

PROYECTO FIN DE CARRERA

# DISEÑO DE SISTEMAS DE PROTECCIÓN DE DEFENSA POR INGENIERA KANSEI

---

## **ANEXO 3** **ANÁLISIS DEL PRODUCTO**

**Nombre:**

David López Puyana

**Tutor:**

Antonio Córdoba Roldán

**Convocatoria:**

Junio 2015

I.T.I. Diseño Industrial

## ÍNDICE

CAPITULO 1. PRODUCTOS HISTÓRICOS	4
1.1. ARMADURA DE PIEL/CUERO	5
1.2. COTA DE MALLAS (LÓRIGA)	5
1.3. ARMADURA DE PLACAS	6
1.4. ARMADURA GÓTICA	8
1.5. CASACA	9
1.6. CHALECO ANTIBALAS	10
CAPITULO 2. NORMATIVA VIGENTE PARA EL DISEÑO Y DESARROLLO DE CHALECOS Y SISTEMAS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	11
2.1. NIVELES DEL CLASIFICACION	13
2.2. DEFINICIONES	14
2.3. EXIGENCIAS TECNICAS	16
2.4. PENETRACIÓN Y DEFORMACIÓN BALISTICA	17
2.5. METODO DE ENSAYO	18
2.6. ACONDICIONAMIENTO DEL PANEL BALISTICO PARA ENSAYO EN CONDICION HUMEDA	18
2.7. PREPARACION DEL ENSAYO	19
2.8. TESTS BALISTICOS	19
2.9. EXAMEN DE LA CALIDAD DE CONFECCIÓN DEL CHALECO	24
2.10. INFORME DE TEJIDOS	24
2.11. OTRAS PROTECCIONES	25
2.12. GUARDA DE MUESTRA TESTIGO	25
2.13. RECOMENDACION	26
CAPITULO 3. PRODUCTOS ACTUALES	26
3.1. ENFORCER 5000	26
3.2. ENFORCER 2000	27
3.3. RPC	28

3.4. READY VEST	29
3.5. BSII + 2	31
3.6. MSTV	32
3.7. DRAGON SKIN	33
CAPITULO 4. PRODUCTOS INNOVADORES	35
CAPITULO 5. TECNOLOGÍA ACTUAL USADA EN LOS CHALECOS	37
5.1. KEVLAR	37
5.2. DYNEMA	40
5.3. SPECTRA	43
5.4. GOLDFLEX	43
5.5. TWARON	44
CAPITULO 6	46
ANEXO A	47
ANEXO B	47
ANEXO C	48
ANEXO D	48
ANEXO E	49
ANEXO F	49
ANEXO G	50
ANEXO H	50
ANEXO I	51
ANEXO J	51

## CAPITULO 1. PRODUCTOS HISTÓRICOS

A lo largo del proceso evolutivo de la raza humana, el hombre ha estado siempre protegiéndose a sí mismo, ya sea de animales salvajes, o incluso del propio hombre. Es por ello que ha tratado de crear objetos que le otorgasen cierta protección ante situaciones o armas distintas. Desde la prehistoria hasta a día de hoy, desde la piel sin curtir hasta los chalecos antibalas de fibra de aramida, el hombre ha ido creando y desarrollando armaduras cada vez con mejores materiales y técnicas, haciéndolas más duraderas y resistentes.

Pero no es hasta la llegada de las armas de fuego donde la tendencia a crear armaduras de metal que protegieran todo el cuerpo se apartó para dar paso a la tecnología actual de protecciones fabricadas con telas y materiales compuestos.

A continuación se muestra una serie de armaduras características de las épocas más significativas de la era humana de la parte de Europa. Evidentemente, han existido más armaduras en distintos lugares del planeta y épocas, como la armadura samuray en Japón o la armadura que portaban los catafractos bizantinos; pero para el proyecto presente, el área de población a tomar será la expuesta arriba por motivos lógicos de los usuarios a los que irá dirigido el proyecto.

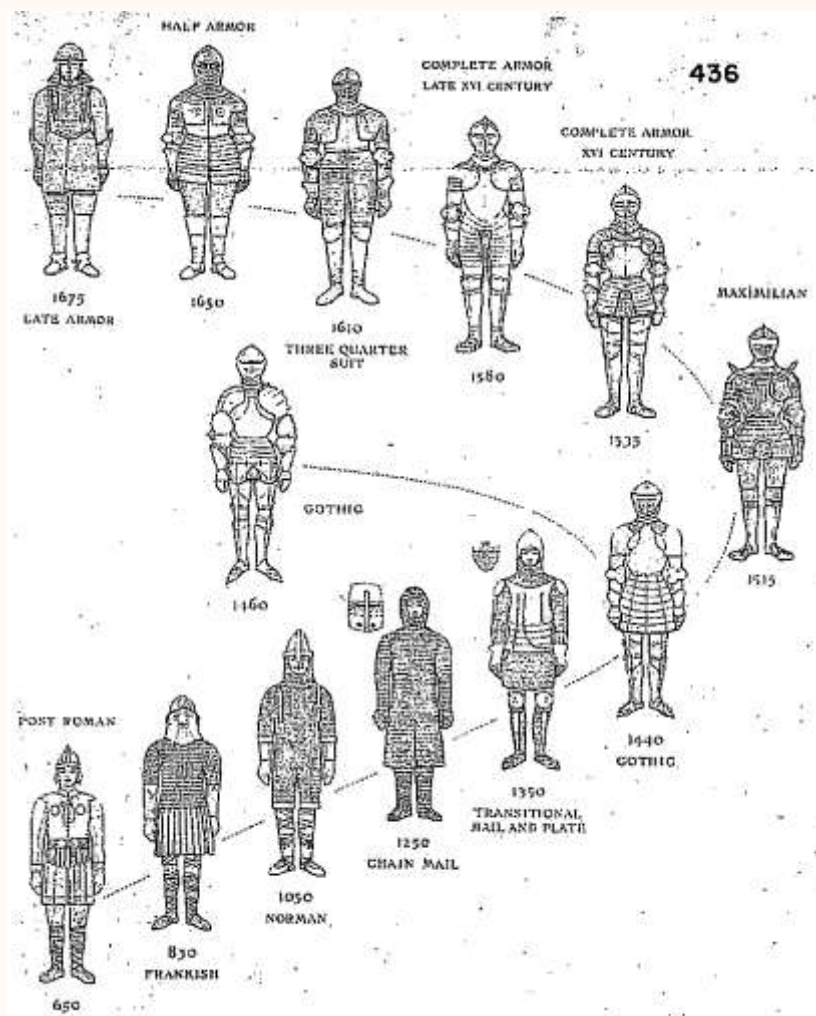


Figura 1. Evolución de las armaduras.

### 1.1. Armadura de piel/cuero:

- **Introducción.** El comienzo de la utilización de las armaduras fue en Egipto en el año 4.000 a. C., los materiales que utilizaban en la mayor parte de las armaduras era piel de cocodrilo y cuero reforzado con bronce. Las primeras piezas que se realizaron estaban destinadas a las zonas más débiles e indefensas del cuerpo, o para las partes donde una herida podía provocar más fácilmente la muerte del guerrero, como la cabeza y el tronco, que fue lo primero que protegieron. En realidad nunca dejó de usarse las protecciones de cuero o pieles, a lo largo de los siglos, estos fueron siendo involucrados con piezas de metal, pero siempre estaban ahí.

- **Puntos fuertes.** Era muy ligera y fácil de hacer.

- **Puntos débiles.** Si era endurecida, se estropeaba muy rápido si se doblaba mucho.

- **Inventos o innovaciones que presentaba la armadura en su momento.** Descubrieron que si calentaban agua e introducían el cuero en esta, cogía mucha dureza y resistencia, por lo que aumentaba su grado de protección.

- **Análisis conceptual formal.** En si no constaba de partes de ningún tipo. Como ya se puso arriba se usaban para proteger zonas débiles. Se comenzó usando los camisotes de piel de búfalo, que iban reforzados con escamas metálicas, algunos llegando hasta la cadera y otros más largos que llegaban hasta los pies. La brigantina fue la armadura más evolucionada de cuero que mezclaba el cuero y el metal por lo que daba una gran protección.

- **Materiales.** En su mayoría cuero, más tarde fueron añadiendo metales como hierro o bronce.



Figura 2. Armadura de cuero Romana

### 1.2. Cota de mallas (loriga):

- **Introducción.** En la época de República del imperio romano, apareció un nuevo tipo de armadura hecha con anillas de hierro de pequeño tamaño entrelazadas entre sí. Esta fue creada como evolución de las típicas armaduras de los gladiadores e infantería ligera que solo cubrían ciertas partes del cuerpo y eran en cierto modo, poco flexibles. Con el paso de los años, fueron evolucionando en materiales y diseños, y fue la armadura por excelencia durante muchos siglos de las tropas básicas de cuerpo a cuerpo de distintos ejércitos. Su uso fue

decaendo con la incorporación de placas en distintas partes de esta, hasta ser completamente de placas.

- **Puntos fuertes.** Era muy flexible y se adaptaba al individuo que la portase. Era capaz de soportar cortes y estocadas de algunos tipos de armas.

- **Puntos débiles.** Mucho peso, de 11 a 16 kilos. Las anillas con el peso y uso se iban abriendo y estropeando por lo que necesita muchos cuidados. Poco resistente a golpes, por lo que un hacha o arma grande podía romper huesos fácilmente. Era muy cara para aquella época.

- **Inventos o innovaciones que presentaba la armadura en su momento.** El entrelazado de las anillas entre sí, otorgaba una gran capacidad de movimiento al portador. Además muchas de estas armaduras llevaban los anillos remachados para darle mayor resistencia a la apertura de las anillas a causa de estocadas o flechas.

- **Análisis conceptual formal.** (La armadura consta de tal parte o tal otra parte característica) Dependiendo de la zona a la que cubría, la armadura de cota de malla, recibía un nombre distinto.

- Si cubría la cabeza, se llamaba cofia
- Si cubría el torso y los brazos, loriga.
- Y también había para las piernas.

En resumen, un caballero podía ir armado completamente de pies a cabeza cubierto de pequeños anillos.

- **Materiales.** Estaba fabricada en su totalidad por anillas de hierro, y más tarde, acero.



Figura 3. Cota de mallas.

### 1.3. Armadura de placas:

- **Introducción.** Con los años, fue mejorando el metal hasta que se llegó al acero templado, más resistente y modulable. De este modo surgieron las armaduras de placas, que se realizaban de forma artesanal por maestros armeros de toda Europa. Estas armaduras eran

usadas por caballeros, la gente de la nobleza que iba a batallas, era su modo de salvaguardar sus vidas. Su uso evolucionó a la armadura Gótica.

- **Puntos fuertes.** Otorgaba protección extra al caballero en zonas vitales como el pecho, brazos, cuello y piernas. Muy buena para parar golpes y estocadas.

- **Puntos débiles.** Mayor peso ya que estas se superponían a la malla, aunque más tarde esta malla desaparecía para solo quedar la placa. Muy caras.

- **Inventos o innovaciones que presentaba la armadura en su momento.** Tenían piezas articuladas, como hombreras y la zona de la barriga para que el caballero tuviese movilidad a la vez que protección. Para combatir el efecto del calor, y sobre todo como adorno, a partir de la segunda cruzada, empezó a usarse una sobrevesta. Pronto esta sobrevesta, al igual que el casco y el escudo, se adornó con signos y figuras que servían de distintivo al caballero, y que posteriormente tendría una significación heráldica (el escudo de armas)

- **Análisis conceptual formal. (La armadura consta de tal parte o tal otra parte característica)** La primera pieza completa metálica que se propagó fue el peto, aunque el guardabrazo también tuvo una gran evolución, al adaptársele láminas articuladas para facilitar el movimiento, mientras que el rostro se protegía con el varaescudo y el cuello con la gola. Pero a medida que pasaba el tiempo, fueron apareciendo nuevas piezas o perfeccionamiento de piezas ya existentes.

- **Materiales.** Acero templado.



Figura 4. Partes de una armadura de placas

#### 1.4. Armadura Gótica:

- **Introducción.** Nace en Alemania en el siglo XV, con zonas lisas y bastante brillo, y con sugerentes curvas y decorados, pero sin exageración, sólo en los bordes. Los petos, cascos, guardas de los brazos y las piernas tenían zonas con hendiduras y estrías, mientras que la zona de los dedos de los pies se realizaban muy anchas. Las armaduras de esta época son unas de las más grandiosas, aunque su uso fue decayendo con la llegada de las armas de fuego, ya que estas eran capaces de atravesar cualquier armadura.

- **Puntos fuertes.** Era mucho más resistente a los golpes además de que tenían mucha movilidad.

- **Puntos débiles.** Era muy pesada, unos 30 o 40 kg, y el caballero necesitaba un gran entrenamiento para poder portarla sin que se asfixiase.

- **Inventos o innovaciones que presentaba la armadura en su momento.** Tenían una serie de hendiduras y canaladuras que otorgaban una mayor resistencia a golpes. Además estas canaladuras eran capaces de desviar las flechas e incluso los golpes en combates

- **Análisis conceptual formal.** La armadura gótica podría constar de bastantes piezas, unas 250 aproximadamente. Aunque dichas piezas no tenían siempre un nombre preciso, podemos enumerar algunas de las partes más comunes de una armadura:

- El casco y semejantes, para proteger la parte superior de la cabeza.
- La babera o barbote para la protección de la boca, barbilla, y mandíbulas.
- La gola que servía para cubrir el cuello. El gorgal o gorguera en la parte alta del pecho, incluyendo la garganta y la espalda, llegando a sustituir a la gola.
- El alpartaz de malla, que cubría el cuello pero dejándole movilidad.
- El ristre, era el hierro del peto del armadura que servía para afianzar la lanza.
- El peto para cubrir el pecho.
- El espaldar para cubrir la espalda.
- El volante o falda por la cintura y caderas.
- Las escarcelas que llegaban algo más abajo que el anterior, que se anudaban a la falda.
- Las hombreras, que cubrían los omóplatos (en ocasiones éstas también cubrían la parte delantera, sustituyendo a las bufas) en el hombro.
- Los guardabrazos, para proteger la parte superior del brazo.
- Los codales, para cubrir el codo.
- Los brazales, para cubrir el brazo y el antebrazo.



- Las manoplas, lúas, guantes, manteles o mandiletes, con piezas móviles para cada dedo, que protegían las manos, y las muñecas.
- Los quijotes o musleras, para la protección de los muslos.
- Las rodilleras, protegiendo las rodillas, que iba acompañado casi siempre por unos abanicos por la parte de fuera de las rodillas, para cubrirlas de los golpes laterales.
- Las grebas para la zona baja de las piernas, en ocasiones llevaban medias grebas articuladas que protegían la parte inferior de las rodillas.
- Escarpes o escarpines, que tenían el fin de resguardar el empeine, también se usaban zapatos herrados para proteger los pies.

- **Materiales.** Era completamente de metal, acero para ser más exactos, con pequeñas zonas de cuero usadas en mayor medida para unir las distintas partes de la armadura.



Figura 5. Armadura Gótica

### 1.5. Casaca:

- **Introducción.** Descripción de la armadura y su contexto. En los siglos XVIII y XIX con las guerras de la independencia americana en la actual Estados Unidos y las napoleónicas en Europa surge un nuevo tipo de vestimenta para el soldado, la casaca. La casaca, era

simplemente un uniforme un tanto ceremonial que no otorgaba ningún tipo protección al soldado, más bien se usaba en las batallas para distinguirlo del resto de los combatientes.

- **Puntos fuertes.** Eran de tela por lo que era muy ligera y fácil de confeccionar.

- **Puntos débiles.** No otorgaba protección ninguna.

- **Invencciones o innovaciones que presentaba la armadura en su momento.** Debido a la carente protección, los ejércitos jugaban con el diseño de esta para infundir terror al enemigo. Es el caso de los Casacas Rojas, que era el sobrenombre que se le otorgaba a los soldados británicos que llevaban casacas de color rojo. Esto era así para que el rojo de la tela tapara el color rojo de la sangre en el combate, dando a entender que era un ejército casi inmortal.

- **Análisis conceptual formal.** La vestimenta más conocida era la casaca roja con dos filas verticales de botones plateados (o dorados, según el rango) con camisa blanca y chaquetilla de paño (uniforme de verano), junto a un tricornio negro con borde blanco por sombrero. Lo cruzaban a la bandolera dos bandas blancas: una era para portar la espada o algún otro aditamento filoso, y la otra banda era para portar balas, pólvora o artículos de uso personal.

- **Materiales.** Telas y abalorios.



Figura 6. Casaca Roja del Imperio Inglés.

### 1.6. Chaleco antibalas:

- **Introducción.** Con la Primera y Segunda guerra mundial, empiezan a aparecer los primeros chalecos antibalas hechos con telas prensadas o metales. Al principio eran capaces de retener balas de pequeño calibre y de armas de poca potencia, pero con la incorporación de nuevos materiales y tecnologías son capaces de soportar mayores armas hoy en día. De este modo nuestros soldados y cuerpos de seguridad están mejor protegidos.

- **Puntos fuertes.** Son capaces de soportar armas de poca potencia aunque ahora con las tecnologías han aumentado ese rango. Pesan poco y son fáciles de portar.

- **Puntos débiles.** No aguantan altos calibres y tienen problemas a la hora de absorber impactos de balas, trauma.

- **Invencciones o innovaciones que presentaba la armadura en su momento.** Con la incorporación del kevlar, la eficiencia de estos chalecos ha aumentado con creces y ahora existen nuevos materiales los cuales son más resistentes aun.

- **Análisis conceptual formal.** Los chalecos antibalas están diseñados por multiples telas de fibras especiales dispuestas en posiciones específicas que hacen que este sea adaptable al cuerpo del usuario además de ligero, ya que estamos hablando de telas.

- **Materiales.** Los más comunes están fabricados con fibra de kevlar, pero existen variantes fabricados con otro tipo de fibras de aramida y nuevas tecnologías.



Figura 7. Chaleco Antibalas.

## **CAPITULO 2. NORMATIVA VIGENTE PARA EL DISEÑO Y DESARROLLO DE CHALECOS Y SISTEMAS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.**

Como es lógico pensar, a la hora de diseñar y fabricar un chaleco antibalas o cualquier otro tipo de sistema de protección, este no puede hacerse según una experiencia creada o simplemente basándose en ensayo y error hasta alcanzar el nivel deseado, ya que puede ocasionar un producto no deseado que genere graves daños al portador. Además, habría miles de sistemas de protección distintos sin seguir un convenio o patrón común a la hora de su diseño y fabricación, por lo que sería un caos.

Es por ello que se crean unas normas o reglas en el que recogen las características básicas y/o comunes que deben cumplir cada sistema de protección creado. Pero la norma no acaba ahí, establece también el procedimiento a cumplir para reglar funcionamiento correcto del equipo

en cuestión según unas características especificadas. De este modo se puede llegar a determinar que el nivel requerido es cumplido correctamente por el chaleco y que chaleco es el adecuado para la venta.

Por lo general, no existe una única norma que sea universal para todo el mundo. Es por ello que hay diferentes normas dependiendo de la región o país en la que se encuentre el fabricante de chalecos antibala o sistemas de protección. Estas normas, aunque puedan parecer distintas, son iguales en su esencia y lo que por lo general se diferencian entre ellas, es la nomenclatura usada a la hora de exponer los distintos niveles de protección además de la especificación de estos. Esto no quiere decir que una sea mejor que otra, solo marcan un sistema de referencia diferente que, a la hora de la verdad, los chalecos diseñados según cada norma actuarán como estas especifican cumpliendo cada una de ellas. Ya es, de parte del fabricante, el que decide qué norma prefiere usar para el diseño y fabricación de sus chalecos.

Las dos normas de mayor relevancia existentes hasta el momento son la norma RENAR MA.01-A1 y la norma NIJ. Cada una de ellas expone sus criterios de como se nivelan los chalecos y como han de probarse y fabricarse, además, otorgan ayudas para su propia verificación.

Para este proyecto, se va a usar la norma RENAR MA.01-A1, el motivo de su uso es por la comodidad de traducción, ya que esta norma es usada por países de habla española y viene definida en lenguaje español. Esto no quita que la norma NIJ no sea de menor nivel o algo parecido. Además, como se podrá observar a lo largo del proyecto, habrá ocasiones que se mencionen chalecos basados en la norma RENAR MA.01-A1, y otros en el que se habla de la norma NIJ.

#### **NORMA RENAR MA.01-A1**

La norma RENAR MA.01-A1 es una regulación de la evaluación del chaleco. No constituye una especificación del método de fabricación, ni de diseño del mismo.

Esta norma proporciona una certificación para el fabricante o importador, que el chaleco en cuestión posee un tipo de resistencia balística definida por los estándares, en ensayos realizados sobre muestras prototipo de dicho modelo y que han pasado satisfactoriamente el test de resistencia balística.

Los chalecos certificados y aceptados por el RENAR, figurarán en una Nómina de Chalecos Antibala Aprobados (NOCA) y esta lista, constituye la única vía segura de determinar la adecuación del chaleco a las exigencias RENAR MA.01-A1. (sólo integrarán la lista aquellos modelos cuyo fabricante o importador se encuentre con su inscripción vigente ante el RENAR).

La Norma solamente califica el chaleco antibala desde el punto de vista de su resistencia balística, pero no indica su comportamiento ante efectos de puñales o elementos punzantes.

El objetivo buscado por esta Norma, consiste en establecer los requerimientos MINIMOS y métodos de ensayo para los chalecos balísticos. En la misma, se especifican:

- Las condiciones de clasificación de Niveles de los chalecos.

- El texto de las etiquetas y las advertencias fijadas a los paneles balísticos y fundas portapaneles.
- Las condiciones de calificación y aprobación de estos materiales.
- Los calibres de prueba.
- Trauma máximo aceptable.

La vestimenta a prueba de balas (camperas, trajes, camisetas, etc.) tendrá el mismo tratamiento, se someterá a los mismos ensayos y será de aplicación respecto de ella la norma para chalecos antibalas. En caso de tener aberturas tanto en la zona delantera como trasera (con cierres, botones, etc.), dos de los impactos deberán realizarse sobre la misma, uno a 0° y otro a 45°.

### **2.1. Niveles de Clasificación.**

Los chalecos antibala considerados en esta Norma, se clasifican según siete Niveles de resistencia balística. En el caso de presentar resistencias balísticas distintas, se considerarán las zonas más débiles para realizar el test.

La amenaza balística de un proyectil, depende mayoritariamente de:

- Su composición
- Factor de forma
- Calibre
- Masa
- Angulo de incidencia
- Velocidad de impacto

Debido a la inmensa variedad de cartuchos existentes en plaza, de un determinado calibre y por la posibilidad de utilizarse munición de recarga, un chaleco que superó el ensayo para la munición estándar de calificación en determinado Nivel, podría no resistir otras cargas del mismo calibre.

Es por tal motivo, que la munición de ensayo responde a la utilizada en plaza, en nuestra región de provisión y se adecua al armamento confiscado y a su munición. Asimismo, debe preverse la resistencia a los proyectiles de las armas provistas a cada Fuerza de Seguridad o Fuerza Armada, para cubrir la eventualidad de que el efectivo que utiliza dicho chaleco, pueda ser atacado por su propia arma.

**Nivel RB0. Projectiles calibre .22 LR Y .38 SPL**

Estos chalecos protegen contra proyectiles calibre .22 LR, punta de plomo (SL), con masas nominales de 2.6 gr, que impactan a una velocidad de 320 m/s y del calibre .38 Spl, punta redonda de plomo (RNL), con masas nominales de 10.2 gramos, que impactan a una velocidad de 259 m/s.

**Nivel RB1. Projectiles calibre .357 mg de baja velocidad y 9 mm de baja velocidad.**

Estos chalecos protegen contra proyectiles calibre .40 S&W encamisado (FMJ), con masa nominales de 11.7 gr, que impactan a una velocidad de 343 m/s y de calibre 9 mm encamisados (FMJ), con masas nominales de 8.0 gr impactando a una velocidad de 332 m/s.

**Nivel RB2. Projectiles calibre .357 mg de alta velocidad y 9 mm de media velocidad.**

Estos chalecos protegen contra proyectiles calibre .357 Mg encamisados punta blanda (JSP) con masas nominales de 10.2 gr que impactan a una velocidad de 425 m/s y calibre 9 mm encamisados (FMJ) con masas nominales de 8.0 g que impactan a una velocidad de 358 m/s.

**Nivel RB3. Projectiles calibre .44 mg Y 9 mm de alta velocidad.**

Estos chalecos protegen contra proyectiles calibre .44 Mg de plomo semisacabocado, (SWC), con masas nominales de 15.55 gramos que impactan a una velocidad de 426 m/s y calibre 9 mm encamisado (FMJ) con masas nominales de 8.0 gr que impactan a una velocidad de 426 m/s.

**Nivel RB4. Projectiles calibre 7.62 mm nato Y 5.56 mm nato.**

Estos chalecos protegen contra proyectiles calibre 7.62 mm NATO (.308 Winchester), encamisado (FMJ), con masas nominales de 9.7 g, que impactan a una velocidad de 838 m/s y del calibre 5.56 mm NATO (.223 Remington), encamisado (FMJ BT) con masas nominales de 3.57 g, que impactan a una velocidad de 991 m/s.

**Nivel RB5. Projectiles perforantes calibre 7.62 mm nato.**

Estos chalecos protegen contra un disparo de proyectil perforante 7.62 mm NATO (.308 Winchester) "P", con masa nominal de 9.7 g, que impacta a una velocidad de 838 m/s.

**Nivel RBE. Para blindajes de resistencia balística especial.**

El RENAR eventualmente podrá autorizar la fabricación de chalecos para usos especiales, que verifiquen resistencia balística para un nivel de protección especificada por el usuario.

**2.2. Definiciones.**

- **Velocidad de Impacto:** Las velocidades de impacto consignadas más arriba, corresponden a las velocidades MINIMAS exigidas por el ensayo para cada nivel de resistencia balística, y se especifica como velocidad máxima para cada nivel, aquella que supera a la indicada en 15 m/s.

- **Angulo de Incidencia:** Se denomina ángulo de incidencia, al existente entre la trayectoria del proyectil y la línea perpendicular al plano tangente a la superficie del chaleco en el punto de impacto. Ver Anexo H, Figura 1.

- **Material de Apoyo:** Está constituido por un bloque de arcilla de modelar al aceite, de endurecimiento retardado, que está en contacto con la cara posterior del chaleco durante el ensayo.

- **Garantía de Fabricación:** Constituye una declaración jurada (certificación) del fabricante, de que el modelo de chaleco antibalas de producción estándar, cumple con las exigencias de la NORMA RENAR MA.01-A1, para el nivel de protección especificado, y se compromete a no modificar sus características respecto a la muestra del modelo ensayado, que igualó o superó las exigencias de la norma MA.01-A1 para ese nivel de protección balística. La misma deberá ser por un mínimo de cinco años a partir de la fecha de fabricación.

- **Deformación:** Este parámetro, constituye el mayor desplazamiento temporario de la cara posterior del chaleco antibalas sometido a ensayo, provocado por el impacto franco de un proyectil válido que no lo perfora, cuando el chaleco está en contacto con el material de apoyo.

- **Disparo Válido:** Se denomina así, a un proyectil que impacta en el chaleco, con un ángulo de incidencia que no varía en más de 5º hacia una u otra dirección, respecto del ángulo de incidencia exigido por la Norma (tabla Nº 1). Adicionalmente deberá mantener una distancia mínima al borde del panel balístico de 76 mm y estar separado de la impronta de un impacto anterior, una distancia no inferior de 50 mm y no diferir su velocidad en más de 15 m/s en exceso, respecto de la velocidad mínima exigida por la especificación, para el nivel de resistencia balística determinado (tabla Nº 1).

- **Proyectil Encamisado (FMJ):** Se trata de una bala de núcleo de plomo o aleación de plomo recubierta por una camisa de aleación, con excepción o no de su base.

- **Proyectil Encamisado Punta Blanda (JSP):** Se trata de una bala con núcleo de plomo o aleación de plomo, recubierta por una camisa de aleación, exceptuada la punta.

- **Proyectil de Plomo (RNSL):** Se denomina de esta manera a una bala de plomo aleado.

- **Semisacabocado (SWC):** Este tipo de bala se caracteriza por poseer una punta chata troncocónica, con un resalto cilíndrico de reborde vivo en la base de la misma.

- **Penetración:** Se denomina de este modo, a la perforación completa del chaleco de ensayo por un proyectil válido, o por un fragmento de ese proyectil o del panel balístico, evidenciado por la presencia del proyectil o del fragmento en el material de apoyo, o por el orificio que atraviesa el material de apoyo.

- **Cara de Impacto del Chaleco:** Está constituida por la superficie diseñada por el fabricante, para enfrentar los proyectiles.

- **Cara Interior del Chaleco:** Está constituida por la superficie diseñada por el fabricante para apoyarse contra el cuerpo del usuario.

Los trajes antibombas que cumplen con una función ajena a la protección balística, no serán considerados a los fines de esta norma.

### 2.3. Exigencias técnicas.

- **Criterios de Aceptación:** Un modelo de chaleco satisface los requerimientos de esta Norma, si las nueve muestras de producción (prototipo) del mismo superan los requerimientos de calidad del material y de confección, y satisfacen las exigencias indicadas en su etiqueta, y adicionalmente, al ser ensayado cada uno de sus paneles balísticos (frontal, posterior, lateral, inguinal y coxial), ellos verifican los requerimientos de deformación máxima (Figura 26) y de no penetración.

- **Chalecos para uso bajo ropa:** Este tipo de chaleco, está diseñado para ser utilizado bajo prendas de vestir. En el caso que sus paneles balísticos sean similares a un modelo sobre ropa, deberán ser certificados en forma independiente, diferenciando la denominación de los modelos. Y haciendo constar su uso en las etiquetas identificatorias.

- **Chaleco para uso femenino:** Tipo de chaleco diseñado para adaptarse mejor al torso femenino. Para este fin estos chalecos deben poseer en la zona del busto, tazas o copas de 4 cm de profundidad como mínimo.

- **Etiquetado:** Cada componente del modelo de chaleco antibalas, debe ser claramente identificado mediante una etiqueta indeleble, con tipo de letra de tamaño fácilmente legible, donde se especifiquen en español los siguientes datos:

Paneles balísticos:

Todos los paneles balísticos, que posea el chaleco, deben ser rotulados en cualquiera de las superficies exteriores del panel conteniendo la siguiente información:

1. Marca, en todos los casos.
2. Nombre, logotipo u otra identificación del fabricante o importador, en todos los casos.
3. Procedencia del material.
4. Nivel de protección balística de acuerdo con la Norma MA.01-A1.
5. Tamaño, Ej: pequeño, mediano, grande, super grande, especial.
6. Número del lote y serie.
7. Fecha de fabricación
8. Designación del modelo que identifique unívocamente el panel balístico. Los chalecos para uso masculino tendrán designaciones diferentes a los de uso femenino. Asimismo, también se deberá designar en forma diferencial los chalecos de uso externo de los uso interno.



9. Identificación de la cara de impacto y de la cara interior del panel balístico, de manera de no posicionarlos equivocadamente durante su mantenimiento.

10. Para los chalecos de nivel RB0 a RB3, se deberá consignar la advertencia que el chaleco no protege contra disparos de fusil. En general, si el chaleco sólo ofrece protección balística, se indicará que no ha sido diseñado para proteger contra ataques, con elementos punzantes o filosos.

11. Datos de la certificación del cumplimiento de la Norma RENAR MA.01-A1.

12. Especificaciones del material que conforma el panel balístico y portapanel.

Las etiquetas deberán estar sujetas mediante costura o el uso de otro método que impida su desprendimiento de las fundas del chaleco antibalas.

- **Talles y forma:** Al momento de solicitar la Certificación RENAR MA.01-A1, el fabricante o importador deberá indicar los talles y forma del modelo a fabricar o importar y las medidas indicadas en la planilla de solicitud de ensayo de chaleco antibala. Los chalecos a fabricar o importar podrán tener como tolerancia máxima en sus medidas perimetrales +/- 10 mm. En el caso de necesidad de fabricación o importación de un talle no autorizado, el fabricante o importador deberá solicitar su incorporación a la certificación otorgada, pudiendo ser autorizado previo ensayos balísticos y de tejidos, de muestras del chaleco antibalas del nuevo talle.

#### **2.4. Penetración y deformación balística.**

Cuatro chalecos completos (ambos paneles balísticos) serán ensayados para comprobar su resistencia balística a la penetración y la máxima deformación balística (trauma), después de acondicionarlos para el ensayo en condición húmeda. Otros cuatro chalecos completos (ambos paneles balísticos) serán ensayados para comprobar su resistencia balística a la penetración y la máxima deformación balística (trauma) en condición seca. Toda penetración del panel o deformación balística superior al MAXIMO estipulado en este reglamento, producida por un disparo válido; penetración del panel o deformación balística superior al MAXIMO estipulado, producido por un proyectil disparado a una velocidad menor que la MINIMA indicada en esta norma, será causal de rechazo del chaleco ensayado. Asimismo, un proyectil que impacte a una distancia del borde o a otro impacto, inferior a la distancia MINIMA especificada o a una velocidad mayor a la MAXIMA consignada en esta norma, pero que no logre penetrar el panel balístico ni provocar un trauma superior al MAXIMO, será considerado un disparo válido. Del mismo modo una bala que impacta el panel a una velocidad mayor a la MAXIMA pero que no penetra el panel balístico y que produce un trauma no superior al MAXIMO, resulta a los fines de este reglamento, un disparo válido.

Los chalecos de los niveles RB0, RB1, RB2 y RB3 que poseen insertos removibles para lograr una resistencia balística adicional o reducción del trauma, deberán ser ensayados SIN LOS INSERTOS.

## **2.5. Método de ensayo.**

### **Muestras.**

La muestra de ensayo se conforma de 10 (diez) chalecos completos, 6 (seis) del talle menor y 4 (cuatro) del talle mayor, con la condición de que la zona de protección quepa en el tablero de prueba, cuyas dimensiones son de 61 cm x 61 cm. Para caso del nivel RB5 La muestra de ensayo se conforma con 5 (cinco) chalecos completos, 3 (tres) del talle menor y 2 (dos) del talle mayor.

### **Equipo de Ensayo.**

El ensayo deberá realizarse mediante la utilización de cañones de prueba del calibre requerido por esta norma.

### **Material de Apoyo del Chaleco.**

El material de apoyo del chaleco, estará constituido por un bloque de 10.2 cm (4") de espesor, con dimensiones mínimas de 61 cm x 61 cm (24" x 24"), para permitir el apoyo de todo el portapanel con el panel balístico a ensayar.

El material de apoyo del chaleco, deberá ser acondicionado durante al menos 3 horas a temperaturas de entre 15°C y 30°C (59°F y 95°F) y perfectamente amasado para eliminar los poros y vacíos. Su consistencia será determinada mediante una prueba de caída, utilizando una pesa cilíndrica de 44 mm a 45 mm de diámetro con terminación semiesférica del lado de impacto, de 1 Kg. +/- 10 gr. de peso, con la exigencia de que deje en el material de apoyo una huella de 25 mm +/- 3 mm cuando se arroja desde una altura de 2 m +/- 2 cm.

Este procedimiento deberá ser repetido tres veces, y de tal manera, que sus centros disten entre sí 76 mm ( 3") como mínimo, y con una separación similar a los bordes del material de apoyo.

Para asegurar que la zona hemisférica de la pesa impacte perpendicularmente al material de apoyo, podrá utilizarse un tubo cilíndrico como guía de la misma. El material de apoyo del chaleco, se puede mantener a cualquier temperatura dentro del intervalo definido, para que tenga la consistencia necesaria para ser utilizado para efectuar el ensayo.

## **2.6. Acondicionamiento del panel balístico para ensayo en condición húmeda.**

Para esta certificación deberá acondicionarse cuatro chalecos completos, dos del talle menor y dos del talle mayor, extrayéndose sus paneles balísticos.

Cada panel se sumergirá en una batea o bañera con agua durante 30 minutos como mínimo y 35 minutos como máximo. La inmersión deberá ser total y en forma vertical, con el borde superior del panel a por lo menos, 100 mm. por debajo de la superficie del agua y con un espacio de por lo menos 50 mm. alrededor de la misma. En el caso que la prenda flote, se le colocarán pesas en el borde inferior, sin dañar la funda, hasta que la misma cumpla con las condiciones de inmersión . Una vez retirado el panel del agua, deberá ser colgado verticalmente por un lapso de 10 minutos como mínimo y 15 minutos como máximo, antes de ser montado sobre el tablero de prueba.

El agua utilizada deberá ser potable de red o desmineralizada. La temperatura de la misma deberá encontrarse entre 17°C y 24°C.

El agua de la batea o bañera deberá ser reemplazada cuando se observen impurezas en ella.

El testeo completo del panel, deberá efectuarse en un lapso no mayor de 40 minutos a partir del momento en que el panel se retira de la bañera o batea de inmersión. Si el test no se completa en el período mencionado, todos los resultados del test, serán inválidos, debiendo reiniciar el test, utilizando un nuevo panel.

## **2.7. Preparación del ensayo.**

Se debe disponer el equipo de prueba, de la manera que está graficado en la figura N°2 del Anexo I.

Se utilizará el cañón de prueba apropiado para la munición requerida según la tabla N°1, el cual deberá estar fijado horizontalmente, mediante una prensa en la mesa de ensayo.

Con el propósito de preparar los equipos de medición, se deben efectuar algunos disparos de “calentamiento” hasta lograr la estabilización de las mediciones. Para efectuar el ensayo, el ambiente debe mantenerse a una temperatura entre 20°C y 28°C (68°F – 82°F) con una humedad relativa ambiente comprendida entre 30% y 70%.

El material de apoyo, deberá estar acondicionado según lo especificado para el test de caída, para poseer la consistencia adecuada para el ensayo. Antes de comenzar el test, la arcilla deberá ser premoldeada y emparejada a las dimensiones especificadas, y encontrarse dentro del intervalo de temperaturas exigido.

La pantalla de inicio del cronógrafo deberá ubicarse a una distancia mínima de 2 metros de la boca del cañón de prueba, y la pantalla de detención del mismo podrá ubicarse a una distancia de entre 0.50 m a 1.5 m. Hay que tener la precaución que las pantallas del cronógrafo, sean perpendiculares a la trayectoria del proyectil y medir la distancia entre pantallas, con una precisión adecuada al equipo en uso.

**Examen de la Etiqueta.** Deberá cumplirse con los requerimientos del rotulado, en todos y cada uno de los componentes del chaleco.

## **2.8. Tests Balísticos.**

### **2.8.1. Test de penetración y trauma de los niveles RB0, RB1 RB2 Y RB3.**

Se deberán utilizar los proyectiles de las características especificadas en la tabla N°1 de esta norma.

Se comenzará el ensayo, utilizando el primer tipo de munición, identificado con el N°1. Es aconsejable efectuar el número suficiente de disparos, para tener una seguridad razonable, de que el primer tiro de ensayo disparado al chaleco, impacte en el chaleco a una velocidad que no exceda la mínima requerida en más de 15 m/s (50 pies/seg.). Asegurar el punto de impacto del proyectil, utilizando un designador láser u otro dispositivo alternativo.

Retirar todos los insertos removibles. Acondicionar cada uno de los cuatro chalecos completos para el ensayo con panel húmedo, dos de talle menor y dos de talle mayor.

Ubicar el lado correspondiente del chaleco de talle menor en contacto directo con el material de apoyo y asegurar el perfecto apoyo de la cara interior del chaleco, con cintas, bandas elásticas, u otros medios que dejen la cara de impacto del chaleco expuesta.

Ubicar el tablero de ensayo, que contiene el material de apoyo, con el chaleco asegurado, a 5 Mts. de la boca del cañón de prueba y de tal manera que su plano sea perpendicular a la trayectoria del proyectil (cero ángulo de incidencia). Esquematizar sobre el chaleco, el triángulo indicado en la figura N°3 (anexo J), para predeterminar los puntos de impacto y la secuencia de los disparos.

Efectuar el primer disparo de prueba en la posición N°1 del esquema y utilizando el cronógrafo, determinar la velocidad del proyectil. Proceder a examinar el chaleco y el material de apoyo, para determinar si el proyectil impactó en una región válida del chaleco, y si el mismo resultó perforado por el proyectil.

Si el chaleco no fue penetrado y el disparo es válido, se debe proceder a medir la profundidad del trauma sobre el material de apoyo. La profundidad de la depresión es la distancia desde la superficie inalterada del material de apoyo, al punto más bajo de la depresión. Si la profundidad del trauma verifica con lo especificado en la tabla N°1, el chaleco ensayado cumple los requerimientos de trauma limitado. Si la profundidad de la depresión es mayor que la permitida y la velocidad del proyectil supera la máxima admitida por la norma, deberá procederse a reacondicionar el material de apoyo del chaleco, comprimir las capas del material balístico del panel, y repetir el ensayo hasta lograr un tiro válido. Este segundo intento, deberá hacerse de tal manera, que la proyectil impacte dentro de la misma área del panel, pero guardando una distancia mínima de no menos de 50 mm respecto de la impronta del proyectil anterior, y de 76 mm de los bordes del chaleco.

Este proceso debe repetirse hasta obtener un disparo válido, y proceder a medir la profundidad del trauma, para determinar si verifica con los parámetros exigidos por la Norma (tabla N°1). Si el chaleco no ha sido perforado, se lo deberá reubicar sobre el material de apoyo en su posición original, sin reacondicionar el material de apoyo, sin acomodar las capas por compresión y sin retirar el primer proyectil de prueba, si este queda atrapado entre las capas balísticas del panel. Tener en cuenta que los disparos subsecuentes, deben tener velocidades indicadas por la tabla N°1.

Continuar con los disparos de los restantes proyectiles de prueba, en la secuencia indicada en la figura N°3, inspeccionando después de cada uno de ellos, que el impacto se dio sobre la región permitida por esta Norma. De no ser así, proceder a efectuar otro disparo, hasta lograr un tiro válido antes de pasar al siguiente.

Luego del primer disparo y medida la profundidad del trauma y obteniendo valores adecuados a los exigidos por la Norma (tabla N°1) en las condiciones indicadas en los párrafos precedentes, se debe reposicionar el chaleco sobre el material de apoyo, para que el segundo disparo impacte en la posición indicada con el N° 2. Sin modificar la ubicación relativa del chaleco respecto del material de apoyo, y sin retirar ningún proyectil atrapado en las capas del panel balístico, y sin acomodar las mismas por compresión, mover el tablero del material de apoyo unido al chaleco, para que el tercer disparo impacte en la posición indicada con el N°3.

Sin modificar la posición relativa del chaleco respecto del tablero del material de apoyo, reposicionar el conjunto, de tal manera que el proyectil impacte en la posición indicada con el N°4 y girar el tablero, para que el ángulo de incidencia sea de 30°, de modo que el sentido de la bala sea hacia el centro del chaleco.

Sin modificar la posición relativa del chaleco respecto del material de apoyo, reposicionar el tablero para que el proyectil impacte en la posición N°5, con un ángulo de incidencia de 45° y del tal forma que la bala se dirija hacia el centro del chaleco.

Sin modificar la posición relativa del chaleco respecto del material de apoyo, reubicar el tablero de prueba, de tal manera que el proyectil impacte en la posición indicada con el N°6 y con un ángulo de incidencia de 0°. Proceder a examinar el chaleco y el material de apoyo, para verificar si han existido perforaciones.

Para chalecos antibala de uso femenino, las tazas de los bustos deben ser rellenas con material de apoyo acondicionado, al mismo tiempo que el utilizado para el chaleco completo y de la misma manera. Sin embargo, no se deberá efectuar el test de caída para determinar la consistencia. Adicionalmente, los impactos en las posiciones N°4 y/o N°5 del test deberán impactar (con un ángulo de incidencia de 30° y 45°) en las tazas de los bustos.

Si estas tasas poseen costura, el disparo deberá efectuarse sobre la misma. Se procederá a reacondicionar el material de apoyo. Se repetirá la secuencia descrita, utilizando el otro panel del chaleco de talle menor invirtiendo el ángulo de incidencia de la secuencia de los disparos N° 4 (45°) y N° 5 (30°).

Repetir el test con el segundo tipo de munición de ensayo del nivel (identificada con el N°2), utilizando ambos paneles del otro chaleco de talle menor de la muestra acondicionados para el ensayo de panel húmedo.

Una vez finalizada las pruebas con los chalecos de menor talle, se procederá a realizarlos con los de talle mayor.

De no haberse verificado ninguna falla (penetración o profundidad de trauma mayor al especificado en la tabla N°1), se deberá repetir el test descrito para ambos tipos de munición, utilizando ambos talles de los chalecos en condición seca.

### **2.8.2. Test de penetración y trauma del nivel RB4.**

Se deberán utilizar los proyectiles, de las características especificadas en la tabla N°1 de esta norma. Comenzar el ensayo utilizando el primer tipo de munición, identificado con el N° 1. Es aconsejable efectuar el número suficiente de disparos, para tener una seguridad razonable, de que el primer tiro de ensayo disparado al chaleco, impacte en el panel balístico, a una velocidad que no exceda la mínima requerida, en más de 15 m/s (50 pies/seg.). Asegurarse el punto de impacto del proyectil, utilizando un designador laser u otro dispositivo alternativo.

Acondicionar cuatro chalecos completos para el ensayo con panel húmedo, dos de talle menor y dos de talle mayor. Ubicar uno de los lados del chaleco de talle menor en contacto directo con el material de apoyo y asegurar el perfecto apoyo de la cara interior del chaleco, con cintas, bandas elásticas, u otros medios que dejen la cara de impacto del chaleco expuesta. Si el chaleco es rígido y presenta curvatura para adecuarse al torso, de tal forma que la superficie del panel no esté en contacto con la superficie del material de apoyo, adecuar la superficie

frontal del material de apoyo agregando más material, para lograr el apoyo franco con la superficie posterior del chaleco. El material de apoyo utilizado a tal fin, debe ser acondicionado al mismo tiempo, que el que conforma el material de apoyo del tablero y de la misma manera. Sin embargo, la Norma no exige controlar la consistencia del material agregado, mediante el test de caída.

Ubicar el tablero de ensayo que contiene el material de apoyo con el chaleco asegurado, a 15 Mts. de la boca del cañón, de tal manera que su plano frontal sea perpendicular a la trayectoria del proyectil (cero ángulo de incidencia) y el área central del mismo esté alineada con ella.

Efectuar el primer disparo de prueba y determinar la velocidad del proyectil mediante el cronógrafo. Proceder a examinar el chaleco y el material de apoyo, para determinar si la bala impactó en una región válida del chaleco y si el mismo resultó perforado por el proyectil, o por algún fragmento. Si el chaleco no ha sido perforado, se lo deberá reubicar sobre el material de apoyo en su posición original, sin reacondicionar el material de apoyo, sin acomodar las capas por compresión y sin retirar el primer proyectil de prueba, si este queda atrapado entre las capas balísticas del panel.; para que puedan efectuarse cinco disparos válidos adicionales, distribuidos uniformemente sobre su superficie, con un ángulo de incidencia de 0°.

Es aconsejable ubicar los disparos sucesivos, lo más alejados posible del centro de cada panel del chaleco. Si hay costuras en el material balístico, efectuar los disparos de ensayo de tal manera, que por lo menos un proyectil impacte directamente sobre la costura. Si no se produjo ninguna perforación del chaleco, deberá medirse y registrarse la profundidad de la depresión producida sobre el material de apoyo, para los dos disparos de mayor velocidad de los seis válidos.

La profundidad de la depresión, se determina entre la superficie original del material de apoyo inalterado y el punto más bajo de la depresión. Los valores mensurados deben adecuarse a las exigencias de la Norma (tabla N°1).

Para chalecos antibala de uso femenino, las tazas de los bustos deben ser rellenas con material de apoyo acondicionado, al mismo tiempo que el utilizado para el chaleco completo y de la misma manera. Sin embargo, no se deberá efectuar el test de caída para determinar la consistencia. Adicionalmente, los impactos en las posiciones N°4 y/o N°5 del test deberán impactar (con un ángulo de incidencia de 30° y 45°) en las tazas de los bustos.

Si estas tasas poseen costura, el disparo deberá efectuarse sobre la misma.

Se procederá a reacondicionar el material de apoyo. Se repetirá la secuencia descripta, utilizando el otro panel del chaleco de talle menor. En este segundo panel los impactos N° 4 y N° 5 de la secuencia, se realizaran con ángulo de incidencia de 30° y 45° respectivamente.

Repetir el test con el segundo tipo de munición de ensayo del nivel (identificada con el N°2), utilizando ambos paneles del otro chaleco de talle menor de la muestra acondicionados para el ensayo de panel húmedo.

Una vez finalizada las pruebas con los chalecos de menor talle, se procederá a realizarlos con lo de talle mayor en condición húmeda.

De no haberse verificado ninguna falla (penetración o profundidad de trauma mayor al especificado en la tabla N°1), se deberá repetir el test descrito para ambos tipos de munición, utilizando los chalecos en condición seca.

### **2.8.3. Test de penetración y trauma del nivel RB5.**

Se deberá utilizar el proyectil de las características especificadas en la tabla N°1 de esta norma. Es aconsejable efectuar el número suficiente de disparos, para tener una seguridad razonable, de que el tiro de ensayo disparado al chaleco, impacte en el panel balístico, a una velocidad que no exceda la mínima requerida, en más de 15 m/s (50 pies/seg.). Asegurarse el punto de impacto del proyectil, utilizando un designador laser u otro dispositivo alternativo.

Acondicionar un chaleco de talle menor completo para el ensayo con panel húmedo. Ubicar uno de los lados del chaleco, en contacto directo con el material de apoyo y asegurar el perfecto apoyo de la cara interior del chaleco con cintas, bandas elásticas u otros medios que dejen la cara de impacto del chaleco expuesta. Si el chaleco es rígido y presenta curvatura para adecuarse al torso, de tal forma que la superficie del panel no está en contacto con la superficie del material de apoyo, se adecuará la superficie frontal del material de apoyo, agregando más material para lograr el apoyo franco con la superficie posterior del chaleco. El material de apoyo utilizado a tal fin, debe ser acondicionado al mismo tiempo que el que conforma el material de apoyo del tablero y de la misma manera, sin embargo, la norma no exige controlar la consistencia del material agregado mediante el test de caída.

Se ubicará el tablero de ensayo que contiene el material de apoyo, con el chaleco asegurado, a 15 mts. de la boca del cañón de prueba, de tal manera que su plano frontal sea perpendicular a la trayectoria del proyectil (cero ángulo de incidencia) y el área central del mismo esté alineada con ella.

Se efectuará el disparo de prueba y utilizando el cronógrafo, se determinará la velocidad del proyectil para confirmar que el disparo es válido. Proceder a examinar el chaleco y el material de apoyo, para determinar si la bala impactó en una región válida del chaleco, y si el mismo resultó perforado por el proyectil o por algún fragmento.

Si no se produjo ninguna perforación del chaleco por un disparo válido, deberá medirse y registrar la profundidad de la depresión producida sobre el material de apoyo. La profundidad de la depresión, se determina entre la superficie original del material de apoyo inalterado y el punto más bajo de la depresión. Los valores mensurados deben adecuarse a las exigencias de la norma (tabla N°1). Una vez finalizada la prueba, se deberá repetir con el otro panel de talle menor en condición húmeda.

Una vez finalizada las pruebas con el chaleco de menor talle, se procederá a realizarlas con el chaleco de talle mayor en condición húmeda.

De no haberse verificado ninguna falla (penetración o profundidad de trauma mayor al especificado en la tabla N°1), se deberá repetir el test descrito, utilizando los chalecos en condición seca.

### **2.8.3. Test de penetración y trauma del nivel RBE**

El Nivel RBE de la norma RENAR **MA.01-A1**, es aquel que responde a requerimientos especiales y, por lo tanto su nivel de prestación, no se encuentra normalizado. No obstante, el ensayo se programará en forma semejante a lo estipulado y de acuerdo con las técnicas descritas, pero teniendo en cuenta que la munición será determinada para cada caso, de acuerdo con las especificaciones del usuario. No obstante, todos los demás parámetros deberán adecuarse al indicado en la tabla N°1.

### **2.8.4. Prueba de determinación del límite balístico.**

Para la realización de esta prueba se utilizarán dos chalecos antibalas de talle menor que se someterán a disparos de los calibres especificados en la tabla 1 para el nivel determinado con ángulos de incidencia cero (0°) y cuarenta y cinco (45°) grados .

Los paneles a probar deberán acondicionarse de la misma forma que en el test de penetración y trauma para ensayo en condición seca. Se comenzará la prueba con disparos sobre un panel del primer calibre de la tabla 1 con ángulo de incidencia cero (0°). El primer disparo que se efectúe deberá ser a las velocidades establecidas para el nivel correspondiente, incrementándose en aproximadamente 30 m/s la velocidad del disparo siguiente. En caso de no obtener una perforación completa se deberá realizar la cantidad de disparos necesarios incrementando en aproximadamente 30 m/s respecto del disparo anterior hasta alcanzar una perforación completa de la prenda. Una vez finalizada, se procederá a repetir la secuencia sobre el otro panel, con disparos con ángulo de incidencia cuarenta y cinco (45°). De la misma forma, se realizará la prueba sobre el otro chaleco con el segundo calibre especificado en la tabla 1 para el nivel determinado.

Para el caso de chalecos antibalas de nivel RB5, la prueba se debe realizar sobre un solo chaleco, con ángulo de incidencia cero (0°) y cuarenta y cinco (45°).

### **2.9. Examen de la calidad de confección del chaleco.**

Verificar que la manufactura del chaleco se adecue a los requerimientos exigidos en los acápites precedentes.

### **2.10. Informe de tejidos.**

Se realizará un informe de tejidos de cada uno de los componentes del chaleco antibalas, para lo cual se tomaran muestras de las telas de los portapaneles, fundas, material balístico, material antitrauma, etc. En el caso de que existan en la composición varias capas del mismo material, solo se tomará muestras de una sola capa.

El informe de tejidos deberá determinar la composición, hilos y pasadas/cm., peso/m, ligamento, resistencia a la tracción tira deshilada, resistencia al desgarre, solidez al frote, solidez a la limpieza en seco, solidez a la luz, resistencia a la presión hidrostática, exposición al envejecimiento acelerado, resistencia al mojado superficial. En el informe se deberán indicar los métodos de ensayo.



## **2.11. Otras Protecciones**

### **2.11.1. Protectores para la regiones, inguinal, coxial, cuello, brazos y piernas.**

Los paneles balísticos que cubren la región inguinal, coxial, cuello, brazos y piernas serán ensayados y certificados independientemente. Para ello se efectuarán dos disparos válidos con un ángulo de incidencia de cero grados (0°) y un disparo válido con ángulo de incidencia de treinta grados (30°), por lo que deberán tener las medidas mínimas para su ensayo. Se deberá realizar un ensayo de los materiales que componen estos protectores.

### **2.11.2. Placas rígidas y/o semirígidas para incrementar el nivel balístico**

Las placas rígidas y/o semirígidas destinadas a incrementar el nivel de protección balístico de los chalecos, serán ensayadas con tres disparos válidos con un ángulo de incidencia de cero grados (0°) y un disparo válido con ángulo de incidencia de treinta grados (30°), por lo que deberán tener las medidas mínimas para su ensayo.

La secuencia de disparos será en forma triangular (disparo en los tres vértices: N° 1 y N° 2 a 0°, disparo N° 3 a 30°), efectuándose el cuarto disparo en el centro del triángulo, con un ángulo de incidencia de 0°.

La cantidad requerida será de 3 (tres) placas por calibre a testear, de las cuales dos se probarán en condición húmeda y seca respectivamente, siendo la restante utilizada para prueba de límite balístico con disparos con ángulo de incidencia cero (0°). En caso de utilizar un chaleco antibalas como soporte, el mismo se deberá acondicionar tanto para la condición húmeda como para la seca.

Se deberá realizar un ensayo de materiales que componen la placa.

Asimismo el fabricante o importador deberá indicar al momento de solicitar la correspondiente Certificación RENAR MA.01-A1, la forma, composición, medidas, curvatura, etc. de las mismas, las que no se podrá variar en las futuras producciones.

Las tolerancias permitidas serán de +/- 5 mm. para las dimensiones perimetrales.

Las placas rígidas y/o semirígidas que sean ensayadas y certificadas con un determinado modelo de chaleco antibalas como soporte, mantendrán la certificación obtenida sólo si son utilizadas sobre el chaleco antibalas de marca, modelo y nivel con el cual se ensayaron y certificaron.

## **2.12. Guarda de muestras testigo.**

Una vez finalizados los ensayos, quedarán depositados en guarda en la institución que los realice, dos de los chalecos utilizados en condición seca, uno de talla menor y otro de talla mayor, en carácter de muestras testigo del modelo ensayado. A fin de preservar el material en guarda, se deberá proceder al embalado, rotulado y precintado del mismo.

Asimismo la institución que realice los ensayos, deberá reservar como testigo, muestras de los lotes de munición utilizada.

### 2.13. Recomendación.

Esta Norma establece los requerimientos **mínimos** de prestación de los chalecos; el trauma estipulado en este reglamento es el **MAYOR** admisible en condiciones ideales de ensayo de acuerdo a parámetros internacionales.

Se recomienda la utilización de PLACAS ANTITRAUMA incorporadas al panel balístico, para reducir un potencial trauma en condiciones reales de servicio a valores menores, con el propósito de incrementar la protección al usuario.

## CAPITULO 3. PRODUCTOS ACTUALES.

Hoy en día, existe un reducido número de empresas que se dedican a la venta de equipos de protección personal. El numero es tan escaso debido a que es necesario un riguroso control de la normativa a la hora de poder sacar un producto al mercado, ya que si este sale defectuoso o con problemas por cualquier razón y el portador del producto sale malherido o muere, es muy probable que la empresa tenga que cerrar con el consecuente pago de una suma muy alta de dinero por vender un producto de este tipo sin comprobar antes su seguridad. Están jugando con la vida de las personas y eso no es permisible para una empresa que vende protección.

Aun con estas premisas, existen empresas que cumplen estos requisitos para la venta al público de este material de seguridad. Se puede encontrar una gama de productos más o menos amplia capaz de satisfacer todas las necesidades del usuario. Por desgracia, la mayoría de esta información está muy protegida en lo referente a métodos de fabricación y datos de venta al público, ya que al ser un número muy escaso, las empresas que están en este mercado tienen una competitividad muy alta.

Bajo estas líneas se muestra una pequeña parte de la amplia gama de productos que es posible encontrar en cualquier empresa dedicada al diseño y fabricación de chalecos antibalas. En estos casos, la normativa que usan es la NIJ, por lo que no es posible hacer comparación con la norma usada para el presente proyecto, la RENAR, aunque las dos son muy parecidas entre sí. Es bueno dejarlo claro para que no exista una posible confusión a la hora de visualización de las características de los distintos chalecos.

### 3.1 ENFORCER 5000

Niveles de amenaza: II, IIIA

El Enforcer 5000 es de un diseño híbrido de avanzada que combina telas Gold Flex y Spectra Shield de Honeywell y el Kevlar XP de DuPont. Con estos elementos, se fabrica el chaleco con certificación NIJ .06 más liviano, delgado y flexible del mercado.

#### Materiales balísticos del chaleco

- Gold Flex y Spectra Shield de Honeywell
- Kevlar XP de DuPont

**Materiales balísticos de la cubierta del panel**

Archer Lite, nylon 70 Denier, juntas de soldadura ultrasónica alrededor del panel crea un recinto completamente impermeable

**Características claves.**

- Certificación NIJ 0101.06
- Combinación balística híbrida de alto rendimiento
- Más suave y flexible que otros chalecos.
- Sistema de portador avanzado (ACS por sus siglas en inglés)

**Características básicas.**

- Faldones
- Placa protectora suave
- Tejido cerrado antimicrobiano en el portador con elástico integrado que se estira a ambos lados
- Sistema de correa para hombro ventilada para mejorar la distribución del peso.
- Fácil acceso al panel balístico de Velcro.
- Sistema de manejo de la humedad Wikaway al costado del cuerpo
- 2 tipos de cierre extraíbles de envoltura lateral de Breath-O-Prene y Velcro



Figura 8. Chaleco Enforcer 5000

**3.2. ENFORCER 2000**

El Enforcer 2000 es un chaleco fácil de ocultar de uso diario certificado según las normas NIJ 0101.06. Se trata de un chaleco de precio accesible en diseño masculino únicamente y solo con nivel de protección IIIA.

**Materiales balísticos del chaleco.**

- Aramida tejida

**Materiales balísticos de la cubierta del panel.**

Nylon Ripstop 70 Denier, juntas de soldadura ultrasónica alrededor del panel para crear un recinto completamente impermeable.

**Características clave.**

- Certificación NIJ 0101.06
- Precio accesible
- Portador de algodón de poliéster

**Características estandar.**

- Sistema de cierre de 6 puntos con elástico/velcro
- Sistema de correas extraíbles
- Placa protectora de acero de 6" x 8"



Figura 9. Chaleco Enforcer 2000

**3.3. RPC**

El Rifle Plate Carrier (RPC) proporciona capacidades de blindaje rápido cuando la amenaza de tiro es inminente. Este chaleco puede guardarse fácilmente en un vehículo y colocarse rápidamente sobre el chaleco antibalas fácil de ocultar del agente para protegerse en situaciones de tiro activo u otras amenazas extremas.

**Tipo de portador**

Nylon CORDURA denier 500

**Características claves**

- Bolsillos de placa de tiro frontales y posteriores de 10" x 12"
- Bajo perfil y liviano
- Fácil de transportar y almacenar

**Características estándar**

- Corte de alta movilidad para facilitar el movimiento
- Correas ajustables laterales y para hombro que pueden ajustarse horizontal y verticalmente para mejorar el calce.
- MOLLE frontal y posterior para más bolsas y fundas
- Bucle de Velcro cosido en dos filas de MOLLE frontales y posteriores para agregar insignias de identificación opcionales
- Áreas acolchadas en los hombros para lograr una mayor comodidad y reducir el cansancio durante operaciones extensas
- Barra de arrastre con capacidad para 300 libras en el panel posterior para operaciones de rescate

**Características opcionales**

- Placas de tiro – Nivel III o nivel IV (8" x 10"/10" x 12"):
- Insignias de identificación de Policía/Sheriff o personalizadas de VELCRO



Figura 10. Chaleco Rifle Plate Carrier.

**3.4. READY VEST**

Lo último en portadores de chaleco externos para los individuos encargados de patrullajes, personal de emergencia e investigadores. Coloque los paneles balísticos que tenga dentro del *Ready Vest* y convierta rápidamente los paneles de su chaleco antibalas fácil de ocultar en un portador externo táctico eficaz.

Se pueden agregar placas de tiro en la parte frontal y posterior del *Ready Vest* y colocar más bolsillos/equipos en la red MOLLE externa para estar listo ante amenazas de tiro activo y garantizar el servicio, las contenciones tácticas u otras situaciones de patrullaje.

**Tipo de portador**

- Nylon CORDURA® denier 500.
- Cubierta exterior extraíble y lavable.

**Características claves**

- Portador de alto rendimiento para los paneles balísticos fáciles de ocultar.
- Bolsillos de placa de tiro frontales y posteriores de 10" x 12".
- Fundas de Velcro y arandelas de metal externas para insignia/identificación.

**Características estándar**

- Campos frontales y posteriores de Velcro para la alta visibilidad de las insignias de identificación de la agencia.
- MOLLE frontal, posterior y lateral para agregar bolsas y fundas.
- Acceso rápido y fácil al panel balístico.
- Ranuras para cables de comunicación/tubos de hidratación en las correas para hombros.
- Ficha central integrada para auriculares.
- Correas para hombro ajustables y cierres de correa laterales para ajustar la carga y lograr un calce perfecto en todo momento.
- Barra de arrastre con capacidad para 300 libras en el panel posterior para operaciones de rescate.

**Características opcionales**

- Placas de tiro – Nivel III o nivel IV (8" x 10"/10" x 12"):
  - Polietileno
  - Cerámica
  - Acero
- Paneles balísticos del chaleco antibala suaves frontales y posteriores.
- Bolsa táctica.
- Bolsas y fundas MOLLE de serie 500.
- Insignias de identificación de Policía/Sheriff o personalizadas de Velcro.



Figura 11. Chaleco Ready Vest.

### **3.5. BSII+2**

NIJ: Certificación 0115.00 y .04/.05

Nivel de amenaza: Nivel balístico II y Punta 2

Este chaleco que combina la protección balística y la protección contra apuñalamientos! Este es un chaleco muy popular entre los agentes que trabajan en entornos de custodia y que también desempeñan funciones de transporte de presos fuera de sus instalaciones.

#### **Material del chaleco balístico/anti-apuñalamiento**

- Kevlar 129 envuelta en aire de DuPont
- Kevlar Correccional de DuPont

#### **Material de la cubierta del panel balístico**

Recinto de panel impermeable fabricado íntegramente con Supplex

#### **Peso balístico**

- Nivel II
- Peso por pie cuadrado 14,72 onzas (417,30g)

#### **Peso de la protección contra apuñalamiento**

- Nivel CRT2-01: Punta 2
- Peso por pie cuadrado 6,56 onzas (185,97 g)

#### **Niveles de amenaza balística/contra apuñalamiento**

##### **Nivel II**

9mm, 124gr. FMJ RN; 1582 pps | 482,19 mps

##### **Punta 2**

- "E1" (energía de ataque)
- J:33 +/-0,60 PIES/Lbf:24,3 +/- 0,44
- "E2" (Energía de ataque que supera el valor de ensayo)
- J:50 +/- 0,70 PIES/Lbf:36,9 +/- 0,51

#### **Características claves.**

- Protección balística y contra apuñalamiento en un chaleco fácil de ocultar.
- Certificación de nivel balístico II de NIJ y Nivel de punta 2.

#### **Características estándar.**

- Faldones
- Complemento de placa protectora blanda.

- Panel extraíble y lavable en tamaño para hombres y mujeres.
- Sistema de cierre de fácil acceso para acceder fácilmente al panel.
- Sistema de cierre de elástico y Velcro de 6 puntos (extraíble).

#### **Características opcionales.**

- Placa de titanio de 6" x 8" (TB3) / Placa protectora contra apuñalamiento de nivel 3.
- Complementos adicionales de placa protectora.
- Sudadera CoolMax.
- Portador externo acolchado para invierno.
- Portadores externos Ranger 100, 200, 300, 500.
- Bolsa fácil de ocultar (nylon).



Figura 12. Chaleco BS2+II

### **3.6. MSTV**

El *Mission Specific Tactical Vest (MSTV)* es apto para los paneles balísticos de los chalecos antibalas suaves y también para placas duras frontales, posteriores y laterales y brinda protección contra amenazas de tiro. El *MSTV* está diseñado especialmente para el personal de emergencias con protección balística de nivel IIIA en los hombros y los costados del cuerpo. Este chaleco se usa sobre la camisa del uniforme del agente o solo como un portador antibalas sobre el chaleco antibalas suave del agente.

Cuando se coloca el *MSTV* sobre el chaleco antibalas, este brinda protección balística en los lugares exactos donde los chalecos antibalas fáciles de ocultar no lo hacen. Este chaleco agrega una placa antibalas blanda y/o dura en las áreas que el agente debe proteger rápidamente durante amenazas de emergencia.

#### **Tipo de portador**

- Nylon CORDURA denier 500

#### **Características claves**

- Bolsillos de placa de tiro frontales y posteriores de 10" x 12".
- Bolsillos laterales de 6" x 6" a ambos lados.
- Protección balística de nivel IIIA en hombros y costados.



- Fundas para cargadores M4/AR15 en la faja del panel frontal.

**Características estándar.**

- MOLLE frontal, posterior y lateral que permite agregar bolsas y fundas
- Correas ajustables para hombro para lograr un ajuste vertical superior
- Fácil acceso al panel balístico
- Bucle de Velcro cosido en dos filas superiores frontales y posteriores de MOLLE para agregar insignias de identificación
- Puntos estratégicos para la distribución del peso que permiten reducir el cansancio durante operaciones extensas
- Barra de arrastre con capacidad de 300 libras en el panel posterior para operaciones de rescate

**Características opcionales.**

- Placas de tiro – Nivel III o nivel IV (8" x 10"/10" x 12"):
  - Polietileno
  - Cerámica
  - Acero
- Bolsa táctica.
- Bolsas y fundas MOLLE de serie 500.
- Panel antibalas blando para amenazas de nivel IIIA en los paneles frontal y posterior.
- Insignias de identificación de Policía/Sheriff o personalizadas de Velcro.



Figura 13. Chaleco MSTV

**3.7. DRAGON SKIN**

Dragon Skin es un tipo de chaleco antibalas hecho por Pinnacle Armor. En la actualidad se producen en Fresno, California. Sus características son unos discos circulares que se superponen como armadura de escamas, la creación de un chaleco flexible que permite un buen rango de movimiento y supuestamente puede absorber un elevado número de impactos en comparación con otras armaduras militares. Los discos están compuestos de silicio, carburo con matrices de cerámica y laminados, al igual que las placas de cerámica en otros tipos de chalecos antibalas militares. Parece ser que intenta ser la última tecnología en materiales para chalecos.

La armadura está disponible en tres niveles básicos de protección: SOV-2000, que ha tenido anteriormente la certificación a nivel de protección III, SOV-3000, que se clasifica como de nivel IV por el fabricante, pero no se ha certificado oficialmente como tales, existe el "Nivel V" pero no está disponible para el público en general.



Figura 14. Interior del chaleco Dragon Skin.

### Estructura

Armadura SOV-2000 está hecha de una serie de superposición de resistencia discos de cerámica de alta resistencia encerrado en una cubierta textil piel sónica. Diferentes configuraciones de diseño con variaciones en la cobertura están disponibles.

Placas nivel AMI III se fabrican utilizando un 3 exteriores milímetros (0,12 pulgadas) de capa de acero MARS unidos a un soporte de Dyneema comprimido, con un revestimiento de Linex para la reducción de esquirlas, lo que resulta en un espesor de placa total de aproximadamente 1 pulgada (25 mm). Nivel AMI III de 12 pulgadas (300 mm) x 14,5 pulgadas (370 mm) de las placas pesan alrededor de 10 libras (4,5 kg) y 10 pulgadas (250 mm) x (300 mm) placas de 12 pulgadas son cerca de 9 libras (4.1 kg).

SOV-2000 se hace de la superposición de aproximadamente 0,25 pulgadas (6,4 mm) x 2 pulgadas (51 mm) discos de cerámica encerradas en una cubierta de tela. En la evaluación del sistema de la piel del dragón, es importante señalar que si bien las medidas externas del panel de la piel del dragón son 11,5 pulgadas (290 mm) x 13,5 pulgadas (340 mm), el área de nivel III cobertura proporcionada por los discos cerámicos encerrados es 10 pulgadas (250 mm) x 12 pulgadas (300 mm); los bordes de la tela no están destinados a ofrecer una protección balística. El peso de la armadura SOV-2000, que establece 10 pulgadas (250 mm) x 12 pulgadas (300 mm) de protección de nivel III fue de aproximadamente 5,5 libras (2,5 kg).



Figura 15. Impacto de una bala sobre la dragon skin.

## CAPITULO 4. PRODUCTOS INNOVADORES

La ciencia ficción y videojuegos es un mundo que ha aportado un gran número de ideas y conceptos a esta empresa de cara al futuro. Armaduras como las del famoso videojuego HALO, o las distintas MARKs de la película Iron Man, son un ejemplo de las infinitas posibilidades que podemos lograr en un futuro no muy lejano. Pero no todos estos conceptos llegan a ser viables, ya que la mayoría de ellos están diseñados sólo para atraer la atención del comprador usando unos Kanseis muy fuertes pero con una capacidad ergonómica muy baja o casi nula. Con esto se quiere decir, que si por ejemplo se pretendiese fabricar la Mark 17 de Iron Man con la tecnología actual, es muy probable que el usuario de esta armadura sea incapaz de poder saltar o incluso andar, y no por peso que también es posible, sino porque la armadura no se adaptaría a los rangos de movimiento que necesita un individuo para realizar dichas tareas. Habría que modificarla para que sea más ergonómica, pero ya con esta acción estamos eliminando esos kanseys tan fuertes que la caracterizan e incluso su capacidad de posible protección frente a impactos balísticos.



Figura 16. Armadura de Halo y Mark 17 de Iron Man

Un claro ejemplo de armadura futurista anti-ergonómica lo tenemos en un juego de roll llamado Warhammer 40.000, en la que la figura/idea/concepto más importante que vende la empresa y es la del Marine Espacial. Este humano genéticamente modificado porta una armadura, que aparte de pesar muchísimo y aun siendo la versión simple, hay 2 más aun más grandes, se aprecia perfectamente como la voluminosidad de esta impediría cualquier movimiento aparte de lo aparatosa que sería tratar de moverse con ella.



Figura 17. Marine Espacial de la marca Games-Workshop

Luego podemos encontrar otros ejemplos más sencillos como por ejemplo los de la película Pacific Rim. En ella, se muestran corazas más o menos simples con unos kanseis desviados a la parte más estilosa, con unas curvas y formas suaves, sin presentar robusteces teniendo un aspecto algo más realista. Además, como se muestra en la imagen, su morfología a simple vista hace que parezca más ergonómica que las anteriores propuestas, por lo que se podría deducir que este tipo de armaduras puede ser el futuro de los equipos de protección para el cuerpo de fuerzas especiales o ejército por ejemplo.

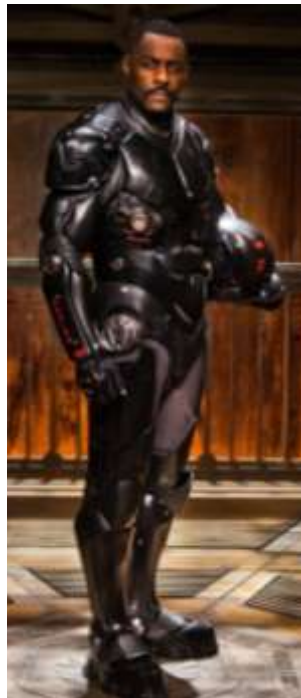


Figura 18. Armadura de la Película Pacific Rim.

Y ya por último, saliendo del mundo de ficción y películas, se encuentra el prototipo creado para los marines de Estados Unidos. No es una armadura ficticia, carente de esos potentes kanseys que predominaban en las de ficción, pensada más en la funcionalidad y más adaptada a la fisionomía del individuo permitiendo así unos movimientos amplios, es decir, ergonómica. Además, pretende disponer de complementos que aportan al usuario una experiencia diferente y protegiéndolo de los posibles peligros del entorno.



Figura 19. Prototipo de armadura de soldado estadounidense del futuro.

Estos son algunos de los muchos ejemplos que se pueden encontrar en un futuro no muy lejano, unos más que otros. Ideas hay muchas, conceptos idem, pero la tecnología es la que marca el ritmo. Sin la tecnología necesaria estos ejemplos son solo eso, conceptos e ideas que se quedan en el papel hasta que la sociedad avance para alcanzar el nivel tecnológico necesario con el fin de transformar estas piezas de la ficción a la realidad.

## CAPITULO 5. TECNOLOGIA ACUTAL UTILIZADA EN CHALECOS ANTIBALAS.

La tecnología avanza cada día más y de una manera acelerada. El estudio de nuevos materiales es lo más solicitado por muchas empresas que buscan materiales ligeros y más resistentes que el acero puro. Estos nuevos materiales se usan en la fabricación de aviones o como en el proyecto presente, sistemas de protección (chalecos antibalas). Materiales como el kevlar o la fibra de aramida son los materiales de estudio más comunes, ya que estos han supuesto una revolución a nivel de la relación resistencia-peso que antes era imposible de pensar con el acero. Gracias a ellos se ha reducido el peso de muchos objetos presentando mayores capacidades resistivas inclusive a contra agentes químicos. Pero no todo son ventajas para este tipo de materiales, los procesos de obtención de estos son arduos y muy costosos es por ello que su producción está muy controlada y los estudios se basan más en reducir sus tiempos de producción y coste que en la mejora de ellos para su futura producción en masa.

### 5.1. Kevlar.

El Kevlar o poliparafenileno tereftalamida es una poliamida sintetizada por primera vez por la química Stephanie Kwolek en 1965, El Kevlar 29 es el usado para los chalecos. La fibra de

KEVLAR es una tecnología innovadora de DuPont, que combina la alta resistencia con un peso ligero, es muy resistente. Se usa típicamente como refuerzo en tiras por sus buenas propiedades mecánicas, o para tejidos. Fue de los primeros materiales antibalas del mercado moderno. Las fibras de KEVLAR consisten en las cadenas moleculares largas producidas de terephthalamide poly-paraphenylene-paraphenylene

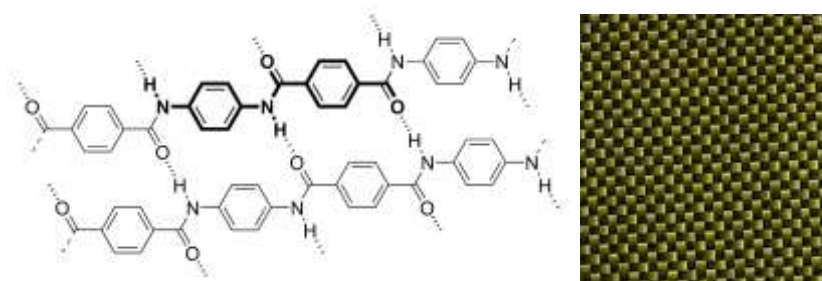


Figura 20. Estructura molecular del Kevlar y entramado.

### Propiedades mecánicas

#### - Rigidez

El kevlar posee una excepcional rigidez para tratarse de una fibra polimérica. El valor del módulo de elasticidad a temperatura ambiente es de entorno a 80 GPa (kevlar 29) y 120 (kevlar 49). El valor de un acero típico es de 200 GPa.

#### - Resistencia

El kevlar posee una excepcional resistencia a la tracción, de entorno a los 3,5 GPa. En cambio el acero tiene una resistencia de 1,5 GPa. La resistencia del kevlar (y de otras poliarilamidas similares) se debe a la orientación de sus cadenas moleculares, en dirección del eje de la fibra, así como a la gran cantidad de enlaces por puentes de hidrógeno entre las cadenas, entre los grupos amida (ver estructura).

#### - Elongación a rotura

El kevlar posee una elongación a rotura de en torno al 3,6 % (kevlar 29) y 2,4 % (kevlar 49) mientras que el acero rompe en torno al 1 % de su deformación. Esto hace que el kevlar sea un material más tenaz y absorba mucha mayor cantidad de energía que el acero antes de su rotura.

#### - Tenacidad

La tenacidad (energía absorbida antes de la rotura) del kevlar es en torno a los 50 MJ m<sup>-3</sup>, frente a los 6 MJ m<sup>-3</sup> del acero.

#### - Propiedades térmicas

El kevlar se descompone a altas temperaturas (entre 420 y 480 grados Celsius) manteniendo parte de sus propiedades mecánicas incluso a temperaturas cercanas a su temperatura de descomposición.



El módulo elástico se reduce en torno a un 20 % cuando se emplea la fibra a 180 grados Celsius durante 500 h. Esta propiedad, junto con su resistencia química, hace del kevlar un material muy utilizado en equipos de protección.

#### **- Tipos**

Su peso ligero, su alta eficiencia, versatilidad y fuerza, hacen que el Kevlar sea usado en gran variedad de ropa, accesorios y equipo para hacerlos más seguros y durables, con 5 veces más fuerza que el acero en igualdad de peso, es la fibra a elegir para ropa y accesorios de seguridad.

La fibra y los filamentos de Kevlar vienen en diferentes tipos, cada uno con propiedades, características y aplicaciones únicas.

#### **- Kevlar 29 (K29)**

Es la familia original de productos de Kevlar, tiene propiedades similares con diferentes denieres y terminados, estos hilos se usan en aplicaciones balísticas, cuerdas, cables, guantes resistentes al corte, cascos, blindaje vehicular, mangueras automotrices, llantas y refuerzos de hule.

#### **- Kevlar 49 (K49)**

Tiene un alto módulo, por lo que es utilizado principalmente en cable de fibra óptica, procesamiento de telas, refuerzo de plásticos, cuerdas, cables y materiales compuestos para la marina, artículos deportivos y aplicaciones aeroespaciales.



Figura 21. Rollo de Kevlar

#### **- Kevlar 100**

Este tipo de Kevlar® se produce en hilos de diferentes colores y son utilizados en cuerdas, cables, cintas, flejados, guantes, prendas de vestir protectoras y artículos deportivos.

**- Kevlar 129**

Estos hilos ligeros, de alto desempeño y alta tenacidad son utilizados en equipo de motociclismo, accesorios de protección, cuerdas, cables y mangueras de alta presión usadas en la industria del petróleo.

**- Kevlar KM2**

Tejidos de manera específica para cascos, chalecos y equipo militar.

**- Kevlar KM2 Plus**

Alta tenacidad, alta dureza y denier más fino que el KM2, usado en chalecos y cascos para policía y milicia.

**5.2. Dyneema****Fibra de polietileno HT**

El polímero flexible tal como polietileno para producir fibras de alto módulo ha sido objeto de atención por parte de investigadores británicos en un primer momento, Andrews-Ward-Capaccio, Universidad de Leeds, quien estudió la hilatura por fusión de PE con peso molecular relativamente alto. Por esta vía, se han producido fibras con tenacidad de 1,3 GPa, módulo elástico de 60 GPa y un alargamiento a la rotura de 5%. A la fibra se le dio el nombre de Tenfor pero prácticamente nunca se ha comercializado.

El proceso implica la preparación de una solución de PE al 5%; con esta dilución de moléculas de PE desenrollado, tienden a ocupar más espacio y en el momento de la extrusión de la matriz, las moléculas se ven obligadas a asumir una forma alargada.

Después de la extrusión de la solución, se enfría para formar un gel y se elimina el disolvente por extracción o evaporación.

Después de esta etapa, la fibra se compone de micro cristales, romboides, inmersos en un material no cristalino.

Las propiedades finales de la fibra se obtienen en la fase de ultra-bordo: las primeras etapas del proceso son funcionales en esta etapa; la relación de estiramiento máxima depende del peso molecular y la concentración de la solución. Incluso la temperatura de planchado es importante para los fines de la capacidad de estiramiento de la fibra no debe ser ni demasiado bajo, no para restringir la movilidad de los segmentos moleculares, ni demasiado alta debido a una movilidad excesiva conduce a una caída sustancial de la capacidad de estiramiento. Con este proceso obtendrá fibra con módulo elástico de 100 GPa, una tenacidad de 2,5 GPa.

La realización de fibra de polietileno de HT se trata DSM holandés que, en colaboración con el Toyobo japonés también ha desarrollado un sistema de giro específico en el gel que ha contribuido a la consecución de fuerza notable.



En el campo de las fibras de alto rendimiento para altas características mecánicas, el polietileno HT (PE HT) juega un papel muy importante, si no prominente, al menos en el nivel de los productos existentes en el mercado en cantidades industriales. De hecho, un tipo reciente de dyneema, el DSM HT polietileno, tiene una tenacidad de un N / tex 4 (equivalente en unidad más antigua y quizás más habitual de medida, el nivel excepcional de aproximadamente 45 g / den) que hace posible su utilización en situaciones en las que necesita para fabricantes de muy alto rendimiento en términos de resistencia mecánica.

Hoy en día, en los principales fabricantes del mundo de la fibra PE HT son:

- DSM (Países Bajos), marca dyneema
- DSM-Toyobo en Japón
- Mitsui (Japón) TEKMILON marca
- Aliado (EE.UU.) marca comercial (licencia DSM) SPECTRA



Figura 22. Tela de fibra de Dyneema.

### Características de la fibra Dyneema

Mediante la comparación de algunas de las características físico-mecánicas de las fibras más HT PE saliente y las otras clases principales utilizados para su desempeño de resistencia mecánica, los valores se denotan muy poco de la fibra de carbono, para los que el resto, como es el caso de la fibra vidrio, los nodos y las ranuras debe ser absolutamente prohibida en las aplicaciones. A la inversa, el hecho de que el DYNEEMA tiene los niveles más altos en comparación con todas las demás clases de fibras es una de las razones que justifican la validez del uso de este material en la producción de cables de alto rendimiento.

También destaca que la densidad de las fibras de PE HT está a menos de 1 kg / dm<sup>3</sup>, es decir, el valor del agua: y esta característica, combinada con resistencias muy altas, conduce a una dureza que excede en casi 15 veces las de acero.

Este comportamiento se traduce, siempre por lo que se refiere a las aplicaciones, en gran posibilidad de uso de la fibra en aquellos compuestos que requieren, al mismo tiempo la fuerza y ligereza.

A pesar de la muy bajo valor de alargamiento a la rotura, a la derecha, por otra parte, todas las fibras cuya alta tenacidad se obtiene a través de la junta que se alinea y paraleliza moléculas,

el valor de la energía necesaria para llevar la fibra a la rotura es muy alta, en función del otro parámetro que aparece en el cálculo de dicho trabajo y que es precisamente la tenacidad.

Pero tienen un alto alargamiento de rotura y el contenido significa, en la práctica, de una alta capacidad de absorber la energía con deformaciones moderadas; es por eso que se puede utilizar esta fibra para ropa o protección balística contra impactos en general (como espinilleras para el deporte en serio riesgo de derrames cerebrales, tales como hockey, patinaje).

Además, la fibra de PE HT tiene un muy bajo coeficiente de fricción, como es el caso incluso para los plásticos de esta familia, y constituye un gran punto en fuerza y consecuencia, su resistencia a la abrasión es significativamente mayor que la de las fibras principales de alto rendimiento y está muy cerca de los de nylon y poliéster.

Incluso en cuanto a la sensibilidad a rayos ultravioletas, la fibra DYNEEMA se encuentra en posición de ventaja y de hecho su porcentaje de pérdida de tenacidad debido a la exposición a la luz es menor que la de la aramida.

Por último, desde el punto de vista de la resistencia a los productos químicos, la estructura particularmente simple del polietileno (que tiene sólo enlaces C-C y C-H) hace que esta fibra prácticamente impermeable a los ácidos y las bases, incluso concentrado. Esto se traduce en el hecho de que el pH del medio de operación, en todo el campo de 0 a 14, no influye en la resistencia del material, de modo que dicha característica permite la producción de las dos cuerdas marinas que de los lienzos para el filtrado de productos químicos.

Un punto de debilidad de la fibra está en lugar constituido por su temperatura de fusión, que es de sólo 150 ° C; en la práctica esto significa que la temperatura máxima de operación de mantener por mucho tiempo en las operaciones industriales donde se utilizan artefactos en PE HT se debe mantener prudencia en no más de 130 ° C aproximadamente.

Al contrario que la aramida, el PE HT presenta una retracción de un pequeño tanto por ciento cuando se somete a la acción del calor. Además, como sucede siempre para las fibras cuya resistencia es realizada por estirar durante la fase de hilado, esta retracción aumenta con la temperatura.

### **Aplicaciones**

Cables y cuerdas, en especial para la industria del transporte marítimo, donde se premian la calidad de la ligereza tipo de fibra, aislamiento eléctrico y resistencia a la abrasión que acompaña a su dureza excepcional.

Se proporciona un índice de rendimiento de estos artículos, en primer lugar, la llamada longitud libre de ruptura entenderse como la longitud en kilómetros de suspensión de la cuerda, que trata de romper debido a su propio peso.

Cuando se tiene en cuenta que en el agua, por el hecho de que la densidad del PE HT es  $<1 \text{ g/cm}^3$ , el cable hecho con esta fibra flota el valor de la longitud libre de la ruptura se hace infinita y es otro punto fuerte para el material específico en uso.

Trajes blindados y otros artículos para la protección de impacto donde, además de la muy alta capacidad de absorción de choques, son también de interés ligereza, baja absorción de humedad y la resistencia a los rayos UV.

Ropa de protección resistente a cortar o romper, como guantes y uniformes para la esgrima.

Artículos Deportivos, la estructura de las raquetas de tenis a palos de hockey, esquís, canoas, velas, etc ..

Compuestos en los que la presencia de la fibra de PE HT hace que la reducción de peso, resistencia al impacto mejorada, una buena amortiguación de las vibraciones, el aislamiento eléctrico y la transparencia a los rayos X.

### 5.3. Spectra

Spectra de Honeywell es 15 veces más fuerte que el acero. Debido a su composición molecular, la fibra Spectra resiste la fuerza de penetración de un proyectil, en rápido movimiento, la energía cinética de la bala fuera de la zona de impacto y finalmente la desaceleración del proyectil a una parada, generando un trauma menor. Spectra es muy similar al Dyneema.



Figura 23. Placas balísticas de Spectra y figuración de impacto en placa

### 5.4. Gold Flex

Combina la tecnología de blindaje patentada de Honeywell con la fibra de aramida. Se usa en una amplia gama de chalecos antibalas para uso de policías, militares y VIPs. Tiene los beneficios de reducción del trauma, de balas oblicuas y de tiros múltiples.

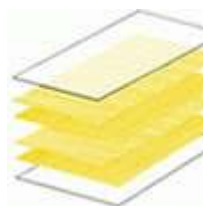


Figura 24. Composición del GoldFlex

Gold Flex es un rollo que consiste de 4 pliegues de cintas de fibra de aramida unidireccionales, con pliegues cruzados a  $0^{\circ}/90^{\circ}$ ,  $0^{\circ}/90^{\circ}$  e intercalados con una película termoplástica. Actualmente se está utilizando bastante para la fabricación de chalecos antibala. Reduce hasta un 50% más el trauma que otras fibras balísticas y su peso es menor.

Rodeada en la parte superior y lados inferiores por una película termoplástica. Las fibras de aramida son conocidas por su capacidad de no fundir o se deforman al entrar en contacto con altos grados de calor.

Los beneficios para el uso del Gold Flex en el construcción de chalecos antibalas son abundantes:

- Óptima protección contra rondas de acero encamisado.
- Capacidad para proteger al personal de seguridad con armas de fuego o de fragmentación.
- Reducción del trauma de un impacto de bala.
- Comodidad y flexibilidad para el usuario.



Figura 25. Chaleco Rabyntex con tecnología GoldFlex

### 5.5. Twaron

Twaron es el nombre comercial de Teijin Aramid. Se trata de una fibra sintética resistente y fuerte desarrollada en la década de 1970 por la empresa neerlandesa AKZO, la división de Enka, más tarde, Akzo Industrial Fibers. El nombre del proyecto de investigación de la fibra para-aramida fue originalmente X, pero pronto fue llamado Arenka. Aunque el proyecto de la fibra de aramida, se desarrolló sólo un poco más tarde de Kevlar de DuPont, la introducción de Twaron como un producto comercial llegó mucho más tarde que el Kevlar, debido a problemas financieros de la empresa AKZO en la década de 1970. Actualmente se utiliza bastante para guantes anti-corte.

Ofrece una gran combinación de propiedades mecánicas, resistencia química, excelente durabilidad y estabilidad térmica. Es altamente valorado a través de una amplia gama de industrias para los beneficios que aporta a un gran número de aplicaciones de alto rendimiento.

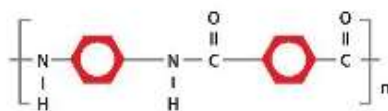


Figura 26. Estructura molecular del Twaron.

Twaron puede ofrecer una amplia gama de beneficios para una excepcionalmente amplia gama de aplicaciones de alto rendimiento. Está disponible en diferentes tipos para adaptarse a diferentes aplicaciones: hilados de filamentos, las fibras cortadas, fibras cortas de corte, polvo, pasta de papel, tejidos y laminados.

Principales características:

- Alta resistencia (excelentes propiedades de resistencia a peso)
- Alto módulo
- Alta estabilidad dimensional
- Excelente calor, corte y resistencia química
- Ningún punto de fusión (degradación sólo se inicia a 500 ° C)
- Baja inflamabilidad
- No conductividad

Estas características son el resultado de una estructura paracristalina 100% con cadenas moleculares orientadas preferentemente a lo largo del eje de la fibra.

Style	Linear Density [dtex]	Twaron-Type	Weave	Threads [per 10 cm]		Threads [per inch]		Mass per Unit Area [g/m²] [oz/yd²]		Thickness [mm]	Maximum Force [>kN/5cm]		Maximum Force [>lb/in x 1,000]	
	Warp/Weft	Warp/Weft		Warp	Weft	EPI	PPI				Warp	Weft	Warp	Weft
CT 511	420 f500	2040	Plain	125	125	32	32	110	3.25	0.16	4.5	5.0	0.514	0.571
CT 612	550 f500	2040	Plain	110	110	28	28	125	3.69	0.20	5.0	5.2	0.571	0.594
CT 613	550 f500	2040	Plain	123	123	31	31	135	3.98	0.20	5.0	5.5	0.571	0.628
CT 704	840 f1000	2000	Plain	107	107	27	27	180	5.31	0.30	7.8	8.2	0.891	0.936
CT 706	840 f1000	2000	Plain	126	126	32	32	215	6.34	0.31	9.2	9.7	1.051	1.108
CT 707	930 f1000	2040	Plain	85	85	22	22	160	4.72	0.25	6.5	7.0	0.742	0.799
CT 709	930 f1000	2040	Plain	105	105	27	27	200	5.90	0.30	8.0	8.5	0.914	0.971
CT 714	1100 f1000	2040	Plain	85	85	22	22	190	5.60	0.30	7.7	8.2	0.879	0.936
CT 716	1100 f1000	2040	Plain	122	122	31	31	280	8.26	0.40	10.1	11.1	1.199	1.268
CT 732	1680 f1000	2000	Plain	68	68	17	17	220	6.49	0.34	8.3	8.9	0.948	1.016
CT 736	1680 f1000	2000	Basket 2X2	127	127	32	32	410	12.09	0.62	15.5	16.6	1.770	1.896
CT 737	1680 f1000	2000	Twill 2X2z	127	127	32	32	410	12.09	0.60	15.5	16.6	1.770	1.896
CT 747	3360 f2000	2000	Plain	62.5	62.5	16	16	410	12.09	0.62	15.5	16.6	1.770	1.896
CT 750	3360 f2000	2000	Plain	69	69	18	18	460	13.57	0.70	16.5	18.0	1.884	2.056
T 730	1680 f1000	1000	Plain	78	78	20	20	260	7.67	0.40	9.1	10.0	1.074	1.142
T 750	3360 f2000	2000	Plain	67	67	17	17	460	13.57	0.65	16.2	17.4	1.850	1.987
T 751	3360 f2000	1000	Plain	45	45	11	11	300	8.85	0.53	10.9	11.7	1.245	1.336
T 760	3360 f2000	1000	Twill 4X4	92	92	23	23	635	18.73	1.05	22.0	23.5	2.512	2.684

Figura 27. Tipos de fibra de Twaron y propiedades mecánicas.

**CAPITULO 6. BIBLIOGRAFÍA**

- [1] CHALECOS ANTIBALAS. Norma RENAR MA.01-A1. Año 2010. Ministerio de Justicia y Derechos Humanos. Registro Nacional de Armas. Consultado en Diciembre de 2014
- [2] U.S. ARMOR. Master Catalog. Quality, Comfort and Value. Consultado en Enero de 2015.
- [3] Historia de las armaduras por Aceros de Hispania. [www.aceros-de-hispania.com](http://www.aceros-de-hispania.com). Consultado en Diciembre de 2014.
- [4] <http://www.honeywell-advancedfibersandcomposites.com/> Consultado en Diciembre de 2014.
- [5] National Institute of Justice. Law Enforcement and Corrections Standards and Testing Program. Ballistic Resistance of Personal Body Armor. NIJ Standard–0101.04. Consultado en Febrero de 2015.
- [6] Dragon Skin Armor. Pinnacle Armor. Consultado en Diciembre de 2014.
- [7] Kevlar. DuPont. Consultado en Diciembre de 2014.
- [8] Fibras Diseñadas (Compuestas) por John Simmons de World Fibers. Consultado en Diciembre de 2014.
- [9] *Dyneema. Fibra Polietilenica HT*.  
[http://www.technica.net/NF/Caratteristiche\\_&\\_Prestazioni/dyneema.htm](http://www.technica.net/NF/Caratteristiche_&_Prestazioni/dyneema.htm). Consultado en Mayo de 2015.
- [10] <http://www.teijinaramid.com/aramids/twaron/>. Consultado en Mayo de 2015.
- [11] Honeywell Gold Flex. Ballistic composite material. Consultado en Mayo de 2015.

Anexo A

MODELO DE ETIQUETA DE PORTAPANELES PARA CHALECOS NIVELES RB0 A RB3

MARCA DEL CHALECO IMPORTADOR O FABRICANTE	
ESTE CHALECO ANTIBALA POSEE CERTIFICACIÓN RENAR MA.01-A1	
PORTAPANEL DE CHALECO ANTIBALA	
NIVEL MA.01-A1: VER PANELES BALISTICOS	
MODELO	
SERIE Nº	LOTE
TALLE	MASC FEM
USO	
FECHA DE FABRICACIÓN	
MATERIAL	
CERT. NORMA RENAR Nº	
ATENCIÓN: ESTE PORTAPANEL NO OFERCE PROTECCIÓN CONTRA PROYECTILES SIN LOS PANELES BALISTICOS CORRESPONDIENTES. ESTE CHALECO NO PROTEGE CONTRA DISPAROS DE FUSIL, NI CONTRA ELEMENTOS PUNZANTES O FILOSOS	

Figura 28.

Anexo B

MODELO DE ETIQUETA DE PORTAPANELES PARA CHALECOS NIVELES RB4 Y RB5

MARCA DEL CHALECO IMPORTADOR O FABRICANTE	
ESTE CHALECO ANTIBALA POSEE CERTIFICACIÓN RENAR MA.01-A1	
PORTAPANEL DE CHALECO ANTIBALA	
NIVEL MA.01-A1: VER PANELES BALISTICOS	
MODELO	
SERIE Nº	LOTE
TALLE	MASC FEM
USO	
FECHA DE FABRICACIÓN	
MATERIAL	
CERT. NORMA RENAR Nº	
ATENCIÓN: ESTE PORTAPANEL NO OFERCE PROTECCIÓN CONTRA PROYECTILES SIN LOS PANELES BALISTICOS CORRESPONDIENTES. ESTE CHALECO NO PROTEGE CONTRA ELEMENTOS PUNZANTE O FILOSOS	

Figura 29.

Anexo C

MODELO DE ETIQUETA DE PANELES BALÍSTICOS NIVELES RB0 A RB3

<b>MARCA DEL CHALECO</b> <b>IMPORTADOR O FABRICANTE</b>	
<b>ESTE CHALECO ANTIBALA POSEE CERTIFICACIÓN</b> <b>RENAR MA.01-A1</b>	
<b>PANEL BALÍSTICO</b> <b>ESTE LADO HACIA EL CUERPO</b>	
NIVEL	<input type="text"/>
MODELO	<input type="text"/>
SERIE N°	<input type="text"/>
LOTE	<input type="text"/>
TALLE	<input type="text"/>
MASC	<input type="text"/>
FEM	<input type="text"/>
FECHA DE FABRICACIÓN	<input type="text"/>
MATERIAL	<input type="text"/>
CERT. NORMA RENAR N°	<input type="text"/>
<b>ATENCIÓN:</b> ESTA CARA DEBE APOYARSE EN EL CUERPO. ESTE CHALECO NO PROTEGE CONTRA ELEMENTOS PUNZANTE O FILOSOS	
<b>INSTRUCCIONES PARA LA CONSERVACIÓN Y CUIDADO</b> - NO SUMERGIR EN AGUA - NO DEJAR AL SOL - NO USAR LAVANDINA - LIMPIAR CON PAÑO HUMEDO Y JABON NEUTRO - NO DOBLAR	

Figura 30.

Anexo D

MODELO DE ETIQUETA DE PANELES BALÍSTICOS NIVELES RB4 Y RB5

<b>MARCA DEL CHALECO</b> <b>IMPORTADOR O FABRICANTE</b>	
<b>ESTE CHALECO ANTIBALA POSEE CERTIFICACIÓN</b> <b>RENAR MA.01-A1</b>	
<b>PANEL BALÍSTICO</b> <b>ESTE LADO HACIA EL CUERPO</b>	
NIVEL	<input type="text"/>
MODELO	<input type="text"/>
SERIE N°	<input type="text"/>
LOTE	<input type="text"/>
TALLE	<input type="text"/>
MASC	<input type="text"/>
FEM	<input type="text"/>
FECHA DE FABRICACIÓN	<input type="text"/>
MATERIAL	<input type="text"/>
CERT. NORMA RENAR N°	<input type="text"/>
<b>ATENCIÓN:</b> ESTA CARA DEBE APOYARSE EN EL CUERPO. ESTE CHALECO NO PROTEGE CONTRA ELEMENTOS PUNZANTE O FILOSOS	
<b>INSTRUCCIONES PARA LA CONSERVACIÓN Y CUIDADO</b> - NO SUMERGIR EN AGUA - NO DEJAR AL SOL - NO USAR LAVANDINA - LIMPIAR CON PAÑO HUMEDO Y JABON NEUTRO - NO DOBLAR	

Figura 31.



## Anexo E

## MODELO DE ETIQUETA DE PLACAS ANTITRAUMA

<b>MARCA DEL CHALECO</b> IMPORTADOR O FABRICANTE	
<b>PLACA ANTITRAUMA</b>	
SERIE N°	<input type="text"/>
LOTE	<input type="text"/>
TALLE	<input type="text"/>
FECHA DE FABRICACIÓN	<input type="text"/>
MATERIAL	<input type="text"/>
<b>ATENCIÓN:</b> <b>ESTA PLACA ANTITRAUMA NO OFRECE</b> <b>PROTECCIÓN CONTRA PROYECTILES</b>	

Figura 32.

## Anexo F

## MODELO DE ETIQUETA DE PLACAS BALÍSTICAS O INSERTOS

<b>MARCA DE LA PLACA O INSERTO</b> IMPORTADOR O FABRICANTE	
<b>ESTA PLACA ANTIBALA POSEE CERTIFICACIÓN</b> RENAR MA.01-A1	
<b>PLACA BALÍSTICA</b> ESTE LADO HACIA EL CUERPO	
NIVEL	<input type="text"/>
MODELO	<input type="text"/>
SERIE N°	<input type="text"/>
LOTE	<input type="text"/>
TALLE	<input type="text"/>
FECHA DE FABRICACIÓN	<input type="text"/>
MATERIAL	<input type="text"/>
CERT. NORMA RENAR N°	<input type="text"/>
<b>ESTA PLACA SE DEBE UTILIZAR SOBRE EL</b> <b>SIGUIENTE CHALECO ANTIBALA</b>	
MARCA	<input type="text"/>
MODELO	<input type="text"/>
NIVEL	<input type="text"/>
CERTIFICACIÓN RENAR N°	<input type="text"/>

Figura 33.

**Anexo G**

TABLA N° 1 DE NIVELES DE RESISTENCIA BALISTICA

NIVEL	SERIE DE DISP.	MUNICION	MASA gramos	VEL. MINIMA M/S	TRAUMA MÁXIMO MM.	Nº DISP. 0°	Nº DISP. 30°	Nº DISP. 45°
RB0	1	.38 Spl RNL	10.2	259	44	4	1	1
	2	.22 LRHV SL	2.6	320	44	4	1	1
RB1	1	.40 S&W FMJ	11.7	343	44	4	1	1
	2	9 x 19 mm. FMJ	8.0	332	44	4	1	1
RB2	1	.357 S&W Mg JSP	10.2	425	44	4	1	1
	2	9 x 19 mm. FMJ	8.0	358	44	4	1	1
RB3	1	.44 Rem Mag SWC	15.55	426	44	4	1	1
	2	9 x 19 mm. FMJ	8.0	426	44	4	1	1
RB4	1	.308 Win FMJ "N"	9.7	838	44	VER ESPECIFICACIONES EN TEST DE PENETRACIÓN Y TRAUMA RB4		
	2	.223 Rem FMJ	3.57	991	44			
RB5	1	.308 Win FMJ "P"	9.7	838	44	1	0	0
RBE	LAS EXIGENCIAS SERAN PRESENTADAS POR EL USUARIO				44	4	1	1

Figura 34.

**Anexo H**

ANGULO DE INCIDENCIA

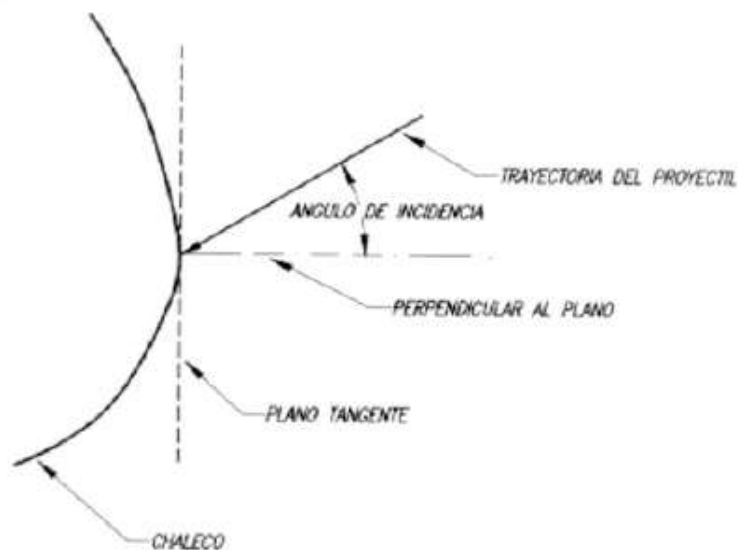


FIGURA 1. ANGULO DE INCIDENCIA

Figura 35.

Anexo I

EQUIPO DE ENSAYO BALISTICO

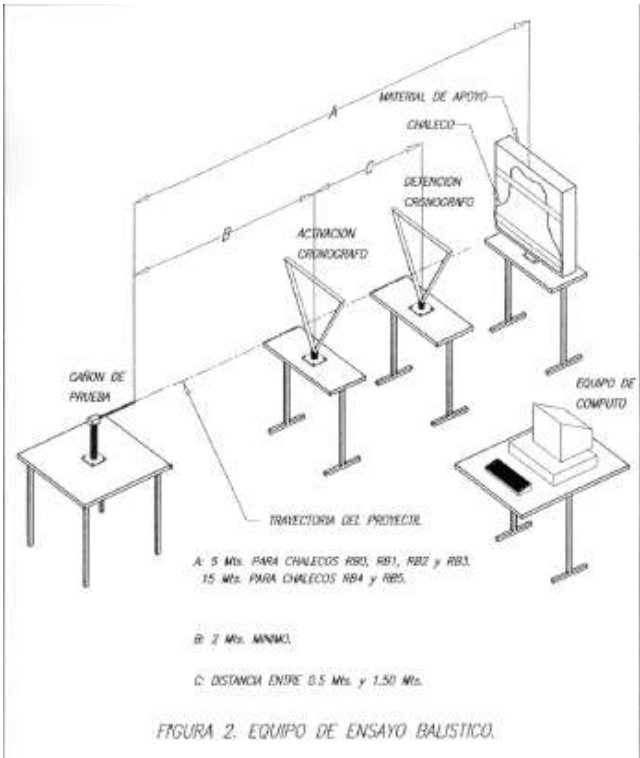


Figura 36.

Anexo J

SECUENCIA Y UBICACIÓN APROXIMADA DE LOS DISPAROS

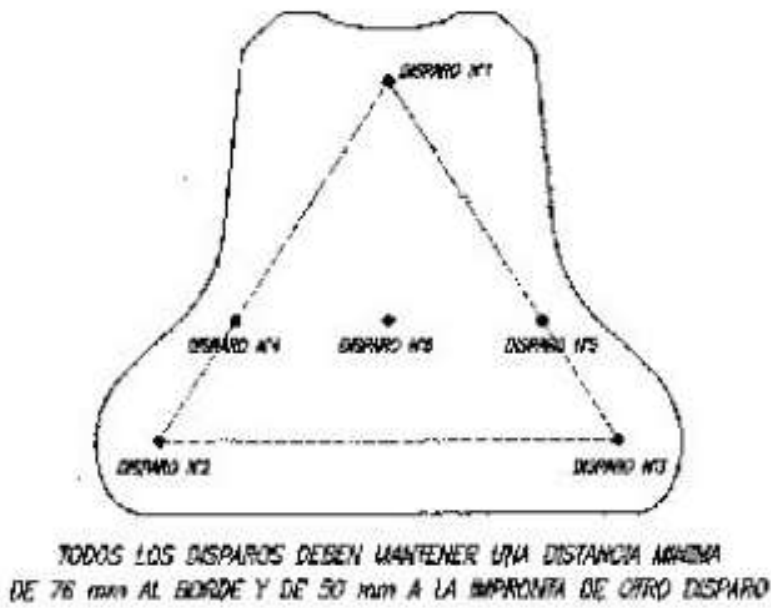


Figura 37.