

diando la voluntad previa del tirador y sin importar las deficiencias o anomalías que pudiera presentar el arma.

De igual manera, convengamos en decir que será accidental un disparo no deseado originado en desperfectos mecánicos u otros fenómenos físicos, independientes del tirador.

Finalmente, y en lo que atañe a los disparos involuntarios, vamos a suponer que efectivamente y como la palabra lo indica, no intervino la voluntad del tirador, no obstante lo cual el fenómeno no fue independiente de su accionar.

Sin lugar a dudas una de las inquietudes procesales más frecuentes es la de encasillar la producción de un disparo en alguna de las tres posibilidades antes vertidas.

Como normalmente sucede con casi todos los elementos mecánicos potencialmente peligrosos creados por el hombre, se los dota de sistemas de seguridad que con el correr del tiempo van evolucionando, aunque infortunadamente y sólo por razones de costo, excepcionalmente se los perfecciona de manera inmediata cuando la tecnología lo hace posible.

La cantidad de accidentes ocurridos con armas largas suele ser menor a la que ocurre con las de puño, seguramente debido a que la forma y dimensiones de las primeras hacen más notorio a quien la sostiene, saber si está dirigida hacia sí mismo u otras personas. Estas últimas, por su parte, generalmente, al verse encañonadas o próximas a encañonar, se apresuran a llamar la atención para evitar accidentes.

Por otra parte, las armas largas resultan más fáciles de sostener con las manos alejadas de la cola del disparador, resultando además menor el manoseo a que son sometidas.

Las armas de puño, en cambio, suelen ser portadas con asiduidad por elevado número de personas, normalmente cargadas y en todas partes. Las operaciones de carga y descarga, revisión de éstas, introducción y extracción de cartuchos en la recámara o alvéolos, se hacen cotidianas, al igual que ponerlas sujetas a la cintura con o sin cartuchera y desfundarlas a cada momento, para dejarlas sobre muebles, guanteras de automóviles, etcétera.

Partiendo de la base de que todos los mecanismos de seguridad existentes en las armas modernas han experimentado mejoras, y limitando el tema dentro de un marco técnico-pericial estricto, diremos que en relación con los disparos accidentales o involuntarios, el accionar del experto en balística estará circunscripto al arma y mu-

nición que le sean aportadas; al contenido del expediente de la causa de que se trate (declaraciones, fotografías, croquis, etc.), únicamente, o a todos los elementos mencionados, simultáneamente, incluyendo en el segundo y tercer caso la posibilidad de una reconstrucción del hecho.

En el primer caso, el interrogante generalmente reside en la posibilidad de establecer si el arma secuestrada posee alguna deficiencia mecánica (de fábrica o adquirida) que, ya sea por caída, golpe o choque con o contra determinada superficie, le hayan permitido la concreción de un disparo sin que medie la opresión de la cola del disparador. Dentro de este aspecto también puede requerirse se establezca el grado de celosidad de la misma.

Para dar respuesta a todas las preguntas que pueden vincularse con la temática que se está tratando, que ya de por sí pueden ser numerosas y variadas, considerando en este caso tal como se expresara anteriormente, que el perito cuenta únicamente con el arma y la munición, la respuesta técnica se fundamentará en la observación minuciosa y la experimentación.

En tal sentido, la revisión, manipuleo, disparos de experiencia, reproducción de caídas, golpes o choques (cuidadosamente realizados), estudio de la sensibilidad de los fulminantes de los cartuchos, etc., permitirán dar una acabada respuesta a lo peticionado. Para el estudio de disparos por caída libre, golpe o choque, pueden utilizarse vainas con fulminante intacto (obtenidos previo desarmado del cartucho con un martillo de inercia), las que evitarán riesgos físicos innecesarios.

Cuando el perito cuente con el expediente de la causa, el o las armas y su munición, y eventualmente sea concretada una reconstrucción del hecho, su labor será más amplia e intensa, ya que generalmente se lo interrogará sobre la factibilidad de que el disparo se haya producido en la forma indicada por la o las partes, testigos, etc., teniendo en consideración además los valores métricos, obstáculos o impedimentos físicos que pudieran surgir en el lugar del suceso, sus fotografías, croquis o planos. Las variantes de posibles preguntas son múltiples y su canalización amplia y multifacética, como para resumirlas o condensarlas en unas pocas frases. Resulta fundamental la objetividad, la experiencia, el profundo conocimiento de las distintas ciencias y técnicas afines con la especialidad.

Resulta inverosímil que un disparo se produzca solo —con un arma estática y apoyada— sin que haya mediado alguna fuerza o

energía de origen humano, mecánico o natural. Las evaluaciones resultarán particulares para cada caso o incluirán, lógicamente, las posiciones o situaciones previas de los mecanismos de disparo (especialmente el martillo) y seguros; posición de víctima o damnificado y victimario; si hubo o no forcejeos o lucha; trayectoria del disparo, etcétera.

CÁPSULAS FULMINANTES

(elemento que contiene una mezcla sensible a la percusión y cuya llama inflama la carga propulsora del cartucho)

Dimensiones (mm)	Diámetro 5,5 x 2,5	Diámetro 5,5 x 2,6
Sensibilidad (g. cm)	111,7 g a 40,62 cm	125 g a 35 cm
Seguridad (g. cm)	111,7 g a 7,62 cm	125 g a 3,5 cm
Empleo	Cal. 7,62 x 51 mm NATO para cartuchos de fusil de percusión central en general, tanto de uso militar como de caza mayor.	Cal. 11,25 x 23 mm. Apta para cartuchos de revólver y pistola de gran calibre.

Dimensiones (mm)	Diámetro 4,52 x 2,7	Diámetro 4,54 x 2,2
Sensibilidad (g. cm)	55 g a 30,5 cm	55 g a 30,5 cm
Seguridad (g. cm)	55 g a 7,6 cm	55 g a 7,6 cm
Empleo	Cal. 9 x 19 mm NATO Cal. 9 x 17 mm (.380)	Cal. .32 Largo Cal. .32 Corto Cal. .38 Special Cal. .38 Corto

(Información obtenida de la Dirección General de Fabricaciones Militares.)

CAPÍTULO XI

SISTEMAS DE PUNTERÍA

En la actualidad, si bien los sistemas de puntería más extendidos y usados son los tradicionales de punto (guión) y alza, y los ópticos, existen otros de avanzada tecnología que también debemos conocer, ellos son los de oclusión ocular, los de infrarrojos, los optrónicos y los de emisión de rayos láser.

Obviamente, para que la puntería sea correcta, necesariamente el punto a apuntar debe estar ubicado en el blanco propiamente dicho, vale decir, se debe apuntar a un punto del blanco. Normalmente, para lograr este efecto se emplea el aparato de puntería tradicional con que el arma está dotada (alza y guión).

Para corregir apropiadamente el efecto de la gravedad sobre el proyectil, se emplea el alza. En las armas cortas, en términos generales, este elemento es fijo, pero en algunos modelos puede desplazarse lateralmente y en otros puede graduarse para disparos a cortas distancias. En los fusiles o en las pistolas ametralladoras, el alza se compone de una regla, con graduación de distancias diferentes, de acuerdo con el tipo de arma. Se producen armas cortas con alzas graduables y armas largas con alza fija. Cuanto mayor elevación se le dé al alza más alto será el tiro y mayor el alcance del proyectil; contrariamente, cuando la elevación sea menor el tiro será más corto.

El guión, por lo general, es una pieza fija, sobre todo en las armas cortas. En cuanto a las armas largas, la tendencia es proveerlas de guiones regulables.

El sistema hasta aquí descripto también es denominado de *miras abiertas* y es típico del arma corta y de algunas armas largas.



Figura 124

Alza abatible ortóptica.



Figura 125

Guión integrado en una rampa que se fija mediante un tornillo.

Figura 126

Sistema de puntería con tres puntos blancos que brindan rápido y buen enfoque.



Figura 127

Arriba: Alza ajustable.

Centro: Alza de tritio (nocturna).

Abajo: Alza de tres puntos.



Figura 128

Arriba: Puntos de mira intercambiables. Abajo: Alza ajustable.

En las armas largas de miras cerradas se pueden encontrar dos sistemas diferentes de puntería:

a) "*Diopter*" y *túnel*: es el empleado en las armas largas de competición.

b) *Mira telescópica*: es el que se utiliza para la caza mayor y en ciertos fusiles de guerra para tiro de precisión a gran distancia, como los empleados por francotiradores y comandos.

1. EL "DIOPTER"

Es un tipo de mira que se conoce como *mira de agujero* o *peep sight*. Su origen y fundamento es muy antiguo, pues ya lo usaban los arqueros y ballesteros de la Edad Media.

Se basa en que el ojo del tirador tiende espontánea y naturalmente a buscar el centro del orificio por el que mira —punto en el que hay más luz— y, en consecuencia, si a este orificio se le opone otro lejano al ojo y situado sobre el extremo del cañón del arma, la tendencia natural será a colocar ambos en línea, con lo cual el arma se sitúa en posición de puntería. Como por otra parte el blanco se presenta visualmente como un círculo que se puede colocar concéntricamente, así se realizará la puntería de forma fácil y espontánea.

El orificio del *dioptra* puede ser fijo o móvil en cuanto a su tamaño. En el segundo caso —iris graduable—, se puede graduar la apertura en razón de la luminosidad ambiente y de las necesidades de visión del tirador según la edad y otros factores personales. En el caso de ser un orificio fijo, se suele disponer de placas intercambiables con agujeros de distintas medidas: 0,85; 0,90; 1 y 1,2 mm., etc. En caso de ser fijo y no cambiante dicho orificio, se puede variar la distancia del *dioptra* al ojo y se logrará así un efecto visual similar al de los diferentes tamaños.

Como elementos auxiliares del *dioptra* se pueden emplear filtros de distintos colores y el parasol que protege los ojos del resplandor del sol.

2. EL TÚNEL

En cuanto al túnel, no es más que el sustituto del punto (guión) en las armas largas. Consiste en un cilindro paralelo al cañón, situado sobre la boca de fuego, en cuyo interior pueden colocarse una serie de anillas o postes para realizar la puntería. Existen anillas de tipo poste, en las cuales la circunferencia se encuentra sustituida por una barra vertical o bastón de diferentes espesores, cuya forma es similar a la que conocemos como punto de mira de las armas cortas.

En las armas de competición estos anillos han sido sustituidos por unas piezas de plástico transparente, cuya forma, ancho y excavación de un ahuecado central semejan ópticamente a las anillas metálicas.

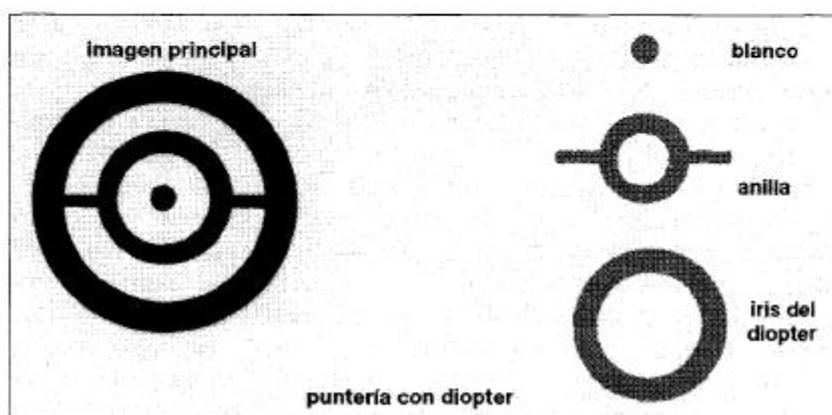
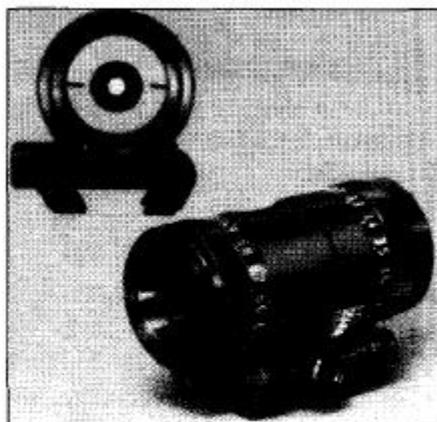


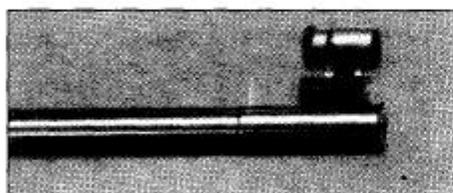
Figura 129



Figuras 130 y 131

Componentes de los *diópteros* y sus posibles montajes.

Figura 132
El túnel.



3. LAS MIRAS TELESCÓPICAS

Son visores ópticos provistos de lentes de aumento que acercan el blanco al ojo del tirador. Se colocan encima del cajón de mecanismos del arma, sujetos a ésta por dos abrazaderas especiales que los inmovilizan en su posición correcta para que queden alineados con el arma. El telescopio viene dotado de una retícula, muy variable en su forma, que sustituye al alza o *dioptra*, y el punto o anillo de los otros sistemas de mira. Dicha retícula puede desplazarse mediante tornillos de paso micrométrico para el ajuste final de puntería.

Una vez montada la mira telescópica, se deben realizar una serie de disparos de prueba y centrado del arma hasta que quede ésta a punto para determinada distancia.

Las cualidades de un visor de este tipo son: aumentos; luminosidad de óptica; campo visual; transparencia; sistema de retícula, y movilidad de la misma.

Las retículas pueden ser de varios tipos. Las más utilizadas en la práctica son, salvo para pruebas muy específicas, las siguientes: cruz de cabellos o *cross hairs*; de palotes o barras anchas, y mixtas.

(ver figuras 133 y 134 en p. 370)

4. OCLUSIÓN OCULAR

La percepción de imágenes de la vista humana se compone de la superposición o composición de las dos que reciben nuestros ojos. Éstos, por un complejo mecanismo psicológico, dan una imagen única estereoscópica (capaz de discernir el largo, el ancho y la profundidad) que es con la que trabaja nuestro cerebro. Si anulamos una



Figura 133

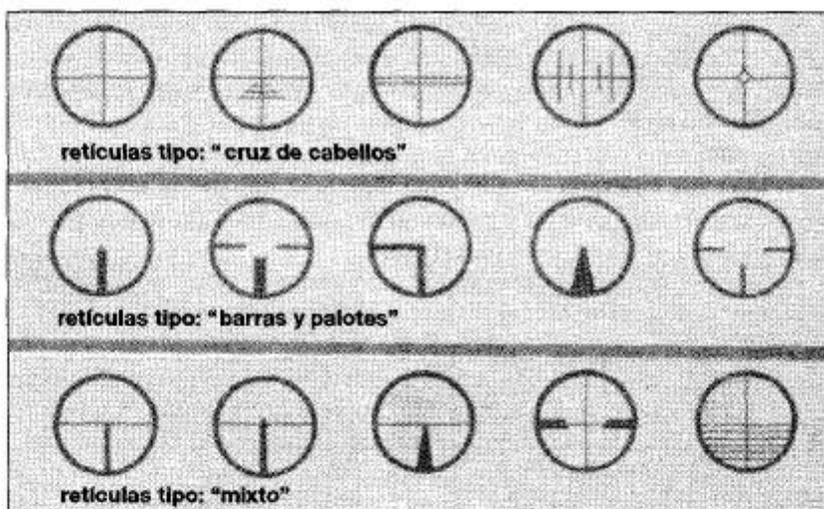


Figura 134

de estas dos imágenes y la sustituimos por una referencia (fuente de luz, cruz, círculo, etc.), ésta nos servirá para hacer puntería. Lógicamente que para que ello funcione deberemos mantener los dos ojos abiertos. Es decir que, siguiendo el mecanismo antes descrito, tendremos dos imágenes totalmente distintas. Una, la del blanco y su entorno, y otra, la única de la referencia de puntería.

La superposición o composición de ambas nos da una sola imagen: el blanco, y sobre él (o cercano a él) la referencia de puntería que es normalmente un punto luminoso. De tal manera, con un ojo vemos todo y con el otro sólo la referencia, por ello se ha llamado a este sistema *de oclusión ocular*, aludiendo al ojo, que sólo percibe la referencia para hacer la puntería.

El sistema en cuestión nació espontáneamente en las escopetas. Estas armas tienen un sistema de puntería sencillísimo, por no decir elemental. Consta de un punto o mirín en el extremo anterior de los caños y, como mucho, de una banda que recorre todo el caño. Ese conjunto sirve más que para apuntar, para encañonar. Realmente, estas armas, por el tipo de munición que normalmente disparan (una *nube de diminutos proyectiles*), no necesitan más y les basta con él, pues, además, los blancos a los que se dispara suelen estar relativamente cerca.

Dada la lentitud con que se mueven los proyectiles múltiples de este tipo de armas, si se dispara a blancos que se desplazan con relativa velocidad, es necesario *correr la mano* a la hora de disparar. Esto consiste en encañonar el arma, no al blanco mismo, sino por delante de él, siguiendo su trayectoria para que en su camino o desplazamiento se *encuentre* con la nube de proyectiles que salió del caño de la escopeta.

Para que este cálculo de trayectoria en el espacio sea lo más correcto posible, es necesario que el tirador *vea* o *sienta* la profundidad, lo cual sólo se logra manteniendo los dos ojos abiertos para tener visión estereoscópica; ella da imágenes superpuestas o compuestas. Apuntando o encañonando de esa forma se tienen dos imágenes: una, la del ojo izquierdo (en un tirador derecho), limpia y clara del blanco, y otra, como la anterior, más el mirín o punto (guión) y la banda si la tuviera. De esa forma se hace una puntería de semioclusión ocular o de oclusión parcial.

Los tiradores de escopeta deseaban algo más que el sistema tradicional de puntería y para ellos se desarrollaron los primeros de oclusión ocular en forma de pequeño aditamento sobre la banda de la escopeta, sin dispositivo eléctrico o electrónico alguno, el cual daba un punto luminoso por reflexión de la luz ambiente que se veía con el ojo derecho (tiradores diestros). La evolución de este sistema no se hizo esperar y dio un paso adelante al crearse un aparato de mayores dimensiones que, igual que el anterior, daba un punto luminoso, pero ahora creado mediante un dispositivo electrónico ali-

mentado por una fuente de energía (pilas), que bloqueaba casi totalmente la visión de ese ojo. Así se tenían dos imágenes, una la del blanco y otra la del pequeño punto luminoso; superpuestas las dos dan la imagen única del blanco y, superpuesto a él, el destello luminoso para hacer puntería.

Lógicamente en el desarrollo y la aplicación de estos sistemas de oclusión ocular, con el tiempo se fueron alcanzando nuevos éxitos, dotándolos de mejoras y características más positivas. Un primer paso fue el de convertirlos en sistemas de oclusión parcial, es decir, que se pudiera ver el fondo y el blanco a través del aparato, usándolo como si se tratara de un visor, pero sin aumentos y con un punto luminoso como retícula. Este sistema, inicialmente concebido para escopeta, se aplicó a los fusiles y, desde hace relativamente poco tiempo, también a las armas cortas, en las que ha logrado un nivel de aceptación bastante alto, sino para uso general, al menos en ciertas modalidades operativas.

5. *OPTRÓNICOS: RAYOS INFRARROJOS E INTENSIFICADORES DE IMAGEN*

Estos dos sistemas son ópticamente distintos, pero su desarrollo y fundamento científico es el mismo para ambos. En los dos casos el rayo de luz reflejado por el blanco y su entorno es recogido por un aparato que, mediante un ingenio electrónico, excita y eleva el nivel energético de los fotones, haciéndolos visibles en el caso de los infrarrojos, o los convierte en más perceptibles en los intensificadores de imagen.

Los dos sistemas mencionados tienen origen y aplicación netamente militar. Dentro de los sistemas de rayos infrarrojos hay dos clases básicamente diferentes: activos y pasivos. Los primeros emplean una fuente luminosa infrarroja (un foco normal con un filtro que sólo deja salir la radiación infrarroja) solidaria con el visor o independiente de él, que no se percibe a ojo desnudo. Esta radiación infrarroja es reflejada por toda clase de objetos, pero resulta también invisible. Al ser recogida por el visor y pasar a su través es potenciada y elevada su longitud de onda, saliendo por el ocular ya en forma visible por el observador.

Los sistemas pasivos se diferencian de los anteriores en que no

utilizan ninguna fuente luminosa de radiación, por lo que sólo recogen la infrarroja que emiten los objetos calientes (seres vivos, motores en funcionamiento o que lo hayan estado recientemente, armas de fuego que hayan sido disparadas, etcétera).

Es fácil comprender que el peor inconveniente que tiene el sistema de infrarrojos activo es que puede ser detectado por uno pasivo (o uno activo sin foco o con éste apagado). También los operadores de estos aparatos pasivos pueden ser detectados por el calor de sus cuerpos, pero ya existen telas especiales para uniformes de campaña que disipan el calor corporal, atenuando o eliminando el rastro infrarrojo que producen estos sistemas.

No obstante la validez y utilidad de los aparatos de luz infrarroja, hoy en día, en el armamento ligero portátil, han sido sustituidos en gran medida por los intensificadores de imagen que usan una tecnología similar a la de los anteriores, pero orientada en otro sentido.

Estos aparatos captan la tenue luz que, proveniente de las estrellas y la luna, se refleja en los objetos del entorno. La escasísima luz reflejada en el interior del aparato, es ampliada o intensificada por medio de un dispositivo electrónico que la potencia en cierta manera para que pueda ser vista por quien se coloque detrás del ocular del aparato.

Las imágenes que se perciben resultan un tanto espectrales e irreales, pues parecen fosforecer con un color amarillo verdoso (u otros colores igualmente indefinidos), aunque actualmente se está trabajando para su perfeccionamiento.

Los elementos de puntería para todos estos aparatos suelen ser un *poste* o trazo vertical formado por un diodo de color, o por lo menos tono, distinto al que tienen las imágenes que se perciben a través de éstos, para que exista contraste entre ellas y poder hacer puntería.

6. EMISORES LÁSER

La tecnología L.A.S.E.R. (*light amplifier by stimulated emission radiation*) se basa en las propiedades de la luz emitida por un cristal de rubí sintético, excitada o amplificada electrónicamente. Este tipo de luz es altamente coherente y además de otras propieda-

des útiles para otros fines, posee la de ser muy concentrada y sufrir muy poca dispersión, de ahí que pueda ser utilizada para hacer puntería.

Instalado uno de estos aparatos en un arma ligera (lo que ha sido posible gracias a la miniaturización de sus componentes) y regulado convenientemente (haciendo coincidir el punto de impacto de los proyectiles del arma, con el rayo de luz láser a una distancia determinada), basta hacer emitir luz al aparato, buscar el blanco y accionar el disparador, para impactar donde se desea.

Hoy en día estos aparatos están entrando de lleno en el mundo de las armas y existe una variada gama de ellos.

El primer paso que se dio en la tecnología láser fue el de sustituir el cristal de rubí sintético (que no significa que fuera de plástico, sino fabricado artificialmente en el laboratorio), por un tubo relleno de diferentes gases. Esto permitió su total aplicación a la industria y la ciencia en sus diferentes versiones. Poco después vino la miniaturización de circuitos al sustituirse los antiguos componentes electrónicos por otros más reducidos (microchips, semiconductores de silicio, etc.), hasta tal punto que lo más voluminoso del conjunto de estos aparatos aplicados a las armas, es la fuente de energía (baterías), campo en el que no se ha avanzado lo suficiente (a pesar de que se crea lo contrario), o al menos todo lo que correspondería a nuestro tiempo. Finalmente, el gran salto cualitativo en ese terreno se dio con la sustitución del tubo relleno de gases (que era frágil y voluminoso) por diodos que realizan el mismo cometido.

Hoy se están haciendo ensayos para conseguir diferentes colores de rayos (verde, azul, etc.) y así poder emplear estos aparatos más convenientemente, según el entorno en el que se encuentre el blanco y para que la muestra del rayo pueda distinguirse mejor.

Al haberse reducido sustancialmente el tamaño y peso de estos aparatos, se pueden colocar en el arma de diferentes formas y en distintos lugares, así como combinarlos o complementarlos con otros sistemas de puntería. El campo de aplicación es amplísimo y prácticamente todas las armas pueden montarlos, tales como fusiles, escopetas, armas cortas, ballestas, etcétera.

CAPÍTULO XII

EL CALIBRE

1. *EL CALIBRE DE LAS ARMAS DE FUEGO CON ÁNIMA RAYADA Y ÁNIMA LISA*

Sin lugar a dudas, el calibre es la característica más relevante y distintiva de las armas de fuego que emplean un tubo cañón para proyectar la munición.

Conforme la *Enciclopedia Ilustrada de la Lengua Castellana* (Sopena, Buenos Aires, 1969, t. I), la acepción de esta palabra es la siguiente: "Diámetro interior de las armas de fuego. Por extensión, diámetro de los proyectiles o de los alambres. Diámetro interior de diversos objetos huecos, como tubos, cañerías, conductos, etcétera".

Introduciéndonos ahora en el campo puramente balístico diremos que se denomina calibre de un arma de fuego a la medida del diámetro interior de su cañón, es decir el limitado por las paredes constitutivas de la propia superficie interna; en otras palabras, a la medida del diámetro de su *ánima*, denominándose así al hueco del cañón o tubo metálico característico de toda arma de fuego, comprendido entre el extremo cerrado y la abertura que da al exterior, denominada *boca de fuego*, la cual conforma el calibre propiamente dicho, dado que el ánima se compone o divide de dos partes: la recámara y el ánima rayada, siendo la primera de ellas la que sirve de alojamiento a la vaina del cartucho.

También y por extensión, se denomina calibre a la medida del diámetro de la bala proporcionada a las aberturas de las armas, y

decimos proporcionada porque la medida de la *boca de fuego* determina directamente su calibre, en cambio la bala es de dimensión superior a esa abertura para recibir, con la deflagración de la pólvora, el forzamiento requerido a los efectos de adquirir aumentado, el impulso que la arroja a gran distancia, y esa mayor medida no puede ser arbitraria, sino que debe responder a condiciones definidas que deben cumplirse rigurosamente, lo cual determina la necesidad de ser proporcionada a la abertura del arma a ser utilizada.

Cabe aclarar que el inapropiado uso de las palabras hace emplear la expresión o término *bala* por *proyectil* y viceversa, debiendo denominarse bala cuando integra o forma parte del cartucho y proyectil cuando ese mismo cuerpo ya fue arrojado por el arma. (Por su acepción, la palabra proyectil significa "todo cuerpo al que se comunica, por un medio cualquiera, una velocidad bastante grande para que, en la dirección conveniente, haga impacto con otro cuerpo".) Digamos también que el proyectil y no la bala tiene o adquiere el calibre del arma, es decir, tiene la magnitud (en física se llama magnitud a todo tamaño que es susceptible de aumento o disminución) del calibre del arma.

Las primitivas armas de fuego (piezas de artillería) presentaban una variedad muy grande de calibres, podríamos decir infinitas, tanto de dimensiones como de formas, al no obedecer ellas a otras reglas que el capricho de sus constructores, por ser de fabricación libre. Esta falta de homogeneidad obligaba a elaborar balas para cada una de las armas individualmente, dado que ellas eran muy diferentes entre sí. Sin embargo, dicha particularidad no experimentó mayores inconvenientes, ya que las primitivas bombardas no podían efectuar más que unos pocos disparos al día, pero al aumentarse la rapidez del tiro y la facilidad de transporte de los elementos, se decidió unificar el heterogéneo material entonces en uso y tomar como carácter definitorio de las diferentes clases de armas, la igualdad del diámetro en la boca del cañón, lo cual permitiría a todas las de un mismo género, disparar el mismo proyectil; en otras palabras, emplear la misma bala.

Estas características determinaron la aparición de la idea de *calibre* o representación del diámetro de la boca de fuego de un arma, tal como lo entendemos hoy; pero la nomenclatura variaba fundamentalmente, por basarse en otros pormenores pertenecientes a las balas que eran introducidas en el cañón por su boca (armas de avanguardia); durante mucho tiempo las balas fueron esféricas y ma-

cizas, resultando así de igual peso todas aquellas que tenían el mismo diámetro. El peso del proyectil expresado en libras, fue desde luego y por períodos prolongados, el número elegido para designar al calibre.

En las primitivas armas de avancarga el diámetro de la bala era siempre inferior al del ánima, con el objeto de permitir su introducción en ésta. Cuando se adoptó el rayado y a fin de evitar la pérdida de gases, las balas esféricas fueron cubiertas por un parche de lienzo lubricado, o cuero crudo. En cambio, a las cilindro-cónicas se las dotaba de una amplia base hueca que al ensancharse por acción de los gases permitía la toma del rayado sin escapes o fugas. En consecuencia, en todos estos casos, el diámetro de las balas era un poco inferior o igual al tomado a nivel de los macizos, con tolerancias muy variables de acuerdo con el arma y la fabricación de sus municiones.

(ver figuras 135 a 142 en ps. 378 a 381)

En las armas de ánima lisa corresponde tener en cuenta el diámetro fuera de las zonas agolletadas, ya que en éstas puede ser variable según el tipo de *choke* adoptado y la procedencia del arma, debido a que el *choke* no es una reducción diametral estándar sino un porcentaje de rendimiento, una relación y no una medida estricta. Un mismo grado de *choke* corresponde a diferentes diámetros en la zona estrechada, según el fabricante.

En las de ánima rayada el calibre puede expresar valores de diversa magnitud.

a) *Ánima cilíndrica*.— Si el ánima es cilíndrica (lo cual constituye la norma general), el diámetro puede ser medido a nivel de los macizos (*land diameter*) o de las rayas (*groove diameter*). En el primer caso corresponde al del ánima virgen antes de ser rayada. En el segundo se toma entre el fondo de dos rayas opuestas (campos). Esto rige tanto para los casos de rayado par como impar. Lógicamente, en cada caso serán valores idénticos tanto a la salida de la recámara como en la boca del arma.

b) *Ánima cónica*.— En estas armas, el calibre corresponde al diámetro tomado en la boca (diámetro final o calibre verdadero, idéntico al de la bala a su salida).

CALIBRE

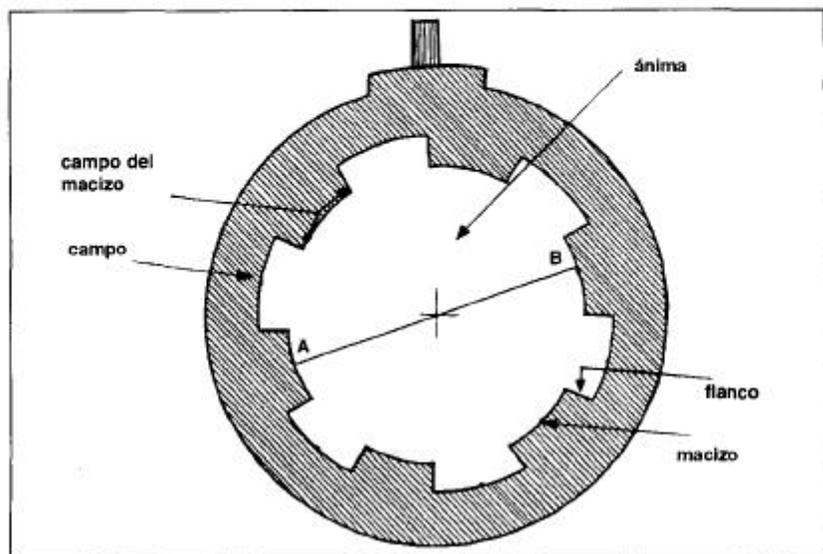


Figura 135

A-B = Calibre de un arma de fuego con cañón rayado.

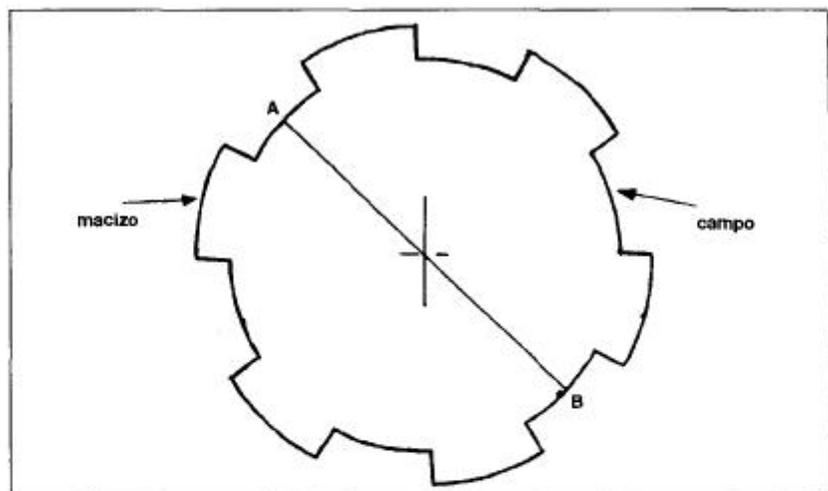


Figura 136

A-B = Calibre de dicha arma de fuego, medido sobre el proyectil disparado.

CAÑONES DE ÁNIMA RAYADA

Figura 137

"GD" es el *groove diameter* (diámetro o calibre tomado entre dos rayas o estrias opuestas).

En el proyectil disparado estas rayas o acanaladuras aparecen como bandas salientes o macizos.

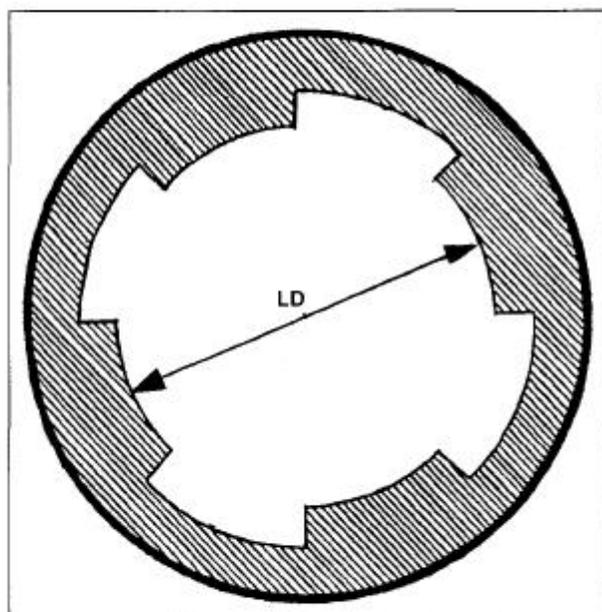
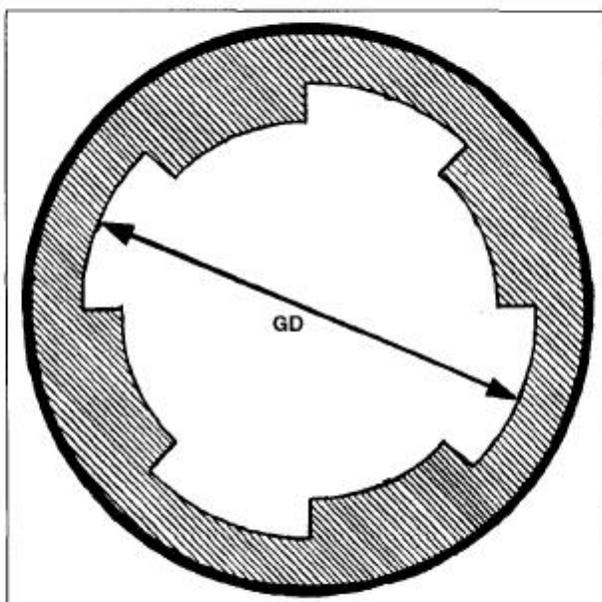


Figura 138

"LD" es el *land diameter* (diámetro o calibre tomado entre dos superficies de macizos opuestos). En el proyectil disparado dan origen a acanaladuras o bandas entrantes que denominamos "campos".

CAÑONES DE ÁNIMA LISA Y DE ÁNIMA POLIGONAL

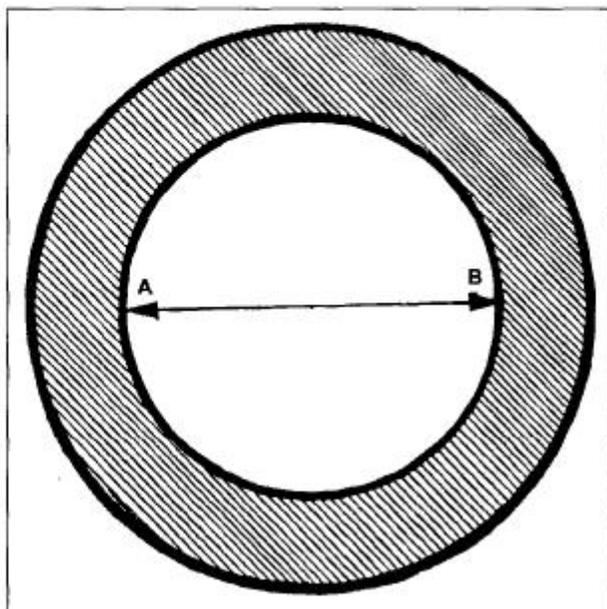


Figura 139

Ánima lisa.
A-B indica el calibre (diámetro) tomado fuera de todo posible agolletamiento.

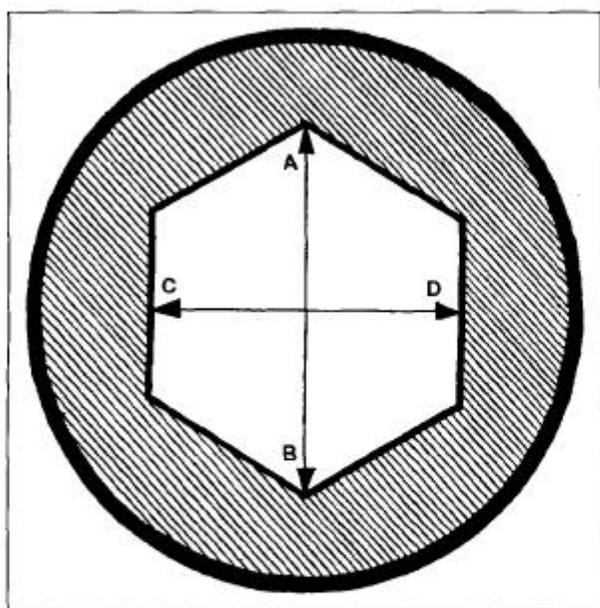


Figura 140

Ánima poligonal.
A-B indica el diámetro entre rayas tomado a nivel de los ángulos.
C-D indica el diámetro (calibre) tomado a nivel de los lados del hexágono.

ÁNIMAS RAYADAS (RAYAS IMPARES Y POLIGONALES)

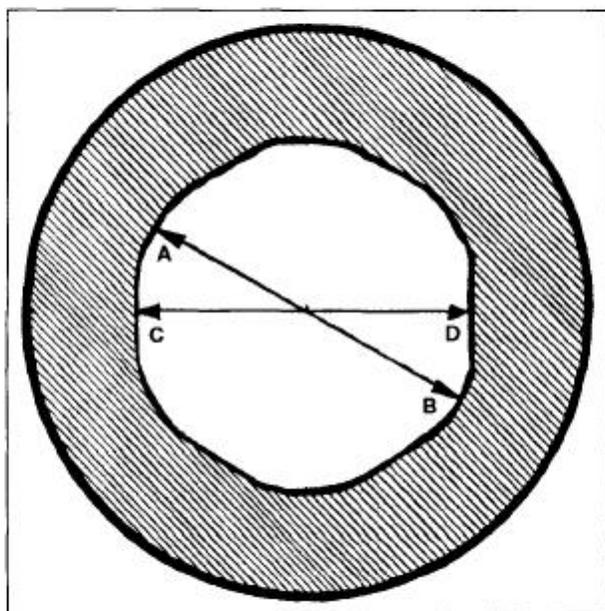


Figura 141

Ánima poligonal.
Diámetro o calibre
medido a nivel de
los campos (AB) y
diámetro medido a
nivel de los
macizos (CD).

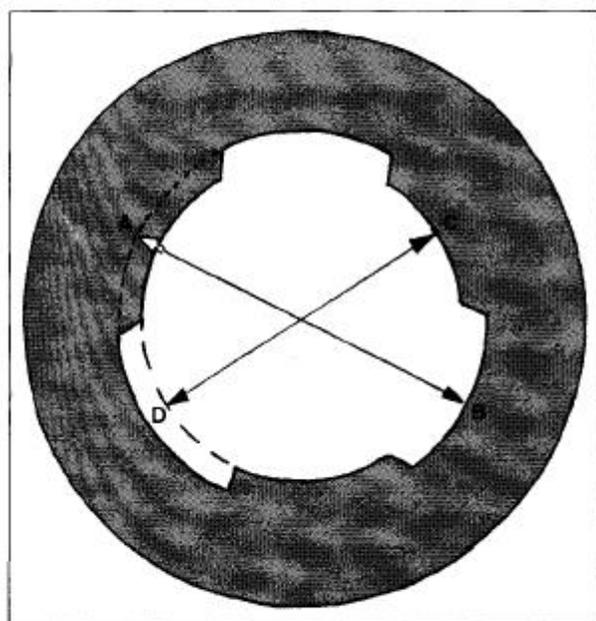


Figura 142

Ánima con rayas
impares. Puede
verse cómo se
procede para
tomar los
diámetros a nivel
de campos (AB) y
macizos (CD).

En las armas de ánima poligonal helicoidal, el calibre se designa por el diámetro del círculo inscrito en la figura de sección o del que inscribe a ésta, lo que correspondería, si consideramos los ángulos como rayas o campos y los lados como macizos, a los diámetros *groove* y *land*, respectivamente.

En cuanto a la designación del calibre existe una gran confusión, ya que el término puede expresar:

1) el peso absoluto de la bala correspondiente a un arma dada (por lo general expresado en libras);

2) el peso relativo de la misma con respecto a la libra (453,592 gramos o 7001,19 *grains*);

3) el diámetro del ánima medido entre las rayas, es decir, a nivel de los macizos (*land diameter*, que corresponde al ánima virgen);

4) el diámetro del ánima medido a nivel de los campos o rayas, uniendo el fondo de dos rayas opuestas (*groove diameter*);

5) el diámetro de la bala en la zona de forzamiento;

6) el diámetro interno del cuello de la vaina;

7) puede ser un término convencional sin referencia a ninguna de las magnitudes antedichas.

No obstante lo expresado, la nomenclatura es aun mucho más compleja: las diferencias de fabricación sujetas a tolerancias dimensionales bastante amplias en algunos casos; la gran diversidad de tipos de munición para cada calibre; el criterio del fabricante al decirse por un apelativo determinado, distinto muchas veces en cada caso (lo cual genera abundante sinonimia); los distintos sistemas usuales y la mezcla de los mismos en la época actual y, finalmente, las numerosas mejoras y variantes introducidas en los cartuchos, lo cual ha dado lugar al uso de designaciones compuestas, en las que el guarismo que define la dimensión diametral es incapaz, por sí solo, de identificar un calibre determinado.

Veamos en detalle las diferentes posibilidades mencionadas, a fin de ordenar conceptos y evitar errores. Los estudios pormenorizados sobre este tema no son abundantes, causa por la cual muchas veces se cometen errores de interpretación o se desconocen sinonimias. Por ejemplo: cuando se hace referencia al calibre ".22" suele decirse 22 mm, cuando su equivalencia milimétrica es de 5,56 mm. De igual manera, existen en el mercado gran cantidad de cartuchos que siendo iguales, tienen distinto nombre y lleva a muchos a confundirse, tal es el caso del 9 mm *Luger* (EE. UU.), que es el mismo

cartucho que el 9 mm *Parabellum* (Europa), o el 9 x 19 mm (OTAN), de acuerdo con la zona o país donde se comercialice.

c) *Peso absoluto de la bala.*— Este sistema se utilizó inicialmente sobre todo para las piezas de artillería y, según algunos historiadores, también para las armas portátiles. Ejemplo: cañones de 4, 18, 60 libras, etcétera.

En general, para las armas portátiles, en el siglo XVI y en los albores de su aparición, no existían calibres de medida estándar. Todas las destinadas a un mismo regimiento eran construidas de modo que pudieran disparar aceptablemente balas del mismo diámetro, no existía equivalencia con los de otras armas militares.

d) *Peso relativo de la bala.*— Cuando las armas portátiles de ánima lisa y avancarga cobraron importancia, el calibre fue designado análogamente al de las piezas de artillería, por su sistema ponderal. Pero siendo las municiones de pequeña dimensión, se emplea un término capaz de indicar la relación existente entre el peso de la bala esférica y el de una libra tomado como unidad comparativa. (Una libra equivale a aproximadamente 7000 *grains*, 16 onzas o 453,59 gramos.)

El número que indica el calibre nada tiene que ver con el diámetro del ánima o de la bala. El mismo expresa el número de esferas de diámetro igual al interno del ánima, que se pueden hacer con una libra de plomo.

El número indicativo es siempre un entero, de modo que no va precedido de ningún otro signo. En cambio, va seguido del término *en libra* (o sus equivalentes *bore* británico o *gauge* americano), separado por un guión. Sin embargo, corrientemente puede prescindirse de él, en el entendido de que si no va agregada otra referencia, se asumirá como calibre en libra.

Debe observarse que en esta terminología el calibre y el guarismo que lo define guardan una relación inversa, lo que no ocurre con ninguno de los otros sistemas empleados. A mayor número menor diámetro y viceversa, como es lógico.

Por supuesto, existen equivalencias de esos diámetros en medidas lineales, aunque no se las emplea: para el calibre 12, el diámetro es de $0,729'' = 18,51$ mm. Se acostumbra a completar la ca-

racterización del arma con el largo total del cartucho que emplea, en milímetros, separando ambas cifras con una barra y sin utilizar unidad alguna (12/70).

Cabe señalar una excepción: las escopetas cuyo calibre es .410 tienen un diámetro interno de 0,41" (12 mm).

Antiguamente la escala de calibres estaba comprendida entre el 1 (esfera de plomo que pesaba una libra), y el 120 (esfera que pesaba 1/120 respecto de una libra). En la práctica sólo se usaban algunos guarismos.

En la actualidad este tipo de nomenclatura se aplica únicamente a las armas de ánima lisa, especialmente escopetas de caza, carabinas lanzagases o lanzacabos, pistolas de señales o lanzacabos, cañoncitos de salvas.

En la tabla que se incluye a continuación pueden verse los calibres de las escopetas de caza referidos al ánima libre de todo agolletamiento (ánima cilíndrica), con las dimensiones en milímetros y pulgadas decimales y con el peso de las balas esféricas correspondientes. Estas armas disparan por lo general perdigones y cuando lo hacen con balas sólidas, corrientemente se trata de diseños cilíndricos cuyo peso no coincide entonces con el del esférico de plomo que sirve de base para la designación del calibre.

<i>Calibre en libras</i>	<i>Diámetro</i>		<i>Peso de la bala</i>	
	<i>Milímetros</i>	<i>Pulgadas</i>	<i>Gramos</i>	<i>"Grains"</i>
4	23,35 - 23,75	1"	113,4	1750
8	20,80 - 21,80	.835 - .848	56,7	875
10	19,30 - 19,70	.775 - .791	45,3	700
12	18,10 - 18,50	.729 - .752	37,79	583,5
14	17,20 - 17,60	.693 - .718	32,39	500
16	16,80 - 17,20	.662 - .666	28,34	437,5
20	15,60 - 16,00	.615 - .635	22,67	350
24	14,70 - 15,10	.579 - .582	18,89	291,66
28	14,00 - 14,40	.550 - .562	16,19	250
32	12,75 - 13,05	.529	14,17	218,75

A manera ejemplificativa: *calibre .16* significa un diámetro comprendido entre 16,8 y 17,2 milímetros, o sea el de una bala esférica de plomo cuyo peso es de 1/16 de libra.

Sin embargo, en las ánimas agolletadas, debe cuidarse que el diámetro de la bala (en caso de disparar proyectiles únicos) no sea superior al de dicho agolletamiento, lo que comercialmente se ha resuelto adoptando diseños especiales cilíndricos, provistos de amplias bases huecas o de anillos de forzamiento que permiten el paso por las zonas estrechas sin mayores obstáculos.

Como se dijera anteriormente, al número que indica el calibre se acostumbra agregar un segundo guarismo separado del anterior por una barra, el cual indica la longitud de la recámara del arma, o sea la longitud de la vaina del cartucho *vacío*. Por ejemplo, calibre 12/65 y 12/70 significan recámaras de 65 y 70 milímetros respectivamente, y lo mismo ocurre en otros calibres, existiendo en las mayores longitudes hasta de 75 milímetros que se adaptan a cargas *Magnum*. Los americanos emplean a veces la magnitud expresada en pulgadas, por ejemplo 2 y 1/2", 2 y 3/4", 3".

Por lo expresado, no deben dispararse cartuchos cuya longitud de vaina exceda a la de la recámara del arma, es decir, un cartucho 12/70 no debe dispararse en una escopeta con recámara de 65 mm; la inversa sí es posible.

También pueden agregarse otros términos que indican cargas especiales (*Express* y *Magnum*, Trazadora, etc.). En cuanto al tipo de perdigones, sólo se especifica cuando se trata de postas (a postas, *buckshot*, etc.) o de proyectiles únicos (*rifled slugs*).

El tipo de ignición del cartucho también se indica con un apelativo cuando no se trata de fuego central (*Lefaucheux*), y fuego anular (*rim fire*), que indican ignición radial y anular o periférica, respectivamente.

La nomenclatura se complica para las escopetas de pequeños calibres, inferiores al 28 en libra.

El calibre 32 (por ser un calibre en libra no va precedido de punto), se designa también 14 mm, término éste impropio, ya que corresponde al calibre 28, cuya equivalencia milimétrica es de 13,8 mientras que la real para el 32 es de 12,7 a 13,2 mm.

Le sigue en orden decreciente el calibre 36 en libra británico, que dejó de fabricarse. Sin embargo se aplica tal designación a un cartucho que en realidad corresponde al 40 en libra y que en pulgadas decimales tiene un diámetro de 410" (apelativo con el que se designa en EE.UU.). Este cartucho, uno de los más corrientes, recibe también una denominación impropia, cual es la de *12 milímetros*, ya que su medida real en este sistema es de 10,4 mm. Esta nomencla-

tura es corriente en nuestro país, designándose comúnmente *12 chico* para diferenciarlo del calibre 12 en libra.

Para calibres aun menores de fuego anular, se emplea la terminología milimétrica aunque debe hacerse notar que tampoco es exacta. Así, en el *9 mm Flaubert* el diámetro verdadero es de 8,1 mm, mientras que el *6 mm Flaubert* tiene una medida real de 5,5 a 5,6 mm.

Todas estas circunstancias tornan engorrosa la comprensión de los términos que indican el calibre y continúan por una razón de costumbre.

e) *Dimensión diametral del ánima.*— A los antiguos sistemas ponderales (relativos al peso) les siguió el sistema dimensional, excepto, como ya hemos visto, para las armas de ánima lisa. En el presente caso el calibre es designado por un valor numérico que indica el diámetro del ánima, ya sea tomado a nivel de la superficie de los macizos (*land diameter*) o de las rayas (estriado propiamente dicho o *groove diameter*).

Con respecto a las balas, cuyo diámetro era inferior al del ánima o lo igualaba con los sistemas de avancarga, puede decirse que la adopción del rayado o estriado y la retrocarga obligó a que el mismo fuera algo superior, a fin de que la toma del rayado se efectuara sin pérdida de gases. Generalmente se admite que este excedente está comprendido entre .005" y .010", pero no puede sentarse ninguna regla ya que varía mucho con las diferentes fabricaciones, tipo de rayado del arma, constitución y diseño de la bala, etcétera.

En las de plomo sólido existen tolerancias más amplias que en las encamisadas, cuyo diámetro es intermedio entre el campo y el macizo del cañón del arma, o coincide con éste.

Esta dimensión diametral es o no rigurosamente exacta. En las diferentes fabricaciones de un mismo cartucho se observan variaciones que, aparentemente distintas, constituyen sinónimos, dependiendo del criterio con que se establece la denominación (diámetro bruto o exacto, referido a los macizos, a las rayas, a la bala), o constituyendo un término en cierto modo convencional, variado, de forma de permitir la diferenciación entre muchos cartuchos del mismo calibre, pero con caracteres distintos.

Por ejemplo, calibres como .22"; .221"; .222"; .223", corresponden a ánimas de diámetro básico .22" (5,56 o 5,6 mm) y otro tanto

ocurre con los 10,2 mm; 10,5 mm; 10,75 mm; 10,8 mm, correspondientes al .44-40 W.C.F. Los ejemplos pueden multiplicarse, de lo que surge una abundante sinonimia muy confusa en algunos casos.

Las unidades mayores se estilan en las piezas de artillería (por ejemplo, cañones de 6 y 12 pulgadas, morteros de 4,2 pulgadas, cañones de 37, 57 y 75 mm, obuses de 105 mm, etcétera).

En las armas portátiles las dimensiones mayores corresponden a 1,5 y 1 pulgadas, siendo generalmente inferiores a esta magnitud.

Existen dos grandes modalidades. Por un lado, los europeos continentales prefirieron la designación métrica decimal (milímetros y fracciones), en tanto Gran Bretaña y Estados Unidos lo hacían en pulgadas centesimales (décimas, o lo que es más frecuente, centésimas y milésimas de pulgada).

Sin embargo, estas normas nunca fueron absolutas. Gran Bretaña fue la más apegada a su sistema. En Europa continental, especialmente en Alemania, era costumbre a veces agregar a la designación milimétrica de un cartucho, la correspondiente en pulgadas cuando el mismo no era de origen germano.

Por su parte, Estados Unidos conservó la designación original para muchos cartuchos de origen extranjero fabricados en el país. A su vez, en Sudamérica, ambas designaciones se utilizan según la procedencia de los cartuchos y en las naciones productoras también se emplean los dos sistemas.

Actualmente, sin embargo, existe una tendencia a adoptar el milimétrico decimal incluso por Gran Bretaña y Estados Unidos. A partir de 1950, fecha en que se unificaron los calibres entre los integrantes de la NATO, se implantaron los cartuchos 7,62 mm NATO para arma larga y 9 mm *Parabellum* para cortas, identificándose con estos guarismos en todas ellas. Por otra parte, EE.UU. oficializó al cartucho .223" *Remington* como 5,56 mm, aunque los comerciales continúan designándose por el sistema de pulgada decimal. En los últimos años, empero, varios creados en dicho país con fines deportivos, se nombran en la misma forma (6 mm *Remington*; 5 mm *Remington*; 7 mm *Remington Magnum*), mientras que otros lo son en pulgadas (.17 *Remington*; .225 *Winchester*; .22-250; .25-06, etcétera).

Examinemos ahora estos distintos modos de designación y las numerosas variantes que presentan.

1. *Designación milimétrica.* Es empleada esencialmente en

Europa continental y aunque no de manera exclusiva en otras naciones.

Estados Unidos ya la había utilizado a fines del siglo pasado cuando creó el calibre 6 mm (.236") para el fusil *Lee*, y también la siguió empleando para los cartuchos extranjeros fabricados allí; si bien en la actualidad algunas fábricas tienden a adoptarla, otras persisten con el sistema en pulgadas. Militarmente existen ambas, puesto que al lado de los términos 7,62 mm; 5,56 mm, persisten otros como el .30"; .45"; .50", etcétera.

Las productoras sudamericanas utilizan ambos sistemas sin cambiar su denominación original excepto en algunos casos; por ejemplo Argentina llama al .45 ACP, 11,25 mm; al 50 *Browning*, 12,7 mm, etc., mientras que los calibres .32", .38" y .44-40, conservan su apelativo original. Brasil, en cambio, mantiene el de origen para casi todas las municiones producidas.

El término se compone de un número entero seguido por uno o dos decimales, con una separación concretada mediante un punto (en realidad debería ser una coma, matemáticamente hablando).

La escala es muy amplia, extendiéndose desde un mínimo (2,7 mm) hasta máximos de 15 a 20 mm, y existe una abundante sinonimia según que el número exprese el diámetro entre campos o macizos, el de la bala, o términos convencionales aproximados; que exprese fielmente la medida, apareciendo entonces diferencias debidas a las tolerancias de fabricación. De esta forma, no siempre el número es fiel en su significado.

Así por ejemplo el calibre 7,65 *Browning* tiene una bala que mide 7,85 mm, por lo que el número indica seguramente el diámetro en los macizos del arma. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que el diámetro de las balas puede variar para un mismo calibre dentro de ciertos límites. Así, para el 7,65 mm *Browning* oscila entre 7,67 y 7,89 mm, con un máximo de 7,95 mm. Estas diferencias son aun más considerables en las balas de plomo, lo que explica que un mismo calibre pueda ser denominado por números apreciablemente diferentes.

2. *Designación en pulgadas decimales.* Era utilizada exclusivamente en Gran Bretaña y de manera similar en EE.UU., si bien en la primera unos pocos calibres conservaban la original (por ejemplo: 7 mm *Mausser*).

Tratándose en general de dimensiones inferiores a una pul-

gada, se les expresa por un guarismo de una, dos o tres cifras precedido por un punto que indica que se trata de fracciones decimales de aquella medida. Por ejemplo: calibre .5"; .50" y .500" son sinónimos (expresados en décimas, centésimas y milésimas, respectivamente).

Gran Bretaña acostumbraba usar sobre todo la designación en décimas y milésimas, mientras EE.UU. empleaba sobre todo centésimas. Al multiplicarse los tipos distintos de cartuchos en un mismo calibre, fue necesario valerse de todas las modalidades posibles a fin de diferenciarlas, y es así que este último país empleó también las milésimas, reservadas primero para cartuchos de origen británico, como por ejemplo .275 *Holland & Holland*.

Técnicamente debe preceder un punto al guarismo. Sin embargo, esta costumbre se estila sobre todo en terminología militar, aunque en la comercial también debe emplearse a fin de evitar confusiones. En efecto, puede diferenciarse fácilmente el calibre 32 en libra (que no va precedido de punto), del .32 de revólver o de carabina que sí lo llevan.

Antes de adoptarse esta modalidad era común ver en los catálogos tales calibres en pulgadas expresados de distintas maneras. Por ejemplo, el calibre .44 podía escribirse 0.44; 44/100; n° 44.

A su vez, si se trataba de un .500 se usaban: 0.500; 500/1000.

Obsérvese que los denominadores son solamente dos, es decir, 100 y 1000, lo que impide su confusión con otras designaciones bidimensionales en las que el segundo guarismo tiene otros significados, como luego veremos.

Otras naciones usaron medidas diferentes a la pulgada. Rusia, por ejemplo, empleaba la línea, equivalente a .10" de pulgada, o sea 2,54 mm. El fusil *Moisin-Nagant M 1891* era de calibre 3 líneas designándose *fusil de 3 líneas*. Posteriormente se sustituyó este sistema por la denominación milimétrica, correspondiendo entonces 7,62 mm, que en pulgadas equivale a calibre .30" (3 líneas = .30" = 2,54 x 3 = 7,62 mm).

Como en el caso de la designación milimétrica, el guarismo puede expresar la medida del ánima en los macizos o en las rayas, así como el de la bala, y muchas veces no tienen nada que ver con ellos. Se recurre a figuras distintas para diferenciar tipos diferentes de cartuchos en un mismo calibre. Consecuentemente, la sinonimia dimensional no indica intercambiabilidad de los cartuchos.

A manera de ejemplo diremos que los calibres .221", .222" y

.223" son análogos en diámetro, pero sus cartuchos son totalmente diferentes y de ningún modo intercambiables.

Otras veces, en cambio, los cartuchos pueden dispararse indistintamente en una misma arma, caso del .38" y del .380" o del .32" y del .320".

En contraposición a ello, muchas designaciones no son exactas. Así, el .38 *Special* tiene un diámetro en el ánima de .357", pero esto no indica que los cartuchos .38" y .357 *Magnum* sean intercambiables. Si bien los primeros pueden dispararse en armas para el segundo, la inversa no es posible, pues el .357 tiene mayor longitud de vaina y desarrolla presiones no soportadas por un revólver .38 estándar.

Las circunstancias posibles son muy numerosas, sólo se pretende brindar una guía para comprender el problema, aclarándose que en más de una oportunidad se deberán consultar manuales adecuados.

3. *Designaciones multidimensionales.* Obligadas para diferenciar distintos tipos de cartuchos a medida que éstos se fueron multiplicando, imponen casos muy numerosos:

a) El calibre es designado por dos guarismos separados por un guión, una raya oblicua, o una coma o apóstrofo.

1) El primer guarismo indica el diámetro de la vaina (o de la recámara) en su base, en tanto el segundo expresa el mismo a nivel del cuello (o de la parte anterior de ésta). En tales casos se trata de cartuchos que han sido agolletados conservando en lo posible la capacidad de la vaina primitiva, tanto se trate de tipos de fuego anular como de ignición central.

En estas circunstancias el calibre es indicado por el segundo número. Ambos van separados por un guión o una barra oblicua.

Es el caso del .577/450 *Martini Henry* reglamentario en Inglaterra hacia 1870 y constituido en realidad por una reducción de la vaina del predecesor .577 *Snider*. Del mismo modo el .297/230 *Morris Corto* es una reducción de la vaina del .297 para disparar en tubos reductores adaptados a fusiles militares.

Algunos cartuchos de fuego anular o periférico con vaina de cobre, extensamente usados en la Guerra Civil norteamericana, se nombraban con el mismo sistema; por ejemplo los .56-56, .56-52, 56-50 y .56-46 *Spencer* tenían una vaina que medía .56" en la cabeza mientras que en el cuello las dimensiones podían ser análogas

(vaina cilíndrica), o progresivamente menores (agolletamientos crecientes).

También se emplea el mismo sistema para muchos cartuchos experimentales en donde el segundo guarismo indica el calibre a que se ha reducido la vaina primitiva. Por ejemplo *Nieder* .32-40/22, *Meredith* .250/22, etc. El nombre que precede (o sigue) a los números se refiere al creador del modelo. Sin embargo, existen excepciones, ya que muchas veces el calibre es indicado por el primer guarismo mientras que el segundo indica la vaina original, como por ejemplo .22/30'06 *Henlein*; .220/30 *Baby Swift*, etcétera.

2) En las armas de ánima cónica también se emplea una figura binumérica, pero aquí el primer guarismo indica el diámetro del ánima a la salida de la recámara, mientras que el segundo se refiere al de la boca del arma, correspondiendo por lo tanto al calibre. Ejemplo: .30/24; .656/50; .14/9, etcétera.

En los cañones de ánima cónica ensayados en Alemania, la proporción entre los diámetros inicial (D) y final (d) era de: $D/d=1.30$ a 1.50.

3) Otras veces la designación binumérica posee distinto significado. El primer guarismo indica el calibre mientras que el segundo (separado comúnmente por un guión) expresa la carga de *grains* de pólvora negra que llevaba el cartucho original.

En esa época, para aumentar la efectividad del proyectil en un calibre dado, era necesario elevar la carga aumentando la capacidad de la vaina sobre la base de un aumento en su longitud o en el diámetro de su mitad posterior. La nomenclatura señalada permitía pues identificar cada uno de estos cartuchos, como por ejemplo: .44-40; .32-30, etc. Cuando se adoptó para muchos de ellos la pólvora sin humo se mantuvo la denominación, aunque entonces el segundo número no se refiere a la carga real sino a la primitiva.

La confusión es mayor todavía ya que se han diseñado y fabricado cartuchos que, aunque nunca fueron cargados con pólvora negra, se designan como si ésta fuera la propulsora del proyectil. Ejemplo: los cartuchos .32-20 y .30-30 *Winchester*. En estos casos el segundo número indica una carga teórica que nunca fue llevada a la práctica.

4) El segundo número puede indicar una modificación del ángulo del hombro de la vaina. Este sistema se utiliza en algunos cartuchos experimentales. Así, .222-45 significa un cartucho .222 *Remington*, cuyo hombro de 23 grados ha sido remodelado a 45 grados.

En rigor, en este caso conviene indicar en forma adecuada el cambio (.222-45°).

5) El segundo número puede referirse al tipo de arma que dispara un cartucho de poder superior al estándar en el calibre. Por ejemplo, el .38-44, es un cartucho especial calibre .38" de alta velocidad para ser usado en revólveres de ese calibre, aunque de modelo, dimensiones y peso similares al .44 *Smith & Wesson* n° 3 de simple acción.

6) Otras veces el segundo guarismo se refiere a la velocidad inicial del proyectil, lo que se reconoce fácilmente porque siempre se compone de cuatro cifras. Debe tenerse en cuenta que la velocidad indicada (habitualmente expresada en pies por segundo), se refiere a un determinado peso de proyectil, ya que al variar éste también lo hace la velocidad. Sin embargo, en cartuchos comerciales se conserva el apelativo que indica la *performance* máxima.

Por ejemplo, el cartucho .250 introducido por *Savage* en 1915 era designado .250/3000 debido a que desarrollaba tal velocidad inicial con una bala de 87 *grains*. Posteriormente se le dotó de otras más pesadas, con lo que la velocidad oscilaba entre 2900 y 2650, aunque se mantuvo la designación original. Recién cuando la bala de 87 *grains* fue abandonada, el cartucho se denominó .250 *Savage* aunque algunas productoras conservan el nombre primitivo.

En muchos *wildcats* se emplea el mismo sistema, aunque en tales casos la velocidad indicada es la que verdaderamente corresponde a la carga o modificación ideada. Ejemplos: .22/4000 *Krag-Davis*; .22/3000 *Lovell*, etcétera.

7) El segundo número separado por un guión, puede indicar el peso de la bala cuando ésta corresponde a un cartucho de diseño y uso especial. Por ejemplo, .38-200 corresponde a un cartucho adaptado para ser disparado en revólveres del calibre .38 *S & W*, que en lugar de llevar la bala estándar de 146 *grains* lleva otra de 200 *grains*.

Fuera de casos especiales no es costumbre incluir la mención aislada del peso de la bala en la denominación del calibre.

Es obvio señalar que en este caso la figura nominativa se refiere exclusivamente al cartucho y no al arma, en la que igualmente se pueden disparar balas de otros pesos.

8) El segundo número puede indicar la longitud de la vaina del cartucho expresada en pulgadas inglesas o milímetros.

El primer sistema fue utilizado en Gran Bretaña y Estados

Unidos, mencionándose dicha longitud a continuación del número que indica el calibre, separándola de éste por un guión o poniéndola entre paréntesis. Ejemplo: .450 Rev. 55/64"; .577 Nitro Express 2 y 3/4", etc. Las diferencias de carga en la época de la pólvora negra obligaron a emplear variadas longitudes de vaina e impusieron su mención en la nomenclatura a fin de identificar correctamente los cartuchos.

La mención en pulgadas contesimales fue menos empleada, pero encontramos ejemplos en algunos cartuchos de fuego anular. Por ejemplo: .46 R.F. 1".110; .46 R.F. 1".125. Como se ve, en estos casos el número que indica la longitud sigue al que denomina el calibre. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que para utilizar esta denominación es preciso que las diferentes longitudes de vaina hayan respondido a un fin específico que confiera individualidad al cartucho. Variaciones de longitud en las vainas debidas a tolerancias amplias y a diferentes producciones, carecen de valor, y su mención, lejos de facilitar la identificación, la complica.

En condiciones excepcionales la longitud de la vaina se expresa en calibres, y este sistema se emplea para algunas municiones de artillería. El sistema europeo continental, en cambio, expresa dicha longitud en milímetros y fracciones, separándola del número que indica el calibre por el signo de multiplicación (x).

Ejemplos: 7 x 57 mm; 7 x 72 mm, etc. En la actualidad este sistema tiende a introducirse en todas las naciones, inclusive en la terminología militar, como puede verse en los ejemplos que siguen: 5,56 x 45 mm, es el nombre correcto del .223 Remington; 7,62 x 39 mm, es el que corresponde al cartucho *rimless* soviético; 7,62 x 51 mm es el del cartucho NATO; 9 x 19 mm corresponde al 9 mm *Parabellum*, etcétera.

Este sistema tiene la ventaja de permitir un reconocimiento muy exacto de los cartuchos, lo que es importante dada la gran variedad que existe en cada calibre, sin que sea posible intercambiarlos entre sí. Pero como en los casos anteriores, pequeñas variantes de longitud pueden encuadrar en las diferencias de fabricación, criterio de los fabricantes o tolerancias admitidas, lo que da origen a una confusa sinonimia. Por ejemplo, son análogos el 11 mm Revólver M 1873 y el 12 mm Revólver M 1873; lo mismo que el 11,2 x 35,9 mm Montenegrino y el 11,4 x 36 mm Montenegrino, etcétera.

La palabra agregada tiene entonces mucha importancia, pues-

to que una diferencia de 1 mm, que en algunos cartuchos no tiene transcendencia, la *cobra* en otros, tal es el caso de las series *Mausser* y *Mannlicher-Schoenauer*, cuyos componentes no son intercambiables, diferenciándose por las vainas de diferente longitud (más largas en los primeros y más cortas en los segundos), aparte de sus diferencias balísticas.

9) El segundo número puede indicar el año en que fue creado el cartucho o el arma que lo dispara. Generalmente esta fecha se expresa, sea en forma completa precedida o no de un término abreviado que indica *modelo*, o en forma parcial, citando los dos últimos dígitos y separándolos, sea por la misma abreviatura o por un apóstrofo. Por ejemplo: 7,92 mm *Mausser* M 1888 (que puede también expresarse 7,92 mm *Mausser* M 88).

Cuando un arma o cartucho ha sufrido modificaciones menores puede designarse el calibre anotando las dos últimas cifras del año de su creación y las dos del año de modificación, separadas ambas por una barra. Ejemplo: 10,4 mm Revólver de Ordenanza Suizo M 1872/78 o M 72/78.

b) El calibre se designa por tres guarismos separados entre sí por guiones o barras.

1) El primer número indica el calibre (por lo general en pulgadas decimales, ya que el sistema se empleó principalmente en EE.UU.), el segundo la carga de *grains* de pólvora negra y el tercero el peso de la bala en *grains*.

De esta forma se hace posible diferenciar con gran exactitud diferentes cartuchos de un mismo calibre, equipados con distintas cargas de pólvora negra y balas de diferente peso. A medida que se fue estandarizando la producción desaparecieron muchos cartuchos y la nomenclatura se simplificó eliminando el tercer guarismo.

Ejemplos: .50-110-300; .40-60-200, etc. El nombre completo del conocido .44 *Winchester* C.F. o .44-40, sería .44-40-200.

La adopción de las pólvoras sin humo hizo desaparecer este tipo de designaciones, aunque como vimos, se conservan muchas bidimensionales, siendo excepcional que hoy se utilicen, fuera de cartuchos *wildcats* donde todavía se recurre a este sistema.

2) Otras veces el primer término se refiere al diámetro de la vaina en la base, el segundo al calibre (o sea al diámetro en el cuello), ambos separados por una barra, y el tercero (separado por una coma), a la longitud de la vaina, por lo general en pulgadas inglesas.

Este sistema fue utilizado en Gran Bretaña y EE.UU., por ejemplo: .500/465 *Nitro Express*, 3 y 1/4"; .500/450 *Express*, 2 y 23/32", etcétera.

3) En Europa Continental solía emplearse una denominación tridimensional en la que el primer número se refería al calibre en milímetros, el segundo (separado por el signo x) al largo de la vaina, y el tercero, separado por un guión o incluido entre paréntesis, a la denominación adoptada en el país de origen del cartucho.

Ejemplos:

10,85 x 18,80 mm - *Kal .442 Rev.* = .442 *Rev.*

8 x 58,5 R - .360 *British* = .360

4. *Designaciones mixtas y complejas.* Aun con todos estos procedimientos, la enorme variedad de tipos de cartuchos de cada calibre obliga a recurrir a agregados que permitan su exacta identificación. De este modo nacen sistemas y modalidades distintas, muchas veces subordinados a las normas del país, al destino de la munición, al modo en que debe ser empleada, armas a que puede adaptarse, nombre del creador o fabricante, etcétera. Inclusive se emplean figuras convencionales que sólo indirectamente informan respecto del diámetro de la bala o del ánima. Todo esto crea eventualidades muy numerosas que no es posible detallar exhaustivamente; sin embargo, se proporcionarán distintos ejemplos que permitan desempeñarse en los casos más corrientes.

a) Apelativos agregados pueden indicar el tipo de arma a que se halla destinado el cartucho (por ejemplo: .320 *Revólver*; .38 *Automatic Pistol*; .30 *Carbine*), el sistema de la misma (por ejemplo: .32 *Self-loading rifle*), el uso a que se halla destinado un cartucho (por ejemplo: 10,8 mm *Montenegrin Gasser Rev.*; .30 *U.S. Ball Army & Navy o AN*, etcétera).

En algunos casos se emplean términos especiales, por ejemplo: .450 *target* (para tiro al blanco); 6 mm *scaciacane* (significa ahuyenta perros); .310 *kattle killer* (indica un cartucho para abatir reses vacunas u ovinos), etcétera.

b) Un apelativo indica a veces el tipo de ignición del cartucho, aunque hoy esto sólo se aplica a aquellos casos en que dicha ignición no es central, o cuando siéndolo se emplean fulminantes de sistemas especiales (por ejemplo: *rim fire* indica fuego anular; *Lefauchaux*, nombre del creador, señala la ignición a espiga o radial, etc.). Los

términos *inside primer*, *martin primer* y otros, se refieren a cebos especiales.

c) El tipo de lubricación de la bala se indicaba antes empleando los términos *outside lubricated* e *inside lubricated*, para la externa e interna respectivamente. Tal costumbre ha caído en desuso.

d) En cambio, ciertos caracteres de las vainas pueden ser especificados, sobre todo cuanto existe más de un tipo de las mismas para un cartucho dado. Si no es así, tal carácter se omite. Por ejemplo: cuando un cartucho puede ser provisto con vainas con reborde o con otras sin reborde, pero con surco de extracción, se agrega *rimmed* o "R", en el primer caso y *rimless* o nada en el segundo. Los británicos emplean el término *flanged* para las vainas con reborde.

En algunos casos, como todavía acontece con ciertos cartuchos japoneses, se usa una vaina que posee a la vez reborde y surco de extracción, indicándola los americanos como *semirimmed*, mientras que si la vaina normal de un cartucho es de este tipo (por ejemplo: 7,65 mm *Browning*; .38 ACP) no se hace mención alguna. Los cartuchos de fuego anular llevan normalmente vainas con reborde, lo mismo que muchos de fuego central, en cuyo caso nada se menciona. El término *belted*, que indica vaina con cinturón, también se usa a veces, sobre todo cuando el cartucho existe con vainas de otro tipo, o cuando se quiere destacar esta cualidad que le confiere un sólido apoyo en la recámara. Lo mismo acontece con *reduced rim* (rebordo reducido).

En la serie de *Sharp* y en otros casos en que un mismo calibre podía fabricarse con vainas cilíndricas y agolletadas, se usaban los términos *straight* para las primeras y *necked* para las segundas.

e) Antiguamente se mencionaba la especial constitución de la vaina, sobre todo en la era de los cartuchos primitivos, por ejemplo: *.69 paper musket* (envoltura de papel que contenía la bala y la carga propulsora); *.44 Colt Combustible* (con vaina combustible de papel nitrado o de otros materiales); *.44 Colt Skin* (con vaina combustible de piel delgada); *.50 Smith Paper & Foil*, etcétera.

Las vainas hechas con láminas metálicas enrolladas en espiral se denominaban *coiled*. *Double culot* (culote doble) especificaba vainas con cabeza reforzada por una sobre-envoltura metálica, etcétera.

f) La adaptación de la bala a la vaina mediante una cofia de papel lubricado se especificaba como *paper patched*.

g) La naturaleza de la carga se indica por apelativos especiales en el idioma de la nación productora, por lo que son muy varia-

bles e imposibles de reproducir en su totalidad. Siendo el inglés idioma universal, nos referiremos a este caso como ejemplo.

Así, los cartuchos para fogueo (desprovistos de balas, se designan como *blank*) (blancos o ciegos); *pour salves, a salve, festim*, son los términos usados en Francia, Italia y Brasil, respectivamente.

Shot indica cartuchos cargados con perdigones. Habitualmente no se usa en los de caza para escopeta, ya que constituye su carga habitual, especificándose en este caso cuando ella es diferente de la usual. Así *buckshot* indica carga de postas o balines y *rifled slug* proyectil único.

Ball indica que el cartucho lleva una bala normal sólida. *Buck & Ball*, que contiene una bala sólida y postas de menor diámetro (usado en cartuchos de papel primitivos); *CN* y *CS* se refieren a cargas químicas de agresivos lacrimógenos o irritantes. Los cartuchos *scheintod* germanos para pistolas de defensa de ánima lisa contenían mezclas químicas capaces de causar lipotimias.

Dummy se aplica a falsos cartuchos totalmente inertes empleados para ejercicio en el funcionamiento y manejo mecánico del arma.

High pressure test, proof y tormento son términos usados para indicar cartuchos con cargas de presiones superiores a los normales empleados en los tests de resistencia de las armas. Estos cartuchos poseen, en la mayoría de los casos, identificaciones especiales (colores, marcas de culote, etc.), pero en otros no ocurre así y sólo pueden reconocerse por las indicaciones de los envases.

h) Ciertos apelativos se emplean para indicar diferentes velocidades iniciales y constituye ejemplo el calibre .22" de fuego anular, donde existen tipos *standard velocity, high velocity* o *low velocity*, según ella sea normal, alta o baja. En una época se produjeron tipos de .22 Corto de velocidad superelevada para el calibre, que se identificaron según las fábricas con nombres especiales: *rocket* por *Remington*; *thunderboldt* por *Peters*, etcétera. El apelativo *super vel* designa municiones de fuego central en alta velocidad, usualmente destinadas a revólveres y pistolas.

i) Una terminología confusa consiste en emplear los términos "nº 1", "nº 2", "nº 3", etc., ya que su acepción varía en muchos casos según la época y procedencia. Estos términos no deben confundirse con la indicación del calibre en épocas pasadas, ya analizados (por ejemplo: nº 44 por calibre .44) y que consta de 2 o 3 cifras por haber sido norma americana o inglesa.

Por ejemplo, los británicos indicaban así los pequeños cartu-

chos de fuego anular, designando "nº 1" al de 6 mm; "nº 2" al de 7 mm y "nº 3" al de 9 mm, especificando además con los términos *shot* y *BB Cap* la naturaleza de la carga.

En cartuchos de fuego central "nº 1" y "nº 2" indicaban diferentes cargas en un mismo calibre o incluso cartuchos diferentes. Por ejemplo el "nº 1 *Express*" era en realidad un .577/450 con vaina de 2.78", en tanto que el "nº 2 *Express*" era un .500 con vaina de 2.87".

En otra acepción, dichos números podían indicar diferentes diámetros del proyectil en un calibre dado. De tal manera Gevelot fabricó tres tipos de cartuchos calibre .22 *Long Rifle* (Largo Rifle) designados como "nº 6", "nº 9" y "nº 12". El primero llevaba un proyectil de 5,64-5,66 milímetros de diámetro, especialmente adaptado a carabinas *Match* germanas, americanas, danesas, francesas y suizas. El "nº 9" tenía una bala de diámetro 5,67-5,69 milímetros y se destinaba a carabinas semiautomáticas de campo, o para otras de repetición y para ciertas pistolas. El "nº 12", con diámetro de 5,70-5,72 milímetros se adaptaba a carabinas centro-europeas.

También los términos "nº 1" y "nº 2" se emplearon en *wildcats* para indicar modelos sucesivos confeccionados por un creador, generalmente en un calibre dado.

j) La longitud de la vaina se expresa por términos significativos como *short*, *long*, *extra long*, e indica indirectamente diferencias de carga, lo que era usual en la época de la pólvora negra, aunque persistió para algunos cartuchos al adoptarse la pólvora sin humo.

k) La naturaleza de la carga propulsora se indicó en una época de transición, cuando un mismo cartucho podía alojar cargas de pólvoras negras o sin humo. Así, *black powder*, *smokeless* y *nitro*, fueron empleadas sobre todo por los ingleses, que incluso se valían de una identificación especial en el culote para distinguirlas.

l) Apelativos especiales fueron y son usados para indicar cargas de poder superior al considerado normal, pudiendo referirse al mismo cartucho o a cartuchos del mismo calibre pero distintos del estándar.

De tal manera se emplean *high power*, *express* y *magnum* tanto en Gran Bretaña como en EE.UU., abundando actualmente estos tipos tanto para cartuchos de armas cortas como largas. Un hecho a tener en cuenta es que tales cartuchos requieren armas especialmente diseñadas para dispararlos. (Ejemplo: .357 *Magnum*; .44 *Magnum* y .41 *Magnum*, para revólveres.)

ll) El nombre del creador o el del fabricante del cartucho es

agregado para facilitar la identificación. (Ejemplo: .22 *Savage*; .22 *X.L. Maynard*; .222 *Remington*, .300 *Savage*, .375 *Holland & Holland*, etc.). Algunos diseñadores han creado verdaderas series de cartuchos en los que prima un rasgo esencial para cada una (por ejemplo: series de *Weatherby*, *Mauser*, *Mannlicher*, *Halger*, etcétera).

m) Una creación comercial o experimental dada puede recibir un nombre especial que muchas veces sugiere algún rasgo que la señala, aunque otras no. Por ejemplo, Winchester introdujo en 1938 el cartucho .218 *bee* (abeja), y otros ejemplos los constituyen el .221 *Remington fireball* (bala de fuego), .22 *jet* (cohete), etcétera. En la serie de *wildcats* esta costumbre es muy corriente y pueden verse los apelativos más pintorescos y sugestivos.

n) La figura agregada puede indicar el modelo del cartucho, para lo que se emplean diferentes formas, según el país causa.

En Estados Unidos y algunos países europeos el modelo se indica por el término *model* o "M", seguido de la fecha correspondiente al año o sus dos últimos guarismos separados por una barra o un apóstrofo, como ya hemos visto. A veces se especifican dos fechas, correspondiendo la primera al modelo original y la segunda a la modificación introducida.

Mientras un cartucho se encuentra en etapa experimental se acostumbra a designarlo con la letra "T" seguida de un número separado por un guión.

Otras veces el modelo se identifica con números de orden separados por un guión. Por ejemplo .30'-06- M1 y M2, correspondiendo el primero a un cartucho con bala cola de bote y el segundo a uno de base plana, el primero de 172 *grains* y el otro de 150.

Los británicos emplean *mark* o *MK*, y lo mismo ocurre en otros países como Japón. Cuando la variante que caracteriza al modelo es notoria se numera con guarismos romanos, por ejemplo *MK II*, mientras que si se trata a su vez de una ligera modificación de éste, se le agrega un asterisco (*MK II**).

ñ) Diversos términos se refieren a cualidades inherentes a la bala. El diámetro, ya lo hemos visto, puede merecer distingos especiales. En el 7,92 x 57 mm germano el diámetro del ánima puede ser de .318" en el modelo 1888 o de .323" en el M 1905. Los cartuchos que llevan balas correspondientes al primero se identifican con la letra "J" agregada al calibre, en tanto que los segundos lo son con la letra "S". Éstos no pueden dispararse en armas con el ánima de menor diámetro, pero la inversa es factible.

La forma puede merecer apelativos especiales, expresados casi siempre con abreviaturas que corresponden al idioma original, por ejemplo: *flat nose*, *spitzer*, *round nose*, *sharp point*, *wad cutter*, *blunt nose*, etc., indican formas especiales de la punta. A veces se recurre a términos indirectos para definirla, sobre todo cuando una variante de forma condiciona una acción o uso especial del cartucho, por ejemplo: *.38 Colt New Police*, indica un cartucho con proyectil de extremidad truncada a fin de elevar su *stopping power* (poder de detención). Lo mismo ocurre con el *.38 S & W Super Police*, que posee una extremidad semiesférica y un peso superior al estándar. En otro orden, pueden mencionarse caracteres de la base, como *boat-gacteres tail* (cola de bote), *flat tail* (base chata o roma), *hollow tail* (base hueca), *minié ball* (sistema *minié*), etcétera.

La constitución de la bala se expresa por numerosísimos términos. Por lo general los sólidos se denominan *solid*, agregando si son de plomo desnudo (*lead*) o encamisados (*jacket*). Según se disponga la camisa se distingue *full jacket* (totalmente encamisada, excepto en la base), *semi jacket* (media camisa), etcétera.

En muchas balas deportivas se define la constitución simultánea con la acción y la forma, por ejemplo *spitzer soft point* (punta blanda ojival aguda), *round nose hollow point* (punta hueca ojival), etc. O se emplean designaciones patentadas para diversos sistemas de proyectiles expansivos (*Silvertip*, *H-Mantel*, *Kore Lokt*, *Power Lokt*, etcétera).

Los términos *spaterless* y *frangible* se refieren a balas que se desintegran en el impacto. Del mismo modo, otros, capaces de dividirse en varios fragmentos, o impulsados con cargas moderadas, se designan *guard* (proyectil para guardias), o *riot* (antimotines).

La acción especial de los proyectiles puede indicarse por varios términos o signos así como identificaciones coloreadas, envolturas especiales o formas propias; de este modo se distinguen cartuchos militares trazadores, perforantes, incendiarios, de acción mixta, etcétera.

o) Algunos fabricantes europeos han identificado cada cartucho con números y letras propios, cuya mención permite denominarlos aun omitiendo su calibre y características. Tal lo que ocurre especialmente con D.W.M. y G. Roth. No pueden incluirse aquí las listas respectivas, pero a título de ejemplo digamos que en la serie D.W.M. el nº 471 corresponde al cartucho 7,65 mm *Luger Auto Pistol*. Las variantes en un mismo cartucho son indicadas por letras

agregadas (por ejemplo: 480C corresponde al 9 mm *Parabellum* y 480D al mismo con carga especial para ametralladora).

Si las variantes son menores se emplean números-asteriscos agregados.

p) Existe aun una serie de apelativos convencionales muchas veces simbólicos, que se utilizan para identificar algunos cartuchos. Ya vimos que este sistema se emplea en cartuchos comerciales, pero especialmente se prodiga en *wildcats*, donde a veces los términos son ciertamente pintorescos, por ejemplo: .14 *Jones scorpion*, .22 *varminter*, .240 *cobra*, .25-35 ICL *coyote*, .219 ICL *wolverine*, etc. Muchas veces la mención aislada del apelativo identifica al cartucho, con o sin agregado del nombre de su creador, por ejemplo: R-2 *Lovell*, *Mc Crea Bumblebee*, etcétera.

q) Finalmente, la designación puede ser muy compleja empleando términos referentes al tipo de cartucho o vaina, cualidades especiales del cartucho, efecto de sus proyectiles, etcétera.

Estos hechos se complican aun por la gran cantidad de sinónimos debido a los hechos que ya mencionamos en párrafos anteriores, y a la diferente designación en diversos países (por ejemplo: .404 *Jeffery* es sinónimo de 10,75 x 73 mm, siendo el primero británico y el segundo germano).

2. DETERMINACIÓN DEL CALIBRE Y MARCA DEL ARMA EMPLEADA SOBRE LA BASE DEL PROYECTIL OBJETO DE ESTUDIO

Normalmente, el proyectil disparado con arma de fuego que guarda vinculación con un hecho delictuoso, es entregado al perito para que determine la identidad del mismo con el arma utilizada, siempre y cuando no se plantee la necesidad previa de estudiar mediante análisis químico las sustancias adheridas a su superficie.

Obviamente, tal proyectil debió provenir del cuerpo del occiso (extraído al momento de la obducción), del cuerpo de una persona herida (extraído mediante intervención quirúrgica), del objeto en el cual se encontraba incrustado, o bien de la superficie donde quedara depositado (piso, acera, mueble, etcétera).

Cubierta esta etapa, puede ocurrir que el experto cuente o no con el o las armas secuestradas. En ambos casos, lo primero que debe llevar a cabo es la determinación del calibre y marca del arma

empleada por medio del examen del proyectil que se le aportara. En el primer caso (armas secuestradas), para eliminar de la experiencia posterior a las armas que no respondan al calibre y marca determinados; en el segundo caso (ausencia de armas), para que se disponga el secuestro de las que respondan a tal calibre y marca, en poder o dominio de autores sospechados.

a) *Determinación del calibre del arma empleada.*— Para ello habrán de contemplarse tres posibilidades: 1) que el proyectil secuestrado se encuentre íntegro; 2) que el mismo presente deformaciones o aplastamientos, parciales o totales, y 3) que esté incompleto, por separación o pérdida de sustancia.

1) En este caso, el calibre se determina midiendo dos estrías opuestas por medio de un micrómetro (instrumento que sirve para medir objetos o longitudes sumamente pequeños).

2) Si el proyectil presenta deformaciones o aplastamientos parciales, que generalmente se producen en la punta u ojiva, no van a surgir inconvenientes para realizar la operación mencionada en el inciso anterior. Si la deformación o el aplastamiento afecta la zona útil (tatuaje de campos y macizos transmitidos por el ánima del cañón) en el sentido longitudinal, o si el aplastamiento es total por haber impactado perpendicularmente (formando un ángulo de 90 grados con la superficie afectada) sobre una chapa de acero o elemento de muy dura consistencia, entonces la medida debe ser tomada sobre el culote del proyectil, ya que sólo en casos excepcionales éste se deforma o desintegra. En caso de duda, puede recurrirse al pesaje del elemento para su posterior cotejo con otros previamente promediados y tabulados que respondan al calibre determinado.

Si se sospecha que no responden a la misma aleación de materiales, puede llevarse a cabo el cotejo a través de su peso específico, empleando para ello la balanza hidrostática, basada en el principio de Arquímedes de que "Todo cuerpo sumergido en un líquido recibe un empuje de abajo hacia arriba igual al peso del líquido que desaloja".

El peso de una bala disparada puede ser útil en la determinación del calibre (o calibre probable) en aquellos casos donde, debido a la deformación, no puede practicarse la medición del diámetro. Es aplicable sólo en aquellos casos donde se aprecie claramente que no se ha perdido ningún fragmento del material que la constituye.

Para llevar a cabo una determinación como la expresada en el último párrafo, se hace necesario contar con una extensa compilación de pesos, calibres y tipos de proyectiles de cartuchos.

Del conocimiento del peso de una bala disparada y su tipo, por ejemplo: plomo sólido o encamisada (incluyendo el tipo de camisa metálica), puede determinarse a menudo el tipo de cartucho de donde provino, así como su calibre. Sin embargo en algunos casos surgen varias posibilidades, por ejemplo, una bala de plomo sólido que pese de 80 a 81 *grains* podría provenir de cinco cartuchos diferentes, en cuanto al peso se refiere. Pese a tales limitaciones, la información que pueda contener una tabla como la sugerida es muy útil.

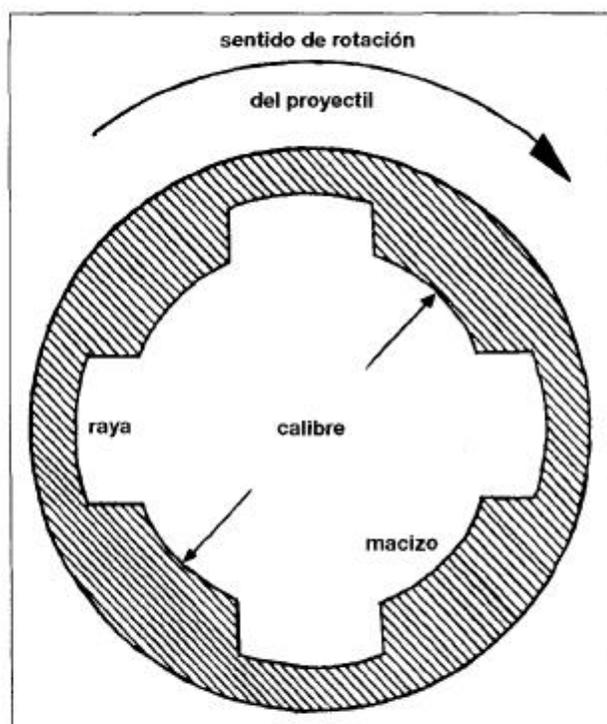


Figura 143

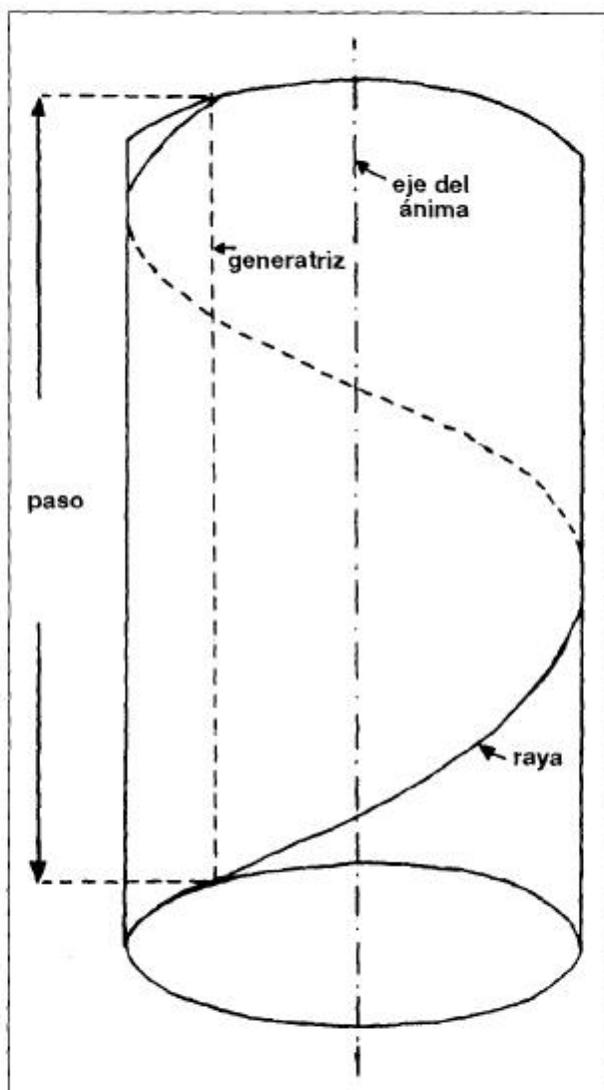


Figura 144

Espira: Arco de hélice (raya) que corresponde a un paso.

3) Frente a esta circunstancia, si no se tuvo la precaución de recoger las porciones dispersas o resultare infructuosa su búsqueda, se procurará establecer su calibre por medio de alguna de las medidas indicadas si restare material que permitiera realizar tal operación; de lo contrario habrá que cotejar su peso con el de otro proyectil del calibre posible. En este caso, si coincidieren en el peso o si el del elemento secuestrado estuviere por debajo del otro, existiría la posibilidad de que respondan a un mismo calibre.

En muchos casos el proyectil está tan deformado y fragmentado que no es posible medir su diámetro de manera alguna. Sin embargo, existe un método con el que puede llegarse a establecer el probable calibre original y determinarse el número de rayas o estrías del cañón. Para ello es necesario que por lo menos sean visibles un campo y un macizo del proyectil mutilado (sin distorsión); la medida combinada de sus anchos puede dar una aproximación del calibre original y del número de rayas del cañón utilizado.

Ante todo debe poseerse una tabla construida sobre la base de especificaciones brindadas por las fábricas que desarrollan armas de fuego. La misma contendrá una columna con la sumatoria de los anchos de campo y macizo, el calibre indicado y el número de rayas o estrías.

La aplicación de la fórmula utilizada para conocer la longitud de la circunferencia ($\pi \times \text{diámetro} = \text{longitud circunferencia}$) nos permitirá, según cuál fuere nuestro interrogante, despejar y calcular la incógnita deseada.

b) *Determinación de la marca del arma empleada.*— Para poder determinar la marca del arma empleada, cuando no se encontró en el lugar del hecho o no fue posible secuestrarla, el experto debe estudiar a fondo el rayado que presenta el proyectil secuestrado en su superficie de forzamiento, a fin de obtener la siguiente información:

—la cantidad de estrías que conforman el rayado (cantidad de macizos);

—el ancho de campos y macizos;

—su dirección o inclinación (de izquierda a derecha o viceversa);

—el *paso de la espira*, obtenido a través de una vuelta completa ideal. (Se llama espira al arco de hélice que corresponde a un paso.)

Todos estos valores pueden obtenerse microscópicamente mediante la aplicación de modernas técnicas de medición. En el caso del paso de la espira, su valor surge de multiplicar el valor π (3,1416) por el calibre del arma en milímetros, por la tangente del ángulo de inclinación de rayado.

En Estados Unidos de América, más específicamente en el Departamento Federal de Investigación (FBI), situado en la ciudad de Washington D.C., se ha llevado a cabo el desarrollo de un archivo manual y computado con las características generales del rayado de las armas de fuego, cuyo propósito es determinar el posible fabricante y modelo de un arma de fuego, a través de las impresiones de rayado presentes en un proyectil disparado.

En tal sentido, y para aprovechar su utilización, dicho Departamento consideró imperativo que todos los expertos abocados al tema procedieran a medir los anchos de las impresiones de campos y macizos de la misma manera (conforme el siguiente gráfico), como para que la información pudiera ser tomada con precisión del archivo.

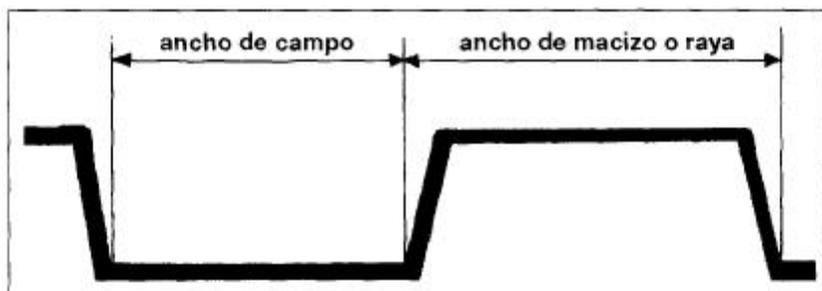


Figura 145

El propósito de este fichero ha sido el de normalizar códigos y procedimientos que permitan tener acceso a la información computada, la que a su vez facilitará la relación entre su espécimen y el tipo de arma que pudo haberlo disparado.

El mismo se encuentra organizado por calibre, tipo de cartucho, inclinación del rayado, número de campos y macizos, medida del ancho mínimo del campo e *idem* del macizo.

Más específicamente, su diagramación responde a las siguientes pautas:



Calibre: Implica el tipo de cartucho, por ejemplo .22 Longueurs Automáticas; .38 *Special*, etcétera.

Tipo de arma: Se utilizan códigos de letras que indican a qué arma nos estamos refiriendo, por ejemplo: revólver (R); pistola semiautomática (PS); fusil (F), etcétera. Dicho código puede poseer una o dos letras.

Fabricante/País: Es el nombre del fabricante del arma en particular, aunque también puede responder al del distribuidor. Se le agrega un código de dos letras a la derecha de la columna, referido al país de origen. Ejemplo: Ruger-US; Llama (SP), donde US significa *United States* y SP España (*Spain* en inglés).

Modelo: Es el modelo del arma, cuando se lo conoce, por ejemplo: Trapper; Pioneer 26; RG 23; Derringer, etcétera.

Inclinación del rayado o dirección de la hélice: Se trata de un código de una letra (D) para derecha e (I) para izquierda.

Cantidad de campos y macizos (rayas): Por ejemplo, 3, 4, 6, 8, etcétera. Obviamente se trata de un valor numérico.

Medida de ancho de campo (mínima y máxima): El ancho de campo es la medida tomada en la base, desde el extremo derecho al izquierdo, conforme el gráfico anteriormente dibujado, medido con una aproximación de 0.001 pulgadas o sea 0.0254 mm. En ambos casos, los máximos y mínimos se indican con cifras de tres dígitos posteriores a la coma. Estas dos cifras se separan con un guión, por ejemplo 1,175 mm - 1,251 mm (se trata pues de una columna subdividida en dos partes).

Medida de ancho de macizos (rayas o estrías; mínima y máxima): El procedimiento es similar al anterior y las mediciones se concretan conforme el dibujo precedentemente efectuado.

3. DETERMINACIÓN DEL CALIBRE Y MARCA DEL ARMA EMPLEADA SOBRE LA BASE DE LA VAINA OBJETO DE ESTUDIO

Por lo general, las vainas servidas que con frecuencia son habidas en el lugar donde se ha producido un hecho delictuoso, son las que proceden de armas automáticas o semiautomáticas, ya que después de cada disparo son desalojadas por la acción del botador o, en ausencia de éste por los labios del almacén cargador, etcétera.

En caso de que se haya empleado un revólver sólo se encontra-

rán vainas servidas cuando el delincuente, luego de agotar la carga del arma, las desaloja manualmente para su recarga.

a) *Determinación del calibre del arma utilizada.*— Para poder concretar tal determinación, resulta imprescindible contar con material bibliográfico específico, útil para comparación de medidas y fundamentalmente con una colección de vainas (o cartuchos) representativos de todos los calibres en uso en el país y en el extranjero, adecuadamente ubicados y fijados en bandejas, luego de clasificarlos y agruparlos no sólo por calibre sino también por marca.

No obstante ello, normalmente no escapa al ojo del experto la inmediata determinación del calibre, auxiliándose, de ser necesario, con instrumental de medición apropiado (calibre o *vernier*, por ejemplo).

b) *Determinación de la marca del arma empleada.*— Para el caso —muy difícil por cierto— de que se encontraran en el lugar del hecho vainas percutidas por revólveres, no existirá ninguna duda respecto de que se trata de tales armas, debido a que solamente aparecerán sobre las mismas huellas dejadas por la acción del percutor (fijo o móvil) o la aguja percutora flotante y, además, las transmitidas por el espaldón. En tales casos estarán ausentes otras huellas que se observan en cápsulas accionadas por armas automáticas o semiautomáticas: del extractor, del botador, de la fricción con la recámara, de los labios del cargador.

Resulta muy complicado establecer la marca del arma a través de las vainas servidas de revólveres, puesto que los únicos datos obtenibles son: la ubicación de la huella de percusión, su forma y profundidad, y la huella por fricción con el espaldón.

Por el contrario, en el caso de vainas servidas no sólo de armas automáticas o semiautomáticas sino también de repetición y tiro a tiro, aparece en éstas una serie tal de huellas que es posible determinar la marca del arma empleada, sobre la base de todas ellas, con las reservas del caso para los dos tipos mencionados en último término.

En las pistolas semiautomáticas, por ejemplo, además de las huellas dejadas por los labios del cargador, existen las de la recámara, las del extractor y botador, amén de las procedentes del percutor

y su alojamiento en el espaldón. Algunas pistolas carecen de botador, entonces la expulsión se produce por la acción de los labios del cargador, o del extractor.

Las huellas de los labios del cargador y recámara son como surcos o complejos lineales paralelos entre sí y aparecen en la superficie cilíndrica de la vaina. El extractor, el botador, el percutor y espaldón dejan sus diversas huellas en el culote de la vaina, sea en su borde o en su porción central.

Es importante verificar el sistema de expulsión, ya que esta circunstancia permite al experto descartar armas de un conjunto determinado.

Actualmente y volviendo al sistema de archivo de características generales desarrollado por el FBI, resulta conveniente señalar que, en vinculación con el tema que se está tratando, dicho fichero computado contiene además códigos que describen la forma (y en algunos casos la medida) de las huellas de percusión dejadas en vainas; posición basada en las agujas del reloj de la huella de extractor y botador, y tipo de impresión originada por el espaldón.

En efecto, conforme puede apreciarse en el gráfico respectivo, de acuerdo con su forma, las percusiones han sido clasificadas de la siguiente manera:

- Ba: Barra
- Ci: Circular
- Hm: Hemisferial
- PD: Percusión doble
- Re: Rectangular
- F"U": Forma de "U"
- Va: Valle
- Cu: Cuña
- SC: Semicircular
- T: Triangular
- OI: Oblicuo izquierdo
- OD: Oblicuo derecho
- O: Otras

(ver figura 146 en p. 410)

Para las formas rectangulares y circulares, cuyos códigos respectivos son (R) y (C), el número posterior a dicho código representa el ancho de la huella expresado en centésimas de pulgada. Por ejemplo C 13 indica una percusión de forma circular de .13" de ancho.

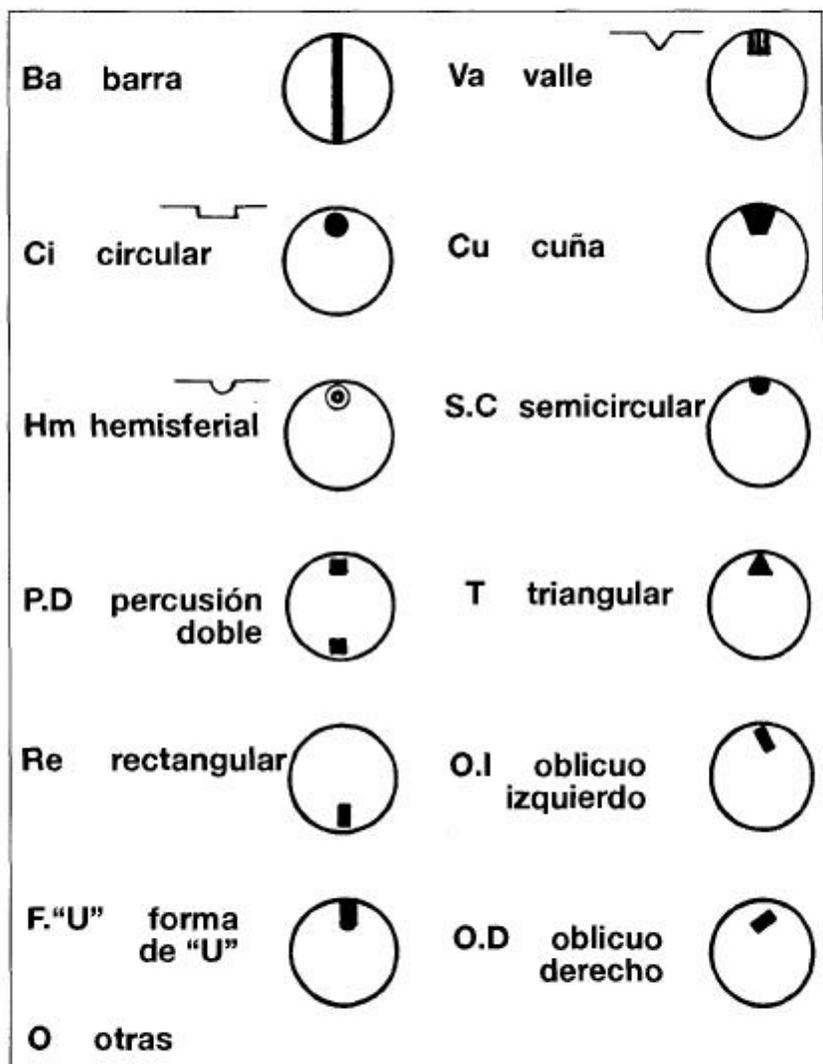


Figura 146

Codificación de la percusión de acuerdo a su forma.

Los códigos referidos a la posición del extractor y botador, están basados en las agujas del reloj, conforme los números 1, 2, 3, 4, 6, 7, 9 y letra D.

Lo expresado debe interpretarse de la siguiente manera:

12 en punto: el código es 1.

2 en punto: el código es 2.

3 en punto: el código es 3.

4 en punto: el código es 4.

6 en punto: el código es 6.

7 en punto: el código es 7.

9 en punto: el código es 9.

10 en punto: el código es D.

Si la huella de percusión es doble por existir dos extractores, se emplearán dos números para ubicarlas. Por ejemplo, si una huella se encuentra a las 3 y otra a las 9, el código será 39.

Las huellas que aparezcan entre dos números serán consideradas de acuerdo con el número más cercano, vale decir que prevalece este último.

Finalmente, también se ha tenido en cuenta la huella dejada por el espaldón del arma (superficie del arma que rodea al orificio por donde asoma el percutor), mencionándose un código que hace referencia al tipo de impresión que aquél deja en el culote de la vaina.

Paralela: P

Circular: C

Suave: S

El primero se refiere a la existencia de complejos lineales paralelos transmitidos por tatuaje; el segundo a complejos lineales curvos o circulares, y el tercero a una superficie lisa.

(ver figuras 147 y 148 en ps. 412 y 413)

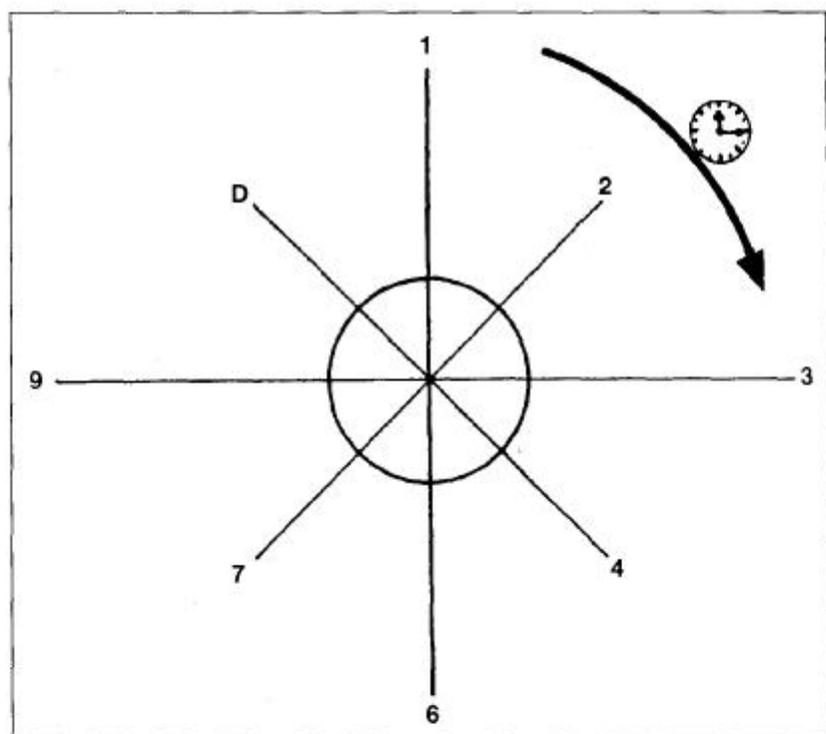


Figura 147

Codificación para la ubicación de extractor y botador.

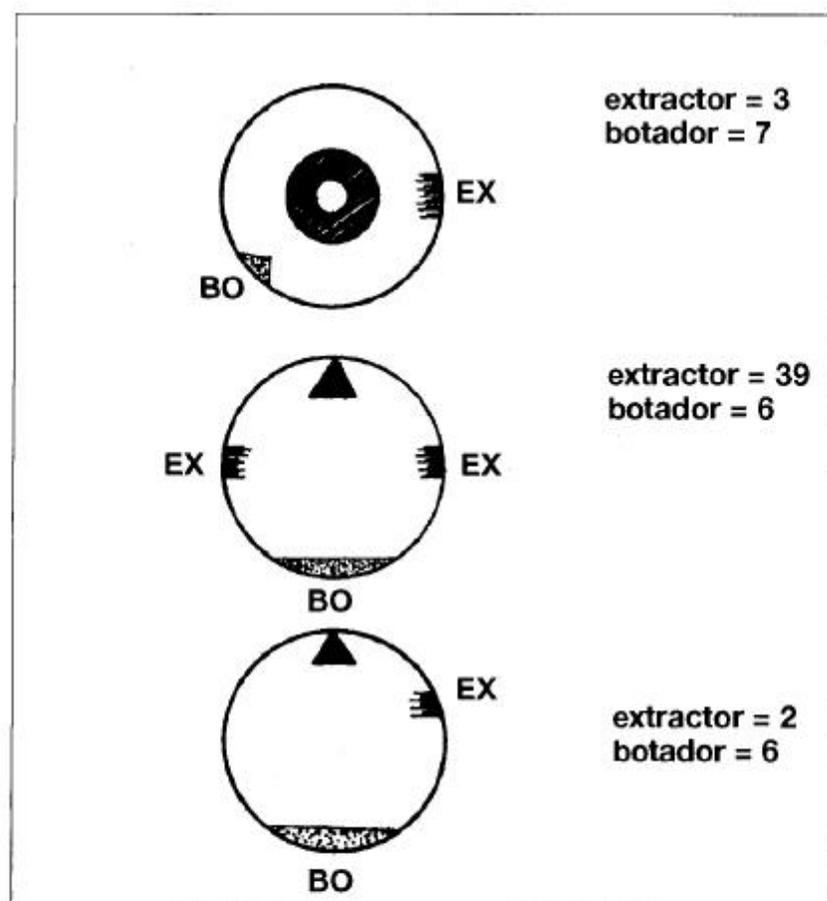


Figura 148

Ejemplos de extractor y botador.

MODELO DEL SISTEMA NORTEAMERICANO PARA ARCHIVO DE CARACTERÍSTICAS GENERALES DE RAYADO DE CAÑONES Y VAINAS SERVIDAS DE ACUERDO CON EL DISEÑO DE LA PERCUSIÓN Y POSICIÓN DE EXTRACTOR Y BOTADOR

CARTRIDGE	FA TYPE	MANUFACTURER/COUNTRY	MODEL	DIR OF	NUM LND	LND WID	LND WID	GRV WID	GRV WID	FIR PIN	EXTR	EJR	BOB	SEQ NUM (EJER)	
17 BUMBLEBEE	PS	THOMPSON CENTER	US	CONTENDER	R	06	044	045	044	045			S	1	
17 HORNET	PS	THOMPSON CENTER	US	CONTENDER	R	06	044	045	044	045			S	2	
17 K-HORNET	PS	THOMPSON CENTER	US	CONTENDER	R	06	044	045	044	045			S	3	
17 REM	RB	REMINGTON ARMS	US	M700BEL	R	06	026	026	063	063			S	4	
17 REM	PS	THOMPSON CENTER	US	CONTENDER	R	06	044	045	044	045			S	5	
5MM REM RF	RB	REMINGTON ARMS	US	591 REPEATER	R	06	022	023	082	082			S	6	
5MM REM RF	RB	REMINGTON ARMS	US	592 REPEATER	R	06	022	023	082	082			S	7	
5MM REM RF	PS	THOMPSON CENTER	US	CONTENDER	R	08	039	040	039	040			S	8	
218 BEE	RB	WINCHESTER	US/JA	43	R	06	036	037	075	076			S	20148	
218 BEE	RL	WINCHESTER	US/JA	64 65	R	06	040	040	074	074			S	10	
218 BEE	PS	THOMPSON CENTER	US	CONTENDER	R	06	057	058	057	058			S	11	
219 ZIP	RB	WINCHESTER	US/JA	43	R	06	040	040	074	074			S	12	
219 ZIP	RL	WINCHESTER	US/JA	64 65 94	R	06	040	040	074	074			S	13	
22 EX L	RB	WINCHESTER	US/JA	02 SINGLE SHOT	R	06	046	046	069	069			S	15	
22 EX L	RB	WINCHESTER	US/JA	THUMB TRIGGER SS	R	06	046	046	069	069			S	14	
22 HORNET	RB	SAVAGE	US	23D	R	04	077	078	092	094	H	3	9	S	17368
22 HORNET	RB	SAVAGE	US	23D	R	04	080	080	090	090			S	17	
22 HORNET	RB	SAVAGE	US	23D	R	04	083	083	090	090			S	18	
22 HORNET	RB	STEVENS	US	322A	R	06	020	021	092	093	H	3	7	S	17325
22 HORNET	RB	SAVAGE	US	322 STEVENS 342 SAV	R	06	029	029	087	087			S	19	
22 HORNET	R	ITHACA	US/CD	22/410 USAF SURVIVAL	R	06	044	046	068	070	H	3	3	S	17811
22 HORNET	R	ITHACA	US/CD	22/410 USAF SURVIVAL	R	06	044	045	069	070	H	3	3	S	17810
22 HORNET	R	ITHACA	US/CD	22/410 USAF SURVIVAL	R	06	045	046	068	070	H	3	3	S	17809
22 HORNET	RB	WINCHESTER	US/JA	70	R	06	045	045	068	068			S	20	
22 HORNET	PS	THOMPSON CENTER	US	CONTENDER	R	06	057	058	057	058			S	23	
22 HORNET	PS	THOMPSON CENTER	US	CONTENDER	R	06	057	058	057	058			S	21	
22 HORNET	RB	SAVAGE	US	340 C	R	06	057	059	059	060	H	39	9	C	22

MODELO DEL SISTEMA NORTEAMERICANO PARA ARCHIVO DE CARACTERÍSTICAS GENERALES DE RAYADO DE CAÑONES Y VAINAS SERVIDAS DE ACUERDO CON EL DISEÑO DE LA PERCUSIÓN Y POSICIÓN DE EXTRACTOR Y BOTADOR
(continuación)

CARTRIDGE	FA TYPE	MANUFACTURER/COUNTRY	MODEL	DIR	NUM	LND	LND	GRV	GRV	FIR	EXTR	EJR	BOB	SEQ
				OF	LND	WID	WID	WID	WID	PIN				NUM
				TWT	GRV	MIN	MAX	MIN	MAX	(EDP)				
22 LR	PR	DICKINSON	US RANGER	L	03	128	132	076	078	R03				20773
22 LR	RB	SPORTCO	AU 62s	L	04	089	090	073	074	C06				20418
22 LR	RB	SPORTCO	AU 66s	L	04	089	090	073	074	R02				20417
22 LR	RI	SPORTCO	AU 71s	L	04	089	090	073	074	R01				20415
22 LR	RB	SPORTCO	AU M46	L	04	089	090	073	075	R02				20412
22 LR	RI	SPORTOMATIC	AS 71s	L	04	089	090	073	075	R01				20408
22 LR	RB	SPORTCO	AU 63A	L	04	089	090	074	075	C05				20413
22 LR	RB	SPORTCO	AU 43	L	04	094	095	070	075	C06				20420
22 LR	PI	COLT	US WOODSMAN	L	06	030	030	080	080	W	3	7	S	25
22 LR	PR	COLT	US OFFICIAL POLICE	L	06	032	032	078	078	L			S	27
22 LR	PI	COLT	US WOODSMAN	L	06	033	034	075	076	R04	3	7	S	28
22 LR	PS	HOPKINS ALLEN	US XL1	L	06	033	034	075	077				P	29
22 LR	PI	COLT	US WOODSMAN	L	06	034	036	074	077	R03	3		S	33
22 LR	PI	COLT	US	L	06	034	036	075	077	R03			S	17690
22 LR	PR	COLT	US OFFICIAL POLICE	L	06	034	035	075	080	R			S	32
22 LR	PI	COLT	US WOODSMAN	L	06	034	036	075	076	R03	3	7	S	34
22 LR	RI	SPORTCO	AU 71	L	06	035	037	070	072	R02				20423
22 LR	PI	COLT	US HUNTSMAN	L	06	035	036	072	074	R04	3	7	S	36
22 LR	PI	COLT	US WOODSMAN	L	06	035	037	072	073	R04	3	7	S	42
22 LR	PI	COLT	US CHALLENGER	L	06	035	036	073	075	R03			S	38
22 LR	PI	COLT	US HUNTSMAN	L	06	035	036	073	074	R04	3	7	S	37
22 LR	PI	COLT	US WOODSMAN	L	06	035	037	073	074	R04			S	43
22 LR	RI	SPORTCO	AU CARBINE	L	06	035	037	073	075	R02				20422

CAPÍTULO XVIII
INVESTIGACIÓN DE SUCESOS VIALES.
ACCIDENTOLOGÍA VIAL

El desarrollo de la investigación de un suceso vial tiene como objetivo fundamental la determinación científica de las causales que le dieron origen.

1. *ACCIDENTOLOGÍA VIAL*

Recurriendo al diccionario de la lengua castellana podemos determinar que la palabra *accidente* significa: estado o calidad no esencial en una cosa; suceso imprevisto que altera el orden normal de algo; suceso eventual o acción de que involuntariamente resulta daño para las personas o las cosas; etcétera.

La palabra *vial*, por su parte, significa: perteneciente o relativo a la vía; calle formada por dos filas paralelas de árboles u otras plantas.

En cuanto a *logía*, proviene del griego *logos*, que significa: palabra, razón, raciocinio, lenguaje, estudio, tratado, tratamiento, etcétera.

Consecuentemente con todo lo hasta aquí expresado podemos decir que la accidentología vial es el estudio y tratamiento en forma integral de los accidentes de tránsito. Obviamente, aun no perteneciendo a la categoría de accidentes, no podemos excluir de estos estudios integrales los hechos dolosos.

La accidentología es una técnica que se nutre de las ciencias clásicas, principalmente de la física, la matemática, la ingeniería, la psicología y otras, en las que se apoya tecnológicamente. El estudio de un accidente vial se basa en poder determinar científicamente cuál o cuáles son los factores elementales o básicos que tuvieron incidencia en su producción. Estos tres factores elementales son el vehículo, el hombre y el camino. La relación de incidencia entre esos factores puede ser única en cada elemento o, en su defecto, dichos factores pueden estar interrelacionados: la incidencia que el vehículo produce sobre el hombre y la que éste ocasiona sobre el vehículo; la que el camino produce sobre el hombre y el vehículo.

En lo que atañe al hombre podemos marcar tres estados fundamentales que influyen, ya sea para producir o evitar un accidente: el conocimiento, el estado físico y el estado psíquico.

a) *El hombre y el conocimiento.*— Nos referiremos tanto al conductor como al peatón (dado que ambos intervienen en el evento) y directamente al conocimiento de las normas de tránsito existentes, al hecho de saber leer y escribir, pues un conductor que no cuente con estos mínimos conocimientos no podrá interpretar las mencionadas normas, ni el sistema de señalización vial y, llegando a lo más simple, ni siquiera podrá leer el velocímetro de su rodado. En el caso del peatón, no podrá leer, por ejemplo, el cartel de "PARE" que lleva un guía escolar.

b) *El hombre y el estado físico.*— Es tan importante tanto para el conductor como para el peatón. Un individuo que carezca de una de sus extremidades (si bien los adelantos técnicos hacen posible la conducción de un vehículo en tales circunstancias), no lo hará de la misma forma que una persona en su estado normal. De la misma manera un conductor o un peatón que padezca un estado gripal, por ejemplo, verá disminuidos sus reflejos, o sea que influirá en el tiempo de reacción, que más adelante trataremos.

c) *El hombre y el estado psíquico.*— Este estado influye en la pérdida de reflejos y en el tiempo de reacción, ya que una persona motivada por problemas particulares que afecten su psiquis, los

trasladará a su manejo en la vía pública, ya sea como conductor o como peatón.

d) *El vehículo.*— Su incidencia directa en el accidente se manifiesta por la mala conservación del mismo, o bien por no contar con aquellos elementos que podrían haber disminuido o prevenido la lesión. Los elementos constitutivos de un vehículo pueden agruparse en dos grandes ramas:

1. *De seguridad activa.* Son las partes del rodado indispensables y elementales para el buen funcionamiento del mismo, cuyo deterioro puede producir su no funcionamiento o bien un accidente fatal. Tales elementos son: el motor, la transmisión (embrague), sistema de frenos, ruedas, etcétera.

2. *De seguridad pasiva.* Son aquellos que, de usarlos, amortiguarían el golpe, evitarían o disminuirían la lesión, por ejemplo: casco, apoyacabeza, cinturón de seguridad, silla porta-bebe, balizas, etcétera.

e) *El camino.*— Una calle en mal estado puede producir un accidente. Un bache en un lugar inesperado nos ocasiona una reacción de movimientos bruscos con respecto al volante, que puede llevarnos a impactar con otro vehículo o una persona.

Por otro lado, si discernimos que una maniobra brusca puede ser peligrosa y optamos por continuar sin esquivar el bache, la pérdida de estabilidad, dirección, etc., del vehículo (proporcional a las dimensiones del bache y de la velocidad del rodado) o bien la rotura de algún sistema, ofrecen la posibilidad de colisionar.

Debemos considerar también la falta o el hundimiento de las tapas de las bocas de desagües o cualquier protuberancia inesperada en los carriles de circulación.

Según su capa superficial, los diferentes tipos de caminos pueden enumerarse de la siguiente manera: concreto, asfáltico o alquitrán, adoquinado, piedra compactada, grava, escoria, piedra, hielo, nieve y reja metálica. De acuerdo con sus características y con la humedad ambiente existente, varían los factores de adherencia.

f) *El factor humano.*— A los conductores y peatones se les considerará juntamente. En general las mismas circunstancias personales que hacen que los conductores sufran accidentes son válidas para los peatones. El comportamiento de uno u otro está muy ligado al factor psíquico. Las condiciones de ambos se combinan a menudo con otras de la carretera o del vehículo, hasta formar una combinación de factores causantes del accidente.

1. *La personalidad.* Puede definirse sintéticamente como el conjunto de cualidades que explican el comportamiento del individuo. Interesan principalmente los rasgos o características que distinguen a una persona de otra. En relación con los accidentes de tránsito revisten suma importancia dos aspectos de la personalidad: 1) la capacidad natural mental y física; 2) los conocimientos y aptitudes que determinan el modo de pensar y de sentir de las personas.

La personalidad se ve afectada también por muchos factores temporales, tales como intoxicación, medicamentos, fatiga, enfermedades, etcétera.

2. *La motivación.* Es un concepto psicológico que explica el porqué de un determinado comportamiento, y la razón por la cual se pregunta a menudo por el motivo de un determinado acto.

3. *La actitud.* Es pasible de ser definida como un modo más o menos permanente de pensar y sentir acerca de las cosas. Normalmente las actitudes se aprenden, y pueden ser buenas o malas para la conducción de vehículos, según se ajusten o no a las normas de seguridad. Algunas actitudes y motivaciones específicas que tienden a crear un clima de inseguridad en las calles y rutas pueden ser el exhibicionismo, la inseguridad y la conducción temeraria.

4. *La emoción.* La emoción o estado emocional es otro concepto que ayuda a explicar el comportamiento del conductor. Se podría definir como la manera de sentirse acerca de las cosas, ser agradable o no y poseer distintos grados de intensidad. En plena conducción puede degenerar en un comportamiento peligroso. El conductor puede verse afectado por diferentes clases de emociones: la pesadumbre, la ira y el temor.

Todos estos elementos influyen en la reacción o tiempo de reacción del conductor.

g) *El factor psicológico: distracciones, intoxicaciones, alcohol, monóxido de carbono, fatiga o cansancio.*— Una distracción puede provenir de algo que el conductor oiga, sienta, toque o piense, que aleja su mente y a veces su vista de aquello en lo que debe poner toda su atención, por ejemplo, una piedra que golpea en el parabrisas, encender un cigarrillo, carteles o anuncios publicitarios.

Ciertos productos químicos ingeridos por la persona, muchas enfermedades y la fatiga, exigen determinados esfuerzos en la mayor parte de los elementos de la personalidad, que son importantes para una conducción segura. Entre los distintos efectos se encuentran: el decaimiento de las fuerzas, el embotamiento de los sentidos, la lentitud de pensamiento o reflejo y sobre todo un control más difícil de las emociones. Dentro de los productos que producen intoxicación, podemos citar el alcohol, los narcóticos, las drogas que disminuyen o aumentan la capacidad cerebral, y el monóxido de carbono, entre otros.

Tampoco hay que descartar enfermedades tales como la diabetes, la epilepsia, dolencias cardíacas, etcétera.

El alcohol, aun ingerido en pequeñas dosis, entorpece la capacidad del conductor como para resolver problemas en el momento de la conducción. Las personas bajo la influencia de aquél están más propensas a sufrir accidentes. Una misma cantidad de alcohol afecta más a unos que a otros, e incluso una misma persona no acusa los mismos efectos en todos los momentos. Ello dependerá de la capacidad para absorber el elemento con más lentitud o para quemarlo en el cuerpo con mayor rapidez (también depende de la ingesta previa, su condición física, etcétera).

Este elemento afecta las emociones y reduce la capacidad para tomar decisiones correctas o anticiparse a situaciones peligrosas. La persona da rienda suelta a sus emociones, parece estar menos cohibida y en estado eufórico, al menos en los primeros momentos; posteriormente, se reduce la agudeza visual y la capacidad para distinguir los colores, sobre todo cuando el alcohol se combina con otros tóxicos, como el monóxido de carbono.

1. *Límites de alcoholemia reconocidos.* La cantidad de alco-

hol en la sangre no tiene más que un valor indicador, y sólo constituye un elemento de diagnóstico legal, el cual debe tener en cuenta todos los datos de información y las indicaciones siguientes:

Alcoholemia inferior a 0,5 centímetros cúbicos ‰ (0,37 g) = intoxicación inaparente.

Alcoholemia comprendida entre 0,5 y 2 centímetros cúbicos ‰ (0,37 a 1,5 g) = presunción de trastornos tóxicos más o menos graves.

Alcoholemia superior a 2 centímetros cúbicos ‰ (0,15 g) = borrachera en la mayoría de los casos.

No hay que atribuir todos los actos anormales del conductor a los efectos del alcohol. Existen algunas otras condiciones que pueden provocar un comportamiento similar a los que produce la intoxicación por alcohol, como por ejemplo, ataque epiléptico, coma diabético, etcétera.

2. *Monóxido de carbono.* En el caso de un conductor de vehículos la intoxicación por monóxido de carbono (CO) puede provenir de los escapes de gas del rodado o bien del humo excesivo del cigarrillo mientras se conduce con las ventanillas cerradas. Los síntomas varían con las personas y su absorción conduce a mareos, dolor de cabeza, debilidad, dilatación de las pupilas y rigidez muscular.

3. *Fatiga o cansancio.* La fatiga o cansancio, producido por largos viajes o por tareas excesivas antes de la conducción, puede provocar un accidente, ya que quienes lo padecen pueden acusar pobre discernimiento de las cosas, torpeza, doble visión, habla dificultosa, falta de coordinación, reflejos muy lentos, audición disminuida, etcétera.

h) *Accidentes por imprevistos (enfermedades).*— Dentro de los numerosos accidentes por imprevistos que guardan relación con enfermedades, podemos sintéticamente citar los siguientes:

1. *Dolencias cardíacas.* Suelen ocurrir con más frecuencia en personas de cierta edad o de peso excesivo. En ocasiones el ataque cardíaco va acompañado de dolor, náuseas, vómitos, desvanecimiento, etcétera.

2. *La epilepsia.* Es una afección del sistema nervioso. Se presenta en forma de convulsiones, pérdida momentánea del sentido, caída, etcétera.

3. *La diabetes.* Los ataques se caracterizan por una excesiva sed, pérdida de las fuerzas y mucho apetito. Cuando se produce el coma, va precedido de dolor de cabeza, irritabilidad, vómitos y dolor abdominal.

i) *Cinturones de seguridad.*— Los cinturones de seguridad continúan ganando el reconocimiento de ser la medida más efectiva de protección personal, disponible para reducir o prevenir lesiones en casos de accidente.

El mismo, correctamente instalado y ajustado luego de su pertinente aprobación, puede reducir la gravedad de la lesión, evitando que la persona se golpee contra el interior del vehículo o que sea lanzado fuera de él.

Cuando un rodado choca de frente, el o los pasajeros resultan impulsados hacia adelante a la misma velocidad que la que poseía el vehículo al momento del impacto. El cinturón de seguridad mantiene sujeto a quien lo porta a fin de aminorar la violencia de la detención brusca. También brinda mayores posibilidades de mantener al individuo consciente y, por ende, más capacitado para poder escapar del peligro.

Los cinturones suelen estar contruidos con dos o más cintas de tejido muy resistente, de longitud adecuada y sujetas mediante bridas a los anclajes convenientemente dispuestos en la carrocería.

Los hay de diversos tipos:

Abdominales: poseen distintos puntos de sujeción al suelo.

Bandolera: sujetan transversalmente el tórax; van fijados a un punto del suelo y el otro a un parante central.

Combinados: sujetan combinando los dos anteriores.

Combinados de cuatro y seis puntos: sujetan el abdomen, los hombros y las piernas mediante diferentes puntos de fijación (ejemplo: pilotos de aviones).

Todos los cinturones mencionados pueden poseer sistema de enrollamiento automático.

Se denominan *inerciales* aquellos con sistemas que permiten

desarrollar movimientos lentos, pero que se bloquean cuando se produce un desplazamiento violento del cuerpo hacia adelante (frenada, desaceleración brusca, etcétera).

Por lo general todos ellos deben resistir 2300 kg a la fuerza de tracción.

j) *Falta de visibilidad.*— Suele ser motivo de accidentes el hecho de no tener buena visión de lo que está aconteciendo, a una distancia prudencial, de forma tal de poder concretar con éxito una determinada maniobra.

La falta de visibilidad puede obedecer a diversos factores, entre ellos:

- suciedad en el parabrisas;
- parabrisas mal pulido o rayado.

Ambas situaciones conllevan a la anulación total o parcial de la visión, o bien a la visión deformada o desvirtuada de la realidad en imágenes. Lo mismo ocurre con los espejos retrovisores y las lunetas.

k) *Encandilamiento.*— Este punto obviamente debe ser tenido especialmente en cuenta durante la circulación nocturna. El empleo innecesario de las luces de largo alcance provoca en quien circula en sentido opuesto, una especie de ceguera momentánea, período en el cual el conductor afectado circula una determinada cantidad de metros sin plena conciencia de la trayectoria real. Ello se verá influenciado por la velocidad, la intensidad lumínica de los faros y el tipo de protección del parabrisas o anteojos del conductor.

l) *Condiciones meteorológicas-visibilidad reducida.*— Los factores de mención guardan relación directa con los accidentes de tránsito. En los días o estaciones de tiempo lluvioso o con neblina éstos recrudecen, ya sea por falta de responsabilidad con respecto a la velocidad o deficiencia en los neumáticos.

El estado atmosférico y la oscuridad no obstruyen la visión en la misma proporción que los objetos sólidos, pero reducen la visibilidad, vale decir, disminuye la distancia a la que los objetos pueden verse. A menor distancia mayor peligro. En estos casos, los accidentes guardan relación directa con el conductor y el pavimento.

ll) *La niebla y el humo.*— Son similares a la oscuridad, dado que en la mayoría de los accidentes en que se encuentran presentes tales factores, la causa es el exceso de velocidad. La niebla, y aun más el humo, aparecen y desaparecen con mayor rapidez que la oscuridad.

La niebla cuando es densa y continua es menos peligrosa que cuando alterna con claros y lo mismo ocurre con el humo. Estos claros suelen producirse en lugares de poca altitud.

m) *La lluvia y la nieve.*— Mientras caen, disminuyen la visibilidad del mismo modo en que lo hacen la oscuridad y la niebla. A ello habrá que sumarle el hecho de que los cristales de parabrisas, luneta y ventanillas, se empañan, reduciendo a muy escasos metros la visión exterior.

n) *Señalización.*— Toda condición que reduzca la visibilidad dificultará asimismo la lectura de las señales del camino. Ello ocurre sobre todo cuando la niebla, lluvia, nieve, etc., se combinan con la oscuridad. La visibilidad de señales o marcas resulta más afectada que la de los semáforos, ya que ésta penetra a través de la lluvia o niebla.

La nieve, la lluvia, la niebla, y el humo, reflejan la luz de los faros frontales (retroreflexión) sobre los propios conductores, limitándoles aun más la visión.

2. LA VELOCIDAD COMO CAUSA DE ACCIDENTE

El papel de la velocidad en los accidentes de tránsito es motivo de frecuentes discusiones, de allí que merezca una atención especial. Sin velocidad no habría movimiento y sin éste no se producirían accidentes.

Obviamente la velocidad es entonces un factor importante y cuanto mayor sea su valor más grave será el accidente. Con excepción de ciertos trayectos prolongados en rutas o caminos con escaso o nulo tránsito vehicular, la velocidad no se mantiene constante si-

no que va variando, pero tanto los parámetros bajos como los altos pueden generar accidentes.

Con un rodado a alta velocidad resulta imposible tomar varias curvas en la misma forma o con la misma intensidad, ya que cada una posee un radio de curvatura y/o un peralte (mayor elevación de la parte externa de la curva en relación con la interna) y/o un factor de adherencia en la superficie del pavimento, diferentes. Al combinarse estos elementos condicionan la velocidad del vehículo y su capacidad de seguir la curva manteniéndose dentro de la calzada, sin dejar de tomar en cuenta el centro de gravedad del automotor, y el hecho de que si éste es elevado, será más propenso al vuelco.

De noche y en una ruta, la distancia a la que puede verse el peligro se limita a la luz que proviene de los faros delanteros, causa por la cual la velocidad segura o límite para no provocar accidentes quedará subordinada a dicho haz luminoso.

Tal como se dijo anteriormente, la baja velocidad también puede ser causal de accidentes. Donde se circula de prisa y no existe razón aparente para no hacerlo, la velocidad presentará un problema inesperado, especialmente en horas diurnas. La marcha segura es totalmente diferente al límite impuesto por la ley. La primera es la que se ajusta a los peligros potenciales o posibles del camino y a las características del tránsito con que se encuentre el conductor. Ella se ve afectada en cierta forma por la visibilidad, que puede reducirse por causa de oscuridad, neblina o humedad, así como por el factor de adherencia del camino o pavimento, que igualmente puede reducirse debido al agua, nieve, hielo u otros elementos.

3. *TIEMPO Y DISTANCIA DE PARADA*

Distancia de parada es la que necesita el automóvil para detenerse totalmente luego de aplicados los frenos, en caso de emergencia. Es el cálculo en metros sobre la base del sistema de frenos, buen estado de cubiertas y pavimento normal, considerando que el conductor se encuentra en perfecto estado físico y psíquico.

Existen dos tramos que recorre el vehículo: el primero es el espacio de desplazamiento desde que el conductor percibe el peligro (a través de alguno de sus sentidos), llega a la mente, es transmitido por ésta al sistema nervioso y, a través de las fibras nerviosas a los

músculos, resultando como consecuencia el accionamiento del pedal de frenos. A ello lo llamaremos *período de reacción del conductor*.

El segundo tramo es la distancia recorrida por el rodado luego de haberse accionado el pedal de frenos, hasta detenerse completamente. A continuación se detallan las distancias promedio que recorre un vehículo desde la primera percepción del peligro, hasta detenerse completamente, a distintas velocidades, tomando en cuenta como tiempo de reacción del conductor el de 0,72 segundos.

—Circulando a 20 km por hora, desde que percibe el peligro hasta que acciona el pedal de frenos, siempre considerando como tiempo de reacción para todos los kilometrajes el de 0,72 segundos, recorre 4 metros, y desde el momento en que acciona el pedal de frenos hasta que se detiene completamente, otros 4 metros. Es decir que en total se recorren 8 metros.

—Circulando a 30 km por hora, en el período de reacción recorre 6 metros y desde que presiona el freno hasta detener el vehículo 8 metros, lo cual arroja un total de 14 metros.

—Circulando a 40 km por hora, el tiempo de reacción es recorrido en 8 metros, y hasta detener el rodado 14 metros, lo que hace un total de 22 metros.

—Circulando a 50 km por hora, tendremos 10 metros para el tiempo de reacción y 21 metros para la detención. Total 31 metros.

—Circulando a 60 km por hora, se recorren 12 y 32 metros, respectivamente. Total 44 metros.

—Circulando a 70 km por hora los valores serán 14 y 44 metros. Total 58 metros.

—Circulando a 80 km por hora resultarán 16 y 56 metros. Total 72 metros.

—Circulando a 90 km por hora, los valores darán 18 y 70 metros. Total 88 metros.

—Circulando a 100 km por hora, tendremos 20 y 85 metros. Total 105 metros.

4. REACCIONES DEL CONDUCTOR

Cuando hablamos de tiempo de reacción nos referimos al que tarda el individuo después de percibir el peligro, para decidir qué debe hacer y actuar en consecuencia. Este tiempo es utilizado por:

a) los órganos sensoriales, sobre todo los ojos, para captar la situación o el estímulo;

b) la mente, para considerar lo que debe hacerse respecto de la situación creada;

c) el sistema nervioso, para llevar el mensaje de la mente a los músculos;

d) los músculos, para comenzar a moverse en la reacción.

A este tiempo de reacción del individuo habrá que sumarle otro adicional para realizar los movimientos destinados a controlar el rodado antes de que éste responda a los deseos del conductor. Los valores promedio del tiempo de reacción son:

— En una persona muy hábil, concentrada en la conducción del móvil, sin ningún tipo de problemas físicos, anímicos o afectivos, entre 0,3 y 0,4 décimas de segundo (existen muy pocas personas en estas condiciones frente a un volante).

— En una persona normal, entre 0,7 décimas de segundo y 1 segundo.

— En una persona problematizada, sin ganas o molesta para el manejo, excesivo tránsito, fácil irritabilidad, etc., entre 1,7 y 2 segundos.

La reacción no es en sí una característica independiente, sino que está constituida y afectada por todos los elementos de la personalidad. Depende de las condiciones físicas y psíquicas, de los conocimientos, de la habilidad y de las aptitudes. Puede que conduciendo, una reacción rápida sea menos importante que una reacción correcta.

El juicio instantáneo puede llevar a una rápida reacción simple que es la más corriente, pero tal vez no la adecuada, porque la situación exige cierta discriminación. A medida que el sujeto va adquiriendo mayor pericia con la práctica, adquiere al mismo tiempo hábitos de reacción y respuesta más rápidos en situaciones que antes le exigían reacciones discriminatorias más lentas. El tiempo de reacción incluye, pues, el requerido para captar la situación después de verla, oírla o sentirla. En igualdad de condiciones, es preferible una reacción rápida a otra lenta, pero a veces las personas reaccionan con rapidez erróneamente, sin tiempo para corregir sus errores antes de que se produzca el accidente.

El tiempo de reacción es un importante elemento a tener en cuenta en la reconstrucción del accidente; su cálculo indicará la distancia recorrida a una velocidad determinada, a partir de un punto

de percepción y antes de aplicar los frenos. También se ve afectado por muchos factores, tales como la emoción, la ira, el temor, la pesadumbre, etcétera.

Se conocen cuatro clases de reacciones basadas en la cantidad de reflexión necesaria. Cuanto menor sea dicha reflexión, más breve será la reacción; éstas son:

a) *Reacción refleja*.— Son en su mayoría instintivas y requieren un tiempo mínimo porque no implican meditación.

b) *Reacción simple*.— Son las más corrientes, dado que el conductor las espera y sabe lo que tiene que hacer si se presenta la contingencia, ejemplo: cuando se coloca la luz roja, aplicar el freno y detener el rodado.

c) *Reacción compleja*.— Aquí cada uno de los distintos estímulos pide la respuesta adecuada entre las posibles, ejemplo: una señal con las luces que le indiquen al conductor que adelante tiene que girar hacia uno u otro lado o aminorar la marcha, etcétera.

d) *Reacción discriminatoria*.— Ocurre cuando un conductor se ve obligado a elegir entre dos o más alternativas que no son las habituales, ejemplo: decidir si ubicarse a la derecha o izquierda de un rodado que zigzaguea entre dos carriles. Ésta es la más lenta de todas, pues es complicada.

5. CALLES EN MAL ESTADO

Los caminos o calles en mal estado pueden producir accidentes, ya que un bache en un lugar no esperado ocasiona una reacción de movimientos bruscos en el volante de dirección como para salvar la contingencia acaecida, pero esta reacción brusca muchas veces lleva a impactar con otro vehículo que circula en el mismo sentido o en sentido opuesto, como también atropellar a un peatón.

Si se reacciona y discierne que la maniobra de esquivar el pozo puede ser peligrosa, ya que la afluencia del tránsito es intensa, y se opta por seguir y tomar el mencionado bache, en el momento de transitarlo y de acuerdo con sus dimensiones, profundidad y la velocidad que se esté desarrollando, se puede producir una colisión por pérdida de estabilidad del móvil, o rotura en el sistema de dirección o suspensión.

Similares inconvenientes ocasionan, en rutas, calles o caminos, la falta o el hundimiento de las tapas de bocas de desagüe o cualquier protuberancia inesperada dentro de los carriles de circulación.

6. *REGLAMENTACIÓN DE TRÁNSITO*

El "reglamento nacional de tránsito y transporte. Sistema nacional de antecedentes del tránsito. Educación vial. Condiciones de trabajo, medicina, higiene y seguridad en el trabajo de los conductores de autotransporte público de pasajeros por camino", establece normas de seguridad y circulación de los vehículos, cualquiera que sea su tipo, en todo el territorio de la República Argentina.

7. *NOCIONES SOBRE PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE DIRECCIÓN Y FRENOS*

a) *Dirección.*— Para variar la dirección de un vehículo en marcha debe cambiarse la orientación de las ruedas delanteras, siendo necesario para ello contar con un mecanismo cuya misión sea la de orientar tales elementos conforme el movimiento que se le imponga al volante de dirección. Este movimiento o giro del volante llega a las ruedas a través de la columna de dirección, en cuya terminación se encuentra una caja (caja de dirección) que contiene dos piezas elementales llamadas sectores sinfín, que transforman un movimiento giratorio en un desplazamiento longitudinal respecto del eje de su chasis (por medio de un brazo comúnmente llamado *Pitman*). Dicho movimiento es comunicado a ambas ruedas por in-

termedio de barras cortas y largas, según los distintos sistemas; dichas barras poseen en cada extremo un movimiento o rótula para permitir realizar su cometido con eficacia.

Según los distintos sistemas de dirección se pueden encontrar variados tipos de montaje con respecto a sus piezas constitutivas, ejemplo: sector y sinfín, sinfín y rodillo, de palanca y leva, a cremallera, etcétera.

También existen las llamadas direcciones asistidas, o servodirección, que tornan más liviano y cómodo el manejo; cajas automáticas de cambio de velocidades, etcétera.

—*Fallas en el sistema de dirección:* Las fallas más comunes en el sistema de dirección son:

- *Dirección dura:* la dureza de una dirección se ve sobre todo en marcha moderada y las causas pueden ser las siguientes: presión de cubiertas demasiado baja; falta de engrase en la caja de dirección y extremos; sistema de suspensión vencido; inclinación desigual en las ruedas (falta de alineación); barras de dirección torcidas o forzadas.

- *Vehículo circulando en línea recta tiende a desplazarse hacia un lado:* las causales pueden ser: desigualdad del inflado (presión) de neumáticos (generalmente si se suelta el volante del vehículo tenderá a ir para el lado del neumático de más baja presión); desgaste desparejo de ambos neumáticos delanteros; exceso o falta de convergencia; sistema de suspensión vencido hacia un lado.

- *El volante de dirección presenta demasiado juego:* es conveniente un pequeño juego del volante de dirección, pero si es excesivo, puede ser peligroso. El juego normal de giro de volante es de 2 a 3 cm, pero si tiene más de 6 cm el sistema necesita una reparación. El juego excesivo puede ser producido por el desgaste de un sector de la caja de dirección o también de las articulaciones o extremos. Es causal de una dirección inestable en la marcha.

- *Vibración del volante de dirección a velocidades medias y altas:* estas vibraciones o trepidaciones del volante de dirección a determinadas velocidades, son debidas al juego excesivo de los extremos de dirección o de pernos y bujes de punta de eje; también pue-

den originarse en desgastes de los bujes de fijación de las parrillas de suspensión delanteras.

b) *Frenos*.— Para detener o aminorar la marcha de un vehículo se necesita la aplicación de una fuerza que se obtiene por un sistema denominado de frenos. Consiste en la aplicación de una superficie fija (zapatas) contra un tambor giratorio (campanas). Dicho frotamiento hace contener el giro de la parte móvil del tambor. Los tambores giratorios suelen estar ubicados en las ruedas de los vehículos, aunque en algunos casos se encuentran a la salida de la caja de velocidad (tracción delantera).

Para hacer actuar este sistema (o sea la fuerza frenante) es necesario tener un sistema mecánico o hidráulico que por medio de varillas o cables muevan las zapatas, bloqueando las campanas. Dicho movimiento también puede ser concretado en forma neumática.

El sistema hidráulico consta de un pedal de freno, una bomba principal, un sistema de cañerías para las cuatro ruedas, un juego de dos cintas o zapatas por cada rueda, con su correspondiente cilindro y dentro de éste dos émbolos o pistones y líquido especial para frenos. El funcionamiento en forma genérica es el siguiente: al oprimir el pedal de frenos y por intermedio de un vástago, se mueve un pistón que se desliza dentro de un cilindro que comprime un resorte (bomba de freno); en todo ese recinto, cañerías y cilindro de rueda, existe líquido. Cuando el pistón en su recorrida comprime el resorte también lo hace con el líquido, elevando la presión dentro del sistema; esa elevación de presión es transmitida a toda la tubería, llegando a los cilindros de freno que se encuentran en las ruedas tanto delanteras como traseras.

Dicha presión obliga a los émbolos de cilindros de rueda a separarse; al encontrarse los mismos en contacto con las zapatas, éstas se oprimen enérgicamente contra los tambores o campanas, produciendo su propia detención o disminución del giro. Al soltar el pedal de freno, el resorte que tiene adentro la bomba maestra y que enfrenta al pistón lo hace volver a éste a la posición de reposo, cesando la presión en el circuito, con lo que se recupera el líquido enviado hasta las ruedas; ello se debe a que al cesar la presión que ejercía el pistón sobre el líquido en la bomba maestra, los muelles o resortes de las zapatas presionan hacia adentro a éstas, provocando el retorno del líquido al depósito de la bomba; producién-

dose de esta manera el desbloqueo de las zapatas contra las campanas.

—*Fallas en el sistema de frenos:*

- *Los frenos actúan con debilidad:* las causas son aire en las cañerías de freno y cintas inadecuadas.

- *Se nota el pedal blando o con mucho recorrido; pero sí se acciona varias veces, se endurece y realiza el frenado:* las causas son zapatas desgastadas o con falta de regulación; cilindro de bomba maestra desgastado con su correspondiente pistón; grasitud en las campanas o en las cintas de freno.

- *Pérdida del líquido de frenos:* fuga por los niples de acople debido a un mal ajuste o que su junta se encuentre en mal estado; rotura de su cañería o flexibles; fuga por las cubetas de freno (por encontrarse desgastadas porque el líquido de freno la haya atacado o corroído).

- *Pedal de freno duro y sin eficiencia de frenado:* vástago de bomba atascado o pistón de bomba atascado; cañerías obstruidas; pistones de los cilindros de ruedas atascados; cintas de freno cristalizadas.

- *Al frenar el vehículo se desvía hacia un lado:* esto ocurre cuando una rueda frena más que la otra; una cinta de freno empastada por grasa o material similar; un cilindro de rueda trabado por óxido, etcétera.

8. VIDRIOS DE SEGURIDAD PARA VEHÍCULOS

a) *Rotura del parabrisas.*— La cantidad de parabrisas destruidos por una piedra (la mayoría de las veces proyectadas por las ruedas de otro vehículo), otros objetos o como resultado del choque entre rodados, es extremadamente elevada. Es indiscutible que la explosión del parabrisas en un rodado que lleva una determinada velocidad, provoca la pérdida temporaria de la visibilidad y la frecuente expulsión de fragmentos en el interior del habitáculo, gene-

rando la posibilidad de graves accidentes. Todo ello sin considerar las eventuales heridas por fragmentos proyectados en el rostro y ojos del conductor y acompañantes.

b) *Vidrios de seguridad.*— Todos los vidrios de vehículos motorizados, incluyendo los laterales y traseros, deben ser de seguridad, pero el delantero (parabrisas) presenta una importancia muy particular pues, más que los restantes, es muy susceptible a ser sometido a choques violentos.

Un vidrio es llamado de seguridad cuando cumple las siguientes condiciones:

- garantiza una buena visibilidad, incluso cuando está roto;
- protege a los ocupantes del vehículo contra los riesgos de lastimaduras por su explosión;
- opone una barrera eficaz contra todo objeto proyectado desde el exterior;
- en el momento de un choque, no hiere a los ocupantes del vehículo que se proyectan contra él;
- asegura una protección constante contra los elementos naturales;
- impide que los ocupantes sean expulsados.

En los últimos años sólo dos tipos de vidrio de seguridad han logrado imponerse: el templado y el laminado.

1. *Vidrio templado.* Envejece muy bien, no se deteriora con el tiempo, es poco sensible a las abrasiones dada su dureza y se fragmenta sólo por causa de choque, en trozos poco puntiagudos y generalmente de tamaño reducido.

Su homogeneidad y composición hacen que deforme poco las imágenes pues se comporta como una lámina de caras paralelas de poco espesor. Además, no adultera los colores.

Su empleo limita los riesgos de conmociones cerebrales graves.

No obstante lo expresado, tiene mala resistencia a los choques exteriores; la rotura del parabrisas por impacto exterior es acompañada de una explosión y una brusca pérdida de la visibilidad, lo que a menudo ocasiona el enfrentamiento del conductor con los riesgos imaginables de pérdida de control del vehículo. Si la velocidad es elevada hay proyección de fragmentos sobre los ocupantes y a menudo en sus ojos. En caso de accidente ofrece poca resistencia, lo

que incrementa la posibilidad de expulsión total o parcial de los ocupantes de adelante. Esta expulsión es generalmente parcial, la cabeza choca contra el parabrisas, lo atraviesa, luego el tórax se apoya sobre el tablero y la cabeza cae nuevamente sobre la zona donde se encuentran los restos de vidrios del parabrisas. Esta nueva caída engendra las heridas más graves: un ancho y profundo corte que puede alcanzar ya sea la cabeza, con riesgos de lesión ocular, ya sea el cuello con riesgo de tocar el paquete vascular nervioso carótido.

2. *Vidrio laminado.* Se obtiene mediante el pegado de dos hojas de vidrio con una hoja delgada de plástico. El estándar posee una lámina de polivinil butiral de doble espesor (0,76 mm).

El de alta resistencia resulta de mejor resultado para los impactos exteriores; una piedra no puede perforarlo, a lo sumo podrá rajarlo sin desarmarlo. No existen pues pérdida de visibilidad ni riesgos de que penetren objetos del exterior, luego del impacto. En caso de choque por velocidades inferiores a los 60 km por hora, el riesgo de heridas en la cabeza es ínfimo; a lo sumo se limitan a algunas cortaduras sin gravedad en el rostro; los riesgos de conmoción también son menores.

Sin embargo, el ángulo cabeza/parabrisas tiene una importancia muy grande en el valor de desaceleración, permitiendo o no el deslizamiento de la cabeza sobre el parabrisas.

A pesar de sus cualidades mecánicas superiores a las del vidrio templado, el laminado es incapaz de eliminar el riesgo de heridas graves cuando el choque es demasiado violento, especialmente cuando no se fragmenta. Sus cualidades ópticas también son ligeramente inferiores y sus características mecánicas varían de acuerdo con la temperatura.

Todos los vehículos de competición están equipados con parabrisas de vidrio laminado.

Una de sus virtudes es que a grandes desaceleraciones e impactos, el parabrisas es expulsable.

9. *NEUMÁTICOS*

El conjunto neumático para automotores está constituido por cubiertas con cámara o sin ellas, montadas sobre llantas metálicas

e infladas a una presión superior a la atmosférica, con límites particulares para ambos casos. Los factores que hacen a la seguridad de un neumático son los tratados a continuación:

a) *La seguridad intrínseca.*— El neumático sufre durante su rodamiento esfuerzos y deformaciones que se repiten cíclicamente, pudiendo eventualmente producir su rotura. Debe por lo tanto tener una resistencia a la fatiga que supere la duración de la banda de rodamiento de la cubierta consumida por abrasión. La técnica actual de fabricación de cubiertas ha superado este requisito ampliamente, permitiendo en ciertos casos su reconstrucción más de una vez. Los neumáticos modernos difícilmente presentan fallas que comprometan la seguridad del vehículo.

Desde el punto de vista de la seguridad hay dos funciones del neumático que interesan: la tracción y la dirección. La primera gobierna la capacidad del vehículo de acelerar y frenar; la segunda afecta la maniobra y la estabilidad.

b) *La correlación vehículo-neumático-conductor.*— La función del neumático como componente importante del automotor, está íntimamente afectada por el vehículo. Este debe estar diseñado para la función que cumple, es decir tener la capacidad necesaria para la carga prevista y una carrocería correcta y bien equilibrada. El buen diseño evita excesos de carga y la distribución incorrecta de los esfuerzos del neumático.

Los neumáticos deben ser los correctos para el uso y las cargas previstas por el diseñador del vehículo. De ahí en adelante comienza la responsabilidad del operador (propietario, encargado y conductor). El buen estado mecánico del automotor es imprescindible para el comportamiento adecuado de los neumáticos. Los elementos de la dirección, suspensión y frenos afectan en forma notable la capacidad de seguridad de aquéllos; por ejemplo: un amortiguador en mal estado al no cumplir su función, hace que el neumático pierda contacto continuado con el suelo, e impide mantener la estabilidad del rodado.

El conductor debe conocer las limitaciones de velocidad permitida a los neumáticos y las diferencias que se producen en las características de *tenida* de los mismos con las variaciones de las condi-

ciones atmosféricas y tipos de camino. Cuando sobre el camino aparecen situaciones particulares como agua, hielo o aceite, la adherencia del neumático declina rápidamente, siendo por ello fundamental que el conductor adecue su conducción a las posibilidades reales de aquél.

c) *Mantenimiento y estado de conservación.*— La mejor manera de evitar accidentes por causa de los neumáticos es previniéndolos mediante un mantenimiento constante. El mismo se inicia con la revisión periódica de la presión de inflado y de su superficie externa para detectar cortes o irregularidades en la forma de aquel que puedan indicar roturas internas.

Esta revisión siempre debe incluir la llanta. Cuando en la misma se aprecia cualquier deformación, debe desarmarse el conjunto inmediatamente y asegurarse el buen estado interior.

Otro detalle importante es saber cuándo deben retirarse las cubiertas de su uso (desgaste del dibujo). Existen diferentes etapas de desgaste. La banda de rodamiento de la cubierta tiene un dibujo en cortes, hendiduras y relieves, cuyo objeto es mejorar su adherencia sobre la superficie del camino, especialmente cuando el suelo está mojado o tiene una superficie resbaladiza. Al iniciarse el desgaste, la efectividad del dibujo disminuye; la misma es constante y se reduce a cero con la cubierta lisa. Resulta pues responsabilidad del conductor conocer que la *tenida* disminuye por el desgaste, debiendo, consecuentemente, reducir la velocidad, especialmente en caminos mojados.

Diversos países han fijado un límite que se considera razonable con respecto a la profundidad del dibujo, debajo del cual el neumático no debe circular por la vía pública. Este límite tiende a evitar asimismo los riesgos por pinchaduras, cortes y daños en general.

Los reventones ocurren solamente como resultado de accidentes o por recalentamiento debido a excesos de velocidad, cargas con presiones de inflado incorrecto o ensamblado en llantas inadecuadas o defectuosas. Las cubiertas lisas son obviamente más propensas a sufrir deterioros, en un orden de 50 veces más que las nuevas. En las que poseen 1,5 mm de profundidad de dibujo, este orden es de 18 veces; a partir de este valor y si lo reflejáramos en un gráfico, la curva crece rápidamente.

d) *Desgaste de neumáticos.*— 1. *Delanteros.* Las causas pueden ser: inflado incorrecto (presión insuficiente); convergencia incorrecta de las ruedas delanteras; bamboleo de los neumáticos, lo cual puede ser debido a neumáticos que no han sido bien montados, la llanta que no ha sido sujeta debidamente al neumático, ruedas torcidas, forzadas o mal montadas; curvatura inadecuada de las ruedas delanteras; excesivo uso de frenos en forma brusca; los frenos de las ruedas delanteras arrastran; los neumáticos tienen una excentricidad excesiva, y el grupo de puntas de eje está desequilibrado.

2. *Traseros.* Las causas prematuras pueden ser: neumáticos con poca presión; ruedas traseras desalineadas, lo cual puede deberse a eje trasero torcido o roto, avería en la suspensión, la suspensión trasera no es del tipo adecuado, parte posterior del chasis torcida o rota; las ruedas están torcidas o bambolean debido a tuercas de fijación flojas, deformación de la llanta o de la rueda, eje torcido o forzado; la rueda trasera está floja en su eje; el cubo de las ruedas traseras no ajusta bien en el eje; uso innecesario de los frenos en forma violenta; exceso de velocidad del vehículo, especialmente en las curvas; la banda de rodamiento no es concéntrica con la rueda; conjunto de la rueda desequilibrado.

e) *Factor de adherencia.*— Es la cantidad de fuerza que un pavimento ejerce sobre el neumático de una rueda en relación con el peso que soporta dicha rueda. Se expresa generalmente en fracción decimal. Por ejemplo: si una rueda presiona sobre el camino con una fuerza de 1000 kg y la carretera produce sobre esta rueda una fuerza de 500 kg, el factor de adherencia será $500/1000 = 0,50$. Esta fuerza horizontal ejercida por el pavimento sobre el rodado, se manifiesta indistintamente cuando el mismo circula normalmente, cuando gira o cuando frena.

Es lo que hace que el vehículo cambie de velocidad y está determinado por las características de deslizamiento del revestimiento superficial del camino. El factor de adherencia con ruedas patinando es el coeficiente medio de fricción durante la patinada, ya que el coeficiente de fricción es la cantidad proporcional de fuerza nece-

saría para hacer resbalar un objeto a una velocidad uniforme sobre una superficie, a la presión de dicho objeto contra esa superficie.

El factor de adherencia para neumáticos que patinan está determinado principalmente por estos factores:

—*Material de la superficie de la carretera.*

—*Longitud de las huellas de la patinada:* Las huellas largas en carreteras secas y limpias acusan un factor de adherencia inferior a las producidas en forma corta. El coeficiente de fricción entre un neumático y la carretera disminuye a medida que progresa el deslizamiento, en razón de que el neumático se recalienta más por fricción producida en el arrastre.

—*Material del neumático:* Hay considerables diferencias en la clase o el tipo de goma o caucho con que se fabrican los neumáticos. Las cubiertas duran mayor o menor kilometraje debido a sus materiales (caucho duro o blando); con ello disminuirá o aumentará el coeficiente de adherencia del neumático.

—*Dibujo del neumático:* De acuerdo con el tipo de camino, el dibujo es muy importante, ya que de ello dependerá la mayor o menor tracción del rodado por su agarre.

—*Temperatura ambiente:* Tiene mucha importancia en la adherencia, ya que a una temperatura mayor las distancias de frenado se alargarán para una misma velocidad y peso.

—*Presión de inflado:* De ella dependerá la superficie de fricción contra el camino.

—*Peso del vehículo:* Influye mucho en las distancias de parada antes de que las ruedas queden bloqueadas, pero cuando éstas patinan sobre el camino el peso del vehículo cargado acusará una mayor presión incrementándose la temperatura y promoviendo una mayor patinada.

f) *Marcas de neumáticos.*— Para poder interpretar algunas de las marcas que dejan los neumáticos en las carreteras o calles

conviene tener idea de cómo se comportan los vehículos y neumáticos durante una acción de maniobra, para evitar un accidente o durante una colisión.

El contacto del neumático con el camino es normalmente una superficie de dos lados paralelos y rectos, de extremos redondeados. La superficie de rodamiento de aquél suele tener unas ranuras para hacerlo más flexible y permitir una entrada de aire para su refrigeración; generalmente estas ranuras están dispuestas en zig-zag, lo cual facilita la adherencia.

El neumático inflado normalmente, para soportar un peso determinado ejerce una misma presión en toda la zona de contacto, es decir que la marca que se efectuará en el momento de una frenada brusca será de todo el ancho de su banda de rodamiento.

En cambio, un neumático con baja presión o sobrecargado, acusa una deflexión, o sea un arqueamiento del centro de la banda de rodamiento, haciendo que los extremos de ésta reciban la mayor parte del peso.

Sintetizando diremos que las marcas que pueden aparecer en una frenada brusca indicarán:

—*Presión excesiva*: La banda de rodamiento apoyará sobre el camino en su parte central y no hacia sus bordes. La huella será más angosta que el ancho de la banda del neumático con presión de inflado correcta.

—*Presión baja*: La huella en sus bordes es intensa, pero hacia el centro no se notará o marcará, ya que la cubierta se arquea perdiendo el contacto con el camino.

—*Giro muy cerrado*: Si un vehículo gira con poco radio para su velocidad, o se trata de seguir una curva con velocidad superior a la que permite el trazado de la misma, la fuerza centrífuga tiende a empujarlo hacia el interior de la curva (el vehículo se inclina hacia el exterior y el peso sobre los neumáticos exteriores aumenta, disminuyendo en los interiores). Vale decir que en las curvas los neumáticos tienden a concretar el efecto de excesiva presión, ya que se liberan de peso (neumáticos interiores); los exteriores se comportan como si tuviesen muy baja presión, acusando además una deformación lateral pronunciada.

g) *Marcas y huellas de deslizamiento.*— Frecuentemente se confunde lo que es la marca que deja el neumático, con la huella de deslizamiento que produce un vehículo al ser frenado bruscamente.

En el lugar de un accidente puede distinguirse la marca de un neumático (sobre todo si hay rastros de líquidos u otros residuos) de la huella por frenado. En la primera van a existir ciertas y determinadas formas que son exactas al neumático. En la huella de frenado, aparte de aparecer en el pavimento la huella de la cubierta, existirá un arrastre de estas marcas por el bloqueo del neumático. De acuerdo con la forma que tengan estas huellas de frenado podremos, si las analizamos profundamente, determinar:

—dónde comenzó a frenar;

—dónde finalizó y qué dirección tomó el vehículo;

—si la totalidad de sus ruedas frenaron, o si lo hicieron en forma desapareja;

—si existió desviación en el momento de la frenada, etcétera.

Lo hasta aquí expresado reviste el carácter de valioso para la determinación de velocidades.

10. *EL TACÓGRAFO*

El tacógrafo es un aparato que, colocado en un vehículo, registra en un gráfico una serie de datos relacionados con los desplazamientos del mismo.

Básicamente es una combinación de un velocímetro con un reloj, más un sistema de registro. Tiene el aspecto de un velocímetro y está destinado a reemplazar a éste en el tablero.

Además de la escala indicadora de la velocidad y del odómetro (indicador de los kilómetros recorridos), cuenta también con un reloj y una luz de alarma para indicar los excesos de velocidad. La tapa del tacógrafo contiene el mecanismo del reloj.

En el cuerpo del tacógrafo se encuentran los grabadores destinados a registrar las velocidades, los tiempos de marcha y parada, y las distancias recorridas.

El elemento indicado fue diseñado para su empleo en micros o colectivos de corta y larga distancia y su finalidad principal es el chequeo de los chóferes en lo que atañe a velocidad, determinar la

misma en caso de colisión y su comportamiento con las reglas de tránsito.

11. SEÑALAMIENTO

a) *Señales de reglamentación.*— Son aquellas que notifican acerca de las restricciones que imponen las ordenanzas de tránsito sobre el movimiento vehicular, o sirven para instruir al usuario de la vía pública sobre lo que debe hacer. Sin ellas no podrían hacerse cumplir las normas que regulan el tránsito en su circulación y estacionamiento.

b) *Señales de prevención.*— Informan al usuario de la vía pública sobre la existencia de un peligro y la naturaleza de éste. Indican o llaman la atención del conductor acerca de la inminencia de un punto peligroso o accidente en el diseño del camino, el que requiere una mayor atención por parte del automovilista y que de otra manera podría no ser percibido.

c) *Señales de información.*— Se las utiliza para guiar al usuario hasta su destino, proporcionándole la información necesaria y útil para el desarrollo de su viaje.

12. DEMARCACIÓN HORIZONTAL

a) *Eje divisorio.*— Denomínase así a la doble línea amarilla de trazo continuo, que divide corrientes circulatorias de tránsito de sentido opuesto. El eje divisorio puede hallarse en el eje de la calzada o desplazado hacia un costado, cuando se trata de arterias con mano preferencial. No puede ser traspasado ni circularse sobre él. En arterias donde rigen alternativamente sentido único y doble sentido de circulación, en momentos de vigencia del primero tomará carácter de *línea de carril* y se considerará continua o discontinua, de acuerdo con el trazo de la línea de carril inmediata derecha.

b) *Línea de carril.*— Es la línea blanca o amarilla de trazo continuo o discontinuo, divisoria de las corrientes circulatorias de idéntico sentido. Será de trazo discontinuo en los sectores donde se halle permitido su traspaso para adelantarse a otro vehículo, seleccionar carril de giro, alternar la línea de marcha o para cualquier otra maniobra permitida, no pudiendo circularse sobre la misma.

La de trazo continuo implica la prohibición de trasponerla en todos los casos, como asimismo circular sobre la misma.

La de trazo amarillo continuo o discontinuo delimita el espacio para el uso exclusivo del transporte público de pasajeros. La línea de carril doble, una continua y otra discontinua, permite su traspaso exclusivamente en el sentido de la discontinua hacia la continua.

c) *Flechas.*— Son las marcas indicatorias de los sentidos de marcha que pueden adoptarse en la circulación. Las maniobras que indican las flechas son las únicas autorizadas a efectuar.

d) *Línea de borde.*— Es la línea blanca, de trazo continuo, que se demarca junto al cordón de la acera o en el límite de la calzada, separando la misma de la banquina.

e) *Línea de pare.*— Es la línea blanca de trazo continuo, transversal al sentido de la circulación. Indica la obligación de detener el vehículo antes de ser traspuesta por indicación de la autoridad competente, señalamiento luminoso, cruce de peatones, o en caso de hallarse ocupada la bocacalle.

f) *Senda peatonal.*— Es la zona o sector de calzada delimitada por dos líneas paralelas blancas, de trazo discontinuo, o indicada por franjas blancas paralelas al sentido de la circulación. La senda peatonal indica el sector de calzada destinado al cruce de peatones, estando prohibido a los mismos detenerse o esperar sobre la misma.

g) *Línea canalizadora.*— Es la línea blanca de trazo discon-

tinuo que encauza el tránsito de vehículos en intersecciones, giros, etc., de características particulares.

h) *Cocheras*.— Se consideran líneas delimitatorias de cocheras las líneas blancas de trazo continuo o discontinuo que limitan a las mismas entre sí, e indican la forma de estacionamiento.

13. **MARCAS EN EL PAVIMENTO**

a) *Línea longitudinal discontinua*.— Separa carriles de igual sentido de circulación. Puede trasponerse únicamente para adelantarse a otro vehículo, o para seleccionar el carril de giro.

b) *Línea longitudinal continua*.— Delimita el carril; no debe ser traspuesta.

c) *Líneas longitudinales dobles*.— Dividen las corrientes circulatorias y determinan el límite extremo izquierdo del sentido de circulación del tránsito. No deben trasponerse ni circular sobre las mismas.

d) *Senda peatonal*.— Los bastones transversales a la calzada o la doble línea paralela, indican la zona de cruce reservada para peatones.

e) *Flechas de guía*.— Establecen el sentido de circulación y anticipan los giros permitidos en la siguiente encrucijada.

f) *Señalamiento en curvas*.— Doble línea horizontal con trazos continuos y discontinuos en sus extremos. Quien circule del lado de la línea discontinua puede trasponerla, no así quien se halle inmediato a la línea continua.

g) *Líneas oblicuas*.— Anticipan la presencia de obstáculos o hacen las veces de construcciones físicas, canalizando las corrientes circulatorias. Está prohibido circular sobre las mismas.

h) *Cruce ferroviario*.— Demarcación complementaria de los indicadores verticales que destacan la presencia de una vía férrea.

14. OTRAS DEMARCACIONES HORIZONTALES

a) *Acceso a garaje*.— Denomínase demarcación de acceso a garaje a la línea blanca de trazo continuo que limita la zona de calzada inmediata al cordón, donde el mismo se halla rebajado y que contiene dos líneas diagonales blancas de trazo continuo.

b) *Sector de paradas*.— Es la línea amarilla de trazo discontinuo que limita la zona de calzada reservada para la detención de los medios de transporte de pasajeros.

c) *Paso a nivel*.— La demarcación de pasos a nivel (cruces de vehículos y vías férreas) consiste en una cruz de San Andrés, con las letras "FC", limitadas por dos líneas blancas de trazo continuo, transversales al sentido de circulación, ubicadas con la debida anticipación al paso a nivel y complementadas con una línea de "Pare", antes del mismo.

d) *Letras y números*.— Las letras y números de trazos blancos indican limitaciones, prevenciones, prohibiciones, excepciones e informaciones.

e) *Isletas*.— Denomínase isleta a la zona de calzada demarcada con líneas paralelas amarillas de trazo continuo en diagonal o "V",

con delimitación perimetral, que canaliza las corrientes circulatorias. La zona demarcada reemplaza a la plazoleta seca de idéntico fin.

f) *Cordones*.— Los cordones de las aceras se pintan de blanco para indicar su presencia, en caso de que puedan constituir obstáculos imprevistos a la circulación. Los pintados de color amarillo indican prohibición de estacionamiento durante las 24 horas. Los de color rojo indican prohibición de estacionamiento y detención durante las 24 horas, con excepción de la detención del transporte público de pasajeros, siempre que los mismos cuenten con el respectivo poste indicador de paradas en dicha zona de restricción.

15. RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES

La reconstrucción de los hechos ocurridos en los sucesos viales no puede ser considerada como perfecta y ha de estimarse entre un mínimo y un máximo, sobre la base de los muchos elementos que se han de tener en cuenta para extraer conclusiones. Pongamos como ejemplo la velocidad, cuyo valor resulta importantísimo para una correcta reconstrucción del evento. El resultado que se obtenga al respecto no puede nunca considerarse como exacto, sino que debe admitirse en el cálculo un posible margen de error.

Estos errores son inevitables; hay que tener en cuenta que muchos factores a estudiar han de ser obtenidos por aproximación. Así ocurre con los puntos de percepción posible y real, con el tiempo de reacción, con la eficacia de los frenos, con el coeficiente de adherencia del camino, con el estado de los neumáticos, etcétera. Todos estos elementos han de ser valorados por estimación.

Los accidentes no se originan por una sola causa sino por un conjunto de ellas, y en el supuesto de que las mismas se reproduzcan exactamente, el accidente se originará de igual forma. Estas circunstancias son las relativas al conductor, al vehículo, a la carretera y al tránsito (otros vehículos, peatones, etcétera). Al examinarse estos elementos puede llegarse no sólo a conocer cómo se produjo el accidente, sino también el motivo real que lo ocasionó. Es interesantísimo el análisis de las causas del accidente, puesto que se produce por la conjunción de una serie de elementos que independientemente no darían lugar al mismo, pero que en el momento de coin-

cidir dan como resultado lo siguiente: muchas veces se atribuye la causa del accidente a un determinado elemento, como por ejemplo el estado del camino; sin embargo, por el mismo punto han pasado cientos y cientos de vehículos y no se ha producido ni siquiera una situación de peligro. No obstante llega un momento en que una unidad ocasiona el accidente.

Lo expresado supone que la causa no ha sido en forma exclusiva el estado de la ruta, sino las condiciones especiales del vehículo o de su conductor. Una velocidad excesiva, un descuido en su conducción, una mala conservación de los neumáticos, habrán contribuido a que el suceso, hasta ahora evitado, se produzca.

Precisamente en este punto es cuando adquiere el mayor valor una buena reconstrucción del accidente y el análisis de la solución admitida, puesto que de aquélla se derivarán las afirmaciones que demostrarán que el accidente se produjo por una conjunción de factores que de no haber coincidido en el tiempo y en el espacio, no hubieran devenido en el siniestro.

En muchas ocasiones, una pequeña variación en las actitudes del conductor condiciona una alteración en su factor de seguridad. Ello es suficiente para que se produzca el hecho dañoso. Tras el conocimiento de los factores operativos que han participado en el accidente, reflejado en la reconstrucción, habrá de estudiarse la situación de los elementos intervinientes, hombres, vehículos, camino, para tratar de encontrar qué atributos de cada uno de ellos son los que se han requerido para que el accidente tuviera lugar y en qué proporción han intervenido.

El estudio de todos estos elementos y circunstancias darán como resultado un análisis del accidente que llevará a las siguientes conclusiones:

a) *Descartadas por erróneas.*— A veces los conductores de los vehículos accidentados afirman categóricamente determinados hechos, incluso con el apoyo de testigos inconscientemente falsos. Cuando se realiza el análisis del accidente, se comprueba que dichas afirmaciones no pudieron darse en ningún momento.

b) *Posibles.*— En oportunidades los hechos se relatan en forma tal que parece que pudieron desarrollarse de esa manera. En la reconstrucción podrá comprobarse si efectivamente pudo ser así o

no, y aunque habrá casos en que positivamente tendrá que afirmarse lo contrario, también existirán otros en que la situación se podrá admitir.

c) *Probables*.— Éstas serán las situaciones que se presentan con mayor frecuencia en la reconstrucción de accidentes. Como ya expresáramos, en todo trabajo de reconstrucción hay que admitir márgenes de error y posibilidades de acontecer, sin que esto suponga el menor menoscabo al interés de un estudio analítico de los hechos.

d) *Ciertas*.— Por más meticulosidad que preceda a la recogida de los datos y por mucho esmero que se ponga en su estudio, no se podrá afirmar que los hechos se produjeron exactamente como se deduce de la reconstrucción. Fuerzas imprevistas, reacciones anómalas que pueden condicionar movimientos, desplazamientos, destrozos, cuya interpretación resulta a veces incomprensible. No obstante puede haber casos de absoluta certeza.

La reconstrucción del accidente en el caso de dudas, favorece en lo posible al presunto inculpado, por exigencias del principio *in dubio pro reo*. Si la diferencia entre el punto de percepción real y el que afirma el inculpado es mínima, si las velocidades son aproximadas, si no hay constancia fehaciente, si no existen certezas absolutas de que los hechos se produjeron de manera distinta, siempre será preferible una valoración benévola de la responsabilidad.

Sin embargo, la reconstrucción del accidente puede demostrar también la mentira, la falsía de un conductor, su absoluto desprecio por las normas de tránsito, su temeridad, etc., y entonces puede caer sobre él todo el peso de la ley con el convencimiento jurídico y moral de que se condena al culpable, a un asocial, a un individuo que no merece llevar un volante entre las manos.

16. EL PERITAJE MECÁNICO

No hay duda de que los primeros en intervenir en un hecho culposo o doloso vinculado con un suceso vial, son los peritos mecá-

nicos. Ellos estimarán velocidades en el momento de la colisión, fundamentándose en las deformaciones permanentes producidas en las zonas impactadas, los desplazamientos del o de los rodados, las distancias del frenado y las fallas mecánicas. Si estas fallas fueron la causal del accidente, previo examen del mecanismo del vehículo, determinarán si el conductor pudo o no haber previsto las mismas. De igual manera establecerán si los daños fueron producidos por golpe o choque con o contra cuerpos duros o blandos y si los mismos son de antigua o reciente data.

17. *EL PERITAJE FÍSICO-MATEMÁTICO*

El profesional especializado en este tipo de labor deberá ante todo estudiar con profundidad las constancias sumariales existentes sobre el hecho acontecido, para luego determinar, mediante ecuaciones físico-matemáticas, la velocidad del o los rodados en forma precisa y analizar la dinámica y cinemática de la mecánica del choque, teniendo en cuenta la trayectoria de los vehículos en el momento de la colisión. Establecerá además las distancias de frenado, la estabilidad de los vehículos, la influencia de los rodados en los accidentes y todo otro punto de interés para la causa judicial.

La información necesaria para los consecuentes análisis, normalmente deberán seguir el siguiente orden metodológico:

- posición geográfica del impacto, perfectamente referenciada;
- posición final del o los vehículos intervinientes en el suceso;
- longitud de las huellas de frenado, si las hubiera, pre y post-impacto, y sus características cualitativas;
- características del camino en el momento del accidente (granulometría), estado de conservación del mismo y presencia de agentes exteriores (musgo, aceite, arena, etcétera);
- estudio y análisis de las manifestaciones de las partes protagonistas y de los testigos;
- estudio y análisis del informe pericial del perito mecánico;
- estudio y análisis de las fotografías de los vehículos (cuanto más numerosas mejor);
- en caso de haber sido embestida una persona, posición de impacto y posición final de la víctima y del vehículo;
- plano del lugar del hecho, correctamente acotado.

Con los datos hasta aquí referidos pueden hacerse las siguientes determinaciones:

- a) mecánica del accidente;
- b) velocidad de los rodados;
- c) trayectoria seguida por los rodados pre y posimpacto;
- d) conos de visión de las intersecciones.

El estudio teórico posterior del frenado de los rodados y del correspondiente tiempo de reacción de los conductores, indicará la factibilidad de haberse evitado o atenuado las consecuencias del accidente en cuestión.

18. *DATOS CONOCIDOS Y NECESARIOS EN LA RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES*

La reconstrucción de un accidente de tránsito tiende a explicar, sobre la base de hechos conocidos, cómo sucedió el mismo. Hay cinco clases de estos datos, necesarios para la reconstrucción:

- itinerario según las versiones de los conductores intervinientes;
- detalles sobre los desperfectos de los vehículos o las lesiones de los peatones y su significado;
- marcas o huellas en la carretera, ruta, camino, etc., o en objetos fijos, y su significado;
- posición final de los rodados;
- principios científicos relacionados con la mecánica (que explica el comportamiento de los objetos en movimiento) y la psicología (que explica los tiempos de percepción y reacción de los conductores).

Para concretar una reconstrucción es necesario contar con la mayor cantidad de datos posibles, en lo que atañe a huellas de frenado, de desplazamientos, lugar geográfico del impacto, iluminación, situación atmosférica, etcétera. Las etapas en que se realiza tal reconstrucción son las siguientes:

- análisis y determinación de toda la cinemática y dinámica que conformó el desarrollo del accidente;
- determinación de las causas de visión máxima de los conductores;
- determinación de los conos de visión compatibles con la ve-

locidad y referidos a distintas secuencias de tiempo en segundos, antes del punto de impacto.

En todos los casos resulta de fundamental importancia el relevamiento fotogramétrico a corta y larga distancia, ya que permite el almacenamiento de información sobre cada hecho en particular y viabiliza la repetición y evaluación planimétrica del suceso, cuando así sea necesario.

19. *INTERROGANTES PERICIALES MÁS FRECUENTES*

- a) Determinación de las velocidades de los vehículos.
- b) Tiempo de detención en función de la velocidad.
- c) Distancia de frenado en función de la velocidad y/o tiempo de reacción de los conductores.
- d) Velocidad límite para una curva y vehículo determinados.
- e) Velocidad máxima alcanzada por el vehículo interviniente dentro de una distancia dada, partiendo del reposo o en movimiento.
- f) Factibilidad de vuelco según esquemas accidentológicos.
- g) Cálculo de la posible velocidad de impacto hasta su anulación, habiéndose aplicado los frenos momentos antes del tiempo prefijado por los conos de visión o por detalles del expediente de la causa.
- h) En caso de embestida a peatones, posición relativa del vehículo y el peatón, uno, dos o tres segundos progresivos antes del impacto.
- i) Esquema de la secuencia o progreso del accidente.

20. *ELEMENTO HUMANO MÍNIMO E INDISPENSABLE PARA LA LABOR PERICIAL*

Como podrá verse de todo lo hasta aquí expresado, las tareas vinculadas con peritajes que puedan ser requeridos con motivo de fenómenos accidentológicos viales, requieren el concurso de especialistas que operen mancomunadamente para el mejor esclarecimiento de los hechos.

En tal sentido, debemos mencionar entonces la participación de: peritos mecánicos, ingenieros, fotógrafos, planistas, médicos (especialmente traumatólogos), y psicólogos.

21. **IMPORTANCIA DEL ESTUDIO DE LAS LÁMPARAS O BOMBILLAS EN CASO DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO**

Cuando un accidente de tránsito ocurre, a menudo surge el interrogante de si las luces estaban encendidas o apagadas. Las luces de carretera, las luces de cruce, los indicadores de dirección y las luces de *stop* constituyen, frecuentemente, indicios fundamentales en el análisis del hecho.

En la mayoría de los casos, un examen visual profundo de las bombillas (mediante una lupa o un simple microscopio) permite responder a esta pregunta. A veces, estas indicaciones no son suficientemente explícitas e incluso hasta contradictorias. Por ello, se impone un dictamen pericial en el laboratorio.

Desde hace algunos años el "Laboratorium voor Algemene Systeemveiligheid en Forensische Ongevalanalyse", vinculado al Programa Post-Universitario sobre la Técnica de Seguridad de la Universidad Católica de Lovaina, se ha dedicado, a la luz de numerosas experiencias, a estudiar este problema.

De tal manera se puso en marcha un banco de prueba que ha permitido observar fuera de las características eléctricas y ópticas de las bombillas las oscilaciones del filamento incandescente. Las investigaciones pueden proseguirse con un microscopio electrónico especialmente concebido para el análisis espectral.

a) *La lámpara nueva.*— Los siguientes datos son necesarios para caracterizar una lámpara o bombilla: la marca, el tipo, el voltaje (voltios), la potencia (vatios), o la intensidad de la corriente (amperios). Estas indicaciones se inscriben en el casquillo de la lámpara o en el globo de cristal. Es preciso igualmente conocer el lugar exacto en el que estaba colocada y su función en el vehículo. Es importante, pero no indispensable, saber si se ha tenido alguna dificultad al retirar la lámpara de su soporte (en particular en razón de la suciedad o corrosión que habría entre el casquillo y su soporte).

La lámpara de incandescencia está constituida por un culote, un bulbo de cristal y un filamento de incandescencia que se coloca en los soportes. El culote puede ir a rosca, con broche o provisto de un casquillo de muesca que permite fijar la bombilla en el soporte según una cierta disposición. Si el culote va a rosca, la posición de la lámpara no tiene importancia (sobre todo para las luces de las bicicletas).

El filamento está constituido por una espiral de tungsteno. La longitud y la sección de la espiral, así como las del filamento de tungsteno, varían en función del tipo de lámpara y del constructor. Las espiras que conforman la espiral son casi paralelas y se reparan regularmente.

El bulbo de cristal lleva consigo dos o varios soportes a los que se fijan uno o dos filamentos. La finalidad de estos soportes es doble: 1) fijar y sostener el filamento; 2) asegurar el paso de la corriente dentro del filamento.

Las lámparas de incandescencia *simple* están vacías de aire, mientras que las halógenas contienen un gas bajo presión, generalmente de yodo.

Las lámparas constituidas por un solo filamento llevan normalmente dos soportes y se utilizan generalmente para las luces indicadoras de dirección, para las de posición y para las de marcha atrás.

Las lámparas dotadas de dos filamentos contienen a menudo tres o cuatro soportes y se destinan a los faros delanteros, a las luces de *stop* y a las posteriores.

Los faros delanteros llevan normalmente tres soportes. Se fija una rejilla-pantalla a uno de estos soportes. Los otros dos sirven de conductor que lleva la corriente hacia las luces de cruce y las de carretera, respectivamente. El soporte de la rejilla-pantalla funciona como masa (reciprocidad) para los dos filamentos.

El filamento de las luces de cruce está situado encima de la rejilla-pantalla y forma una espiral rectilínea. El filamento de las luces de carretera se halla en el centro de la lámpara y forma habitualmente una espiral arqueada o semicircular.

Las bombillas destinadas a las luces de *stop* y a las posteriores van siempre equipadas de cuatro soportes. Cada par de soportes mantiene la extremidad de un solo filamento. El filamento más grueso está previsto para la luz de *stop* más potente y el más fino para la posterior, menos potente.

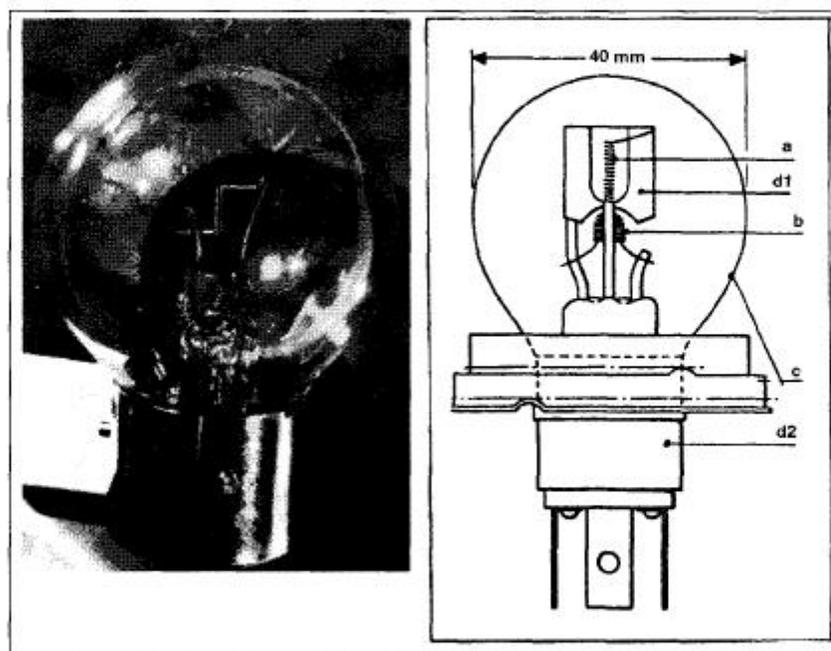


Figura 200

Lámpara de incandescencia.

- a - Filamento de las luces de cruce.
- b - Filamento de las luces de carretera.
- c - Bulbo de cristal.
- d1 - Rejilla-pantalla.
- d2 - Culote.

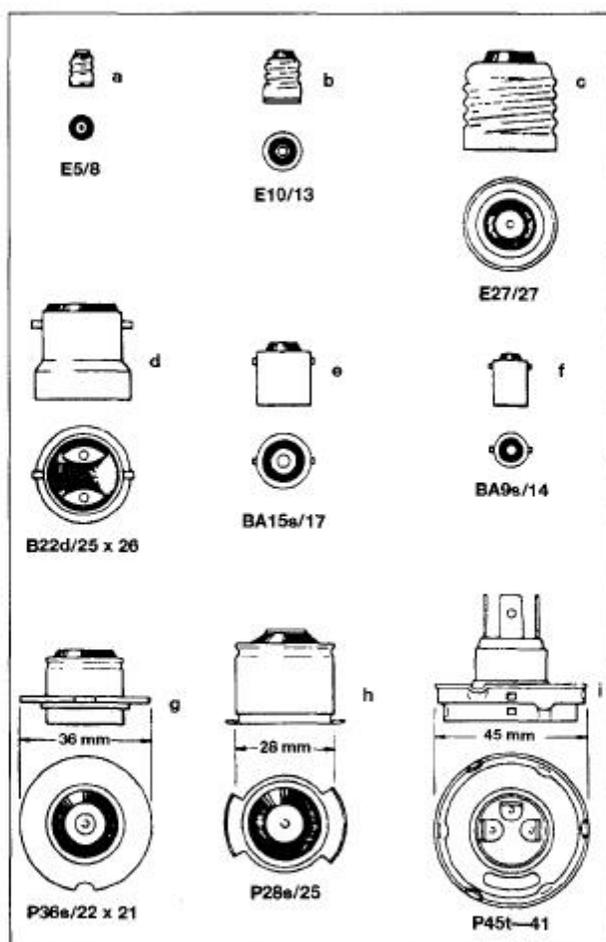


Figura 201

Algunos tipos de culotes utilizados para fijar las bombillas.

1 - Culotes a rosca (a, b y c). 2 - Culotes con broches (d, e y f). 3 - Culotes provistos de un casquillo con muesca (g, h e i).

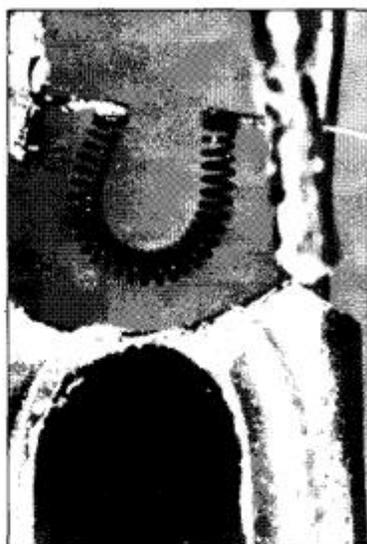


Figura 202

Depósito de partículas
sobre la rejilla-pantalla
(oxidación).

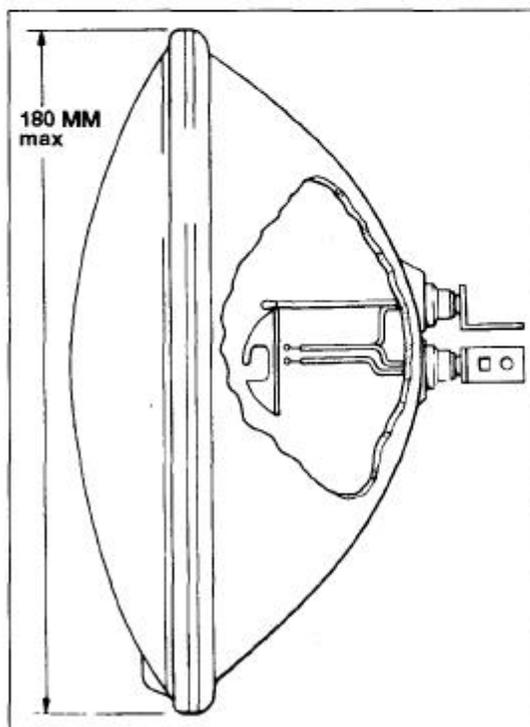


Figura 203

Luces de tipo
sea-led beam.

Algunos vehículos (de construcción reciente) no disponen de las bombillas clásicas de dos filamentos para sus faros delanteros, sino de dos lámparas halógenas de las que una está prevista para las luces de carretera y la otra para las de cruce. Se utilizan igualmente lámparas halógenas de dos filamentos. Otros vehículos van equipados de luces de tipo *seawilamentos.led beam*.

b) *La lámpara de incandescencia de uso normal.*— Cuando el filamento está nuevo (no se ha quemado nunca o sólo hace algunos segundos, como máximo) su superficie presenta surcos longitudinales debidos al procedimiento de fabricación. En efecto, todos los tipos de hilos metálicos se fabrican haciéndolos pasar por hileras, es decir que se estiran hasta que se obtiene el diámetro deseado. El material que constituye estas hileras tiene una densidad específica. Por esta razón, la mayoría de los filamentos de tungsteno presentan finas ranuras longitudinales.

Si el filamento de tungsteno se utiliza como de incandescencia, los surcos iniciales desaparecen bajo el efecto de la tensión superficial. Tras el examen microscópico del filamento puede afirmarse con certeza si este último se ha quemado ya o no.

Conforme se va desgastando, el filamento va presentando irregularidades debidas a la emisión y al depósito constantes de partículas de tungsteno. Esta transmisión de partículas puede usar el filamento localmente hasta tal punto que se consume completamente en este lugar. Cuando ello ocurre, las extremidades de la rotura se redondean y llevan las huellas de metal fundido. Las espiras de la espiral siguen siendo más o menos paralelas, y en el entorno inmediato de este punto de ruptura (fusión del metal) el filamento de tungsteno se vuelve más tenue.

Ciertos filamentos, en particular los más delgados, se debilitan algo bajo el efecto de la fuerza de gravedad. La superficie de tungsteno conserva su brillo metálico y plateado.

Después de una utilización duradera de la lámpara ocurre a menudo que el bulbo de cristal se ennegrece. Este fenómeno se debe a las partículas de tungsteno que se evaporan y se depositan luego en la pared interior del recinto de cristal.

c) *La lámpara de incandescencia bajo el efecto de los choques*

(*accidentes*).— Cuando se somete a la bombilla a un choque potente, y esto es esencial, pueden presentarse dos casos:

1. *Se rompe o se casca el bulbo de cristal de la bombilla.* Luego, el filamento entra en contacto con el oxígeno del aire.

Si la bombilla estaba apagada el filamento estaba frío y no ha sufrido ninguna alteración, dado que el tungsteno no se oxida más que por encima de los 600 grados centígrados. Puede suceder muy bien que el filamento se rompa y que los fragmentos sueltos se pierdan. Se observará que los restos de la espiral que continúan unidos a los soportes son brillantes y regulares, las extremidades de las roturas son cortantes, y las espiras continúan intactas.

Si la bombilla estaba encendida, el filamento se calentó hasta alcanzar temperaturas de 2500 grados centígrados en el caso de las lámparas Bilux (faros delanteros normales) y alrededor de 2900 grados centígrados en el caso de las lámparas halógenas. El punto de fusión del tungsteno se sitúa hacia 3380 grados centígrados. El filamento incandescente es frágil y se deforma fácil e irremediablemente en caso de choque.

Las espiras de la espiral ya no son paralelas. Al oxidarse el tungsteno se transforma en óxido de tungsteno. Esta oxidación presenta entonces los *colores de recocido* de varios matices y puede observarse fácilmente bajo el microscopio. En el caso de las lámparas Bilux y si las luces de cruce se han quemado, la oxidación continúa visible gracias al depósito de partículas sobre la rejilla-pantalla. Numerosos pedacitos de cristal procedentes del bulbo y liberados en el momento del choque vendrán a tocar el filamento incandescente y fundirse. Esta fusión prueba que la temperatura del filamento era superior a 800 grados centígrados.

Si el filamento continúa quemándose después de la ruptura del bulbo de cristal, la oxidación prosigue y el filamento se consume. En este caso, las extremidades se redondean. Esta oxidación dejará generalmente huellas amarillas.

Si las luces se encienden solamente después de la ruptura del bulbo de cristal, la oxidación (típica) amarillenta aparecerá y el filamento se consumirá igualmente. Las extremidades de la rotura serán desde entonces redondas. El filamento no se deformará, no presentará colores de recocido, ni adhesión de partículas de cristal. Este caso se presenta frecuentemente dado que las personas encarga-

das de comprobar los hechos quieren asegurarse del buen funcionamiento de las luces.

Si se comprueba una oxidación amarilla, es preferible que se examine la lámpara en un laboratorio especializado.

Es pues erróneo decir (aunque tales afirmaciones sean frecuentes) que si por descuido se comprueba el funcionamiento de la instalación del encendido, todas las preciosas indicaciones sobre el funcionamiento o no de las luces del vehículo en el momento del accidente están falseadas. Sin embargo, de forma general, debe proscribirse este control en el lugar del accidente.

Señalemos también que la ausencia de oxidación no permite afirmar que el filamento no se ha quemado. En efecto, si las luces acaban de ser apagadas (en particular en el caso de los indicadores de dirección) o si el oxígeno es raro (en particular en el caso de una fisurita del bulbo) sólo podrá comprobarse una débil oxidación.

2. *El bulbo de cristal está intacto (ninguna fisura ni rotura).* El oxígeno del aire no entra pues en contacto con el filamento, de forma que no se oxida ni se incrusta de cristal.

En caso de colisión violenta, el filamento incandescente o caliente se deformará irremediamente. Las espiras de la espiral ya no son paralelas. Bajo el efecto del choque puede que el filamento se pegue a los elementos de la bombilla (soportes, rejilla-pantalla, bulbo de cristal) y deje huellas. Éstas pueden ser tan mínimas que un simple microscopio no permita descubrirlas. Entonces, es preciso utilizar un microscopio electrónico.

En caso de deformación plástica (que no es posible más que si el filamento está caliente), es raro que un filamento relativamente nuevo se rompa. Sin embargo, si tal es el caso (para los filamentos más antiguos), las extremidades de la rotura se redondean y presentan normalmente huellas de metal fundido.

Un filamento frío es quebradizo y casi indeformable. En una colisión inesperada y violenta puede que el filamento se rompa en uno o varios lugares diferentes. Las espiras permanecen paralelas entre sí y las extremidades de las secciones rotas cortan. Los fragmentos del filamento se esparcen dentro del bulbo de cristal. Si el filamento frío se deforma ligeramente, queda sometido a una tensión que desaparecerá cuando este último se rompa o se separe de su soporte, o bien cuando se encienda posteriormente.

Ésta es la razón por la cual resulta aconsejable que no se pon-

ga en funcionamiento el encendido del vehículo después del accidente, sobre todo si se quiere hacer un dictamen pericial de las lámparas intactas, después. Si verdaderamente se quiere controlar el funcionamiento de la red eléctrica del vehículo conviene reemplazar las bombillas implicadas en el accidente por bombillas de recambio. Por lo general no es posible proceder a esta operación, razón por la cual sería preferible prohibir este tipo de control y, en su caso, señalarlo.

d) *Algunas consideraciones complementarias.*— Un choque violento no provoca necesariamente deformaciones visibles del filamento incandescente. La aceleración que sufre el filamento en el momento del choque es capital. La solidez con la que la bombilla se fija sobre el soporte determina la transmisión del choque.

Las vibraciones debidas a una conducción en una carretera empedrada o con deterioros no bastan para alterar un filamento incandescente. Se ha comprobado que los filamentos de las luces de los que van equipados los tractores agrícolas no se deforman, incluso en las condiciones más difíciles, a saber, en caso de circulación y por caminos empedrados o por los campos.

Además del examen de las lámparas es preferible proceder al encendido de la totalidad del vehículo. El estado del interruptor constituye el primer indicio. Para las bicicletas, en particular, el estado de la dínamo es el que importa, aunque a menudo se encuentra estropeada, principalmente en caso de colisiones laterales, a continuación del propio choque.

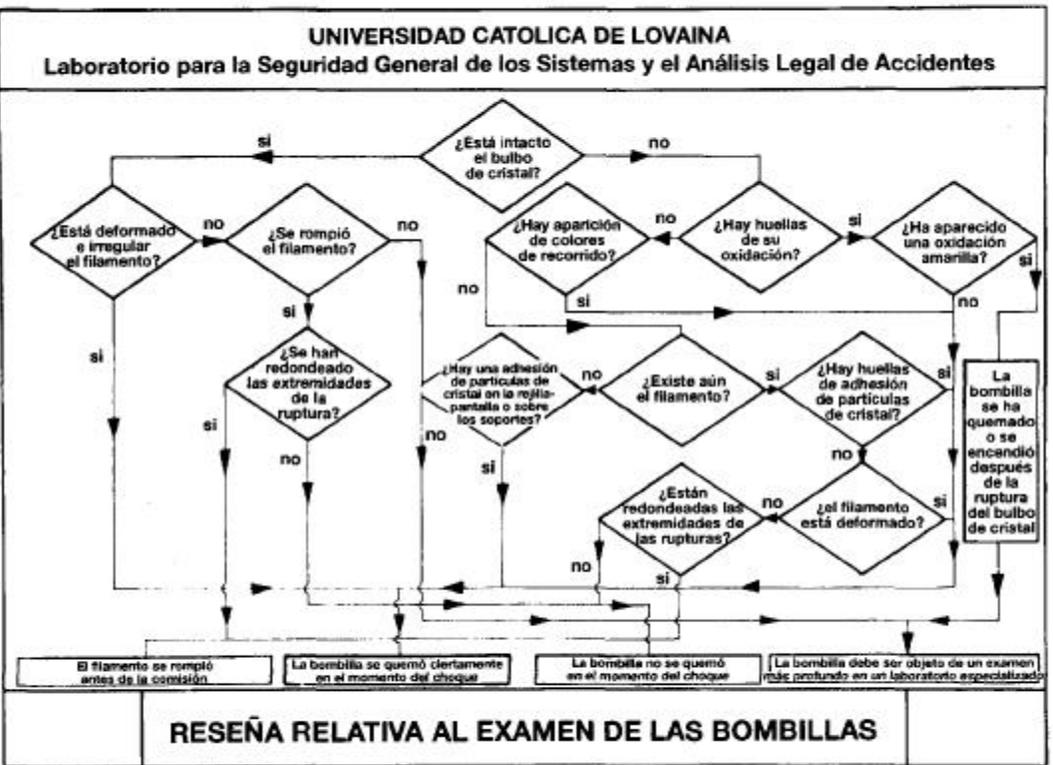
Igualmente, es necesario comprobar si el voltaje mencionado en la bombilla corresponde al de la batería del vehículo. La mayoría de los vehículos tiene actualmente una batería de 12 V; por su parte, los camiones suelen llevar una de 24 V.

Si las luces han sido encendidas después del accidente, conviene designar con precisión las lámparas cuya capa exterior del cristal estaba rota.

Si una lámpara está constituida por dos filamentos, puede que uno de ellos incandescente, toque al otro. En este caso, este último se calienta igualmente y presenta huellas de oxidación en caso de ruptura del bulbo de cristal.

Los filamentos se deforman tanto más fácilmente cuanto más finos son.

El examen de roturas necesita un buen microscopio y alguna experiencia en la materia. Además, el aspecto de las roturas no facilita siempre indicaciones sobre el funcionamiento de las luces antes del accidente. El examen de las lámparas de incandescencia se ha convertido en el tema de una literatura internacional cada vez más abundante.



e) *Conclusiones.*— Las consideraciones precitadas han permitido establecer un esquema gracias al cual es posible, en la mayoría de los casos, y de una forma rápida y simple, llegar a una de las cuatro conclusiones siguientes:

- 1) las luces quemaban;
- 2) las luces no quemaban;
- 3) la bombilla era defectuosa antes del accidente;
- 4) se requiere un examen especializado en laboratorio.

Se desprende claramente de este estudio que un solo indicio tomado después del accidente no permite sacar conclusiones definitivas en cuanto al funcionamiento de las luces antes del mismo. Es necesario basarse en una clasificación lógica de todos los elementos disponibles.

f) *Reseña que permite resolver los casos sencillos.*— Esta reseña debe considerarse como un tipo de razonamiento lógico que permite deducir, sobre la base de simples comprobaciones hechas mediante una lámpara, una primera conclusión en cuanto al funcionamiento de la bombilla examinada durante el choque.

Pero es preciso tener en cuenta el hecho de que estas conclusiones no son más que provisionales. En efecto, algunos casos no responden a este tipo de razonamiento; por otra parte, esta reseña no pretende haber previsto todas las posibilidades, dado que se propone presentar un instrumento preciso y práctico.

g) *Recomendaciones a tener en cuenta durante la intervención con bombillas de incandescencia.*— 1) Es preferible no conectar inmediatamente el encendido de un vehículo después de un accidente. Sin embargo, si fuera el caso, es preciso necesariamente señalarlo.

2) Se desmontan y examinan las bombillas así como toda la instalación de encendido.

3) Se describen claramente la posición y la función de cada bombilla; se marca cada una de ellas con precisión.

4) Se anota el estado de los interruptores.

5) Después de este desmontaje puede comprobarse mediante

bombillas de recambio o de un aparato de medida adecuado, si la red eléctrica está bajo tensión y si las masas funcionan convenientemente.

6) El desmontaje de las bombillas fuertemente deterioradas no es fácil, pero aporta datos preciosos.

7) La naturaleza y la gravedad de los daños causados suministran indicaciones a los investigadores sobre la propia colisión. De ahí que se recomiende remitir algunas fotos detalladas del vehículo afectado.

8) El embalaje y la expedición de los elementos desmontados, deben efectuarse de forma que no pueda perderse ningún elemento. Si uno de los filamentos se hubiera separado ya antes de la expedición, conviene señalarlo.

22. *EL EXAMEN DEL VELOCÍMETRO, UN AUXILIAR EN LA INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES*

Como ya se indicara oportunamente, un factor muy importante para ser determinado en la investigación de cualquier accidente es la velocidad del vehículo en el momento del impacto. Existen varios métodos para lograrlo, siendo el más común el del análisis de las huellas de frenado. Aunque bueno, este método no siempre puede ser aplicado, dada la ausencia de tales marcas.

Otra forma es examinar el vehículo y estimar los daños que sufriera como producto de la colisión. En la práctica, estas estimaciones se llevan a cabo comparando los daños con otros observados en distintos accidentes, en los cuales los rodados colisionaron con objetos fijos a velocidades conocidas. Sin embargo, en tales casos las estimaciones dependen más de suposiciones, así como de la experiencia y familiaridad de quien interviene con los resultados de hechos similares, que de cálculos objetivos.

Muchas veces, ya sea en choques frontales o con objetos fijos, surge poca evidencia que pueda ser considerada para definir la velocidad del rodado. En los frontales los daños pueden ser tan severos y los ángulos de aproximación y salida tan críticos, que las ecuaciones de conservación del movimiento son casi imposibles de aplicar, salvo que se conozca la velocidad de uno de los vehículos en el momento del impacto.

Otro de los métodos existentes es el de examinar el velocímetro, el tacómetro y el tacógrafo.

Todos los vehículos que se venden y han vendido están equipados con un dispositivo que indica la velocidad en kilómetros por hora (o millas por hora, según su origen), fácilmente visible por el conductor. También pueden poseer un tacómetro que indica las revoluciones por minuto del motor. Ambos instrumentos por lo general consisten en un cuadrante numerado (en forma de reloj o no) y una aguja o indicador. El fondo de la escala con números puede poseer diversos colores y la aguja usualmente se encuentra recubierta con una pintura luminosa de color naranja, verde o rojo.

Tales instrumentos han sido, de una forma u otra, instalados en vehículos desde su origen y rara vez se los ha utilizado para la determinación de velocidades en casos de accidente. La observación del velocímetro permite a veces calcular tal parámetro, pero debe recordarse que la lectura directa de una aguja atascada en tal instrumento puede o no indicar la velocidad de impacto.

En algunos casos, cuando la colisión es muy severa (especialmente en choques frontales o con objetos fijos) la aguja produce una marca o huella en el cuadrante del velocímetro precisamente en el momento del impacto. A veces, suele vérsela a ojo desnudo. Otras, alguna parte del cuerpo del conductor u objetos ubicados dentro del vehículo se ponen en contacto con el velocímetro, empujando o golpeando la aguja respectiva contra el cuadrante. La misma puede o no quedar adherida en esa posición de golpe. Si ocurre lo primero y todo el daño es relativamente recto (de adelante hacia atrás), la ubicación de la aguja puede muy bien indicar la velocidad deseada. Los daños y otras evidencias sustanciarán tal probable velocidad.

Las apreciaciones aludidas no serán viables cuando la fuerza del impacto ha sido de atrás hacia adelante, ya que en tales casos la aguja en vez de acercarse al cuadrante del velocímetro se alejará.

Cuando existan huellas de frenado sustanciales, previas a la colisión, muy probablemente la aguja del velocímetro se ubicará en cero. Lo mismo ocurrirá cuando haya sufrido desperfectos (inoperable) el cable del velocímetro, aunque el vehículo aún se esté moviendo.

La otra huella detectable en el velocímetro, también dejada por su aguja, es la marca de pintura que puede quedar asentada en el cuadrante, perteneciente a la primera. Sin embargo, en este caso no siempre es detectable a ojo desnudo y debe recurrirse a un examen más intenso de laboratorio.

El velocímetro de un camión pesado que ha colisionado con un vehículo de tamaño estándar, rara vez recibirá suficiente fuerza como para dejar la marca de pintura aludida. No obstante ello, si estuviera equipado con un tacógrafo, su disco podría indicar cualquier cambio en su velocidad y la hora del cambio.

Similares evaluaciones a las que se puedan concretar con un velocímetro, pueden llegar a efectuarse con los tacógrafos, debiéndose recordar que los mismos sólo indican las revoluciones por minuto del motor.

El éxito de cualquier examen en el sentido expuesto dependerá de la adecuada extracción de los elementos, desde el interior del vehículo dañado. El examen de laboratorio deberá consistir en la observación microscópica con luz normal; la observación con microscopio binocular estereoscópico y finalmente con aplicación en ambos casos de luz ultravioleta.

23. *LA IMPORTANCIA DE LOS RASTROS DE PINTURA EN EL PERITAJE DE LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO*

No requiere mayor esfuerzo intelectual comprender la importancia que reviste el examen físico y químico de los rastros de pintura que puedan encontrarse en accidentes de tránsito, especialmente en aquellos casos donde uno de los vehículos se ha dado a la fuga.

En tales casos, no sólo reviste interés la composición química de la pintura sino además el color, el espesor y el orden de sucesión de las posibles capas existentes.

En determinadas circunstancias también ha de ser valiosa la conformación geométrica del rastro dejado, para el posterior cotejo de coincidencia posicional y conformación.

24. *FÓRMULAS FÍSICO-MATEMÁTICAS APLICABLES*

Cada accidente en particular requerirá la aplicación de cálculos que conlleven a dar respuesta a diferentes interrogantes periciales. Las variantes y posibilidades en ambos sentidos (en el técnico

y en el que surja del cuestionario) son numerosas. Habrá hechos donde los participantes sean conductores y peatones, otros donde intervengan únicamente conductores (con o sin tripulantes que los acompañen) y dentro de la amplia gama de posibilidades, podríamos señalar aquél donde intervenga un conductor y un objeto inanimado (fijo o móvil) contra el cual choca.

Obviamente no puede realizarse una síntesis pormenorizada de fórmulas de aplicación para cada caso, especialmente aquellas que tienden al cálculo de velocidades, no obstante lo cual diremos que las tan conocidas ecuaciones vertidas en los diferentes libros de física, referidas a dinámica, cinemática y estática, así como también la aplicación de las funciones trigonométricas, conducen en cada caso al acercamiento de parámetros aproximados a la realidad de los hechos. Ciertamente, ello no es todo; amén de los imponderables y demás cálculos que puedan concretarse, será necesario también contar con instrumental de precisión para medir distancias, deformaciones, desaceleraciones, calibrar velocímetros, etcétera.

CAPÍTULO XIV
RESTOS DE DEFLAGRACIONES

1. **INTERROGANTES PERICIALES MÁS FRECUENTES QUE SE VINCULAN CON LA DEFLAGRACIÓN DE LA PÓLVORA ORIGINADA POR EL DISPARO DE UN ARMA DE FUEGO**

Ante todo corresponde aclarar que deflagración es la acción y el efecto de deflagrar, vale decir, arder súbitamente una sustancia, con llama y sin explosión.

Cuando se produce la acción del percutor de un arma de fuego sobre la cápsula detonante (en cuyo interior se encuentra la carga fulminante) de un cartucho de bala o de munición múltiple, el encendido del fulminante se propaga al interior de la vaina (a través de los oídos cuando se tratare de cartuchos de fuego central), produciendo el encendido de la carga impulsora (pólvora).

La combustión de esta carga genera un gran volumen de gases dentro de la cápsula (vainas), que ocasiona el desprendimiento de la bala integrante del cartucho, a la cual empuja a lo largo del ánima del cañón (interior del mismo) expulsándola en definitiva al exterior.

Todo el proceso aludido es, por ende, el que da origen a lo que se conoce como *deflagración de la pólvora*, expresión ésta que durante muchos años ha guardado estrecha vinculación con los siguientes interrogantes periciales:

a) Determinar si en las manos de una persona existen restos de deflagración de pólvora, con el propósito de verificar su interven-

ción en el accionar y disparo de un arma de fuego. Similar observación se impone en los casos de suicidio.

b) Establecer la existencia de restos de deflagración de pólvora en el orificio de entrada de un proyectil, en el cuerpo humano.

c) Establecer la distancia de disparo sobre prendas de vestir, como investigación complementaria de las observaciones y pruebas de carácter físico experimental comparativo, realizadas con el arma incriminada, en un estudio previo.

d) Determinar si el arma ha sido disparada y tiempo transcurrido.

Antes de encarar los fundamentos técnicos que sirven de base a la posibilidad o no de dar respuesta al cuestionario de mención, es necesario conocer someramente los diferentes tipos de pólvora que se utilizan en las armas de fuego de uso frecuente.

Actualmente se emplean dos clases de sustancias o mezclas de ellas: pólvora negra y sin humo.

a) *Pólvora negra*.— De muy antigua data, reemplazada casi totalmente por la pólvora sin humo.

La misma no es un compuesto químico pero sí una mixtura extremadamente sensible al calor, el choque y la fricción.

Esta mezcla contiene un agente oxidante o fuente de oxígeno, nitrato de potasio y dos constitutivos fácilmente inflamables: carbón de leña y azufre. La oxidación o quemadura se inicia por una fuente de calor a una temperatura tan baja como la de 300 grados Celsius (centígrados), tal como la de una chispa generada por impacto de acero sobre pedernal.

La quemadura de la pólvora negra es el proceso de la rápida oxidación del carbón de leña y el azufre, utilizando el oxígeno liberado del nitrato de potasio. El rango de quemado es directamente proporcional a la cantidad de agente oxidante (nitrato de potasio) presente. La temperatura de ignición puede ser disminuida dentro de ciertos límites, con el agregado de azufre, un constituyente que también promueve la homogeneidad de la mezcla.

El carbón de leña y el azufre queman con la liberación de grandes cantidades de calor (816 a 1649 grados Celsius), luz, gases y una cifra significativa de productos sólidos de combustión. Estos sólidos pesan más de la mitad (56%) del peso original de la pólvora e influyen en el humo denso y el olor característicos de la pólvora negra

cuando se quema. Los variados productos de combustión son los siguientes:

Gaseosos: dióxido de carbono, monóxido de carbono, nitrógeno, sulfuro de hidrógeno, metano e hidrógeno.

Sólidos: carbonato de potasio, sulfato de potasio, sulfuro de potasio, tiocianato de potasio, nitrato de potasio, carbonato de amonio, azufre y carbono.

La combinación de calor y gas produce alta presión si la reacción está contenida en un recipiente, tal como ocurre en el arma cargada. Esta presión resultante es el producto final en la utilización de la pólvora y es la que puede ubicarse en la base de una bala, con el propósito de dispararla desde el interior del cañón de un arma de fuego.

b) *Pólvora sin humo.*— Constituida por variados ésteres orgánicos del ácido nítrico (nitrato de celulosa, nitrato de glicerilo —trinitrina—, nitroglicerina, etcétera).

Consiste, esencialmente, en nitrato de celulosa mezclada, en variable proporción, con nitrato de glicerilo (impropiamente denominados nitrocelulosa y nitroglicerina, respectivamente).

del algodón (celulosa pura) o de la celulosa en general mediante mezclas adecuadas de ácido nítrico y ácido sulfúrico.

Se trata pues de reacciones que representan el proceso químico prioritario, a las que se adosan otras que originan sustancias que, a temperatura ordinaria, pueden ser gaseosas o sólidas, conformando estas últimas el residuo o sarro que se forma en el interior del cañón del arma. Entre el material que integra el sarro o residuo se registra una importante proporción de iones nitrato (no degradado, no descompuesto) y nitrito (derivado de reducción inmediata).

2. INVESTIGACIÓN DE RESTOS DE DEFLAGRACIÓN DE PÓLVORA (CARGA IMPULSORA) Y DETONANTES (CARGA FULMINANTE)

Cuando se produce un disparo, la bala se proyecta a través del ánima del arma, a la vez que los productos originados en la explosión de la pólvora son despedidos a gran velocidad hacia adelante y

hacia atrás, mezclados con los compuestos resultantes de la descomposición del detonante o iniciador al ser percutida la cápsula que lo contiene. Este fenómeno permite el análisis químico de objetos que se hallan en el curso de los componentes fijos de la pólvora y del detonador (los productos originales y los derivados de la explosión), al ser proyectados hacia el frente o sectores posteriores. Hacia el frente, es viable determinar la distancia en que fuera disparada el arma y, hacia atrás, establecer si una persona ha hecho uso de la misma, ya que las partículas originadas en la explosión se asientan sobre la mano de quien realiza el disparo.

No obstante ello, la explosión a que se ha hecho referencia quema tan completamente la pólvora que hasta ahora no ha sido desarrollada una técnica analítica capaz de identificar consistentemente la cantidad remanente de pólvora no combustionada, en las manos o ropas del tirador.

Sin embargo, a través de los años se han llevado a cabo algunos procedimientos para lograrlo. En los primeros intentos de asociar un individuo con un arma, las manos fueron recubiertas con una película de parafina con el propósito de levantar nitritos residuales. Este residuo podía luego ser visualizado con difenilamina.

Pese a ello, en algunos países el procedimiento fue abandonado porque los nitritos no proporcionan suficiente valor específico y requieren grandes depósitos para lograr un adecuado desarrollo del color. Todavía, aun hoy, muchos investigadores se refieren erróneamente al *test de la parafina* o *prueba de la parafina* cuando discuten sobre análisis modernos para la detección de residuos de detonantes.

La investigación continua dentro de las aplicaciones del análisis por activación neutrónica, identificó dos componentes no combustibles, el bario y el antimonio, como residuos detectables en la mayoría de los cartuchos utilizados para disparar. (*Special Report on Gunshot Residues Measured by Neutron Activation Analysis*, U.S. Atomic Energy Commission Report GA 9829, National Technical Information Service, U.S. Department of Commerce, Springfield, Virginia, 1970.)

En el más común de los protocolos analíticos, se humedecen hisopos de algodón en ácido nítrico diluido, se frota sobre los dedos y palma de cada mano y luego se determinan las cantidades de bario y antimonio presentes, mediante análisis por activación neutrónica o espectrofotometría de absorción atómica.