



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

PROTOCOLO QUÍMICO FORENSE A TRAVÉS DE NUEVAS
METODOLOGÍAS APLICADAS EN CASOS DE RESIDUOS DE DISPAROS
DENTRO DEL PROCESO PENAL ACUSATORIO.

CHUCHUCA LOPEZ JENNY ALEXANDRA
BIOQUÍMICA FARMACÉUTICA

MACHALA
2022



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

PROTOCOLO QUÍMICO FORENSE A TRAVÉS DE NUEVAS
METODOLOGÍAS APLICADAS EN CASOS DE RESIDUOS DE
DISPAROS DENTRO DEL PROCESO PENAL ACUSATORIO.

CHUCHUCA LOPEZ JENNY ALEXANDRA
BIOQUÍMICA FARMACÉUTICA

MACHALA
2022



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

EXAMEN COMPLEXIVO

PROTOCOLO QUÍMICO FORENSE A TRAVÉS DE NUEVAS METODOLOGÍAS
APLICADAS EN CASOS DE RESIDUOS DE DISPAROS DENTRO DEL PROCESO
PENAL ACUSATORIO.

CHUCHUCA LOPEZ JENNY ALEXANDRA
BIOQUÍMICA FARMACÉUTICA

SEGURA OSORIO MARISELA BRIGITTE

MACHALA, 14 DE FEBRERO DE 2022

MACHALA
14 de febrero de 2022

PROTOCOLO QUÍMICO FORENSE A TRAVÉS DE NUEVAS METODOLOGÍAS APLICADAS EN CASOS DE RESIDUOS DE DISPAROS DENTRO DEL PROCESO PENAL ACUSATORIO.

por Jenny Alexandra Chuchuca López

Fecha de entrega: 08-feb-2022 08:21p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1752251982

Nombre del archivo: de_residuos_de_disparo_dentro_del_proceso_penala_cusatorio.docx (1.44M)

Total de palabras: 2545

Total de caracteres: 13558

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

La que suscribe, CHUCHUCA LOPEZ JENNY ALEXANDRA, en calidad de autora del siguiente trabajo escrito titulado Protocolo químico forense a través de nuevas metodologías aplicadas en casos de residuos de disparos dentro del proceso penal acusatorio., otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

La autora declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

La autora como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 14 de febrero de 2022



CHUCHUCA LOPEZ JENNY ALEXANDRA
0750581886

RESUMEN

El análisis de residuos de disparo es utilizado para la vinculación de un individuo en un hecho punible donde se encuentra involucrada la acción de disparar con arma de fuego, con la finalidad de dotar a los administradores de justicia una prueba basada en hechos científicos que permitan esclarecer los indicios. Las técnicas para análisis de residuos de disparo han evolucionado a través de los años, no solo por ser relevadas por la llegada de nueva tecnología, sino por ser reemplazadas en el marco técnico-científico, para la elaboración de un protocolo químico forense de residuos de disparo dentro del penal acusatorio hay que tener en cuenta las estadísticas de mortalidad en el país por armas de fuego en conjunto a la normativa vigente ecuatoriana para determinar las funciones del profesional químico forense en el análisis de las diferentes metodologías empleadas en América Latina. A través de las diferentes revisiones de metodologías destacamos la técnicas colorimétricas y técnicas instrumentales destacando la Microscopía Electrónica de Barrido la cual se considera una de las técnicas más versátiles en el estudio y análisis de las características microestructurales de objetos sólidos de residuos de disparo; se pueden observar y caracterizar superficialmente, materiales de distinta naturaleza tanto orgánicos como inorgánicos, suministrando información morfológica detallada. En Ecuador, la tenencia y el porte ilegal de armas de fuego es un delito sancionado con pena privativa de libertad de uno a tres años y está estipulado en el artículo 260 del Código Orgánico Integral Penal (COIP).

Palabras Clave: Balística, Criminalística, instrumentales, colorimétricas, indicios, preservación de la muestra, partículas inorgánicas.

ABSTRACT

The residue analysis is used to link an individual in a punishable act where the action of shooting by firearms is involved, in order to provide justice administrators with evidence based on scientific facts that allow clarifying the facts. . Techniques for the analysis of gunshot residues have evolved over the years, not only because they have been relieved by the arrival of new technology, but also because they have been replaced in the technical-scientific framework, proposing a forensic chemical protocol for gunshot residues within the accusatory criminal taking into account the mortality statistics in the country by firearms in conjunction with the current Ecuadorian regulations to determine the functions of the forensic chemical professional in the analysis of the different methodologies used in Latin America. Through the different revisions of methodologies, we highlight the colorimetric and instrumental techniques, highlighting the Scanning Electron Microscopy, which is considered one of the most versatile techniques in the study and analysis of the microstructural characteristics of solid objects from gunshot residue; Materials of a different nature, both organic and inorganic, can be observed and superficially characterized, providing detailed morphological information. In Ecuador, the illegal possession and carrying of firearms is a crime punishable by imprisonment from one to three years and is stipulated in article 260 of the Organic Comprehensive Criminal Code (COIP).

Keywords: Ballistics, Criminalistics, instrumental, colorimetric, evidence, sample preservation, inorganic particles.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	4
1.1 OBJETIVOS	5
1.2 OBJETIVO GENERAL	5
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
2. DESARROLLO	6
2.1. Muerte Violenta y sus ramas	6
2.2 Estadísticas de Muertes violentas por armas de fuego en Ecuador	7
2.3 Normativa vigente ecuatoriana	7
2.4 Rol del Químico Forense	9
2.5 Protocolo de Análisis para la interpretación de residuos de disparo con armas de fuego.	10
2.6. Técnicas Instrumentales o técnicas colorimétricas	12
3. CONCLUSIONES	14
BIBLIOGRAFÍA	16
ANEXO	19

1. INTRODUCCIÓN

En el presente protocolo químico forense se determina la presencia de residuos de disparo de un arma de fuego el cual es un elemento esencial en la práctica criminalística; las principales fuentes donde se encuentran los residuos orgánicos son el proyectil (plomo y antimonio), el fulminante (estifnato de plomo, nitrato de bario y sulfuro de antimonio); existen diversas técnicas para su determinación; la microscopía de barrido electrónico se ha venido implementando en el mundo en años recientes ¹.

La investigación de la Revista Forensic Science International: Synergy ² los que intervienen armas de fuego es necesario conocer quién ha disparado y que tipo de arma se ha disparado, estas partículas quedan depositadas sobre las manos de la persona que acciona el arma, en las prendas de vestir, y el arma de fuego, por tanto es indicativa de que se ha producido la descarga de la misma, para confirmar una hipótesis de suicidio, o para la implicación de un sospechoso en los hechos, la respectiva inspección ocular y la recogida de muestras planteadas son de vital importancia para obtener unos resultados fiables ².

Para el análisis de los residuos de disparo se investigó en la revista Sociedade Brasileira de Química ³ la cual plantea que se utilizó diversas técnicas con el paso del tiempo, como por ejemplo la prueba de activación de neutrones, la prueba de Harrison-Gilroy, la técnica del rodizonato de sodio, la prueba de la parafina o guantelete, la prueba de Walker y la prueba de Lunge. A lo largo del tiempo tras varias investigaciones se ha venido utilizando la prueba de espectrometría de absorción atómica, la cual es una técnica analítica para determinar los elementos basados en la absorción de energía radiante por átomos libres en su estado basal.

Los residuos de las descargas de armas de fuego pueden ser encontrados en la ropa de la víctima o en las manos de la persona que disparó el arma, pasando a ser un residuo. Los químicos forenses afirman que se puede encontrar la clasificación del arma y relacionarla con el tipo de bala encontrado en una escena del crimen, cuando un arma de fuego es disparada, se generan gases que contienen componentes incinerados y no incinerados provenientes de los casquillos de la bala ⁶.

La absorción atómica ha pasado por un proceso de transición mediante el uso de Microscopía de Barrido Electrónico acoplado con un Espectrómetro de Energía Dispersiva, la cual se

pueden examinar las muestras recolectadas de los posibles sospechosos dando como resultado confiable que este instrumento es capaz de buscar en cientos de lugares microscópicos la presencia de pequeñas partículas del residuos de disparo y la detección de los mismos³.

1.1 OBJETIVOS

1.2 OBJETIVO GENERAL

Proponer protocolo químico forense a través de nuevas metodologías aplicadas en casos de residuos de disparos dentro del proceso penal acusatorio.

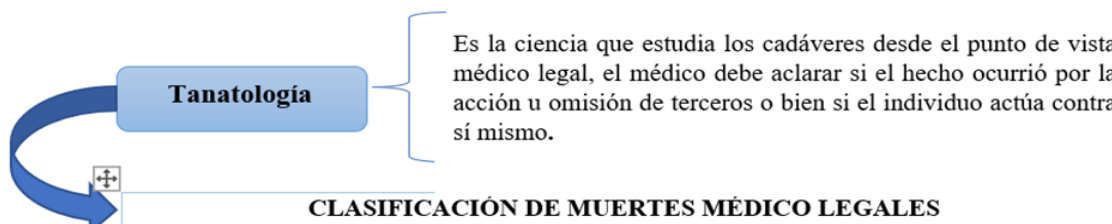
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar los casos de muertes violentas por armas de fuego dentro del territorio ecuatoriano y normativa vigente.
- Establecer las funciones del profesional químico forense en el análisis de residuos de disparos.
- Comparar ventajas y desventajas de las metodologías empleadas en América Latina frente a los países desarrollados.

2. DESARROLLO

2.1. Muerte Violenta y sus ramas

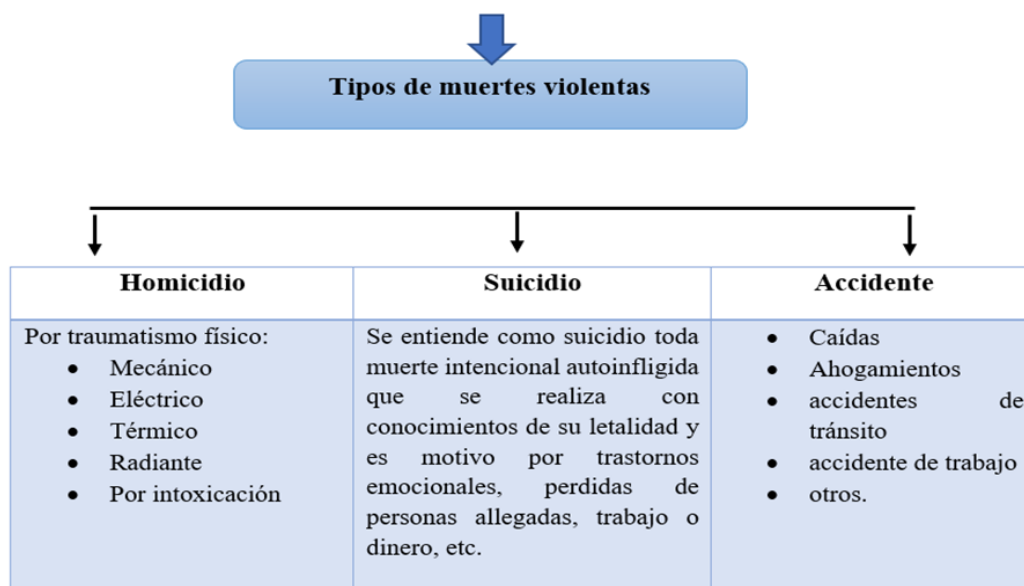
Tabla 1 CLASIFICACIÓN DE MUERTOS MÉDICOS LEGALES Fuente ^{3 7}



Es la ciencia que estudia los cadáveres desde el punto de vista médico legal, el médico debe aclarar si el hecho ocurrió por la acción u omisión de terceros o bien si el individuo actúa contra sí mismo.

CLASIFICACIÓN DE MUERTES MÉDICO LEGALES			
Muerte Natural: Por enfermedad	Muerte Violenta: La OMS (2019) define la violencia como el uso internacional de la fuerza física o poder, bajo amenaza o efectiva, contra uno mismo otra persona grupo o comunidad que cause o tenga muchas probabilidades de ocasionar lesiones, muerte, daño psicológico, trastorno del desarrollo o privación.	Muerte Sospechoso: Las circunstancias que rodean la muerte son desconocidas; no se puede excluir acción de terceros.	Muerte Súbita: Del Lactante Del adulto

Tabla 2 TIPOS DE MUERTES VIOLENTAS Fuente ^{8 9}



Nota: La variante particular de muerte sospechosa es la llamada “muerte súbita del lactante” la falta de maduración de los centros respiratorios origina un paro prolongado no se encuentra otro sustrato en la necropsia. Las muertes violentas, sospechosas y súbitas son las llamadas muertes “médico-legales” en que la autopsia (médico-legal) es obligatoria.

2.2 Estadísticas de Muertes violentas por armas de fuego en Ecuador

Ilustración 1 COMPARATIVO DE MUERTES VIOLENTAS Fuente ^{10 11}



El aumento del uso de armas de fuego y de muertes violentas en Ecuador tienen una línea conductora: el narcotráfico. Precisamente el control de estas rutas de la droga por parte del narcotráfico ha provocado guerras de bandas criminales, tanto dentro como fuera de las cárceles esto se evidencia en el incremento de muertes violentas, especialmente de tipo sicariato.

2.3 Normativa vigente ecuatoriana

TABLA 3 REGLAMENTO A LA LEY SOBRE ARMAS, MUNICIONES, EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS Fuente ^{12,13}

Artículo 1 CLASIFICACIÓN DE ARMAS	
a) Armas de guerra de uso privativo de las Fuerzas Armadas;	Art 15: Son armas de guerra y por tanto de uso permitido de las fuerzas armadas. (anexo 1)
b) Armas de uso restringido;	Art. 16: Son armas de fuego de uso restringido, aquellas destinadas al uso privativo de la Policía Nacional.

<p>c) Armas de uso civil</p> <p>• Armas de fuego de defensa personal</p>	<p>Art. 17: Las armas de fuego de uso civil son aquellas que pueden tener o portar los ciudadanos, y que, por sus características, diseño, procedencia y empleo, son autorizadas por autoridad competente y se clasifican en:</p> <p>a) Defensa personal b) Uso deportivo c) Colección d) Seguridad privada</p> <p>Art. 18: Son diseñadas para defensa individual a corta distancia; tales como: a) Pistolas hasta el calibre 9mm; semi automáticas, con alimentadoras de hasta diez proyectiles; b) Revólveres hasta el calibre 38; c) Escopetas recortadas del calibre 10 al 410 o sus equivalentes; y, d) Otras armas de las no previstas en los literales anteriores, previa autorización del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas.</p>
--	--

TABLA 4 PENA PRIVATIVA POR TENENCIA ILEGAL DE ARMAS Fuente ^{4,14-16}

Pena privativa por tenencia ilegal de armas
<p>Pena privativa por tenencia ilegal de armas de fuego: Con base en el artículo 362, inciso primero, del Código Orgánico Integral Penal (COIP), que sanciona con pena privativa de libertad de cinco a siete años, a la persona que posea, distribuya, almacene o conserve, armas de fuego, sus piezas y componentes, municiones y explosivos, sin autorización de la autoridad competente. El 18 de abril del 2018 el Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas emitió la Resolución 2018-122-AD-COMACO que ratificó que “se encuentra prohibido a las personas naturales el porte de armas de uso civil a nivel nacional”. El documento, en esencia, es una confirmación del Decreto Ejecutivo 749 emitido el 28 de abril de 2011 y significa que los ciudadanos no pueden llevar armas de fuego en su vehículo, equipaje, mochila, ropa, manos, etc. La tenencia de armas, sin embargo, requiere un certificado militar de autorización. No basta con argumentar que una persona tiene un arma y que no la usa para salir ileso. El COIP castiga con cárcel de seis meses a un año a quienes no legalizan la tenencia de sus armas de fuego en casa.</p>

2.4 Rol del Químico Forense

2.4.1 Toma de muestra

Existen numerosas técnicas que pueden ser utilizadas para la recolección de muestras de residuos de disparo y seleccionar la más adecuada:

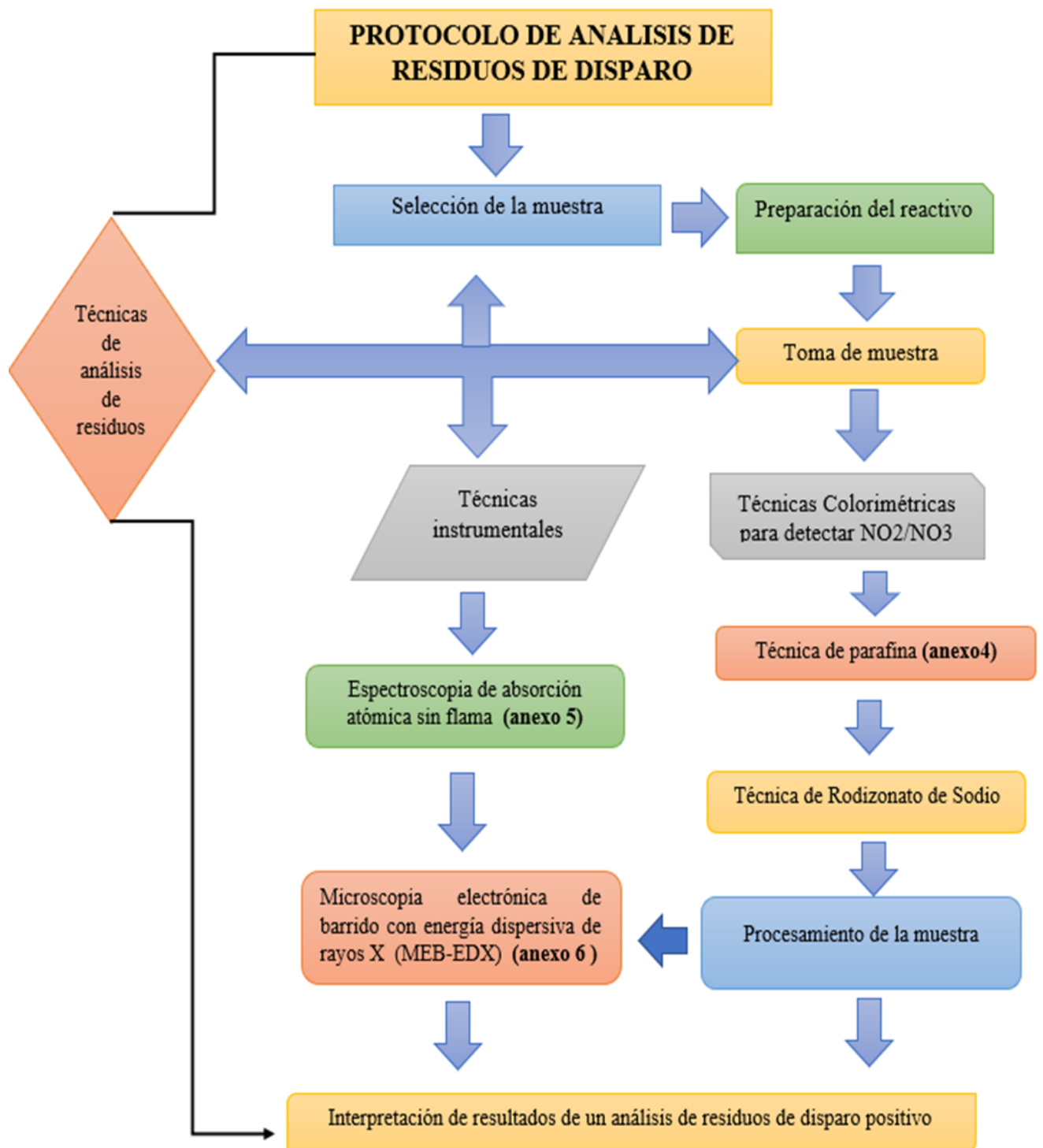
- **Uso de moldes:** Se hace un molde sobre la mano y los residuos de disparo se adhieren a éste, dicho molde
- **Frotamiento:** Es la técnica más utilizada para la recolección de RDAF; en esta la muestra se toma por medio de un repetido frotamiento en el área de piel “apropiada” con cierto material, entre los materiales de amplio uso se tienen: hisopos de algodón, tela de algodón sin apresto, papel filtro, fibras de acrilan, algodón; estos materiales son humedecidos, con un disolvente apropiado, antes de tomar la muestra.
- **Levantamiento por vacío:** Generalmente se utiliza para levantar residuos de la superficie de las prendas, los cuales, son extraídos después con un disolvente adecuado.
- **Lavado:** Este método consiste en lavar las manos del sospechoso con aproximadamente 50 ml de agua o de ácido nítrico diluido.
- **Recolección nasal:** reportaron el desarrollo de una técnica para la recolección de partículas aéreas inorgánicas de RDAF en el moco nasal humano.
- **Recolección a partir de cabello:** Las columnas de humo posteriores que se desprenden durante el disparo de un arma con frecuencia se extienden a la cara y la cabeza (130), y se depositan RDAF potencialmente útiles en el cabello.
- **Conservación de la Muestra:** Para conservar la integridad físico-química de las muestras, en caso de que éstas no se analizaran inmediatamente después del muestreo, se guardaron en el refrigerador a 4 °C hasta el momento de su procesamiento ^{11 17}.

<p>2.4.2 Técnicas de residuos de disparo</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Técnicas Colorimétricas: Técnica de Parafina, Técnica de Rodizonato de Sodio. ● Técnicas Instrumentales: Microscopía de barrido electrónico, activación de neutrones (NAA), Espectroscopía de absorción atómica (AAS)^{17 18}. (anexo 3)
<p>2.4.3 Interpretación del informe pericial</p>	<p>Un perito químico puede reconstruir lo que sucedió en el preciso momento de la descarga del arma. Para ello, el experto trabajará en varias fases:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. RECOLECCIÓN DE PRUEBAS <ul style="list-style-type: none"> ● Analizar documentos ● Analizar escena del delito "in situ", o mediante imágenes o vídeos. 2. RECONSTRUCCIÓN DEL DISPARO <ul style="list-style-type: none"> ● Con la asistencia de: Experto médico legista para analizar heridas. <p>3. TÉCNICAS USADAS EN EL LABORATORIO</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Prueba de la parafina: Determinar la presencia de los derivados nitrados depositados en la superficie de las manos que se presumía habían operado un arma de fuego. En el caso de existir elementos nitrados, aparecían pequeñas comas de color azul. Lo que se interpretaba como un resultado positivo. ● Técnica de rodizonato de sodio: es utilizada para revelar plomo y bario en las manos de un individuo, elementos integrantes del fulminante del cartucho. ● Microscopía electrónica de barrido (SEM): la técnica es confirmativa cuando las concentraciones totales de las muestras de compuestos específicos (pb, ba y sb) deben estar por encima de la concentración mínima determinada para concluir un resultado positivo. ● Absorción atómica: Esta técnica se resalta principalmente, por su muy elevada sensibilidad y especificidad, conforme con ello su baja ocurrencia de “falsos positivos”. La desventaja de que, si se aplica algunas horas después de haber disparado el arma de fuego, la incidencia de “falsos negativos” aumenta, llegando a ello al máximo después de las ocho horas .

Fuente ^{19,20 21}

2.5 Protocolo de Análisis para la interpretación de residuos de disparo con armas de fuego.

ILUSTRACIÓN 2 PROTOCOLO DE ANÁLISIS DE RESIDUOS DE DISPARO



Fuente 5,22 23 24

2.6. Técnicas Instrumentales o técnicas colorimétricas

Tabla 6 Técnicas Instrumentales o técnicas colorimétricas *Fuente* ^{1,25 26}

TÉCNICAS COLORIMÉTRICAS	TÉCNICAS INSTRUMENTALES
<ul style="list-style-type: none"> • La recolección de muestras puede ser invasiva. • No son específicas por lo que se aumentan las probabilidades de resultados erróneos. • Son pruebas cualitativas, no especifican cantidad. • No requieren equipos instrumentales, pero sí reactivos y personal calificado. 	<p>Muestran señales características para cada elemento(especificidad).</p> <p>Estudio de las cantidades de los elementos presentes.</p> <p>Requiere instrumentos costosos y personal calificado.</p> <p>Imágenes acompañadas de espectros dando la certeza del estudio (MEB).</p>

2.7 Ventajas y Desventajas de las técnicas de residuos de disparo

TABLA 7 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS TÉCNICAS DE RESIDUOS DE DISPARO

	Nombre de la técnica	Ventajas	Desventajas
Técnicas Colorimétricas	Técnica de parafina: El guantelete de parafina es un ensayo para determinar la presencia de los derivados nitrados depositados en la superficie de las manos que se presumía habían operado un arma de fuego, empleando en la superficie interna del guantelete, el reactivo de Guttman. En el caso de existir elementos nitrados, aparecían pequeñas	En su tiempo constituía el único método capaz de recabar información necesaria acerca de la presencia de restos de la deflagración de pólvora proveniente de un arma de fuego.	Los reactivos químicos que se utilizan no son específicos para los compuestos nitrados provenientes de la deflagración de un arma de fuego, pues reaccionan.

	<p>comas de color azul se interpretaba como un resultado positivo.</p> <p>Técnica de Rodizonato de Sodio:</p> <p>Con esta técnica ya no se buscaban los componentes de la pólvora sino los componentes del iniciador o fulminante. Es utilizada para revelar plomo y bario en las manos de un individuo, elementos integrantes del fulminante del cartucho.</p>	<p>Su baja incidencia de “falsas positivas”</p>	<p>Genéricamente con los compuestos nitrados e inclusive con sustancias que sin ser nitradas son eminentemente oxidantes. Su limitada sensibilidad, además que no diferencia entre la presencia de las aleaciones o las partículas de los elementos por separado, lo cual es fundamental para la caracterización de residuos de disparo.</p>
<p>Técnicas Instrumentales</p>	<p>Espectroscopia de absorción atómica sin llama:</p> <p>Esta técnica se resalta principalmente, por su muy elevada sensibilidad y especificidad, conforme con ello su baja ocurrencia de “falsos positivos”.</p>	<p>Posee una elevada sensibilidad.</p> <p>Genera baja incidencia de falsos positivos.</p> <p>Implica un desarrollo de Método y Validación.</p>	<p>Si se aplica unas cuantas horas después de haber disparado un arma de fuego, la incidencia de falsos negativos es enorme, llegando esto al máximo en ocho horas.</p>

	<p>Microscopía electrónica de barrido con energía dispersiva de rayos X (MEB-EDX):</p> <p>Mediante el microscopio electrónico de barrido, los residuos del disparo son identificados a través de su morfología, tamaño y brillo, así como su composición química es determinada mediante espectrometría de energía dispersiva de rayos X.</p> <p>Esta técnica requiere de centros especializados y personal calificado, elevando considerablemente su costo.</p>	<p>Actualmente son numerosos los laboratorios que cuentan con la aplicación de microscopía lo cual ya no son inaccesible esta técnica.</p> <p>Sus análisis proporcionan datos como textura, tamaño y forma de la muestra.</p> <p>Es uno de los equipos con mayor resolución, mayor número de señales y mayor información obtenida</p>	<p>Complicada aplicación, lo que requiere un lugar especial y eso genera costos elevados.</p> <p>Requiere de personal especializado para su manejo.</p>
--	---	---	---

Fuente 27-29-30-11

3. CONCLUSIONES

En la actualidad en Ecuador los casos de muertes violentas por arma de fuego son un problema vigente y difícil de controlar basándonos en el artículo 362, inciso primero, del Código Orgánico Integral Penal (COIP), se sanciona con pena privativa de libertad de cinco a siete años, a la persona que posea, distribuya, almacene o conserve, armas de fuego, además el uso y comercialización ilegal de este armamento cada vez va en aumento, el instituto nacional de estadísticas y censos reportan que en un día mueren 15000 personas a causa de un hecho violento como sucesos armas de fuego (21%) cada vez este tipo de muerte se proporciona en demanda con una línea conductora el narcotráfico el cual ha provocado guerras de bandas criminales, tanto dentro como fuera de las cárceles esto se evidencia en el incremento de muertes violentas especialmente el estilo sicariato.

El protocolo propuesto tiene las fases del rol del bioquímico farmacéutico en el área de recolección, procesamiento dentro del laboratorio desarrollando las diferentes técnicas colorimétricas e

instrumentales, mediante el análisis químico elemental y morfológico provenientes de la cápsula iniciadora de municiones para armas de fuego y finalmente la entrega de resultados mediante el informe pericial y en caso de ser llamado a juicio oral por parte del juez debe presentarse a defender su pericia de no presentarse ante el llamado en tres ocasiones será llevado detenido a rendir su versión oral como lo estipula el Art. 62. Reglamento del Servicio Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses.

Dentro del estudio de las diferentes metodologías para determinar residuos de disparo se enfatiza la técnica Microscopía de Barrido Electrónica la cual ha evolucionado en América latina en países como Argentina, Chile, Bolivia, entre otros. La técnica Microscopía de Barrido Electrónica ha logrado un gran impacto en el mundo y en los últimos años en Ecuador ya ha sido implementada y alcanzado un gran aporte en la balística forense, entre las ventajas de la prueba MEB está en su análisis que proporciona datos como textura, tamaño y forma de la muestra en imágenes tridimensionales con detalles de profundidades de superficie, por lo cual alcanza resultados con razonable margen de seguridad.

La absorción atómica a través de los años ha sido desplazada por la microscopía de barrido electrónica, en la técnica de absorción atómica utilizamos lámparas elementales las cual ayudan a identificar residuos de disparo de plomo bario antimonio y otros elementos más como cobre, silicio, y calcio lo que contiene cada bala de arma de fuego, a diferencia de la microscopía de barrido electrónica que nos permite ver la partículas de residuos de disparo lo cual no sucede con la técnica de absorción atómica ya que identifica cada metal el cual tiene un pico, una especie de huella digital. Otra cualidad de la técnica de microscopía de barrido electrónica es que no destruye la muestra al colocar en el portaobjeto y se lee, la muestra sale intacta de tal manera si hay una persona que no está de acuerdo con el resultado puede llevar la muestra a otro laboratorio que lo lea, esto no sucede en la técnica de absorción atómica ya que el ácido nítrico al 5% ha sido aplicado en las palmas de las manos entre el arco del índice y pulgar al ser absorbido este líquido se consume.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) Fabbris, S.; Profumo, A.; Alberini, G.; Bonomi, S.; Milanese, C.; Donghi, M.; Amadasi, A.; Patrini, M.; Cucca, L.; Merli, D. Interaction of Gunshot Residues (GSR) with Natural and Synthetic Textiles Having Different Structural Features. *Talanta Open*. 2020, p 100017. <https://doi.org/10.1016/j.talo.2020.100017>.
- (2) Alfaro, C. R.; Madrigal, G. B.; Hernández, M. C. Improving Forensic Processes Performance: A Lean Six Sigma Approach. *Forensic Sci Int Synerg* **2020**, *2*, 90–94.
- (3) Ferreira, L.; Nascentes, C.; Valladão, F.; Lordeiro, R. Feasibility of a New Method for Identification and Discrimination of Gunshot Residues by Total Reflection X-Ray Fluorescence and Principal Component Analysis. *J. Braz. Chem. Soc.* **2019**. <https://doi.org/10.21577/0103-5053.20190173>.
- (4) González, J. R. H. Análisis Crítico de La Prueba Material En Delitos de Portación Ilegal de Armas de Fuego. *Revista Diversidad Científica*. 2021, pp 117–128. <https://doi.org/10.36314/diversidad.v1i1.13>.
- (5) Lara, P. S. D. la C.; De la Cruz Lara, P. S. Balística Forense (Balística Interior). *Anatomía Digital*. 2021, pp 48–52. <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v4i2.1.1675>.
- (6) Forensic Intelligence: Data Analytics as the Bridge between Forensic Science and Investigation. *Forensic Science International: Synergy* **2021**, *3*, 100162.
- (7) Hallett, J.; Stolk, M.; Cook, M.; Kirkbride, K. P. Examination of Gunshot Residue Arising from Shotgun Cartridges Containing Steel, Bismuth or Tungsten Pellets. *Forensic Sci. Int.* **2020**, *306* (110096), 110096.
- (8) Gavilán García, I. C.; López Santiago, N. R. Enseñanza de La Validación de Métodos Analíticos: Protocolos Experimentales de Química Forense. *Educ. quím.* **2020**, *31* (2), 81.
- (9) Romanò, S.; De-Giorgio, F.; D’Onofrio, C.; Gravina, L.; Abate, S.; Romolo, F. S. Characterisation of Gunshot Residues from Non-Toxic Ammunition and Their Persistence on the Shooter’s Hands. *Int. J. Legal Med.* **2020**, *134* (3), 1083–1094.
- (10) Song, J.; Chen, Z.; Vorburger, T. V.; Soons, J. A. Evaluating Likelihood Ratio (LR) for Firearm Evidence Identifications in Forensic Science Based on the Congruent Matching Cells (CMC) Method. *Forensic Sci. Int.* **2020**, *317*, 110502.
- (11) Vachon, C. R.; Martinez, M. V. Understanding Gunshot Residue Evidence and Its Role in Forensic Science. *Am. J. Forensic Med. Pathol.* **2019**, *40* (3), 210–219.
- (12) Mistek, E.; Fikiet, M. A.; Khandasammy, S. R.; Lednev, I. K. Toward Locard’s Exchange Principle: Recent Developments in Forensic Trace Evidence Analysis. *Anal. Chem.* **2019**, *91* (1), 637–654.
- (13) Blakey, L. S.; Sharples, G. P.; Chana, K.; Birkett, J. W. Fate and Behavior of Gunshot Residue-A Review. *J. Forensic Sci.* **2018**, *63* (1), 9–19.
- (14) Murillo, E. D. C.; de su Profesión, L. E.; Silva, W. R. P.; Carrión, P. R. B.; Vargas, M. I. J.; Babahoyo, U. _.; del Ecuador, I. de E. S.; de Machala, I. T. S. I. P. P. de C. Normas Existentes Y Su Aplicación a La Tenencia Ilegal de Armas. 2018. <https://doi.org/10.29018/978-9942-792-51-8>.
- (15) Díaz, M. V. Tenencia Y Porte Ilegales de Armas de Fuego Y Municiones En El Derecho Penal Chileno. *Política criminal*. 2020, pp 729–759. <https://doi.org/10.4067/s0718-33992020000200729>.

- (16) Acuña, R. J. EL TRÁFICO ILEGAL DE ARMAS COMO UNA AMENAZA A LA SEGURIDAD INTEGRAL DEL ESTADO. *Revista de la Academia del Guerra del Ejército Ecuatoriano*. 2021, p 11. <https://doi.org/10.24133/age.n14.2021.05>.
- (17) Sarapura, P.; Gonzalez, M. F.; Gonzalez, F.; Morzan, E.; Cerchietti, L.; Custo, G. Application of Total X-Ray Fluorescence to Gunshot Residue Determination. *Appl. Radiat. Isot.* **2019**, *153*, 108841.
- (18) Lucas, N.; Cook, M.; Kirkbride, K. P.; Kobus, H. Gunshot Residue Background on Police Officers: Considerations for Secondary Transfer in GSR Evidence Evaluation. *Forensic Sci. Int.* **2019**, *297*, 293–301.
- (19) Roux, C.; Willis, S.; Weyermann, C. Shifting Forensic Science Focus from Means to Purpose: A Path Forward for the Discipline? *Sci. Justice* **2021**, *61* (6), 678–686.
- (20) de Los Santos Villalobos, S.; Robles, R. I.; Parra Cota, F. I.; Larsen, J.; Lozano, P.; Tiedje, J. M. Sp. Nov., an Endophytic Plant Growth Promoting Bacterium Isolated from Wheat (Subsp) in the Yaqui Valley, Mexico. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* **2019**, *69* (12), 3939–3945.
- (21) Comanescu, M. A.; Millett, T. J.; Kubic, T. A. A Study of Background Levels of Antimony, Barium, and Lead on Vehicle Surface Samples by Graphite Furnace Atomic Absorption. *J. Forensic Sci.* **2019**, *64* (2), 565–569.
- (22) Wickenheiser, R. A. Reimagining Forensic Science - The Mission of the Forensic Laboratory. *Forensic Sci Int Synerg* **2021**, *3*, 100153.
- (23) Nunziata, F.; Romolo, F. S.; Burnett, B.; Manna, L.; Orsenigo, S.; Donghi, M. Molybdenum in Gunshot Residue: Experimental Evidences and Detection Challenges in the Presence of Lead and Sulfur. *Microsc. Microanal.* **2021**, *27* (4), 666–677.
- (24) Oura, P.; Junno, A.; Junno, J.-A. Deep Learning in Forensic Gunshot Wound Interpretation-a Proof-of-Concept Study. *Int. J. Legal Med.* **2021**, *135* (5), 2101–2106.
- (25) Bravo, M. L.; del Cisne, R. M.; Suarez, E. M.; Mullo, L. O. MUERTES POR LESIONES PRODUCIDAS POR ARMAS DE FUEGO Y EXPLOSIVOS, REGISTRADAS EN EL INSTITUTO DE CIENCIAS FORENSES Y CRIMINALÍSTICA DE QUITO DESDE EL AÑO 2017 AL 2019. *Universidad Ciencia y Tecnología*. 2020, pp 35–40. <https://doi.org/10.47460/uct.v24i103.355>.
- (26) Pinto, A.; Russo, A.; Reginelli, A.; Iacobellis, F.; Di Serafino, M.; Giovine, S.; Romano, L. Gunshot Wounds: Ballistics and Imaging Findings. *Semin. Ultrasound CT MR* **2019**, *40* (1), 25–35.
- (27) Veiga, J. M. F. *UNIDAD DE INVESTIGACIÓN*; José Manuel Ferro Veiga, 2020.
- (28) Veiga, J. M. F. *EL RASTRO CRIMINAL DE LA BALÍSTICA*; José Manuel Ferro Veiga, 2020.
- (29) Walton, H. F. *Análisis químico e instrumental moderno*; Reverte, 2021.
- (30) Boracchi, M.; Andreola, S.; Collini, F.; Gentile, G.; Lucchini, G.; Maciocco, F.; Sacchi, G. A.; Zoja, R. Can Cadaverous Pollution from Environmental Lead Misguide to False Positive Results in the Histochemical Determination of Gunshot Residues? In-Depth Study Using Ultra-Sensitive ICP-MS Analysis on Cadaveric Skin Samples. *Forensic Sci. Int.* **2018**, *292*, 23–26.

ANEXO

Art. 15.- Son armas de guerra y por tanto de uso privativo de las Fuerzas Armadas, aquellas utilizadas con el objeto de defender la soberanía nacional, mantener la integridad territorial y el orden constitucional, tales como:

- a) Pistolas calibre 9mm o superiores;
- b) Fusiles y armas automáticas, sin importar calibres;
- c) Los tanques de guerra, cañones, morteros, obuses y misiles de tierra, mar y aire en todos los calibres;
- d) Lanza cohetes, lanzagranadas, bazucas en todo sus calibres;
- e) Granadas de mano, bombas de aviación, granadas de fragmentación, torpedos, proyectiles y minas;
- f) Granadas de iluminación fumígenas, perforantes o de instrucción;
- g) Armas que lleven dispositivos tipo militar como miras infrarrojas y lacéricas; o accesorios como lanzagranadas o silenciadores;
- h) Las municiones correspondientes al tipo de armas enunciadas; e,
- i) Las demás determinadas por el Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas.

Art. 16.- Son armas de fuego de uso restringido, aquellas destinadas al uso privativo de la Policía Nacional, tales como:

- a) Revólveres hasta calibre 38, pistolas y subametralladoras semiautomáticas hasta el calibre 9mm;
- b) Carabinas de repetición o semiautomáticas;
- c) Gases de uso y empleo de la Policía Nacional; y,
- d) Otros, previa autorización del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas.

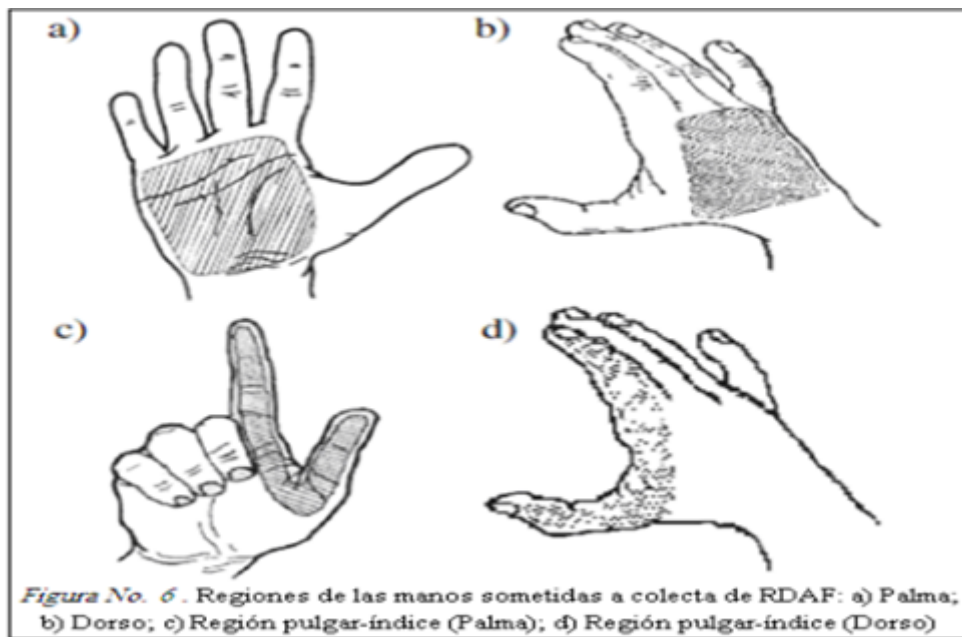
Activar Winc
Ve a Configuraci

Art. 17.- Las armas de fuego de uso civil son aquellas que pueden tener o portar los ciudadanos, y que, por sus características, diseño, procedencia y empleo, son autorizadas por autoridad competente y se clasifican en:

- a) Defensa personal;
- b) Uso deportivo;
- c) Colección; y,
- d) Seguridad privada:
 - 1. Seguridad móvil.
 - 2. Seguridad fija.

Nota: Artículo sustituido por Decreto Ejecutivo No. 1573, publicado en Registro Oficial 529 de 16 de febrero del 2009.

Anexo 1 Normativa vigente; REGLAMENTO A LA LEY SOBRE ARMAS, MUNICIONES, EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS.



Anexo 2 Toma de muestra en palma de manos.



Anexo 3 Microscopio de Barrido Electrónico



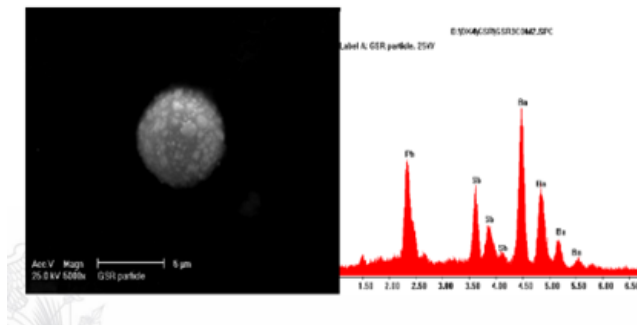
Anexo 4 Prueba de Parafina

EQUIPO UTILIZADO PARA EL ANÁLISIS



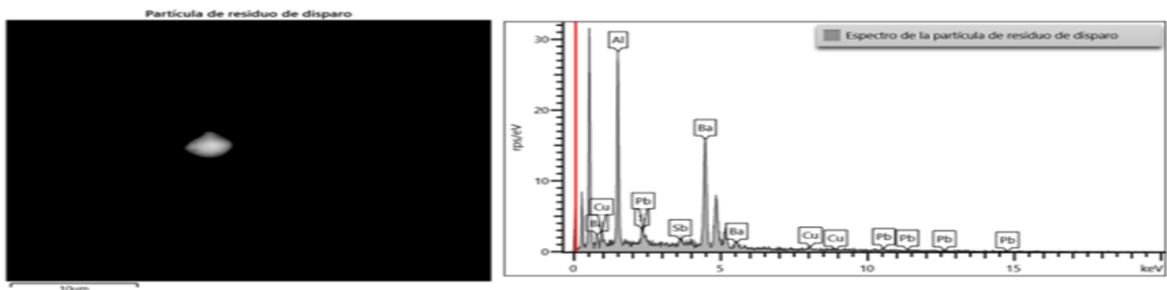
Anexo 5 Espectroscopía de absorción atómica

Resultados Obtenidos por MEB-EDX



Anexo 6 Microscopía electrónica de barrido con energía dispersiva de rayos X

RESULTADO DE UN ANÁLISIS DE RESIDUOS DE DISPARO POSITIVO



Anexo 7 Resultado de un análisis de residuos de disparo positivo