
USO DE LA TEORIA DE LINEAS CONSECUTIVAS CONCORDANTES (CMS) PARA LA IDENTIFICACION DE MARCAS EN ELEMENTOS BALISTICOS.
USE OF THE CONSECUTIVE MATCHING STRIAE THEORY (CMS) FOR THE IDENTIFICATION OF MARKS IN BALLISTIC ELEMENTS

Solana Aguilar EG.

Maestro en Criminalística. Experto en armas de fuego y marcas de herramientas.
Coordinador de Informes Periciales B de la D.G.I.P. de la Fiscalía de Aguascalientes.
México.

Correspondencia: enrique.solana@outlook.es

Resumen: La disciplina de la balística forense o más explícitamente el área de expertos en armas de fuego y marcas de herramientas, ha evolucionado de manera constante, esto ha traído consigo cambios significativos en las formas en que se analizan y se emiten los reportes de los expertos, es por demás decir que estos avances traen consigo consecuencias significativas respecto al actuar del experto, por esto es necesario desarrollar una explicación sencilla respecto a la técnica cuantitativa de la teoría de estrías consecutivas coincidentes o concordantes (CMS), esto es necesario ya que no existen muchas explicaciones específicas de esta teoría en habla hispana. Este artículo explica la raíz de esta teoría, su alcance y una explicación breve de la forma que se desarrolla su proceso.

Palabras clave: Líneas Consecutivas Concordantes (CMS), Características, Marcas Bidimensionales, Marcas Tridimensionales.

Abstract: The discipline of forensic ballistics or more explicitly the area of experts in firearms and tool brands, has evolved constantly, this has brought about significant changes in the ways how in which expert reports are analyzed and issued, It is needless to say that these advances bring significant consequences regarding the actions of the expert, for this it is necessary to develop a simple explanation regarding the quantitative technique of the theory of matching or concordant consecutive striations (CMS), this is necessary since there are no many specific explanations of this theory in Spanish. This article explains the roots of this theory, its scope, and a brief explanation of how its process unfolds.

Keywords: Consecutive Concordant Lines (CMS), Characteristics, Two-Dimensional Marks, Three-Dimensional Marks.

INTRODUCCIÓN.

Las marcas dejadas por una herramienta sobre una superficie pueden ser de gran importancia para capturar y procesar a un sospechoso, es por eso que es trascendente un análisis de estas marcas basado en criterios objetivos que permitan fundamentar un cotejo de forma concreta.

Existen numerosas maneras en las que se generan las marcas y los objetos que las generan, siendo de gran importancia conocer la diversidad de herramientas que existen para que, al momento de observar las marcas, se pueda llegar a una idea preliminar de la que pudo producirla y la forma en que fue usada. El estudio de las marcas de herramientas contempla tres momentos indispensables a saber: La adquisición o captura de la marca, la replicación de la misma y el análisis de ambas marcas. El primer paso conlleva un conocimiento concreto de técnicas e insumos que existen para la mejor adquisición o toma de la marca, esta se encuentra preconcebida de manera general en el procesamiento, que incluye las diversas técnicas de documentación, siendo que mientras más de estas se usen mejor puede ser el resultado para el analista, no solo se trata de usar las técnicas para todos los casos, si no saber cuál es la ideal para cada caso, en este caso la técnica deseada e ideal es el moldeado de la marca, es por esto que se requiere la aplicación de ciertas sustancias para moldear la marca y poder levantar la misma. El siguiente paso es la replicación, lo

cual incluye el conocimiento general de las herramientas y pruebas de estas mismas en una superficie adecuada, como lo sería el plomo, debido a que esta es maleable y previene el desgaste general de la herramienta, cabe decir que este desgaste puede cambiar la esencia de las marcas estampadas. En este sentido se tiene una idea preliminar de las posibles herramientas lo cual puede conducir la investigación para asegurar las de características similares y a su vez permita la replicación de las marcas con dichos instrumentos y por consiguiente estar en posibilidad de realizar el siguiente paso. El análisis incluye la vista general de las marcas para describir las características generales o de clase y pasar al análisis o descartar de primera instancia. Esta etapa incluye un examen pormenorizado de las marcas con grandes aumentos, como lo sería un microscopio comparador que nos permitirá ver ambas muestras al mismo tiempo (marca indicio y marca testigo de la posible herramienta), y con ello discernir sobre la identificación o eliminación en el cotejo.

En el caso de las armas de fuego, pasa algo similar a lo explicado con anterioridad, entendido desde la perspectiva de que el arma es un instrumento que deja marcas, en tanto puede considerarse una herramienta, la diferencia con otras herramientas, es que estas producen las marcas de manera secuencial gracias al proceso que desarrollan en su operar, esto es, que la operación de la misma no tiene que ser probada de diversas maneras, ya que las marcas son secuenciales en su operar, más sin embargo no hay que descartar el intercambio de las piezas o algún defecto que deba ser replicado para obtener las marcas lo más similares a los indicios.

Este estudio se basa en el tercer paso, es decir, en el análisis y en específico en la teoría de estrías consecutivas coincidentes o concordantes (CMS), la cual nos permite realizar un cotejo estándar, soportado por estudios previos que pueden garantizar la fiabilidad de sus resultados, siempre y cuando el examinador la realice de la manera adecuada, por lo que se pretende dar una explicación breve pero concisa de esta teoría.

1. ¿Qué se entiende por marcas de herramientas bidimensionales y tridimensionales?

Se maneja al arma de fuego dentro del contexto de las herramientas, por esta ser una extensión de la mano, y que su accionar deja marcas que son las que ayudan en el examen de los elementos por ellas expulsados y disparados, antes lo anterior hay que dejar claro que se entiende por marca, siendo para este estudio cualquier figura impresa en algún objeto, las cuales pueden o no tener suficientes características para identificar al donante de dicha marca.

El uso o abuso que se le dé a una herramienta, como lo podría ser un arma de fuego, influye en la calidad y característica de las marcas dejadas, hay que tener en cuenta que la diversidad de las marcas está relacionada con la pieza que produce dicha marca y el objeto sobre la cual se produce, siendo, por ejemplo, de diversa naturaleza las marcas que deja un arma de fuego. En primero momento para entender más a fondo esta situación habrá que definir el concepto “característica”, ya que esta es la que nos ayudara a diferenciar entre una marca y otra y en su caso a identificar al generador.

La Real Academia de la Lengua Española, (RAE), nos define característica como: *“Dicho de una cualidad: Que da carácter o sirve para distinguir a alguien o algo de sus semejantes”* (Real academia española). Esto debe ser bien entendido ya que la identidad del objeto o persona se valdrá de estas peculiaridades.

De acuerdo a la profundidad del daño producido; las marcas de herramientas pueden dividirse en: **bidimensionales o tridimensionales.**

a. **Marcas bidimensionales.**

Estas marcas son aquellas que también se conocen como marcas por compresión o estampadas, se producen cuando una herramienta aplica suficiente fuerza a un objeto cualquiera, dejando en este una impresión, la cual varía por su contorno, profundidad, dimensión, etc.

a. **Marcas Tridimensionales.**

Estas marcas son conocidas también como marcas por fricción, arrastre, abrasión, estrías o arañazos, y se producen cuando una herramienta al ser arrastrada con cierta fuerza sobre un objeto genera surcos o marcas lineales, estas marcas o bajo relieves tienen diversidad en su contorno y profundidad, produciendo en ocasiones micro rayas dentro de su contorno.

De una manera explicativa podremos decir en palabras de Wei Chu, et. al. (2013) que:

Las marcas de herramientas estriadas 2D son aquellas que carecen de una profundidad discernible y las marcas son muy superficiales; Las marcas de herramienta estriadas 3D son aquellas que muestran un contorno discernible porque el medio en el que se encuentra la marca de herramienta ha sido desplazado (p.137).

Para el autor Carlos Guzmán (2013), las marcas estriadas o estrías:

Se producen o aparecen cuando hay movimiento relativo entre dos objetos bajo presión. Las estrías son variaciones del contorno/perímetro (generalmente microscópicas) en la superficie de un objeto, causadas por una combinación de fuerza y movimiento, donde el movimiento es aproximadamente paralelo al plano a ser marcado. Las marcas estriadas de herramientas también podrían ser descritas como marcas de arañazos, marcas de abrasión o marcas de fricción (p.176).

El primer paso para el uso de la teoría de la CMS es la inspección y distinción entre las marcas, es decir, saber discernir de las marcas bidimensionales y de las llamadas tridimensionales, recalando que aquellas a las que se le llaman bidimensionales cuentan igualmente con una profundidad, más sin embargo lo que las hace diferenciar unas de otras es la manera en que la herramienta incidió sobre la superficie, es decir, aquellas donde existió un arrastre y fuerza considerable son las que se le llaman tridimensionales y aquellas depuestas por una presión o un golpe, sin un arrastre considerable, se les determina como bidimensionales. Debemos considerar a las estrías que aparecen en las balas disparadas como marcas de herramientas tridimensionales y unas tantas observadas en el culote del casquillo como bidimensionales.

Existen autores que debido a la profundidad prefieren dejar más claro la definición al llamar marcas por estriación 3D y marcas por impresión 2D, haciendo alusión a la forma de producción de las mismas, tal vez esto lo hacen para evitar confusiones y ser más claros en su definición, como sea que se les nombre hay que siempre tomar en cuenta no tanto la profundidad de la marca, si no su forma de producción para poder catalogarlas como bidimensionales o tridimensionales.

No debemos confundir estos conceptos con los de estrías 2d y estrías 3d respecto a lo cual Wei Chu et. al. (2013) nos mencionan que:

En el campo de identificación de marcas de herramientas, las marcas de herramientas estriadas 2D son aquellas que carecen de una profundidad discernible y las marcas son muy superficiales; las marcas de herramienta estriadas 3D son aquellas que muestran un contorno discernible porque el medio en el que se encuentra la marca de herramienta ha sido desplazado, (p.137).

Este concepto habla de la profundidad de las marcas y no tanto de su forma de producción, más sin embargo de lo que se habla es de las estrías, las que ya se ha comentado la manera de producción de las mismas.

2. Las tres características físicas de impresiones o marcas que dejen las herramientas.

Midiendo el tamaño y anotando la forma característica de la impresión, así como también la naturaleza del material afectado, puede establecerse la identidad del tipo de herramienta involucrado. Las herramientas producen diversas características físicas en la superficie que es usada, clasificándose estas de la manera siguiente:

Tipos de características físicas de impresiones o marcas de herramientas:

a. Características de clase.

Son las impresiones más grandes o generales que presentan una impresión o marca de una herramienta. Son el resultado de factores de diseño y por lo tanto se determinan antes de la fabricación. Los ejemplos más comunes serían la anchura de la punta de un destornillador, la anchura de la mandíbula de una herramienta de agarre, o el tipo de acción empleado por una herramienta de corte.

a. Características de subclase.

Características de la superficie discernibles de un objeto que sean más restrictivas que las características de la clase, pero no son tan únicas como las características individuales. En el ejemplo destornillador, la característica de subclase podrían encontrarse en la punta de algunos destornilladores estampados baratos, llevado a cabo por algún equipo determinado, sin acabado. Las características de clase de esta máquina de estampación cambiarían gradualmente, pero no antes de que la producción de un número potencialmente elevado de destornilladores con puntas que llevan características subclase similares.

Las Características de subclase son:

- Daños producidos a la fabricación de una herramienta,
- Significativo, porque se refieren a una fuente más pequeña del grupo, es decir, un subconjunto de la clase a la cual pertenecen,
- Identificables dentro de un marco de tiempo desde los procesos de cambio en el tiempo de fabricación (Dillon, 2008,p.374).

Las características de subclase pueden ser una trampa en el examen y comparación de herramientas simplemente porque pueden parecer características individuales. El examen de prueba de una herramienta permite al examinador evaluar el nivel de las características de subclase.

a. Características individuales.

Son impresiones imperceptibles a simple vista y que generan las características de identidad particular de una pieza. Es decir, marcas en un objeto producido por las imperfecciones aleatorias o irregularidades en las superficies de las herramientas utilizadas para la fabricación del objeto. Estas marcas se producen de manera incidental al proceso de fabricación y son típicamente a nivel microscópico. Las características individuales también se pueden producir en un objeto mediante el uso, el abuso, y los efectos de la corrosión al azar. Para usar el ejemplo de un destornillador, las características individuales se pueden encontrar en la punta de un destornillador de precisión por el proceso de acabado usando una muela abrasiva; y el cómo se utiliza el destornillador, su abuso, y su corrosión, hacen más única la característica (Dillon, 2008,p.374).

3. ¿Qué es la teoría de la CMS?

La CMS por sus siglas en ingles significa: consecutive matching striae, que podría traducirse al español como la identificación por líneas consecutivas.

3.1. Breviario histórico de la teoría de la CMS.

Jack Dillon (2008), respecto a la historia de la CMS, nos señala que:

La CMS fue inicialmente propuesta en 1959 por Al Biasotti, se enfocó en la necesidad de establecer criterios específicos para la identificación de las impresiones de herramientas, centrándose en la idea de que

una identificación se da bajo el sustento de las características individuales basada en una perspectiva objetiva. Esta teoría se fundamenta en un estudio realizado con muestras siendo esto un análisis de 720 comparaciones, no concordantes, conocidas de las impresiones del campo y la estría, y no pudo encontrar casos en los que la CMS superó cuatro líneas continuas en los cotejos. En 1997, Biasotti y John Murdock publicaron conjuntamente su trabajo titulado "Criterios cuantitativos conservadores de identificación", utilizando los criterios de la CMS (Dillon, 2008, p.375).

Este estudio empírico se ha replicado de diversas maneras, a su vez se han combinado diversos estudios con los avances digitales, con el fin de que el estándar estadístico sea el que, de manera, por así decirlo automática, establezca el estándar de identidad, entre alguno de los equipos que hoy en día utilizan este estándar se encuentra el Sistema Integrado de Identificación Balística, (IBIS®).

3.2. Criterios de la teoría de identificación según la CMS.

En el estudio de las impresiones o marcas de las herramientas se ha visto la necesidad de pronunciarse en criterios que ayuden al analista a solidificar o concretizar sus conclusiones, es por esto que la teoría de la CMS se vuelve conveniente para darle un sentido cuantitativo al cotejo.

La teoría de la CMS guarda dos criterios importantes para la identificación de impresiones o marcas de herramientas, dado este, según el tipo de marca de que se trate, al respecto Dillon, Jack (2008) nos menciona estos como sigue:

- a. En marcas de herramientas bidimensionales se da la identificación cuando al menos dos grupos de al menos cinco líneas consecutivas aparecen en la misma posición relativa, o un grupo de ocho líneas consecutivas están en concordancia.
- b. En marcas de herramientas tridimensionales se da una identificación cuando al menos se encuentran dos grupos diferentes de al menos tres líneas consecutivas donde aparecen en la misma posición relativa, o un grupo de seis líneas consecutivas en concordancia (p.375).

La CMS puede describirse mejor, como un método para determinar la mejor no coincidencia observada; el entendimiento de que las estrías coincidentes ocurren en no coincidencias conocidas crea una comparación estándar dentro de la experiencia del examinador para el número mínimo de estrías coincidentes para que un examinador declare con seguridad una coincidencia. Nichols cree que un examinador que utiliza CMS (descrito como un contador de línea) puede parecer más imparcial porque es más probable que el método utilizado para describir el trabajo sea entendido por un lego y son capaces de utilizar la mejor no coincidencia de otra persona que observe para complementar su propia formación y experiencia, (Chumbley, 2010,p.10).

Para la aplicación de esta teoría se precisa de marcas que contengan líneas, las cuales deben colocarse en la misma zona relativa de la producción de la marca y en la posición adecuada que empate las líneas lado a lado, para así permitir realizar el conteo de la conectividad de las mismas.

3.3. Importancia del cotejo usando la teoría de la CMS.

- Se cumplen las expectativas más estrictas del juez y las partes.
- Les permite a las partes en el proceso un concepto más objetivo y visible de una identificación.
- El potencial de aumento en la credibilidad de los examinadores (Dillon, 2008, p.375).

4. ¿Cómo se producen las marcas en las balas y casquillos?

“Las estrías (o estrías) se definen como variaciones de contorno, generalmente microscópicas, en la superficie de un objeto causadas por una combinación de fuerza y movimiento donde el movimiento es aproximadamente paralelo al plano que se está marcando” (Chu et al., 2013,p.137).

Las marcas que se producen en las balas son producidas por el paso de la misma en un cañón con ranuras (estrías), de diámetro menor a la misma, lo que obliga a pasar por el mismo es la fuerza que impulsa a la bala por medio de un proceso de extrusión, donde se graban esas ranuras, (estrías), en la bala generando bajo relieves que se les llama campos y estrías. Existen cañones con ausencia de ranuras definidas los cuales se nombran como poligonales, mismo que dejan micro estrías con poca profundidad.

Los casquillos contienen multiplicidad de marcas, estas debidas al golpe brusco del espaldón o placa de cierre de un arma, que pega en la base o culote del casquillo, imprimiendo marcas de dicha pieza, por otro lado la llamada uña extractora es un elemento que permite sujetar al casquillo en sus recorridos dentro de la recamara del arma, haciendo posible su desliz y dando estabilidad en su recorrido dentro de la recamara para que este no se caiga o se desajuste de la posición necesaria para producir el disparo, esta marca genera normalmente profundidad y deslizamiento, pudiendo producir micro estrías. Una marca importante es el eyector o expulsor, pieza importante que golpea en el casquillo, produciendo el desliz por fuera de la ventana de la recamara para que el casquillo sea expulsado y permita que el siguiente cartucho suba sin obstrucción, esta marca produce una marca por impacto más sin embargo también se observan micro estriado provocado por desliz del casquillo respecto a la pieza. Una de las marcas más importantes es la dejada por la aguja percutora, la cual se imprime en la parte central del casquillo si se trata de cartuchos de fuego central o en la periferia, si se trata de un cartucho de fuego anular, esta marca es de impacto, y produce bajo relieves con gran profundidad, esta marca puede considerarse bidimensional.

Howitt y col. publicó recientemente un modelo para el cálculo de probabilidades de correspondencia (es decir, "emparejamiento") entre los patrones de estriación impresos en balas disparadas por la misma pistola y balas disparadas por diferentes armas (Petraco et al., 2012,p.901).

5. Proceso de cotejo de elementos balísticos.

El proceso de comparación de elementos balísticos ha pasado por numerables etapas, siendo las más mencionadas las que tienen que ver con los equipos que se han venido ingeniando para realizar esta tarea. Al respecto, TV. Vorburger, J. Song y N. Petracco (2016) nos mencionan que:

No fue hasta principios del siglo XX que la identificación de armas de fuego se convirtió en una ciencia, cuando el 'microscopio de comparación bidireccional' inventado por Alexander von Inostranzeff en 1885, fue adaptado para la identificación de armas de fuego e investigación. Desde la década de 1930, el uso de microscopios de comparación para la identificación de pruebas de armas de fuego, mejoró las comparaciones de imágenes balísticas al mostrar la imagen de referencia y la imagen de prueba una al lado de la otra, y cambiarlas entre sí para optimizar la comparación (p.3).

Los cotejos pueden realizarse ya sea de elementos indicio o problema, que son aquellos que no se sabe su origen y también se puede hacer cotejo de elementos testigo contra elementos indicio. Por lo anterior, si se tiene un arma, habrá que obtener elementos testigo.

5.1. ¿Cómo se obtienen los elementos llamados como testigo?

Los elementos testigos, son aquellos que se conoce el origen de su procedencia, en el caso de los elementos balísticos, nos referimos al arma de fuego que disparo la bala y percutió, y en su caso, expulso el casquillo.



Imagen 1. Perito disparando en un tanque recuperador de agua, para obtener elementos balísticos testigos. Fuente: Captura realizada por el autor.

Los laboratorios pueden contar con recuperadores ya sea húmedos, (normalmente de agua), o de elementos físicos como lo serian el kevlar o la estopa, de estos últimos hay que tener cuidado, ya que en ocasiones estos elementos pueden producir microrrayas que pueden confundirse con aquellas de origen del arma.

Se acostumbra al menos realizar tres disparos de prueba como mínimo, pero el laboratorio decidirá cuantos son los adecuados según el caso de que se trata, por ejemplo, en el caso de tener un revolver lo ideal es que se haga un disparo de cada uno de sus alveolos, en el caso de armas con sistema automatizado y semiautomatizado, se deben probar ambos, realizando al menos dos disparos en semiautomático y tres en sistema automático, esto debido a que cada sistema puede producir diferencia en sus marcas.

En armas con un sistema de disparo defectuoso o que se sospeche que no se encuentre en buenas condiciones, se sugiere realizar disparos con un mecanismo remoto, esto para no exponer al examinador a un accidente.

5.2. El examen de elementos balísticos.

Antes de realizar los exámenes o las comparaciones microscópicas de las vainas percutidas o sin disparar de armas estriadas o escopetas, se debe abordar ciertas cuestiones preliminares:

- a) Políticas del laboratorio.
 - Seguir las políticas del laboratorio incluyendo:
 - Cadena de custodia
 - Seguridad en el laboratorio

- Seguridad de la evidencia
- Coordinación de análisis de secuenciación a través de disciplinas para evitar la pérdida de pruebas físicas
- Individualización y embalaje de pruebas

b) Documentación

“La información descriptiva básica debe ser documentada antes de cualquier examen o comparación. Puede estar disponible una hoja de trabajo aprobada por el laboratorio para tal fin” (Guzmán, 2013, p.174).

No solo la revisión documental es importante si no también la documentación por diversas vías, desde la escrita, pasando por la fotografía y cualquier otra auxiliar que ayude al estudio, es una buena recomendación documentar todo al menos de manera escrita y fotográfica, esto es antes de recibir, durante el estudio y posteriormente o antes de la entrega de los indicios a otra persona.



Imagen 2. Documentación fotográfica que lleva a cabo el experto de un embalaje que contiene elementos balísticos.

Fuente: Captura realizada por el autor.

c) Equipo

“Los microscopios estereoscópicos y de comparación deben ser calibrados y mantenidos previo al examen” (Guzmán, 2013, p.174).

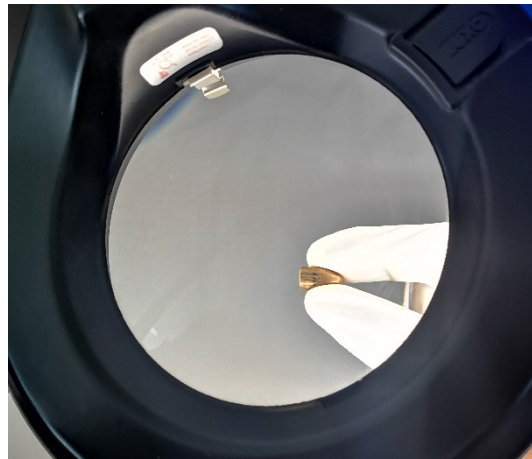
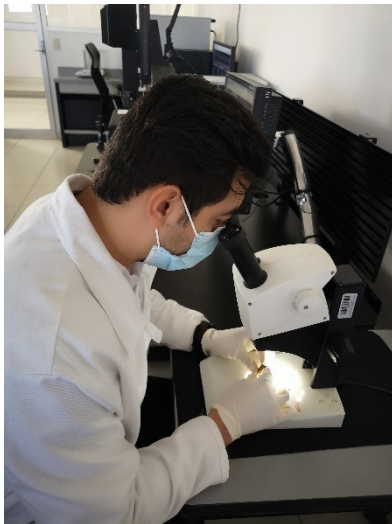
Este es un punto importante, ya que el laboratorio no solo debe realizar una revisión rutinaria de sus insumos, equipos y suministros, si no también, antes de cualquier estudio o de la utilización de los equipos, suministros e insumos, se debe revisar si estos se encuentran en óptimas condiciones y con sus mantenimientos y calibraciones vigentes, se recomienda realizar una prueba de verificación que pueda comprobar el estado funcional y de idoneidad del equipo, a su vez, en cuanto a insumos y suministros, se debe revisar en todo momento que estos no se encuentren caducados o cuenten con desperfectos que puedan ser perjudiciales para el examen.

d) Características de clase:

“La evidencia es examinada para determinar que lleva las marcas microscópicas de valor adecuado para la comparación. Aunque las marcas sean adecuadas para la comparación, pueden o no ser suficientes para la identificación. Esto se determina durante la comparación real” (Guzmán, 2013, p.174).

En primero momento se deben observar los elementos balísticos sujetos a estudios, ya que estos pueden ser susceptibles de subindicios, como lo sería la evidencia traza, si esto es así, debe recolectarse la evidencia traza o enviarse al laboratorio correspondiente que realiza esta actividad, esto según el protocolo de cada laboratorio. Posterior

a este paso se marcan los elementos con un grabador, en alguna zona que no afecte las marcas, en las balas puede ser en la punta o base de la misma y en los casquillos en la parte interna del casquillo, lo anterior para identificar cada elemento y evitar confusiones cuando se manipulan los mismos, hecho lo anterior, se revisa si los elementos balísticos cuentan con las características suficientes para ser susceptibles de cotejo, esto es, que sean aptos para estudio, seguido de lo anterior se deben revisar si las marcas que guardan los elementos son idóneas y a su vez si sus características de clase guardan relación con alguno de los otros elementos sujetos a estudio, ya que si es evidente que no guardan esta relación, (cantidad de campos y estrías, dirección del rayado, amplitud de campos y estrías, etc.), es factible un descarte de inmediato, un punto que hay que dejar claro es que no siempre la diferencia de calibres es una prueba clara de que la bala o casquillo fue disparado o percutido por otra arma, ya que muchas veces las armas permiten el uso de diversos calibres, se debe tener un conocimiento general de las armas y calibres que puedan disponer cada una de ellas, en conjunto con una vista general de las marcas de clase, esto nos dará la primera pista para seguir el estudio o descartarlo. Este paso se puede realizar a simple vista, con lupas de aumento y con microscopios estereoscópicos, esto según las características de cada caso y las que el examinador precise más útiles.



Imágenes 3 y 4. Experto observando las marcas de un casquillo mediante un estereoscopio, en la otra imagen se observa una bala observada con una lupa de gran aumento, la cual puede también ser utilizada. Fuente: Capturas realizadas por el autor.

Posterior se precisa la colocación de los elementos en el microscopio, colocando los mismos en los soportes de las platinas, esto con la herramienta del microscopio adecuada, ya sean balas o casquillos, algunos autores, como Carlos Guzmán (2013) recomienda colocar los elementos testigos en el lado derecho o platina derecha del microscopio, más sin embargo esto dependerá de las peticiones de cada laboratorio, pero se recomienda que sean definidos para evitar confusiones. En cuanto a balas, estas deben ser colocadas según su rayado, es decir, si cuenta con rayado hacia la izquierda la punta de la misma debe estar orientada a la izquierda del observador, y si el rayado es a la derecha debe orientarse la punta hacia la derecha del observador, esto con el fin de que las estrías y microrayado estén bien iluminadas y no se generen sombras que perjudiquen al examinador, debido a que las fuentes de luz de los microscopios vienen de la parte posterior del microscopio, esto también evita que sea incómodo para el examinador al no tener que moverlas hacia al frente de donde observa. Algunos nuevos microscopios cuentan con dispositivos de luz fluorescente y en anillo, lo que permite que la visibilidad sea más suave para el examinador y genera menos sombra.

Entre las sugerencias, podemos tomar en cuenta lo que Carlos Guzmán (2013) nos menciona:

- Seleccionar un nivel adecuado de amplificación, para ambas lentes del objetivo del microscopio de comparación. Normalmente, este ajuste será de 1X o 2X. Asegúrese de que los objetivos estén bloqueados en su lugar.
- Seleccione el nivel apropiado de ampliación para ambas lentes oculares. Este sería 10x
- Seleccione el mismo tipo y orientación de fuente de luz para cada plataforma del microscopio de comparación. Muchos peritos prefieren la iluminación fluorescente fuerte o la de fibra óptica (Guzmán, 2013p.187).



Imagen 5. Experto montando una bala en la platina izquierda de un microscopio de comparación. Fuente: Captura realizada por el autor.

Cuando se monten dos elementos, los estándares utilizados debe ser lo más similar posible en cada lado, e ir realizando una observación gradual, es decir, primero con menor aumento hasta mayor aumento.

Hay que buscar las mejores marcas de los elementos testigos, siendo estas la que se podrán utilizar para todos los cotejos con los elementos indicios, (o cuestionados), estas marcas deben ser de la misma región, se sugiere, en caso de balas, sean aquellas más cercanas a la base de la bala, ya que estas son las que mejor se imprimen por tener el mayor ancho en esa región de la bala y por ser las que menos sufren el embate de los daños externos por ser la parte final en el vuelo y por consiguiente, la última que pasa al impactar o penetrar un cuerpo.

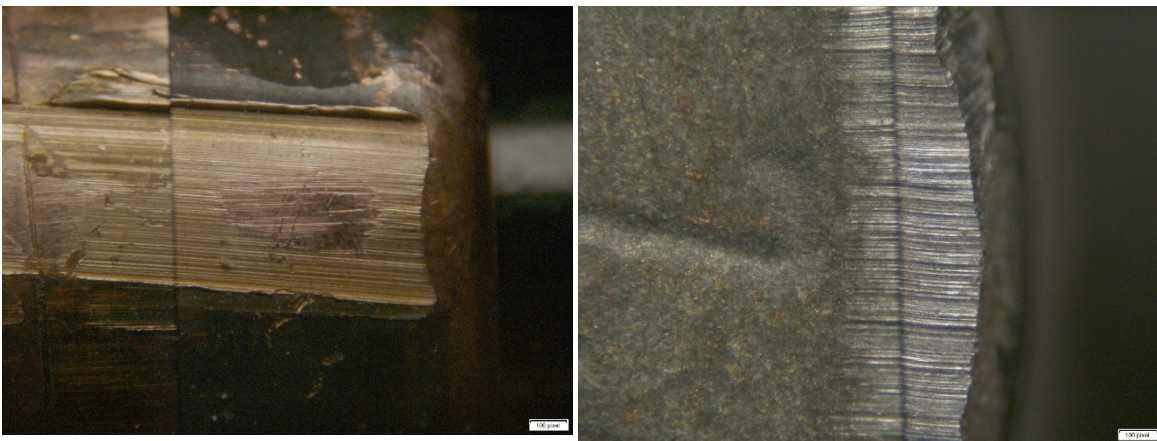
Una vez colocada la bala según, su dirección de rayado y su condición, (indicio o testigo) en la platina correspondiente del microscopio, se ha de elegir alguna marca de los elementos indicios o cuestionados, posteriormente girar el elemento testigo hasta buscar una posible coincidencia, la cual al quedar en la misma posición relativa ha de buscarse su mejor visibilidad y el mejor aumento que permita observar las microrrayas, pudiendo mover la cortina de comparación del microscopio para ver su empate.



Imagen 6. Experto observando en un microscopio de comparación dos balas, para encontrar la mejor zona coincidente de las mismas. Fuente: Captura realizada por el autor.

5.3. El uso de la teoría CMS en el cotejo.

Si se llega a creer que puede tratarse de la zona y región en la que los elementos empatan, se debe pasar al máximo aumento posible o el que nos deje ver las microrrayas de mejor manera, la condición de la luz se puede aumentar o mover, pero se debe tener cuidado de que ambas muestras colocadas en las platinas cuenten con la misma cantidad y posición de luz. Vistas las microrrayas se debe proceder a su conteo de arriba abajo, esto es igual en marcas en balas y en casquillos, siempre respetando el tipo de marca de que se trate, (bidimensional o tridimensional), para el conteo según los principios de la CMS.



Imágenes 7 y 8. En la izquierda se observa la región de dos impresiones de campo de dos balas divididas por una línea negra que es la ventana divisoria, se observan líneas coincidentes mayores a dos grupos de tres en la parte inferior y media. En la imagen derecha se observan marcas de extracción en dos casquillos divididos por la línea de la cortina o ventana divisoria, observándose líneas coincidentes consecutivas en la misma región y dispersión, rebasando más de dos grupos de cinco líneas consecutivas. Fuente: Capturas realizadas por el autor.

Hay que tener presente que el conteo de rayas sea de las micro rayas, y no de aquellas más gruesas o de contar dentro de las mismas a las sombras, esto puede ser influido en gran medida por la posición de la luz, por lo que se debe extremar precauciones.

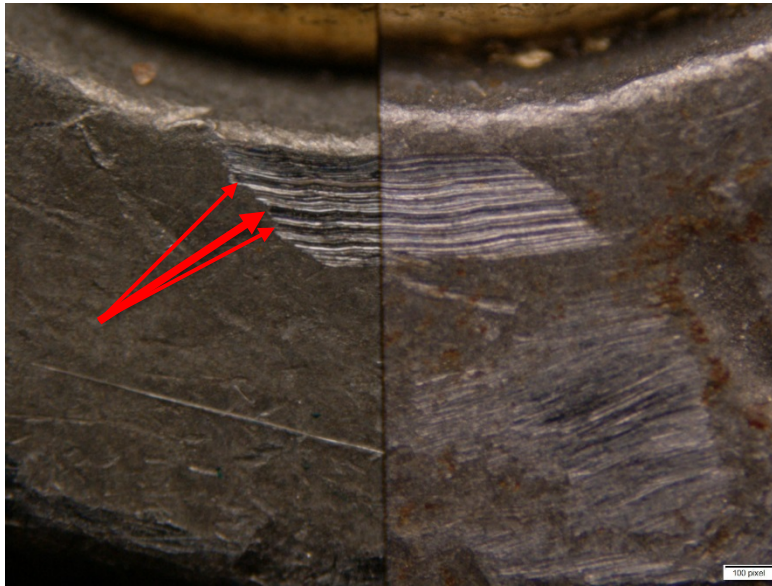


Imagen 9. Marca de eyección en casquillos donde las líneas rojas señalan las sombras de las que se debe tener cuidado de tomar como conteo de líneas. Fuente: Captura realizada por el autor.

Una vez observados los elementos y analizado el resultado para concluir como: identificación, eliminación o estudio no conclusivo, se debe realizar un nuevo estudio por un nuevo examinador, el cual debe empezar el estudio desde el principio, es decir, desde la observación y colocación de los elementos sujetos a estudio, con el fin de corroborar los resultados del mismo.

5.4. Una opción de cotejo con moldes o de manera remota.

Los pasos anteriormente citados pueden realizarse también con elementos balísticos obtenidos de vaciados o moldes, esto se acostumbra cuando los elementos se encuentre en otro lugar y no es posible su traslado por temas de seguridad o de la propia investigación, en este caso se realiza un molde del elemento o elementos mediante diversas técnicas; también se puede realizar un cotejo a distancia o de manera remota, utilizando microscopios de comparación que permitan el cotejo de este manera, en este caso se utiliza un elemento en un lugar mientras el otro se encuentra en otro, y donde solo se necesita la cooperación para la colocación de los elementos en los respectivos soportes y en su caso el cambio de amplificación si el equipo no lo permite hacer de manera remota.



Imagen 10. Moldes de culotes de casquillos realizados con Mikrosil® en color negro. Fuente: Captura realizada por el autor.

No hay que perder de vista que lo ideal para un cotejo por medio de esta teoría es el uso de los elementos balísticos en físico, más sin embargo, el uso de moldes o de comparación remota no anula el estudio, siempre que esto sea mencionado en el estudio, se debe tener mucha vigilancia de que los elementos sean ideales para el cotejo, y por supuesto, estar sujeto a una revisión por pares, tanto el estudio completo así como los elementos balísticos de manera particular, es decir, por otro experto con igual o superior experiencia que el primer examinador.

CONCLUSIÓN

Es necesario estar pendiente de los cambios y evoluciones que se presenten en esta y otras teorías de identificación, al igual que de los avances tecnológicos, que nos permitan realizar de manera más eficiente la labor del experto en balística.

Una comprensión del alcancé de esta teoría así como de la forma idónea de trabajar con los elementos sujetos a estudio es primordial, ya que esto permitirá llegar a resultados más óptimos, cabe aclarar que esta solo es una teoría, sujeta muchas veces, a la experticia del examinador, por tal motivo, debe ser tomada con precaución, para evitar confusiones en el cotejo y a su vez confiar en la experticia, aun cuando se cumplan a simple vista los estándares de esta teoría, la propia experiencia es la que nos conducirá a concluir que no es suficiente para llegar a una eliminación o identificación.

Al día de hoy, existen múltiples estudios que han echado mano de esta teoría para poder fundamentar o idear nuevos parámetros, los cuales, en varias ocasiones se valen de nuevas tecnologías computacionales y estándares estadísticos para emitir sus resultados.

No está de más mencionar que esta teoría solo es aplicable para marcas de herramientas provenientes de armas de fuego, o dicho de otra forma, solo aplica para aquellas marcas que sean producidas por un arma de fuego, ya que si bien existen hoy en día varios estudios replicados con diversas herramientas, debe realizarse más de estos para completar un estándar, sin dejar de prestar atención que cada estudio respecto a una herramienta merece una investigación y experimentación particular para refutar un conclusión.

REFERENCIAS.

1. Chu, W., Thompson, R. M., Song, J., & Vorburger, T. V. (2013). Automatic identification of bullet signatures based on consecutive matching striae (CMS) criteria. *Forensic Science International*, 231(1), 137-141. doi:10.1016/j.forsciint.2013.04.025
2. Chumbley, L. S. (2010). Quantification of toolmarks, final technical report
3. Dillon, J. H. (2008). Firearms examiner training, module 09: Cartridge and shotshell examination. Retrieved from https://projects.nfstc.org/firearms/module09/fir_m09.htm
4. Guzmán, C. A. (2013). Tratado de balística. su aplicación a la criminalística. vol. 2: Identificación balística. Buenos Aires, Argentina: B de F.
5. Petraco, N. D. K., Shenkin, P., Speir, J., Diaczuk, P., Pizzola, P. A., Gambino, C., & Petraco, N. (2012). Addressing the national academy of sciences' challenge: A method for statistical pattern comparison of striated tool marks. *Journal of Forensic Sciences*, 57(4), 900-911. doi:10.1111/j.1556-4029.2012.02115.x
6. Real academia española. Retrieved from <https://www.rae.es/>
7. Vorburger, T. V., Song, J., & Petraco, N. (2016). Topography measurements and applications in ballistics and tool mark identifications. *Surface Topography Metrology and Properties*, 4(1), 013002. doi:10.1088/2051-672X/4/1/013002