Resistencia del aire.

La bala al recorrer su trayectoria, se mueve en el aire, á traves del cual se abre paso, desalojando las moléculas que se encuentra en su trayecto. Entónces, á cada instante, pierde una parte de la fuerza de que está animado en desalojar estas moléculas.

Velocidad inicial.—Como la velocidad de impulsion decrece á cada instante, se da el nombre de velocidad inicial á la que tiene el proyectil al salir del ánima. Así, pues, cuando se dice que la velocidad inicial de una bala es de 450 metros por segundo, esto significa que si marchase durante un segundo con toda la velocidad que ella tenía al salir del cañon, recorrería durante este tiempo una distancia de 450 metros.

Variaciones de la resistencia.—La resistencia que experimenta todo cuerpo que se mueve en la atmósfera, es variable segun la velocidad de que está animado el cuerpo; casi nula para las pequeñas velocidades, es ya sensible para un ginete lanzado al galope; es incómoda en un wagon que recorre 10 ó 12 metros por segundo, viniendo á ser enorme para los proyectiles que están animados de velocidades infinitamente superiores. Así, una bala de 16gr5, y de calibre de 10mm4 lanzada con una velocidad de 537 metros por segundo, no tiene sino: 428m por segundo, despues de 100m de camino.

Ha perdido, pues, por consecuencia de la resistencia del aire 250 metros de velocidad en un camino de 400 metros.

Estos números resultan de las experiencias hechas con el fusil de cazadores suizos.

La resistencia es tanto mayor, cuanto la columna de aire que tiene que desalojar el móvil es más considerable, es decir, que éste presenta al aire mayor superficie. Así, una bala de cañon experimenta mayor resistencia que una bala de fusil; un proyectil de 24 experimenta mayor resistencia que uno de 12, etc.

No deduciremos de esta observacion, que los grandes proyectiles pierden más velocidad que los pequeños, porque en igualdad de circunstancias, lo contrario es lo que tiene lugar.

Para fijar las ideas á este respecto, supongamos que un pequeño cubo de un milímetro de lado, presenta al aire una de sus caras; experimentará una cierta resistencia, y por consecuencia, una pérdida de velocidad. (Fíg. 3).

Coloquemos un segundo cubo detrás del primero, la resistencia será la misma, atendiendo á que el segundo cubo, invariablemente unido al primero, marchará siempre siguiéndolo; pero la fuerza necesaria para vencer esta resistencia, siendo dada por estos dos cubos reunidos, cada uno de ellos no pierde más que la mitad de lo que perdía el primero cuando estaba sólo. Lo mismo sucederá si el número de cubos es tres, pues la pérdida de velocidad será de 1, y así en seguida, de suerte que se puede deducir, que para una línea de cubos de la misma materia, la pérdida de velocidad es tanto más pequeña, cuanto mayor es el número de cubos, ó que la hilera que ellos forman es más larga. Hay, pues, ventaja en alargar los proyectiles para disminuir los efectos de la resistencia del aire.

Queda por probar que los proyectiles gruesos pierden ménos velocidad que los pequeños; aunque ellos experimenten una mayor resistencia.

Supongamos un primer proyectil de base cuadrada, que tenga 5 milímetros de espesor y 10 de longitud; se le puede descomponer en 25 hileras de 10 cubos. (Fig. 4).

Tomemos en segundo lugar un segundo proyectil que tenga forma semejante, bajo dobles dimensiones; este proyectil se descompone en 100 hileras de 20 cubos. La base presenta 100 milímetros cuadrados en lugar de 25, la resistencia es pues mayor; pero cada hilera contiene 20 cubos en lugar de 10, y experimenta por consecuencia una pérdida de velocidad mitad menor que en el caso precedente.

Esto explica por qué la artillería tiene mayor alcance que la fusilería, y por qué las piezas de grueso calibre, de sitio, pueden alcanzar más léjos que las de campaña.

La materia empleada tiene tambien una gran influencia en las pérdidas de velocidad. Todas las sustancias no tienen el mismo peso bajo el mismo volúmen; un centímetro cúbico de agua pesa un gramo, miéntras que un centímetro cúbico de hierro pesa 7; un centímetro cúbico de plomo 11, y uno de oro 19. Se dice que un cuerpo es más denso que otro, cuando pesa más bajo el mismo volúmen.

Las densidades se expresan por números; se ha convenido en representar por uno la densidad del agua destilada, y se la toma por término de comparacion. Diciendo que la densidad de un cuerpo es 3, se indica que pesa tres veces más que el agua bajo el mismo volúmen.

Comprendido esto, tomemos un cubo de un milímetro de lado, (Fig. 5) y supongamos que sin cambiar la dimension de la cara opuesta al aire, se haya comprimido la materia de manera á reducir su longitud á la mitad; el cuerpo experimentará evidentemente la misma resistencia y la misma pérdida de velocidad que ántes de la compresion. Que se reconstituya el cubo añadiendo una igual cantidad de materia igualmente comprimida, el cubo 3 experimentará la misma resistencia, y perderá mitad ménos de velocidad que el cubo 1. El cubo 3 tiene una densidad doble del cubo 1. Así, una bala de cañon, de hierro cubierta de una gruesa camisa de plomo, pierde ménos velocidad y, por consiguiente, alcanza más léjos que si la bala fuera de las mismas dimensiones; pero enteramente de hierro. La densidad del hierro fundido, no es sino de 7, miéntras que la del plomo es de 11.

El aire no tiene en todas partes y siempre, la misma composicion y la misma densidad, se enrarece á medida que uno se eleva sobre el nivel del mar, y ofrece, en consecuencia, ménos resistencia en los altos planicies que en las bajas regiones. Dilatado por los grandes calores, el aire es generalmente ménos denso en estío que en invierno; de ahí, pues, una diferencia de resistencia por las estaciones.

En fin, la mayor ó menor cantidad de humedad que contenga, hace variar su fuerza de resistencia.

Las pérdidas de velocidad experimentadas por un proyectil, por consecuencia de la resistencia del aire, varían pues, segun los lugares y las estaciones.

Efectos combinados de la fuerza de proyeccion, de la gravedad y de la resistencia del aire.

La trayectoria ideal de la figura 1°, cambia de forma si se hace intervenir la resistencia del aire. En efecto, el trayecto de 1,000 metros no puede hacerse en dos segundos, puesto que la velocidad de traslacion disminuye á cada instante. Para obtener el mismo alcance, es preciso aumentar la duracion de la ascension y, por consecuencia, la altura de la flecha y el ángulo del tiro.

Supongamos que en estas nuevas condiciones, el trayecto total se haya efectuado en cuatro segundos; será preciso obtener una ascension de dos segundos. Refiriéndonos á la tabla núm. 2, se ve que la altura de tiro debe ser entónces de 19^m61. (Fig. 6)

La flecha de la trayectoria no estará ya en el medio del alcance, porque el proyectil hará más de la mitad del camino en la primera mitad de la duracion del trayecto. En otros términos, la distancia O M, recorrida en los dos primeros segundos, será mayor que la distancia M P, recorrida durante los dos últimos segundos.

Con el fusil modelo 1866, es preciso hacer subir la bala 20^m30 para que recorra una distancia de 1,000 metros; si la resistencia del aire no alterase la velocidad inicial, bastaría hacerla subir 7^m29 para obtener el mismo alcance.

MANUAL. - 3.

La resistencia del aire tiene pues, por efecto, triplicar la altura de la flecha para un alcance de 1,000 metros.

La flecha de 20^m30, corresponde próximamente á la distancia de 550 metros.

Variaciones del alcance.

Línea de mira.—En el tiro, se dirige el arma por medio de la corredera del alza y del vértice del guion; la línea recta que une estos dos puntos, se llama línea de mira.

Cuando el arma está bien apuntada, la línea de mira está dirigida sobre el punto por tocar, ella une pues el punto de partida al punto á donde se quiere hacer llegar la bala.

Por lo que se ha dicho anteriormente, la bala debe lanzarse por arriba de esta línea para caer sobre el objeto; es decir, que la línea de tiro debe siempre dirigirse sobre la línea de mira.

Angulo de mira.—Para que la línea de tiro pase por arriba de la línea de mira, se da á la corredera del alza un mayor saliente que al vértice del guion. La inclinacion de la línea de tiro sobre la línea de mira, se llama ángulo de mira.

Variaciones del alcance con el ángulo de mira.—Segun lo que se ha dicho más arriba, y suponiendo siempre un tiro horizontal, que es el más habitual, el alcance depende de dos condiciones:

1° El tiempo que el proyectil invierte en pasar arriba de la línea de mira y en descender.

2ª La velocidad con la cual se aleja del punto de partida, durante su ascension y su caida.

En los tiros de fusilería, cuando se tira bajo los ángulos inferiores á 5,° la velocidad de traslacion es sensiblemente la misma para las armas que emplean el mismo cartucho. El alcance depende entónces únicamente del tiempo que el proyectil invierte en subir y descender. Luego, para aumentar el alcance, es preciso aumentar la duracion de la ascension; es decir, hacer subir el proyectil más alto, lo cual

se obtiene aumentando el ángulo de mira; es decir, aumentando el alza.

El alza tiene, pues, por objeto, arreglar la duracion de la ascension de la bala, de manera á hacerla caer á una distancia determinada del punto de partida.

El alcance no aumenta indefinidamente con el ángulo de proyeccion; así por ejemplo, el máximun de distancia á la cual puede un hombre lanzar una piedra con el esfuerzo del brazo, corresponde á una cierta inclinacion de proyeccion que áun los niños conocen aproximadamente. Una piedra lanzada bajo una inclinacion mayor que la que este ángulo limita, sube más alto, pero cae más cerca. El resultado es el mismo con una bala, que con una piedra.

Con las armas portátiles jamas hay ocasion de tirar bajo el ángulo del máximun de alcance. El alcance eficaz está limitado por la exactitud. Así, si el tiro es irregular á 1,200.^m, es inútil arreglarlo para una distancia mayor. Con el fusil modelo 1866, el alcance de 1,200 metros, se obtiene con un ángulo de mira de 4°53', miéntras que el ángulo del máximun alcance es de 27°.

El tiro del fusil modelo 1866, conserva una cierta regularidad áun á la distancia de 2,500; pero este exceso de alcance no puede utilizarse, sino empleando una alza suplementaria, y poniendo la culata debajo del brazo derecho, soportando los puños el efecto del retroceso. Estos medios vienen á ser prácticos y eficaces durante un sitio. En un campo de batalla, las balas lanzadas al acaso, bajo ángulos muy grandes, pueden alcanzar las reservas hasta la distancia de 2,700 metros.

Variaciones del alcance debidas á la velocidad.—Cuando la velocidad es invariable, se obtiene siempre el mismo alcance con la misma alza; pero si la velocidad varía, será preciso cambiar el alza para alcanzar á la misma distancia.

Supongamos, por ejemplo, que la velocidad de proyeccion aumente: teniendo la bala necesidad de ménos tiempo para recorrer la misma distancia, deberá elevarse ménos para caer en

el mismo punto; será preciso, pues, disminuir el alza para obtener el mismo alcance.

Esto explica por qué las alzas son muy fuertes en estío, puesto que la velocidad de traslacion es mayor, en razon de las condiciones atmosféricas.

Tension de la trayectoria.—Dos trayectorias que tienen el mismo orígen y rematan en el mismo punto, pero descritas con velocidades diferentes, no tienen la misma forma, puesto que la bala que recorre la distancia en ménos tiempo, se eleva tambien ménos para caer al mismo punto. Luego, miéntras mayor es la velocidad de traslacion, la trayectoria será más rasante. Se dice entónces que es más tendida. La trayectoria O H P, es más tendida que la O N P. (Fig. 6).

Más adelante se verán las ventajas que resultan de la tension de la trayectoria.

Punto en blanco.—Hemos dicho, que la línea de mira, sirve para dirigir el arma. Es indispensable, (y se demostrará más adelante), que esté en el plano vertical de tiro; es decir, que el alza y el guion no se inclinen ni á la derecha, ni á la izquierda.

Llena esta condicion, examinemos la posicion relativa de la línea de tiro, de la mira y de la trayectoria. (Fig. 7).

La curva está cortada en dos puntos por la linea de mira; el punto de intersección más lejano de la boca del cañon, es el que se llama punto en blanco.

Alcance del punto en blanco.—La distancia contada sobre la línea de mira, de la boca del arma al punto en blanco, es la que se llama alcance del punto en blanco.

Por la sola inspeccion de la figura, se reconoce que para una línea de mira determinada, no hay más que una distancia en que se puede apuntar directamente al objeto por tocar, puesto que no hay más que un solo punto en blanco.

En el caso en que no se puedan variar las alzas á voluntad, (lo que sucederá para las líneas de mira fijas), es indispensable hacer variar la puntería para pegarle á un objeto de pequeñas dimensiones. Se reconocerá fácilmente, que si el objeto por tocar está más cerca que la distancia del punto en blanco, será necesario, para tocarle, apuntar abajo, la cantidad que la trayectoria se eleva á esta distancia, arriba de la línea de mira; y que al contrario, si está más léjos que el punto en blanco, la línea de mira deberá ser dirigida por arriba, precisamente la cantidad que la trayectoria se baja á esta distancia, abajo de esta misma línea de mira.

Para dirigir bien el arma en el tiro, es pues indispensable conocer, á cada distancia, las elevaciones ó los descensos de la trayectoria arriba y abajo de la línea de mira. Los procedimientos por emplear para llegar á este resultado, serán indicados sumariamente en el capítulo III.

CAPÍTULO II.

CAUSAS DE DESVIACION.—EXACTITUD DEL TIRO

Irregularidades del tiro.—Todas las irregularidades que se notan en el tiro, pueden ser debidas á los cinco elementos siguientes:

- 1.º Al arma.
- 2.º Al cartucho.
- 3.º Al tirador.
- 4.º Á la resistencia del aire.
- 5.º Á la rotación imprimida por las rayaduras.

1º El arma.

Los procedimientos de fabricacion de las armas de guerra, no dan productos idénticos; casi nunca es verdadera la posicion del plano de tiro, ni del ángulo de mira.

En lo que concierne á la direccion, si la corredera de mira está á la derecha del plano de tiro, éste se inclina á la derecha del punto visado. (Fig. 8).