

# Diseño de Pruebas en Material Antibalístico para Composites Transparentes\*

## Anti-Ballistic Material Test Design for Transparent Composites

Jhon steven Atehortua Sánchez \*\*\*  
Sergio Hernán Barrios Ortiz \*\*\*  
Daniel Alejandro Gómez Santiago \*\*\*\*  
Pedro Ignacio Castelblanco Cárdenas \*\*\*\*\*

Recibido: octubre 14 de 2023 - Evaluado: diciembre 2 de 2023 - Aceptado: febrero 15 de 2024.

### Para citar este artículo / To cite this Article

J. S. Atehortua Sánchez, S. H. Barrios-Ortiz, D. A. Gómez-Santiago, "Diseño de Pruebas en Material Antibalístico para Composites Transparentes", Revista de Ingenierías Interfaces, vol. 7, no.2, pp.1-21, 2024.

### Resumen

Este artículo tiene por objetivo identificar las características que deben cumplir los materiales antibalísticos transparentes de acuerdo con las normas nacionales e internacionales vigentes, para ser aplicados en la comprobación del nivel antibalístico de los composites obtenidos de trabajos de formulación experimental en las investigaciones de la ECSAN.UJI. La metodología fue de enfoque cualitativo, orientado al conocimiento y descripción de las pruebas estándar para la medición de las propiedades antibalísticas. Se consideraron las características y resultados de pruebas descritas en la en investigaciones nacionales, internacionales e información obtenida con los expertos entrevistados, para ser analizadas por los investigadores y, luego presentar generalizaciones significativas que contribuyen al conocimiento, para identificar las propiedades, técnicas y procesos estándares en antbalística de materiales transparentes.

**Palabras clave:** Composites Transparentes, Materiales Blindados Transparentes, Pruebas Balísticas, Seguridad Policial.

---

\*Artículo inédito: "Diseño de Pruebas en Material Antibalístico para Composites Transparentes".

\*\*Pregrado en Administración Policial; Oficial de Policía adscrito Sijin; [jhon.atehortuas@correo.policia.gov.co](mailto:jhon.atehortuas@correo.policia.gov.co); Cali – Colombia.

\*\*\*Pregrado en Administración Policial, Oficial de Policía adscrito a DIPOL - Recolector de datos. Policía Nacional; [sergio.barrioso@correo.policia.gov.co](mailto:sergio.barrioso@correo.policia.gov.co); Bucaramanga – Colombia.

\*\*\*\*Pregrado en Administración Policial; Oficial de Policía adscrito a DIPOL; [da.gomez0008@correo.policia.gov.co](mailto:da.gomez0008@correo.policia.gov.co); Bogotá - Colombia.

\*\*\*\*\*Magister en Gestión y Evaluación Educativa, Jefe área académica, Oficial de la policía nacional de Colombia; [pedro.castelblanco@correo.policia.gov.co](mailto:pedro.castelblanco@correo.policia.gov.co); Bogotá – Colombia.

## Abstract

This article aims to identify the characteristics that transparent anti-ballistic materials must meet in accordance with current national and international standards, to be applied in checking the anti-ballistic level of composites obtained from experimental formulation work in ECSAN.UJI. The methodology was qualitative, oriented to the knowledge and description of standard tests for the measurement of anti-ballistic properties. The characteristics and test results described in the national and international investigations and information obtained from the experts interviewed were considered for analysis by the researchers and then present significant generalizations that contribute

**Keywords** Transparent Composites, Transparent Armored Materials, Ballistic Tests, Police Security.

## 1. Introduction

Los composites transparentes al igual que otros materiales, se han utilizado en el diseño y construcción de diversos productos para la defensa, los cuales sirven para enfrentarse a desafíos y retos dentro del campo real y laboral [1]; por esta razón, la presente investigación tiene la intención de conocer las características y el comportamiento ante impactos, con el fin de proponer pruebas balísticas que permitan ofrecer información oportuna para determinar su uso en la protección de los efectivos de la Policía Nacional de Colombia. En el caso de la Escuela de Cadetes de Policía General Francisco de Paula Santander (de aquí en adelante, ECSAN), se desarrolló una investigación que tuvo por objetivo identificar la relación que existía entre los materiales y uniformes del escuadrón móvil antidisturbios y la identificación de los distintos elementos de protección, junto con las características que brindan protección al personal [2].

Esta información será profundizada en el desarrollo del presente artículo científico, en el que se realizará inicialmente una descripción del tema, en el que se incluye la problemática identificada, y los referentes nacionales e internacionales que se tuvieron en cuenta; posteriormente, se socializa la metodología implementada junto con el número de participantes y los instrumentos realizados; en seguida se mostrarán los resultados obtenidos a partir de las categorías de análisis y finalmente, se presentarán las conclusiones que sintetizan la información hallada.

Ahondado sobre el planteamiento del problema, se dice que, a lo largo de la historia, el hombre ha manifestado instintos básicos para satisfacer sus exigencias y protegerse de las amenazas en su entorno, esta necesidad de resguardo y seguridad se vivencia en los distintos sectores laborales, entre los cuales no escapan los cuerpos de seguridad, como es el caso de la Policía Nacional de Colombia [3]. En relación con la protección de la integridad de las personas, se hace necesario consultar lo expuesto por algunos autores, quienes señalan que gracias al constante desarrollo y evolución científico-tecnológica se ha ejecutado diferentes inventos de tecnología de materiales para producir aditamentos que mitiguen los daños causados al cuerpo humano debido a los impactos de proyectiles, razón por la cual es indispensable contar con herramientas de protección en los entes policiales [4].

Cabe resaltar que, algunos de estos materiales actualmente, forman parte de una gran gama de productos, contándose entre ellos el diseño de accesorios blindados, los cuales implican

confección de tejidos sintéticos especiales que ofrecían protección en primera instancia contra fragmentos de municiones o de granadas [4].

Ahora bien, el problema que se plantea en la presente investigación parte del interrogante acerca del diseño de pruebas en material anti balístico para composites transparentes y la posibilidad de sugerir un protocolo, puesto que los efectivos policiales se enfrentan con frecuencia a riesgos laborales derivados de sus condiciones específicas de trabajo. Es por ello que la diversidad de medios técnicos, como los equipos blindados, hacen parte de la acción de protección de cualquier cosa del impacto de un proyectil, así como también, del fuego o cualquier elemento de riesgo [5].

Respecto a los implementos blindados que utiliza la Policía Nacional de Colombia para su protección, va desde vehículos, chalecos blindados externos Nivel IIIA, chalecos blindados internos Nivel IIIA, mantas antibalísticas y escudos antibalas, los cuales deben cumplir con las normas de calidad y distribución establecidas, verificadas a través del Grupo de Armamento de la Dirección Administrativa y Financiera de la institución [6]. En ese sentido, la finalidad de que la Policía utilice estos implementos blindados está enfocada en el mantenimiento del orden público, evitando que cualquier actividad de protesta llegue a causar daño a los ciudadanos, así como a los bienes públicos.

De anotar que en la confección de materiales antibalísticos se han obtenido importantes resultados a partir de materiales transparentes, como las ventanas antibalas fabricadas por la empresa GuS, fabricante de periscopios y cristales blindados. Las cuales son certificadas por las Fuerzas Armadas Federales de Alemania desde 1995, utilizadas en vehículos militares a nivel mundial; en torno a esto, las principales características, para la protección y defensa en las siguientes situaciones de riesgo son: explosión minera, armas químicas, biológicas, radiológicas y nucleares, resistencia a combustibles y compatibilidad con dispositivos de visión nocturna [7].

En Colombia, se conoce que los grupos ilegales siempre están en la búsqueda de afectar a los integrantes de las instituciones, una muestra de ello es la destrucción de un vehículo blindado perteneciente al Ejército Nacional de Colombia, el cual fue impactado parcialmente en una explosión ocasionada por integrantes del ELN [8]. Así pues, la implementación de herramientas de protección antibalística para los efectivos policiales colombianos es una necesidad palpable; por lo tanto, se precisa el uso de materiales especiales de protección que puedan aportar un grado de confiabilidad aceptable, y esta protección es requerida tanto para su desempeño con equipos de uso terrestre para apoyo aéreo cercano y su equipo de tripulación [9]; en tal sentido, las placas de protección balística en materiales compuestos con sistemas multicapas, surgen como una opción de ser implementadas en la fabricación de nuevos equipos capaces de ofrecer una alternativa para la protección de los miembros de los organismos policiales.

Las ventajas de sus sistema multicapas que comprende una zona dura conformada con una matriz polimérica reforzada con polvos cerámicos, fibras cortas y adicionalmente, una zona blanda confeccionada a partir de fibras de alta resistencia, permite obtener una absorción de hasta un 20% de energía en la zona dura y un mecanismo de amarre de la ojiva en la zona blanda, al mismo tiempo que cumple el nivel III de protección balística según el estándar de

blindaje NIJ, es decir, para detener los disparos de rifles de alta potencia se requiere una placa balística rígida, con materiales de alta calidad reduciendo su peso en un 25% y garantizando la protección del acero [9]. Con esta información, se infiere que la falta de adaptación de materiales de esta naturaleza, desfavorece a los cuerpos policiales dado que no cuentan con las medidas necesarias que les garanticen seguridad al momento de cumplir con su compromiso de actuación en el contexto de la defensa nacional para atacar el delito, y ante las diferentes manifestaciones de crimen organizado [4].

Lo anterior deja ver la necesidad de uso de blindaje transparente para proporcionar la seguridad antibala en contra de un proyectil de alto impacto, es así como el diseño de pruebas en material anti balístico para composites transparentes, se convierte en un desafío que, a través de un protocolo de implementación, entraría a subsanar los problemas en seguridad y necesidad de blindaje y protección que se requiere permanentemente. A continuación, se señalan algunos conceptos claves y los antecedentes nacionales e internacionales que son soporte bibliográfico.

**Defensa y seguridad.** En términos generales la seguridad corresponde a una ausencia, una falta, o la negación de cualquier amenaza, mientras que la Defensa corresponde a aquella estructura administrativa, operativa y organizativa que los Estados establecen para mantenerse con seguridad en el contexto internacional [10].

**Seguridad ciudadana.** Necesidad de las personas o sociedades de estar en bienestar ante diferentes escenarios y que posteriormente, presentan consecuencias que pueden ser benéficas o adversas según la situación que se haya vivido [11]. En este sentido, la seguridad pública se refiere a la preservación de la paz, la ley y el orden público [12], así como la garantía del mantenimiento del equilibrio, mediante la resolución de los problemas que se puedan presentar en la sociedad [13]. En el caso particular de Colombia, se encuentra en una transición de la seguridad pública [14], lo que conlleva un cambio de modelo, en el que la gobernanza y el sector seguridad, consideran las estructuras, los procesos, los valores y las actitudes que conforman y explican las decisiones acerca de la provisión de seguridad interna y externa y la forma de implementación [15].

**Composites transparentes.** El uso de materiales conformados por resinas poliméricas o plásticos reforzados con fibras de vidrio o de otros materiales como aramida para lograr mayores niveles de resistencia, es decir, la unión química de uno o dos componentes que optimizan las propiedades [1]. Cabe resaltar que este compuesto tiene ciertas características particulares que proporcionan un mayor refuerzo al producto elaborado, con el fin de generar mayor durabilidad y protección [16]. También es importante señalar qué, la disminución del peso en los blindajes y los materiales compuestos representan una excelente opción para ello además de otorgar resistencia a la corrosión [16].

En lo que respecta al control de calidad del blindaje transparente, los sistemas certificados de vidrio antibalístico con una ingeniería combinada en sus diseños de productos transparentes de la más alta calidad, aportan la seguridad de protección ante los desafíos que enfrentan los oficiales de la Policía; en cuanto al control de calidad recomiendan la certificación ISO 9001: [17]. Siguiendo los parámetros establecidos por el Registro de Intervención Reglamentario de Estados Unidos H1567 que indican que se deben incorporar capas múltiples de material

transparente, soportadas en varias capas que deben ser de consistencia flexible y a la vez de alta resistencia, todas se unen entre sí por una Intercapa con material adherente en función del equipo antibalístico que se diseñe. Este blindaje presenta una significativa tendencia y/o propensión al desgarre lateral o explosión luego de ser impactado por una munición de cualquier naturaleza, lo que significa que le proporciona una protección limitada [18]. Con relación a los vidrios resistentes a balas, existen 4 métodos de fabricación: (1) vidrio laminado con EVA, (2) vidrio laminado con PVB, (3) vidrio pegado con resinas líquidas en frío y (4) vidrios laminados mixtos -vidrio + policarbonato [19].

**Antibalísticos Transparentes.** El blindaje transparente basa sus cualidades en sus materiales, cuyas características anti balísticas son elaboradas por capas múltiples que presentan fragilidad en una o más placas flexibles, resistentes y transparentes, las cuales terminan siendo unidas por una capa adhesiva [20].

**Pruebas de balística.** Se constituye como el desarrollo de implementos que permiten identificar y configurar los ensayos balísticos partiendo de la definición del material y el equipo experimental empleado [21]. Cabe resaltar qué, la sexta generación de tecnología de blindaje pone el listón aún más alto; adopta los últimos y más avanzados materiales, junto con las técnicas de fabricación más innovadoras para ofrecer soluciones que son hasta un 40 % más ligeras, casi un 30% más finas y aproximadamente un 50% más flexibles que las soluciones estándar similares. Adicionalmente, para la elaboración de materiales de protección del personal y plataformas en la protección balística, la 6<sup>a</sup> generación requiere de “Ammoflex 6” y “Polyshield 6” que ayudan a reducir el peso y el espesor del cuerpo de la armadura en un 40 %”, lo que aumenta la agilidad, y garantiza la resistencia [21].

## **Antecedentes internacionales**

La Escuela de Infantería de General Albacete y Fuster –EMIGAF- y un grupo de expertos de la Universidad Politécnica de Cartagena -UPCT-, efectuaron pruebas balísticas para evaluar el uso del grafeno como parte de los accesorios personales de defensa –AGEPAD-. Este concluyó qué, para evaluar el uso directo del grafeno en el sector defensa y contribuir a incrementar la seguridad, es necesario el uso de equipos de protección balística más resistentes, ligeros y confortables [8]. Otra de las investigaciones, documentó la factibilidad de diseño de materiales más innovadores aplicados en pruebas balísticas teniendo como base el grafeno; encontraron qué existe una notable mejoría en las propiedades mecánicas de nanocomposites, basados en el grafeno para el diseño efectivo de materiales usados en los sistemas de protección personal específicos para las pruebas balísticas [22].

En otra investigación realizó un valioso aporte al caracterizar el comportamiento del proyectil DEFA 30 mm multipropósito, tanto desde un punto de vista teórico como mediante pruebas referidas a velocidades de disparo, medición del retardo de la munición, y otras características relacionadas con la disposición de la fibra para con el impacto en elementos de protección tipo coraza, desde los metales convencionales -acero, aluminio y titanio- hasta los compuestos que combinan material cerámico y una capa anti-fragmentación, de acuerdo al grado de protección requerido y del elemento a proteger [4]. Por otra parte, un estudio desarrollado en Argentina, enmarcado en la prevención de riesgos laborales mediante la

dotación de chalecos antibalas para los cuerpos de seguridad, indicó qué, tales equipos se clasifican en función de la labor que cumplen en las siguientes categorías; 1. Equipos de Protección Individual –EPI. 2. Equipos de Protección Policial –EPP. 3. Dotaciones de Intervención Policial –DIP; con esto se concluye qué, Estado tiene la responsabilidad de realizar todo lo necesario para dotar los equipos antibalas de protección policial [23]. Finalmente, en México, se estableció una investigación basada en un proceso de síntesis por lotes de la poliamida 6, lo cual involucró una disminución en el tiempo de reacción y cambio de las condiciones críticas de síntesis ya conocidas sobre este material, a unas más amigables, partiendo de los precursores de esta síntesis, como son: sodio metálico y ε-caprolactama, para los cuales se conocen indicadores de la relación monómero/catalizador de entre 300 - 400:1, con un tiempo de reacción de 2 h y una conversión de entre 90 y 95 % en una atmósfera inerte de N<sub>2</sub> [24].

### **Antecedentes nacionales.**

Efectivos del departamento de Criminalística de la Zona 8 de la Policía Nacional de Colombia, realizaron en marzo del 2015 pruebas de balística en chalecos nuevos antibalas de protección nivel IIIA y nivel III, sumergibles y confeccionados con fibras de Aramida. En estas pruebas obtuvieron resultados satisfactorios, verificando las condiciones de seguridad óptimas que deben brindar estos implementos de seguridad para los agentes policiales; quienes comprobaron las características anti traumas, la protección de 3600 en todos los ángulos laterales, frente -pecho- y espalda, además de la comodidad de su menor peso, lo cual proporciona comodidad a los agentes y alta resistencia a los impactos de los proyectiles de calibre desde la 3.57 hasta .44 con bala expansiva punta blanda, a corta o larga distancia, con arma corta; realizaron además comprobaciones con chalecos de nivel III, que son los utilizados por unidades especiales, expuestos a impactos de balas de fusiles dada su exposición a un poder de fuego mayor [3]. Otro de los aportes, fue realizar un Diseño experimental de balística de efectos en bloques de arcilla, para lo cual utilizaron una pistola semiautomática de calibre 9 × 19 mm, marca Pietro Beretta, con la que se dispararon proyectiles convencionales, y un revólver marca Ruger, de funcionamiento mecánico, de calibre 38 Special, con el que se dispararon proyectiles de punta hueca [25].

### **Antecedente de la ECSAN.**

Una de las investigaciones, tuvo por objetivo buscar la relación que existía entre los materiales y uniformes del escuadrón móvil antidisturbios e identificación de distintos elementos de protección, con sus diferentes características elementales que brinda protección a todo el personal uniformado de igual forma su trabajo describe cada uno de los materiales que puedan cumplir con las especificaciones que debe tener cada uno de los elementos del servicio, además proponen un material innovador que permita la mejora de la indumentaria y uniformes del personal uniformado de la Policía Nacional [26]. También se desarrolló otra investigación en el cual se abordó el blindaje de los vehículos de la Policía Nacional, con la intención de indagar por materiales para estos vehículos, que proporcionen efectividad y seguridad al servicio policial, finalizan su estudio proponiendo un listado de los 10 vehículos que podrían ser útiles en esa circunstancia a la Policía Nacional [27].

## Marco legal

La constitución política de Colombia le otorga a la Policía Nacional la misión de garantizar la seguridad y convivencia de los ciudadanos, es así como en el Decreto 4912 [28], que le confiere al Estado la responsabilidad de garantizar la protección de manera integral a todos los funcionarios que pudiesen estar expuestos a situaciones de riesgo extraordinario. Por su parte, la norma ISO/IEC 17025 (2005), especifica los estándares de calidad para la calibración y ensayo de los equipos utilizados con base en las operaciones, lo cual incluye la efectividad en términos de calidad, de acuerdo con lo pautado en la ISO 900 y avalada por el Organismo Nacional de Acreditación de Colombia-ONAC; en cuanto a la Norma Técnica NTMD-0028-A8 (2017) establece los requisitos y los ensayos a que se deben someter las prendas de protección balísticas empleadas por todos los uniformados de las Fuerzas Militares y de Policía Nacional.

## 2. Materiales y Métodos

El diseño metodológico de investigación corresponde a la elaboración, definición y sistematización del conjunto de métodos, formas y técnicas, que nutren el proceso mismo de la investigación con el fin de otorgar validez y rigor científico a los resultados que surjan del proceso de estudio y análisis. Debe señalarse de entrada que el carácter del presente estudio es monográfico, con enfoque cualitativo desde lo documental y no experimental, dado que será necesario inferir y derivar conclusiones a partir del análisis teórico y bibliográfico, y de entrevistas con expertos en materiales que aporten a la investigación desde las categorías establecidas para la misma, fundamentalmente los antibalísticos transparentes, sus componentes, ‘composites’ y demás desarrollos relacionados con la necesidad de adelantar investigaciones al respecto con el fin de mejorar la seguridad de las unidades policiales y otros organismos o personas que lo requieran. Fue seleccionado este tipo de enfoque dada la pertinencia que para las ciencias sociales [29].

Este trabajo busca enfocarse en lo cualitativo dado que es una continuación del adelantado por [29], que pretende el reconocimiento de los materiales utilizados en los elementos de protección del personal uniformado, durante el servicio de policía, con el fin de presentar alternativas de mejoras. En el contexto actual, el perfil del policía del siglo XXI emerge como un elemento esencial en la construcción de un sistema educativo policial acorde a las necesidades del país. Este desafío institucional responde a las demandas de diversos sectores de la sociedad. [30]. La idea es aplicar pruebas, mediante algún tipo de protocolo, a los materiales objeto de estudio de la investigación en mención.

En cuanto al tipo de estudio, es descriptivo/proyectivo, en la medida en que se pretende identificar características del universo de investigación, se las observa y se describen sin influir sobre ellas de ninguna manera, pero con el fin de proyectar eventuales formas de afrontar o remediar una situación. Es decir, la presente investigación recopila información calificable con el fin de realizar una descripción del tema en función de sus variables y características y las proyecta con la intención de ser mejorada. Luego de la revisión documental habrá de procederse al análisis inferencial documental respectivo, definido como

un documento secundario que actúa como instrumento del documento original y en el cual se ubica la información relevante [31]. A continuación, se muestra la alineación de las fases metodológicas con los objetivos de investigación:

**Tabla No.1.** Alineación de la Fase Metodológica con los Objetivos

Fase	Objetivo	Tiempo de ejecución
<b>Identificación</b>	Identificar los diferentes tipos de pruebas técnicas para evaluar composites transparentes.	Diciembre de 2019 a abril de 2020
<b>Establecimiento y consolidación</b>	Establecer los requerimientos de pruebas antibalísticas en materiales transparentes en el marco de la normatividad nacional e internacional y los estándares de la Policía Nacional.	Mayo de 2020 a septiembre de 2020
<b>Formulación propuesta</b>	Diseñar una propuesta para el desarrollo de pruebas técnicas en materiales antibalísticos transparentes.	Octubre de 2020 a febrero de 2021

**Fuente.** Autores.

Bajo ese entendido, el desarrollo metodológico irá ligado a la aplicación de los instrumentos diseñados con tal fin, como lo son la entrevista -mediante la cual se espera dar respuesta a las dos categorías de análisis iniciales- y una encuesta que apoyará la información que se requiere con el fin de dar respuesta al tercer objetivo a partir del desarrollo, precisamente, de esa tercera categoría de análisis. En ambos escenarios, la muestra escogida para la aplicación de los mismos, tienen que ver tanto con la fase de identificación y establecimiento de materiales y tipos de pruebas, como con la formulación posterior de los elementos que compondrán las pruebas que se sugieran.

**Población y Muestra.** Corresponde a tres expertos investigadores y/o miembros de las Fuerzas Militares o de Policía cercanos al tema con el fin de dar respuesta a la entrevista; y 163 personas, miembros del ESMAD de las ciudades de Pasto y Pereira. En relación con el tipo de muestreo, se señala que ha sido usado el muestreo no probabilístico –y no aleatorio– por conveniencia en virtud de la facilidad de acceso a los cuerpos de ESMAD encuestados y a la disponibilidad de los señalados uniformados para formar parte de la muestra, en un intervalo de tiempo dado.

**Tabla No. 2 Perfil de los entrevistados y encuestados**

Entrevistado	Perfil del entrevistado
<b>Entrevistado 001</b>	Funcionario del ESMAD experto en normatividad requerida para los elementos utilizados en el servicio que prestan.
<b>Entrevistado 002</b>	Dr. Experto en realización de pruebas en materiales balísticos para la protección de vehículos usados por funcionarios públicos o particulares.
<b>Entrevistado 003</b>	Comandante de la Dirección Administrativa y Financiera, experto en contratación y validación de la calidad.
Encuestado	Perfil del encuestado
<b>Encuestados</b>	Funcionarios ESMAD de las unidades de Pereira y Pasto con un pie de fuerza de 310 funcionarios. Se logró aplicar la encuesta a 163 uniformados de los cuales 153 correspondiente al 98,7% son hombres y tan solo 2 (1,2%) son mujeres.

**Fuente.** Autores.

Instrumentos de recolección de Información. De una parte, se crea un modelo de entrevista abierta -semiestructurada- para ser aplicada a tres personas diferentes, relacionadas con el tema de las pruebas, la normatividad y, sobre todo, los materiales antibalísticos y los composites transparentes. Por otro lado, una encuesta tipo escala Likert con el fin de ser aplicada a personas vinculadas a la policía Nacional y que están en permanente uso de materiales blindados en función de su servicio y/o en las dependencias técnicas relacionadas con el tema. A través de dicha medición o calificación se cuestionará a estas personas con respecto a su nivel de acuerdo desacuerdo con relación a temas específicos inherentes al tema del de Pruebas en Material Antibalístico, de los materiales mismos y/o de los blindados y blindajes en general.

Unidad de análisis. Triangulación de la información, hace referencia al análisis realizado a través de las respuestas dadas a las entrevistas a tres profesionales en el campo de materiales composites antibalísticos transparentes, experto en normatividad del ESMAD y un profesional de la Dirección Administrativa y Financiera (DIRAF); encuesta aplicada al personal del Escuadrón Móvil Antidisturbios y la revisión documental plasmada en el marco teórico.

Categorías de análisis. 1. Composites transparentes blindadas. Medida que fundamenta de forma material y física el interrogante por el que se pregunta la investigación, en un contexto de inferencia y estudio acerca de las diversas pruebas técnicas que evalúan los composites transparentes, sus criterios de escogencia y en general el abordaje amplio del insumo como tal, en sus características principales, clasificaciones, adelantos técnicos y tecnológicos, y maneras en que se conjugan o usan, a partir del avance científico en los sistemas de blindaje.

2. Tipos de pruebas en material anti balístico transparentes. Surge de la necesidad de indagar acerca de las pruebas que se desarrollan a los materiales que, como antibalísticos transparentes, son usados por la Policía Nacional de Colombia. Lo anterior intentando establecer el tipo y forma de aplicación y uso de esa prueba en el contexto nacional, con miras a su análisis de cara a los nuevos desafíos, no solo de seguridad, sino también de avance en los materiales. 3. Normatividad y pruebas estandarizadas en antibalísticos transparentes La idea es que una vez establecidas, identificadas y reconocidas las pruebas que se desarrollan en este momento, se pueda –a la luz de la normatividad y de los estándares establecidos a nivel nacional e internacional para ello- vislumbrar -diseñar y/o proponer- un protocolo, prototipo o plan de prueba que aglutina, actualice y/o recoja las necesidades que los avances en antibalísticos transparentes demandan a nivel de seguridad y protección, como garantía previa a su uso por parte de la fuerza pública.

### 3.Resultados

#### Diferentes tipos de pruebas técnicas para evaluar composites transparentes

**Composites transparentes blindados.** Evidentemente, persiste la existencia de solo cristales en sus diferentes niveles de blindaje y materiales oscuros con base en policarbonatos y polímeros fundamentalmente, más no un material antibalístico transparente, los anteriormente anotados sirven para la fabricación de diversos elementos.

Se recalca la importancia que tendría un material de estos considerandos, antes que nada, la relación que tendría su uso con su peso, pero, sobre todo, porque la posibilidad de usos se incrementa. En ese orden de ideas, el desarrollo y la posterior implementación de pruebas que acojan una normatividad y/o un protocolo estandarizado para los mismos, se vuelve fundamental.

**Usos y limitación de usos. Posibilidades de aplicación.** El equipo investigador encuentra diversos abordajes al respecto desde esa perspectiva particular. Con relación a los usos, estos se dan con base en las cualidades de sus materiales, las cuales fundamentalmente responden para adquirir sus características antibalísticas a capas múltiples que presentan [20]. En esa medida, ese blindaje transparente provee protección antibalas de un proyectil al constituirse o agruparse a partir de gránulos transparentes ordenados en una capa y embebidos en una matriz transparente, en donde la relación del índice de refracción de los gránulos respecto al índice de refracción de la matriz está en el intervalo de 0.9:1 a 1.1:1. Esa es la clave del asunto.

Ahora bien, dicha tecnología, debe ser usada para reforzar los escudos antibalísticos transparentes, por ejemplo, en una experiencia de reemplazo de los existentes que son en polímero y/o policarbonatos de alta densidad, y resisten agresiones con elementos contundentes y ataques con proyectiles. Se hace referencia aquí a los niveles I, II y II-A de la norma NIJ estándar 0108.01 que menciona [31], con respecto a la resistencia de los materiales antibalísticos, es decir: para el nivel I del tipo de munición LRN -nariz de plomo, por su sigla en inglés- .22 mm LRHV y .38 especial con pesos de 2,6 y 10,2 gramos respectivamente y relación de velocidades de entre 12 y 15 metros por segundo para cada una de ellas, a una distancia de 5 metros para ambos. En este sentido, esas pruebas técnicas deberán contar con ciertas características que dependen del tipo de norma acogida; así, con respecto al nivel III que corresponde a todas las armas cortas o de puño se tiene que de acuerdo a la norma CEN 1063 (europea) cubre los niveles B1, B2, B3 y B4 con munición tipo .44 REM, Magnum FMJ/FN/SC (240 Gr.), con respecto a la NIJ 0108.01 (estadounidense) cubre, como se señaló unos renglones arriba los niveles I, II, II-A y IIIA haciendo alusión a proyectiles disparados por .44 Magnum Lead SWC Gas Checked (240 Gr.) y 9 mm FMJ (124 Gr.), con relación a la NOM 142 SCFI 2000 (mexicana) cubre niveles A correspondientes a munición del tipo 38 Súper Auto + P. encamisado (130 Gr.), finalmente la VPAM cubriendo.

En los resultados arrojados por la encuesta, se determinó que el 48,3% perteneciente a 75 encuestados declararon que es muy importante para la policía nacional que se produzcan composites transparentes con propiedades anti balísticas, mientras que el 37,4% de ellos (58 participantes), señalaron que es importante la producción de estos; el restante 14,3% de los restantes están divididos entre neutral con 12,2% (19 participantes), poco importante con 1,2% (2 participantes), y no es importante con 0,6% (1 participante). La importancia del uso de composites transparentes anti balísticos está claramente defendida por una mayoría clara de los miembros del ESMAD, señala esa tendencia la importancia que tiene para estos la protección a ese nivel dado el riesgo permanente que se vive en ejercicio de sus funciones.

**Otros blindados no transparentes, composición.** En esa dirección, el entrevistado nro. 1 menciona “las fibras sintéticas de las aramidas o el COAROL”, concepto que complementa el entrevistado nro. 2 refiriendo que ellas, las aramidas “son con las mismas tiras que fabrican los paneles balísticos para los chalecos blindados, para los chalecos balísticos”, aclaración que finaliza reiterando que “en el tema transparente no hay, me parece que no tenemos un escudo totalmente transparente que sea balístico”. De otra parte, el entrevistado nro. 3 refiere, con respecto a este subtema que “los elementos para antimotines son los policarbonatos son los polímeros mucho más resistentes a elementos contundentes”

Nótese que frente los anteriores testimonios surgen de la indagación que realiza la pregunta central de investigación con respecto a cómo diseñar una prueba para materiales balísticos transparentes para la Policía Nacional, que sea validada por esta, y que se pueda determinar la pertinencia de su uso, y son abordados por cuanto se hace indispensable en el proceso de identificar los diferentes tipos de pruebas técnicas para evaluar los composites transparentes.

Con base a los datos arrojados en la encuesta, 100 participantes afirmaron que es muy importante realizar estudios en materiales innovadores para la protección y seguridad, siendo este un 64,5% un porcentaje mayoritario, seguido por un 27,7% con 43 participantes que afirmaron que es importante, y a excepción de los anteriores esta pregunta solo cuenta con un porcentaje minoritario de 7,7% con respuesta neutral. Así entonces y en concordancia con respuestas a interrogantes similares que preceden a este interrogante, se corrobora la necesidad y urgencia en la investigación y desarrollo de materiales transparentes antibalísticas que mejoren la protección y seguridad de los uniformados.

#### **Análisis con relación a la categoría “composites transparentes blindados”, en función del objetivo específico nro. 1.**

Se evidencia la existencia en la actualidad de normas anti balísticas norteamericanas, europeas, incluso colombianas que incorporan normatividades, pero que se limitan a elementos o composiciones diferentes no transparentes, como las que se realizan a chalecos y cascos; la importancia sería que se adaptasen dichas pruebas a las necesidades y la seguridad que requieren los antibióticos transparentes.

En virtud de lo anterior y de acuerdo no solo a la información suministrada sino también al análisis teórico, se evidencia que el procedimiento actual determina, por ejemplo, velocidades del proyectil que van entre los, en promedio, 355 a 455 m/s -a 3 metros de distancia- para armas cortas y los 795 a 975 m/s -a 10 metros de distancia- para rifles, y 810 m/s -a 25 metros de distancia- para fusiles que refiere la norma alemana DIN 52290 [31]. En esta medida, esos nuevos materiales, tipo composites transparentes, deberán medirse con relación a las necesidades particulares de uso: si han de constituir parte de un escudo, deberá saberse qué desafíos y en qué contextos podría ser usado dicho escudo para que pueda ser probado a partir de un protocolo alimentado por las normas referenciadas con anterioridad, sometiéndose a las presiones que por velocidad o carga se evalúan en cualquier material antibalístico.

La norma NIJ, la más utilizada en Colombia, en su variedad de pruebas con respecto al tipo de arma y sus mecánicas, puede incorporar y/o adaptar las mismas a los transparentes antibalísticos de forma tal que de la misma manera que se desarrollan sus protocolos en cuanto al número de disparos por decímetro cuadrado, por ejemplo, se puedan medir resistencias y debilitamientos del material de acuerdo a los impactos sucesivos y a las áreas afectadas del material en determinado espacio; de igual forma pudiera procederse con la confrontación de dichas pruebas a materiales transparentes antibalísticos con respecto a la norma europea u otra.

### **Tipos de pruebas en material anti balístico transparente**

**NIJ 0108.01, como norma aplicada en Colombia.** En esa dirección, el equipo investigador encuentra menciones y abordajes constantes a tal disyuntiva a lo largo de las preguntas sobre dicho tópico. Así, por ejemplo, el entrevistado nro. 2 se refiere de esta manera al tema: “entre las normas balísticas tenemos la norma europea, pero la norma más utilizada a nivel colombiano es la norma NIJ. La norma NIJ es la norma, la norma balística más antigua que hay en el mercado y esa norma balística es del Departamento de Justicia de los Estados Unidos”.

Refiere un poco más adelante, con relación a los usos y las posibilidades o realidades de aplicación de dicha norma frente a las necesidades particulares colombianas, que “no vamos a hablar de nivel uno nivel dos, pues eso es muy chiquito. Si cuando uno habla de nivel, tres A de la norma NIJ, que es el equivalente a la BR cinco de la norma CENT, el nivel tres A de la NIJ que es el equivalente a la norma CENT detiene todo lo que sea armas cortas.

La moción, armas cortas hasta magnum 44, se considera o se consideraba que el arma corta más poderosa del mercado era la Magnum 44 en consecuencia, para magnum 44 se hacen pruebas con 9 mm, revólver, calibre treinta y dos, treinta y ocho, escopetas, calibre doce, etcéteras”. El entrevistado nro. 3 ajusta la consideración con respecto a la NIJ de la siguiente forma: “no conozco, pero sé que hay unas normas que aplica, que exige la policía para el tema de componentes balísticos, son las NIJ. Esas son las normas que exige la Policía Nacional para el cumplimiento de esas características de cualquier elemento, entonces nosotros hacemos las pruebas cuando se compran cascos balísticos, chalecos, placas balísticas... eso son pruebas en EE. UU y allá se hacen unas pruebas de laboratorio soportados con lo que exige la NIJ”

La información consignada en la encuesta, indica que el 52,9% con 82 participantes, seguida por importante con 39,3% con 61 participantes informan que para los miembros activos del ESMAD es de vital importancia el procedimiento que se lleva a cabo con los materiales antibalísticos, seguido por un 7,7% de importancia neutral para 12 participantes. Ahora bien, ya en el tipo de pruebas a facilitar los materiales objeto de preguntas precedentes, la mayoría también aprueba el ajuste en ellas y defiende su estandarización. No por menos, solo una muy pequeña parte se muestra neutral indicando esto: o que no hay conocimiento pleno del tipo de prueba y la necesidad de ello, o que lo normativo existente es suficiente para esas personas.

**Limitaciones, protocolos, pruebas prácticas y exigencias a blindajes no transparentes.** El entrevistado nro. 1 refiere que “el material transparente que tiene algunos escudos balísticos de la policía, son unas ventanas de sensibilidad que lleva el escudo balístico, pero esa ventana si es impactada por un elemento contundente pues ya ahí va a perder mucha propiedad y ya puede tener una fisura su propiedad balística y ya prácticamente perdería esta seguridad el policía, porque ya ha sido lesionado”, por eso se hace necesario, tal como lo asegura el entrevistado nro. 2 que se establezcan protocolos que “le van a decir a usted cuál debe ser la velocidad del proyectil, a qué distancia debe estar la probeta del material de la boca del cañón, etc.”

En relación con lo anterior, el entrevistado nro. 3, retoma el asunto de las limitaciones y riesgos manifestando que “no se fractura simplemente lo que hace es que alcanza a penetrar 2 o 3 ml del escudo y en los últimos no los debe traspasar porque si los traspasa pues simplemente no pasa la prueba, entonces a esos se le hacen cinco impactos a el escudo, se le hacen uno a la ventana y los otros cuatro al centro frente al panel del escudo balístico, esa es la prueba que se le hace y obviamente ningún proyectil debe pasar y como son varias lonas que tiene el escudo balístico, porque esto como le digo son fibras sintéticas, son textiles”. Con base a la encuesta, para 88 usuarios (56,7%), es muy importante conocer el tipo de pruebas a las que se someten los materiales antibalísticos puesto que es una acción de suma trascendencia para los portadores de los composites transparentes, para 53 usuarios es importante (34,1%) y para 12 usuarios es neutral (7,7%).

Ahora bien, en esta categoría se presenta una muy leve variación que marca la distinción entre lo que pudiera considerarse importante con respecto a la aplicación de pruebas a materiales y el conocerlas o saber de ellas por parte de los uniformados. La mayoría sigue considerando importante todo lo que tenga que ver con su desarrollo y ahora con su aprehensión, pero una parte pequeña se mantiene en que, un poco más en este ítem en particular, no es importante conocerlas, reconocerlas o saber de ellas.

En estos porcentajes se muestra que a la pregunta: El hecho de que Colombia maneja estándares nacionales para antibalísticos hay contestaciones muy variadas, dependiendo también del hecho de que para las personas que llevan más años perteneciendo a la institución siempre ha manejado los estándares nacionales por ende algunos participantes de la encuesta tiene una opinión neutral o de poca importancia para estos hechos, en este caso para 75 participantes es muy importante con un porcentaje de 48,3%, en cambio que para 59 miembros es simplemente importante con un porcentaje de 38,0%, para 17 y 2 personas es neutral y poco importante respectivamente con porcentajes de 10,9% y 1,2%.

#### **Análisis con relación a la categoría “tipos de pruebas en material anti balístico transparentes”, en función del objetivo específico nro. 2.**

Los antibalísticos transparentes evidencian que, al vincularse a la limitación de la resistencia de una ventana de sensibilidad, pone en evidencia la falencia en pruebas/normatividades propias, teniendo en consideración que la norma aplicada en Colombia corresponde a la estadounidense NIJ 0108.01, una de las más antiguas y que sigue contando para las pruebas que a los materiales -no transparentes- se le hacen y/o que en Colombia se usan.

En este orden de ideas, las varias normas presentes o que se usan - sean estas europeas, norteamericanas o colombianas-, van enfocadas a crear un protocolo sobre la forma en que se debe hacer la prueba con respecto a velocidades de proyectil, distancia a la que debe estar la probeta del material de la boca del cañón y otras; pero no describe o discrimina acerca del tipo de material, que es precisamente la inquietud en la presente investigación. Relaciona incluso, ese protocolo - de normas balísticas- condiciones ambientales como la humedad relativa o la temperatura, pero ninguna atención -desde el material- a la balística para elementos transparentes de gran uso, como lo fuera eventualmente un escudo elaborado en ese material para el ESMAD, excepto los grandes cristales o vidrios de las tanquetas, elementos demasiado pesados, constituidos por láminas al interior de un vidrio que no hallarían aplicación en elementos móviles, como un escudo, dado su peso y condiciones adicionales de maniobrabilidad.

### **Normatividad y pruebas estandarizadas en antibalísticos transparentes**

**Alcance de normatividad y pruebas actuales.** El entrevistado indicó: “No, en este momento no se ha establecido ningún protocolo para poner balística a elementos transparentes, por cómo le digo esa tecnología todavía no se conoce, no he visto la primera prueba que se le haga aún a un elemento balístico transparente”, haciendo énfasis el mismo entrevistado en que “sería un buen desarrollo y sería un buen prototipo porque a futuro tendremos un escudo balístico transparente pues qué maravilla, pero pues ahí lo que debemos de considerar siempre el peso, pero si hay tecnologías que eso sea liviano y que las láminas sean solamente delgadas pues bienvenido sea la tecnología”

Ahora bien, ese eventual diseño de una propuesta que desarrolle pruebas es avalada por el entrevistado nro. 1 de nuevo al reiterar que “hay pruebas balísticas NIJ para paneles balísticos, hay pruebas para NIJ para escudos balísticos, hay para cascos balísticos pero para el tema que ustedes puntualmente está hablando no lo hay, porque los transparentes no es el fuerte en el tema balístico lo balístico es únicamente en el parte textil o las aramidas”, ampliando luego sobre las limitaciones actuales de la siguiente manera: “en Colombia ni siquiera INDUMIL está digámoslo acreditado para hacer las pruebas, ellos hacen las pruebas y hacen la prueba de acuerdo a las normas NIJ pero INDUMIL que ese es el que maneja el monopolio del estado en las armas y para las pruebas. INDUMIL hace unas pruebas, pero ellos simplemente hacen unos resultados de acuerdo a sí mismo, pero pues ellos no están acreditados para esas pruebas, entonces todas las pruebas balísticas la Policía Nacional siempre acuden a los laboratorios en los EE. UU que son los que están acreditados para esas pruebas de acuerdo a la NIJ o de acuerdo a las condiciones que ponen el instituto nacional de justicia los EEUU”.

El entrevistado nro. 3 afirma que en el eventual diseño de una propuesta debe tenerse en cuenta “si deberían ustedes definir qué nivel de protección balística quieren brindar a la institución”, complemento que a lo mismo hace el entrevistado nro. 2 sobre la expectativa de ella, y afirma que “eso es lo más importante, porque en si usted va a generar un proyecto en donde usted va a proteger la vida la integridad de una persona usted tiene que tener la plena

seguridad que su producto cumple con todos estos estándares hay unos estándares internacionales en los cuales uno se puede soportar y se puede pasar entonces puede ser un nuevo material puede que de pronto el peso del tema quizá transparente” además porque, dice el entrevistado nro. 1, hay desactualización de las pruebas: “lo que está pasando en el mundo es que es que estas normas son antiguas, digamos la NIJ es muy antigua, La NIJ tiene hoy en día problemas por el tipo de municiones nuevas que están saliendo al mercado ¿correcto? Entonces ahí con la NIJ se está presentando este problema, no tanto con las europeas porque las europeas terminaron siendo mucho más modernas, más nuevas y ni se diga la STANAG, la STANAG es una norma y un protocolo muy desarrollado muy adelantado porque la STANAG, yo llego hasta probar eh bombas y material balístico para bombas, para minas, para tanques de guerra, bueno, en fin, es una norma completísima”.

Con relación a los datos obtenidos de la encuesta, para 77 usuarios (49,6%) es muy importante el rigor al que se someten actualmente los antibalísticos transparentes en la Policía Nacional, seguido por 59 usuarios (38,0%) como importante; para 18 usuarios (11,6%) es neutral y para 1 usuario (0,6%) es poco importante. Adicionalmente, para 90 personas encuestadas es muy importante disminuir accidentes o lesiones por deterioro en antibalísticos transparentes, viéndose reflejado en el mayor porcentaje de toda la encuesta con un 58,0% de respuesta positiva, seguida por 55 encuestados para los cuales es importante (35,4%), 9 neutral (5,8%) y para 1 persona es poco importante. En concordancia pues con la necesidad de pruebas y la importancia otorgada, en este ítem que se pregunta por los procesos de resistencia para determinar el ciclo de vida útil, por ejemplo, de ciertos elementos, una mayoría determinante dice que sí, constituyendo esto en un insumo valioso para considerar la revisión a todos los materiales antes, durante y después.

**Importancia de estandarización y actualización de pruebas ante nuevos desarrollos.** Continuando con el abordaje de respuestas que fortalezcan el cumplimiento del objetivo específico nro. 3, en relación al diseño de una propuesta para el desarrollo de pruebas técnicas en materiales antibalísticos transparentes, esto refieren los entrevistados al respecto: el entrevistado nro. 3 habla de validar lo que se propone y de estandarizar pruebas en vista de “que sí es una protección balística 3A realmente proteja ante un disparo de una pistola 9 milímetros, pero eso ustedes lo corroboran ¿cómo? con unas pruebas de laboratorio entonces eso es lo más importante si no hay requisito eso se llaman requisitos específicos dentro de las normas usted entra cualquier norma técnica ni a decir requisitos específicos y los requisitos específicos es básicamente las características técnicas de los materiales utilizados para ese elemento. Entonces, si vamos a hablar de un chaleco con tele a decir vamos a mirar a la tela con la que se elaboró el panel, vamos a mirar el peso, la tela del forro del panel, la tela del chaleco, es decir, la tela verde y así contaban los materiales, que los hilos, que... bueno absolutamente todo. Entonces, si usted abre una especificación o una norma técnica, cualquiera que sea, esos llaman requisitos específicos y si no se tiene eso, pues no se tiene absolutamente nada, de ahí la importancia de la actualización”

El entrevistado nro. 2 remarca: “entonces es una cuestión de responsabilidad jurídica bien complicada, muy complicada, porque cuando uno dice que está ofreciendo y ofrece y efectivamente entrega un vehículo, un cristal está diciendo que esa es la protección se debe cumplir, entonces por eso es que estamos tratando de concluir en una en una sola norma,

sacando la norma NTC colombiana, tratando de que sea mucho más simple para condenarla en una que sea mucho más sencilla y que podamos de esta forma, asegurar que los materiales balísticos que se vendan en Colombia, bien sea cristales, bien sea material... cumplan con los requisitos y las Normas Balísticas del caso. Urge entonces acomodarse a estándares mundialmente aceptados para no tener inconvenientes”.

En otra respuesta el entrevistado nro. 2 reclama por la ausencia de un a prueba estandarizada y se refiere así al proceso actual “ahí viene la cuestión de que si se trata para automóviles tienen que cumplir con la norma con la resolución, 934 de acristalamiento, Es decir, ¿a qué me a que me refiero?, cualquier fábrica de vidrios de vidrios blindados aquí en Colombia, se tiene que certificar todos los años, , es como una ISO, es exactamente la misma idea porque tiene que ser con un ente certificador que se hacen las pruebas balísticas de todos los niveles o de los niveles que el de los niveles de protección de vicios que él que esa compañía fabrica y que tiene que pasar también la prueba de distorsión. ¿Sí? eso es básicamente para lo que son las fábricas de vidrios, entonces cuando uno compra vidrios blindados o les hace vidrios blindados. lo primero que uno le debe preguntar a esa empresa, es decirle ¿usted tiene la resolución, 934 de acristalamiento?, porque si yo estoy vigilado, no vigilado. si yo por ejemplo tengo... si yo estoy con la norma.”

Con respecto a las encuestas, se extraen de la formulación general de preguntas, y se concluye qué, el hecho de que no haya un estándar de pruebas materiales composites transparentes aplicados en antibalísticos y/o que estas se limiten únicamente a los materiales presentes hoy en día en los blindajes usados, evidencia una necesidad urgente que vincule aspectos como el desarrollo de esos materiales a la puesta a punto de los protocolos necesarios. Ciertamente lo realizado hoy día tiene en cuenta escenarios diferentes, calibres y municiones diferentes, velocidades y materiales diferentes, sin embargo, resulta crucial desarrollar propios laboratorios con miras a la estandarización de las pruebas a partir, básicamente, de los requisitos específicos que cada material demanda a la hora de ser probado y ponerlos a punto con las demandas internacionales, sobre todo en estos tiempos del crimen transnacional y la vaporización de las fronteras. Establecer un protocolo de pruebas para materiales composites antibalísticos transparentes es para los encuestados en este estudio es muy importante para 52,2% pertenecientes a 81 encuestados, también es importante para 40,6% de la población de esta encuesta que son 63 usuarios de ellos, y para 11 personas es neutral con 7,0%

### **Análisis con relación a la categoría "normatividad y pruebas estandarizadas en antibalísticos transparentes "en función del objetivo específico nro. 3.**

El hecho de que no haya un estándar de pruebas y/o que estas se limiten únicamente a los materiales presentes hoy en día en los blindajes usados, evidencia una necesidad urgente que vincula aspectos como el desarrollo de esos materiales y en paralelo, la pertinencia de generar un protocolo que evalúe efectivamente las propiedades antibalísticas que se buscan y que cumplan con los estándares establecidos para ofrecer la seguridad a los uniformados.

Hay una gran variedad de cartuchos en desarrollo y evaluación desde hace algún tiempo principalmente en Estados Unidos, lo cual marca nuevas tendencias en munición y riesgos generales. Se pueden citar entre ellos al 6.5mm Grendel, el 6.8mm SPC, el .260 Remington y el 6.5 Credmoor (Villanueva, 2017, pág. 16) Otro proyecto de interés desarrollado específicamente en el ámbito militar, es el cartucho .264 USA en calibre 6.5 x 48mm y 65 grains.

En general, nuevos desarrollos refieren no solo municiones significativamente más livianas en virtud a que el propulsante es un componente estructural del cartucho, sino también a la posibilidad de dotar de guiado a la munición de pequeño calibre, lo cual obliga al desarrollo acelerado de materiales antibalísticos transparentes que prevean estas situaciones. En esta medida resulta crucial desarrollar propios laboratorios con miras a la estandarización de las pruebas a partir de las necesidades evidenciadas en el desarrollo del presente proyecto.

Debe señalarse que resulta determinante el señalamiento de la dependencia de normas internacionales y las limitaciones que eso significa en la autonomía y capacidad para adelantar investigaciones a luz de las propias necesidades nacionales. Si bien, el conocimiento acerca del tipo de material que hoy por hoy sirve en los blindajes, es casi corriente, no lo es el de un composite que, siendo transparente, permite que el blindaje transparente llegue en mejor y mayor proporción a los elementos de uso corriente para la protección, básicamente como el que se ofrecería al grupo del ESMAD.

## Conclusiones

En función de las características y necesidades de protección y seguridad que demanda el servicio de Policía Nacional, se requiere una permanente búsqueda, ampliada y extensiva, de antibalísticos transparentes que no se limiten a acristalamientos, ni tampoco -y a título de desarrollo investigativo posterior- que se reduzca a hallar similitudes con materiales actuales blindados no transparentes, como es el caso de las fibras sintéticas de las aramidas o el coarol.

Por eso la intención de la presente ha sido la búsqueda de un protocolo que aglutina esas necesidades a partir de avances que deben ir a la par de la actualización y/o puesta a punto de toda la normatividad anti balística general colombiana, siempre tan supeditada a lo reglamentado a nivel exterior. En ese orden de ideas y dado que no hay un escudo antibalístico -por mencionar solo un elemento- absolutamente transparente, las investigaciones deben tomar ese rumbo intentando que, esos nuevos materiales o composites, mantengan la resistencia que los policarbonatos brindan a los actuales, pero haciéndolo posible para todo el escudo. Ahora bien, sistematizando las conclusiones a fin de que responda a los objetivos específicos trazados por la investigación, puede señalarse lo siguiente:

En función del primero de los objetivos que consistía en “identificar los diferentes tipos de pruebas técnicas para evaluar composites transparentes”, se llega a la conclusión que: a pesar de la existencia de diferentes normas a nivel mundial, entre ellas la norma colombiana - CENT-, se hace compleja para su correcta aplicación , por lo tanto; es necesaria la utilización

de la NIJ 0108.01, teniendo en cuenta que es la mejor aceptada por la Policía Nacional debido a su efectividad y rendimiento en las pruebas de elementos antibalísticos.

Con respecto al segundo de los objetivos específicos, el cual tiene que ver con el establecimiento de los requerimientos de pruebas anti balísticas en materiales transparentes en el marco de la normatividad nacional e internacional y los estándares de la Policía Nacional, se concluye, en virtud de lo analizado, que ello tiene que ver, fundamentalmente, con las pautas brindadas por la norma NIJ como la más utilizada en Colombia, la que a su vez se constituye en la norma balística más antigua que hay en el mercado -usada por el propio Departamento de Justicia de los Estados Unidos, incluso-.

De esta manera los requerimientos todos, sin desconocer que existe la norma europea, se limitan a la aplicación de la NIJ, las que con respecto al caso colombiano se amplían en relación a niveles superiores de blindaje: es el caso del nivel tres A de la norma NIJ, que es el equivalente a la BR cinco de la norma CENT y detiene todo lo que sea armas cortas, en general desde pruebas con 9 mm, revólver, calibre treinta y dos, treinta y ocho, escopetas, calibre doce, hasta la Magnum 44, la cual se considera o se consideraba el arma corta más poderosa del mercado.

De otra parte, una conclusión importante, tiene que ver con la identificación de diversas pruebas, las diferencias entre estas, y la forma tan marcada, fundamentalmente, en que velocidades y pesos van determinando la evolución de ellas a lo largo del mundo; para el caso colombiano enmarcado en limitaciones enunciadas de forma general al inicio, siempre en función de los materiales existentes como es el caso de las ventanas de sensibilidad de los escudos antibalísticos, las cuales si se someten a impactos, limitan la posibilidad y alcance del mismo y le hace perder propiedades. En tal sentido, urge establecer protocolos que permitan medir resistencias de acuerdo a las velocidades del proyectil u otras posibilidades de impacto, con el fin de asegurar las resistencias, en tanto se logran desarrollar composites que permitan ampliar el rango antibalístico a toda la extensión del elemento, para que ya no sea solo una ventana en el escudo sino todo el aditamiento usado.

Otra conclusión, ligada al planteamiento y ejecución del tercero de los objetivos -diseñar una propuesta para el desarrollo de pruebas técnicas en materiales antibalísticos transparentes-, se relaciona con la falta de protocolos tanto para hacer antibalísticos algunos elementos transparentes, como por el desarrollo de una prueba de balística, precisamente, para esa función. El énfasis se pone en la necesidad de que existan esos elementos, de que sean livianos y, sobre todo, de que las pruebas que lo certifican y avalan deban definir el nivel de protección anti balística al que aspira la institución con los mismos, protección buscada que, desde luego, tiene o tendría que ver con la aplicación de estándares internacionales que los soporten.

Factor importante de señalar aquí es que, dada la desactualización de las pruebas, esa circunstancia de incorporar un protocolo que incluya a los antibalísticos transparentes debería también involucrar actuaciones similares a las que desarrolla hoy la STALAC, que pueda, incluso, probar o someter a resistencias ante bombas, minas, tanques de guerra, etc.

Debe tenerse en cuenta que la norma colombiana NTC 5501 es usada para realizar un compendio de normas internacionales como la NIJ y la STANAG y es usada para probar antibalísticos, pero de tipo acristalamiento, mas no para material transparente como el que se propone. En suma, entonces, esos protocolos que por ahora se cumplen en función de las máximas y mínimas velocidades, deben abrir espacio a materiales de vanguardia basados en composites transparentes blindados.

Así entonces se concluye la necesidad de que, ante la falta de actualización y, sobre todo, la ausencia en los aspectos señalados, los protocolos que se propongan vayan de la mano no solo del desarrollo del material mismo a partir de los composites transparentes, sino también con estándares mundialmente aceptados para no tener inconvenientes. En función de lo anterior, dado que el protocolo actual seguido no se adaptaría a los nuevos desarrollos de prueba para el material en proceso de investigación, sería menester que el que se proponga incluyese no solo valoraciones a ese material transparente anti balístico de gran aplicación, sino también que adecuar la normatividad completa o protocolo a los desafíos crecientes de seguridad con armamentos cada vez más poderosos y letales en relación con sus características, es el caso de aquellos a los cuales les han modificado sus velocidades y peso incidiendo, de acuerdo a su calibre, en el tamaño de la superficie de impacto y de otras condiciones complementarias.

## Referencias

- [1] C. Sánchez, “Selección de un material compuesto para la construcción de Puentes Selección de un material compuesto para la construcción de Puentes”, Tesis de Especialización, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energías, 2007.
- [2] J. O and, L. O, “Reconocer los Materiales Utilizados en los Elementos de Protección del Personal Uniformado, Durante el Servicio de Policía y Presentar Alternativas de Mejoras”, DINAE- ECSAN, Bogotá D.C, Policía Nacional de Colombia, 2019.
- [3] Policía Nacional de Colombia, “Plan estratégico Institucional”, PONAL, Bogotá. D.C, 2015.
- [4] L. Morena de Diago, “Caracterización del impacto, penetración y perforación de un proyectil multi-rol”, Ministerio de Defensa, Secretaría General Técnica, 1-100, 2015.
- [5] P. Pérez and, A. Gardey. (2017, Agosto 09), Definición de blindaje [Online]. Available: <https://definicion.de/blindaje>
- [6] Policía Nacional de Colombia, “Proceso de Modernización y Transformación Institucional (MIT)”, PONAL, Bogotá D.C, 2017.
- [7] GUS Glass + Safety. (2019), Cristal a Prueba de Balas [Online], Available: <https://www.gus-germany.com/es/militar/cristal-a-prueba-de-balas/>

- [8] Infodefensa. (2018, Octubre, 20). La Armada prueba la eficacia de un chaleco antibala con grafeno, [Online], Available: <https://www.infodefensa.com/es/2018/10/20/noticia-armada-prueba-eficacia-chalecos-antibalas-grafeno.html>
- [9] J. Portocarrero. J. Maldonado. C. Serrano, D. Novoa, and C. Yela, “Desarrollo de Placas de Protección Balística en Materiales Compuestos con sistema mult capas para la reducción de peso y aumento de las propiedades balísticas.” Revista Colombiana de materiales, Vol. 05, pp. 310 – 316, Mayo, 2014.
- [10] H. Saint. (2016, Diciembre, 21). La defensa y la seguridad, [Online], Available: <https://vientosur.unla.edu.ar/index.php/la-defensa-y-la-seguridad/>
- [11] H. Yepes, “Las teorías de la seguridad”, Revista de Ciencias de Seguridad y Defensa (III), vol 3, N 2, pp. 79 – 85, Febrero 2018.
- [12] M. Rosas, “¿Cómo será (o debería ser) la agenda de seguridad del nuevo gobierno en México?” En Atlas comparativo de la defensa en América Latina y el Caribe, pp. – 3 – 271, Septiembre, 2012.
- [13] F. Silva, “Jueces, seguridad pública y derechos humanos. En Ciudadanía, seguridad y derechos humanos: una propuesta conjunta”, Bélanger, pp. 211- 234 ISBN 978-0-8270-5431-8, 2011.
- [14] R. Grasa, “La transición en materia de seguridad pública en la Colombia preacuerdo: preguntas y agenda para la próxima década”, Revista Análisis, vol. 2, (17), pp. 6 – 30, Febrero, 2017
- [15] J. Montero, “El concepto de seguridad en el nuevo paradigma de la normatividad mexicana” Revista Región y Sociedad, vol 25, n 58, Diciembre, 2013.
- [16] E. Garrido, “Preparación de nuevos nanocomposites multifuncionales de matriz epoxi basados en el empleo de materiales gráficos, Tesis doctoral, Universidad de la Rioja, España, 2017.
- [17] Transparent Armor Systems -TAS- (Marzo, 2020). Ballistics-certificates. [Online], Available: <http://www.transparentarmorsys.com/certificate/en1063-br7ns/>
- [18] X. Fan. D.G. Zhang and, L, Ernst, “Mechanism-based delamination prediction during reflow with moisture preconditioning, in L.J. Ernst, G.Q. Zhang, P. Rodgers, and O. de Saint Leger, Eds., Thermal and Mechanical Simulation and Experiments in Microelectronics and Microsystems”, IEEE, Press ISBN 0-7803-8420-2, Febrero, 2014.
- [19] Blog Abartya. (Septiembre, 2011). Fabricación de vidrios antibala, [Online], Available: Abartya. <https://abartyapress.wordpress.com/2011/09/14/fabricacion-de-vidrios-antibala/>.
- [20] J. Frans, and, E, Peter, “Blindaje transparente”, Oficina Española de patentes y marcas, 27 de octubre de 2006

- [21] U. Rodríguez, D. Rubio. L. Loya. M. Moure and, G. Miguelez, “Análisis experimental y numérico del material compuesto de aramida frente a impacto balístico”, Anales de Ingeniería Mecánica (Revista de la Asociación Española de Ingeniería Mecánica), Actas del XXII Congreso Nacional de Ingeniería Mecánica (CNIM 2018). UNED y AEIM, año 21, v. 1., 1111-1118, 2018.
- [22] I. Gago. M.Del Río. J. Carretero. I. Ibarra. G. León. B. Miguel, “Nanocomposites basados en el grafeno para chalecos antibalas: límite balístico y propiedades en tensión e impacto”, Ponencia: V Congreso Nacional de I+D en Defensa y Seguridad, Cartagena, España, 2017.
- [23] Agún, G. (Septiembre, 2016). El chaleco antibalas en labores policiales, reflexiones desde la Prevención de Riesgos Laborales. [Online], Available: [Prevencionar.com](https://prevencionar.com/2016/09/08/chaleco-antibalas-labores-policiales-reflexiones-desde-la-prevencion-riesgos-laborales/).
- [24] J. Farías, Desarrollo de un material compuesto de matriz polimérica de elevadas propiedades mecánicas. Trabajo de Grado, Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas- México D.F, 2014.
- [25] C. Cano. H. Giraldo and, C, Salamanca, “Comparación de efectos entre proyectiles ordinarios de calibre 9 × 19 mm y proyectiles de punta hueca de calibre 38”, Revista Cuadernos de medicina forense, vol. 23, no. 2, pp. 6 – 8, 2017.
- [26] J. Osorio and, L. Orjuela “Reconocer los Materiales Utilizados en los Elementos de Protección del Personal Uniformado, Durante el Servicio de Policía y Presentar Alternativas de Mejoras” DINAE- ECSAN, Bogotá D.C. Policía Nacional de Colombia, 2019.
- [27] M, Escobar and, C. Lara, “Estudio de Materiales que Mejoren las Condiciones de Seguridad en el Servicio de Policía” Tesis de grado, Policía Nacional, 2019.
- [28] Decreto 4912 de 2011 (Ministerio del Interior) Por lo cual se organiza el Programa de Prevención y Protección de los derechos a la vida, la libertad, la integridad y la seguridad de personas, grupos y comunidades del Ministerio del Interior y de la Unidad Nacional de Protección. D. O. 124567. Bogotá D.C.
- [29] U. Flick, El diseño de la investigación cualitativa. 1 ed. Washington, Uwe Flick, 2007.
- [30] C. Estrada, Luis and Fajardo, Ernesto. (2022). Habilidades blandas en el contexto de la educación policial en Colombia: una revisión teórica. 10.35622/inudi.c.01.08.
- [31] L, Castillo, “Análisis documental”, Biblioteconomía, Universidad de Valencia, pp. 1 – 12, 2005.
- [32] ARMAT. (Enero, 2019). NIJ Standard -0108.01 Ballistic Resistant Protective Material, [Online], Available: <https://armatarmor.com/es/ballistic-standards/nij-010801-standard-chart/>