

EXPLORANDO LA VIABILIDAD TÉCNICA DE LA MARCACIÓN DE MUNICIÓN DE PEQUEÑO CALIBRE

SARAH GRAND-CLÉMENT Y ROBERT KONDOR



UNIDIR UNITED NATIONS INSTITUTE
FOR DISARMAMENT RESEARCH

SOBRE UNIDIR

El Instituto de las Naciones Unidas de Investigación sobre el Desarme (UNIDIR), organismo autónomo dentro del sistema de las Naciones Unidas, realiza investigaciones sobre desarme y seguridad. UNIDIR tiene su sede en Ginebra (Suiza), centro de negociaciones bilaterales y multilaterales sobre el desarme y la no proliferación y sede de la Conferencia de Desarme. El Instituto estudia cuestiones de actualidad relativas a la variedad de armamento existente y futura, así como a la diplomacia mundial y las tensiones y conflictos localmente arraigados. Desde 1980, UNIDIR, en colaboración con investigadores, diplomáticos, funcionarios gubernamentales, ONG y otras instituciones, actúa como puente entre la comunidad investigadora y los gobiernos. Las actividades de UNIDIR se financian mediante contribuciones de los gobiernos y de fundaciones donantes.

AGRADECIMIENTOS

El apoyo que recibe UNIDIR de los patrocinadores principales representa los cimientos de todas las actividades del Instituto. Esta área de investigación del Programa de Armas y Municiones Convencionales cuenta con el apoyo del Gobierno de Alemania.

Los autores quieren dar las gracias a los expertos entrevistados que han aportado información muy valiosa en el curso de la investigación: Marcus Vinicius Da Silva Dantas, Stefan Feller, Rodolfo Gamboa, Bruno Langeani, Bruce Lewis, Carlos Martínez, Natalia Pollachi, Emma Randriamiamanana, Jonathan Rickell, Cristian Talle, Andreas Weder y Karl Weiss, así como muchos otros expertos que han optado por mantener su anonimato. Los autores extienden su agradecimiento a los expertos que han revisado el informe: James Bevan, André Desmarais, Nicolas Florquin, Laurentius Wedeniwski, Paul Holtom, Giacomo Persi Paoli y Theò Bajon.

REFERENCIA

Grand-Clément, Sarah y Robert Kondor (2022) "Municiones: Explorando la viabilidad técnica de la marcación de munición de pequeño calibre".

NOTA

Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, de parte de la Secretaría de las Naciones Unidas, juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites. Las opiniones expresadas en la presente publicación son responsabilidad exclusiva de sus autores. No reflejan necesariamente las opiniones de las Naciones Unidas, de UNIDIR, o de sus funcionarios o patrocinadores.

www.unidir.org | © UNIDIR 2022

Fotografía de la portada: © <https://www.pexels.com/> Tima Miroshnichenko

ÍNDICE

SOBRE UNIDIR	ii
RECONOCIMIENTOS	ii
REFERENCIAS	ii
NOTA	ii
SOBRE LOS AUTORES	iv
SOBRE EL EQUIPO DE INVESTIGACIÓN	v
RESUMEN	1
TÉRMINOS CLAVE	3
1. INTRODUCCIÓN	4
2. MÉTODOS DE MARCACIÓN DE MUNICIÓN	8
2.1 ESTAMPADO	8
2.1.1 LA MARCACIÓN Y EL MÉTODO	8
2.1.2 COSTES	9
2.1.3 EVALUACIÓN	9
2.2 MARCACIÓN LÁSER	10
2.2.1 LA MARCACIÓN Y EL MÉTODO	10
2.2.2 COSTES	12
2.2.3 EVALUACIÓN	13
2.3 MARCACIÓN CON MEDIOS QUÍMICOS	14
2.3.1 LA MARCACIÓN Y EL MÉTODO	14
2.3.2 COSTES	15
2.3.3 EVALUACIÓN	15
3. CONCLUSIÓN	17
LISTA DE REFERENCIAS	21
APÉNDICE: ENTREVISTAS DE INVESTIGACIÓN	23

SOBRE LOS AUTORES



SARAH GRAND-CLÉMENT es investigadora y trabaja tanto en el Programa de Armas y Municiones Convencionales, como en el Programa de Seguridad y Tecnología de UNIDIR. Coordina el flujo de trabajo de tecnología y control de armas convencionales. Los campos de especialización de Sarah incluyen seguridad internacional, tecnologías nuevas y emergentes y su impacto sobre la defensa y la seguridad, antiterrorismo y metodologías de futuros, en particular, escaneo de horizontes, juego serio y escenarios futuros. Antes de unirse a UNIDIR, trabajó como analista superior en RAND Europe, donde llevó a cabo investigaciones en materia de defensa y políticas de seguridad. Tiene un máster en Estudios del Mundo Árabe de la Universidad de Durham y un grado en Relaciones Internacionales de la Universidad de Sussex, ambas en Reino Unido.



ROBERT KONDOR es consultor independiente en investigación técnica y de políticas con años de experiencia previa trabajando en el sector. En el pasado, participó en procesos de introducción de aplicaciones tecnológicas para aumentar la seguridad de las prácticas de la industria, mejorando así la comunicación y la coordinación entre el sector y las autoridades de control de exportaciones internacionales. En 2020-2021, fue miembro de un grupo de trabajo de expertos internacionales para la Unión Europea (UE) sobre desarrollo de un sistema internacionalmente reconocido de validación de la gestión de armas y municiones que permite la validación y la certificación independientes del cumplimiento por parte de los Estados con los estándares internacionales. Además de haber formado parte de las primeras cinco Conferencias de los Estados Partes en el Tratado sobre el Comercio de Armas, ha participado en diversos seminarios, eventos y grupos de trabajo internacionales sobre iniciativas en torno al control de las armas y la munición. Cuenta con un grado en ingeniería civil y habla alemán, inglés y español.

SOBRE EL EQUIPO DE INVESTIGACIÓN



MANUEL MARTÍNEZ MIRALLES es el oficial de enlace de UNIDIR en Nueva York e investigador del Programa de Armas y Municiones Convencionales. Como oficial de enlace, Manuel respalda la labor de UNIDIR mejorando la visibilidad y el impacto del Instituto, creando redes y asociaciones y contribuyendo a la identificación de nuevas oportunidades y recursos. Además, coordina la cartera de prevención del conflicto y la violencia armada del Programa de Armas Convencionales y dirige el apoyo que presta UNIDIR al proceso multilateral sobre municiones convencionales, incluido el último Grupo de Expertos Gubernamentales en 2020-21 y el actual Grupo de trabajo de composición abierta en 2022-23. Manuel también contribuye a la investigación aplicada de UNIDIR en los ámbitos de la gestión de armas y municiones y la proliferación de munición en diferentes regiones. Antes de formar parte de UNIDIR, Manuel trabajó durante varios años en cuestiones relacionadas con la paz y el desarme en el Centro Regional de las Naciones Unidas para la Paz, el Desarme y el Desarrollo en América Latina. Tiene un máster en Administración Pública del Instituto de Estudios Internacionales de Monterrey.



ALFREDO MALARET BALDO es investigador del Programa de Armas y Municiones Convencionales de UNIDIR. Coordina la cartera de investigación sobre violencia urbana. Alfredo está especializado en análisis de políticas públicas y vinculaciones entre seguridad e iniciativas de desarrollo. Entró en UNIDIR tras haber trabajado para el Instituto Internacional de Investigación para la Paz de Estocolmo, el UNLIREC Y para el ex-Embajador estadounidense Deniss Jett. Tiene un grado en Ciencias Políticas y un máster en Asuntos Públicos de la Universidad de Brown y otro en Asuntos Internacionales y Desarrollo Internacional de la Universidad de Pensilvania, Estados Unidos.



LA UNOCI LLEVA A CABO UNA OPERACIÓN DE DESARME EN ABIYÁN

Un excombatiente sostiene municiones en sus manos en Attécoubé, Abiyán, Côte d'Ivoire. Es uno de los participantes en una operación de desarme, desmovilización y reintegración (DDR) llevada a cabo en la zona por la misión de las Naciones Unidas, la UNOCI.

Foto ONU Abiyán, Côte d'Ivoire.
www.unmultimedia.org/photo

RESUMEN

Mientras que las cajas o paquetes de de munición suelen contener información, como el fabricante, el cliente, el número de lote específico, el año y la ubicación de producción, los cartuchos individuales de munición de pequeño calibre normalmente solo contienen una parte de esta información. Esto significa que, una vez que los cartuchos se sacan de su paquete y se distribuyen, se pierden los detalles concretos que podrían facilitar su identificación y su rastreo.

La marcación de los cartuchos individuales de munición de pequeño calibre con información relevante suficiente como el calibre, el fabricante, el país de importación, el año de fabricación y el número de lote específico, junto con un registro preciso y su mantenimiento a largo plazo, podría ayudar a identificar y rastrear los cartuchos recuperados y detectar posibles puntos de desvío, pues esta marcación podría contribuir a investigaciones criminales de violencia armada o ayudar a determinar la eficacia de los embargos de armas, lo que reduciría en última instancia la pérdida de vidas humanas.

El presente informe explora tres tecnologías diferentes de marcación: el estampado, la marcación láser y la marcación química. El objetivo es demostrar con qué métodos contamos para marcar cartuchos de munición de pequeño calibre con información identificativa suficiente para permitir su identificación, perfilamiento y rastreo. La presente investigación busca proporcionar información y orientar sobre procesos relacionados con la munición que tienen lugar bajo los auspicios de las Naciones Unidas, como el Grupo de trabajo de composición abierta sobre munición convencional, así como contribuir a la implementación de los resultados de dichos procesos. También pretende contribuir a los mecanismos y legislaciones nacionales en lo que respecta a la importancia y la viabilidad de la marcación de la munición.

En la siguiente tabla se ofrece una vista general comparativa de los distintos métodos de marcación. Debemos señalar que estas marcaciones pueden combinarse y utilizarse conjuntamente en un solo cartucho. Así pues, una marcación doble o triple puede ayudar a solventar los problemas a que se enfrentan los métodos individuales.

Comparación de los métodos de marcación

	Estampado	Marcación láser	Marcaciones químicas
Durabilidad y recuperabilidad de la marcación	Durable y recuperable	Durable y recuperable	Las pruebas indican durabilidad, pero los datos de uso a largo plazo son limitados
Equipos y procesos ¹	Por lo general, ya están instaurados equipos y procesos, puesto que el estampado es el método de marcación tradicional y más común	Hay equipos y procesos instaurados en algunas fábricas o empresas que han elegido específicamente emplear este método	Los equipos y procesos son de alcance limitado, pues este método está en una fase piloto
Volumen de información incluida en la marcación	Según la información que se vaya a incluir, el espacio puede ser limitado	Se pueden incluir cantidades considerables de información	Se pueden incluir cantidades considerables de información
Capacidad de marcación a lo largo de la vida útil de un cartucho	En la fase de producción temprana del cartucho	En diversas fases del proceso de producción y posproducción, según la ubicación de la marcación ²	Se puede aplicar en cualquier momento del proceso de producción, incluso en la posproducción, pero es más sencillo de lograr en la fase de producción

En base a las averiguaciones, se puede concluir lo siguiente:

- Teniendo en cuenta que cada método de marcación tiene sus propias ventajas e inconvenientes, la marcación de cartuchos de munición de pequeño calibre con información suficientemente detallada para facilitar el perfilamiento y el rastreo y para prevenir y combatir el desvío es técnicamente viable. Por otra parte, los costes asociados no son tan desalentadores, puesto que algunos países que ya han introducido o están introduciendo la marcación de munición son países de ingreso bajo.
- Es necesario llegar a un acuerdo en torno a los requisitos de información mínima estandarizada para cartuchos de munición con el fin de compensar el hecho de que actualmente no existe una norma universal que establezca qué información debe contener la munición de pequeño calibre.
- Los legisladores y los responsables de políticas desempeñan un papel clave a la hora de exigir que se marque la munición de pequeño calibre y con qué información, así como de garantizar que la industria siga su ejemplo.
- Los costes de la marcación de la munición son específicos a cada contexto y dependen de un gran número de factores, como el rediseño del proceso de fabricación, las necesidades de capacitación, la tasa y el volumen de producción, el tamaño de los lotes que se vayan a marcar, decisiones como si marcar o no los cartuchos individuales con un identificador único y las exigencias en cuanto a registro.
- Resultan cruciales la recopilación de datos y el registro de las marcaciones de las municiones, independientemente de los métodos empleados, puesto que estos datos pueden ayudar al rastreo y la identificación de la munición.

¹ Hace referencia a los equipos necesarios para realizar la marcación y la medida en que el método se integra en el proceso de producción o posproducción, no a la facilidad de aplicación del método.

² Más eficaz para grandes volúmenes de cartuchos cuando está integrado en el proceso de producción o posproducción antes del empaquetado.

TÉRMINOS CLAVE

El presente informe se centra en municiones para armas pequeñas, también conocidas como municiones de pequeño calibre. La definición de munición de pequeño calibre sigue la del *Manual para Elaborar Estudios de Perfilamiento de Municiones de Armas Pequeñas en Contextos de Violencia Armada* de UNIDIR: "aquellos cartuchos diseñados para ser disparados con armas de fuego de cañón estriado

de 14,5 mm de diámetro como máximo y cartuchos diseñados para ser utilizados en armas de cañón liso de calibre 10 (19,7 mm) como máximo".³ Los tipos de armas que disparan munición de pequeño calibre incluyen revólveres, pistolas de carga automática, subfusiles, escopetas, rifles, fusiles de asalto, carabinas, ametralladoras ligeras, medias y pesadas, y rifles antimateriales.

³ Malaret Baldo y Martínez Miralles (2020, 17).

1. INTRODUCCIÓN

Debido a su disponibilidad y facilidad de uso, las armas pequeñas desempeñan un papel instrumental a la hora de determinar el surgimiento, la gravedad y la duración de la violencia y los conflictos armados.⁴ Su empleo provoca la muerte o lesiones a miles de personas en todo el mundo cada año.⁵ Igualmente, tienen perjudiciales efectos secundarios, como la supresión de derechos humanos o del desarrollo y el crecimiento económico, además de exponer a mujeres y niñas a un mayor riesgo de sufrir violencia de género y sexual.⁶ Las municiones están intrínsecamente relacionadas con el uso de armas pequeñas y sus consecuencias. Tal como apunta la International Action Network on Small Arms (IANSA): "la munición transforma [armas pequeñas y armas ligeras] de objetos inoperantes en armas letales que se pueden utilizar para acabar con vidas humanas y arrasar comunidades".⁷

Tal como demuestra el Diversion Analysis Framework (Marco de análisis de desvío) de UNI-

DIR, la munición de pequeño calibre corre el riesgo de desviarse en varios momentos cruciales de su larga vida útil.⁸ Una investigación reciente ha puesto de manifiesto la longevidad de la munición: de un conjunto de datos de más de 800 cartuchos recuperados con fecha de fabricación conocida, "la media de edad de los cartuchos... es de 33 años".⁹ En particular, una vez desempaquetados y distribuidos los cartuchos, se pierden detalles específicos sobre ellos.¹⁰ Estos casos de desvío pueden consistir en el uso de estas municiones por personas no autorizadas, como grupos criminales, fuerzas insurgentes o terroristas, así como por otros grupos armados no estatales.¹¹ Por otra parte, personas autorizadas, como civiles, pueden utilizar la munición con fines ilegales o criminales. La marcación de la munición o su empaquetado es un enfoque que, cuando se aplica junto con un exhaustivo mantenimiento de registros, puede ayudar a rastrear los puntos de desvío e identificar cartuchos recuperados para contribuir a investigaciones criminales o para determinar la eficacia de los embargos de armas.

Recuadro de debate 1. El problema potencial de la munición recargada

Cuando hablamos de "munición recargada", nos referimos al uso de casquillos de cartuchos disparados para crear munición nueva. Preocupa el hecho de que, al recargar la munición y, en particular, munición con un identificador único, se podría llegar a despistar la labor de rastreo e incriminar a un cliente que no es responsable de desvío a un usuario final ilícito.¹² Aunque es importante ser consciente de este problema potencial, las evidencias disponibles sugieren que una muy pequeña cantidad de munición desviada suele aparecer recargada.¹³ Y más importante aún, los peritos forenses pueden identificar las municiones recargadas.¹⁴ Así pues, la práctica de recargar municiones no representa una razón significativa para no marcar la munición de pequeño calibre.

⁴ Asamblea General (2009, 8).

⁵ Noticias ONU (2020).

⁶ OCDE (2005).

⁷ IANSA (2021, 1).

⁸ A. Malaret et al. (2021, 6).

⁹ Desmarais et al. (2022).

¹⁰ Entrevistas con expertos C, I, J y M.

¹¹ UNODA (2021).

¹² Entrevistas con experto A; Persi Paoli (2011).

¹³ Entrevista con experto A.

¹⁴ Entrevista con experto K.

Aunque el objetivo de este informe no es señalar qué información específica debería incluirse en la marcación, estos datos revisten una importancia particular. No obstante, existe una falta de normas internacionales relativas a la marcación de cartuchos de munición de pequeño calibre para fines de rastreo y seguridad. La información mínima recomendada varía (consultar recuadro 2), aunque, como información

relevante, por ejemplo, se consideraría el calibre, el fabricante, el país de importación, el año de fabricación y el número de lote específico (es decir, sus identificadores únicos). El año de fabricación resulta especialmente interesante puesto que, más allá de su valor para fines de rastreo, puede ayudar a entender mejor "lo rápido que la munición se puede desviar para usos ilícitos tras su fabricación".¹⁵

Recuadro de debate 2. Pautas relativas a la información que debe contener la marcación de las municiones

Se han lanzado varias iniciativas multilaterales para ofrecer pautas sobre la información que debería incluirse en la marcación de las municiones. En particular, las Directrices Técnicas Internacionales sobre Municiones (IATG, por sus siglas en inglés) ofrecen pautas sobre la información que deberían contener las marcaciones así como dónde deben colocarse. En ellas se incluyen tanto el empaquetado de la munición como los cartuchos individuales. No obstante, estas directrices son voluntarias y se refieren principalmente a la marcación del empaquetado de las municiones, en lugar de a la marcación de los cartuchos individuales.

El *Manual de mejores prácticas sobre munición convencional* de la Organización para la Seguridad y la Cooperación en Europa (OSCE) ofrece pautas sobre la marcación, el registro y la contabilización de municiones. También abarca la gestión de existencias y la seguridad, el transporte y la destrucción de la munición. Al igual que ocurre con las IATG, estas directrices son voluntarias.

La Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN) también ofrece un conjunto de normas sobre munición que describen cómo se debe marcar tanto la munición como su empaquetado producidos por Estados miembros de la OTAN. No obstante, estos acuerdos de normalización (STANAG) solo exigen la inclusión de un conjunto limitado de datos, concebidos originalmente para responder a problemas de seguridad relacionados con munición de gran calibre.

El Centro Regional de las Naciones Unidas para la Paz, el Desarme y el Desarrollo en América Latina y el Caribe (UNLIREC) propone en su *Guía Técnica para el Marcaje de Armas Pequeñas y sus Municiones* la información que se debe incluir en la marcación, centrándose en la seguridad de la munición.¹⁶ La información que propone incluir se muestra a continuación.

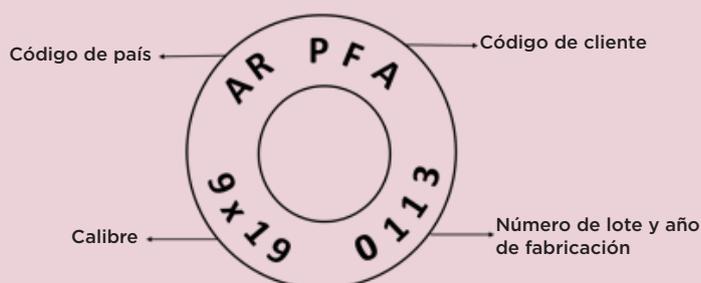


Imagen cedida por: UNLIREC

¹⁵ Desmarais et al. (2022).

¹⁶ UNLIREC (2013).

A pesar de que no existen requisitos internacionales ni normas de marcación universales, se está debatiendo a nivel de las Naciones Unidas sobre la mejora de la seguridad de la munición, como en el Grupo de Expertos Gubernamentales sobre los problemas que plantea la acumulación excesiva de existencias de municiones convencionales y en las futuras negociaciones del Grupo de trabajo de composición abierta de 2022 sobre munición convencional. También se ha progresado a nivel nacional, a menudo con el crimen violento y el deseo de conocer el origen de la munición empleados como impulsores.¹⁷ Tal

como indica el informe de 2021 del Grupo de Expertos Gubernamentales: "un número selecto de Estados ha adoptado exigencias o prácticas relativas a la colocación de números de lote en cartuchos individuales de pequeño calibre para compras específicas a petición de ciertos usuarios finales, con el objetivo de identificar, disuadir y combatir el desvío cuando se considere factible, viable y coherente con la legislación nacional".¹⁸ Entre estos países, encontramos Brasil, República Dominicana, Jamaica, Madagascar y Perú. El caso de Brasil se describe más detalladamente en el recuadro 3.

Recuadro de debate 3. Marcación de la munición como requisito: el caso de Brasil

De conformidad con la Ley Federal de Brasil n.º 10.826 de 2003, que entró en vigor en 2005, el empaquetado de todo tipo de munición debe tener un código de barras para "permitir la identificación del fabricante y el comprador". También exige que la propia munición vaya marcada si va a ser utilizada específicamente por las fuerzas policiales y militares.¹⁹ Respecto a la munición para estos usos policiales y militares, la legislación específica que el lote y el comprador deben colocarse en la carcasa del proyectil, aunque no estipula el método de marcación que se debe emplear. La legislación también establece que cada lote debe contener como máximo 10.000 cartuchos.²⁰ Sin embargo, se han hecho llamamientos para reducir el número de cartuchos a 1.000 por lote con el fin de mejorar el rastreo y la identificación de la munición.²¹ Esta legislación también exige que existan procedimientos de transferencia de información y de mantenimiento de registros, donde los datos se deben conservar durante 20 años.²²

Los detalles técnicos de esta ley se discutieron previamente entre gobierno e industria, especialmente con el único fabricante de munición de pequeño calibre de Brasil, que sigue mantenimiento el monopolio del mercado interno brasileño tras esta ley.

Desde la entrada en vigor de la norma, el culote o base del casquillo de munición se estampa con información sobre el año de fabricación y el fabricante al inicio del proceso de fabricación y, después, se graba con láser un identificador único en la ranura de extracción al final de la línea de producción antes de su empaquetado.²³ La introducción de la marcación ha permitido el rastreo y la identificación de los puntos de desvío, una información que se ha incorporado a las investigaciones criminales. No obstante, estas investigaciones también han puesto de manifiesto cuándo no se ha cumplido con las disposiciones legislativas. En particular, tras examinar la munición empleada en el asesinato de Marielle Franco, concejala del ayuntamiento de Rio de Janeiro, en 2018, se observó que pertenecía a un lote de más de 1,8 millones de cartuchos, cantidad muy por encima del máximo de 10.000 establecido en la legislación.²⁴

¹⁷ Entrevistas con expertos H, P, Q, S.

¹⁸ Asamblea General (2021, 21).

¹⁹ Entrevistas con expertos H y P.

²⁰ Ministério da Justiça e Segurança Pública (2021); Entrevista con experto K.

²¹ Entrevista con experto F.

²² Martínez Miralles y Mack (2018); Entrevista con experto F.

²³ Martinot y Berkol (2008).

²⁴ Langeani y Pollachi (2021).

A partir de los datos obtenidos de 17 entrevistas con 20 expertos de organizaciones investigadoras, del sector y del ámbito militar (consultar la lista en el apéndice), así como a través de una investigación documental, el presente informe explora tres métodos diferentes para la marcación de munición de pequeño calibre: estampado, marcación láser y marcaciones químicas. El objetivo de este documento es demostrar con qué métodos contamos para marcar cartuchos de munición individuales con información suficiente para permitir su identificación, perfilado y rastreo. La presente investigación busca orientar sobre procesos relacionados con la munición que tienen lugar bajo los auspicios de las Naciones Unidas, como el próximo Grupo de trabajo de composición abierta, así como contribuir a la implementa-

ción de los resultados de dichos procesos. También pretende contribuir a los mecanismos y legislaciones nacionales en lo que respecta a la importancia y la viabilidad de la marcación de la munición.

Para cada método (estampado, marcación láser y marcaciones químicas), se describen el tipo de marcación, su método y sus costes asociados. Posteriormente, se discuten las ventajas y los desafíos que plantean respecto a la durabilidad y la recuperabilidad de la marcación; los equipos y procesos para la marcación de la munición; los costes; el volumen de información incluida en la marcación; y la capacidad de realizar la marcación a lo largo de la vida útil de un cartucho.

2. MÉTODOS DE MARCACIÓN DE MUNICIÓN

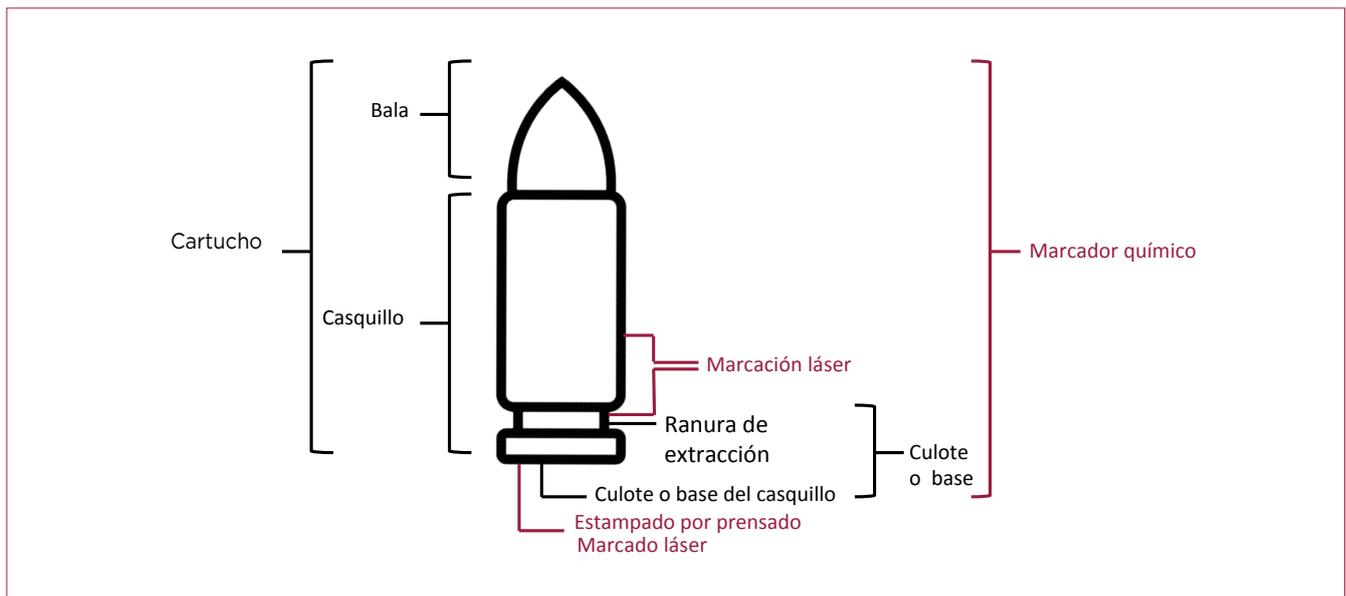
2.1 ESTAMPADO

2.1.1 La marcación y el método

El estampado de munición de pequeño calibre, también llamado "headstamping", es el método más conocido para poner marcas directamente en cartuchos individuales.²⁵ Mediante este método, se aplican marcas por deformación en el casquillo del cartucho. Existen dos métodos de estampado: estampado con prensa: aplicando presión en primer lugar para crear la marca con un solo sello o

marcación por rodadura, en el que el culote o base del sello se mueve gradualmente o rueda por la superficie. El estampado con prensa normalmente se aplica en el culote o la base del casquillo, mientras que la marcación por rodadura se aplica en el lateral.²⁶ La marca que queda del estampado es visible y normalmente se sitúa sobre el culote o la base del casquillo en el caso de munición de pequeño calibre, pues es la zona del cartucho donde el metal es más grueso (véase figura 1).²⁷ La marcación se suele realizar durante el proceso de fabricación sobre los cartuchos vacíos.

Figura 1. Anatomía de un cartucho y las posibles ubicaciones de los diferentes métodos de marcación



Según la legislación brasileña de 2003 (véase recuadro 3), el fabricante de munición de pequeño calibre de Brasil estudió la posibilidad de incluir la información del número de lote en el estampado, además del resto de información que ya formaba parte de la marcación. No obstante, consideró que la base del casquillo solo tiene una zona pequeña

donde se puede estampar. Además, una vez que el cartucho está lleno, esta zona es sensible al estampado, pues incluye las impresiones. Así pues, el fabricante decidió añadir el número de lote mediante marcación láser en lugar de estampado,²⁸ y mantener la marcación del resto de información mediante estampado.

²⁵ Entrevistas con expertos I y M.

²⁶ Persi Paoli (2011).

²⁷ Persi Paoli (2013); Entrevista con experto N.

²⁸ Entrevista con experto E.

A pesar de este ejemplo, sí que se puede añadir información relevante y detallada mediante estampado: la figura 2 ilustra diferentes tipos de munición estampada. En las imágenes de la izquierda se muestra cómo se podrían añadir múltiples tipos de información (como código

de país, código de importador y calibre), como ocurre con la munición marcada en la República Dominicana, frente a la información más limitada que se muestra en la munición de la imagen de la derecha.

Figura 2. Ejemplos de munición estampada²⁹



Imagen cedida por: UNLIREC

2.1.2 Costes

El estampado es la técnica más económica para la marcación de cartuchos individuales, pues normalmente se integra como una etapa más del proceso de fabricación de la munición.³⁰ Por esta misma razón, resulta difícil desglosar los costes reales de este método de marcación. No obstante, los costes generales de este método incluyen los de la maquinaria y su mantenimiento, así como los de los sellos individuales (*bunters*). Los costes aumentarán potencialmente según si son necesarias marcas personalizadas, pues la producción se deberá pausar para permitir el cambio de *bunters*.

2.1.3 Evaluación

La tabla 1 ofrece una vista general de las ventajas y los retos que plantea el estampado.

²⁹ En este ejemplo, el código "RD" hace referencia a República Dominicana.

³⁰ Entrevistas con expertos I y M.

Tabla 1. Ventajas y retos del estampado

Ventajas	Retos
<ul style="list-style-type: none"> • Durabilidad y recuperabilidad de la marcación. Los sellos son durables a largo plazo.³¹ Por ejemplo, los sellos sobre cartuchos de 80 años o incluso 100 años de edad siguen siendo legibles.³² 	<ul style="list-style-type: none"> • Coste. El uso de identificadores únicos sobre lotes de tamaño pequeño podría llevar a un aumento de los costes.³⁴ No obstante, resulta difícil cuantificar en cuánto podría diferir respecto a otros métodos, pues depende de factores como el número de sellos individualizados necesarios y la frecuencia con que se deben cambiar, lo que influye en la rapidez del proceso de producción.
<ul style="list-style-type: none"> • Equipos y proceso. La mayor parte de fabricantes de munición ya poseen máquinas de estampado y llevan a cabo este tipo de marcación como parte de su proceso de producción y <i>branding</i> (aunque con variaciones en lo que respecta a la información que incluyen).³³ 	<ul style="list-style-type: none"> • Volumen de información incluida en la marcación. Es posible que no haya espacio suficiente en el culote o base del casquillo para estampar toda la información que se debe incluir en la marcación, particularmente en el caso de pequeño calibre.³⁵ Sin embargo, esto depende de la cantidad y el tipo de información que se vaya a incluir.
	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de marcación a lo largo de la vida útil de un cartucho. El estampado solo se puede aplicar en la fase temprana de producción de un cartucho; no es posible el estampado retroactivo de municiones vivas. Esto podría afectar al proceso de fabricación actual, en el que los cartuchos se producen antes de conocer al cliente final específico. Así pues, aplicar identificadores únicos podría exigir una adaptación al proceso actual de fabricación, lo que se podría mitigar fabricando tamaños de lotes más pequeños por cliente.³⁶

2.2 MARCACIÓN LÁSER

2.2.1 La marcación y el método

La marcación láser, también llamado grabado láser, aplica una marca visible directamente en cartuchos individuales. Mediante este método, se aplican marcas eliminando material, en lugar de deformándolo. Este método de marcación se puede aplicar al final del proceso de producción sobre munición terminada o viva, lo que significa que se puede utilizar re-

trospectivamente.³⁷ Ahora bien, la ubicación de la marcación depende del momento en que se aplique durante el proceso. Por ejemplo, si la marcación se encuentra en la ranura de extracción, significa que este se puede aplicar al final del proceso de fabricación, antes de su empaquetado y envío al cliente.³⁸ Si la marcación se encuentra en otras zonas, como en el lateral del cartucho o la base o el culote del casquillo, significará que este se ha realizado antes de añadir la imprimación por cuestiones de seguridad.

³¹ Desmarais et al. (2022); Florquin y Leff (2014).

³² Zaili et al. (2007).

³³ Entrevistas con expertos I y M.

³⁴ Anders (2006).

³⁵ Entrevistas con expertos E y O.

³⁶ Un matiz importante que destacar aquí es que la agrupación en lotes por cliente y la agrupación en lotes por materiales empleada para fabricar cartuchos son dos tipos

de datos diferentes. Esto significa, por ejemplo, que dos clientes diferentes pueden tener dos números de lote por cliente diferentes (marca de lote secundaria), pero el mismo número de lote por materiales (marca de lote primaria), que indican qué propulsor y qué imprimación, entre otros, se han utilizado para estos cartuchos específicos.

³⁷ Martínez Miralles y Mack (2018).

³⁸ BICC (n.d.).

El tipo de marcación y el lugar donde se sitúa varían según el fabricante. Los caracteres alfanuméricos son una opción. Estos se pueden colocar en la ranura de extracción dos veces (véase figura 3) o en el lateral (véase figura 4), o incluso en la base o el culote del casquillo del cartucho.³⁹ La lógica que se esconde detrás de estas ubicaciones es que el grabado no se vea afectado al utilizar los

cartuchos en armas.⁴⁰ En concreto, la marcación en la ranura de extracción, zona fabricada con metal sólido donde el grabado láser puede ser relativamente profundo, puede ayudar a impedir que la marca se quite.⁴¹ No obstante, la marcación en el lateral del casquillo ofrece una zona mayor, lo que puede representar una alternativa útil cuando no hay ranura de extracción.

Figura 3. Ejemplo de un cartucho con marcación láser en la ranura de extracción (de Brasil)



Fotografía: Rosilene Miliotti

Figura 4. Ejemplo de marcación láser en el lateral de un cartucho (de Madagascar)



Fotografía: Carlos Martínez / Couth

³⁹ Entrevistas con expertos L y N.

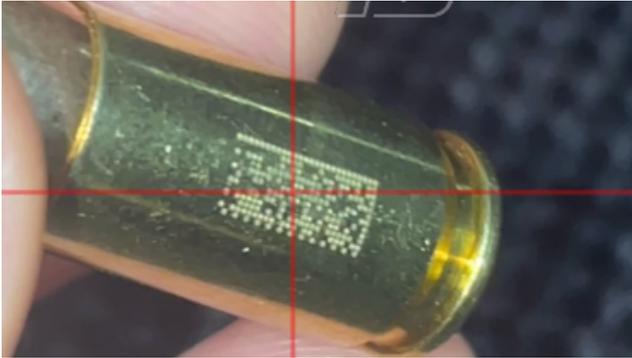
⁴⁰ Martinot y Berkol (2008).

⁴¹ Persi Paoli (2011); Martinot y Berkol (2008).

Otra opción son los códigos, como los códigos de barras o los códigos de matriz de datos (véase figura 5). De esta forma, se puede incluir información detallada, como el fabricante y los números de lote, utilizando una cantidad limi-

tada de espacio. Después, se puede utilizar una aplicación móvil para escanear el código, y la cantidad de información facilitada a través de esta dependerá de los permisos que tenga otorgados el usuario.⁴²

Figura 5. Ejemplo de marcación láser utilizando un código de matriz de datos



Fotografía: The Bullet ID Corporation

La marcación láser es muy rápida; los cartuchos se pueden marcar en pocos segundos.⁴³ Ahora bien, la velocidad exacta depende del tipo de láser y la ubicación de la marcación: el tipo de láser y su potencia afectarán a la cantidad de munición que se puede grabar de una vez. Por ejemplo, una lente más grande y una máquina con una potencia mayor podrán grabar un mayor número de cartuchos a mayor velocidad. La ubicación y el tipo de marcación también influirán en la velocidad del proceso; a mayor grosor de los símbolos, más tiempo empleará, igual que cuando hay zonas en las que la marcación debe o puede ser más profunda, como el caso de la base o el culote de los cartuchos.⁴⁴

2.2.2 Costes

Los costes de la marcación láser incluyen los de la máquina y su mantenimiento. En el caso de Madagascar, se compraron cuatro máquinas de marcación láser por 95.190 dólares estadounidenses en 2019.⁴⁵ Aquí se incluyó la formación del personal de fabricación. No obstante, los costes pueden diferir según el tipo de tecnología y la máqui-

na adquirida. En el caso de Brasil, el fabricante local informó haber comprado máquinas de marcación láser por aproximadamente 100.000 dólares estadounidenses por unidad, incluidos los costes de la gestión de registros, con unos costes de mantenimiento estimados en 9.300 dólares por cada 5 millones de cartuchos.⁴⁶ Otros costes incluyen el tiempo extra necesario para marcar la munición. Los costes también varían en función del tamaño del ciclo de producción; es decir, con la producción de un mayor número de cartuchos bajan los costes de producción, en comparación con cantidades más pequeñas de cartuchos.⁴⁷

Un modelo de negocio alternativo de marcación láser incluye el suministro de la maquinaria láser y el software de rastreo y gestión de las existencias al fabricante sin coste alguno. En vez de aplicar un precio fijo, el coste se basa en la cantidad total de la producción, donde se cobra por la marcación y el registro de estos datos en el software por cada cartucho individual. Por ejemplo, una empresa ofrece estos dos servicios a 0,02 dólares por cartucho.⁴⁸

⁴² Entrevistas con expertos Q y S.
⁴³ Entrevistas con expertos Q y S.
⁴⁴ Entrevista con experto N.
⁴⁵ ATT (2021).

⁴⁶ Martínez Miralles y Mack (2018).
⁴⁷ Entrevista con experto F.
⁴⁸ Entrevistas con expertos Q y S.

2.2.3 Evaluación

La tabla 2 ofrece una vista general de las ventajas y los retos que plantea la marcación láser.

Tabla 2 Ventajas y retos de la marcación láser

Ventajas	Retos
<ul style="list-style-type: none"> • Durabilidad y recuperabilidad de la marcación. Con el tiempo, la marcación láser podría provocar daños secundarios en la munición debido a la corrosión, especialmente en zonas con mucha humedad. No obstante, esto se puede evitar aplicando concretamente un revestimiento tras el proceso de marcación. Además, aunque la marcación láser se puede eliminar, especialmente las marcas de poca profundidad,⁴⁹ por lo general, es poco probable que se intente hacerlo dado el tiempo requerido para eliminar estas marcas de los cartuchos individuales.⁵⁰ La eliminación de la marcación también resultará más difícil si se ha aplicado un revestimiento por encima.⁵¹ Si aún así se eliminan, la marcación obliterada se puede recuperar a través de "pulido del relieve y estereomicroscopía con luz reflejada".⁵² 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipos y proceso. La marcación láser de identificadores únicos implica retos similares a los del estampado en lo que respecta a las concesiones entre el tiempo de la marcación, conocer los usuarios finales y el tamaño de los pedidos, y el proceso actual de fabricación.⁵⁴ Además, la mayor parte de los fabricantes de munición no cuentan con máquinas de marcación láser y tendrían que comprarlas e integrarlas en sus procesos. Esto también supondría el establecimiento de nuevas directivas y normas en materia de seguridad que tengan en cuenta la maquinaria láser.
<ul style="list-style-type: none"> • Volumen de información incluida en la marcación. La marcación láser está bien adaptada para permitir el trabajo sobre áreas pequeñas con una cantidad significativa de información. 	<ul style="list-style-type: none"> • Costes. Los costes de la marcación láser son difíciles de cuantificar, pues diferirán según factores como la ubicación y el tipo de marcación, así como el volumen y la velocidad de producción. Existen otros dos factores de coste dominantes que se deben considerar: la maquinaria aún no es de uso extendido y, por tanto, es necesaria una inversión inicial;⁵⁵ y, para la amplia mayoría de fabricantes, la marcación láser requerirá de una adaptación al proceso de fabricación.
<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de marcación a lo largo de la vida útil de un cartucho. Esta marcación se puede aplicar a diferentes zonas del cartucho y, según el área, en diversas fases del proceso de producción. Esto significa que la marcación láser se puede adaptar a los diferentes procesos de fabricación y, por tanto, integrarse en la fase que mejor convenga al fabricante. Igualmente, esto implica que se puede utilizar este método para marcar munición retrospectivamente, añadiendo un identificador único en la fase de posproducción.⁵³ 	

⁴⁹ Entrevistas con expertos A, K y N.

⁵⁰ Entrevistas con expertos H y P.

⁵¹ Entrevista con experto N.

⁵² Da Silva y dos Santos (2008).

⁵³ Anders (2006).

⁵⁴ Entrevista con experto M.

⁵⁵ Entrevista con experto L.

2.3 MARCACIÓN CON MEDIOS QUÍMICOS

2.3.1 La marcación y el método

Las marcaciones químicas son aditivos invisibles que se pueden utilizar para marcar una cierta gama de objetos. Existe un ejemplo conocido de su uso en munición: una solución comercial, AmTag, desarrollada por dos empresas del sector privado (una organización de investigación y un proveedor tecnológico), está actualmente en fase piloto en Burkina Faso y Mali, donde se aplica sobre munición suelta de las fuerzas policiales o militares.⁵⁶ Dado que aún está en fase piloto, no contamos con resultados sobre el valor añadido de este método.

Esta marcación se puede aplicar directamente sobre cartuchos individuales de munición, así como sobre su empaquetado.⁵⁷ AmTag está formado por "líquidos rastreables inorgánicos acuosos que son soluciones incoloras y codificadas químicamente".⁵⁸ Las partículas fluorescentes de AmTag solo son visibles bajo una luz ultravioleta (UV) (véase figura 6). Las marcaciones no se basan en el ADN, por lo que "son resistentes al fuego, la humedad y la luz solar".⁵⁹ Cada lote de AmTag cuenta con una composición química individual que está vinculada a un código único, que se registra una vez que se utiliza el lote específico e incluye información como el fabricante y el año de producción. Cuando se introduce el código en una aplicación de software patentado, se vincula con información sobre cuándo se aplicó la marcación.⁶⁰

Figura 6. Ejemplo de munición con AmTag bajo luz ultravioleta



Imagen cedida por: Jonathan Rickell / Conflict Armament Research

AmTag se aplica con un spray atomizador sobre la superficie del sello y el casquillo del cartucho. Esto se puede hacer durante el proceso de fabricación de munición o retrospectivamente. La solución se puede aplicar sobre todo tipo de munición, independientemente de la edad, la condición o el calibre. La solución también se podría aplicar al final del proceso de fabricación de la munición para asociarla con un usuario final o con un identificador único.⁶¹

Según los datos del proyecto piloto, la solución tarda menos de 30 minutos en secarse, aunque solo es químicamente estable tras 24 horas, durante las cuales existe una pequeña posibilidad de transferencia del producto a la piel u otras superficies con las que pudiera entrar en contacto. AmTag, en ocasiones, puede transferirse de la munición al arma, pero esto no afecta a la funcionalidad ni de la munición ni del arma. Por otra parte, según los datos del proyecto piloto, las pruebas han puesto de manifiesto que la solución es tóxica. Para investigar las municio-

⁵⁶ Entrevista con experto D.
⁵⁷ Entrevista con experto M.
⁵⁸ SmartWater (n.d.).

⁵⁹ SmartWater (n.d.).
⁶⁰ Entrevista con experto M; Evans (2012).
⁶¹ Entrevista con experto M.

nes recuperadas, se deben extraer residuos de la solución y enviarse a analizar. En la actualidad, existen centros de análisis en Francia, Reino Unido y Estados Unidos.⁶²

2.3.2 Costes

Los costes de utilizar la marcación química AmTag incluyen la compra de la solución y su código, llamado "licencia de perfil". La solución actual, que se está desarrollando como estudio de viabilidad y programa como programa piloto de alcance limitado, cuesta en torno a 20 y 55 dólares por 15 mililitros, mientras la licencia, que se concede por cinco años, cuesta unos 1.900 dólares. Dada la novedad de esta solución, falta por determinar cuánta munición puede marcar este volumen de AmTag.⁶³

Si la munición debiera someterse a pruebas tras la expiración de la licencia de perfil, esta se renovará automáticamente. Esto significa que la

licencia de perfil actual no es necesaria para todo el ciclo vital de la munición. Teniendo en cuenta que la marcación se puede aplicar una vez completado el proceso de fabricación y, por tanto, no lo cambia ni le afecta, las implicaciones sobre el coste de la tasa de producción pueden ser mínimas.⁶⁴

2.3.3 Evaluación

La tabla 3 ofrece una vista general de las ventajas conocidas y potenciales y de los retos de las marcaciones químicas, centrándose en AmTag dado que es la única marcación química conocida aplicable a munición. No obstante, debemos señalar que existe información limitada sobre esta tecnología más allá del proyecto piloto actual, puesto que aún no se ha implementado en procesos de producción industrial, y esto representa un desafío global respecto a la evaluación de este método.

Tabla 3. Ventajas y retos de AmTag

Ventajas	Retos
<ul style="list-style-type: none"> • Durabilidad y recuperabilidad de la marcación. Las pruebas realizadas durante el proyecto piloto de AmTag sugieren que la marcación química podría mantenerse sobre la munición durante largos periodos de tiempo, incluso décadas. Ahora bien, no hay suficientes datos sobre el uso a largo plazo de la solución, especialmente en diferentes entornos y tras su uso. 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipos y proceso. El tiempo que tarda la solución en secarse sobre la munición se puede considerar largo, según cuándo se aplique a lo largo del proceso. Por otra parte, actualmente solo existen centros de análisis en tres países, y ninguno de ellos está en el hemisferio sur. Como método relativamente desconocido e invisible, es posible que los expertos forenses y balísticos no sean conscientes de que la munición está marcada o que no tengan el equipo necesario para identificar la marcación. Así pues, en esta fase de desarrollo, la tecnología sigue siendo exclusiva para un número limitado de usuarios.
<ul style="list-style-type: none"> • Volumen de información incluida en la marcación. Dado que los datos se almacenan en una base de datos enlazada a través de un código con la solución, se puede almacenar información detallada sobre la munición. 	<ul style="list-style-type: none"> • Costes. Existe poca información sobre los costes relacionados con este método para ofrecer una evaluación en esta fase.
<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de marcación a lo largo de la vida útil de un cartucho. Esta solución se puede aplicar a todo el cartucho de munición en cualquier momento del proceso de producción y posproducción. 	

⁶² Entrevista con experto M.

⁶³ A partir de la correspondencia con el experto N en octubre de 2021 y marzo de 2022.

⁶⁴ Entrevista con experto M.

Aparte de estos tres métodos, las etiquetas de identificación por radiofrecuencia (RFID) podrían ofrecer potencialmente otra solución. En

la actualidad, se trata de una hipótesis tal como se indica en el recuadro 4.

Recuadro 4. ¿Se pueden integrar etiquetas RFID en la munición?

RFID es una tecnología que sirve para rastrear elementos mediante una etiqueta situada sobre cada uno o enganchada a ellos. La tecnología RFID está formada por un chip, una antena conectada al chip y un lector externo. Los datos están codificados en el chip, se transmiten por la antena y los lee el lector. Las etiquetas RFID se utilizan sobre ciertos paquetes de munición, así como sobre armas ligeras, y hay cierto debate sobre si estas podrían integrarse directamente en la propia munición. Este tipo de marcación se utiliza para munición de más de 20 milímetros.⁶⁵ En el caso de munición de pequeño calibre, las opiniones de los entrevistados difieren, pues algunos consideran que no se trata de una solución viable.⁶⁶ Un entrevistado opina que es posible, siempre que la etiqueta no se aplique sobre munición de ignición eléctrica.⁶⁷

Un entrevistado también afirmó que sería teóricamente posible introducir una etiqueta RFID pasiva muy pequeña (2 mm o menos) operando a frecuencias extremadamente altas (3-60 gigahercios) en un cartucho individual. Esta etiqueta tiene un rango de lectura muy corto de varios milímetros. Para garantizar que la etiqueta sigue siendo legible, no debe estar completamente rodeada de metal, pues este material obstaculiza las ondas de radio. Una solución sugerida es cubrir la etiqueta con una resina epoxi.⁶⁸ No obstante, se debe señalar que la funcionalidad de dicho enfoque nunca se ha probado. Resulta interesante que esta idea no es reciente, pues una solicitud de patente de 2006 propone el montaje de etiquetas RFID en cartuchos (civiles) individuales, afirmando que la etiqueta no afectaba al rendimiento.⁶⁹ Ahora bien, además de la viabilidad de añadir esta tecnología a cartuchos individuales, hay otras cuestiones sin resolver, como las relativas a los costes y la conveniencia de este enfoque.

⁶⁵ Entrevistas con experto C.

⁶⁶ Entrevistas con experto A.

⁶⁷ Entrevista con experto B.

⁶⁸ Entrevista con experto R.

⁶⁹ Pridmore JR y Babendreier (2006).

3. CONCLUSIÓN

La marcación de cartuchos individuales de pequeño calibre puede ayudar a rastrear los puntos de desvío e identificar los cartuchos recuperados con el fin de comprender los factores contextuales que rodean su uso. Sin embargo, falta información sobre los propios cartuchos individuales para permitir su rastreo e identificación. Esto se agrava por la falta de estándares y normas internacionales sobre el asunto, aunque existen documentos orientativos voluntarios. A pesar de estas lagunas, hay métodos consolidados y emergentes disponibles para marcar la munición con diferentes niveles de información, incluso con cantidades importantes de datos identificativos únicos. Mientras se

siguen desarrollando nuevas técnicas y enfoques y se perfeccionan los existentes, este informe busca iniciar un diálogo respecto a los posibles pasos a seguir en la marcación de la munición de pequeño calibre para una mayor seguridad.

En la tabla 4 se ofrece una vista general comparativa de los tres métodos de marcaciones examinadas en este documento. Debemos señalar que estos diferentes métodos de marcación pueden combinarse y utilizarse conjuntamente en un solo cartucho. Así pues, una marcación doble o triple puede ayudar a solventar los problemas a que se enfrentan los métodos individuales.

Tabla 4. Comparación de las tecnologías de marcación de munición

	Estampado	Marcación láser	Marcaciones químicas
Durabilidad y recuperabilidad de la marcación	Durable y recuperable	Durable y recuperable	Las pruebas indican durabilidad, pero los datos de uso a largo plazo son limitados
Equipos y procesos ⁷⁰	Por lo general, ya están instaurados equipos y procesos, puesto que el estampado es el método de marcación tradicional y más común	Hay equipos y procesos instaurados en algunas fábricas o empresas que han elegido específicamente emplear este método	Los equipos y procesos son de alcance limitado, pues este método está en una fase piloto
Volumen de información incluida en la marcación	Según la información que se vaya a incluir, el espacio puede ser limitado	Se pueden incluir cantidades considerables de información	Se pueden incluir cantidades considerables de información
Capacidad de marcación a lo largo de la vida útil de un cartucho	En la fase de producción temprana del cartucho	En diversas fases del proceso de producción y posproducción, según la ubicación de la marcación ⁷¹	Se puede aplicar en cualquier momento del proceso de producción, incluso en la posproducción, pero es más sencillo de lograr en la fase de producción

70 Hace referencia a los equipos necesarios para realizar la marcación y la medida en que el método se integra en el proceso de producción o posproducción, no a la facilidad de aplicación del método.

71 Más eficaz para grandes volúmenes de cartuchos cuando está integrado en el proceso de producción o posproducción antes del empaquetado.

En total, se pueden sacar cinco conclusiones principales respecto a los métodos de marcación de la munición.

Marcar cartuchos para ayudar a su rastreo es viable. La marcación de la munición de pequeño calibre con información lo suficientemente detallada para facilitar el perfilamiento y el rastreo, y para evitar y combatir el desvío es viable, y ya se está haciendo en ciertos contextos tal como se ha descrito anteriormente. En las dos últimas décadas, algunos fabricantes han modificado sus prácticas de marcación para aplicar números de lote en cartuchos individuales de pequeño calibre con el fin de cumplir con la legislación nacional o de responder a necesidades específicas de ciertos usuarios finales.⁷² Esta práctica ha llevado al rastreo exitoso de municiones de pequeño calibre y a un aumento de la información procesable obtenida de recuperaciones de municiones. La información que se podría incluir en cada cartucho para este fin incluye el calibre, el fabricante, el número de lote específico, el año y la ubicación de producción, el usuario final y otros datos relevantes. Cada método de marcación tiene sus propias ventajas e inconvenientes, como la facilidad de integrarlos en el proceso de fabricación. Los costes asociados no son tan preocupantes, puesto que algunos países que han introducido o están ahora intentando introducir la marcación de munición son países de ingreso bajo. Así pues, aquellos usuarios finales o legisladores que necesiten o decidan exigir la marcación con fines de seguridad de lotes de munición de pequeño calibre podrán elegir entre diferentes métodos y tecnologías de marcación disponibles en el mercado. El sector, por tanto, desempeña un papel importante a la hora de garantizar que se satisfacen la demanda y las necesidades de los clientes.

El establecimiento de los requisitos de información mínima estandarizada para los cartuchos de munición es necesario. Tal como se

apuntó en la introducción, actualmente no existe una norma universal que establezca con qué información se debe marcar la munición de pequeño calibre. La información contenida en la munición actualmente varía en función del comprador y del fabricante, además del hecho de que los cartuchos pueden carecer de información identificativa única; en particular, datos como el año de fabricación o el cliente. No obstante, tal como demuestra este estudio, existen tecnologías que permiten la marcación de este tipo de información, incluso en munición de pequeño calibre donde el espacio es más limitado. Los gobiernos nacionales, así como las entidades regionales e internacionales, tienen su papel en lo que respecta a la agilización de la marcación con el fin de permitir su mejora. Además, cualquier acuerdo respecto a esta información mínima estandarizada también debería garantizar que los datos sean fácilmente descifrables y comprensibles por los diferentes actores que manipulan munición, incluidos cartuchos recuperados.

Los legisladores y los responsables de políticas desempeñan un papel clave en la marcación de la munición. En última instancia, aunque el sector privado o la industria también tiene la responsabilidad de ofrecer opciones para aumentar la seguridad de la munición de pequeño calibre, el poder de exigir que la munición se marque y de decidir con qué información hacerlo recae en los legisladores y los responsables de políticas. Estas exigencias varían según los contextos, pues algunos países consideran la marcación de la munición una necesidad mayor que otros. También existe la responsabilidad de garantizar que los tamaños de los lotes no sean demasiado grandes y que los lotes no se dividan entre clientes, para no obstaculizar las labores de rastreo. Si los legisladores y los responsables de políticas impusieran esta exigencia, los fabricantes y los usuarios adaptarían sus procesos, tal como muestran los ejemplos de Brasil y República Dominicana. Sin

⁷² Véase Asamblea General (2021).

embargo, en estos casos también es importante que los legisladores y los responsables de políticas tengan en cuenta la marcación de la munición destinada tanto al mercado civil como a las fuerzas de seguridad estatales, dado que la gran mayoría de la munición de pequeño calibre se destina a la marcación civil. La marcación de la munición destinada a ambos mercados podría ayudar a rastrear e identificar puntos de desvío y, en última instancia, a salvar vidas. Si bien la marcación de cartuchos individuales implica costes adicionales, que se reflejarán en un aumento del precio de la munición, estos se pueden justificar en términos de una mayor transparencia, capacidad de rastreo, rendición de cuentas y seguridad, y de menor riesgo de desvío. Por otra parte, los costes relacionados con la pérdida de vidas humanas son mucho más altos que el pequeño precio que supone marcar la munición.

Los costes son específicos a cada contexto.

Aunque indagar en los costes específicos de estos tipos de marcación escapa al alcance de este informe exploratorio inicial, resulta importante considerar si la marcación láser o química llegaría a ser de uso extendido. Los costes dependen de un cierto número de factores como el precio de nuevos equipos y sus componentes; la forma en que los fabricantes estructuran y organizan su producción; gastos corrientes como mantenimiento, que también se verán afectados por la tasa y el volumen de producción; las necesidades formativas; el tamaño de los lotes que se vayan a marcar; y decisiones como si se marcan o no cartuchos individuales con un identificador único, como un número de lote y cuántos cartuchos se deben incluir en un lote. Los lotes más grandes pueden costar menos, pero los tamaños de lotes más pequeños ayudarán al rastreo de la munición y a la identificación de los puntos de desvío. También habrá costes relacionados con la posible necesidad de adaptar la forma en que se fabrica la munición, especialmente si solo se pueden añadir los identificadores únicos una

vez que entra un pedido. Más allá de la marcación, existen otros costes que se deben considerar relativos al mantenimiento de registros y las tecnologías de comunicación entre el fabricante y el usuario: ¿Qué tipo de información se debe registrar y durante cuánto tiempo? ¿Qué funciones de seguridad deberán garantizar que esta información es segura? Los costes también variarán según las respuestas a estas preguntas y podrán tener un impacto sobre la voluntad política de marcar cartuchos individuales, a pesar de las ventajas anteriormente expuestas. El sector privado, los legisladores, los responsables de políticas y los usuarios finales deben seguir explorando la integración de nuevas tecnologías de marcación y permitir un mayor intercambio de información relevante como, por ejemplo, sobre costes, entre partes interesadas.

La recopilación de datos y el mantenimiento de registros sobre datos de marcación de munición son importantes para ayudar al rastreo y la identificación.

La recopilación de datos y el mantenimiento de registros están intrínsecamente relacionados con la marcación de cartuchos individuales de munición con identificadores únicos, pues puede ofrecer la información de apoyo necesaria para ayudar al rastreo de la munición recuperada en zonas de conflicto, crimen o actividades terroristas y puede ayudar notablemente a identificar puntos de desvío. La selección de una técnica de marcación debe hacerse de la mano del establecimiento de un sistema de mantenimiento de registros robusto, seguro y de largo plazo. Aunque la investigación sobre los requisitos de dicho sistema, su coste y su función en el rastreo de munición no entraba dentro del alcance de este estudio, dada su importancia para la marcación de la munición, deberían ser objeto de otra investigación, en particular, para comprender cómo podría desarrollarse este sistema para munición destinada tanto al mercado civil como a las fuerzas de seguridad estatales.



MONUSCO IMPARTIENDO FORMACIÓN SOBRE TÁCTICAS DE PROTECCIÓN CERCANA

La munición yace en primer plano mientras el personal de mantenimiento de la paz de la Misión de Estabilización de las Naciones Unidas en la República Democrática del Congo (MONUSCO) recibe formación sobre técnicas de protección cercana con armas.

Crédito: Foto ONU/Abel Kavanagh

LISTA DE REFERENCIAS

- A. Desmarais, A-S Fabre, B. Jongleux, G. Lawrence, D. Werner & N. Florquin. 2022. "Monitoring illicit ammunition through the ballistic datasets of four European countries." *Forensic Science International* 330. As of 22 April 2022: <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2021.111133>
- A. Malaret, M. Martinez, E. Mumford & N. Briggs. 2021. "Arms Trade Treaty Issue Brief 3: Diversion Analysis Framework." UNIDIR. As of 4 March 2021: <https://www.unidir.org/publication/arms-trade-treaty-issue-brief-3-diversion-analysis-framework>
- A. Malaret Baldo & M. Martinez Miralles. 2020. "Handbook to Profile Small Arms Ammunition in Armed Violence Settings." UNIDIR. As of 4 March 2022: <https://unidir.org/publication/handbook-profile-small-arms-ammunition-armed-violence-settings>
- ATT. 2021. "Rapport D'activité Du Fonds D'affectation Volontaire (VTF) Du TCA Pour La Période Août 2020 - Juillet 2021." ATT/VTF/2021/CHAIR/678/Conf.Rep. As of 4 March 2022: https://thearmstradetreaty.org/hyper-images/file/ATT_CSP7_VTF%20Report_FR/ATT_CSP7_VTF%20Report_FR.pdf
- BICC (Bonn International Center for Conversion). N.d. "Overview of SALW Marking Methods." SALW Guide. As of 4 March 2022: <https://salw-guide.bicc.de/en/further-infos/marking-methods>
- B. Langeani & N. Pollachi. 2021. "Less guns, more youth: Armed violence, police violence and the arms trade in Brazil." Sou da Paz & Terre des Hommes Germany and Switzerland. As of 6 April: <https://soudapaz.org/o-que-fazemos/conhecer/pesquisas/control-de-armas/as-armas-do-crime/?show=documentos#5889>
- C. Pridmore JR & P. Babendreier. 2006. "Apparatus (Bullet Mounted RFID) for the Purpose of Generating a Tracking Signal from a Deployed Bullet." United States Patent Application Publication No. US 2006/0244612 A1. As of 4 March 2022: <https://patentimages.storage.googleapis.com/64/4a/f3/38e7984aed4e58/US20060244612A1.pdf>
- G. Persi Paoli. 2011. "Ammunition Marking: Current Practices and Future Possibilities." Small Arms Survey Issue Brief Number 3. As of 4 March 2022: https://ciaotest.cc.columbia.edu/pbei/sas/0024184/f_0024184_19725.pdf
- G. Persi Paoli. 2013. "Marking of Firearms and Ammunition." Small Arms Survey Research Notes Number 36. As of 4 March 2022: <https://www.files.ethz.ch/isn/174749/SAS-Research-Note-36.pdf>
- General Assembly. 2009. "Promoting development through the reduction and prevention of armed violence: Report of the Secretary-General." A/64/228. As of 4 March 2022: <https://undocs.org/A/64/228>
- General Assembly. 2021. "Group of Governmental Experts on problems arising from the accumulation of conventional ammunition stockpiles in surplus. Note by the Secretary-General." A/76/324. As of 4 March 2022: <https://undocs.org/A/76/324>
- H. Anders. 2006. "Following the Lethal Trail: Identifying Sources of Illicit Ammunition." *In Targeting Ammunition: A Primer*, eds. Small Arms Survey. As of 4 March 2022: https://www.files.ethz.ch/isn/123147/2006_06_complete_Targeting_Ammunition.pdf

- International Action Network on Small Arms (IANSA). 2021. *The Programme of Action on Small Arms: Why Ammunition Must Be Included*. IANSA Briefing Paper. As of 6 April 2022: https://iansa.org/wp-content/uploads/2021/06/The-PoA_Why-Ammunition-Must-Be-Included.pdf
- J. Evans. 2012. "Chemistry goes into the field to battle metal theft." *Chemistry World*. As of 4 March 2022: <https://www.chemistryworld.com/news/chemistry-goes-into-the-field-to-battle-metal-theft/5633.article>
- L. da Silva & P. A. M. dos Santos. 2008. "Recovering obliterated laser engraved serial numbers in firearms." *Forensic Sci Int* 179: 2-3. doi: 10.1016/j.forsciint.2008.05.012
- M. Martinez Miralles & D. Mack. 2018. "Ammunition Control Practices in Latin America and the Caribbean." UNLIREC. Available upon request.
- M. A. M. Zaili, R. Kuppuswamy, H. Harun. "Restoration of engraved marks on steel surfaces by etching technique." *Forensic Sci Int* 24(171): 27-32. doi: 10.1016/j.forsciint.2006.09.010
- Ministério Da Justiça E Segurança Pública. 2021. "Tradução De Legislação Brasileira Relacionada À Área De Justiça E Segurança Pública Para O Inglês E O Espanhol." As of 4 March 2022: https://www.gov.br/mj/pt-br/acao-a-informacao/atuacao-internacional/legislacao-traduzida/lei_n_10-826_de_22_de_dezembro_de_2003_eng-docx.pdf
- N. Florquin & J. Leff. 2014. "Across conflict zones: Ammunition profiling." In *Small Arms Survey (Ed.) In Small Arms Survey 2014: Women and Guns*. As of 22 April 2022: <https://www.smallarmssurvey.org/sites/default/files/resources/Small-Arms-Survey-2014-Chapter-6-EN.pdf>
- OECD. 2005. "Small arms and light weapons (SALW)." Development Assistance Committee (DAC) Mainstreaming Conflict Prevention Issues Brief. As of 4 March 2022: https://www.eda.admin.ch/dam/deza/en/documents/themen/fragile-kontexte/92805-small-arms-light-weapons_EN.pdf
- P. Martinot & I. Berkol. 2008. "The Traceability of Ammunition." Group de Recherche et d'Information sur la Paix et la Sécurité (GRIP). As of 4 March 2022: http://archive.grip.org/en/siteweb/images/RAPPORTS/2008/2008-9_EN.pdf
- SmartWater. N.d. "Partnering with Law Enforcement." As of 4 March 2022: <https://swt.smartwater.com/law-enforcement>
- The New Indian Express. 2022. "Indian Army implements Radio Frequency Identification (RFID) of Ammunition Stock for safe and better management." As of 4 March 2022: <https://www.newindianexpress.com/nation/2022/feb/09/indian-army-implements-radio-frequency-identification-rfid-of-ammunition-stock-for-safe-and-better-2417444.html>
- UNLIREC. 2018. "Profiling ammunition seized at border controls and recovered from crime scenes across Latin America and the Caribbean: Briefing Paper I: The Dominican Republic Case Study and Methodology." Available upon request.
- UNLIREC. 2013. "Propuesta Técnica para la Marcación de Municiones." Available upon request.
- UN News. 2020. "Half of all violent deaths involve small arms and light weapons." As of 4 March 2020: <https://news.un.org/en/story/2020/02/1056762>
- UNODA. 2021. "Guide to the International Ammunition Technical Guidelines (IATG)." Third Edition. As of 4 March 2022: https://unoda-safeguard.s3.amazonaws.com/iatg/en/V3_IATG_com-piled-compressed.pdf

APÉNDICE: ENTREVISTAS DE INVESTIGACIÓN

Damos las gracias a los siguientes expertos que formaron parte de las entrevistas de investigación y que aportaron información valiosa.

Designación	Nombre	Afiliación	Región	Fecha de la entrevista
A	Experto anónimo	–	Europa occidental y otros (EOO)	14 de enero de 2022
B	Experto en munición independiente	–	EOO	20 de enero de 2022
C	Experto anónimo	–	EOO	24 de enero de 2022
D	Experto anónimo	–	EOO	28 de enero de 2022
E	Experto anónimo	–	América Latina y Caribe	8 de febrero de 2022
F	Experto anónimo	–	América Latina y Caribe	11 de febrero de 2022
G	Experto anónimo	–	EOO	25 de febrero de 2022
H	Experto anónimo	–	América Latina y Caribe	25 de febrero de 2022
I	Rodolfo Gamboa	Experto independiente	América Latina y Caribe	6 de enero de 2022
J	Stefan Feller	Oficina federal alemana de Asuntos Exteriores	EOO	8 de febrero de 2022
K	Marcus Vinicius Da Silva Dantas	Policía federal brasileña	América Latina y Caribe	31 de enero de 2022
L	Gen. Emma Randriamiramanana	Ministerio de Defensa de Madagascar	África	4 de febrero de 2022
M	Jonathan Rickell	Conflict Armament Research	EOO	14 de febrero de 2022

APÉNDICE: ENTREVISTAS DE INVESTIGACIÓN

Designación	Nombre	Afiliación	Región	Fecha de la entrevista
N	Carlos Martinez	Couth	EOO	28 de febrero de 2022
O	Karl Weiss	Centro de Armamento del Comando de Desarrollo de Capacidades de Combate del Ejército de los Estados Unidos	EOO	24 de febrero de 2022
P	Natalia Pollachi	Sou da Paz	América Latina y Caribe	25 de febrero de 2022
Q	Bruce Lewis	Bullet ID Corporation	EOO	7 de marzo de 2022
RE	Andreas Weder	Fraunhofer	EOO	28 de febrero de 2022
S	Cristian Talle	Bullet ID Corporation	EOO	7 de marzo de 2022

EXPLORANDO LA VIABILIDAD TÉCNICA DE LA MARCACIÓN DE MUNICIÓN DE PEQUEÑO CALIBRE

La marcación de los cartuchos individuales de munición de pequeño calibre con información relevante suficiente como el calibre, el fabricante, el país de importación, el año de fabricación y el número de lote específico, junto con un registro preciso y de largo plazo, podría ayudar a identificar y rastrear los cartuchos recuperados y detectar posibles puntos de desvío, pues esta marcación podría contribuir a investigaciones criminales de violencia armada o ayudar a determinar la eficacia de los embargos de armas, lo que reduciría en última instancia la pérdida de vidas humanas. El presente informe explora tres tecnologías diferentes de marcación: el estampado, la marcación láser y las marcaciones químicas. El objetivo es demostrar con qué métodos contamos para marcar cartuchos de munición de pequeño calibre con información identificativa suficiente para permitir su identificación, perfilado y rastreo. La presente investigación busca orientar sobre procesos relacionados con la munición que tienen lugar bajo los auspicios de las Naciones Unidas, como el próximo Grupo de trabajo de composición abierta sobre munición convencional, así como contribuir a la implementación de los resultados de dichos procesos. También pretende contribuir a los mecanismos y legislaciones nacionales en lo que respecta a la importancia y la viabilidad de la marcación de la munición.

[@UNIDIR](#)

WWW.UNIDIR.ORG



UNIDIR UNITED NATIONS INSTITUTE
FOR DISARMAMENT RESEARCH