

TIRO DEPORTIVO

Centro de Estudios Balísticos • Capacitación - Asesoramiento - Investigación



SEGUNDA PARTE

Mecánica de los Sistemas Arma-Cartucho

Balística interior. Vida útil del tubo de un arma. “La muerte balística”.

Hemos realizado en el número 36 de INFO AICACYP, un breve repaso de la balística interior como fundamento del tema que nos ha convocado. En esta nueva entrega, comenzaremos a desgranar las causas que provocan la inutilización del tubo cañón de un arma de fuego. En primer lugar, tenemos que definir los síntomas que se ponen de manifiesto cuando éste está llegando al final de su vida útil.

Muerte Balística

Existen dos características funcionales, además de las dimensionales, que nos dan la idea de que el tubo de nuestro revólver, pistola o carabina, ha cumplido su ciclo de plena utilización:

- Disminución en aproximadamente un 10%, de la velocidad inicial del proyectil;
- Proyectiles que comienzan a tumbarse en vuelo (pegan de costado).

Se tiene en cuenta la primera característica en razón de su influencia en la probabilidad de impacto ya que, disminuciones de este nivel en la velocidad inicial, tienen efectos desfavorables de consideración.

Si se presentan algunos de estos síntomas, indudablemente encontraremos un incremento sensible en las dimensiones internas del tubo.

Cuadro 1	
Tipo de Arma	Cantidad de Disparos Realizados
Pistola semiautomática	20.000
Revólver	28.000
Fusil automático	17.000

Como sabemos el interior del tubo se denomina ánima. El tubo comprende la longitud total del ánima más la recámara.

Toda la ciencia que domina el funcionamiento de los sistemas arma-cartucho, es de elevada complejidad, y numerosas las variables que intervienen, internas y externas al sistema en cuestión. Por las razones mencionadas las conclusiones que obtengamos se encontrarán afectadas por estas variables y, como todo en este mundo luego de Einstein, estarán afectadas de cierta relatividad.

En el *Cuadro 1*, podrán apreciar algunos de los valores orientativos a partir de los cuales se suele presentar la “muerte balística”. Estos datos son tomados en ensayos de laboratorio durante los cuales, y debido a razones de tiempo, no se reflejan las condiciones reales de funcionamiento. La utilización cotidiana del arma, aunque su dueño sea un fanático “fierro”, no la someterá a los rigores de estos ensayos. Por lo dicho, y teniendo en cuenta los motivos que producen el desgaste del tubo, siempre logrará obtener mayor vida balística que la indicada.

Los valores del *Cuadro 2*, corresponden al seguimiento de la vida balística de un fusil automático liviano (FAL). Luego de cada entorno indicado en la primera columna, disparos que fueron efectuados en tiro automático, se realizaron los ensayos de velocidad y precisión cuyos resultados se mencionan en cada caso.

Cuadro 2		
Cantidad de Disparos	Velocidad a 8 metros	Precisión a 100 metros
1.000	845 m/s	Correcta
2.000	837 m/s	Correcta
3.000	831 m/s	Correcta
5.000	825 m/s	Correcta
10.000	820 m/s	Correcta
17.000	800 m/s	Doce impactos de costado

Fragilidad del Material del Tubo

Luego de una serie continua de disparos, se generan temperaturas que se aproximan y hasta superan a las de transición del acero, seguidas de ciclos de enfriamiento; todo esto separado de breves períodos de tiempo. La repetición de esta secuencia genera un aumento en la dureza superficial del tubo, y una disminución en su capacidad de admitir nuevas deformaciones, esto último en relación directa con la caída en la elongación (acritud). Este fenómeno, se manifiesta en un incremento de la fragilidad, produciéndose microfisuras que se extienden rápidamente debido al efecto que en la mecánica se denomina como “de entalla o concentración de tensiones”, generándose con esto arranques del material.

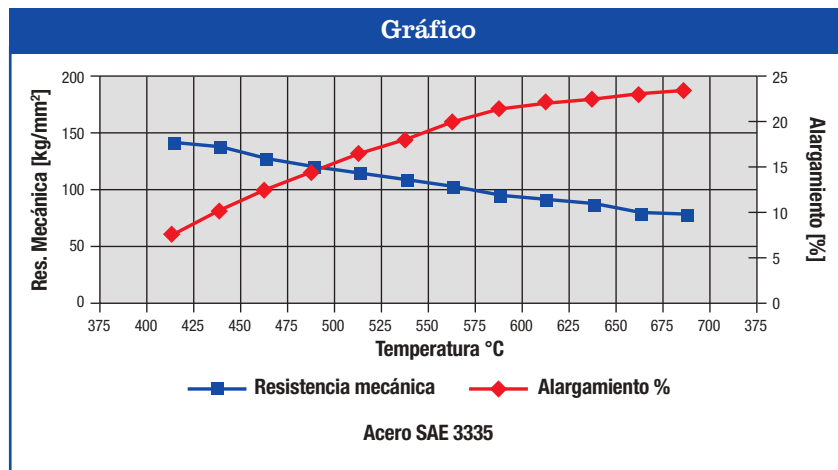
• Las Características Mecánicas

Las del tubo se ven alteradas por el incremento de la temperatura. La resistencia a la tracción y el límite elástico disminuyen. Si asumimos que luego de una serie de disparos, el ánima manifiesta un considerable aumento de esta variable, y que además el proyectil que ingresa está a temperatura ambiente, el resultado es un estrechamiento de las diferencias entre las características mecánicas de la bala por un lado, y el ánima por el otro. Cuanto más cercanos se encuentren estos valores, mayores las probabilidades de verificar desprendimientos de las capas superficiales del tubo, con lo cual el desgaste mecánico aumenta rápidamente.

En el **Gráfico** podrán apreciar la evolución de las características mecánicas, en función del aumento de la temperatura, del acero que habitualmente se emplea para la elaboración de los tubos. Como habíamos dicho, disminuyen la resistencia y con ella la dureza.

• Fricción

En magnitud, es uno de los motivos más importantes de la “muerte balística” del tubo del arma. Todo proyectil



posee una banda que se denomina “aro de forzamiento”, la cual entra en contacto directo con el ánima incrustándose en el estriado. Cualquiera sea el material que compone esta zona del proyectil existirá, en mayor o menor grado, una abrasión mecánica originada en el efecto denominado “fricción” y que está relacionado con la resistencia al desgaste. En primer lugar debemos considerar que toda superficie en contacto dista mucho de ser perfecta. Aun en aquellas que a simple vista presentan una textura finamente labrada, existen infinidad de irregularidades que originan, cuando una se desliza sobre la otra, choques entre los puntos en contacto donde las presiones generadas superan holgadamente a la presión media entre las superficies en fricción.

Este fenómeno da lugar a la producción de intensas deformaciones locales, en muchos casos desprendimientos de material, un incremento considerable de la temperatura y el consiguiente desgaste por deformación y arranque.

De manera general, se podría decir que cuanto mayor sea la dureza superficial de los cuerpos en contacto, para una presión similar, el desgaste y calentamiento serán menores ya que soportarán mayores esfuerzos sin sufrir deformaciones plásticas ni desprendimientos; por lo tanto la fricción será menor entre materiales duros que sobre blandos. De todas formas es tan complejo el proceso de desgaste, que impide tomar este concepto como regla absoluta.

Energía Cinética de las Partículas

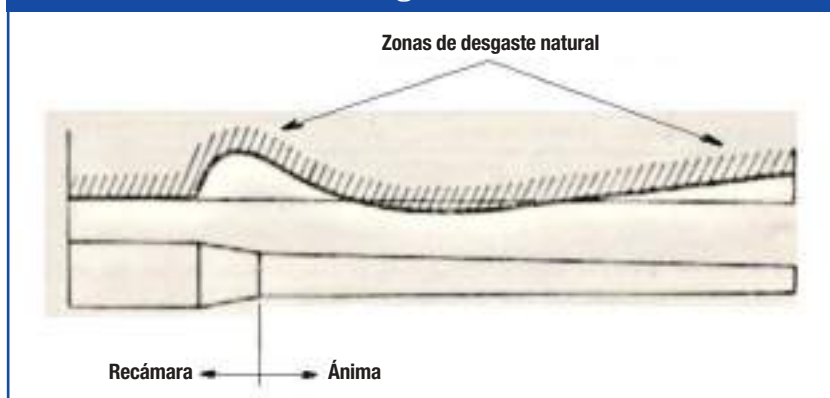
Íntimamente relacionado con el tema tratado en el punto anterior y magnificado por los efectos de la “vena gaseosa”, teoría enunciada por Charbonier de la cual nos ocuparemos más adelante, las partículas que partieron de las microfisuras son arrastradas conjuntamente a los gases de la combustión, a elevadísimas velocidades, estimadas en los 1.500 m/s (metro/segundo). Ésta aumenta llegando hasta los 6.000 m/s, cuando las secciones disminuyen (espacios anulares entre el aro de forzamiento y el tubo). Si recuerdan la ecuación de la energía cinética, donde la velocidad se encuentra elevada al cuadrado, entenderán que los niveles energéticos en juego son de significativa importancia. Toda esta evolución se la puede resumir con una palabra que define las consecuencias que sufre el arma; me refiero a la “erosión”.

Teoría de la Vena Gaseosa

De acuerdo al enunciado de Charbonier, balístico francés del siglo XIX, cuando el proyectil avanza a lo largo del ánima se generan, en el fluido gaseoso, ondas que a partir de la zona posterior del proyectil, se trasladan hacia el culote interior de la vaina con una gran velocidad. Ésta dependerá de las variables en juego para cada sistema. Cuando estas ondas chocan en el fondo de la vaina, comienzan un recorrido inverso encon-

TIRO DEPORTIVO

Figura 1



trándose en su trayectoria con nuevas ondas que se generaron con posterioridad. Así la masa gaseosa se torna algo comparable a un muelle elástico, que le induce al proyectil una nueva energía. A este fenómeno Charbonier lo denominó como “vena gaseosa” la cual, teniendo en cuenta las condiciones de temperatura y presión, se la podría asemejar en su rigidez, con una viga de acero.

En todo tubo existen dos zonas críticas (ver *Figura 1*). Ellas son:

a) La unión o intersección de la recámara con el ánima, donde se evidencia una importante reducción en la sección (estrechamiento); y

b) La boca del tubo en la que se presenta un violento ensanchamiento hacia el infinito.

Conocido esto, el autor de la teoría en cuestión analizó los movimientos de

la vena gaseosa a lo largo del ánima, y fundamentalmente cuando ella se ve obligada a pasar a través de las dos zonas críticas ya mencionadas. En ambos casos, presentó una similitud a lo que en hidráulica se conoce bajo la denominación de “estrangulamiento de la vena líquida”. Tanto en la zona de transición recámara-ánima como en la boca, se forman espacios anulares en los que las paredes del tubo no son laminadas directamente por el flujo de gases. En forma análoga a lo que sucede en los cursos de agua cuando cambia la sección del lecho, o varía la dirección de la corriente originándose remolinos que carcomen las orillas, las moléculas gaseosas que ocupan los espacios mencionados, forman violentos remolinos a gran velocidad, provocando un mayor calentamiento en esas zonas del tubo. Las moléculas gaseosas indicadas, dentro de los

torbellinos generados en los espacios anulares, chocan contra las paredes a velocidades elevadísimas arrancando partículas de acero (*Figura 2*).

Emplomado o Cobreado

• Haciendo un Poco de Historia

A partir de la aparición de los sistemas de iniciación conocidos como “serpentina”, primera mitad del siglo XV, el que permitió al tirador dedicarse a ubicar y apuntar a su blanco sin otra preocupación, se comenzó a prestar mayor atención al órgano encargado de proyectar y dirigir al proyectil; por supuesto me estoy refiriendo al cañón. Los de las primeras bocas de fuego portátiles, eran toscos tubos de hierro o bronce fundido, sin ningún tipo de cuidado en su alineación o nivelación interior.

Los ejemplos iniciales de sistemas de rayado datan del siglo XVI, aunque probablemente existieron anteriores. Las razones fundamentales que promovieron su aparición fueron dos:

-Favorecer el ingreso del proyectil en aquellas armas de avancarga, cuando se aumentó su diámetro para evitar el escape de los gases de combustión. El rayado disminuía la superficie de contacto limitándola a la zona de campos, reduciendo de esta manera el esfuerzo necesario para cargar el arma.

-Posteriormente, alguien pensó que, realizando el rayado en forma helicoidal, o como entonces se denominaba “de caracol”, el proyectil sería más estable en su trayectoria.

Deben tener presente que si bien en aquellos años se ignoraban las leyes del movimiento rotatorio, y con ellos las del efecto giroscópico no desconocían, aunque de manera intuitiva, los beneficios de este último al cual utilizaban desde tiempos remotos en las flechas. A éstas se le colocaban las plumas en la zona trasera de manera transversal, para de esta forma originar el par rotor necesario.

En el primer caso mencionado, radica una de las razones en la aparición de los encamisados de las balas de

Figura 2

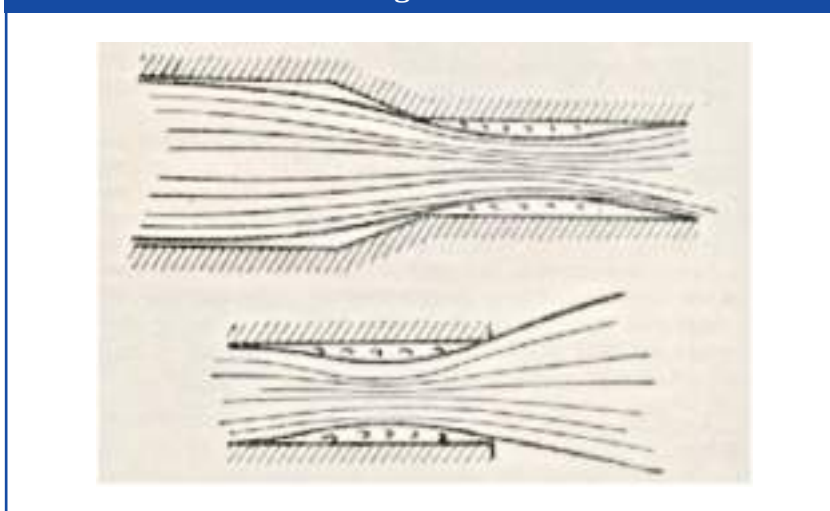
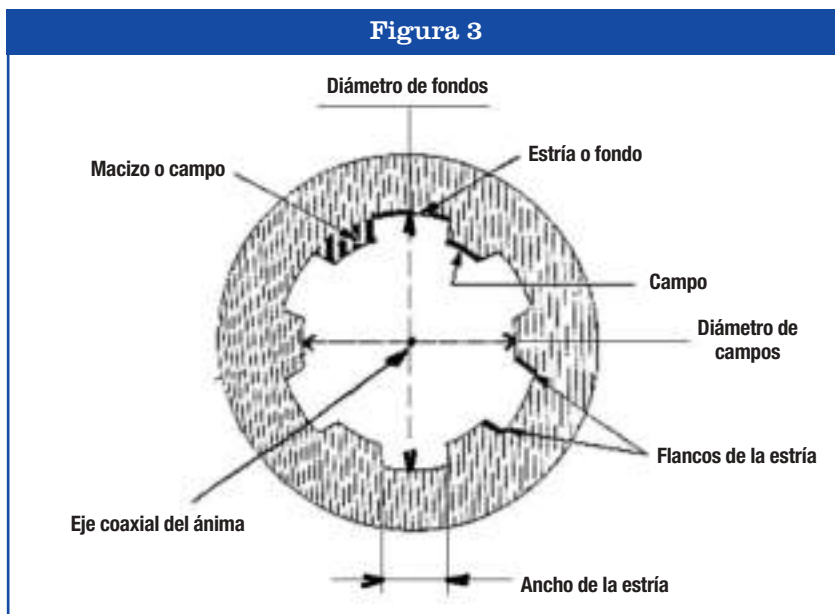


Figura 3



plomo desnudo los que distaban, como podrán imaginarse, de los que actualmente utilizamos.

Los cañones estriados de las armas de avancarga eran largos y tediosos de cargar, aunque el proyectil fuese de plomo blando. Se intentaron diferentes

soluciones para paliar este inconveniente; hacer las estrías de paso largo, o numerosas rayas cuyas diferencias entre campos y fondos fuera la mínima. La mejor solución fue envolver a la bala desnuda con un pedazo de tela —calepino— o más a menudo con piel embe-

bida en grasa. Nace de manera precaria el encamisado o bala blindada.

En la **Figura 3** podemos apreciar la definición de cada una de las variables que intervienen en el estriado del tubo de un arma.

Hasta aquí llegamos por ahora. En el próximo número realizaremos un análisis de cómo se comportan los diferentes materiales utilizados para fabricar las puntas y su influencia en el desgaste del ánima del cañón. También, cómo influyen los distintos métodos de producción de los tubos cañones y algunos ejemplos de la normalización internacional referida a esta variable (normas NATO, SAAMI y CIP). Me despido hasta la próxima edición de diciembre con **INFO AICACYP** o en cualquier momento en nuestra casa, el **Centro de Estudios Balísticos - CEsBa Rosario** ■

Eduardo Julio Rodi

**Experto en Armamento de la UTN
Coordinador Académico del CEsBa**

www.cesbarosario.com.ar

INFO AICACYP

SI DISFRUTA DE LAS ACTIVIDADES AL AIRE LIBRE

✓ **Asóciese y recíbalos sin cargo por correo**

Por solo \$ 50 anuales disfrute de este beneficio y mucho más...

SI USTED ES COMERCIANTE

✓ **Distribúyalo en su comercio sin cargo**

Asóciese y obtenga este beneficio único

DESCARGUE SU SOLICITUD DE SOCIO EN NUESTRA WEB



30.000 ejemplares





Asociación Industriales y Comerciantes de Artículos para Caza y Pesca.

Moreno 1420, J01093A855 Ciudad Autónoma de Buenos Aires / Argentina.
Tel/Fax: (54-11) 4394-7900 / info@aicacyp.com.ar / www.aicacyp.com.ar