

ANÁLISIS DE RESIDUOS DE DISPARO



Que son los residuos de pólvora?

Los residuos de pólvora son partículas que se generan al disparar un arma de fuego. Se componen principalmente de:

Nitratos, Nitritos y Carbono

Metales pesados, como:

- Plomo (Pb)
- Bario (Ba)
- Antimonio (Sb)



Que son los residuos de pólvora?

Estos residuos pueden depositarse en:

- Las manos del tirador
- La ropa
- Superficies cercanas al disparo



Métodos de identificación de residuos

Prueba de la parafina (Prueba de dermatest):

Detecta nitratos y nitritos.

Hoy en día es considerada poco confiable (puede dar falsos positivos).



Métodos de identificación de residuos

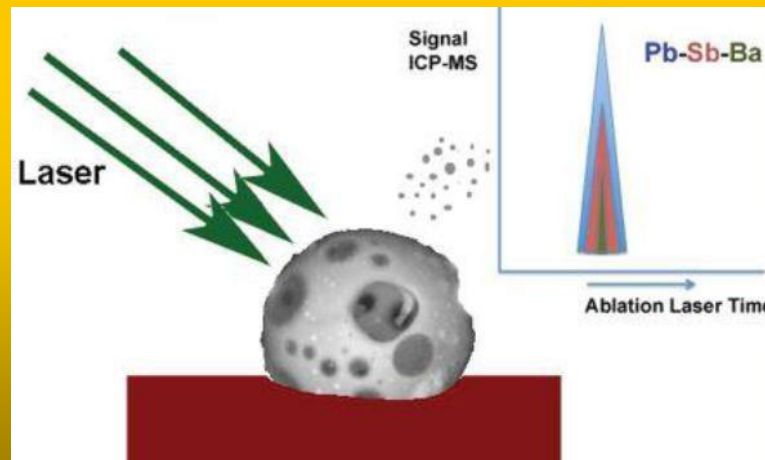
Microscopía electrónica de barrido con espectroscopía de dispersión de energía (SEM-EDX)

- . Método más confiable y aceptado.**
- . Permite:**
 - Observar las partículas**
 - Identificar su composición elemental.**
 - Confirmar la presencia de plomo, bario y antimonio.**

ICP-MS

Espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente

- Técnica altamente sensible
- Utilizada para analizar trazas de metales pesados en tejidos, sangre, orina, etc.



AAS

Espectroscopía de absorción atómica (AAS)

Detecta y cuantifica metales pesados como plomo en fluidos biológicos.



MÉTODOS DE DETECCIÓN

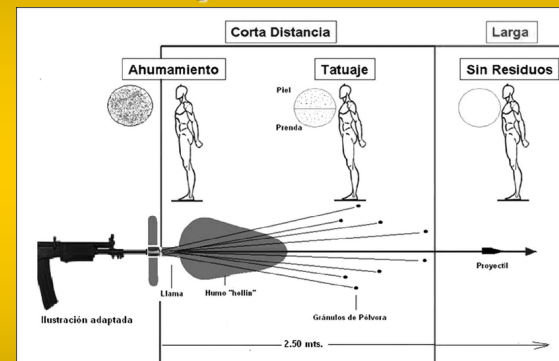
TÉCNICA	DESCRIPCIÓN
SEM-EDX (Microscopía Electrónica de Barrido con Espectroscopía de Dispersión de Energía)	Método más confiable; permite identificar partículas de GSR por su forma y composición química.
Colorimetría (Pruebas de dermatotest o Griess)	Usadas como pruebas rápidas, detectan nitratos/nitritos. Menos específicas.
Análisis por Absorción Atómica (AAS) o ICP-MS	Cuantifican metales (Pb, Ba, Sb) en las muestras recogidas. Alta sensibilidad.

Recolección de muestras

- **Con hisopos de algodón humedecidos con soluciones específicas.**
- **Uso de cintas adhesivas para levantar partículas de la piel o ropa.**
- **Debe realizarse lo antes posible, idealmente dentro de las primeras 4 a 6 horas tras el disparo.**

APLICACIÓN FORENSE

- Determinar si una persona disparó un arma, estuvo cerca del disparo, o manipuló un arma recientemente
- Corroborar testimonios
- Conectar sospechosos con escenas del crimen.



LIMITACIONES

- **El lavado de manos, el sudor o el paso del tiempo puede eliminar los residuos**
- **Exposición a fuegos artificiales o ciertas herramientas puede producir residuos similares (falsos positivos)**
- **No siempre se puede afirmar con certeza que una persona disparó, solo que estuvo en contacto con residuos compatibles**

TÉCNICAS DE CROMATOGRAFÍA PARA EL ANÁLISIS

Cromatografía de Gases (GC): Separa compuestos volátiles y semivolátiles basándose en su afinidad por una fase estacionaria.

Cromatografía de Gases acoplada a Espectrometría de Masas (GC-MS): Es una de las técnicas más potentes para identificar y cuantificar explosivos, ya que la espectrometría de masas permite analizar la fragmentación de las moléculas separadas por GC para su identificación.

TÉCNICAS DE CROMATOGRAFÍA PARA EL ANÁLISIS

Cromatografía de Gases con Termodesorción (GC-TD): Se utiliza para la detección y semicuantificación de compuestos volátiles y semivolátiles en muestras complejas, incluyendo materiales plásticos.

Cromatografía Líquida de Alto Rendimiento (HPLC): Es útil para la separación de compuestos menos volátiles o térmicamente inestables que no pueden ser analizados por GC.

IDENTIFICACIÓN ANALÍTICA DE LA POLVORA

Para identificar a la pólvora es necesario identificar sus tres componentes, nitrato de potasio (ocasionalmente nitrato de sodio), azufre y carbón, y se pueden adoptar varios enfoques.

a) Una pequeña cantidad puede ser retirada del terreno y ser analizada por difracción de rayos X o IR.

b) El azufre puede ser identificado en una campana de extracción, al extraerlo con éter o disulfuro de carbono (ambos disolventes son muy volátiles e inflamables), obteniendo un sólido amarillo pálido, para su posterior análisis.

IDENTIFICACIÓN ANALÍTICA DE LA POLVORA

c) La pólvora arde de una forma en particular por lo que si hay suficiente muestra se pueden encender algunas partículas (ensayo de susceptibilidad de ignición).

d) El azufre puede ser identificado indirectamente de esta manera, ya que un importante producto obtenido de la combustión de la pólvora es el sulfato de potasio, el cual es fácilmente identificado por IR (absorción en 1117 y 620 cm^{-1}), del mismo modo los carbonatos, puede estar presentes en concentraciones suficientes para ser reconocidas, presentando bandas de absorción en 1398 y 880 cm^{-1}

IDENTIFICACIÓN ANALÍTICA DE LA POLVORA

e) La cromatografía iónica y la electroforesis capilar del extracto acuoso, de pólvora sin reaccionar, muestra la presencia de iones nitrato y potasio.

f) Un análisis cuantitativo puede conseguirse por una extracción secuencial de una muestra pesada con exactitud, con disulfuro de carbono, para remover el azufre, seguido por extracción acuosa para remover el nitrato de potasio. El residuo es carbón.

IDENTIFICACIÓN ANALÍTICA DE LA POLVORA

g) La difracción de rayos X, permite la identificación de sulfato de potasio y ocasionalmente de carbonato de potasio y sulfato de potasio si es que se encuentran en concentración suficiente (Aproximadamente el 10%). La identificación de los compuestos dependerá de la exposición ambiental de los residuos, por ejemplo el sulfuro de potasio, es rápidamente convertido a sulfato por exposición al aire.

El nitrato de potasio y su producto de combustión el nitrito de potasio también son identificables por difracción de rayos X.

IDENTIFICACIÓN ANALÍTICA DE LA POLVORA

La pólvora hecha en casa es normalmente fácil de distinguir de los productos comerciales usando solo un estéreo microscopio, ya que sus componentes individuales son distinguibles nitrato blanco/trasparente, azufre amarillo y carbón negro. También las mezclas caseras no se incendian tan rápido como los productos comerciales y algunas veces su ignición se dificulta.

ESPECTROSCOPIA RAMAN PORTÁTIL

La espectroscopía Raman portátil es una herramienta de análisis rápido y no destructivo utilizada en campo para identificación de materiales, incluidos explosivos, drogas, productos químicos tóxicos, y materiales desconocidos. Su portabilidad la hace ideal para uso por fuerzas de seguridad, militares, aduanas.



ESPECTROSCOPIA RAMAN PORTÁTIL

Es una técnica que detecta cómo las moléculas dispersan la luz láser. Cuando una muestra es iluminada con un láser, la mayoría de los fotones se dispersan elásticamente (efecto Rayleigh), pero una pequeña fracción se dispersa inelásticamente: ese cambio en la energía proporciona una “huella molecular” única

ESPECTROSCOPIA RAMAN PORTÁTIL

Puede identificar:

Explosivos industriales: TNT, RDX, PETN, C-4, ANFO

Precursores caseros: nitrato de amonio, peróxidos, fertilizantes, acetona

Sustancias mezcladas: gracias al análisis espectral multicomponente.

Ventajas clave:

No requiere contacto directo (puede usarse a través de materiales transparentes)

Funciona en segundos

No destruye la muestra

Seguro para el usuario (si se usan adecuadamente)

AEROPUERTO



Detector de explosivos portátil Detector GS300

Detectores de trazas de explosivos (ETD) son equipos de detección de explosivos capaces de detectar explosivos en trazas. La detección se realiza por muestreo no visibles “traza” cantidades de partículas.



Detector de explosivos portátil Detector GS300

Detección de explosivos GS mediante espectrometría por movilidad iónica (IMS) se basa en las velocidades de los iones en un campo eléctrico uniforme. Espectrometría de movilidad de trampa de iones (ITMS) que se basa en principio IMS. La sensibilidad de los dispositivos con esta tecnología se limita a los niveles de pg. La tecnología también requiere de la ionización de explosivos de la muestra que se logra por una fuente radiactiva como níquel-63 o el americio-241.