



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES  
ORGANISMO DE INVESTIGACION JUDICIAL (OIJ)  
PODER JUDICIAL, COSTA RICA

PROCEDIMIENTO DE  
OPERACIÓN NORMADO  
ESPECIFICO

**P-DCF-ECT-FIS-39**

**CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE  
PÓLVORA LIBRE DE HUMOS MEDIANTE  
MICROSCOPIA DE LUZ**

VERSION: 08

Rige desde: 24/02/2026

PAGINA: 1 de 21

**Elaborado o modificado por:**

**Revisado por Líder Técnico:**

**Dipl. Raquel Ortiz Arguedas  
Técnico Especializado 6,  
Unidad de Pólvora y Explosivos**

**M.Sc. Steven Vargas Ramírez  
Líder Técnico de Sección /  
Unidad de Pólvora y Explosivos**

**Visto Bueno Encargado de Calidad:**

**Aprobado por:**

**Licda. Ivannia Solís Blanco  
Encargada de Calidad de la  
Sección de Balística y Trazas**

**Licda. Kattia Saborío Chaverri  
Jefatura, Sección de Balística y Trazas**

**CONTROL DE CAMBIOS A LA DOCUMENTACIÓN**

<b>Descripción del Cambio</b>	<b>SCD</b>	<b>Solicitado por</b>
Se actualiza lista de equipo y materiales. Se incluye uso del nuevo microscopio y software. Se elimina anexo del diagrama esquemático del equipo. Se hace revisión general del procedimiento.	003-26	KSC

**ESTE PROCEDIMIENTO ES UN DOCUMENTO CONFIDENCIAL  
PARA USO INTERNO DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES  
SE PROHÍBE CUALQUIER REPRODUCCIÓN QUE NO SEA PARA ESTE FIN**

**La versión oficial digital es la que se mantiene en la ubicación que la Unidad de Gestión de Calidad defina. La versión oficial impresa es la que se encuentra en la Unidad de Gestión de Calidad. Cualquier otro documento impreso o digital será considerado como copia no controlada .**

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 08	PAGINA: 2 de 21
CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE PÓLVORA LIBRE DE HUMOS MEDIANTE MICROSCOPIA DE LUZ	P-DCF-ECT-FIS-39	

## 1 Objetivo:

Este PON tiene como objetivo establecer el método por microscopía de luz para la caracterización morfológica y micrométrica de partículas candidatas a ser categorizadas como pólvora libre de humos.

## 2 Alcance:

Este PON aplica para la identificación preliminar y caracterización de partículas de pólvora libre de humos sin deflagrar o parcialmente deflagradas, mediante la microscopía de luz, en láminas de plástico con detritos recolectados en diferentes superficies relacionadas con armas de fuego (superficies de impacto de proyectiles, ropas de sospechosos, etc.), que a su vez son positivas al revelado de Griess.

## 3 Referencias:

- 3.1 Abramowitz, M., Davidson, M.W. Optical Microscopy. Recuperado de <https://micro.magnet.fsu.edu/primer/pdfs/microscopy.pdf> (mayo 2017)
- 3.2 Araya Villalobos, M.C. Resúmenes climáticos Ciudad Judicial de San Joaquín de Flores IMN-DIM-CM-107-2021. Departamento de Información Meteorológica, Instituto Meteorológico Nacional, 20 de mayo 2021.
- 3.3 Clima San Joaquín, En: [https://www.cuandovisitar.co.cr/costa-rica/san-joaquin-1148668/#Clima\\_San\\_Joagu%C3%ADn-](https://www.cuandovisitar.co.cr/costa-rica/san-joaquin-1148668/#Clima_San_Joagu%C3%ADn-). Consultado 20 de mayo de 2021
- 3.4 [Instructions BX51 System Microscope, Olympus. 2008.](#)
- 3.5 Manual de usuario OLYMPUS STREAM IMAGE ANALYSIS SOFTWARE Versión 510\_UMA\_OlyStream24\_Volga\_es\_00\_18March2019
- 3.6 Meng, H.H.; Caddy, B. Gunshot Residue Analysis-A Review. *Journay of Forensic Sciences*. 1997, 42 (4), 553-570.
- 3.7 Moorehead, W. Characterization of Smokeless Powders. *Forensic Analysis on the Cutting Edge New Methods for Trace Evidence analysis*, Blackledge, R. (ed), Wiley-Interscience: New Jersey. 2007, Capítulo 10, 246-259.
- 3.8 Procedimiento para la determinación de residuos de disparo en ropas y superficies varias, versión vigente.
- 3.9 Procedimiento limpieza y revisión de áreas de trabajo, versión vigente.
- 3.10 Procedimiento para la identificación de los componentes de la pólvora libre de humos por cromatografía de capa fina, versión vigente.
- 3.11 Pun, K-M.; Gallusser, A. Macroscopic observation of the morphological characteristics of the ammunition gunpowder. *Forensic Sci. Int.* 2008, 175, 179–185.
- 3.12 Smokeless Powders Database, National Center of Forensic Sciences. <http://www.ilrc.ucf.edu/powders/>
- 3.13 [Standard Practice for Characterization and Classification of Smokeless Powder. American Society for Testing and Materials. 2025. Designación: E2998-25.](#)

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 08	PAGINA: 3 de 21
CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE PÓLVORA LIBRE DE HUMOS MEDIANTE MICROSCOPIA DE LUZ	P-DCF-ECT-FIS-39	

**3.14** Thornton, J. The Chemistry of death by gunshot. Anal. Chim. Acta 1994, 288, 71-76.

**3.15** Wheeler, B.; Wilson, L. Practical Forensic Microscopy, A Laboratory Manual. John Wiley and Blackwell, The Atrium, England, 2008, Capítulos 1, 2 y 11.

**3.16** Instrucciones BX53 Sistema de Microscopio, Evident Corporation. 2022.

**3.17** Manual de usuario software PRECiV Core, MA\_PRECiV\_221\_es\_00, versión 2.2.1.

#### **4 Equipos y Materiales:**

##### **4.1 Equipos:**

- Cámara digital de al menos 5.0 megapíxeles y una resolución superior de 2448 x 1920 píxeles activos.
- Computadora equipada con el programa "Stream Basic" o "PRECiV Core", con capacidad para realizar mediciones de longitud. Los requerimientos mínimos necesarios de la computadora están definidos por la versión más actualizada del software instalado. La computadora también debe tener acceso a la Herramienta Digital de las Unidades de PEX y QAR (SIDIPEX).
- Microscopio óptico o de luz con los siguientes requerimientos: al menos dos lentes objetivos, uno con magnificación mínima de 5X y otro con magnificación máxima de 20X, o similares. Además, al menos, dos lentes conversores, uno de magnificación mínima de 1X y otro de magnificación máxima de 2X, o similares.

##### **4.2 Materiales:**

- Aguja de jeringa (ver Nota 1)
- Bitácora de control de uso del microscopio o registro equivalente
- Botella plástica con rociador de 500 mL
- Etiqueta de identificación de reactivos
- Formulario Análisis de residuos de disparo en ropas y superficies varias
- Guantes descartables
- Gabacha de manga larga
- Hojas de bisturí (ver Nota 1)
- Jeringa de 3 mL
- Mango para hojas de bisturí
- Marcador de punta fina con tinta indeleble
- Piseta
- Portaviales
- Probeta
- Recipiente plástico de color rojo para desecho de material biopeligroso o punzocortante
- Toallas de papel
- Viales nuevos de vidrio con tapa con capacidad de 2 mL, o similar

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 08	PAGINA: 4 de 21
CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE PÓLVORA LIBRE DE HUMOS MEDIANTE MICROSCOPIA DE LUZ	P-DCF-ECT-FIS-39	

Nota 1: En caso de reutilizarse, la aguja y la hoja de bisturí utilizadas para extraer y transferir los gránulos de aparente pólvora, deberán limpiarse con acetona grado cromatográfico entre casos.

## 5 Reactivos y Materiales de Referencia:

- Acetona grado cromatográfico
- Desinfectante líquido concentrado a base de sal de amonio cuaternario (Surfanios o equivalente)
- Desinfectante a base de sal de amonio cuaternario Surfanios al 0,25% en volumen (por dilución del producto concentrado) o producto equivalente a la concentración efectiva según ficha técnica respectiva (Ver Anexo 01)
- Etanol al 95% en volumen
- Etanol al 70% en volumen (ver Anexo 01)

## 6 Condiciones Ambientales:

- 6.1** Para asegurar el buen funcionamiento del equipo a largo plazo, los ajustes de la temperatura de los sistemas de aire acondicionado en el laboratorio donde se ubica el microscopio de luz deberán mantenerse en un ámbito recomendado entre 5 °C y 40 °C aproximadamente, tal que la temperatura del cuarto esté fresca (cerca de los 25 °C). Para ello, como usuario/encargado del equipo revise que la programación del sistema de aire acondicionado se mantenga a una temperatura nominal de 23 °C. En caso de fallo, reporte al Proveedor del servicio de mantenimiento de aires acondicionados según lo establecido a nivel departamental para que se restablezca el funcionamiento, en cuyo caso puede continuar con los análisis de rutina mientras se restauran las condiciones controladas, considerando que no son críticas para los análisis micrométricos puntuales.
- 6.2** También es recomendable que la humedad relativa se mantenga por debajo del 80% aproximadamente según la recomendación del fabricante, lo cual se logra manteniendo el aire acondicionado encendido.
- 6.3** Como usuario del equipo, no es necesario que realice un registro de las condiciones puntuales de temperatura y humedad, toda vez que aún sin el sistema de aire acondicionado, las condiciones climáticas en la Ciudad Judicial de San Joaquín de Flores tienen valores promedio y valores máximos de temperatura a lo largo del año que no superan los 40 °C. La humedad relativa tampoco es crítica para los análisis ni para el equipo mientras esté funcionando el aire acondicionado de forma regular, considerando los valores de las medias en la localización geográfica del laboratorio y el uso de mecanismos adicionales para mitigar el crecimiento de hongos (pastillas antihongos) y así proteger la óptica del equipo.

Nota 2: La instalación de las pastillas antihongos dentro de la cabeza del microscopio para proteger los prismas corresponde a una actividad realizada por el personal externo contratado para el mantenimiento del equipo, en función de la disponibilidad del insumo, y escapa a los alcances de este PON.

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 08	PAGINA: 5 de 21
CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE PÓLVORA LIBRE DE HUMOS MEDIANTE MICROSCOPIA DE LUZ	P-DCF-ECT-FIS-39	

## 7 Procedimiento:

Nota 3 : La ejecución de este procedimiento debe realizarse acatando las normas de seguridad señaladas en el punto 11 "Medidas de Seguridad y Salud Ocupacional".

### 7.1 Condiciones iniciales del equipo y software

**7.1.1** Anote la fecha, hora de inicio y el número de orden de trabajo o caso en la bitácora de control de uso del microscopio (o registro equivalente).

**7.1.2** Encienda la computadora e ingrese a los programas "Stream Basic" o "PRECiV Core", según corresponda, los cuales se encuentran instalados en el escritorio de la computadora.

**7.1.3** Encienda el microscopio por medio del interruptor de encendido/apagado (ON/OFF).

**7.1.4** Verifique que el obturador o selector de trayectoria de luz, que se encuentra al lado derecho de los oculares, esté en la posición central. El obturador tiene tres posiciones o topes: una más interna (solo para visualización en el microscopio), otra intermedia al halar la varilla obturadora hacia fuera (para visualización en el microscopio y en el programa), y finalmente un tope más externo, que se alcanza cuando la varilla se hala completamente hacia fuera (solo para visualización con la cámara fotográfica).

**7.1.5** En el monitor de la computadora seleccione la opción "Imagen en vivo" para el programa Stream Basic o la opción "Iniciar En vivo" para el programa "PRECiV Core" para poder visualizar la imagen del microscopio en el monitor de la pantalla.

**7.1.6** Verifique que exista coincidencia en las especificaciones del objetivo y la magnitud indicadas tanto en los programas que se están utilizando como las indicadas en el microscopio.

**7.1.7** Si utiliza el programa "Stream Basic", verifique que ambas casillas de resolución de imagen muestren el valor "2448 x 1920" (ver figura 1).

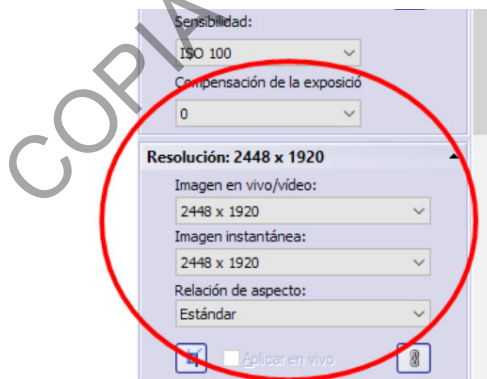


Figura 1. Verificación de información en casilla de resolución de imagen.

### 7.2 Inspección visual de las partículas mediante el microscopio

Nota 4: Las indicaciones dadas del punto 7.2. al punto 7.3 corresponden a lineamientos básicos que no tienen como propósito incluir todos aquellos aspectos y observaciones derivadas del proceso de entrenamiento de los usuarios del equipo. Consulte al líder técnico o bien al

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 08	PAGINA: 6 de 21
CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE PÓLVORA LIBRE DE HUMOS MEDIANTE MICROSCOPIA DE LUZ	P-DCF-ECT-FIS-39	

encargado del equipo y/o manual de operación del equipo (referencia 3.4, 3.5, 3.16 o 3.17) para aclaración o modificación de los parámetros, si es requerido.

**7.2.1** Para la(s) lámina(s) de plástico adhesivo con resultado positivo al revelado de Griess y con presencia de material particulado en las manchas anaranjadas, una vez ubicada (por inspección visual directa) una potencial partícula de pólvora, realice uno o varios cortes sobre el plástico adhesivo de la lámina inspeccionada de forma tal, que bordeé la partícula de interés, para ésto utilice una hoja de bisturí con su respectivo mango. Levante el plástico y con una aguja para jeringa coloque la partícula a inspeccionar sobre el borde del papel fotográfico (o papel de soporte) y observe al microscopio. En aquellas láminas donde el resultado de la prueba de Griess es positiva, pero no se observan aparentes partículas de pólvora libre de humos en la inspección visual directa, complete en el SIDIPEX con la leyenda: "*Griess positivo, sin aparentes partículas de pólvora*".

**7.2.2** Para observar la partícula, coloque la lámina sobre la platina del microscopio, ajustando en caso de ser necesario con el soporte deslizante.

**7.2.3** Gire la perilla que controla la intensidad luminosa. Regule la intensidad que considere necesaria para observar claramente los detalles del material particulado.

**7.2.4** Localice el área de interés y gire el sistema de desplazamiento de la plataforma para lograr posicionar la partícula de interés bajo el lente objetivo.

**7.2.5** Enfoque utilizando la perilla de ajuste fino/grueso para observar con mayor nitidez la partícula.

**7.2.6** Cuando haya enfocado la partícula, haga clic en el ícono que indica "Instantánea", para tomar la captura de la imagen observada.

**7.2.7** En caso de que la partícula no posea características morfológicas compatibles con las partículas de pólvora libre de humos sin deflagrar o parcialmente deflagradas, busque otra partícula en la lámina bajo inspección y repita el procedimiento desde el punto 7.2.1.

**7.2.8** Una vez que se ha observado la potencial partícula de pólvora, observe y contabilice el número total de partículas o gránulos de aparente pólvora en las láminas de plástico adhesivo del caso, con un resultado positivo.

**7.3** Procesamiento de la imagen.

**7.3.1** Rotulación de la imagen.

**7.3.1.1** Si utiliza el programa "Stream Basic, vaya a la barra de dibujo y seleccione la opción "Cuadro de texto". Si utiliza el programa "PRECiV Core" vaya a la pestaña de la derecha rotulada como "ABC Anotaciones" y seleccione el ícono "Campo de texto".

**7.3.1.2** Posicione el puntero en el lugar donde desee hacer la anotación, hágalo utilizando los siguientes datos: Número de caso, tipo de superficie y número (s) de orificio (s).

**7.3.1.3** Seleccione el tipo y tamaño de letra de modo que sea legible en la imagen.

**7.3.2** Medición de las dimensiones de las partículas

**7.3.2.1** Para el programa "Stream Basic", seleccione en la barra de herramientas, que se encuentra en la ventana principal del programa, la opción denominada "Medición".

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 08	PAGINA: 7 de 21
CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE PÓLVORA LIBRE DE HUMOS MEDIANTE MICROSCOPIA DE LUZ	P-DCF-ECT-FIS-39	

Para el programa "PRECiV Core" seleccione la opción "Medición 2D" ubicado en el menú que se despliega a la derecha, elija para ambas la opción "línea arbitraria". Esta opción le permite medir la distancia que hay entre dos puntos para definir la longitud o diámetro de una partícula. Proceda a medir la partícula que se fotografió, documentando las dos dimensiones mayores (diámetros, largos, etc.). Dé clic izquierdo en el borde de interés y arrastre el puntero hasta el otro extremo dando otro clic izquierdo, la longitud de la línea aparecerá automáticamente en la fotografía.

### 7.3.3 Guardado de la imagen.

**7.3.3.1** Para el programa "Stream Basic" despliegue del menú de la barra principal en "Archivo" la opción "Guardar vista como". Esta opción permitirá que las mediciones y anotaciones colocadas en la fotografía original se puedan guardar. Para el programa "PRECiV Core, seleccione en la barra de menú inferior de la pantalla la opción "Guardar" y luego "Guardar como".

**7.3.3.2** La imagen debe guardarse en la siguiente dirección: "D: Fotos Microscopio/PEX/Carpeta con el año correspondiente/crear carpeta con # de caso".

**7.3.3.3** Seleccione el tipo de formato "JPEG" para guardar la foto.

**7.3.3.4** Cada analista creará un respaldo de los casos vistos al día en: "U: 2.Pólvora y Explosivos/ Registros fotográficos/MICROSCOPIO/Carpeta con el año correspondiente". Además una vez al mes el técnico encargado realizará un respaldo en la memoria externa de todos los casos analizados durante el mes.

### 7.4 Cantidad de partículas a fotografiar

**7.4.1** Realice el registro fotográfico y micrometría de al menos un gránulo de aparente pólvora libre de humos por lámina de revelado de Griess positiva. En caso de que en una misma lámina se encuentren partículas con morfologías diferentes que hagan suponer el uso de diferentes municiones, el registro y micrometría se debe realizar para cada tipo de partícula encontrada. Por ejemplo, si existen partículas de morfología cilíndrica y partículas con morfología de disco en la misma lámina, registre las imágenes y características morfológicas de al menos una partícula de cada tipo.

Nota 6: Usualmente es suficiente realizar el registro de un solo gránulo por cada tipo de morfología por cada lámina, pero en casos de gránulos muy deflagrados de morfologías no asociables de forma contundente con la pólvora libre de humos, puede ser necesario el registro de la imagen y morfología de más de un gránulo.

### 7.5 Registro de resultados

**7.5.1** Registre en el Formulario para el análisis de residuos de disparo en ropas y superficies varias la caracterización de las partículas inspeccionadas, detallando si hay presencia de aparentes partículas de pólvora libre de humos y el número de ellas contabilizadas en la lámina, así como el tipo de morfología, color y sus dimensiones aproximadas (dichas dimensiones son registradas en micras, sin decimales, y redondeadas a la unidad más cercana).

Nota 7: En caso de presentarse una dificultad temporal con el SIDIPEX o cualquier otra circunstancia que impida el acceso a la herramienta, de forma tal que no permita

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 08	PAGINA: 8 de 21
CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE PÓLVORA LIBRE DE HUMOS MEDIANTE MICROSCOPIA DE LUZ	P-DCF-ECT-FIS-39	

registrar la información técnica de los casos para la generación del Formulario de análisis, se debe emplear para todos los registros técnicos de este PON el formulario Análisis de residuos de disparo en ropas y superficies varias, versión vigente descargado del Gestor Documental.

**7.5.2** Asegúrese de marcar en el SIDIPEX o formulario impreso el check que indica: "*La información referente a las partículas de aparente pólvora libre de humos es leída, anotada y verificada de forma coherente por la persona encargada de la ejecución del Procedimiento P-DCF-ECT-FIS-39 (ver apartado Metodología(s))*".

**7.6** Extracción de partículas para confirmación de identidad química

**7.6.1** Extraiga para análisis químico las partículas señaladas en 7.4, siempre que se cumplan los criterios y escenarios indicados en el Procedimiento para la determinación de residuos de disparo en ropas y superficies varias, cuando sea requerido el análisis químico de las partículas por técnicas cromatográficas. Lo anterior en función del número de partículas o gránulos de aparente pólvora en las láminas de plástico adhesivo (con revelado de Griess positivo con partículas)

**7.6.2** Para la extracción de partículas que se analizarán por TLC:

**7.6.2.1** Rotule un vial de 2mL de capacidad con el número de caso y descripción de la muestra.

**7.6.2.2** Coloque la partícula o partículas observadas al microscopio dentro del vial limpio y seco, utilizando una aguja para jeringa a manera de espátula y agregue 2 gotas de acetona grado cromatográfico.

**7.6.2.3** Almacene el vial y guárdelo bajo llave hasta la realización del análisis según el Procedimiento para la identificación de los componentes de la pólvora libre de humos por cromatografía de capa fina.

**7.7** Condiciones finales del equipo

**7.7.1** Apague el equipo con el interruptor ON/OFF.

**7.7.2** Baje la plataforma del microscopio hasta el tope girando la perilla de ajuste fino/grueso.

**7.7.3** Complete la información que se le solicita en la bitácora de control de uso del microscopio (o registro equivalente).

**7.8** Disposición final de las láminas reveladas

**7.8.1** Conserve las láminas revisadas al microscopio en la gaveta de custodia destinada para este fin dentro del cuarto de ropas según los plazos indicados en el Procedimiento para la determinación de residuos de disparo en ropas y superficies varias.

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 08	PAGINA: 9 de 21
CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE PÓLVORA LIBRE DE HUMOS MEDIANTE MICROSCOPIA DE LUZ	P-DCF-ECT-FIS-39	

## 8 Criterios de Aceptación o Rechazo de Resultados:

No.	Criterio de Aceptación	Valor Límite	Corrección Aplicable
1	Llenado de Formularios de trabajo	Llenado completo del formulario en SIDIPEX o documento impreso	Completar el registro con la información faltante.
2	Archivado de las fotografías con mediciones	Archivo en carpeta de red con respaldo periódico	Completar respaldo.
3	Selección de partículas para confirmación de identidad química	Según 7.6 de este PON	Repetir revisión y realizar extracción.

## 9 Cálculos y evaluación de la incertidumbre:

La ejecución de este procedimiento no requiere de cálculos ni evaluación de la incertidumbre. Las mediciones asociadas con las dimensiones de las partículas no constituyen un resultado en sí mismas y son de carácter descriptivo, por lo que no requieren estimación de incertidumbre.

## 10 Reporte de Análisis y Resultados:

Los resultados de esta práctica constituyen un elemento de juicio en la identificación de gránulos de pólvora libre de humos en los peritajes de análisis de residuos de disparo en ropas y otras superficies, los cuales valorados en conjunto con los resultados de otras pruebas ortogonales, tal como el análisis mediante TLC permiten realizar una identificación de las partículas de pólvora.

En los Anexos N° 03 y 04 se muestran las morfologías típicas de los gránulos de pólvora sin deflagrar y los efectos que tiene sobre ellas el nivel de deflagración.

## 11 Medidas de Seguridad y Salud Ocupacional:

- 11.1** Utilice gabacha y guantes para la manipulación de las láminas de plástico adhesivo ya que deben considerarse un material potencialmente bioinfeccioso.
- 11.2** Al terminar de realizar la inspección, toma de fotografía con el microscopio y/o recolección de partículas de aparente pólvora libre de humos de cada caso, limpie con acetona grado cromatográfico y papel toalla la aguja de la jeringa y la hoja de bisturí utilizada.
- 11.3** Descarte la hoja de bisturí, en caso de ser necesario, en un recipiente de color rojo utilizado para al descarte de material punzocortante.

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 08	PAGINA: 10 de 21
CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE PÓLVORA LIBRE DE HUMOS MEDIANTE MICROSCOPIA DE LUZ	P-DCF-ECT-FIS-39	

- 11.4** Limpie el área de trabajo utilizando para ello una toalla impregnada con una disolución de etanol al 70% en volumen o una disolución de desinfectante a base de amonio cuaternario (Surfanios) según se indica en el PON de limpieza y revisión de áreas de trabajo.
- 11.5** Descarte los guantes y el papel toalla en el basurero de color rojo utilizado para el desecho de material bioinfeccioso.

## 12 Simbología:

DCF: Departamento de Ciencias Forenses

mL: Mililitros

mm: Milímetros

N/A: No aplica

PEX: Pólvora y Explosivos

PON: Procedimiento de Operación Normado

QAR: Unidad de Análisis Químico de Residuos

SCD: Solicitud de cambio documental

SGC: Sistema de Gestión de la Calidad

SIDIPEX: Sistema Digital de PEX y QAR

TLC: Cromatografía de Capa Fina

UGC: Nomenclatura para la Unidad de Gestión de Calidad

%: Porcentaje

## 13 Terminología:

**Aumento o magnificación:** Unidad de la potencia amplificadora de una lente. El aumento total que permite un microscopio óptico se calcula multiplicando la magnificación que producen el objetivo por la que producen los oculares. Por ejemplo, si se usa un objetivo de 40x (aumenta 40 veces) y un ocular de 10x (aumenta 10 veces), el resultado final será de 400x, es decir, se verá la imagen de la muestra aumentada 400 veces. Algunos microscopios ópticos tienen lentes internas que producen aumentos adicionales que se tendrán que tener en cuenta para calcular la magnificación de la imagen que se observa.

**Deflagrar:** Arder una sustancia súbitamente con llama y sin explosión.

**Enfoque:** Resultado de hacer que la imagen de un objeto producida en el foco de una lente se recoja con claridad sobre un plano u objeto determinado. Se logra cambiando la distancia entre el objetivo y el espécimen para obtener una imagen nítida y resuelta. En la mayoría de los casos la platina con la muestra es elevada o bajada con los ajustes grueso (macrométrico) y fino (micrométrico) de la perilla de enfoque.

**Ésteres nitrados:** parte de los constituyentes de la pólvora libre de humos (nitrocelulosa y nitroglicerina).

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 08	PAGINA: 11 de 21
CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE PÓLVORA LIBRE DE HUMOS MEDIANTE MICROSCOPIA DE LUZ	P-DCF-ECT-FIS-39	

Revelado de Griess: Prueba química utilizada para la detección preliminar de material nitrado asociado con la deflagración de la pólvora libre de humos, usando una reacción química altamente selectiva para la detección de nitritos con el reactivo de Griess. En el peritaje de estimación de distancia de disparo se utiliza como revelador para la visualización de depósitos de gránulos de pólvora y restos de su deflagración (patrón total de nitritos) en la superficie de impacto y evaluar su distribución alrededor de un orificio de entrada de proyectil balístico. Considerando que no solo permite la detección química de pólvora sino también la observación de su dispersión, se cataloga como una prueba quimiográfica.

Lente conversor (*magnification changer*): Accesorio que mediante una torreta integrada de lentes auxiliares permite en el microscopio hacer aumentos intermedios en pequeños pasos (e.g. 1X, 1,25X, 1,6X y 2X) sin necesidad de hacer cambios del lente objetivo.

Microscopia de luz reflejada: Técnica de microscopia óptica en la cual la luz llega a la muestra haciéndose incidir desde arriba, a través del objetivo, y se refleja en la superficie de la muestra. También llamada microscopia de iluminación episcópica, esta técnica es utilizada con especímenes opacos como por ejemplo muestras metalúrgicas. Difiere de la microscopia de luz transmitida (de iluminación diascópica), en la cual la luz se hace incidir sobre la muestra desde abajo y se transmite a través de la muestra, siendo útil en el análisis de especímenes translúcidos como células y materiales biológicos.

Micrometría: La medición de objetos mediante el uso de un microscopio se denomina micrometría, que puede medir con precisión pequeñas distancias lineales.

Microscopía óptica (microscopía de luz clásica): consiste en hacer pasar luz visible de una fuente (difractada, reflejada o refractada en el sujeto de estudio) a través de lentes ópticos simples o múltiples, para lograr una vista ampliada de la muestra. La imagen resultante puede ser detectada directamente por el ojo humano, impresa en una placa fotográfica o registrada y mostrada digitalmente (y eventualmente almacenada en algún soporte digital).

Partículas de pólvora en cantidad insuficiente: Cantidad de gránulos de pólvora que no resulta relevante en la estimación de distancia de disparo pues no se consideran significativos para interpretar. Arbitrariamente y de forma general se definen como tales los siguientes casos:

- Casos con una lámina con tres o menos partículas de aparente pólvora sin más dispersión de material nitrado en ausencia de signos u otros elementos de juicio tomados en consideración para la estimación de la distancia de disparo.
- Casos con dos láminas cumpliéndose que la cantidad de gránulos entre las dos láminas es menor que 6 partículas. Lo anterior cuando no hay más dispersión de material nitrado en ausencia de signos u otros elementos de juicio tomados en consideración para la estimación de la distancia de disparo.
- Cuando hay más de dos láminas, se consideran insuficientes aquellas láminas del grupo con menos de tres gránulos. Lo anterior cuando no hay más dispersión de material nitrado en ausencia de signos u otros elementos de juicio tomados en consideración para la estimación de la distancia de disparo.

Pólvora libre de humos: Mezcla explosiva utilizada comúnmente como propelente en la fabricación de cartuchos para armas de fuego. Dependiendo de su composición se clasifica como pólvora de base simple (nitrocelulosa + estabilizantes + otros aditivos), de base doble (nitrocelulosa + nitroglicerina + estabilizantes + otros aditivos), o de base triple (nitrocelulosa + nitroglicerina + nitroguanidina + estabilizantes + otros aditivos).

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 08	PAGINA: 12 de 21
CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE PÓLVORA LIBRE DE HUMOS MEDIANTE MICROSCOPIA DE LUZ	P-DCF-ECT-FIS-39	

Resolución: Capacidad de un instrumento para representar o hacer perceptibles las imágenes o señales de dos objetos próximos en el espacio. La resolución de una imagen indica cuánto detalle puede observarse en ésta. El término es comúnmente utilizado en relación con imágenes de fotografía digital. A mayor resolución de la imagen, ésta se visualiza con más detalle o calidad visual. Para las imágenes digitales almacenadas como mapa de bits, la convención es describir la resolución de la imagen con dos números enteros, donde el primero es la cantidad de columnas de píxeles (cuántos píxeles tiene la imagen a lo ancho) y el segundo es la cantidad de filas de píxeles (cuántos píxeles tiene la imagen a lo alto). La convención que le sigue en popularidad es describir el número total de píxeles en la imagen (usualmente expresado como el múltiplo correspondiente a millón, Mega-), que puede ser calculado multiplicando la cantidad de columnas de píxeles en una imagen por la cantidad de filas. En el caso de las cámaras con dispositivos de carga acoplados (CCD), existen mecanismos para mejorar la relación señal/ruido que se produce en el procesamiento de las señales provenientes de cada píxel, de manera que varios píxeles adyacentes pueden ser agrupados para generar un "súper-píxel" (*binning combinations*), disminuyendo en parte la resolución. El factor "*binning*" representa el número de píxeles que son combinados para dar un píxel más grande, a fin de recalcular la señal/ruido, asumiendo que la señal es la misma para cada píxel del grupo.

#### 14 Anexos

No. de Anexo	Nombre del Anexo
01	Preparación de disoluciones para desinfección
02	Tipos de pólvora libre de humos según su morfología
03	Efecto de la deflagración parcial de los gránulos de pólvora sobre su morfología.

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 08	PAGINA: 13 de 21
CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE PÓLVORA LIBRE DE HUMOS MEDIANTE MICROSCOPIA DE LUZ	P-DCF-ECT-FIS-39	

**Anexo número 01**  
**Preparación de disoluciones para desinfección**

Disolución de etanol al 70% en volumen

- a. Utilizando una probeta adecuada al volumen a medir, mida 370 mL de etanol al 95% en volumen
- b. Diluya a 500 mL con agua de grifo
- c. Trásvase al recipiente contenedor (botella con tapa, piseta, etc.)
- d. Rotule con la etiqueta departamental para reactivos preparados llenando todos los campos requeridos.

*La disolución de etanol al 70% únicamente se deberá utilizar para la desinfección de manos y limpieza de mesas de trabajo en áreas sin riesgo biológico. El tiempo de almacenamiento no es crítico considerando la frecuencia de uso en la Unidad.*

Disolución de Surfanios.

- a. Mida 1,25 mL de Surfanios concentrado (medido con una jeringa de 3 mL o alrededor de 25 gotas) y colóquelos en una botella plástica de 500 mL con atomizador.
- b. Diluya a 500 mL con agua de grifo.
- c. Prepare semanalmente.
- d. Rotule con la etiqueta departamental para reactivos preparados llenando todos los campos requeridos.

Las disoluciones de etanol y desinfectantes de amonio cuaternario deben ser preparadas solamente por personal del DCF.

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 08	PAGINA: 14 de 21
CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE PÓLVORA LIBRE DE HUMOS MEDIANTE MICROSCOPIA DE LUZ	P-DCF-ECT-FIS-39	

## Anexo número 02

### Tipos de pólvora libre de humos según su morfología

**(Imágenes tomadas de Moorehead, W. Characterization of Smokeless Powders. En: Forensic Analysis on the Cutting Edge New Methods for Trace Evidence analysis, Blackledge, R. (ed), Wiley-Interscience: New Jersey, 2007, Capítulo 10, pp. 246-259)**

A continuación se describen los diferentes tipos de pólvora según su morfología:

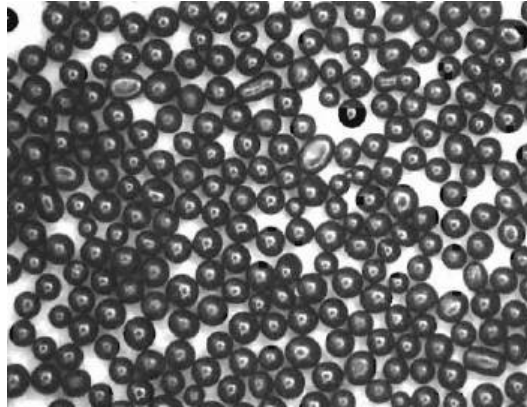
1. **Laminar:** La pólvora en forma laminar se fabrica en tiras, luego se corta en toda la longitud. Los granos de esta morfología típicamente tienen forma de rombo, diamante o cuadrada.



*Figura 1-A02. Pólvora con morfología de lámina.*

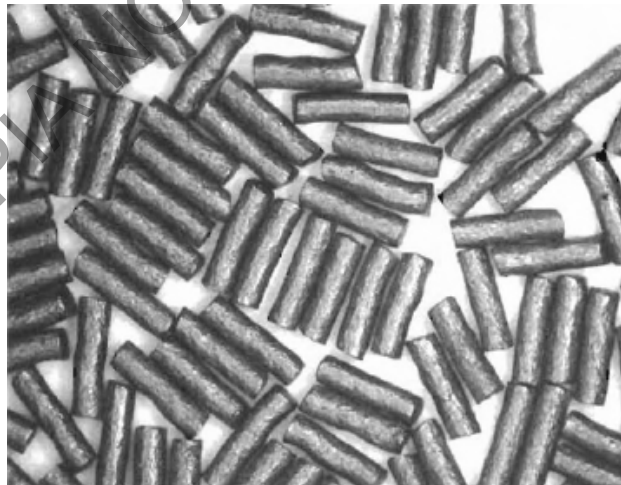
2. **Esféricas:** Se trata principalmente de granos en forma de esferas con algunos núcleos ovoides presentes.

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 08	PAGINA: 15 de 21
CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE PÓLVORA LIBRE DE HUMOS MEDIANTE MICROSCOPIA DE LUZ	P-DCF-ECT-FIS-39	



*Figura 2-A02. Pólvora con morfología de esfera.*

3. **Tubular:** La pólvora tubular se clasifica además en pólvora de tubo largo y corto. Típicamente, cuando se ve el extremo, los núcleos tubulares tienen perforaciones visibles. Algunos núcleos pueden tener un recubrimiento de grafito que cubre y oscurece la perforación.
- 3.1. **Pólvora de tubo largo:** este tipo de pólvora tiene dimensiones que supera 1,7 mm de longitud, una dimensión significativamente superior a su diámetro.

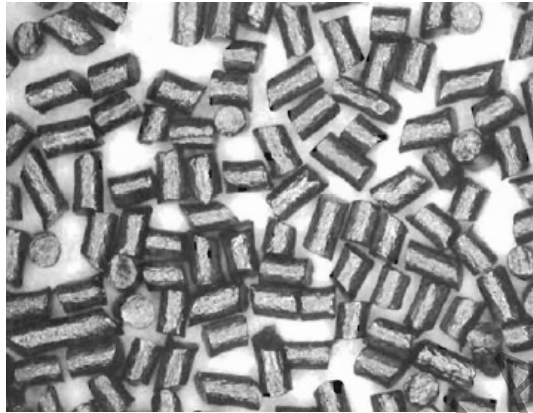


*Figura 3-A02. Pólvora con morfología tubular larga*

- 3.2. **Pólvora de tubo corto:** La longitud del tubo corto para estas pólvoras varía de aproximadamente 0,35 mm y menos de 1,70 mm. A diferencia de los tubos largos, los tubos cortos tienen morfología, tamaño, color y la presencia de puntos de colores que

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 08	PAGINA: 16 de 21
CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE PÓLVORA LIBRE DE HUMOS MEDIANTE MICROSCOPIA DE LUZ	P-DCF-ECT-FIS-39	

inmediatamente pueden distinguir entre algunos de las pólvoras entre sí. Casi todas las pólvoras de tubo corto tienen una perforación en el gránulo.



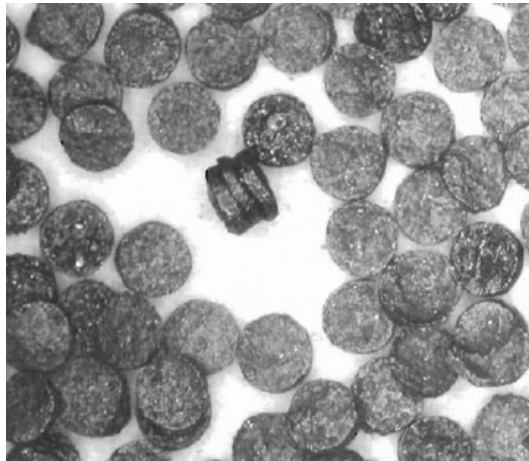
*Figura 4-A02. Pólvora con morfología tubular corta*



*Figura 5-A02. Pólvora con morfología tubular corta con perforación visible*

4. **Disco:** La mayoría de los granos de pólvora con forma de disco pueden ser lisos o discos planos irregulares y ásperos.

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 08	PAGINA: 17 de 21
CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE PÓLVORA LIBRE DE HUMOS MEDIANTE MICROSCOPIA DE LUZ	P-DCF-ECT-FIS-39	



*Figura 6-A02. Pólvora con morfología de disco*

5. **Hojuela:** Esta categoría incluye la más amplia variedad de la morfología de las pólvoras libres de humo, además de la clásica forma de esfera aplanada es decir una esfera que tiene dos bordes planos en lados opuestos, se pueden encontrar hojuelas rotas, alargadas, irregulares u ovaladas.



*Figura 7-A02. Pólvora con morfología de hojuelas*

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 08	PAGINA: 18 de 21
CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE PÓLVORA LIBRE DE HUMOS MEDIANTE MICROSCOPIA DE LUZ	P-DCF-ECT-FIS-39	

### Anexo número 03

#### Efecto de la deflagración parcial de los gránulos de pólvora sobre su morfología

Cuadro 1-A03. Cambios en forma y color de los gránulos de pólvora libre de humos antes y después del disparo.

Gránulo de pólvora sin deflagrar	Gránulos de pólvora semideflagrada
 <p>Munición S&amp;B 9 mm Luger</p>	
 <p>Munición S&amp;B 9 x 19 mm</p>	
 <p>Munición TPZ 9 x 19 mm</p>	

CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE PÓLVORA LIBRE DE HUMOS MEDIANTE MICROSCOPIA DE LUZ

P-DCF-ECT-FIS-39

 <p>Munición FC 9 x 19 mm</p>	
 <p>Munición W-W .32 Auto</p>	
 <p>Munición Winchester .38 Special</p>	

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 08	PAGINA: 20 de 21
CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE PÓLVORA LIBRE DE HUMOS MEDIANTE MICROSCOPIA DE LUZ	P-DCF-ECT-FIS-39	



COPIA NO CONTROLADA

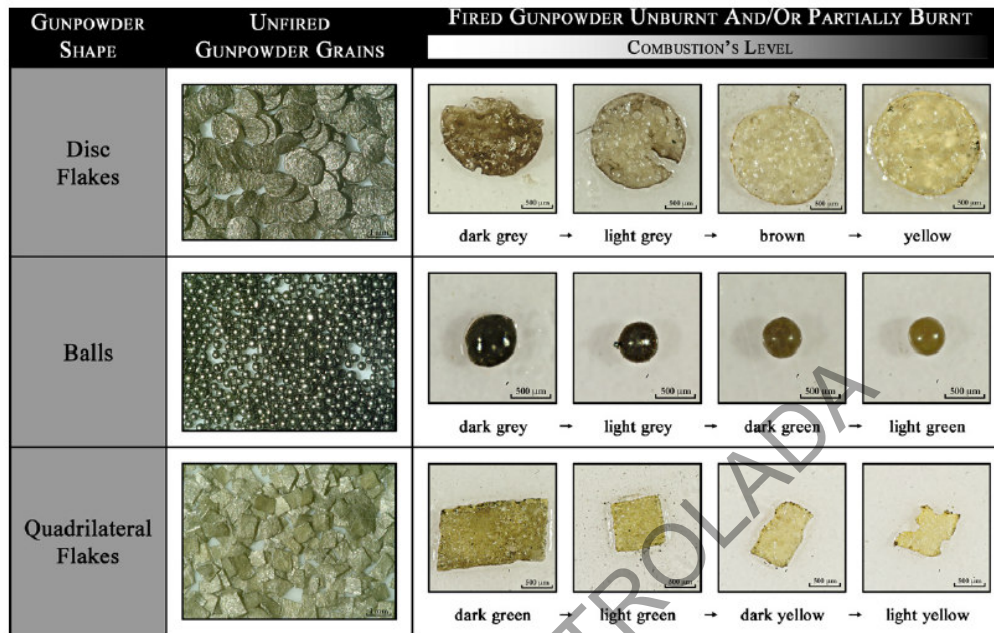


Figura 1-A03. Algunos ejemplos que ilustran los cambios en forma y color de los gránulos de pólvora libre de humos antes y después del disparo. Imagen tomada de Pun, K-M; Gallusser, A. *Forensic Sci Int* 2008, 175, 179–185.

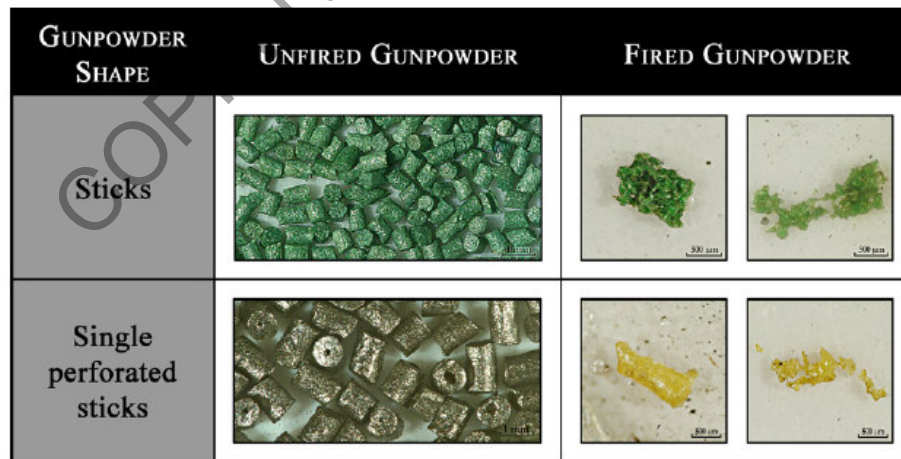


Figura 2-A03. Algunos ejemplos que ilustran la dificultad de distinguir entre la morfología tubular perforada y sin perforar en la pólvora deflagrada. Imagen tomada de Pun, K-M; Gallusser, A. *Forensic Sci Int* 2008, 175, 179–185.