



# LIMITANTES TÉCNICAS PRESENTADAS AL REALIZAR ANÁLISIS MICROSCÓPICOS COMPARATIVOS DE INDICIOS BALÍSTICOS

**Palabras clave:** análisis microscópico comparativo, Balística identificativa, limitante, variabilidad, dubitado, indubitado.

**Keywords:** comparative microscopic analysis, identifying ballistics, limiting, variability, doubtful, doubtless.

Diálogo Forense  
Núm. 7, Vol. 4, 2023  
ISSN: 2789-8458

**Raúl Rizzo Boesch**

*Jefe de Laboratorio de Balística  
Instituto Nacional de Ciencias Forenses  
de Guatemala -INACIF-*

*rrizzo@inacif.gob.gt*

*Recibido: 27/03/2023*

*Aceptado: 2/05/2023*

## RESUMEN

Los altos índices de criminalidad en Guatemala, han llevado a que el Laboratorio de Balística del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala -INACIF- figure como una de las áreas con mayor carga de trabajo. Este laboratorio se encuentra entre los más solicitados debido a la creciente demanda de peritajes balísticos por parte de las autoridades competentes. Entre los servicios que ofrece el laboratorio está el Análisis Microscópico Comparativo, el cual permite el estudio de diferentes elementos, siendo los más comunes casquillos de arma de fuego, proyectiles, fragmentos de proyectil, encamisados de proyectil, entre otros. El objetivo fundamental de este análisis es determinar si estos elementos fueron disparados por un arma de fuego en particular. Para lograrlo, se llevan a cabo disparos de prueba utilizando el arma de fuego sospechosa, con el fin de obtener casquillos y proyectiles que presenten patrones o huellas balísticas. Estos elementos se comparan con las lesiones microscópicas impresas en los casquillos y proyectiles sometidos a análisis. Sin embargo, existen diversos factores externos a la formación, capacidad y recursos

técnicos del perito en balística comparativa que pueden influir en este análisis. En el presente artículo se da a conocer el nivel de complejidad que puede tener un análisis balístico, especialmente dirigido a los profesionales del derecho que solicitan peritajes balísticos y reciben los dictámenes periciales correspondientes. El propósito es brindar orientación para las investigaciones y fundamentar las sentencias relacionadas con estos peritajes.

## ABSTRACT

The high crime rates in Guatemala have led the Ballistics Laboratory of the National Institute of Forensic Sciences of Guatemala -INACIF- to be recognized as one of the areas with the highest workload. This laboratory is among the most requested due to the increasing demand for ballistic expertise by the competent authorities. Among the services offered by the laboratory is the Comparative Microscopic Analysis, which allows the study of various elements, including firearm cartridges, projectiles,

projectile fragments, jacketed projectiles, among others. The fundamental objective of this analysis is to determine if these elements were fired by a particular firearm. To achieve this, test shots are conducted using the suspected firearm to obtain cartridges and projectiles that exhibit ballistic patterns or markings. These elements are compared with the microscopic injuries imprinted on the analyzed cartridges and projectiles. However, there are various external factors unrelated to the training, capacity,

and technical resources of the comparative ballistics expert that can influence this analysis. This article aims to present the level of complexity that a ballistic analysis can have, particularly directed at legal professionals who request ballistic expertise and receive corresponding expert opinions. The purpose is to provide guidance for investigations and support judgments related to these expert examinations.

## INTRODUCCIÓN

El fundamento científico que respalda un análisis microscópico comparativo de indicios balísticos y que es el estandarte de la balística identificativa, dicta que cada arma de fuego tiene una huella balística y que esta no se repite en 2 armas de fuego; en otras palabras, no hay 2 armas de fuego que graben en los elementos no combustibles del cartucho (casquillos y proyectiles), las mismas lesiones producidas en el ciclo de disparo.

Lo expuesto se debe a que, en el proceso de fabricación de las armas de fuego, cada uno de sus componentes es fabricado por diferentes procesos de manufactura, y para ello se utilizan máquinas dotadas de herramientas de corte que tienen un filo característico que sufre desgaste y deformaciones microscópicas cada vez que se fabrica una pieza, de tal forma que el filo varía de pieza en pieza. A lo anotado se debe sumar el hecho de que, superada la vida útil de cada herramienta de corte, es reemplazada. Comprendido esto, se puede afirmar que, por ejemplo, 2 percutores de arma de fuego, aun hayan sido fabricados uno tras de otro, cada uno tendrá diferentes microlesiones en su cuerpo, producto de esas leves y microscópicas variaciones que tuvo el filo de la herramienta que los fabricó. Estas son las lesiones que se graban en el casquillo en el ciclo de disparo y las que un perito profesional en Balística, experto en el estudio de marcas de herramientas utilizará para un análisis microscópico comparativo.

Las lesiones de identidad que se imprimen en la base de los casquillos, específicamente en 2 regiones de interés, como el fulminante y borde del casquillo, son objeto de análisis microscópico comparativo, cuyas lesiones son producidas por la aguja percutora del arma de fuego, el cierre de recámara, extractor y eyector (Figura 1), mientras que en el caso de proyectiles de arma de fuego, las lesiones que se comparan, son los rayados o micro-rayados grabados en su cuerpo, producto del paso

del proyectil por el ánima del cañón (Figura 2). Independientemente de que se trate de casquillos y proyectiles, las lesiones producidas en el ciclo de disparo son conocidas como huella balística.

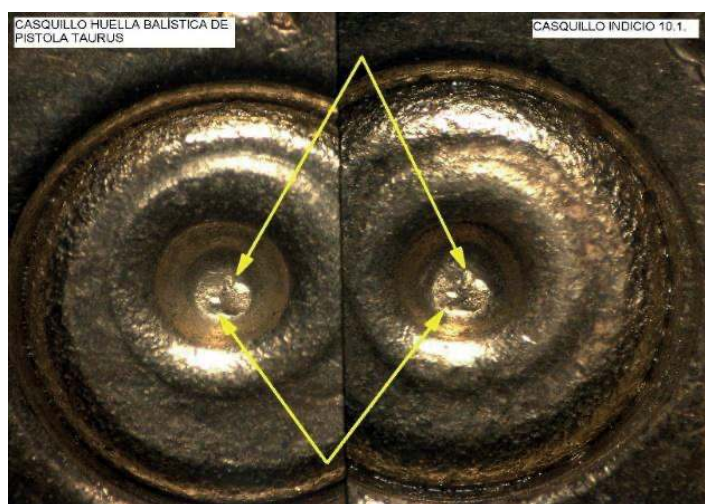


Figura 1. Correspondencia balística de casquillos; específicamente en la región del fulminante. Laboratorio de Balística, -INACIF-.

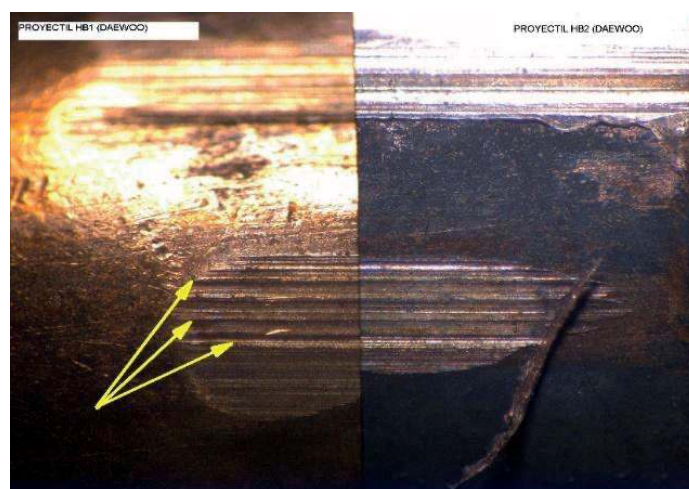


Figura 2. Correspondencia balística de proyectiles; lesión en el cuerpo del proyectil. Laboratorio de Balística, -INACIF-.

El análisis microscópico comparativo cobra mayor relevancia cuando es necesario establecer si, por ejemplo, un arma de fuego en particular percutió o detonó un casquillo en específico, o bien, si un arma de fuego disparó un proyectil, para tal efecto, se realizan pruebas de disparo con el arma de fuego sospechosa a efecto de obtener casquillos y proyectiles de carácter indubitado o patrones, los cuales son comparados con el casquillo o proyectil de carácter dubitado.

El análisis microscópico comparativo se realiza utilizando microscopios de comparación universal y lo que el perito profesional en balística trata de establecer es si las lesiones del ciclo de disparo presentes en el casquillo dubitado, tienen correspondencia con las lesiones

presentes en los casquillos patrones; asimismo, si las lesiones presentes en el proyectil dubitado tienen correspondencia con las lesiones presentes en los proyectiles patrones y a través de este análisis se puede decir que existen dos conclusiones posibles a las que se pueden arribar, una correspondencia y una no correspondencia.

Aunque el fundamento científico que respalda los análisis microscópicos comparativos es claro, existen diversos factores ajenos al perito que pueden limitar el hecho de que se pueda establecer una correspondencia, o bien, realizar un descarte; y el objetivo del presente documento es mostrar algunos de los factores que evitan que se pueda emitir un pronunciamiento concluyente.

## CONTENIDO

Los más de 22 años de experiencia en el campo de la balística comparativa han permitido que el autor del presente documento pueda recolectar y ejemplificar algunas de las limitantes que se pueden presentar al momento de un análisis microscópico comparativo de indicios balísticos, siendo entre los más comunes los siguientes:

- El uso, mal uso, o abuso que se le dé a un arma de fuego, evidentemente puede hacer que varíe la huella balística que el arma imprime en los casquillos por ella percutidos y en los proyectiles por ella disparados, ya que en cada disparo, cada una de las piezas del arma de fuego que interactúa con el cartucho es sometida a diferentes acciones mecánicas, tanto de impresión como de arrastre, que conforme el tiempo, sufrirán desgaste, y por consiguiente, las lesiones identificativas que estas impriman en los casquillos y proyectiles puedan presentar variabilidad.
- El grado de deterioro de los indicios es uno de los factores que comúnmente incide en el análisis comparativo de casquillos y proyectiles, siendo estos últimos los más afectados, ya que si un proyectil durante su trayecto hacia el objetivo puede impactar superficies duras, o bien, durante su trayecto dentro de

la víctima puede impactar hueso, causando que el proyectil se fragmente o se mutile de tal forma que el microrrayado impreso en el proyectil, se deforme, parcialmente se borre o elimine (Figura 3). En el caso de casquillos, cuando estos son recolectados en escenas del crimen abiertas y mucho tiempo después de que fueron detonados, existen factores ambientales que conforme el tiempo, dañan o eliminan las lesiones identificativas presentes en la base del casquillo, estos factores pueden ser humedad, exposición al sol, corrosión, oxidación, entre otros (Figura 4).



Figura 3. Proyectil dañado, no apto para análisis comparativo. Laboratorio de Balística, -INACIF-.





Figura 4. Casquillos dañados, no aptos para análisis comparativo. Laboratorio de Balística, -INACIF-.

- La diferencia del material de fabricación entre el indicio de carácter dubitado y el indicio de carácter indubitado, puede afectar el análisis microscópico comparativo, puesto que, aunque el material de fabricación de los casquillos, generalmente es de latón balístico (70 % cobre + 30 % zinc), la proporción de estos en pequeñas cantidades puede variar, sumado a que adicional a estos dos elementos metálicos, se utilizan otros componentes que le dan diferentes propiedades al casquillo, como brillo, color, anticorrosión, entre otros. También existen otros elementos metálicos que se utilizan para la fabricación de casquillos, como cobre, acero (acero barnizado, acero con baño de latón y acero con baño de cobre), níquel o aluminio, y esta limitante se potencializa cuando, por ejemplo, el casquillo dubitado está fabricado de acero, mientras que los casquillos patrones están fabricados de latón. En el acero, por ser más duro que el latón, las características de identidad no quedarán grabadas con suficiente nitidez, mientras que, en el casquillo de latón, dichas características serán más visibles. En general, esta limitante se presenta cuando se comparan casquillos de acero versus casquillos de latón, casquillos de latón versus casquillos de aluminio (Figura 5), proyectiles de plomo versus proyectiles encamisados (90 % cobre + 10 % zinc aproximadamente).
- Marcas de fusión del metal en proyectiles de plomo pueden afectar la nitidez con las características del microrrayado del ánima del cañón queden grabadas en el cuerpo del proyectil, ya que recordemos que el proceso de disparo se produce por la combustión de

pólvora y los gases generados en este proceso son los que impulsan al proyectil. La temperatura que se alcanza en un disparo, ronda los 1,000 grados centígrados y en algunas armas lo supera, mientras que el punto de fusión del plomo, que ronda por los 327 grados centígrados, esto no quiere decir que, en el proceso de disparo, un proyectil de plomo se va a fundir por completo, sino que, en el cuerpo del proyectil puede generarse una microfusión que evitará o limitará que el rayado del ánima del cañón se grave en el cuerpo del proyectil (Figura 6). Es importante resaltar que muchos fabricantes de munición incorporan a los componentes de fabricación de proyectiles de plomo, diversos aditivos para evitar este inconveniente, y no lo hacen para facilitar la identificación forense, sino que la microfusión genera residuos metálicos que ensucian los cañones y conforme el uso, pierden su precisión.

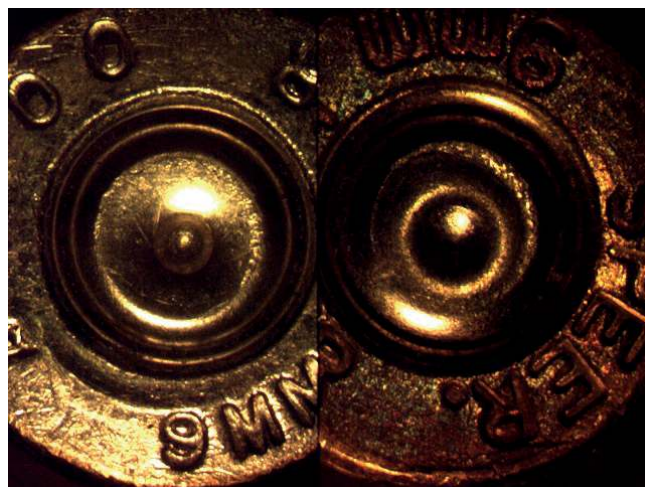


Figura 5. Cotejo de dos casquillos de diferente material de fabricación, pero detonados por una sola arma. Se ilustra la diferencia de las lesiones de percusión. Laboratorio de Balística, -INACIF-.



Figura 6. Marcas de fusión del metal. Laboratorio de Balística, -INACIF-.

Por último, se pueden mencionar las lacas sellantes colocadas en los fulminantes de los cartuchos con el propósito de mejorar el cierre y ensamblaje del fulminante en el cartucho. En el proceso de percusión y detonación del cartucho, las lacas

sellantes actúan como una delgada y fina película que se interpone entre el percutor y cierre de recámara con el fulminante del cartucho. Aunque el golpe de la percusión es suficiente para generar la ignición del fulminante, esta pequeña y delgada película evitará que se graben con nitidez las características de identidad presentes en el percutor (Figura 7).



Figura 7. Lacas sellantes en el fulminante del cartucho. Laboratorio de Balística, -INACIF-.

Cuando se realizan análisis balísticos comparativos de casquillos o proyectiles, el rango de conclusiones esperado es:

- Una correspondencia o cotejo positivo, que quiere decir que hay suficientes características individuales o microrrayado correspondiente entre el indicio de carácter dubitado, con el indicio de carácter indubitado
- Una no correspondencia o cotejo negativo, que se da cuando entre el indicio de carácter dubitado y el indicio de carácter indubitado, no existen lesiones correspondientes de identidad.

Sin embargo, cuando se presentan las variables anteriormente mencionadas, y estas no pueden ser solventadas por el perito analista, el rango de conclusiones se extiende a otras dos posibilidades:

- Cotejo Indeterminado o sin suficientes características microscópicas de comparación, que se da cuando la cantidad de características individuales no son suficientes para poder demostrar la identidad, o bien, los indicios dubitados e indubitados comparten

características de clase, pero no se observan entre ellos suficientes características de identidad. En conclusión, no se puede establecer una correspondencia, pero tampoco se puede establecer una no correspondencia.

- Indicios no aptos para análisis, que generalmente se presentan cuando el indicio de carácter dubitado presenta destrucción, daño o deterioro suficiente de tal forma que no se observan en él, ni características de clase, ni características de identidad. En consecuencia, no es posible someter a cotejo balístico el indicio.

## CONCLUSIONES

Entre las principales limitantes técnicas presentadas al realizar análisis microscópicos comparativos de indicios balísticos se pueden mencionar las siguientes: uso, mal uso o abuso del arma de fuego, deterioro de los indicios, diferencia del material de fabricación entre los indicios a cotejar, marcas de fusión del metal en caso de proyectiles, lacas sellantes colocadas en los fulminantes de los cartuchos.

El proceso de comparación desarrollado por medio de la Balística Identificativa proporciona resultados exactos; sin embargo, no está exento de verse afectado por ciertas variables que hacen imposible establecer de manera categórica en muchos casos, una identificación categórica.

El análisis comparativo de indicios balísticos, pretende arribar a 2 posibles pronunciamientos, una correspondencia o una no correspondencia; sin embargo, las diversas limitantes que se pueden presentar al momento de realizar este tipo de análisis, extienden el rango de conclusiones y añaden otros dos posibles pronunciamientos como el cotejo indeterminado y el de indicio no apto para análisis.

El resultado de un análisis balístico comparativo dependerá en gran medida de la formación, experiencia, habilidad, así como de los recursos técnicos, científicos y logísticos que posee el perito profesional en balística para subsanar algunas de las limitantes planteadas, aunque en algunos casos ante ciertas circunstancias se puede ver obligado a emitir un dictamen no concluyente.

## RECOMENDACIONES

Dado que el análisis microscópico comparativo de casquillos y proyectiles de armas de fuego puede verse afectado por múltiples variables, incluso por la combinación de ellas, la formación y la constante y actualizada capacitación del profesional analista, son

factores que pueden apoyar a que las limitantes puedan ser sobrellevadas; sin embargo, la experiencia que se obtiene a lo largo de cientos de cotejos balísticos es lo que madurará al profesional en balística para poder formar un criterio objetivo y fiable al momento de que se deba emitir un pronunciamiento.

Se debe tomar en cuenta que los materiales de fabricación de la cartuchería pueden variar según el fabricante, y que en Guatemala se comercializan distintas marcas de munición para armas de fuego, y que esta es una limitante en la realización de análisis microscópicos comparativos. Por ello, al momento de realizar disparos de prueba con el arma de fuego sospechosa y generar indicios de carácter indubitado, patrones o huellas balísticas que deban ser comparados con proyectiles y casquillos de carácter dubitado, se debe considerar lo siguiente:

- Realizar disparos con cartuchos que acompañan al arma de fuego, ya que, si efectivamente el arma de fuego sospechosa es la que se utilizó para cometer el hecho delictivo, los cartuchos que la acompañan generalmente corresponden a la misma marca y, por consiguiente, son del mismo material de fabricación que los casquillos y proyectiles dubitados.
- Si adjunto al arma de fuego sospechosa, no se recolectan cartuchos de la misma marca que los casquillos o proyectiles recolectados en escena o morgue, el Laboratorio de Balística deberá contar con un stock de cartuchería de múltiples marcas, con el fin de poder escoger entre una amplia gama de materiales de fabricación y tratar de utilizar cartuchos de la misma marca, o bien, del mismo material de fabricación de los indicios de carácter dubitado.
- Realizar por lo menos 3 disparos con el arma de fuego sospechosa, para comparar entre sí, los casquillos y proyectiles patrones y poder conocer cuáles son las características de identidad que comparten; en otras palabras, conocer cómo es su huella balística. Si entre los primeros 2 patrones hubiera alguna diferencia inexplicable, se puede utilizar el tercer patrón como un tercero en discordia. Aunque en algunos casos es necesario realizar 5 o más disparos, hasta que el profesional analista obtenga patrones con una buena fidelidad y reproducibilidad en sus características identificativas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala -INACIF-. (2016). *Guía de servicios*. Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID).  
<https://www.inacif.gob.gt/docs/uip/InformacionPublicadeOficio-numeral06-01.pdf>
- Gagliardi, P. (2019). *The 13 Critical Tasks, An Inside-Out Approach to Solving More Gun Crime*. Ultra Electronics Forensic Technology Inc. [https://www.ultra-forensictechnology.com/media/2781/the13criticaltasks\\_3rdedition\\_web.pdf](https://www.ultra-forensictechnology.com/media/2781/the13criticaltasks_3rdedition_web.pdf)
- Moreno, L. (1999). *Balística Forense*. Editorial Porrúa.
- Nieto, J. (1998). *Apuntes de Criminalística*. Tecnos.
- Escuela de Investigación Criminal. (2018). *La Balística Forense Reconstructiva como apoyo a la Administración de Justicia*. Policía Nacional, Dirección Nacional de Escuelas, Escuela de Investigación Criminal. [https://policia.edu.co/esinc/wp-content/uploads/2020/08/LIRO-BALISTICA-FINAL\\_1.2.pdf](https://policia.edu.co/esinc/wp-content/uploads/2020/08/LIRO-BALISTICA-FINAL_1.2.pdf).
- Gamarra, G. (2014). Nociones de Identificación en Microscopía Balística. *Skopein: La justicia en manos de la Ciencia*, (4), 43-49.
- Rodriguez, V. (2019). Identificación de arma de fuego a través de la técnica del moldeado forense. *Revista Jurídica. Investigación en ciencias jurídicas y sociales*, 2(9), 138-165.
- Biasotti, A., and J. Murdock. 1984. *Criteria for identification in firearms and toolmark identification*. AFTE J, 16 (4), 16-24.
- AFTE Criteria for Identification Committee. 1992. *Theory of identification, range striae comparison reports and modified glossary definitions – AFTE criteria for identification committee report*. AFTE J, 24(2), 336-340.
- Miller, J. y G. Beach. 2005. *Toolmarks: Examining the possibility of subclass characteristics*. AFTE J, 37(4), 296-345.