de arma de fuego (RIDAF), el mismo que se ha utilizado en 1970 con la finalidad de detectar elementos metálicos como: Plomo (Pb) y Antimonio (Sb), que son indicativos de que una persona ha disparado o no una arma de fuego.

El objetivo del presente trabajo investigativo es establecer una metodología para el análisis de elementos residuales, Plomo (Pb) y Antimonio (Sb) impregnados en la mano después de disparar una arma de fuego, utilizando el método de espectrofotometría de absorción atómica, para demostrar que este método brinda resultados confiables y que puede ser utilizado para la realización de este análisis, por ello se ha procedido a tomar muestra de blancos (Personas que no han disparado una arma de Fuego) contra muestras reales (Personas que han ejecutado un disparo de arma de fuego).

1. PROBLEMA

Uno de los problemas que actualmente afectan a la sociedad y al mundo entero sin excepción de ciudad alguna es el incremento de la delincuencia.

Los cambios y procesos de transformación que han venido sucediendo a través del tiempo en la sociedad, también se han ido reflejando en la actividad delictiva, la misma que día a día reviste nuevas modalidades, adaptándose con rapidez a la vida moderna.

Por tal motivo resulta necesario conocer y aplicar los métodos y técnicas que se desarrollan para detectarlas y de esta manera poder combatir las, tal es el caso de la determinación de residuos de disparo de arma de fuego, con la finalidad de determinar la presencia o ausencia de elementos metálicos (Plomo, Antimonio), impregnados en las manos del autor del disparo. El **plomo** es el mayor componente de sustancias iniciadoras de la combustión en el detonador y el principal componente del proyectil o bala. El **antimonio** está en las sustancias combustibles del fulminante, además se emplea como endurecedor para la aleación del proyectil.

El objetivo del presente trabajo es establecer una metodología para el análisis de residuos de disparo por el método de Espectrofotometría de Absorción Atómica, para demostrar que este método puede ser utilizado para la realización de este análisis y que es confiable. Para ello se realizara una comparación de Blancos (muestras tomadas a personas que no han disparado), contra muestras de disparo (Personas que han disparado).

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

¿En que medida se puede detectar el Plomo (Pb) y Antimonio (Sb), impregnados en las manos de las personas que han disparado una arma de fuego, mediante espectrofotometría de absorción atómica?

1.2 JUSTIFICACIÓN.

Las armas de fuego, son instrumentos que utilizan una cápsula la misma que encierra la carga de pólvora y una bala o municiones. La herida es producida por la penetración del proyectil disparado violentamente por la explosión de la pólvora por la percusión. La pólvora tiene dos tipos generales. La pólvora "negra" está compuesta sobre la base de azufre, carbón y salitre; tiene menos poder expansivo, quema incompletamente y produce más humo y tatuaje. Las pólvoras modernas son superiores por la introducción de la nitrocelulosa; se llaman también "sin humo"; la mejor es la piroxilada. Se queman mejor y dan mayor poder expulsivo de la bala. Estos instrumentos son destinados para realizar acciones ofensivas y/o defensivas dependiendo el caso.

Los hechos delictivos ocurridos en el cantón piñas en el año 2014 corresponden al 2%. Por tal razón resulta de suma importancia esclarecerlos, para dar solución a la problemática establecida, se propone el análisis de elementos residuales Plomo (Pb) y Antimonio (Sb) impregnados en las manos del autor del disparo de arma de fuego, mediante el método de espectrofotometría de absorción atómica.

Esta investigación será de gran utilidad para los peritos forenses, puesto que tendrán un análisis de residuos de disparo de arma de fuego, rápido, económico y eficaz, logrando de esta manera disminuir la delincuencia, como también resolver los homicidios, que acontecen en la Provincia y País.

De acuerdo a los objetivos del plan del Buen Vivir, este tema se relaciona con: el objetivo 9: Garantizar la vigencia de los derechos y la justicia: Garantizamos a todas las personas el respeto a los derechos humanos y el acceso a la justicia. Queremos una igualdad entre hombres y mujeres que proteja, en forma integral, a niñas, niños y adolescentes. Promovemos una justicia social, solidaria, imparcial, democrática, intergeneracional y transnacional.

1.3 OBJETIVOS.

1.3.1 OBJETIVO GENERAL.

Comprobar si el método de espectrofotometría de absorción atómica brinda resultados confiables para la determinación de Plomo (Pb) y Antimonio (Sb) impregnados en las manos después de disparar un arma de fuego, 2013.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.

Identificar y cuantificar residuos de disparo (Pb, Sb) impregnados en las manos de personas sospechosas de haber efectuado un disparo de arma de fuego.

Establecer una metodología apropiada para el análisis de residuos de disparo de arma de fuego por el método de espectrofotometría de absorción atómica.

1.4 VARIABLES.

1.4.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

Identificación y cantidad de Plomo (Pb) y Antimonio (Sb) impregnados en la mano después de disparar una arma de fuego.

1.4.2 VARIABLE DEPENDIENTE

Las personas que han disparado una arma de fuego.

Las personas que no han realizado un disparo de arma de fuego.

1.5 HIPOTESIS.

Se estima que la presencia de residuos de disparo (Pb, Sb) encontrados en manos del personal voluntario para la investigación es prueba contundente de haber disparado un arma de fuego.

CAPITULO II.

2.1 CRIMINALÍSTICA.

La ciencia multidisciplinaria denominada criminalística ha emergido como una importante fuerza que tiene impacto en prácticamente todos los elementos del sistema judicial criminal. La misma ha sido definida como "la profesión y disciplina científica dirigida al reconocimiento, individualización y evaluación de la evidencia física, mediante la aplicación de las ciencias naturales, en cuestiones legales". (Guzman, 2000)

Esta ciencia única ha sido retratada en la literatura como una entidad que puede suministrar información objetiva, de otra manera inalcanzable, para el investigador y para el sistema judicial, a través del examen de la evidencia física. (Guzman, 2000)

La criminalística representa una herramienta que contribuye a establecer la objetividad necesaria en la ejecución de los dictámenes periciales, por lo que el auxilio prestado por las demás ciencias es completamente válido y proporciona un alto grado de científicidad a la investigación de los delitos. (Hernandez, 2002)

Las ramas del conocimiento que participan en el saber criminalístico (Biología, química, física, medicina, entre otras). Han venido a enriquecer las opciones de estudio propio de la investigación de los delitos. (Hernandez, 2002)

2.1.1 PRINCIPIOS DE LA QUÍMICA FORENSE.

La química forense es la ciencia encargada de estudiar la composición química de una gran variedades de evidencias, para verificar la causa de un acontecimiento que pueda relacionarse con algún acto ilícito, dicha evidencia se analiza utilizando instrumentación sofisticada y técnicas analíticas que determinan:

- a.** Que sustancia o materiales abarca la evidencia.
- b.** Si la evidencia viene de un individuo en particular, de sus posesiones, de su hogar o lugar de trabajo.
- c.** Si la evidencia viene de una localización específica.

El análisis que se realiza a la evidencia encontrada, es de tipo analítico. Este análisis ha adquirido importancia con el paso del tiempo y requiere de otros estudios periciales tales como:

- a. Balística.
- b. Hematología.
- c. Genética Forense.
- d. Grafoscopía.
- e. Incendios y Explosivos. (Caro, 2004)

2.2 CLASIFICACION DE LAS ARMAS DE FUEGO

2.2.1 POR EL TIPO DE DISPARO

a. DE TIRO A TIRO: Es el arma de fuego que no teniendo almacén cargador, obliga al tirador a repetir manualmente la acción completa de carga del arma en cada disparo. (Guzman, 2000)

b. DE REPETICIÓN: en las que el ciclo de carga y descarga de los cartuchos en la recámara o tambor, se efectúa manualmente (uno, dos, seis, o más cartuchos), una vez abastecida el arma, se procede a realizar los disparos tiro por tiro, por acción de tirador sobre los mecanismo de disparo (asa de palanca, asa de cerrojo, corredera de tipo trombón, aleta del martillo percutor, etc.,) y posteriormente del disparador. Por ejemplo fusil MAUSER “de cerrojo”, carabina WINCHESTER “de palanca”, escopetas MOSSBERG, MAVERICK, ITHACA, “de corredera” (trombón o acción a bomba “pumperaction”), revólveres de simple acción (martillo percutor hacia atrás) y los de doble acción (solo con el disparador). (Toro, 2012)

c. AUTOMÁTICAS: Son aquellas de tiro y carga automática, o sea, todas aquellas que, abastecidas y previo armado por una sola vez, producen una corriente continua de disparos, mientras se mantenga presionado el disparador; ejemplo: las ametralladoras, etc. (Toro, 2012)

d. SEMIAUTOMÁTICAS: Son aquellas solo de carga automática, las que previo abastecimiento, rastrillaje y posterior acción del dedo sobre el disparador produce un solo disparo, realizándose en el arma automáticamente las operaciones de extracción, eyección del casquillo, nueva alimentación, utilizando los gases provocados por el

disparo del proyectil para introducir un nuevo cartucho en la recámara y rastrillaje sin la intervención directa del tirador. (Toro, 2012)

2.2.2 POR EL TIPO DEL CAÑÓN

a. CAÑÓN DE ANIMA LISA: Carece de estriado y en la actualidad se utiliza únicamente en las escopetas, y pistolón, diseñadas para el disparo de proyectiles múltiples (perdigones). (Cottier, 2011)

b. CAÑÓN DE ANIMA RAYADA O ESTRIADA: En este caso el interior del cañón del arma (ánima) presenta un rayado particular en bajorrelieve, de forma helicoidal, llamado “estriado” y que le suministra a los proyectiles por ellos expulsados un movimiento rotacional sobre su propio eje que le brinda estabilidad direccional a la trayectoria del mismo, a este grupo pertenecen: pistola, revolver, fusil, carabina, pistola ametralladora. (Cottier, 2011)

2.3 COMPONENTES DE UN ARMA DE FUEGO.

Dentro de las diferentes clasificaciones de las armas de fuego, revisadas con anterioridad las más importantes por su frecuente uso en actos delictivos son:

- a.** Arma de Fuego tipo revolver.
- b.** Arma de Fuego semiautomática.

2.3.1 COMPONENTE DE UN ARMA DE FUEGO TIPO REVOLVER.

El revolver es el arma de puño que posee una serie de recámaras en un cilindro o tambor giratorio montado coaxialmente con el cañón. Un mecanismo hace girar el tambor de modo tal que las recámaras son sucesivamente alineadas con el ánima del cañón.

Según el sistema de accionamiento del disparador, el revolver puede ser de acción simple o de acción doble. (Moyano, 2010)

- a. ACCIÓN DOBLE.-** La acción de retroceso y percusión del martillo se efectúa directamente desde la cola del disparador o gatillo por la acción del tirador, pudiendo también accionar el martillo manualmente.

- b. ACCIÓN SIMPLE.-** El tirador debe efectuar manualmente la acción de retroceso del martillo para poder oprimir el gatillo en cada disparo. (Moyano, 2010). **Ver Anexo 7.**

2.3.1.1 LA ARMADURA O ARMAZON.

Es la parte fundamental que reúne los distintos mecanismos del arma y que además sirve para empuñarla.

Dentro de ella podemos distinguir las siguientes partes:

a. EMPUÑADORA.

Tiene como misión permitir la sujeción del arma con la mano durante su utilización. En su parte media posterior lleva un orificio por donde pasa el tornillo de fijación de las cachas (piezas de madera o goma que recubren la empuñadura y la dotan de un carácter anatómico). En la parte inferior presenta un vaciado circular denominado anillo regulador de presión, ya que posibilita ampliar o concentrar la presión del muelle y la varilla que permitirá la realización del disparo. El conjunto de este mecanismo tiene por misión dar fuerza al martillo percutor (pieza de la caja plana de mecanismos que estudiaremos más adelante) para que se produzca el disparo. (PROTECSA, 2000)

b. ARCO GUARDAMONTE.

Sirve para la protección del disparador, evitando que se produzcan disparos fortuitos o involuntarios por golpes o caídas. Su forma es arqueada. Estando situado delante del disparador en el ángulo que forma la empuñadura con el resto del armazón. En su parte superior presenta un orificio para el alojamiento del soporte basculante y un tornillo para la regulación de otra pieza del armazón: el tope del cilindro. (PROTECSA, 2000)

c. CAJA PLANA DE MECANISMO.

Esta compuesta por:

- a.** Aguja percutora
- b.** Martillo percutor
- c.** Bulón
- d.** Levante
- e.** Seguro

- f. Corredora
- g. Tope del cilindro
- h. Disparador
- i. Biela del Disparador
- j. Biela del cilindro. (PROTECSA, 2000)

d. VENTANA RECTANGULAR DEL CILINDRO.

Sirve para alojar al cilindro. Presenta en su parte anterior un orificio roscado para que se pueda engarzar la parte posterior del cañón. En la base presenta una pequeña ventana rectangular por donde asoma el tope del cilindro. (PROTECSA, 2000)

2.3.1.2 ELEMENTOS DE PUNTERIA.

a. PUNTO DE MIRA: por lo general el punto de mira es fijo y se encuentra próximo al extremo de la boca de fuego.

b. ALZA: el alza se encuentra en la parte trasera del arma, es regulable, en lateral y en altura frecuentemente y puede ser fijo o rebatible. (PROTECSA, 2000)

2.3.2 ELEMENTOS QUE CONFORMAN UNA PISTOLA SEMIAUTOMATICA

Es el arma de puño de 1 o 2 cañones de ánima rayada, con su recámara alineada permanentemente con el cañón.

La pistola puede ser de carga tiro a tiro, de repetición o semiautomática. (Moyano, 2010)

Se llama pistola semiautomática porque al rastrillarla y posterior acción del dedo sobre el disparador produce un solo disparo, realizándose en el arma automáticamente las operaciones de extracción, eyección del casquillo, nueva alimentación, utilizando los gases provocados por el disparo del proyectil para introducir un nuevo cartucho en la recámara y rastrillaje sin la intervención directa del tirador. (Toro, 2012). **Ver Anexo 6.**

Los componentes de un arma de fuego semiautomática se dividen en tres grupos:

- a. **CAÑÓN:** se trata de un tubo de acero especial, de paredes resistentes, destinado a que por interior discurra el proyectil impulsado por los gases producidos por la deflagración de pólvora.

Partes:

- a. Anima.
- b. Recamara.
- c. Rampa de acero
- d. Embrague.
- e. Planos de apoyo.
- f. Ojales. (Guzman, 2000)
- g. **RESORTE RECUPERADOR:** es el encargado de llevar la corredora a su parte mas adelantada una vez efectuado del disparo consta del muelle recuperador y de su varilla guía.
- h. **CORREDERA,** que contiene los aparatos de puntería (guión y alza), con posibilidades de desplazamiento hacia atrás y hacia adelante sobre guías ubicadas en la armadura. (Guzman, 2000)

Partes:

- a. **RETÉN DE CORREDERA,** permite mantener abierta la corredora cuando el estuche cargador ha quedado vacío
- b. **EXTRACTOR,** que por medio de su uña extractora tiene por misión sacar de la recámara los cartuchos o vainas servidos, arrastrándolos hasta que son expulsados por el botador.
- c. **ESTUCHE O ALMACÉN CARGADOR,** cuya finalidad es contener los cartuchos que luego han de trasladarse a la recámara del arma, accionando manualmente la corredora o automáticamente por los retrocesos que ésta sufre por la acción de los gases que se producen a raíz del disparo. (Guzman, 2000)
- d. **ARMADURA**

Contiene o sostiene las diversas piezas que integran su mecanismo.

Partes:

- a. Batidor de mecanismos de percusión.

- b. Disparador.
- c. Hueco del cargador.
- d. Pestillo de cierre. (Guzman, 2000)

2.3.3 ETAPAS DEL DISPARO EN UN ARMA DE FUEGO.

El fenómeno inicial de un disparo de un proyectil es la ignición, del iniciador o detonante contenido en el capsul o en la base de un cartucho provocado por el golpe del percutor del arma, originando que los gases o las partículas calientes inicien la ignición de la carga de propulsión, transformándose esta ultima en una gran cantidad de productos gaseosos calientes. La gran presión ejercida por esos gases ocasiona el movimiento del proyectil fuera del cartucho ejerciendo presión para que inicie su movimiento dentro del cañón del arma y lo abandone siendo estos mismos gases los responsables de la eyección del casco fuera del arma (en el caso de las armas automáticas o semiautomáticas). (Martin, 2011)

El tiempo que transcurre desde el momento que se libera el percutor hasta que éste golpea al iniciador, depende del largo del recorrido del percutor, de su peso y el de otras partes móviles y de la fuerza de compresión del resorte. En fusiles de combate este tiempo es del orden de 0,005segundos, en tanto que en carabinas deportivas de pequeño calibre es de 0,002segundos. Este tiempo es muy importante, especialmente para tiradores de polígono. (Guzman, 2000)

El calor generado por la ignición del detonante y la carga de propulsión provoca que los componentes inorgánicos de sus mezclas se evaporen y se sobresaturen y al enfriarse se condensen en pequeñas gotas las mismas que se depositan en la mano del ejecutor del disparo. (Martin, 2011)

2.4 FACTORES DE INTERFERENCIA EN UN DISPARO.

2.4.1 TIEMPO

Hace referencia al tiempo que ha transcurrido entre el disparo y el análisis, ya que mientras mas el tiempo paze es mas difícil encontrar partículas en la mano del sospechoso debido a que existen diferentes formas en que los residuos depositados en la mano del individuo vayan disminuyendo. (Guzman, 2000)

2.4.2 CALIBRE DEL ARMA

Este factor es mas importante porque dependiendo del calibre del arma es la cantidad de residuos de disparo y el tipo de partículas que se depositan en la mano del sospechoso, los tipos de partículas son: Grandes, Esféricas o Esfoides, Indefinidas o Indeterminadas. (Guzman, 2000)

2.4.3 EDAD DE LA PERSONA

La edad de las personas también influyen en el análisis porque mientras mas edad tenga las personas, las partículas permanecen mas tiempo en la piel debido a que la cantidad de humedad que existe en su piel es menor a la humedad que existe en una persona joven esto es debido a que la piel está constituida por tres capas:

La **Epidermis** es la capa más superficial no contiene vasos sanguíneos. La **Dermis** se encuentra por debajo de la epidermis y se deriva del ectodermo; contiene un rico plexo de vasos sanguíneos, terminaciones nerviosas, vasos linfáticos, glándulas sudoríparas (Sudor), células grasas y folículos pilosos (Pelos). La última capa es la **Hipodermis** o también llamada tejido celular subcutáneo esta constituida por voluminosos lóbulos de adipocitos o lipocitos separados por un tracto conjuntivo, varia considerablemente en grosor, según las diferentes partes del cuerpo y también varia su distribución regional de acuerdo con el sexo, la edad, y el peso total de individuo. (Manzur, 2002)

Las fibras colágenas, Constituyen el 75% del total de fibras de la dermis. Están compuestas de colágeno formado en los fibroblastos. El colágeno es rico en hidroxiprolina y se forma y metaboliza continuamente. Se divide en 2 fracciones; la soluble es característica de la gente joven con moléculas que se pueden desplazar dando la posibilidad a la piel de absorber humedad y la fracción insoluble.

En el envejecimiento, las moléculas de colágeno tienden a cruzarse y se forma el colágeno insoluble, perdiendo flexibilidad y la capacidad de absorber la humedad. (Manzur, 2002)

2.4.4 ELIMINACION DE FLUIDOS CORPORALES

La eliminación de fluidos corporales también interviene en el análisis, y es el mas importante es la sudoración ya que el sospechoso esta expuesto a este fenómeno durante el periodo de investigación y análisis.

Las glándulas sudoríparas ecrinas es la parte secretora que se encuentra en la dermis y desemboca por un conducto ascendente en la epidermis, vertiendo el sudor al exterior. Son importantes en la regulación de la temperatura corporal y equilibrio hidroelectrico. (THIBODEAU/PATTON, 2002)

El sudor es un líquido compuesto por agua, sales minerales y toxinas producidas por las glándulas sudoríparas ecrinas. El calor que se genera en las vísceras y músculos es transferido a la circulación y debe ser eliminado a través de alguno de los mecanismos disipadores de calor, de los cuales el más importante es la sudoración. El sudor es producido generalmente como un medio de refrigeración corporal conocido como transpiración, pero también puede ser causado por una respuesta física a la excitación o el miedo, ya que estos estímulos aceleran el pulso cardíaco y causan una mayor producción de calor. (Manzur, 2002)

2.4.5 LAVADO DE MANOS.

El lavarse las manos continuamente provoca que se vaya removiendo poco a poco los residuos depositados en la mano. (Guzman, 2000)

2.5 TÉCNICAS.

2.5.1ANALISIS CUALITATIVO.

DERMO TEST

Los Dermo test son un método sumamente sencillo que implica la mezcla de una gota de una sustancia desconocida con una gota de un reactivo, para dar generalmente una disolución coloreada que nos permita su identificación. Normalmente, estos ensayos suelen realizarse en superficies porosas como un papel de filtro o gelatina impregnados con el reactivo, incrementando de esta forma la sensibilidad del análisis, o no porosas como una placa de porcelana o un tubo de vidrio. (Toro, 2012)

2.5.1.1 DERMOTEST PARA EL PLOMO.

Es uno de los test más utilizados a nivel cualitativo. Es una prueba colorimétrica cualitativa basada en la reacción del plomo (proveniente del proyectil) con el Rodizonato de Sodio (RdNa). Se pasa un bastoncillo humedecido en HCl 0.001 N por las manos del sospechoso de haber realizado el disparo y se añade una gota de

Rodizonato sódico tamponado. Una coloración roja que se vuelve azul al añadir ácido clorhídrico indica la presencia de plomo. Los resultados obtenidos pueden presentar falsos positivos en personas que mantienen contacto con sustancias que contiene plomo como: empleados de gasolinera, fontaneros, torneros, mecánicos, etc. (Toro, 2012)

2.5.1.2 DERMO TEST PARA EL ANTIMONIO.

De la muestra acidulada con HCl, se toma una disolución de ella, se añade una solución de ácido Oxálico (Para que no influya el remanente de Estaño) y luego se añade H₂S. La formación de un precipitado naranja indica la presencia de antimonio. (Toro, 2012)

2.5.2 ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA. Ver Anexo 5.

2.5.2.1 FUNDAMENTO.

La espectroscopia de absorción atómica se basa en la medida de la radiación absorbida por los átomos libres en su estado fundamental. En este proceso el átomo pasa desde un estado energético inferior a otro superior.

La mayoría de las muestras son sólidas o líquidas, los átomos o iones de los analitos deben ser vaporizados a la flama o en un horno de grafito.

Los átomos adsorben luz visible o ultravioleta y hacen transiciones a niveles de energía más altos. La concentración del analito es determinada por la cantidad de adsorción. Aplicando la ley de Beer-Lambert directamente en la espectroscopia AA es difícil debido a la eficiencia de la atomización de la muestra de la matriz y a la no-uniformidad de la concentración, y a la longitud de la trayectoria de los átomos del analito (en el horno de grafito AA). Las mediciones de concentración son generalmente determinadas de una curva de calibración, después de haber calibrado el aparato con los estándares de concentración conocida. (Rocha, 2000)

2.5.2.2 INSTRUMENTACIÓN

a. FUENTES DE RADIACIÓN

Una fuente debe generar un haz de radiación con potencia suficiente para que se detecte y se mida con facilidad para poderla utilizar en estudios espectrofotométricos. La potencia radiante de una fuente varia exponencialmente con la tensión de su fuente de alimentación.

Los métodos analíticos basados en la absorción atómica son potencialmente muy específicos, ya que las líneas de absorción atómica son considerablemente estrechas (de 0,002 a 0,005nm) y las energías de transición son únicas para cada elemento.

Para que exista una relación lineal entre la señal analítica (absorbancia) y la concentración es decir que se cumpla la Ley de Beer es necesario que la anchura de banda de la fuente sea estrecha respecto a la anchura de un pico de absorción. Sin embargo los monocromadores de buena calidad tienen anchuras de banda efectivas que son significativamente mayores que la anchura de las líneas de absorción atómica

En consecuencia al hacer medidas de absorción atómica utilizando un espectrofotómetro normal equipado con una fuente de radiación continua se obtiene curvas de calibre no lineales además las curvas de calibrado obtenidas son pequeñas debido a que solo una pequeña fracción de la radiación procedente de la rendija del monocromador es absorbida por la muestra; consecuentemente se obtienen sensibilidades bajas.

Las condiciones de trabajo de la fuente se elijen de manera que el ensanchamiento por efecto Doppler de las líneas emitidas sea menor que el ensanchamiento del pico de la absorción que tiene lugar en la llama o en otro atomizador. (Skoog, 1998)

b. LÁMPARA DE CÁTODO HUECO

Este tipo de lámpara consiste en un ánodo de wolframio y un cátodo cilíndrico cerrados herméticamente en un tubo de vidrio lleno con neón argón o a una presión de 1 a 5 torr. El cátodo esta constituido por el metal cuyo espectro se desea obtener o bien, sirve de soporte para una capa de dicho metal. (Skoog, 1998)

Cuando se aplica un potencial del orden de 300V entre los electrodos se produce la ionización del gas inerte lo que da lugar a una corriente de aproximadamente 5 a 15mA al tiempo que lo iones y electrones migran hacia los electrodos. Si el potencial es lo suficientemente grande los cationes gaseosos adquieren la suficiente energía cinética como para arrancar algunos de los átomos metálicos de la superficie del cátodo y producir una nube atómica; a este proceso se le denomina chisporroteo. Una parte de los átomos metálicos desprendidos se encuentran en estado excitado y de ese modo al volver al estado fundamental emiten su radiación característica. Al final los átomos

metálicos se vuelven a depositar difundiéndose de nuevo hacia la superficie del cátodo o hacia las paredes de vidrio del tubo.

La configuración cilíndrica del cátodo tiende a concentrar la radiación en una región limitada del tubo metálico.

La eficacia de las lámparas de cátodo hueco depende de su geometría y del potencial aplicado.

En el comercio existe una gran variedad de lámparas de cátodo hueco. En algunos casos los cátodos están constituidos por una mezcla de varios metales; lo que permite el análisis de más de un elemento. (Skoog, 1998)

c. ATOMIZADORES DE LLAMA.

Los atomizadores de llama se emplean en espectrofotometría de emisión, absorción y fluorescencia atómica. Está conformado por un nebulizador de tubo céntrico y el aerosol este último producto de la formación de la mezcla del gas inerte con el combustible, pasa a través de una serie de deflectores que eliminan las gotitas de solución que no sean muy finas. En los deflectores la mayor parte de la muestra se recoge en el fondo de la cámara mezcla, donde se drena hacia un contenedor de desecho.

El aerosol, el oxidante y el combustible se queman pues un mechero provisto de una ranura, que produce una llama que generalmente mide entre 5 y 10 cm de longitud.

Los mecheros de flujo laminar proporcionan una llama relativamente estable y larga. Estas propiedades tienden a aumentar la sensibilidad y la reproducibilidad.

La cámara de mezcla en este tipo de mechero contiene una mezcla potencialmente explosiva por esta razón está equipado con unas válvulas para disminuir la presión. (Skoog, 1998). **Ver Anexo 8.**

d. TIPOS DE LLAMAS.

Las velocidades de combustión son de considerable importancia, porque las llamas sólo son estables en ciertos intervalos de caudal. Si el caudal no sobrepasa la velocidad de combustión, la llama se propaga hacia el interior del quemador, dando un fognazo. Cuando el caudal aumenta, la llama sube hasta alcanzar un punto por encima del

quemador donde el caudal y la velocidad de combustión son iguales. En esta región es donde la llama es estable. A caudales mas elevados, la llama sube y al final alcanza un punto donde se aparta del mechero y se apaga. Estas consideraciones ponen de relieve la importancia de controlar el caudal de la mezcla combustible/oxidante. Este caudal depende mucho del tipo de combustible y de oxidante utilizados.

Para la mayoría de las muestras refractarias, se debe emplear oxígeno u óxido nitroso como oxidante. Estos oxidantes producen temperaturas de 2.500 a 3.100°C con los combustibles habituales. (Skoog, 1998)

e. REGULADORES DE COMBUSTIBLE Y OXIDANTE.

En la espectrofotometría de llama, los caudales de oxidante y de combustible constituyen variables importantes que requieren un control preciso.

Por lo general el combustible y el oxidante se combinan en una aproximadamente en una proporción estequiometria.

Sin embargo, en la determinación de metales que forman óxidos estables es más conveniente el empleo de la llama que contenga un exceso de combustible. Los caudales se controlan, por lo general por medio de reguladores de presión de doble diafragma seguidos de válvulas de agujas situadas en el instrumento. El sistema de medida de caudal mas empleado es el rotámetro que consiste en un tubo cónico, graduado, y transparente montado verticalmente en su extremo mas estrecho hacia abajo. El flujo del gas se levanta un flotador liviano, cónico o esférico, cuya posición vertical esta determinada por el caudal del gas. (Skoog, 1998)

f. ESTRUCTURA DE LA LLAMA.

Las regiones más importantes de la llama son la zona de combustión primaria, la región interconal, y la zona de combustible secundaria.

El aspecto y el tamaño relativo de estas regiones varían considerablemente con la relación combustible-oxidante; así como con el tipo de combustible-oxidante.

La zona de combustión primaria en una llama de hidrocarburos se reconoce por su coloración azul que proviene de los espectros de bandas C, CH y otros radicales. En

esta zona no se alcanza el equilibrio térmico, y por ello, esta zona rara vez se utiliza en la espectrofotometría de llama.

La región interconal es relativamente estrecha en llamas de hidrocarburos estequiometrias puede alcanzar varios centímetros de altura con fuente rica en combustible de acetileno/oxígeno o acetileno/óxido nítrico. Esta zona es frecuentemente rica en átomos libres y es la parte de la llama más utilizada en espectrofotometría.

La zona de combustión secundaria, los productos formados en la región interior se convierten en óxidos moleculares estables que se dispersan por los alrededores.

El perfil de la llama proporciona información útil respecto a los procesos que tienen lugar en las distintas partes de la llama; es una representación gráfica de los contornos que muestra las regiones de la llama, donde una variable de interés tiene valores similares. Estas variables son la temperatura, la composición química, la absorbancia, y la intensidad radiante o fluorescente. (Skoog, 1998)

2.5.2.3 INSTRUMENTO DE HAZ SENCILLO

Consiste en varias fuentes de cátodo hueco un contador o una fuente alimentadora de impulsos, un atomizador, y un espectrofotómetro sencillo de red de difracción con un foto multiplicador como detector. La corriente oscura se anula como un obturador en frente del detector. Se hace el ajuste del 100 por T con un blanco que se aspira en la llama o se quema en un atomizador sin llama, obteniéndose la transmitancia reemplazando el blanco por la muestra. (Skoog, 1998)

2.5.2.4 INSTRUMENTO DE DOBLE HAZ.

El haz que proviene de la fuente de cátodo hueco se divide mediante un cortador reflectante, una mitad pasa a través de la llama y la otra mitad fuera de ella. Los dos haces se justan mediante un espejo semiplataado y llegan a un monocromador de red Czerny-Turner; un tubo fotomultiplicador actúa como detector. La salida de este se utiliza para alimentar un amplificador de cierre sincronizado con el movimiento del cortador. Se amplifica entonces la relación entre las señales de la referencia y la muestra y pasan al sistema de tratamiento de datos, que puede ser un medidor digital o un registrador de señal. (Skoog, 1998)

2.5.2.5 MONOCROMADORES.

Tienen como función seleccionar la línea de absorción, separándola de las otras líneas de emisión emitidas por el cátodo hueco. Los aparatos comerciales suelen venir equipados con monocromadores del tipo de prima o red de difracción. (Skoog, 1998)

2.5.2.6 DETECTORES.

Miden la intensidad de la radiación antes y después de la absorción por la muestra. A partir de los valores obtenidos se podrá calcular la radiación absorbida. En los aparatos comerciales se emplean tubos fotomultiplicadores. (Rocha, 2000)

2.5.2.7 AMPLIFICADOR.

Como su nombre lo indica ayuda a amplificar la señal eléctrica producida, para que en el siguiente paso pueda ser procesada con circuitos y sistemas electrónicos comunes. (Skoog, 1998)

2.5.2.8 SISTEMA OPTICO.

Su función es conducir las radiaciones emitidas por la lámpara a través del sistema de obtención de átomos en estado fundamental y el monocromador hasta llegar al detector. El sistema óptico está formado por:

- Espejos y lentes, que focalizan sobre la llama la mayor cantidad de energía emitida por la lámpara y la sitúan a la entrada del monocromador.
- Láminas plano paralelas, que se utilizan para aislar los demás elementos del exterior.
- Rendijas se sitúan una a la entrada para obtener un haz paralelo y estrecho procedente de la lámpara y otra a la salida para seleccionar la longitud de onda adecuada eliminando el resto de las emisiones. (Skoog, 1998)

2.5.2.9 SISTEMA DE LECTURA.

En el sistema de lectura la señal de intensidad de corriente es convertida a una señal que el operario pueda interpretar (ejemplo transmitancia o absorbancia). Este sistema de lectura, puede ser una escala de aguja, una escala de dígitos, un graficador, una serie de datos que pueden ser procesados a su vez por una computadora. (Skoog, 1998)

2.5.2.10 INTERFERENCIAS.

En los métodos de absorción atómica se presentan dos tipos de interferencias:

- a. INTERFERENCIAS ESPECTRALES:** Se producen cuando la absorción o emisión de una especie interferente se solapa o aparece muy próxima a la absorción o emisión del analito de modo que su resolución por el monocromador es imposible.

Las interferencias espectrales también se producen debido a la presencia de productos de combustión que poseen bandas de absorción anchas o de productos en forma de partículas que dispersan la radiación. Ambos disminuyen la potencia del haz transmitido y dan lugar a errores analíticos positivos.

La interferencia espectral debida a la dispersión por los productos de la atomización se produce más frecuente cuando se aspiran en la llama disoluciones concentradas que contienen elementos, tales como: Ti, Zr, y W, que forman óxidos refractarios.

En la atomización a la llama las interferencias espectrales que provienen de los componentes de la matriz no siempre se producen, y con frecuencia se pueden evitar modificando los parámetros analíticos, como temperatura y la regulación de combustible/oxidante. (Skoog, 1998)

- b. INTERFERENCIAS QUÍMICAS:** Se producen como consecuencia de diversos procesos químicos que ocurren durante la atomización y que alteran las características de absorción del analito. Son más frecuentes que las espectrales y se pueden minimizar escogiendo las condiciones de trabajo. (Skoog, 1998)

- c. FORMACIÓN DE COMPUESTOS POCO VOLÁTILES:** El tipo más común de interferencia es probablemente el producido por aniones que forman compuestos de baja volatilidad con el analito y reducen así su velocidad de atomización; lo que origina resultados menores que los esperados. En muchas ocasiones pueden eliminarse o atenuarse las interferencias debidas a la formación de especies poco volátiles aumentando la temperatura. También se pueden emplear agentes liberadores, que son cationes que reaccionan preferentemente con el interferente e impiden su interacción con el analito. (Skoog, 1998)

2.5.2.11 TECNICA PARA LA DETERMINACION DE PLOMO (Pb) MEDIANTE ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORCIONATOMICA.

a. TECNICA A LA FLAMA.

La técnica de absorción atómica en flama en una forma concisa consta de lo siguiente: la muestra en forma líquida es aspirada a través de un tubo capilar y conducida a un nebulizador donde ésta se desintegra y forma un rocío o pequeñas gotas de líquido.

Las gotas formadas son conducidas a una flama, donde se produce una serie de eventos que originan la formación de átomos. Estos átomos absorben cualitativamente la radiación emitida por la lámpara y la cantidad de radiación absorbida está en función de su concentración.

La señal de la lámpara una vez que pasa por la flama llega a un monocromador, que tiene como finalidad el discriminar todas las señales que acompañan la línea de interés. Esta señal de radiación electromagnética llega a un detector o transductor y pasa a un amplificador y por último a un sistema de lectura. La longitud de onda que se utilizo para medir el Plomo (Pb) es: 283.3 nm. (Skoog, 1998)

2.5.2.12 TECNICA PARA LA DETERMINACION DE ANTIMONIO (Sb) MEDIANTE ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORCIONATOMICA.

a. GENERACIÓN DE HIDRUROS.

Hay algunos elementos que son difíciles de volatilizar con una llama o un horno. Para estos elementos se utiliza la técnica de generación de vapor, ya sea formando el hidruro metálico del elemento (As, Bi, Sb, Sn, Se y Te) o directamente vapores como en el caso del Hg La generación de vapor aumenta la sensibilidad de la técnica de absorción atómica, especialmente en estos elementos que tienen importancia como contaminantes ambientales o en toxicología.

Hay dos métodos a través de los cuales se puede formar un hidruro:

1.- El método del borohidruro de sodio, NaBH_4 , que implica la reacción del elemento analito, en una solución ácida, con el NaBH_4 para formar hidruros gaseosos del elemento en estudio.

2.- El método del cloruro estaño II, SnCl_2 , en el cual se agrega $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ a la muestra. La solución obtenida reacciona con el SnCl_2 que está en medio ácido para formar el hidruro gaseoso del elemento de interés.

Una vez formado el hidruro gaseoso, éste es separado de la solución y transportado por un gas portador hasta una celda de cuarzo, donde es calentado produciéndose la descomposición térmica (atomización). Como la celda está en el paso óptico de la radiación emitida por la lámpara de cátodo hueco, se produce una absorción de la luz por parte de los átomos del analito que será proporcional a su concentración.

El éxito de la técnica se basa en dos características:

1.- Separa efectivamente el elemento analito de su matriz química, eliminando así el efecto de interferencias de matriz en el proceso de atomización y disminuyendo la absorción de fondo.

2.- Proporciona un medio más eficiente de atomización para estos elementos que la absorción atómica convencional.

El KI que se usa en la determinación de As y Sb acelera la de-vitrificación de la celda de cuarzo.

Cuando se analizan muestras que contienen especies fuertemente interferentes debe lavarse el sistema haciendo bombear HCl 50 % por 20 segundos entre muestras. La longitud de onda que se utilizó para medir el Antimonio (Sb) es: 217.6 nm.

PREPARACIÓN DE REACTIVOS.

Todos los reactivos usados deben ser de alta pureza, lo mismo que el agua destilada, para minimizar la absorción del blanco (dan absorbancias altas y por lo tanto la señal de ruido es alta).

Debido a la naturaleza química del proceso de generación de hidruros, la exactitud y precisión del análisis son críticamente dependientes de la pureza de los reactivos, de la preparación de la muestra, del proceso de digestión y de los procedimientos analíticos en general. Los límites de detección que se logren estarán determinados por estas variables.

.- Solución de borohidruro de sodio al 0,6 % p/v. Disolver en agua destilada 3 g de NaBH_4 junto con 3 g de NaOH . Aforar a 500 ml y filtrar a través de papel filtro Watman N° 2, directamente a la botella correspondiente. Esta solución es inestable y se descompone lentamente durante su almacenaje, por lo que se recomienda que no tenga más de 3 – 4 días desde su preparación.

.- Acido clorhídrico concentrado, aproximadamente 36 %. Existen algunas calidades de HCl que contiene As como impurezas. El HCl que se use debe tener un contenido de As cercano al límite de detección, es decir menor que 1 ppb. (Rocha, 2000)

CAPITULO III.

MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1 LOCALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

El presente trabajo de investigación, se realizó en el laboratorio de investigación, de la Facultad de Ciencias Químicas y de la Salud de la Universidad Técnica de Machala.

3.2 UNIVERSO DE TRABAJO.

Se tomarón muestras de residuo de disparo de arma de fuego a personas que han ejecutado un disparo de arma de fuego frente a personas que no lo han realizado. La determinación de residuos de disparo (Pb y Sb), mediante espectrofotometría de absorción atómica se realizó a un intervalo de tiempo de 0,24, 48 horas.

3.3 TIPO DE MUESTRA.

Las muestras de residuos de disparo de arma de fuego se tomarón tanto a personas que han ejecutado un disparo de arma de fuego como a personas que no lo han realizado.

3.4 MATERIALES A UTILIZARSE.

- a. Muestra de residuo de disparo de arma de fuego.
- b. Torunda de algodón.
- c. Tubos de ensayo de 10cm.
- d. Balanza.
- e. Envase de polietileno de 30cm, 60cm, y 250cm.
- f. Material de vidrio (Pipetas de 0,5 y 1cm; matraz aforado; vaso de precipitación, frascos Ámbar,).
- g. pHmetro.
- h. Homogenizador.
- i. Gradilla de 60 tubos.
- j. Bolsas tipo ziploc plástico con cierre hermético.
- k. Espectrofotómetro de absorción atómica SHIMADZU AA 6300.
- l. Lámpara de cátodo hueco para el Plomo.
- m. Lámpara de cátodo hueco para el Antimonio.

Reactivos:

- a. Acido clorhídrico.
- b. Boro hidruro de Sodio.
- c. Acido tartárico.
- d. Bitartrato de Potasio.
- e. Buffer de Rodizonato de Sodio.
- f. Acido Oxálico.
- g. Ácido Sulfhídrico.
- h. Estándar de plomo.
- i. Estándar de Antimonio.
- j. Agua Destilada.
- k. Suero Fisiológico.

3.5 MÉTODOS.**3.5.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.**

En esta investigación se realizó un estudio correlacional, puesto que éste nos permite relacionar el tiempo en que fue tomada y procesada la muestra; y las diferencias entre una persona que ha disparado un arma de fuego y aquella que no lo haya hecho; y la cantidad de residuos de disparo (Pb y Sb) encontrados.

El diseño que se utilizó fue experimental; basado en técnicas de identificación y cuantificación (Rodizonato de sodio; y método de espectrofotometría de absorción atómica); que nos permitieron establecer la presencia y la cantidad de residuos de disparo encontrados en las manos de las personas voluntarias para la investigación.

3.5.2. SELECCIÓN DE MUESTRA.

La muestra de residuos de disparo de arma de fuego fue tomada a personas voluntarias para la investigación.

3.5.3 TOMA DE MUESTRAS.

La muestra fue tomada solo a personas voluntarias para la investigación, se la levantó mediante un frotis con una torunda embebida de Suero Fisiológico, el mismo que se embolsó en un tubo de ensayo que contenía el HCl a concentraciones del 50%, 30%, y

20%. Se realizó en este ensayo con el fin de determinar en que concentración del HCl se podría captar la mayor cantidad de residuos de disparo de arma de fuego.

Como también se recolectó muestras de personas que no habían realizado disparo de arma de fuego a estos los llamaremos blancos, este ensayo se lo realizó con el fin de obtener datos que nos sirvan como punto de partida en los análisis de posibles sospechosos. El volumen de las muestras tomadas para ambos ensayos fue de 4ml.

Para determinar el porcentaje de certeza de Plomo (Pb) y Antimonio (Sb) se utilizó un protocolo, cuya base fue de: 0-500ppm representaba el 20%, de: 1000 -1500ppm representaba el 40%, de: 2000-2500ppm representaba el 80%, de: 2500-3000ppm representaba el 100%.

Kit de toma de muestra:

- a. 5 tubos de vidrio con tapa rosca, de 10 mililitros de capacidad.
- b. Cada tubo debe estar identificado de la siguiente manera: Dorso Derecho (DD), Dorso izquierdo (DI), Palma Derecha (PD), Palma izquierda (PI), y Blanco (B).
- c. Un par de guantes desechables.

3.5.4ANALISIS CUALITATIVO

3.5.4.1. DERMOTEST PARA EL PLOMO (Pb).

Se pasó un aplicador embebido de solución de ácido clorhídrico 0.001N por las manos del sospechoso de haber realizado el disparo, se colocó una gota de la solución tamponada de rodizonato de sodio (en el aplicador), la aparición de un color rojo escarlata indicó la presencia de plomo.

PREPARACION DE LA SOLUCION BUFFER DE RODIZONATO DE SODIO.

- a. Pesar 1,5g de ácido tartárico.
- b. Pesar 1,9g de bitartrato de potasio.
- c. Agregar a un vaso de precipitación de vidrio de capacidad de 250ml y añadir 100ml de Agua destilada.
- d. Mezclar con el agitador de vidrio.
- e. Medir el pH de la solución.

- f. Guardar la solución amortiguadora en un recipiente de 100ml de capacidad con gotero.
- g. En un tubo de ensayo de vidrio, agregar 5ml de solución amortiguadora.
- h. Tomar una pequeña cantidad de rodizonato de sodio.
- i. Agregarla en el tubo de ensayo con la solución amortiguadora y agitar.
- j. Indicador rodizonato de sodio (Color amarillo).

3.5.4.2 DERMO TEST PARA EL ANTIMONIO (Sb).

De la muestra acidulada con HCl, se tomó una disolución de ella, y se añadió una solución de ácido oxálico (Para que no influya el remanente de Estaño) y luego se añadió H₂S. La formación de un precipitado naranja intenso indicó la presencia de antimonio.

3.5.5 ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORCIÓN ATÓMICA.

3.5.5.1 PREPARACIÓN DE LA MUESTRA.

Una vez tomada la muestra, se la introdujo a un baño de arena por 15 minutos. Se realizó esto para mejorar la disolución de la misma. Se la dejó reposar por 5 minutos y se leyó. Si Durante el baño de arena se ha evaporado la muestra, se le añade a esta HCl concentrado.

3.5.5.2 CALIBRACION DEL EQUIPO

Consiste en establecer experimentalmente una curva (o función matemática) que relacione la señal analítica obtenida con la concentración del elemento analito en las soluciones a analizar y como resulta difícil de conseguir. En estos casos se utiliza ampliamente el método de adición estándar.

MÉTODO DE ADICIÓN DE ESTÁNDAR: consiste en la adición de diferentes volúmenes de una disolución patrón a varias alícuotas de la muestra todas ellas del mismo volumen. Después cada disolución se diluye a un volumen fijo antes de efectuar la medida. La matriz de la muestra es casi idéntica después de cada adición y la única diferencia es la concentración de analito.

3.5.5.3 RELACIÓN DE FLUJOS DE COMBUSTIBLE Y OXIDANTE.

El ajuste de la relación de flujos de combustible y oxidante suele hacerse de manera empírica. Para ello, se regula el flujo de oxidante para conseguir una nebulización óptima, y, a continuación, se varía el flujo de combustible hasta obtener una señal óptima. Al hacer esto, se modifica la atomización y, consecuentemente, la absorción. Hay que considerar que, en ocasiones, el incremento en la sensibilidad que se obtiene al proceder de esta manera, es ficticio, pues suele aumentar también el ruido de fondo y, por consiguiente el límite de detección. En nuestro caso utilizamos la relación de gases que recomendaba el fabricante en cada caso.

3.5.5.4 TECNICA PARA LA DETERMINACION DE PLOMO (Pb) MEDIANTE ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORCIONATOMICA.

a. TECNICA A LA FLAMA.

La técnica de absorción atómica en flama en una forma concisa consta de lo siguiente: la muestra en forma líquida es aspirada a través de un tubo capilar y conducida a un nebulizador donde ésta se desintegra y forma un rocío o pequeñas gotas de líquido.

Las gotas formadas son conducidas a una flama, donde se produce una serie de eventos que originan la formación de átomos. Estos átomos absorben cualitativamente la radiación emitida por la lámpara y la cantidad de radiación absorbida está en función de su concentración.

La señal de la lámpara una vez que pasa por la flama llega a un monocromador, que tiene como finalidad el discriminar todas las señales que acompañan la línea de interés. Esta señal de radiación electromagnética llega a un detector o transductor y pasa a un amplificador y por último a un sistema de lectura. La longitud de onda que se utilizo para medir el Plomo (Pb) es: 283.3 nm

3.5.5.5 TECNICA PARA LA DETERMINACION DE ANTIMONIO (Sb) MEDIANTE ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORCIONATOMICA.

a. GENERACIÓN DE HIDRUROS.

Hay algunos elementos que son difíciles de volatilizar con una llama o un horno. Para estos elementos se utiliza la técnica de generación de vapor, ya sea formando el hidruro

metálico del elemento (As, Bi, Sb, Sn, Se y Te) o directamente vapores como en el caso del Hg la generación de vapor aumenta la sensibilidad de la técnica de absorción atómica, especialmente en estos elementos que tienen importancia como contaminantes ambientales o en toxicología.

Hay dos métodos a través de los cuales se puede formar un hidruro:

1.- El método del borohidruro de sodio, NaBH_4 , que implica la reacción del elemento analito, en una solución ácida, con el NaBH_4 para formar hidruros gaseosos del elemento en estudio.

2.- El método del cloruro estaño II, SnCl_2 , en el cual se agrega $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ a la muestra. La solución obtenida reacciona con el SnCl_2 que está en medio ácido para formar el hidruro gaseoso del elemento de interés.

Una vez formado el hidruro gaseoso, éste es separado de la solución y transportado por un gas portador hasta una celda de cuarzo, donde es calentado produciéndose la descomposición térmica (atomización). Como la celda está en el paso óptico de la radiación emitida por la lámpara de cátodo hueco, se produce una absorción de la luz por parte de los átomos del analito que será proporcional a su concentración.

El éxito de la técnica se basa en dos características:

1.- Separa efectivamente el elemento analito de su matriz química, eliminando así el efecto de interferencias de matriz en el proceso de atomización y disminuyendo la absorción de fondo.

2.- Proporciona un medio más eficiente de atomización para estos elementos que la absorción atómica convencional.

El KI que se usa en la determinación de As y Sb acelera la de-vitrificación de la celda de cuarzo.

Cuando se analizan muestras que contienen especies fuertemente interferentes debe lavarse el sistema haciendo bombear HCl 50 % por 20 segundos entre muestras. La longitud de onda que se utilizó para medir el Antimonio (Sb) es: 217.6 nm.

PREPARACIÓN DE REACTIVOS.

Todos los reactivos usados deben ser de alta pureza, lo mismo que el agua destilada, para minimizar la absorción del blanco (dan absorbancias altas y por lo tanto la señal de ruido es alta).

Debido a la naturaleza química del proceso de generación de hidruros, la exactitud y precisión del análisis son críticamente dependientes de la pureza de los reactivos, de la preparación de la muestra, del proceso de digestión y de los procedimientos analíticos en general. Los límites de detección que se logren estarán determinados por estas variables.

.- Solución de borohidruro de sodio al 0,6 % p/v. Disolver en agua destilada 3 g de NaBH_4 junto con 3 g de NaOH . Aforar a 500 ml y filtrar a través de papel filtro Watman N° 2, directamente a la botella correspondiente. Esta solución es inestable y se descompone lentamente durante su almacenaje, por lo que se recomienda que no tenga más de 3 – 4 días desde su preparación.

.- Acido clorhídrico concentrado, aproximadamente 36 %. Existen algunas calidades de HCl que contiene As como impurezas. El HCl que se use debe tener un contenido de As cercano al límite de detección, es decir menor que 1 ppb.

3.5.5.6 ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS.

Una vez disuelta la muestra, se introduce en un nebulizador (Transforma el líquido en una fina niebla o aerosol), absorbe radiación monocromática procedente de la fuente (lámpara de cátodo hueco), esta señal analítica es detectada y pasa al amplificador luego su absorbancia se refleja en la lectura del computador y mediante la aplicación de la ley de Beer Lambert se podrá cuantificar de cada elemento residual (Pb, Sb) provenientes de un disparo.

CAPITULO IV.

RESULTADOS.

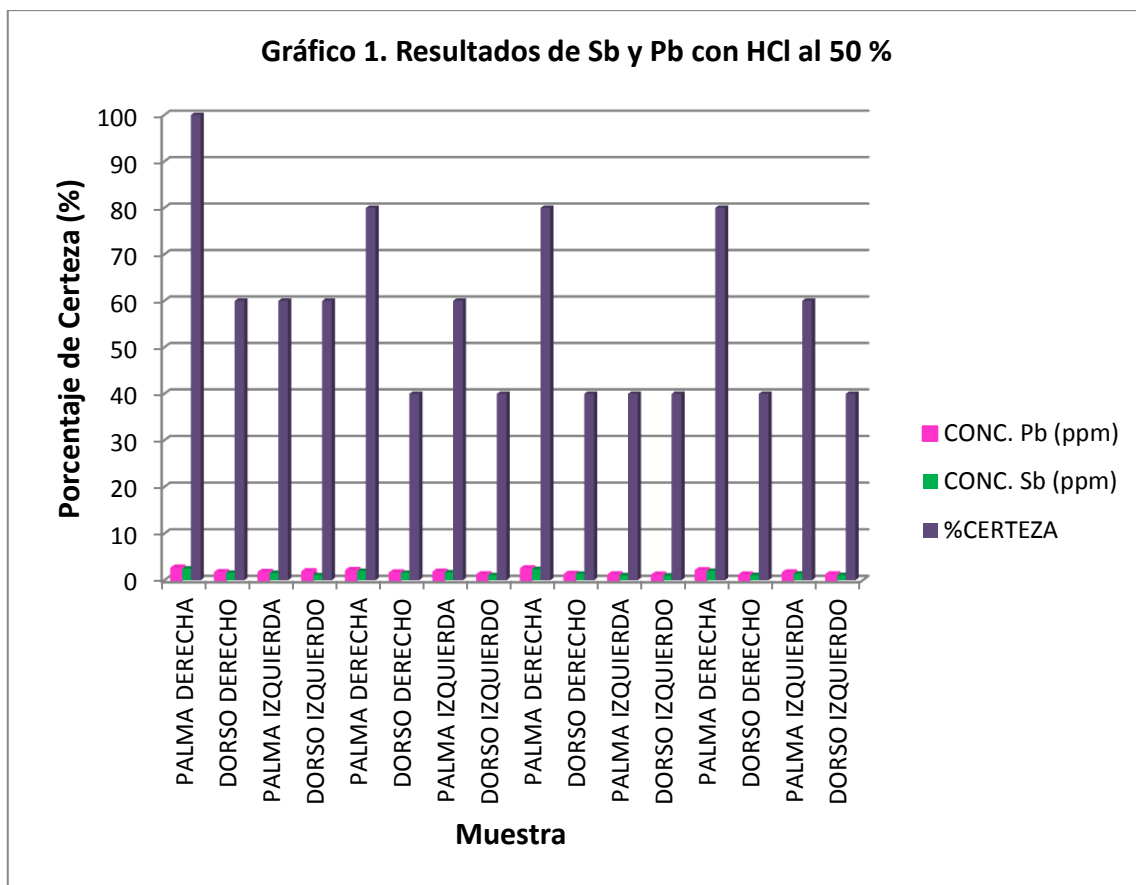
4.1 ANÁLISIS DE MUESTRAS DE DISPARO.

Cuadro 1. Resultados obtenidos con la utilización del ácido clorhídrico a la dilución de 50%.

MUESTRA	CONCENTRACIÓN DEL Pb (ppm).	CONCENTRACIÓN DEL Sb (ppm).	PORCENTAJE DE CERTEZA (%)
Palma Derecha	2.5853	2.5060	100
Dorso Derecho	1.6363	1.5980	60
Palma Izquierda	1.6893	1.5598	60
Dorso Izquierdo	1.8387	1.8097	60
Palma Derecha	2.0813	2.0089	80
Dorso Derecho	1.5587	1.6089	40
Palma Izquierda	1.7453	1.7069	60
Dorso Izquierdo	1.1760	1.0789	40
Palma Derecha	2.4560	2.4070	80
Dorso Derecho	1.2600	1.3890	40
Palma Izquierda	1.1480	1.0489	40
Dorso Izquierdo	1.0920	0.9980	40
Palma Derecha	2.0467	2.0089	80
Dorso Derecho	1.1200	1.0998	40
Palma Izquierda	1.5680	1.4089	60
Dorso Izquierdo	1.1640	1.0980	40

FUENTE: Resultados de los análisis realizados a las personas que han disparado un arma de Fuego.

ELABORACIÓN: Robertha T. Reina Alminate.



FUENTE: Resultados de los análisis realizados a las personas que han disparado un arma de Fuego.
 ELABORACIÓN: Robertha T. Reina Alminate.

Gráfico 1. Resultados obtenidos con la utilización del ácido clorhídrico a la dilución del 50%.

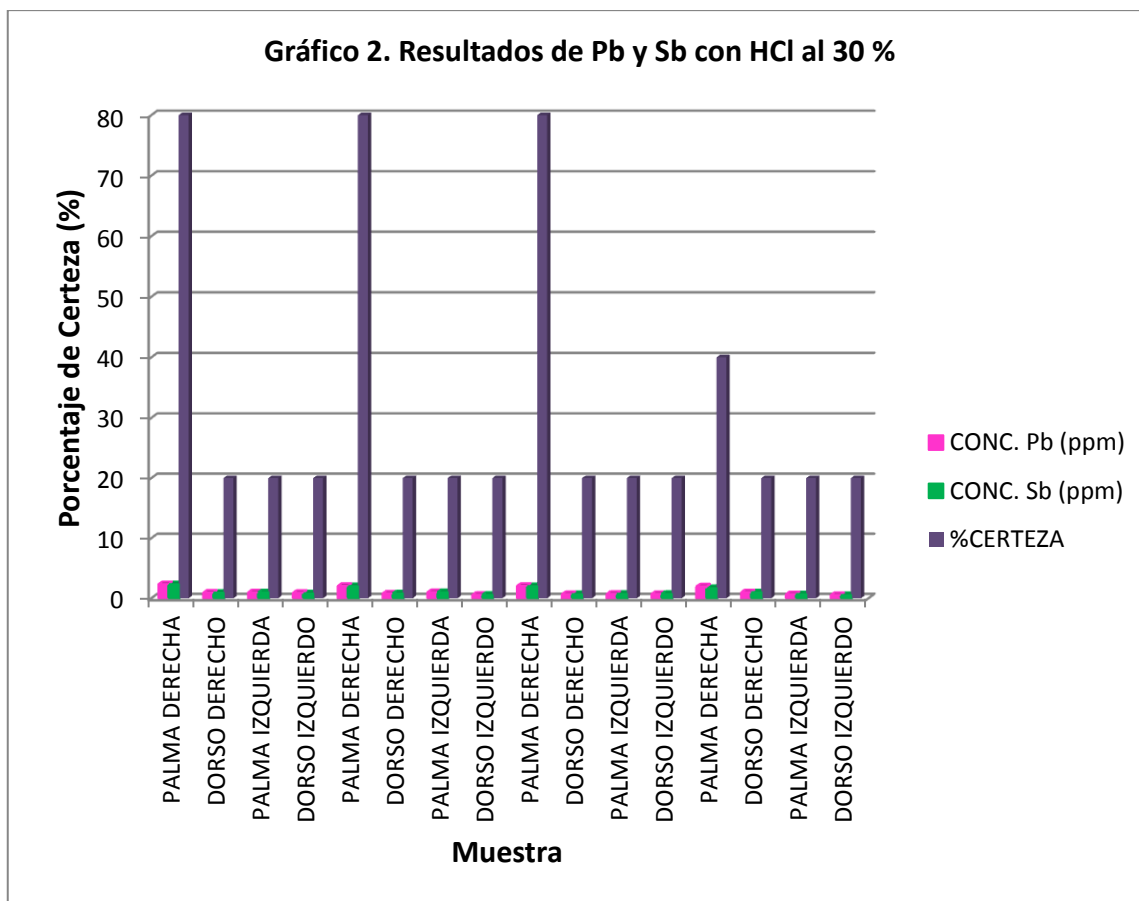
INTERPRETACION: Como se observa el Gráfico 1, se confirma la presencia del Plomo (Pb) y Antimonio (Sb) en un porcentaje de certeza del 80 al 100%, en la zona palmar derecha y en un porcentaje de certeza del 40 al 60% en el dorso de la misma mano, recalando que el arma utilizada fue Pistola Semiautomática 9mm, este tipo de arma no expulsa gran cantidad de residuos, ya que la mayor parte de residuos quedan dentro del arma y una mínima cantidad se deflagra hacia el exterior.

Cuadro 2. Resultados obtenidos con la utilización del HCl a la disolución del 30%.

MUESTRA	CONCENTRACIÓN DEL Pb (ppm).	CONCENTRACIÓN DEL Sb (ppm).	PORCENTAJE DE CERTEZA (%)
Palma Derecha	2.3333	2.3080	80
Dorso Derecho	0.9240	0.9030	20
Palma Izquierda	0.9707	0.9789	20
Dorso Izquierdo	0.8867	0.8098	20
Palma Derecha	2.0347	2.0017	80
Dorso Derecho	0.7840	0.7980	20
Palma Izquierda	0.9893	0.9980	20
Dorso Izquierdo	0.5473	0.5589	20
Palma Derecha	2.0497	2.0098	80
Dorso Derecho	0.6720	0.6690	20
Palma Izquierda	0.7187	0.7160	20
Dorso Izquierdo	0.7000	0.7198	20
Palma Derecha	1.9520	1.6700	40
Dorso Derecho	0.9800	0.9780	20
Palma Izquierda	0.6627	0.6600	20
Dorso Izquierdo	0.5320	0.5298	20

FUENTE: Resultados de los análisis realizados a las personas que han disparado un arma de Fuego.

ELABORACIÓN: Robertha T. Reina Alminate.



FUENTE: Resultados de los análisis realizados a las personas que han disparado un arma de Fuego.
 ELABORACIÓN: Robertha T. Reina Alminate.

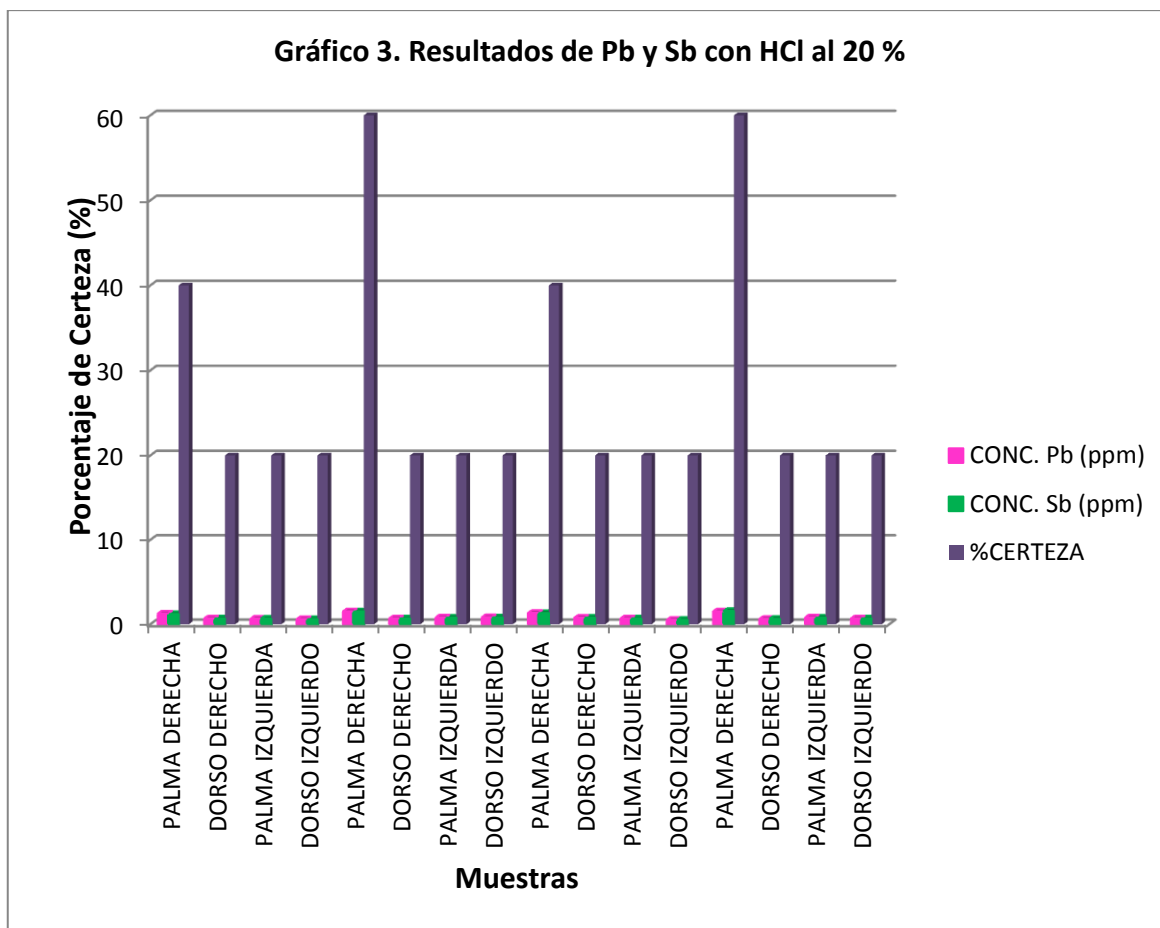
Gráfico 2. Resultados obtenidos con la utilización del HCl a la disolución del 30%.

INTERPRETACIÓN: Observando el gráfico 2, se confirma la presencia de Plomo (Pb) y Antimonio (Sb), en un porcentaje de certeza del 40 al 80%, en la palma derecha, y en el dorso de la misma en un porcentaje de certeza del 20%. Cabe recalcar que el arma utilizada fue una pistola semiautomática 9mm. Este tipo de arma no expulsa gran cantidad de residuos, dado que la mayor parte de ellos quedan dentro del arma y una mínima cantidad se deflagra hacia el exterior.

Cuadro 3. Resultados obtenidos con la utilización del ácido clorhídrico a la dilución de 20%.

MUESTRA	CONCENTRACIÓN DEL Pb (ppm).	CONCENTRACIÓN DEL Sb (ppm).	PORCENTAJE DE CERTEZA (%)
Palma Derecha	1.2480	1.1890	40
Dorso Derecho	0.6720	0.6679	20
Palma Izquierda	0.6290	0.6387	20
Dorso Izquierdo	0.5920	0.5790	20
Palma Derecha	1.5094	1.5080	60
Dorso Derecho	0.6770	0.6680	20
Palma Izquierda	0.7760	0.7680	20
Dorso Izquierdo	0.8074	0.7989	20
Palma Derecha	1.3250	1.3080	40
Dorso Derecho	0.7590	0.7489	20
Palma Izquierda	0.6780	0.6609	20
Dorso Izquierdo	0.5074	0.5090	20
Palma Derecha	1.5040	1.5420	60
Dorso Derecho	0.6078	0.6278	20
Palma Izquierda	0.7890	0.7689	20
Dorso Izquierdo	0.6710	0.6690	20

FUENTE: Resultados de los análisis realizados a las personas que han disparado un arma de Fuego.
ELABORACIÓN: Robertha T. Reina Alminate.



FUENTE: Resultados de los análisis realizados a las personas que han disparado un arma de Fuego.
 ELABORACIÓN: Robertha T. Reina Alminate.

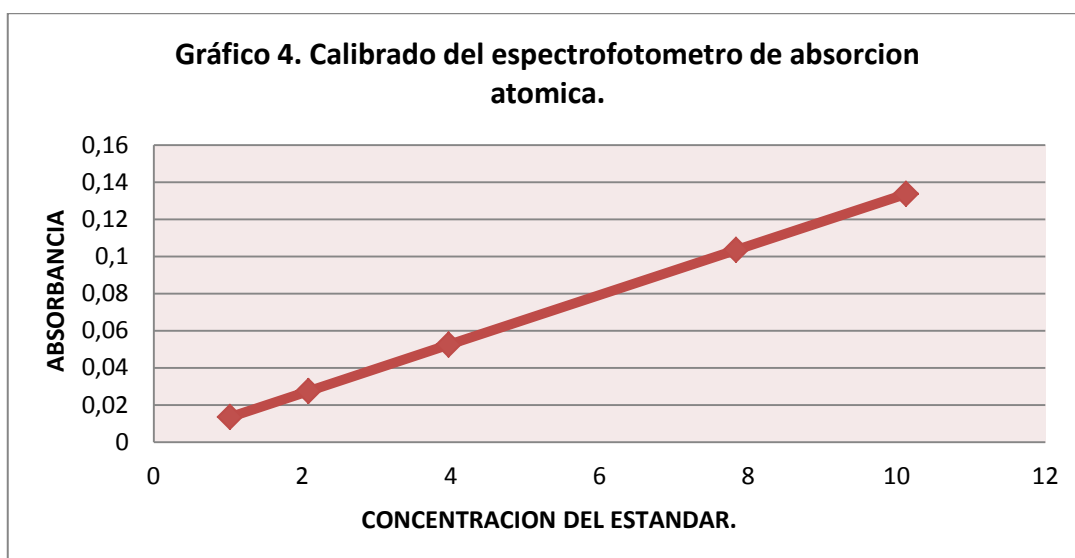
Grafico 3. Resultados obtenidos con la disolución de ácido clorhídrico al 20%.

INTERPRETACIÓN: Como se observa en el gráfico 3, se confirma la presencia de Plomo (Pb) y Antimonio (Sb), en un porcentaje de certeza del 40 al 60% en la palma derecha, y en un porcentaje de certeza del 20% en el dorso de la misma mano, cabe indicar que el arma utilizada fue una pistola semiautomática 9mm, este tipo de arma no expulsa gran cantidad de residuos, dado que la mayor parte de ellos quedan dentro del arma y una mínima parte son deflagrados hacia el exterior.

Cuadro 4. Curva del calibrado del Espectrofotómetro de Absorción Atómica. Método de adición de estándar.

CONCENTRACIÓN DE ESTÁNDAR (ppm).	ABSORVANCIA
1,0277	0,0135
2,0832	0,0275
3,9695	0,0524
7,8406	0,1035
10,128	0,1336

FUENTE: Resultados obtenidos con la utilización del Método de adición de estándar. Calibrado del equipo.
ELABORACIÓN: Robertha T. Reina Alminate.



FUENTE: Resultados obtenidos con la utilización del Método de adición de estándar. Calibrado del equipo.
ELABORACIÓN: Robertha T. Reina Alminate.

Gráfica 4. Curva del calibrado del espectrofotómetro de absorción atómica. Método de adición de estándar.

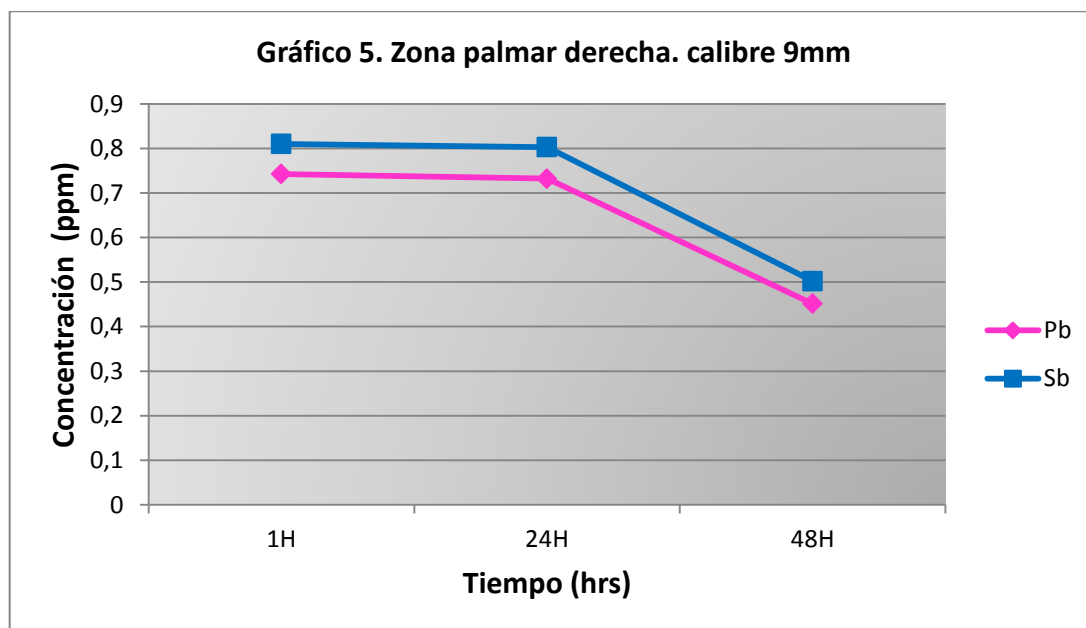
INTERPRETACIÓN: como se observa en el gráfico 4, El equipo cumple con los parámetros de linealidad, reproducida exactitud; por lo tanto garantiza la calidad de los resultados obtenidos y posee una mínima sensibilidad por lo tanto esta apto para medir Plomo y Antimonio en pequeñas cantidades (ppm).

Cuadro 5. Análisis de residuos de disparo. Zona palmar derecha. Calibre 9mm.

MUESTRA HORAS	PALMA DERECHA CONC. ppm DE PLOMO (Pb)		PALMA DERECHA CONC. ppm DE ANTIMONIO (Sb).	
1h	0,7494	100%	0,8100	100%
24h	0,7320	-98%	0,8030	-99%
48h	0,4515	-60%	0,5020	-62%

FUENTE: Resultados de los análisis realizados a las personas que han disparado un arma de Fuego.

ELABORACIÓN: Robertha T. Reina Alminate.



FUENTE: Resultados de los análisis realizados a las personas que han disparado un arma de Fuego.

ELABORACIÓN: Robertha T. Reina Alminate.

Gráfico 5. Análisis de residuo de disparo. Zona palmar derecha. Calibre 9mm.

INTERPRETACIÓN: Como se observa el gráfico 5, en las muestras analizadas al instante en que fueron tomadas se obtuvo el 100% de concentración de Plomo (Pb) y Antimonio (Sb), disminuyendo su concentración a las 24horas el 98% y al 60% a las 48horas. (Para el Plomo), al igual que disminuyó su concentración el 99% a las 24horas y el 62% a las 48horas (Para el antimonio).

Nota: Los resultados están clasificados de acuerdo al calibre del arma:

- a. Arma Calibre 9mm.
- b. Arma Calibre 32mm.
- c. Arma Calibre 2.23mm.

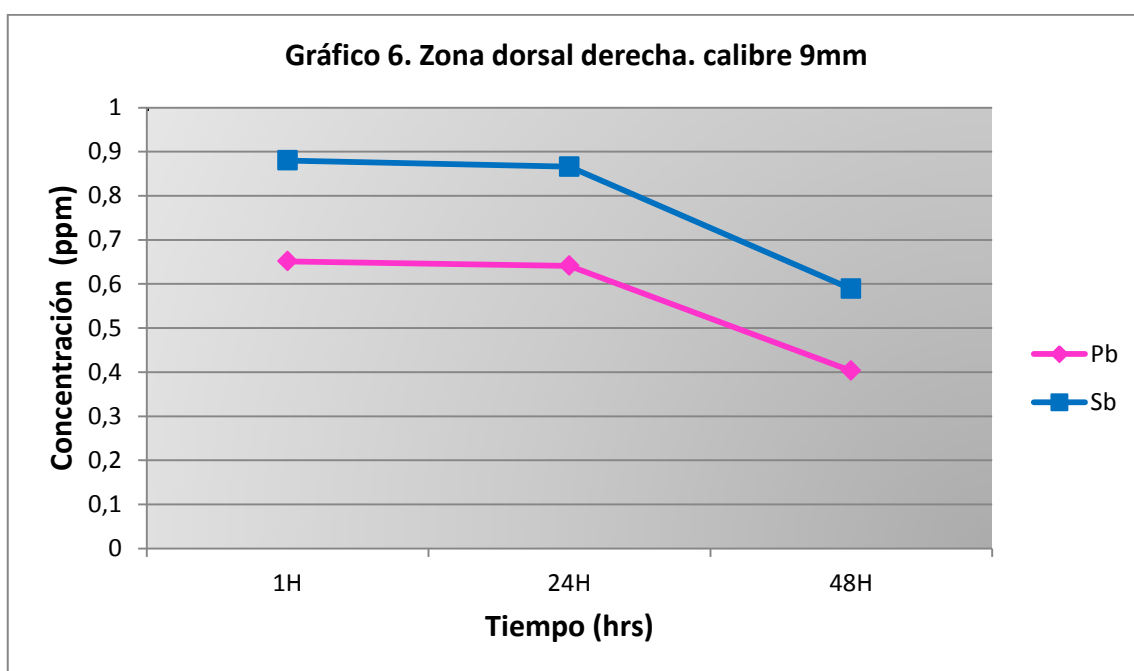
Como también de acuerdo a la mano y a la región (Zona Palmar Derecha, Zona Dorsal Derecha, Zona Palmar Izquierda, Zona Dorsal Izquierda) en que fueron levantados, al igual que en todos los casos.

Cuadro 6. Análisis de Residuo de Disparo. Zona dorsal derecha. Calibre 9mm.

MUESTRA HORAS	DORSO DERECHA CONC. ppm DE PLOMO (Pb)		DORSO DERECHA CONC. ppm DE ANTIMONIO (Sb).	
	1h	0,6515	100%	0,8800
24h	0,6410	-98%	0,8660	-98%
48h	0,4030	-62%	0,5890	-67%

FUENTE: Resultados de los análisis realizados a las personas que han disparado un arma de Fuego.

ELABORACIÓN: Robertha T. Reina Alminate.



FUENTE: Resultados de los análisis realizados a las personas que han disparado un arma de Fuego.

ELABORACIÓN: Robertha T. Reina Alminate.

Gráfico 6. Análisis de residuo de disparo. Zona dorsal derecha. Calibre 9mm.

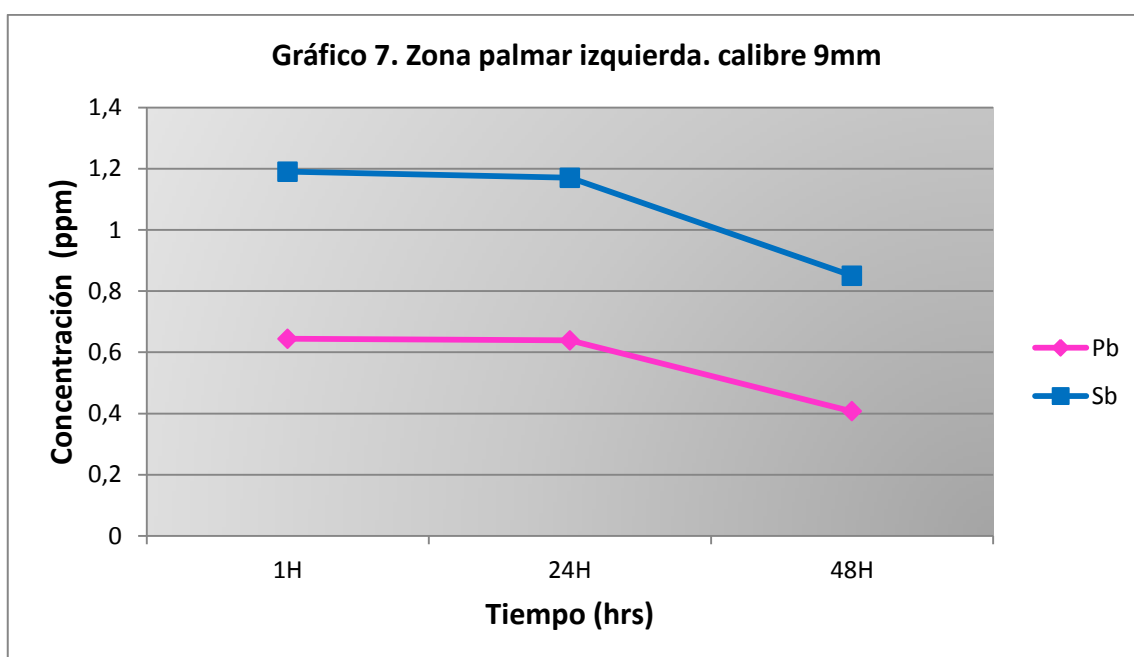
INTERPRETACIÓN: Como se observa en el gráfico 6, las muestras analizadas al instante de haberlas tomado se obtuvo el 100% de concentración de Plomo (Pb) y Antimonio (Sb), disminuyendo su concentración al 98% a las 24horas (Para el Plomo), al igual que disminuyó su concentración el 98% a las 24horas y al 67% a las 48horas. (Para el Antimonio).

Cuadro 7. Residuo de disparo. Zona palmar izquierda. Calibre 9mm

MUESTRA HORAS	PALMA IZQUIERDA CONC. ppm DE PLOMO (Pb)		PALMA IZQUIERDA CONC. ppm DE ANTIMONIO (Sb).	
1h	0,6439	100%	1,1900	100%
24h	0,6390	-99%	1,1700	-98%
48h	0,4070	-63%	0,8500	-70%

FUENTE: Resultados de los análisis realizados a las personas que han disparado un arma de Fuego.

ELABORACIÓN: Robertha T. Reina Alminate.



FUENTE: Resultados de los análisis realizados a las personas que han disparado un arma de Fuego.

ELABORACIÓN: Robertha T. Reina Alminate.

Gráfico 7. Análisis de residuo de disparo. Zona dorsal derecha. Calibre 9mm.

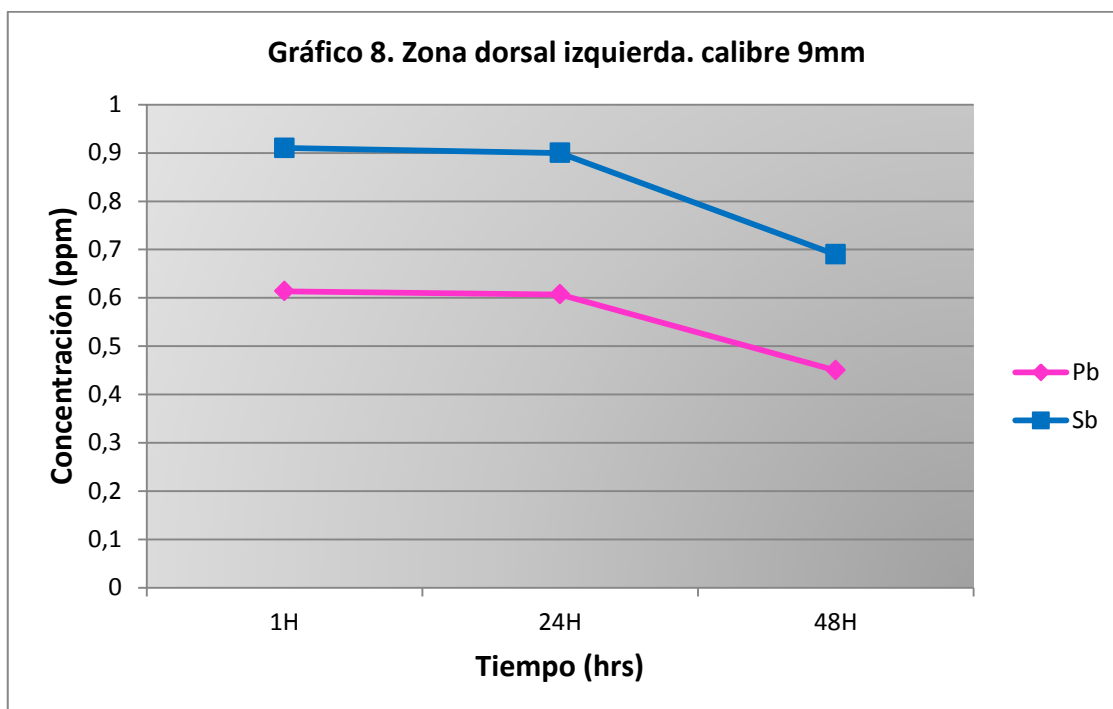
INTERPRETACIÓN: Como se observa en el gráfico7, las muestras analizadas al instante de haberlas tomado se obtuvo el 100% de concentración de Plomo (Pb) y Antimonio (Sb), disminuyendo su concentración al 99% a las 24horas y al 63% a las 48horas (Para el Plomo), al igual que disminuyo su concentración al 98% a las 24horas y al 70% a las 48horas. (Para el Antimonio).

Cuadro 8. Análisis de residuo de disparo. Zona dorsal Izquierda. Calibre 9mm.

MUESTRA	HORAS	DORSO IZQUIERDO		DORSO IZQUIERDO	
		CONC. ppm DE PLOMO (Pb)		CONC. ppm DE ANTIMONIO (Sb).	
1h		0,6136	100%	0,9100	100%
24h		0,6070	-99%	0,9000	-99%
48h		0,4500	-73%	0,6900	-76%

FUENTE: Resultados de los análisis realizados a las personas que han disparado un arma de Fuego.

ELABORACIÓN: Robertha T. Reina Alminate.



FUENTE: Resultados de los análisis realizados a las personas que han disparado un arma de Fuego.

ELABORACIÓN: Robertha T. Reina Alminate.

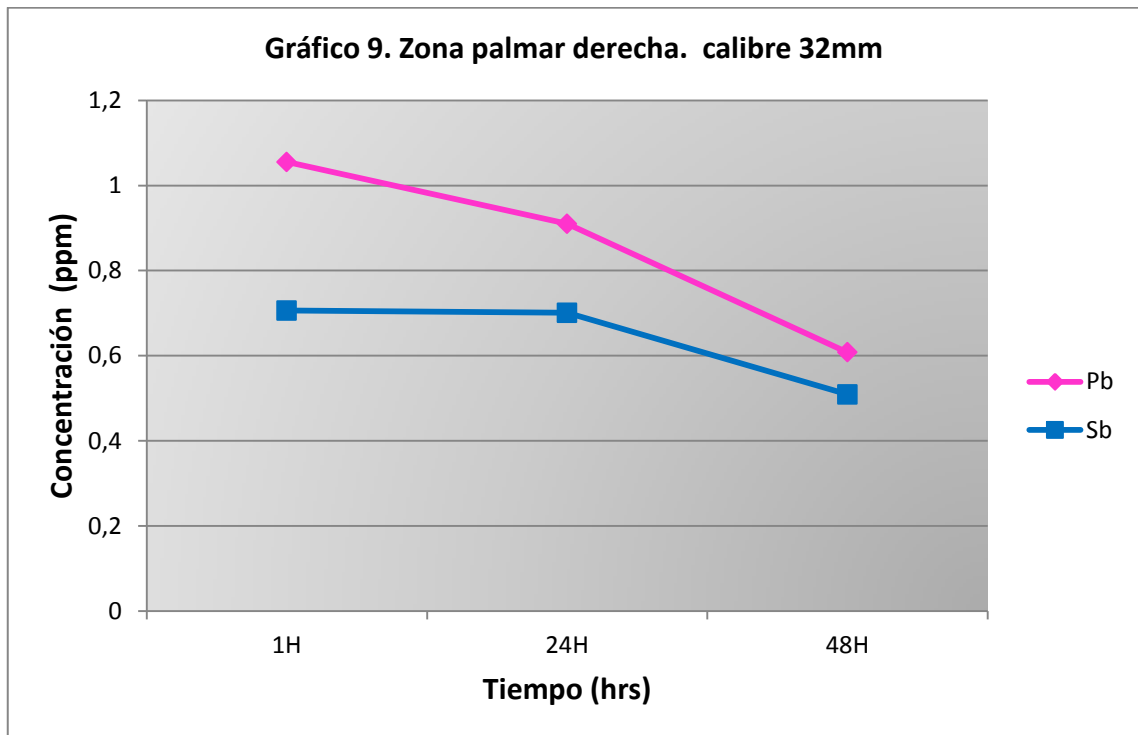
Gráfico 8. Análisis de residuo de disparo. Zona dorsal derecha. Calibre 9mm.

INTERPRETACIÓN: Como se muestra en la gráfica 8, las muestras que fueron analizadas al instante de haberlas tomado se obtuvo el 100% de concentración de Plomo (Pb) y Antimonio (Sb), disminuyendo su concentración al 99% a las 24horas y al 73% a las 48horas (Para el Plomo), al igual que disminuyó su concentración el 99% a las 24horas y el 76% a las 48horas (Para el Antimonio).

Cuadro 9. Análisis de residuos de disparo. Zona palmar derecha. Calibre 32mm.

MUESTRA HORAS	PALMA DERECHA CONC. ppm DE PLOMO (Pb)		PALMA DERECHA CONC. ppm DE ANTIMONIO (Sb).	
1h	1,0550	100%	0,7060	100%
24h	0,9098	-86%	0,7010	-99%
48h	0,6080	-58%	0,5090	-70%

FUENTE: Resultados de los análisis realizados a las personas que han disparado un arma de Fuego.
ELABORACIÓN: Robertha T. Reina Alminate.



FUENTE: Resultados de los análisis realizados a las personas que han disparado un arma de Fuego.
ELABORACIÓN: Robertha T. Reina Alminate.

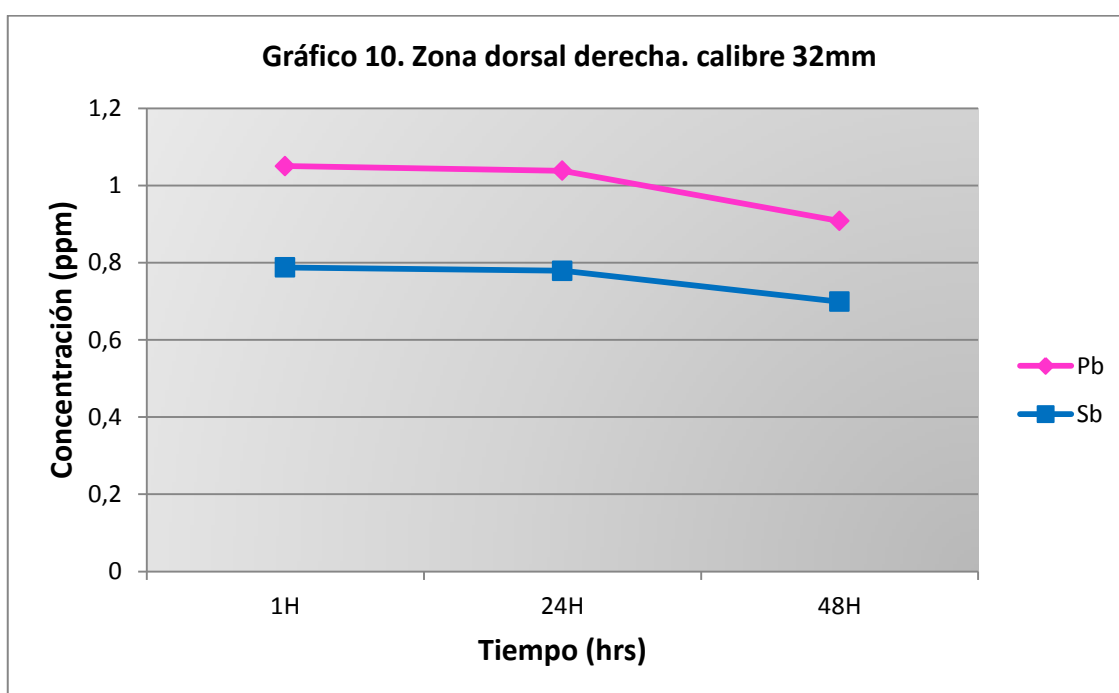
Gráfico 9. Análisis de residuo de disparo. Zona dorsal derecha. Calibre 32mm.

INTERPRETACIÓN: Como se puede observar en el gráfico 9, las muestras analizadas al instante de haberlas tomado se obtuvo el 100% de concentración de Plomo (Pb) y Antimonio (Sb), disminuyendo su concentración al 99% a las 24 horas y el 86% a las 48 horas (Para el Plomo), al igual que disminuyó su concentración al 99% a las 24 horas y al 70% a las 48 horas (Para el Antimonio).

Cuadro 10. Análisis de residuo de disparo. Zona dorsal derecha. Calibre 32mm.

MUESTRA HORAS	DORSO DERECHA CONC. ppm DE PLOMO (Pb)		DORSO DERECHA CONC. ppm DE ANTIMONIO (Sb).	
	1h	1,0500	100%	0,7879
24h	1,0380	-99%	0,7790	-99%
48h	0,9080	-86%	0,6990	-89%

FUENTE: Resultados de los análisis realizados a las personas que han disparado un arma de Fuego.
ELABORACIÓN: Robertha T. Reina Alminate.



FUENTE: Resultados de los análisis realizados a las personas que han disparado un arma de Fuego.
ELABORACIÓN: Robertha T. Reina Alminate.

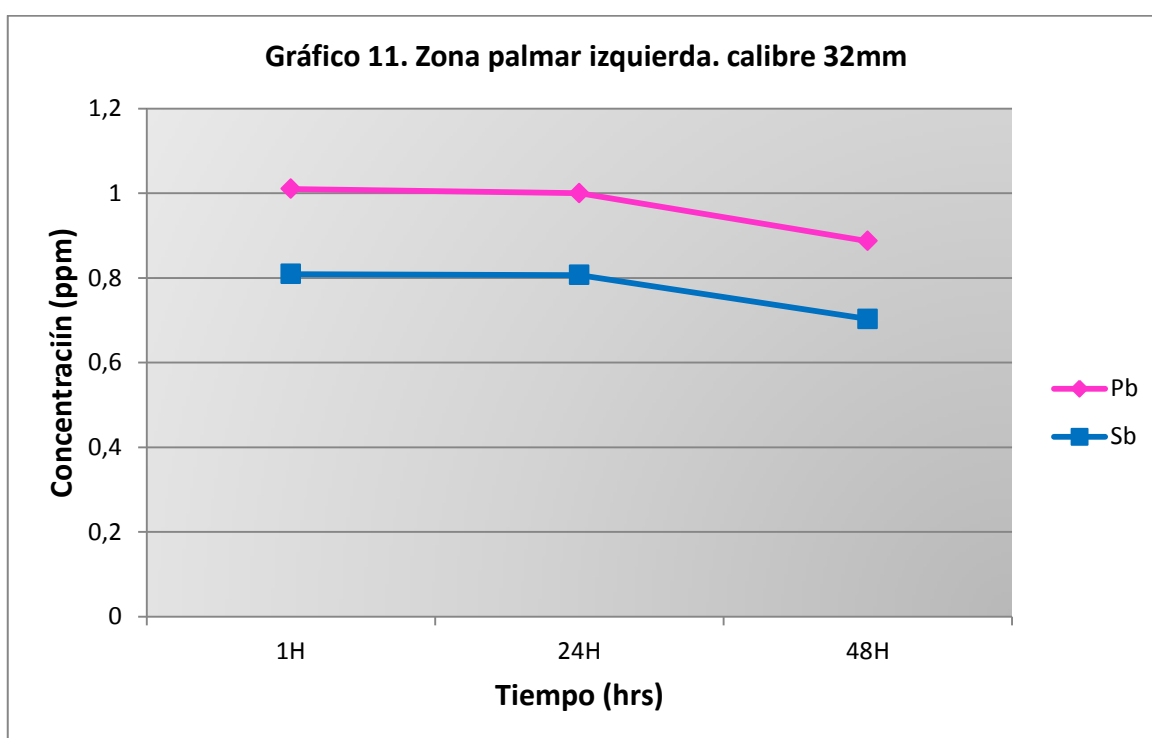
Gráfico 10. Análisis de Residuo de Disparo. Zona dorsal derecha. Calibre 32mm.

INTERPRETACIÓN: Como se observa en la gráfica 10, las muestras analizadas al instante de haberlas tomado se obtuvo el 100% de concentración de Plomo (Pb) y Antimonio (Sb), disminuyendo su concentración al 99% a las 24horas y al 86% a las 48horas. (Para el Plomo), al igual que disminuyó su concentración el 99% a las 24horas y al 89% a las 48horas (Para el Antimonio).

Cuadro 11. Análisis de residuo de disparo. Zona palmar izquierda. Calibre 32mm.

MUESTRA HORAS	PALMA IZQUIERDA CONC. ppm DE PLOMO (Pb)		PALMA IZQUIERDA CONC. ppm DE ANTIMONIO (Sb).	
1h	1,0100	100%	0,8090	100%
24h	1,0000	-99%	0,7969	-99%
48h	0,8870	-88%	0,7030	-87%

FUENTE: Resultados de los análisis realizados a las personas que han disparado un arma de Fuego.
ELABORACIÓN: Robertha T. Reina Alminate.



FUENTE: Resultados de los análisis realizados a las personas que han disparado un arma de Fuego.
ELABORACIÓN: Robertha T. Reina Alminate.

Gráfico 11. Análisis de residuo de disparo. Zona dorsal derecha. Calibre 32mm.

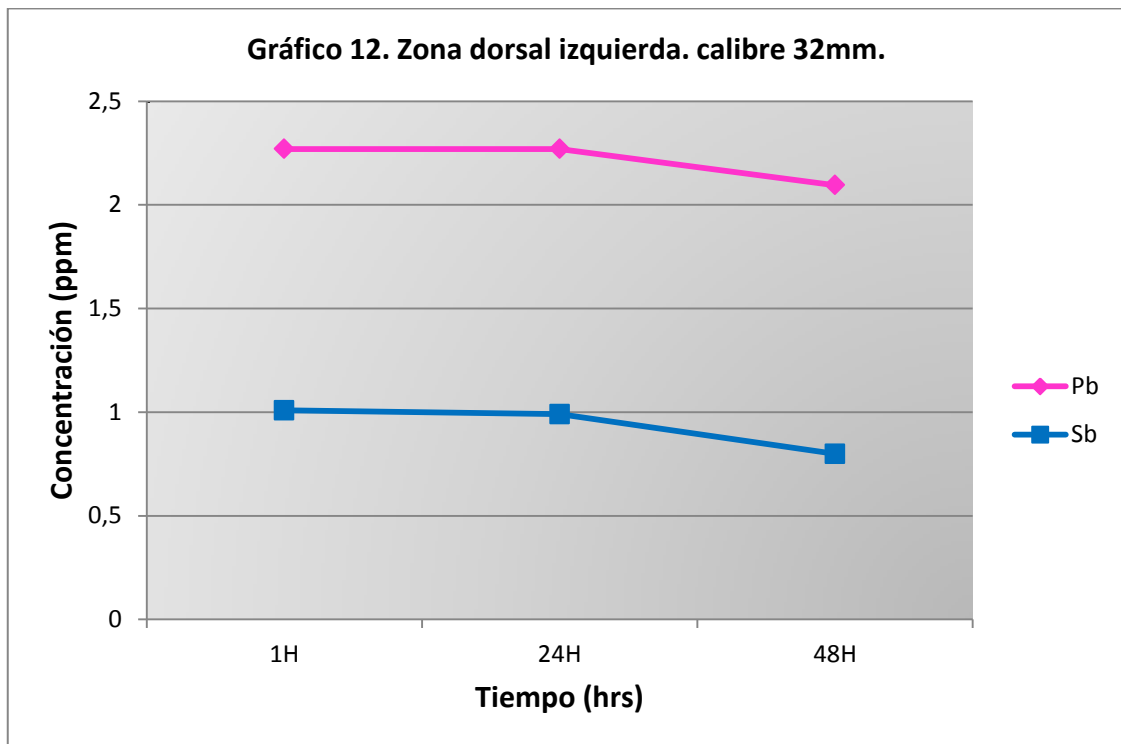
INTERPRETACIÓN: Como se observa en el gráfico 11, las muestras analizadas al instante de haberlas tomado, se obtuvo el 100% de concentración de Plomo (Pb) y Antimonio (Sb), disminuyendo su concentración al 99% a las 24horas y al 88% a las 48horas. (Para el Plomo, disminuyó su concentración al 99% a las 24horas y al 87% a las 48horas (Para el Antimonio).

Cuadro 12. Análisis de residuo de disparo. Zona dorsal izquierda. Calibre 32mm.

MUESTRA HORAS	DORSO IZQUIERDO CONC. ppm DE PLOMO (Pb)		DORSO IZQUIERDO CONC. ppm DE ANTIMONIO (Sb).	
1h	2,2700	100%	1,0089	100%
24h	2,2495	-99%	0,9898	-98%
48h	2,0050	-88%	0,7985	-80%

FUENTE: Resultados de los análisis realizados a las personas que han disparado un arma de Fuego.

ELABORACIÓN: Robertha T. Reina Alminate.



FUENTE: Resultados de los análisis realizados a las personas que han disparado un arma de Fuego.

ELABORACIÓN: Robertha T. Reina Alminate.

Gráfico 12. Análisis de Residuo de Disparo. Zona dorsal derecha. Calibre 32mm.

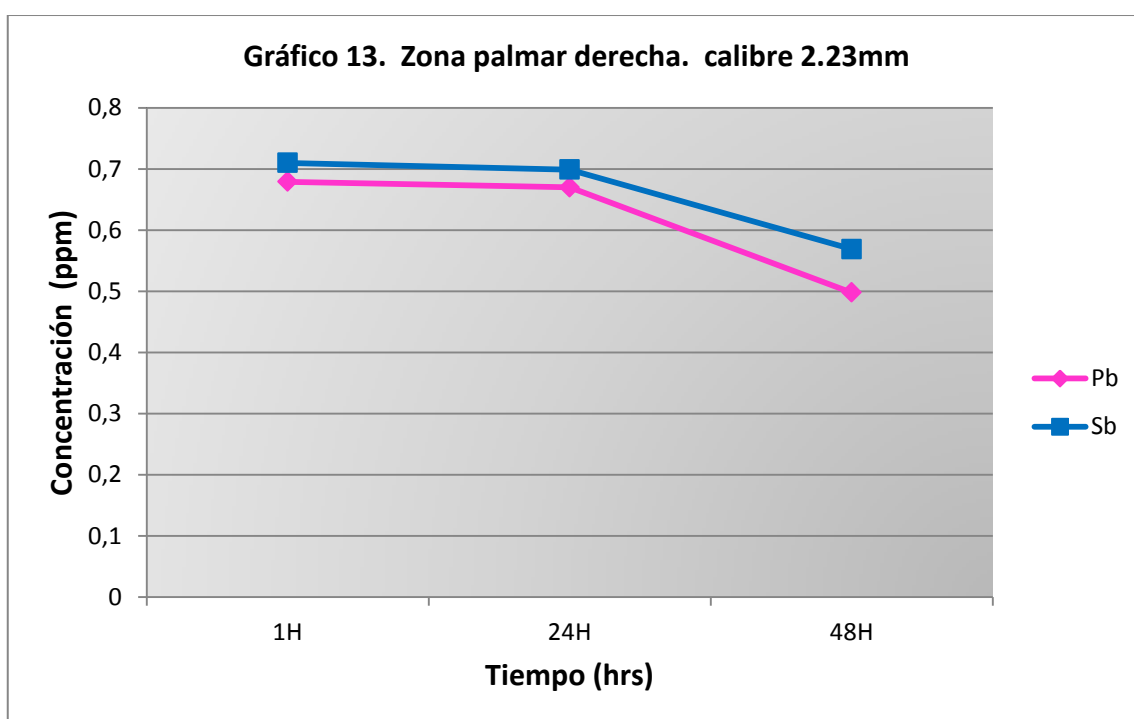
INTERPRETACIÓN: Como se observa en el gráfica 12, la muestra que fue analizada al instante de haberla levantado se obtuvo el 100% de concentración de Plomo (Pb) y Antimonio (Sb), disminuyendo su concentración al 99% a las 24horas y al 88% a las 48horas (Para el Plomo), al igual que disminuyó su concentración al 98% a las 24horas y al 80% a las 48horas (Para el Antimonio).

Cuadro 13. Análisis de residuo de disparo. Zona palmar derecha. Calibre 2.23mm.

MUESTRA HORAS	PALMA DERECHA CONC. ppm DE PLOMO (Pb)		PALMA DERECHA CONC. ppm DE ANTIMONIO (Sb).	
1h	0,6790	100%	0,7100	100%
24h	0,6698	-99%	0,6990	-98%
48h	0,4980	-88%	0,5689	-83%

FUENTE: Resultados de los análisis realizados a las personas que han disparado un arma de Fuego.

ELABORACIÓN: Robertha T. Reina Alminate.



FUENTE: Resultados de los análisis realizados a las personas que han disparado un arma de Fuego.

ELABORACIÓN: Robertha T. Reina Alminate.

Gráfico 13. Análisis de residuo de disparo. Zona palmar derecha. Calibre 2.23mm.

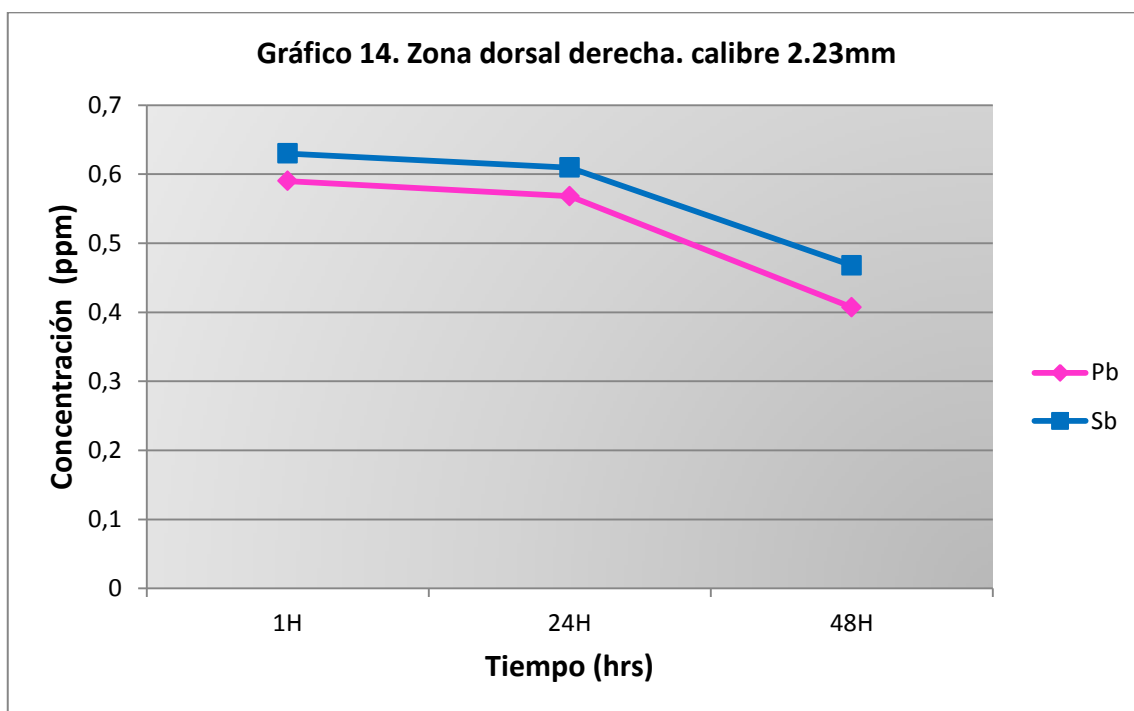
INTERPRETACIÓN: Como se observa en la gráfico 13, las muestras que fueron analizadas en el instante en que fueron tomadas se obtuvo el 100% de concentración de Plomo (Pb) y Antimonio (Sb), disminuyendo su concentración al 99% a las 24horas y al 88% a las 48 horas (Para el Plomo), al igual que disminuyó su concentración al 98% a las 24horas y al 83% a las 48horas (Para el Antimonio).

Cuadro 14. Análisis de residuo de disparo. Zona dorsal derecha. Calibre 2.23mm

MUESTRA HORAS	DORSO DERECHO CONC. ppm DE PLOMO (Pb).		DORSO DERECHO CONC. ppm DE ANTIMONIO (Sb).	
	1h	0,5990	100%	0,6300
24h	0,5680	-98%	0,6095	-97%
48h	0,4070	-68%	0,4678	-74%

FUENTE: Resultados de los análisis realizados a las personas que han disparado un arma de Fuego.

ELABORACIÓN: Robertha T. Reina Alminate.



FUENTE: Resultados de los análisis realizados a las personas que han disparado un arma de Fuego.

ELABORACIÓN: Robertha T. Reina Alminate.

Gráfico 14. Análisis de residuo de disparo. Zona dorsal derecha. Calibre 2.23mm.

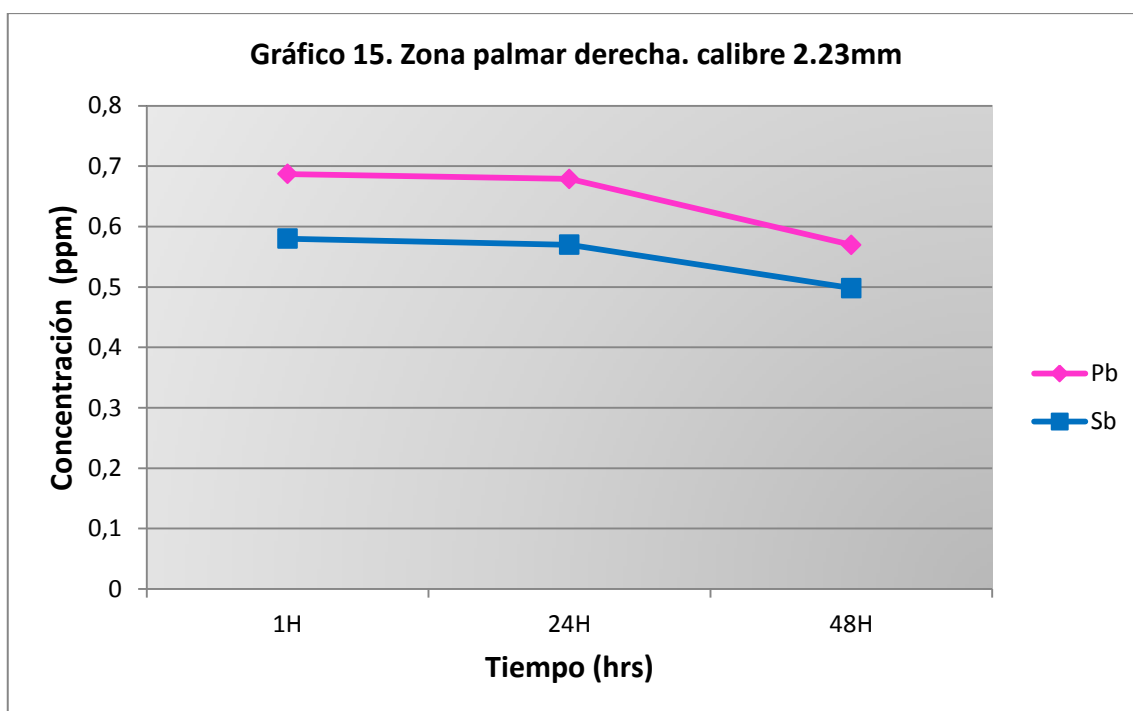
INTERPRETACIÓN: Como se observa en el gráfico 14, las muestras que fueron analizadas en el instante en que fueron tomadas se obtuvo el 100% de concentración de Plomo (Pb) y Antimonio (Sb), disminuyendo su concentración al 98% a las 24horas y al 68% a las 48horas (Para el Plomo), al igual que disminuyó su concentración al 97% a las 24horas y al 74% a las 48horas (Para el Antimonio).

Cuadro 15. Análisis de residuo de disparo. Zona palmar derecha. Calibre 2.23mm

MUESTRA HORAS	PALMA IZQUIERDA CONC. ppm DE PLOMO (Pb)		PALMA IZQUIERDA CONC. ppm DE ANTIMONIO (Sb).	
1h	0,6870	100%	0,5800	100%
24h	0,6789	-99%	0,5698	-98%
48h	0,5697	-83%	0,4980	-86%

FUENTE: Resultados de los análisis realizados a las personas que han disparado un arma de Fuego.

ELABORACIÓN: Robertha T. Reina Alminate.



FUENTE: Resultados de los análisis realizados a las personas que han disparado un arma de Fuego.

ELABORACIÓN: Robertha T. Reina Alminate.

Gráfico 15. Análisis de residuo de disparo. Zona dorsal derecha. Calibre 2.23mm.

INTERPRETACIÓN: Como se observa el gráfico 15, las muestras que fueron analizadas en el instante que fueron tomadas se obtuvo el 100% de concentración de Plomo (Pb) y Antimonio (Sb), disminuyendo su concentración al 99% a las 24 horas y al 83% a las 48 horas (Para el Plomo), al igual que disminuyó su concentración al 98% a las 24 horas y al 86% a las 48 horas (Para el Antimonio).

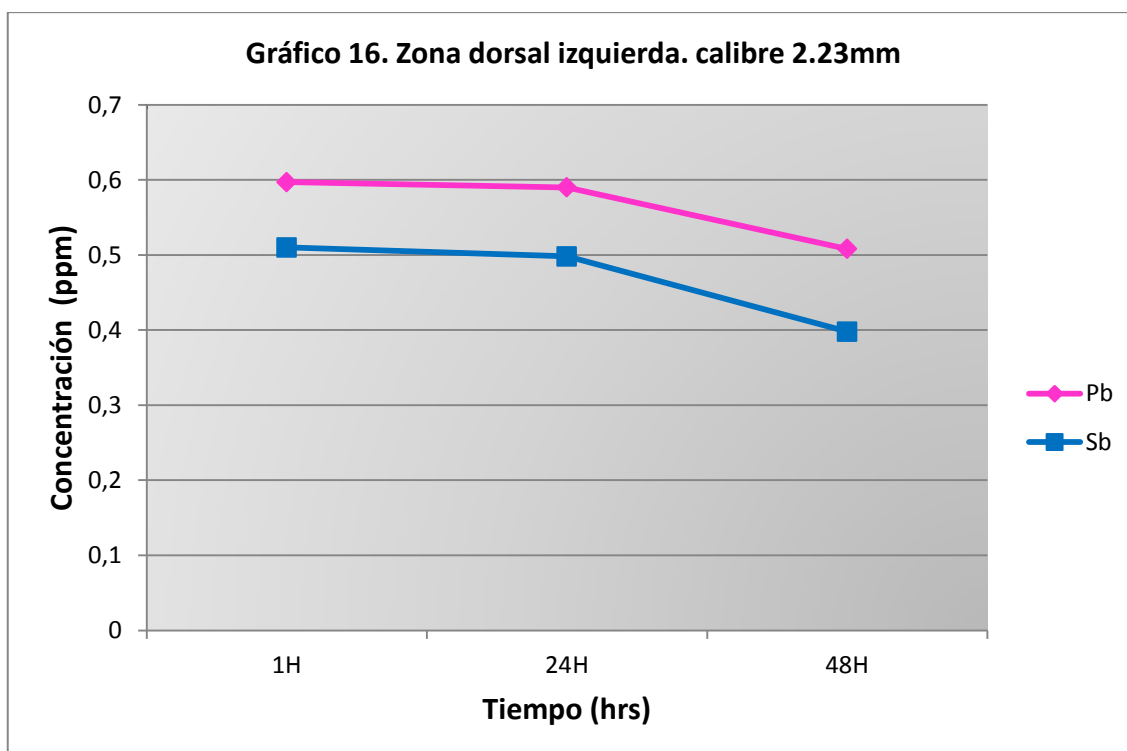
Cuadro 16. Análisis de residuos de disparo. Zona dorsal izquierda. Calibre

2.23mm.

MUESTRA HORAS	DORSO IZQUIERDO CONC. ppm DE PLOMO (Pb)		DORSO IZQUIERDO CONC. ppm DE ANTIMONIO (Sb).	
1h	0,5970	100%	0,5100	100%
24h	0,5899	-99%	0,4980	-98%
48h	0,5080	-85%	0,3980	-78%

FUENTE: Resultados de los análisis realizados a las personas que han disparado un arma de Fuego.

ELABORACIÓN: Robertha T. Reina Alminate.



FUENTE: Resultados de los análisis realizados a las personas que han disparado un arma de Fuego.

ELABORACIÓN: Robertha T. Reina Alminate.

Gráfico 16. Análisis de residuo de disparo. Zona dorsal derecha. Calibre 2.23mm.

INTERPRETACIÓN: Como se observa en el gráfica 16, las muestras que fueron analizadas al instante de haber sido tomadas, se obtuvo el 100% de concentración de Plomo (Pb) y Antimonio (Sb), disminuyendo su concentración al 99% a las 24horas y al 85% a las 48horas (Para el Plomo), al igual que disminuyó su concentración al 98% a las 24horas y al 78% a las 48horas (Para el Antimonio).

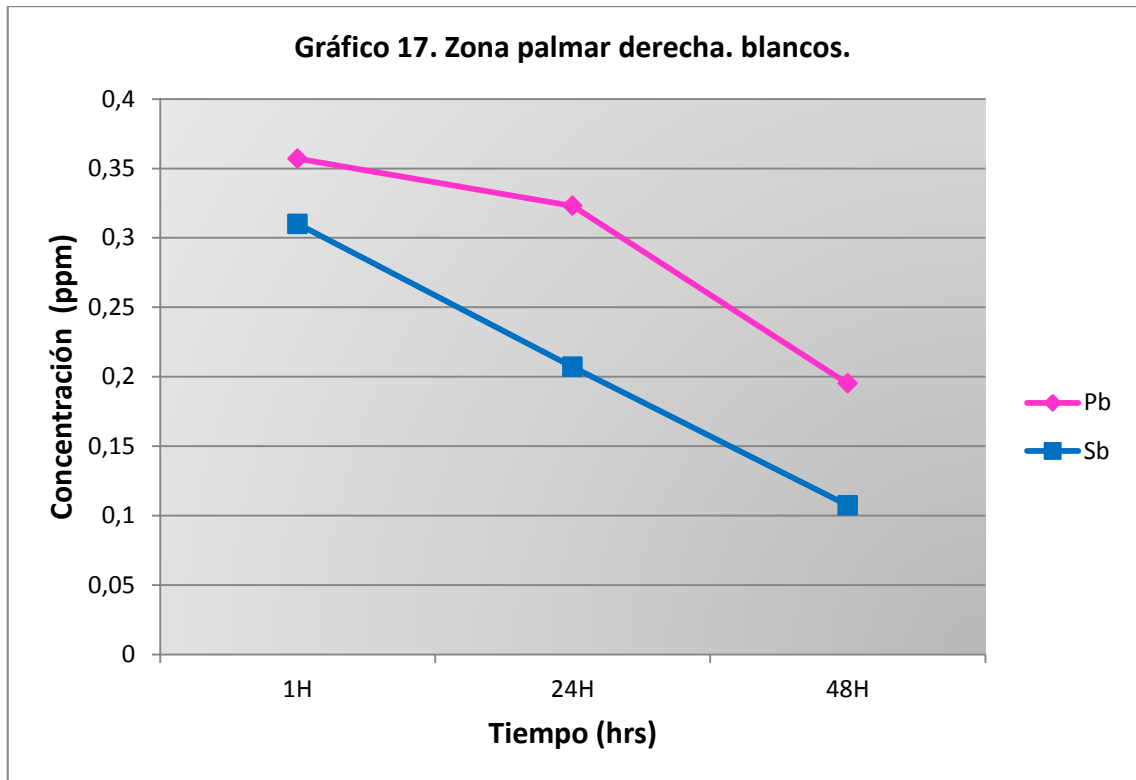
4.2 ANÁLISIS DE BLANCOS.

Cuadro 17. Análisis de blancos. Zona palmar derecha.

MUESTRA HORAS	PALMA DERECHA CONC. ppm DE PLOMO (Pb)		PALMA DERECHA CONC. ppm DE ANTIMONIO (Sb).	
1h	0,3570	100%	0,3100	100%
24h	0,3230	-90%	0,2070	-67%
48h	0,1950	-54%	0,1074	-35%

FUENTE: Resultados de los análisis realizados a las personas que han disparado un arma de Fuego.

ELABORACIÓN: Robertha T. Reina Alminate.



FUENTE: Resultados de los análisis realizados a las personas que no han disparado un arma de Fuego.

ELABORACIÓN: Robertha T. Reina Alminate.

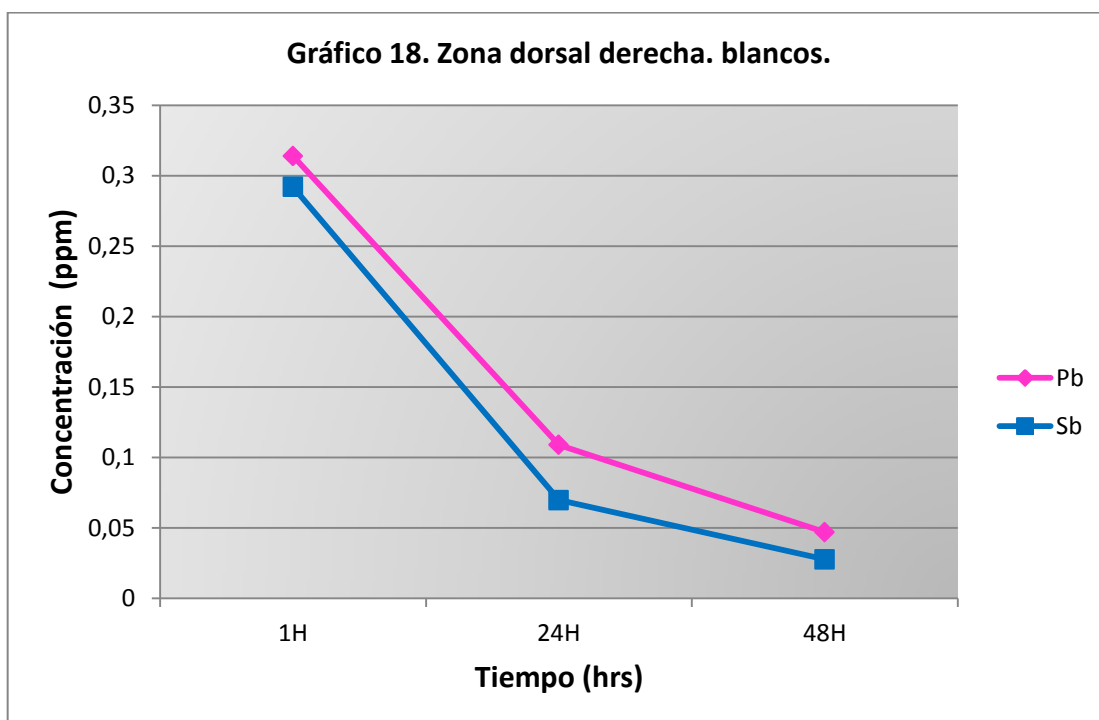
Gráfico 17. Análisis de blancos. Zona palmar derecha.

INTERPRETACIÓN: Como se observa en el gráfico 17, las personas que se tomo como blancos están contaminadas, y por ende sus muestras van a estar contaminadas, ya que al ser analizadas al instante en que fueron tomadas se obtuvo el 100% de concentración de Plomo (Pb) y Antimonio (Sb), disminuyendo su concentración al 90% a las 24horas y al 54% a las 48horas (Para el Plomo), al igual que disminuyó su concentración al 67% a las 24horas y al 35% a las 48horas (Para el Antimonio).

Cuadro 18. Análisis de Blancos. Zona dorsal derecha.

MUESTRA HORAS	DORSO DERECHA CONC. ppm DE PLOMO (Pb)		DORSO DERECHA CONC. ppm DE ANTIMONIO (Sb).	
1h	0,3140	100%	0,2920	100%
24h	0,1090	-35%	0,0698	-24%
48h	0,0470	-15%	0,0278	-31%

FUENTE: Resultados de los análisis realizados a las personas que no han disparado un arma de Fuego.
ELABORACIÓN: Robertha T. Reina Alminate.



FUENTE: Resultados de los análisis realizados a las personas que no han disparado un arma de Fuego.
ELABORACIÓN: Robertha T. Reina Alminate.

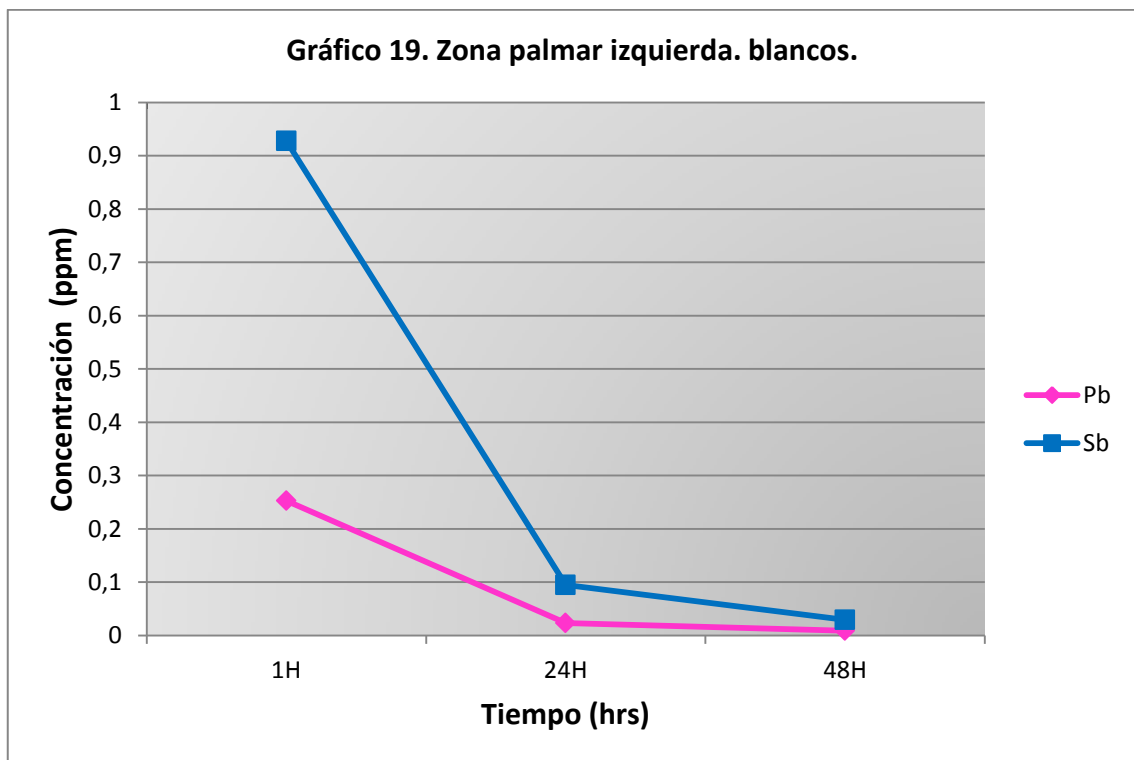
Gráfico 18. Análisis de blancos. Zona dorsal derecha.

INTERPRETACIÓN: Como se observa en el gráfico 18, las personas que se tomaron como blancos están contaminadas, y por ende sus muestras van a estar contaminadas ya que al ser analizadas al instante en que fueron tomadas se obtuvo el 100% de concentración de Plomo (Pb) y Antimonio (Sb), disminuyendo su concentración al 35% a las 24 horas y al 15% a las 48 horas (Para el Plomo), al igual que disminuyó su concentración al 24% a las 24 horas y al 31% a las 48 horas (Para el Antimonio).

Cuadro 19. Análisis de Blancos. Zona palmar izquierda.

MUESTRA HORAS	PALMA IZQUIERDA CONC. ppm DE PLOMO (Pb)		PALMA IZQUIERDA CONC. ppm DE ANTIMONIO (Sb).	
1h	0,2530	100%	0,1428	100%
24h	0,0235	-9%	0,0950	-67%
48h	0,0090	-35%	0,0297	-21%

FUENTE: Resultados de los análisis realizados a las personas que no han disparado un arma de Fuego.
ELABORACIÓN: Robertha T. Reina Alminate.



FUENTE: Resultados de los análisis realizados a las personas que no han disparado un arma de Fuego.
ELABORACIÓN: Robertha T. Reina Alminate.

Gráfico 19. Análisis de blancos. Zona palmar izquierda.

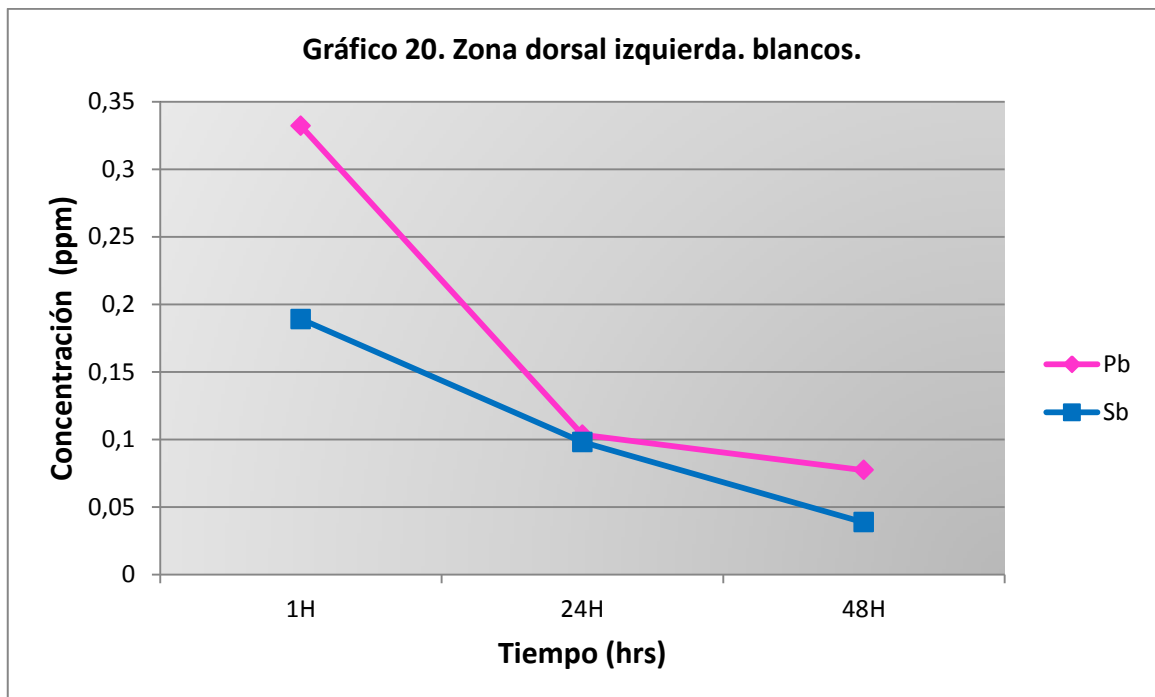
INTERPRETACIÓN: Como se observa en el gráfico 19, las personas que se tomaron como blancos están contaminadas, y por ende sus muestras van a estar contaminadas ya que al ser analizadas al instante en que fueron tomadas se obtuvo el 100% de concentración de Plomo (Pb) y Antimonio (Sb), disminuyendo su concentración al 49% a las 24horas y al 35% a las 48horas (Para el Plomo), al igual que disminuyó su concentración al 67% a las 24horas y al 21% a las 48horas (Para el Antimonio).

Cuadro 20. Análisis de Blancos. Zona dorsal izquierda.

MUESTRA HORAS	DORSO IZQUIERDO CONC. ppm DE PLOMO (Pb)		DORSO IZQUIERDO CONC. ppm DE ANTIMONIO (Sb).	
	1h	0,3320	100%	0,1890
24h	0,1035	-31%	0,0980	-51%
48h	0,0773	-23%	0,0387	-20%

FUENTE: Resultados de los análisis realizados a las personas que no han disparado un arma de Fuego.

ELABORACIÓN: Robertha T. Reina Alminate.



FUENTE: Resultados de los análisis realizados a las personas que no han disparado un arma de Fuego.

ELABORACIÓN: Robertha T. Reina Alminate.

Gráfico 20. Análisis de blancos. Zona dorsal izquierda.

INTERPRETACIÓN: Como se observa en el gráfico 20, las personas que se tomaron como blancos están contaminadas, y por ende sus muestras van a estar contaminadas ya que al ser analizadas al instante en que fueron tomadas se obtuvo el 100% de concentración de Plomo (Pb) y Antimonio (Sb), disminuyendo su concentración al 31% a las 24horas y al 23% a las 48horas (Para el Plomo), al igual que disminuyó su concentración al 52% a las 24horas y al 20% a las 48horas (Para el Antimonio).

4.3 DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

Como podemos observar existe una disminución en la concentración de residuos de disparo de arma de Fuego con respecto al tiempo, para la mayoría de casos, el tiempo es la variación de las horas transcurridas desde que se tomo la muestra hasta su análisis.

Comparando los resultados obtenidos de blancos (personas que no han disparado una arma de fuego), se establece que estas muestras se encuentran por debajo de las muestras reales, en unos casos, en otros casos igualan a la concentración de las muestras reales (personas que han realizado un disparo de arma de fuego), esto se debe a una contaminación por parte del personal voluntario ya que ha estado manipulando las balas, como también ha realizado disparos en días anteriores.

Comparando los resultados obtenidos, respecto a las muestras reales (personas que han realizado un disparo de arma de fuego) se establece que la concentración de estas se encuentran por encima de la concentración de blancos (personas que no han disparado una arma de fuego), aun después de 48 horas de haber disparado una arma de fuego, demostrando de esta manera que la técnica aplicada para el análisis de elementos residuales (Pb y Sb) es la adecuada, como también queda verificado que puede ser utilizada para realizar este análisis.

Después de haber analizado las muestras de los diferentes calibres (9 mm, 32 mm y 2.23 mm) podemos observar como varían las concentraciones, dependiendo de la región y mano, es decir si una persona realiza un disparo de arma de fuego se encontrarán concentraciones más altas en la región palmar de la mano con la cual realiza el disparo, esto se debe a que existen muchas maneras de cómo sujetar el arma para ejecutar un disparo por lo que las concentraciones en las regiones de las manos no tendrían un mismo comportamiento.

CAPITULO V.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

CONCLUSIONES.

- Por medio del presente trabajo investigativo, se comprobó que la técnica de Espectrofotometría de Absorción Atómica es ideal para realizar el análisis de residuo de disparo de arma de fuego, ya que se ha demostrado que puede alcanzar bajos niveles de detección (ppm).
- Se comprobó que la metodología empleada para llevar a cabo nuestros análisis fue la adecuada, ya que los resultados obtenidos en dichos análisis son los esperados, puesto que las concentraciones reportadas de los individuos que dispararon un arma de fuego se encuentran por encima de los blancos.
- También se comprobó que las lecturas de concentración de Pb y Sb son fiables a un a las 48 horas a pesar de ser concentraciones menores a las del tiempo cero, estas siguen siendo mayores a las concentraciones de personas que no han disparado un arma de fuego.

RECOMENDACIONES.

- La muestra debe ser procesada antes del transcurso de 3 horas, debido a que puede haber un riesgo de falsos positivos.
- Las personas que sirvan de blancos (Personas que no han disparado un arma de fuego) no deben estar en contacto con sustancias que contengan plomo como: empleados de gasolinera, torneros, mecánicos.
- Al calibrar el espectrofotómetro de absorción atómica, mediante la adición del estándar se debe realizar un lavado previo para evitar la contaminación de las muestras de blancos (Personas que no han disparado un arma de fuego) con el estándar.

CAPITULO VI

BIBLIOGRAFÍA

- Carlos, R. (2000). *Principios de espectrofotometria*. México: UACh, Mexico.
- Carlos, R. (2000). *Principios de espectrofotometria*. México: UACh.
- Carlos, R. (2000). *Principios de la espectrofotometria*. México: UACh .
- Caro, P. (2004). *manual de quimica forense*. Buenos Aires: La Roca.
- Caroli, S. (1985). *Instructivo de lamparas de catodo hueco*. New York: Wiley.
- Cottier, M. (2011). Instituto de Ciencias Forenses. *Criminalistica e investigación criminal* , 3-5.
- Guzman, C. (2000). *Manual de criminalistica*. Buenos Aires: 5ª.
- Hernandez, R. (2002). *La ciencia criminalistica*. Habana: Universidad de la Habana: Facultad de Derecho.
- Manzur, D., & Almeida, C. (2002). *Dermatologia*. La Habana: Ciencias Médicas.
- Martin, R. (2012). Balística interior. *articulos para el tirador y cazador deportivo* , 10-12.
- Monayo, F. (2010). Guia basica sobre las armas de fuego. *Balística forense* , 8-9.
- Patricia, C. (2004). *Manual de quimica forense e*. Buenos Aires: La Roca.
- PROTECSA. (2000). *Armas reglamentarias*. Quito: 5ª.
- Samuel, C. (1985). *Instructivo de lámparas de cátodo hueco para espectrofotometro de absorción atómica*. New York: Wiley.
- THIBODEAUED/PATTON. (2002). *Anatomia y fisiologia*. Madrid: 6ª.
- Toro, & Nuñez. (2012). Balística. *La investigación criminal* , 8-10.

ANEXOS

ANEXO 1

MUESTREO



1. Remover los residuos de disparo (Plomo y Antimonio) con una torunda embebida de suero fisiológico. Limpiar cuidadosamente la palma derecha, el dorso derecho, palma izquierda, y dorso izquierdo.



2. Colocar la torunda con muestra en su tubo respectivo. Embalar y llevar al laboratorio. Cada tubo esta rotulado con PD Palma derecha, DD Dorso Derecho, PI Palma Izquierda, DI Dorso Izquierdo.



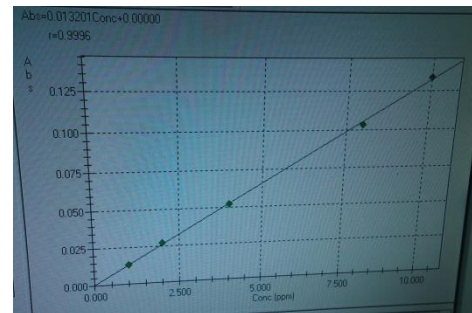
4. Retirar los tubos del baño de arena. Y colocarlos destapados en la gradilla.



3. Colocar las muestras en un baño de arena (Para mejorar la disolución del Plomo) por 15 minutos.



5. Encender el Espectrofotómetro de Absorción Atómica. Y pasar primero el agua destilada y luego los estándares.



6. Calibrado del Espectrofotómetro de Absorción Atómica, mediante el método de adición de estándar.

Action	Sample ID	Graph	X	M	Q	True Value (ppm)	Conc. (ppm)
10	BLANK						2.5853
11	BLANK						2.2287
12	BLANK						1.6333
13	BLANK						2.0893
14	BLANK						1.6853
15	BLANK						1.6327
16	BLANK						1.5587
17	BLANK						2.3233
18	BLANK						2.9347
19	BLANK						1.7853
20	BLANK						1.1768
21	BLANK						1.4568
22	BLANK						1.2688
23	BLANK						8.9248
24	BLANK						1.1488
25	BLANK						8.9787
26	BLANK						1.8878
27	BLANK						8.8867
28	BLANK						8.7848
29	BLANK						8.8853

8. Primera lectura de blancos (Personas que no han disparado un arma de fuego). y muestras reales (Personas que han disparado un arma de fuego).



7. Una vez calibrado el equipo, se procede a colocar los blancos. Se realiza un lavado del mismo. Y después se coloca las muestras.

ANEXO 2

STANDARES.



ESTÁNDAR DE
PLOMO(Pb)



ESTÁNDAR DE
ANTIMONIO (Sb)

ANEXO 3.

REACTIVOS



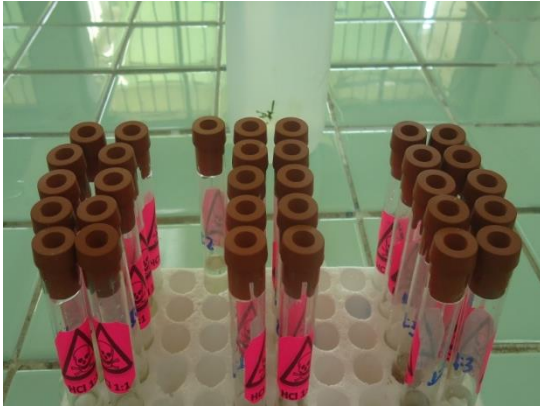
BOROHIDURO DE SODIO



REACTIVOS PARA LA SOLUCION BUFFER DE RODIZONATO SÓDICO. (Ac. Tartárico, Bitartrato de sodio y potasio)

ANEXO 4.

SOLUCIÓN MADRE DE RIDAF



**SOLUCIÓN MADRE DE RIDAF DE
PISTOLA SEMIAUTOMÁTICA
CALIBRE 9mm**



**SOLUCIÓN MADRE DE RIDAF DE
REVOLVER. CALIBRE 32mm**



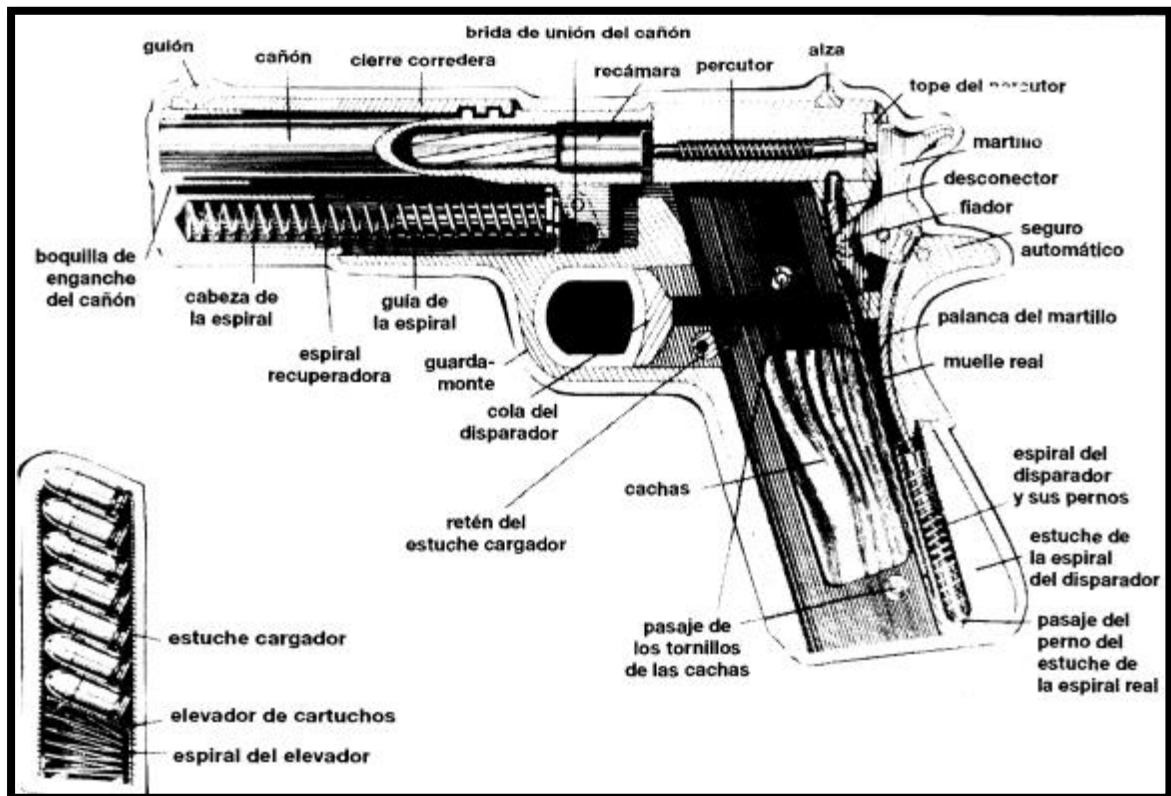
**SOLUCIÓN MADRE DE RIDAF DE
CARIBA. CALIBRE 2.23mm**

ANEXO 5.

ESPECTROFOTOMETRO DE ABSORCIONATOMICA. SHIMADZU AA 6300.



ARMA TIPO PISTOLA SEMIAUTOMÁTICA. CALIBRE 9mm.



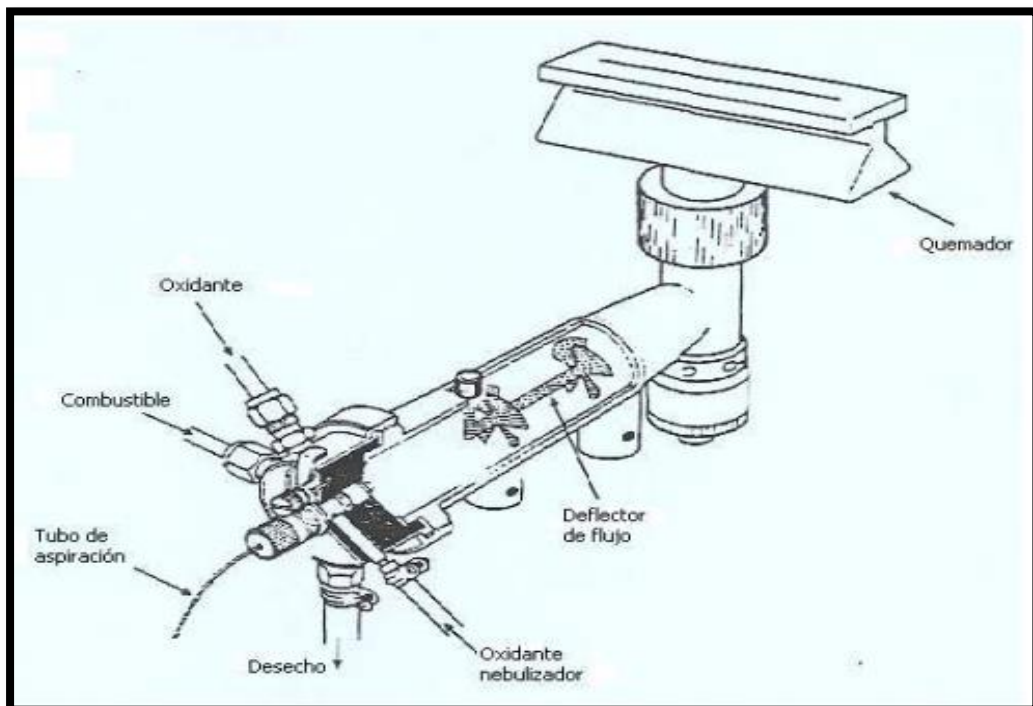
ANEXO 6.

ARMA TIPO REVOLVER. CALIBRE 32mm.



ANEXO 7.

ATOMIZADOR DE LLAMA.



ANEXO 8.


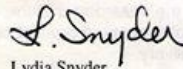
ARMA TIPO CARABINA. CALIBRE 2.23mm



ANEXO9.

ANEXO 10


CERTIFICADO DE CONTROL DE CALIDAD DEL ESTÁNDAR DE PLOMO(Pb)

125 Market Street New Haven, CT 06513 USA	 AccuStandard® Inc.	Tel (203)786-5290 Fax (203)786-5287 www.AccuStandard.com
CERTIFICATE OF ANALYSIS		
AccuTrace™ Reference Standard		
Item Number: AA29N-1		
Element: Lead	Storage Condition: Ambient	Lot: 211035050
Hazards: IRRITANT	Matrix: 2-5% Nitric acid	Date Certified: 3/8/2011
		Expiration: Mar / 2016
		Sample Size: 100 mL
<input checked="" type="checkbox"/> Included on ISO/IEC 17025 Scope of Accreditation		
<input checked="" type="checkbox"/> Included on ISO Guide 34 Scope of Accreditation		
Actual Lot Analysis		
Lead 1000 µg/mL		
The gravimetric uncertainty for this product is ±0.24%. The CRM uncertainty is ±5%. See reverse side for details.		
The concentration of the final solution was verified by ICP against NIST SRM# 3128		
RESULTS: This solution standard was certified for accuracy of major elemental constituency via methodology traceable to primary or well characterized secondary standards. All trace level elements and impurities were determined via plasma emission spectroscopy on the concentrate.		
This standard was prepared gravimetrically to contain the elemental concentrations shown above. Balances, used in the preparation, are calibrated regularly using NIST-traceable weights. All glassware is Class A.		
Use good laboratory procedure when diluting this product. Shake bottle prior to use and do not pipette directly out of the bottle. Use only cleaned Class A volumetric glassware.		
We certify the accuracy of this standard to be ± 0.5% of the stated value until the expiration date listed above, provided it is kept tightly capped and stored under normal laboratory conditions.		
For use in routine laboratory analysis.		 Lydia Snyder Inorganic QC Supervisor
AccuStandard is accredited to ISO Guide 34, ISO/IEC 17025 and certified to ISO 9001		
<small>OR-ORG/INO-001 Rev. 7/11</small>		

ANEXO 11

CERTIFICADO DE CONTROL DE CALIDAD DEL ESTÁNDAR DE ANTIMONIO(Sb)

125 Market Street
New Haven, CT 06513
USA

 **AccuStandard, Inc.**
CERTIFICATE OF ANALYSIS
AccuTrace™ Reference Standard
Item Number: AA02N-1

Tel (203)786-5290
Fax (203)786-5287
Website AccuStandard.com

Element: Antimony
Storage Condition: Ambient
Hazards: IRRITANT
Matrix: 2-5% HNO₃, tr. Tartaric acid

Lot: 210075111
Date Certified: 7/20/2010
Expiration: Jul / 2015
Sample Size: 100 mL

Actual Lot Analysis
Antimony 1000 µg/mL

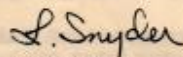
The total maximum uncertainty on the certified value(s) is ±1%. See reverse side of certificate for details.
The concentration of the final solution was verified by ICP against NIST SRM# 3102a

RESULTS: This solution standard was certified for accuracy of major elemental constituency via methodology traceable to primary or well characterized secondary standards. All trace level elements and impurities were determined via plasma emission spectroscopy on the concentrate.

This standard was prepared gravimetrically to contain the elemental concentrations shown above. Balances, used in the preparation, are calibrated regularly using NIST-traceable weights. All glassware is Class A.

Use good laboratory procedure when diluting this product. Shake bottle prior to use and do not pipette directly out of the bottle. Use only cleaned Class A volumetric glassware.

We certify the accuracy of this standard to be ± 0.5% of the stated value until the expiration date listed above, provided it is kept tightly capped and stored under normal laboratory conditions.


Lydia Snyder
Inorganic QC Supervisor

For use in routine laboratory analysis.
AccuStandard is accredited to ISO Guide 34, ISO/IEC 17025 and certified to ISO 9001

OR-ORG-IND-001
Rev. 3/12