

Departamento de Formación de la

Sociedad Colaborativa de Reservistas de Especial Disponibilidad

SOCORED



SKU: LMS0010

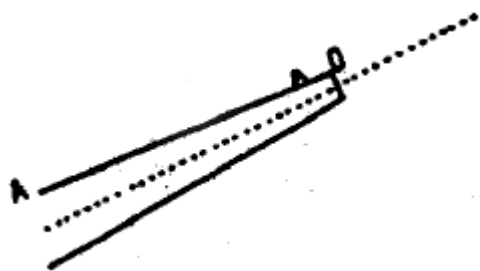
TEORÍA DEL TIRO

INDICE

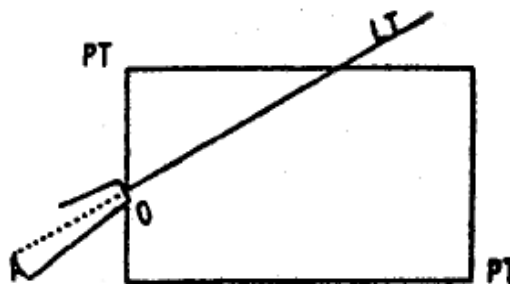
TEMA 1	CONCEPTOS Y DEFINICIONES
TEMA 2	TRAYECTORIA
TEMA 3	MOVIMIENTO DEL PROYECTIL
TEMA 4	DISPERSIÓN DEL TIRO Y SUS CONSECUENCIAS

TEMA 1 - CONCEPTOS Y DEFINICIONES

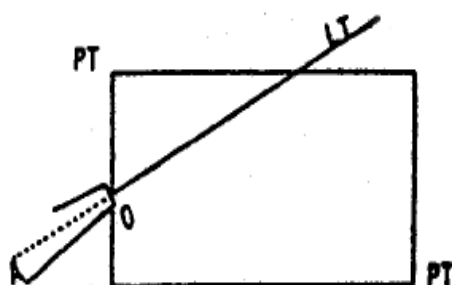
EJE DEL ARMA. Es el eje geométrico del ánima (A O)



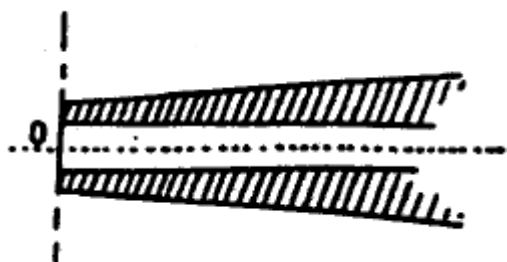
LÍNEA DE TIRO. Es la prolongación del eje del arma (LT)



PLANO DE TIRO. La vertical que contiene la LT



ORIGEN DE FUEGO. Centro del plano anterior del tubo (O).



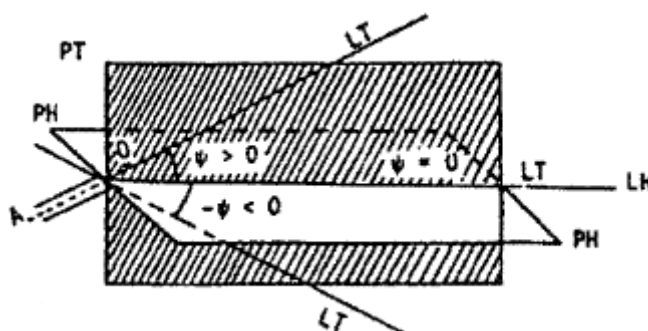
Para la resolución de los ejercicios de tiro se considerarán superpuestos los siguientes elementos: origen de fuego, asentimiento y origen topográfico del tiro.

PLANO HORIZONTAL DE REFERENCIA.

Es el plano horizontal (PH) que pasa por el origen de fuego. También se le suele llamar **HORIZONTE DEL ARMA**. La denominación escueta de "Plano horizontal" hay que desecharla puesto que, en los problemas de tiro al tener que considerar puntos de cota. Distintas, sus correspondientes planos horizontales podrían dar lugar a confusiones.

LÍNEA HORIZONTAL DE REFERENCIA.

Intersección (LH) de los Planos de tiro (PT) y horizontal de referencia (PH).



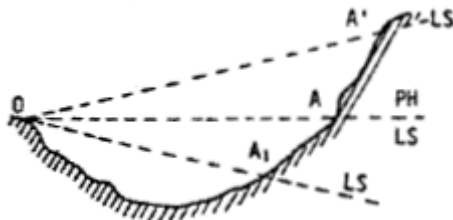
Esta línea (LH) trazada sobre papel o plano representa esquemáticamente el Plano Horizontal de Referencia (PH)

ÁNGULO DE TIRO. Es el ángulo formado por la línea de tiro (LT) y el Plano Horizontal de Referencia (PH). **Notación (Ψ).** También se le define como el ángulo correspondiente a la inclinación del tubo del arma cuando esta se encuentra apuntada. Es positivo cuando ($\Psi > 0$). Es nulo ($\Psi = 0$) cuando la línea de tiro (LT) está contenida en el citado plano. Y es negativo ($\Psi < 0$) cuando la Línea de Tiro (LT) queda por debajo del PH.

LÍNEA DE SITUACIÓN. Es la línea (LS) que une el origen de fuego (O) con un punto del terreno (blanco) que se

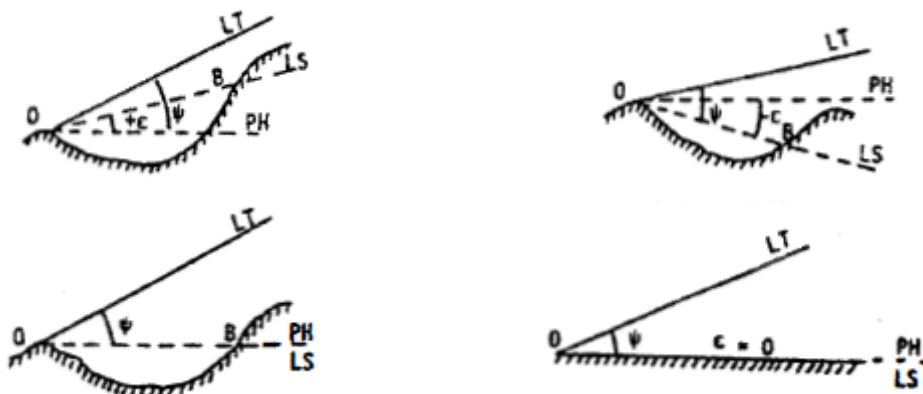
desea batir. Con respecto al plano horizontal de referencia, la línea de situación (LS) puede tener tres posiciones:

- Por encima de la Línea Horizontal de Referencia (PH)
- Por debajo de la Línea Horizontal de Referencia (PH)
- Confundirse con la Línea de Situación



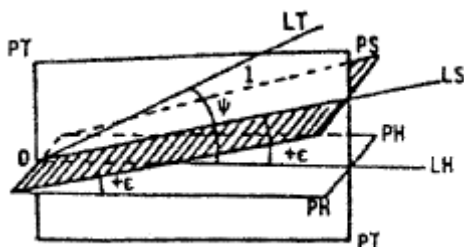
La línea de Situación referida a una trayectoria es la definida por el origen de ésta con otro cualquiera de sus puntos.

ANGULO DE SITUACIÓN. Es el ángulo formado por la línea de situación (LS) y el Plano Horizontal de Referencia (PH). **Notación (ϵ).**



Cuando el blanco (B) se encuentra por encima del Plano Horizontal de Referencia (PH), el Ángulo de Situación es positivo ($\epsilon > 0$). Si B está por debajo del Plano (PH), el ángulo de situación es negativo ($\epsilon < 0$). En el caso en que el blanco está al nivel de origen de tiro (O), el ángulo de situación es nulo ($\epsilon = 0$).

PLANO DE SITUACIÓN. Es el plano PS que conteniendo a la línea de situación (LS) es a su vez perpendicular al plano de tiro (PT).

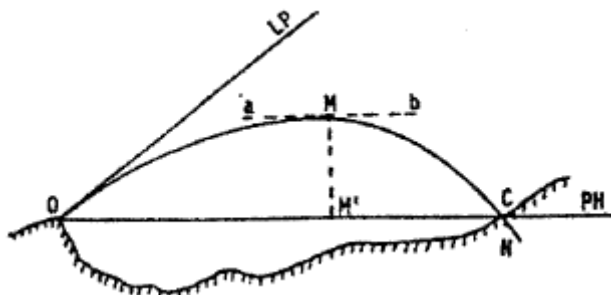


ANGULO DE ELEVACIÓN. Es el ángulo (alfa) formado por la Línea de Situación (LS) y la Línea de Tiro (LT). Su suma algebraica (ϵ) es igual al ángulo de tiro (Ψ).

La fórmula general del **Ángulo de Tiro** es: $\Psi = \alpha \pm \epsilon$

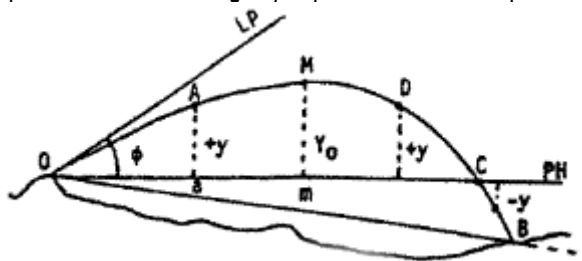
Tema 2.- Trayectoria

VÉRTICE DE LA TRAYECTORIA. Es el punto más elevado de la misma con relación al Plano Horizontal de Referencia (PH). En este punto (H) la tangente (ab) es horizontal.



RAMAS ASCENDENTES Y DESCENDENTES DE LA TRAYECTORIA. La rama ascendente es la parte de la trayectoria comprendida entre el origen (O) y el vértice (OM). La rama descendente es el resto de la misma a partir de M. También reciben la denominación de primera y segunda parte de la trayectoria.

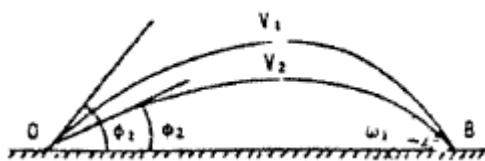
ORDENADA Y ABCISA. Ordenada es la vertical (y) trazada desde cualquier punto de la trayectoria hasta su encuentro con el PH. Son positivas todas las comprendidas entre el origen y el punto de caída. Después de este punto, son todas negativas. En el origen, la ordenada es de valor nulo, y a partir de él van aumentando hasta el vértice, que le corresponde la de mayor valor. Desde este punto van disminuyendo de valor hasta el punto de caída C, en que se anula. Las negativas van aumentando de valor absoluto a partir del punto de caída. Conviene recordar que las ordenadas son precisamente "verticales" y limitadas por la trayectoria y el PH.



Abscisa (x) es la distancia del origen de tiro al pie de la ordenada que se considere.

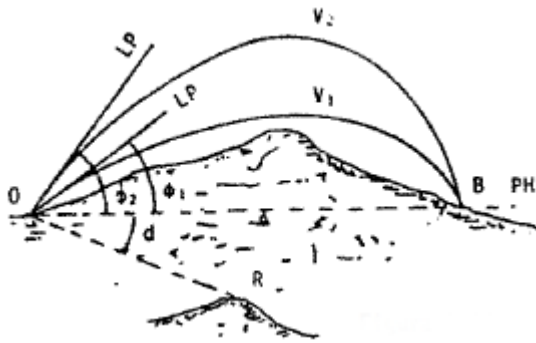
Ordenada máxima o flecha es la ordenada (Mm) correspondiente al vértice (M) de la trayectoria. **Notación Y.**

TIRO DIRECTO E INDIRECTO. PUNTERIA DIRECTA. Tiro directo es el que se ejecuta con datos de tiro tales, que para un mismo alcance (X) proporciona el menor ángulo de Caída (ω).



Supongamos que un arma puede disparar proyectiles de distintas velocidades iniciales. Si desde O se hace fuego sobre el blanco B con la velocidad inicial $V_1 > V_2$ y con el ángulo de proyección $\Phi_1 < \Phi_2$, el tiro se denomina "tiro directo". Si después y sobre el mismo blanco, hacemos fuego con $V_2 < V_1$ y $\Phi_2 > \Phi_1$, el tiro recibe el nombre de "tiro indirecto". En ambos casos, si la puntería por medio de sus correspondientes órganos se dirigió sobre B, recibe la denominación de "puntería indirecta". Vemos pues, que **el tiro "indirecto" queda caracterizado exclusivamente por emplearse una carga de proyección diferente de la que proporciona la máxima velocidad inicial al proyectil para batir el mismo objetivo.**

TIRO CON PUNTERÍA INDIRECTA. Si desde el origen (O) de fuego no se ve el blanco, habrá que tomar una referencia de puntería (R) la cual por no pertenecer al objetivo define el tiro con la denominación de "tiro con puntería indirecta".



Suponiendo que V_1 es la máxima velocidad inicial, es decir $V_1 > V_2$ la ejecución del fuego con una u otra carga dará lugar a las siguientes clases de tiro:

- Con V_1 y Φ_1 – El tiro será directo, pero la puntería indirecta.
- Con V_2 y Φ_2 – el tiro será indirecto y la puntería también

CLASIFICACIÓN DEL TIRO POR LA CURVATURA DE SUS TRAYECTORIAS. Para clasificar el tiro de un arma por la curvatura de sus trayectorias, se toma como índice el valor del ángulo de proyección o el de caída. En general. Todo tiro realizado con ángulos de proyección inferiores o superiores al del alcance máximo, recibe la denominación de "tiro horizontal" y "tiro vertical" respectivamente. Teniendo en cuenta el valor de Φ y de ω las denominaciones más comúnmente empleadas son:

$\Omega < 45^\circ$	Tiro horizontal	$\Omega < 15^\circ$	Tiro tenso
$\Phi < 45^\circ$		$\Phi < 20^\circ$	
		$15^\circ < \Phi < 45^\circ$	Tiro curvo
		$20^\circ < \omega < 45^\circ$	
$\Phi > 45^\circ$	Tiro vertical		
$\Omega > 45^\circ$			

Tema 3.- Movimiento del proyectil

VELOCIDAD INICIAL. Es la velocidad de traslación del proyectil en el origen (O) de fuego, es decir en el preciso momento en que aquél abandona el arma. **Notación V_0 .** Cuando el proyectil sale por la boca de fuego, se traslada rodeado de gases que se mueven con velocidad superior a la suya, proporcionándole en un corto espacio una velocidad creciente en lugar de disminuir. Esto da lugar a que la verdadera velocidad inicial, la que origina trayectorias reales, es la que se obtendría al hacer su medición a unos metros más allá del origen (O) de fuego.

VELOCIDAD REMANENTE. Es la de traslación del proyectil en un punto cualquiera de la trayectoria distinta al de origen (O) **Notación V_r .**

VELOCIDAD DE CAÍDA. Es la remanente en el punto de caída.

VELOCIDAD DE LLEGADA. Es la remanente en el punto de incidencia o de llegada

FUERZAS QUE ACTÚAN SOBRE EL PROYECTIL.

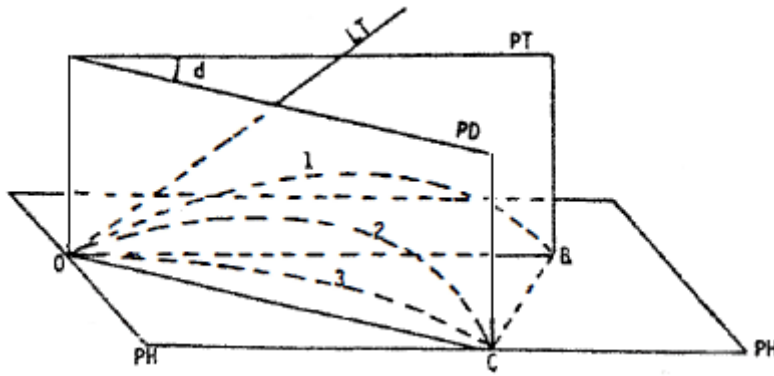
- La **COMBUSTIÓN** de la pólvora proporciona la fuerza de proyección y ésta una velocidad inicial al proyectil. A continuación se produce el fenómeno del retroceso del arma.
- La **RESISTENCIA DEL AIRE**, que obra normalmente sobre el proyectil en el preciso momento de abandonar este el arma, lo hace después en dirección oblicua con respecto a su eje, originando una serie de fenómenos muy complejos que se traducen en pérdida de velocidad del proyectil y en desviación de éste respecto al plano de tiro (fuerza retardatriz y desviatriz)..
- La "fuerza de la **GRAVEDAD**" constante y vertical obliga a que el proyectil vaya descendiendo y se aparte cada vez más de la línea de proyección (descensos)

Las tres fuerzas combinadas producen como resultante, la línea curva denominada trayectoria del proyectil. El proyectil en el ánima se ve obligado a tomar el rayado interno, originándose una velocidad inicial de rotación cuyo valor depende de la fuerza de proyección y del "paso de la raya". El giro conjuntamente con la adecuada construcción del proyectil, da lugar a que este se mantenga durante un recorrido de la trayectoria, en posición precisa para que el efecto de resistencia del aire sea el menor posible y que aquel incida siempre de punta sobre el blanco.

DERIVACIÓN. Es el fenómeno en virtud del cual el proyectil se va separando del plano de tiro (PT) a la derecha o izquierda de él, según que el rayado sea **dextrorsum** o **sinistrorsum** (derecha o izquierda). La derivación se presenta solamente en los proyectiles que están dotados de un rápido movimiento de rotación alrededor de un eje. El desplazamiento del proyectil a derecha o izquierda del plano de tiro es debido a las siguientes causas aisladas o combinadas:

- **Resistencia y presión del aire** sobre la superficie del proyectil
- **Curvatura de la trayectoria**
- **Desviación del eje del proyectil** respecto a la tangente a la trayectoria
- **Movimiento de rotación del proyectil**

En las armas individuales no tiene importancia la derivación, en las ametralladoras únicamente cuando se tenga que hacer fuego a distancias extremas (2 o 3 km) habrá que tener en cuenta su valor. Para las armas pesadas y en tiros especiales se debe tener él cuenta la corrección a introducir. Sus valores figurarán en las tablas correspondientes.



PLANO DE DIRECCIÓN. Es la vertical (PD) que pasa por el origen (O) de fuego y el punto que se considere de la trayectoria. Al no ser plana la trayectoria debido a la derivación del proyectil, resulta que este antes de alcanzar el punto de llegada ha estado contenido en un número extremadamente grande de planos distintos de dirección. Al no ser plana la trayectoria, debido a la derivación del proyectil resulta que éste antes de alcanzar el punto de llegada, ha estado contenido en un número extremadamente grande de planos distintos de dirección.

ANGULO DE DIRECCIÓN O DERIVA TABULAR.

- **MILÉSIMA.** Es el ángulo cuyo arco es igual a la milésima parte del radio. Aproximadamente también se puede definir diciendo que es el ángulo bajo en cual se ve un metro a mil metros de distancia. Sabemos que la longitud de la circunferencia tiene por expresión $C = 2 \pi r$. Vemos pues que su valor depende del grado de aproximación en que se tome el valor del número irracional π . Si consideramos que $\pi = 3,14^{\circ}$ la circunferencia quedará dividida en **6.200 milésimas**. Si $\pi = 3,141$, la circunferencia tendrá 6.283 milésimas geométricas o verdaderas... Si tomamos $\pi = 3,2^{\circ}$ la circunferencia quedará dividida en 6.400 partes denominadas milésimas militares por emplearse tal graduación en los aparatos de puntería de las bocas de fuego de los morteros y en los goniómetros de mando.

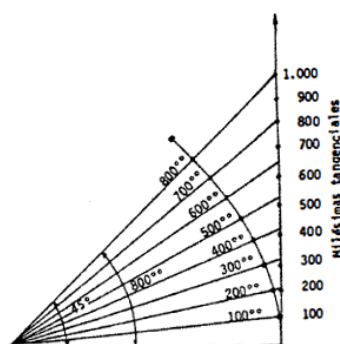
La milésima militar proporciona a medida de frentes y distancia con aceptable exactitud cuando los ángulos no excedan de unas 250 milésimas. Con esta limitación si consideramos que la tangente de una milésima es igual a 0,001 se introduce un error insignificante que se puede despreciar. Se comprende fácilmente que si los goniómetros de arma y mando están graduados en milésimas militares se podrá reflejar en unos de ellos, sin error, un ángulo medido en el otro.



Notación: Angulo de 100 milésimas = 100^{MM}

Relación entre Milésimas militares y sus tangentes.

Angulo de 250 MM	Tangente = 0,250	Error = 0 MM
Angulo de 350 MM	Tangente = 0,358	Error = 8 MM= 2 por 100 de 350
Angulo de 450 MM	Tangente = 0,473	Error = 23MM = 5 por 100 de 450



En los valores anteriores se ve el error tan desproporcionado que existe al pasar de un ángulo en milésimas a otro superior en 100^º, lo que justifica la limitación expresada en el empleo de la citada unidad.

Tema 4.- DISPERSIÓN DEL TIRO Y SUS CONSECUENCIAS

Fenómeno de la dispersión del tiro. Disparando varias veces un arma colocada en un potrero, empleando los mismos elementos de tiro, iguales proyectiles y en condiciones atmosféricas análogas, se comprueba experimentalmente que los diversos proyectiles no inciden en el mismo punto del blanco como teóricamente debiera suceder, sino que cada proyectil describe una trayectoria, y el conjunto de éstas al no superponerse produce en el blanco o en el terreno distintos impactos que se distribuyen alrededor de un punto imaginario. Si la misma experiencia se repite con otra arma, se repetirán también los hechos mencionados en análoga forma, variando únicamente las dimensiones de la superficie sobre la cual se ha recogido el conjunto de impactos. Este fenómeno que se verifica siempre, cualquiera que sea el arma empleada, recibe el nombre de “**fenómeno de dispersión**” o “**dispersión del tiro**”.

Estudio de la dispersión. Cuando el número de disparos hechos en condiciones aparentemente iguales es muy reducido, los proyectiles dan la sensación de que inciden sobre el terreno o blanco en forma arbitraria y con relativo desorden. Pero a medida que aumenta el número de disparos, se aprecia una cierta regularidad en la distribución de los impactos, la cual llega a ser casi perfecta cuando el tiro se prolonga suficientemente. Se comprueba también mediante la observación que en la superficie abarcada por los impactos existe una región central a la cual los proyectiles llegan en mayor número, mientras en la periferia se acusa una notable disminución. Cuando el número de disparos hechos es muy grande, los impactos se agrupan muy densamente en torno de un punto imaginario central, a partir del cual la densidad disminuye en todos los sentidos.

Causas de la dispersión. Todo aquello que pueda originar alguna modificación en los principales elementos que definen una trayectoria e influyen en su forma, ocasionará las irregularidades que constituyen la dispersión. Siendo tales elementos el ángulo de proyección, la velocidad inicial, el coeficiente balístico (función ésta del proyectil) y la resistencia del aire. Todo agente capaz de hacer variar aquellos será causa de que la dispersión se produzca. Las diversas causas origen de la dispersión pueden agruparse de la siguiente forma:

- Causas debidas a la condiciones atmosféricas
- Causas dependientes del arma
- Causas dependientes de la munición
- Causas dependientes del personal

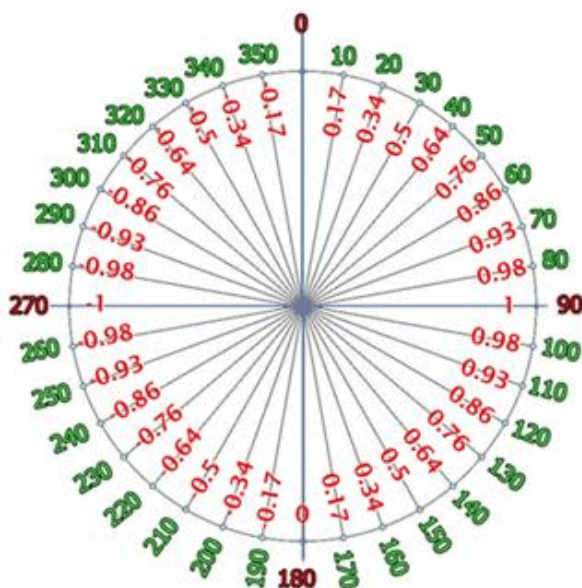
Haz de trayectorias. Es el conjunto de trayectorias descritas por proyectiles disparados con la misma boca de fuego y aparentemente con idénticos elementos de tiro.

Trayectoria Media. La trayectoria media de un haz es la que imaginariamente se supone confundida con el eje del haz. Los datos que figuran en todas las tablas de tiro se refieren a esta trayectoria.

Agrupamiento. Es el conjunto de impactos obtenidos en el terreno o blanco con un arma que dispara contra él un número limitado de proyectiles con los mismos elementos de tiro.

Centro de impactos. Es el centro del agrupamiento, se supone que coincide con el impacto imaginario de la trayectoria media.

Centro de tiro. Es el centro de la rosa de tiro.



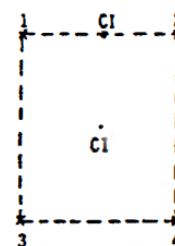
FACTOR DE CORRECCION

Seno 15° = 0,26
30° = 0,505
45° = 0,71
60° = 0,87
75° = 0,965
90° = 1,00
105° = 0,965
120° = 0,87
135° = 0,71
150° = 0,505
165° = 0,26

El llamado F.C. (Factor de Corrección, no es más que el Seno del ángulo y la directriz de tiro entre la posición del Tirador y el blanco

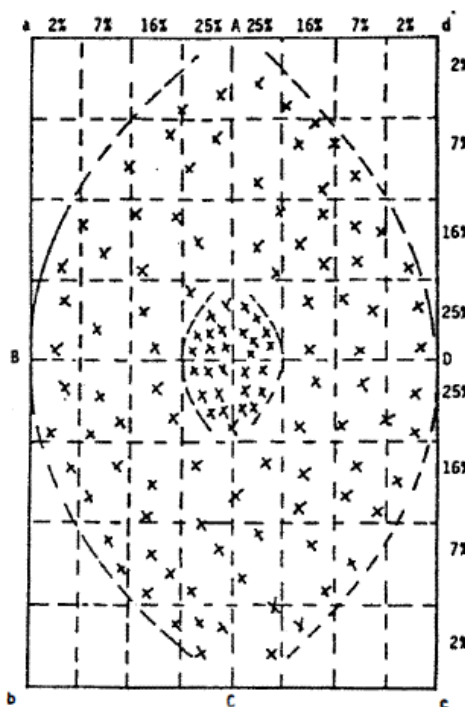
No cabe confusión entre centro de tiro y centro de impactos. El segundo no tiene una posición fija, pues ésta depende del número de impactos de que componga el agrupamiento, en cambio el primero mantiene teóricamente una posición constante.

Vemos pues que la dispersión producida por un arma a determinada distancia, teóricamente existe un solo centro de tiro, y prácticamente infinitos centros de impactos.



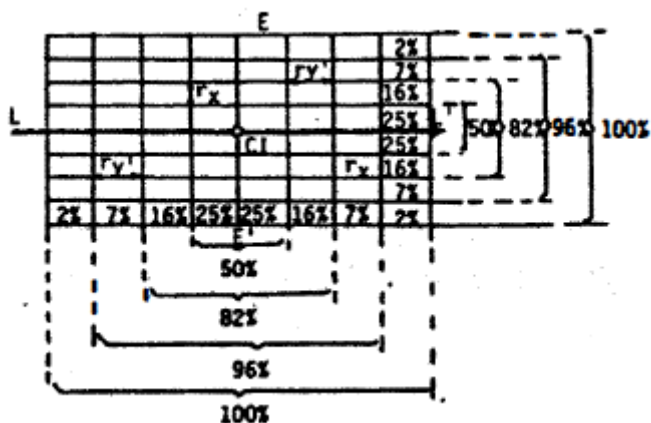
Leyes y consecuencias que se deducen del estudio de la dispersión. Después de gran número de experiencias realizadas con muchas y diversas armas a distintas distancias, se han podido establecer para agrupamiento de gran número de impactos las siguientes leyes, consecuencias y conclusiones:

1. Los agrupamientos son alargados y adoptan la forma de una elipse. En la práctica de tiro se sustituye la elipse por el rectángulo circunscrito a ella.
2. La dispersión longitudinal o vertical es mayor que la lateral
3. La mayor densidad de impactos aparece hacia su centro, disminuyendo hacia la periferia
4. El eje mayor del rectángulo (AC) coincide con la traza del plano de tiro, siendo el menor (BD) normal a ella
5. Los ejes del rectángulo de la dispersión (AC y BD), dividen el agrupamiento en dos partes iguales, llamadas semiagrupamientos
6. Los impactos se reparten simétricamente con respecto a los ejes del agrupamiento
7. En ambos sentidos a uno y otro lado del centro aparecen por el orden que se indica las zonas del 25, 16, 7 y 2 por ciento. Estas zonas cuatro a cada lado aunque contienen distinto tanto por ciento de impactos, son todas de iguales dimensiones. Por lo tanto la dimensión total del agrupamiento es igual a ocho veces la de una de dichas zonas. De esto resulta que la mitad mejor de los impactos se produce en una zona próxima al punto central que se llama del 50% (longitudinal, vertical o lateral), dividida en dos zonas de 25%.



8. La dimensión total del agrupamiento aumenta en proporción directa a la distancia del tiro.
9. Se desconoce el orden en que se van produciendo los impactos, es decir que la trayectoria media la puede producir el primer proyectil disparado u otro posterior.

Relación entre el desvío probable y el rectángulo total. Al tratar de las leyes y consecuencias que se deducen del estudio de la dispersión, el rectángulo de la dispersión se podrá construir conociendo los desvíos probables longitudinal o vertical y lateral del agrupamiento, llevando sus valores sobre los ejes del mismo nombre a partir del centro de impactos y trazando paralelas a dichos ejes que disten de ellos 1, 2, 3, o 4 desvíos probables. De este modo se obtendrá el rectángulo de dispersión de agrupamiento mostrado en la imagen.



En él quedan representadas las ocho bandas longitudinales y las ocho laterales en que queda dividido con los porcentajes que se detallan y que ya se indicaron, así como las dos zonas del 50% (lateral y longitudinal o vertical).