

EL TIRO EN ANGULO (parte II)

Continuando con el tema encarado anteriormente, ya tenemos en claro que es el path, que es el drop, y como se comporta un proyectil en su viaje desde el arma hasta el blanco. Comenzamos entonces con el corazón del tema, o sea, que es lo que sucede cuando se inclina el arma en un tiro con un determinado ángulo.

Nota: el grafico nº 1 que aquí reproducimos y así poder obtener una mejor interpretación del tema, lo repetimos aquí en tamaño reducido como para tener una lectura y un acceso rápido.

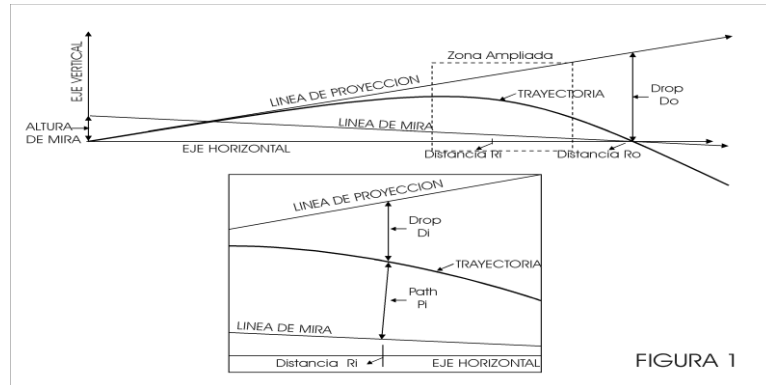


FIGURA 1

POR FIN INCLINAMOS EL ARMA

¿Qué pasa si tiramos hacia arriba o hacia abajo?. Definamos burdamente al ángulo de inclinación (I) como el ángulo entre la línea rifle-blanco y la horizontal. Este ángulo lo tomaremos positivo cuando la línea rifle-blanco esté hacia arriba y negativo hacia debajo de la horizontal.

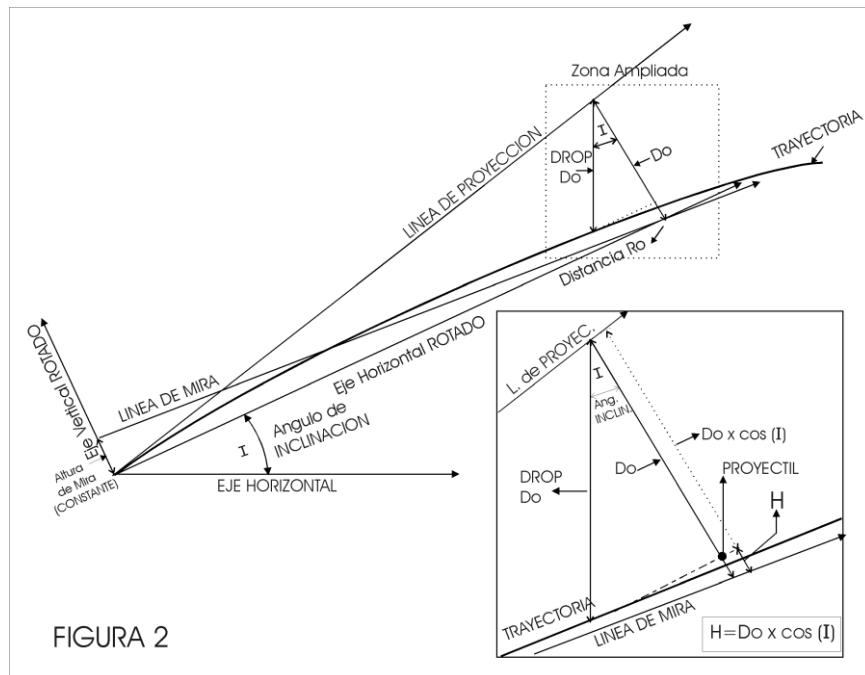


FIGURA 2

EL DROP NO VARIA CON LA INCLINACION

La explicación comienza con una simple observación de la realidad: el Drop a una distancia dada de la boca de cañón es casi independiente del ángulo de inclinación. Esto significa que el Drop a una distancia a nivel de 150 metros tendrá casi el mismo valor que cuando el cañón del arma esté inclinado $+45^\circ$, -15° , -60° o cualquier otro ángulo positivo o negativo.

Las diferencias en realidad son despreciables. Como ejemplo tomemos que a unos 500 m para un calibre moderno de fuego central, la variación del Drop entre 0 y 60° de inclinación andará en el 0.5 %. Dado lo ínfimo de esta diferencia, el común de los mortales asume que el DROP a una distancia dada es IGUAL PARA CUALQUIER INCLINACIÓN.

¿Por qué es igual? Simplificando un poco, el Drop depende del tiempo de vuelo y la aceleración de la gravedad. Asumimos que la aceleración de la gravedad es una constante ($9,81 \text{ m/s}^2$). El tiempo de vuelo del proyectil depende de la desaceleración provocada por la fuerza de resistencia al avance que ofrece el aire, que no es poca. A modo de ilustración de las magnitudes en danza, para un proyectil típico que vuela a 850 m/s el módulo de la desaceleración provocada por la resistencia al avance es aproximadamente 70 veces mayor que el módulo de la aceleración de la gravedad. Esta fuerza no es constante y tiene igual dirección y sentido contrario al vector velocidad; pero podemos asumir que es independiente del ángulo de inclinación. Si la fuerza no depende del ángulo de inclinación, tampoco dependerán la desaceleración, el tiempo de vuelo o el Drop. Por tal motivo, podemos asumir que el Drop tendrá la misma magnitud para cualquier inclinación.

Para aquellos que quieran saber porque es "casi" igual les comento que hay dos pequeños factores que provocan pequeñas diferencias en el Drop con el ángulo de inclinación. Cuando el proyectil viaja hacia arriba hay una componente de la fuerza de gravedad que se suma a la resistencia al avance, (generalmente es pequeña comparada con la resistencia, pero ahí está). Pero el proyectil, al subir, viaja por aire menos denso y la resistencia al avance disminuye. Por lo tanto los efectos tienden a compensarse, aunque el primero prevalece. La misma lógica, pero en sentido opuesto, puede utilizarse cuando se tira hacia abajo.

Recordemos: A las distancias prácticas de tiro, el Drop es el mismo para cualquier inclinación.

Pero ¿Qué pasa con el Path que es lo que a nosotros nos interesa para usar en la práctica? Con la inclinación el Path varía bastante, particularmente con grandes ángulos de inclinación y a largas distancias.

EL PATH SI VARIA CON LA INCLINACION

Recapitemos un poco lo que hemos visto en la Figura 1. Ahí, para un tiro a nivel (inclinación 0°) el rifle pega donde apunta a una distancia R_0 , bautizada como distancia de regulación. A esa distancia, el Drop adopta el valor D_0 y el Path es cero, dado que la trayectoria del proyectil corta a la línea de mira. A la distancia de tiro R_0 , la línea de mira y la línea de proyección están separadas entre si por la medida D_0 .

Ahora observemos la Figura 2 que nos muestra la situación de cuando el tirador dispara su rifle con un ángulo de inclinación, en este caso positivo, es decir, hacia arriba. En la

Figura 2 hemos rotado el esquema de la Fig. 1 un ángulo igual al ángulo de inclinación. La distancia a la que tenemos el blanco es la misma, R_o . A esa distancia y dado que mantenemos la regulación del rifle, la separación de la línea de mira y la línea de proyección sigue siendo la misma y esa medida es igual a Do . Esta separación es perpendicular a la línea de proyección, y dado que el ángulo que forma con la línea de mira es muy pequeño, podemos asumir que también es perpendicular a la línea de mira. Es fácil observar en la Fig. 2 (zona ampliada) que el ángulo entre esta separación Do y la vertical es igual al ángulo de inclinación (I).

Ahora ¿por donde anda el proyectil?. El proyectil, al tener el mismo Drop que en tiro nivelado, pasa a una distancia vertical de Do de la línea de proyección. Por el ángulo de inclinación, la trayectoria del proyectil no intercepta la línea de mira a la distancia de tiro R_o . De hecho, el proyectil pasa sobre la línea de mira en ese punto, como muestra la zona ampliada de la Fig. 2. Dicho de otra manera, el proyectil pega alto desde el punto de vista del tirador que apunta el arma.

Al tirador le interesa saber el Path del proyectil, es decir lo que pasa sobre la perpendicular a la línea de mira. Dicho en criollo: ¿cuánto me va a subir la bala? Volviendo a la ampliación de la Figura 2, observamos que el ángulo entre esta perpendicular y la vertical es prácticamente igual al ángulo de inclinación (I). Como solo vemos lo que pasa sobre la perpendicular a la línea de mira, proyectamos el Drop sobre la perpendicular y allí marcamos el punto de impacto (circulo negro en la zona ampliada de la Fig. 2). Matemáticamente la proyección del Drop Do sobre la línea de mira será una medida igual a $(Do \times \cos(\text{inclinación}))$. Si observamos detenidamente, vemos que el proyectil está por encima de la línea de mira y la distancia perpendicular de la línea de mira al proyectil (es decir el Path), ya no es cero sino que es igual a una distancia que denominaremos H en la figura. H es la resta entre la separación de la línea de mira y la línea de proyección (Do) menos la proyección del Drop sobre la perpendicular a la línea de mira ($Do \times \cos(\text{inclinación})$). En definitiva, el punto de impacto está arriba de donde apuntamos una distancia igual a $Do \times (1 - \cos(\text{inclinación}))$.

Generalizando: cuando tiro con un ángulo de inclinación a una distancia dada debo esperar que el proyectil impacte arriba una longitud igual a $Do \times (1 - \cos(\text{inclinación}))$ respecto de donde pegaría si el tiro fuera sobre terreno nivelado.

Cantidad que pega alto (o que varía el Path) = $Do \times [1 - \cos(\text{inclinación})]$.

Con esta formula mágica que parece solucionarnos el asunto, y es en definitiva el resumen total de lo visto hasta ahora, damos por concluida la segunda parte del tema. Buenos tiros.