

## **Balistica.**

*In queste pagine proviamo a snellire la materia della Balistica, una branca della fisica. La fisica è la materia che studia tutti i fenomeni che accadono in natura, spesso attraverso la risoluzione di formule matematiche. Di conseguenza la branca si divide in:*

*Balistica interna: studia tutto quello che accade all'atto dello sparo, da quando il percussore colpisce l'innesco sotto la spinta del cane alla combustione della polvere da sparo all'interno del bossolo. I gas combusti spingono il proiettile dal cono di forzamento alla volata.*

*Balistica esterna: studia il comportamento del proiettile quando è in "volo" cioè durante la traiettoria. L'argomento si concentra sulla stabilizzazione del proiettile, resistenza dell'aria/coefficiente balistico. Deviazioni laterali, portata utile e gittata massima.*

*Balistica terminale: riguarda gli effetti lesivi del proiettile sull'organismo vivente. Lo studio si concentra di più sul potere di arresto, cioè la capacità di un proiettile di abbattere/fermare un bersaglio/preda subito dopo il primo colpo. Uno studio abbastanza complesso dove tuttora viene detto di tutto. Varie formule sono state elaborate per stabilire il potere di arresto di ogni singolo calibro.*

*Dalla Balistica esterna alla Balistica terminale verranno messe delle formule matematiche alla portata di tutti.*

### **Balistica interna.**

#### **Il calibro di un'arma da fuoco.**

Tecnicamente il *calibro* è il diametro della canna, viene espresso in mm per gli Stati europei, in pollici se è di origine americana.

1 pollice=25,4 mm.

Il calibro si suddivide in:

*Calibro balistico/nominale*: diametro compreso tra i pieni/risalti. È la misura piccola.

*Calibro effettivo*: diametro compreso tra i vuoti/solchi. Rispecchia il diametro del proiettile ed è poco più grande del *calibro nominale*.

*Calibro commerciale*: denominazione scritta per intero sui manuali di ricarica o sulle confezioni delle munizioni, tipo *7,63 Mauser*, *7,65 Browning* o *cal. 9 Parabellum*.

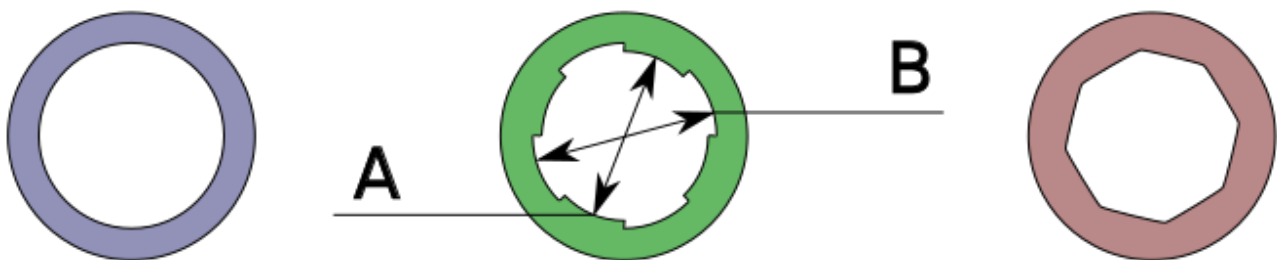
*7,65 Browning/7,65x17 mm*, denominazione *commerciale* europea. Il bossolo precisamente è lungo *17,20 mm*. *Calibro nominale* preso tra i pieni: *7,73 mm*. *Calibro effettivo* tra i vuoti: *7,84 mm*. Quasi 8 mm se aggiungiamo 16 centesimi di mm.

*.32 centesimi di pollice x 25,4 mm = 8 mm*.

Negli USA il *7,65 Browning* viene denominato *.32 ACP/Automatic Colt Pistol*. Il progettista *Browning* è americano, ma il calibro nasce in Europa.

Altro esempio: *.38 Special*, nato negli USA alla fine dell'Ottocento. Bossolo lungo *29,30 mm*.

*.38 Special, calibro/denominazione commerciale*. È come se ci fosse uno zero prima del punto, appartiene alla famiglia del 9 mm. *Calibro nominale*: *9,04mm*. *Calibro effettivo*: *9,10 mm*.



Da sinistra: schema di una canna ad anima liscia, tipo le doppiette giustapposte, fucili sovrapposti o fucili semiautomatici cal. 12 che camerano munizionamento spezzato. Il cal. 12 in mm corrisponde a 18,5 mm, il calcolo è un po' più complesso: servono 12 palle sferiche in piombo per raggiungere questa misura dal peso complessivo di una libbra, 454 grammi. Al centro una canna rigata, A è il calibro nominale preso tra i

pieni, **B** calibro effettivo reale tra i vuoti. A destra la rigatura poligonale docile sul proiettile presente nelle pistole Glock.

### La canna e le sue parti.

In un'arma da fuoco la *canna* è un tubo metallico forato che consente il passaggio del proiettile allo sparo. Come abbiamo detto precedentemente l'anima ha delle righe che formano i *pieni* e i *vuoti*, imprimono al proiettile un moto giroscopico per stabilizzarlo durante la traiettoria ai fini della precisione. Altre parti fondamentali:

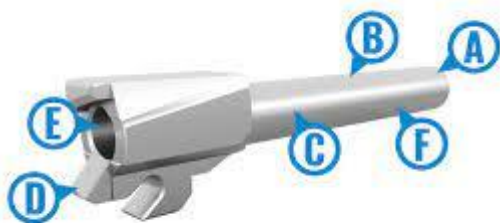
*La culatta*: parte posteriore della canna dove viene inserita la munizione. Impatta con la faccia dell'otturatore.

*Camera di cartuccia*: alloggiamento della munizione prima dello sparo.

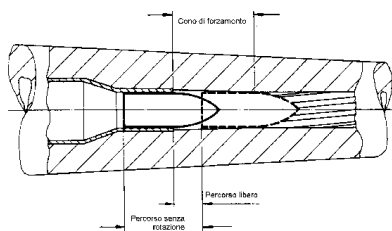
*Cono di forzamento*: imbocco che agevola l'inserimento del proiettile nella rigatura all'atto dello sparo.

*Volata*: foro anteriore della canna dove fuoriesce il proiettile.

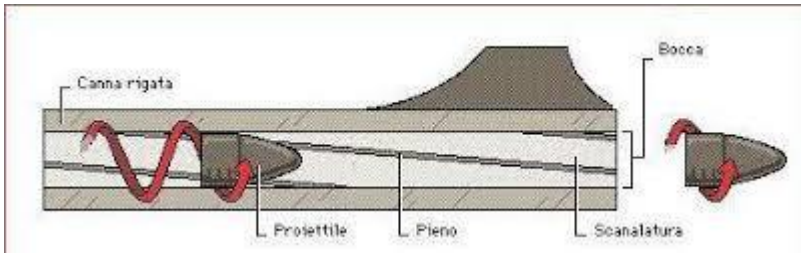
*Il numero delle righe interne varia di arma in arma.*



La canna di una pistola semiautomatica: **E**, culatta. **D**, rampa di alimentazione, agevola l'inserimento della munizione nella camera di cartuccia. **CBF**, parte esterna della canna. **A**, volata.

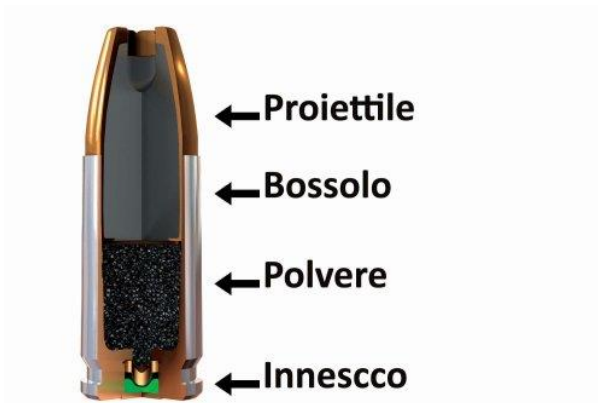


Canna di una carabina. Il cono di forzamento agevola l'inserimento del proiettile dalla camera di cartuccia all'inizio delle righe. Ma, ancora prima di imboccare le righe, il proiettile impegna il percorso libero, quel piccolo tratto senza righe.



Il moto giroscopico del proiettile grazie ai pieni e ai vuoti.

### La munizione.



Partiamo subito con una foto, la munizione è composta da:

*Innesco*: una piccola capsula inserita nel fondello del bossolo. All'interno ha una miscela esplosiva che, quando viene colpita dal percussore provoca una fiammata, passando attraverso il foro di vampa/flash hole visibile nella foto.

*Foro di vampa*: posto tra l'innesco e la polvere. Il diametro è intorno ai 2 mm.

*Polvere da sparo*: la dose varia a seconda del calibro e dalle richieste del tiratore. Grazie alla fiammata, la polvere deflagra istantaneamente trasformandosi in gas combustibili. Imprimono una forza talmente elevata capace di spingere il proiettile in canna e per tutta la traiettoria.

*Bossolo*: il contenitore metallico principalmente in ottone che tiene insieme tutti i componenti della munizione in descrizione.

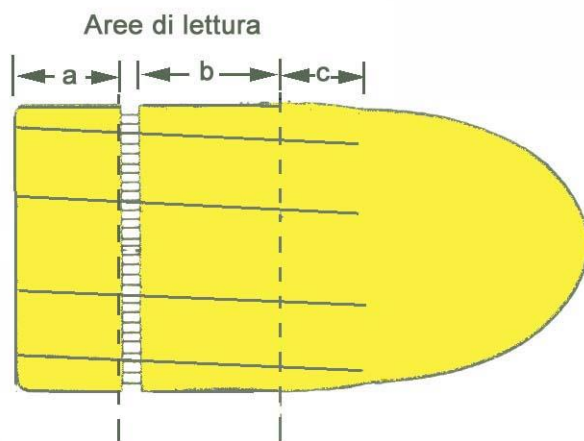
*Proiettile*: ogiva/palla. Di varia struttura e forma, nella foto è a punta cava con blindatura esterna. Ha un solo obiettivo una volta spinto dai gas combustibili, colpire il bersaglio nel punto mirato.

*La miscela esplosiva all'interno dell'innesco è data da: stivato di piombo, sostanza chimica che dà inizio alla catena esplosiva dopo la percussione. Attualmente viene sostituito con il tetrazene, ha una temperatura più bassa di accensione ed è meno*

*nocivo data la mancanza di piombo. Solfuro di antimonio: sensibilizza tutta la miscela allo sfregamento meccanico provocato dal percussore. Nitrato di bario: comburente che fornisce ossigeno per regolarizzare la combustione e incrementare il volume dei gas combusti.*

*La polvere da sparo si divide in: polvere vivace, o a singola base, composta solo da nitrocellulosa. Ottima per prestazioni balistiche non eccessive. Polvere progressiva, o a doppia base, nitrocellulosa più nitroglicerina. Grazie alla presenza di quest'ultima la polvere da sparo mantiene il suo stato fisico più a lungo e un potere calorifico maggiore, i grani sono più grossi e forati e, con una combustione iniziale "lenta" l'arma subisce stress minori allo sparo. Ottima per prestazioni balistiche elevate.*

*L'ottone è il materiale più usato per la fabbricazione dei bossoli, lega di rame e zinco. È ricaricabile ma non all'infinito e ha buona deformazione elastica allo sparo, riprende bene la forma della camera di cartuccia. Sopporta bene le alte temperature all'atto dello sparo, i gas combusti contengono quasi 2000 gradi, con i picchi di pressione oltre i 1000 bar.*



Schema di un proiettile sparato/di risulta, blindato di forma arrotondata. Notare il solco di crimpaggio poco sopra la base, serve ad "ancorare" di più il proiettile nel colletto/orlo del bossolo. La superficie presenta dei solchi di rigatura destrorsi provocati dai pieni.

## Componenti di un'arma da fuoco.

In basso tratteremo le componenti delle *armi corte*: pistole semiautomatiche e revolver.



La Beretta 92 FS cal. 9 Parabellum smontata. A partire da sinistra: il fusto nel suo insieme, la molla di recupero singola, la canna con il bocchetto oscillante sotto la camera di cartuccia, il carrello otturatore e il caricatore. In alto, al centro, i 15 colpi.

*Fusto*: componente che ha nella parte inferiore il grilletto racchiuso dalla guardia. I comandi manuali presenti sulla parte sinistra del fusto, tipo l'hold open, una leva che trattiene in apertura il carrello otturatore. Sicura manuale, nella Beretta sopra è sul carrello, blocca lo scatto con la funzione di abbattere il cane senza provocare lo sparo con il colpo in canna. Tasto di svincolo del caricatore accanto alla guancetta sinistra.

*Molla di recupero*: installata sotto la canna. Si comprime totalmente quando il carrello otturatore rincula durante la fase di estrazione ed espulsione del bossolo. La distensione della molla riporta il carrello otturatore in chiusura prelevando allo stesso tempo una nuova cartuccia dal caricatore.

*Canna*: consente il passaggio del proiettile allo sparo. Grazie al bocchetto oscillante presente in questa arma rincula per un piccolo tratto insieme al carrello, per contenere il picco pressorio elevato all'atto dello sparo.

*Carrello otturatore*: ha un movimento traslatorio sulle guide del fusto. Oltre ad estrarre il bossolo grazie all'unghia estrattrice e a prelevare un'altra cartuccia dal caricatore, l'otturatore ha il percussore che, sotto la spinta del cane esterno provoca lo sparo.

*Caricatore*: contenitore estraibile che trattiene le cartucce con la sua capienza massima.



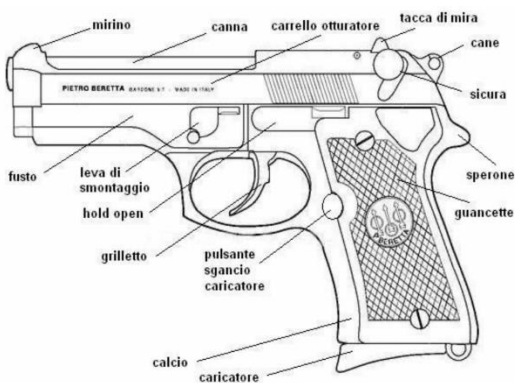
L'interno di una Beretta 92 SB, la guardia è arrotondata. Il percussore è all'interno dell'otturatore, tra la cartuccia in camera e il cane esterno che lo fa avanzare.



Smontaggio di una Glock con la nomenclatura delle parti essenziali.

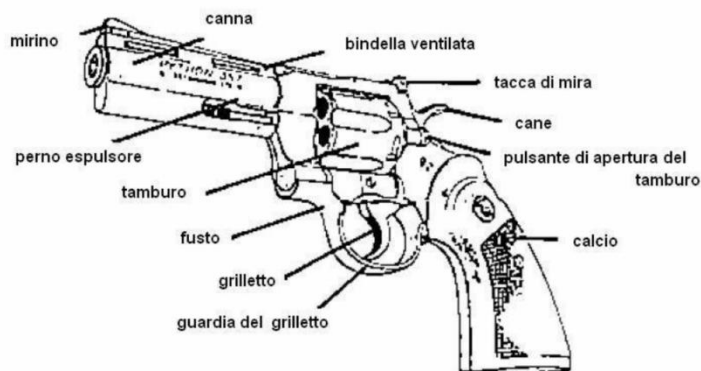


Smontaggio totale di un revolver. L'eliminazione della cartella laterale destra e delle guancette mette in mostra tutta la meccanica.

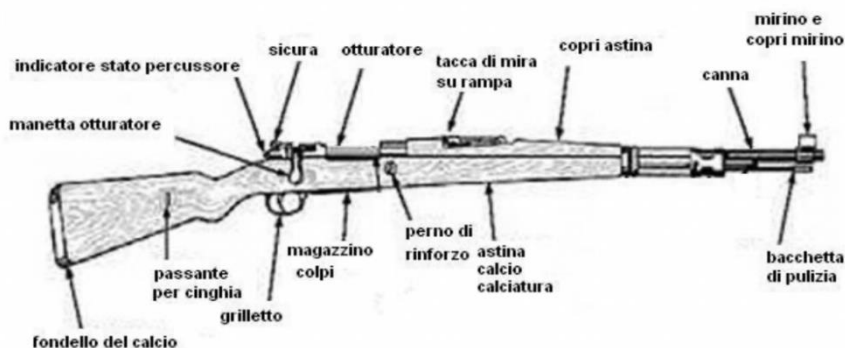


Nomenclatura completa delle parti di una pistola semiautomatica.



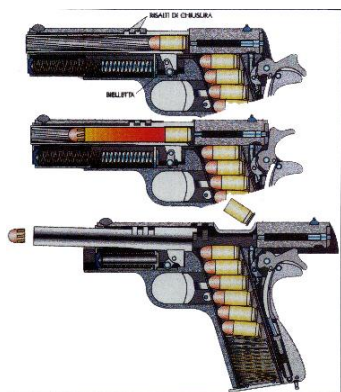


Nomenclatura completa del revolver.



Carabina a ripetizione manuale con otturatore girevole scorrevole/bolt – action.

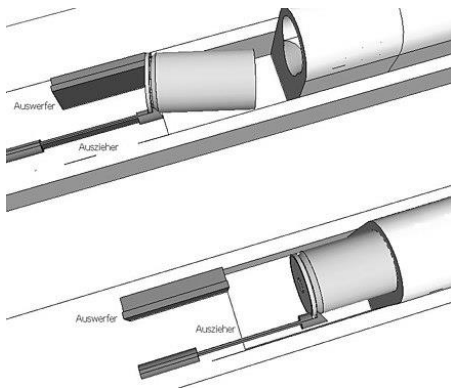
### Fasi dello sparo.



Lo schema ritrae una Colt 1911 A1. A partire dall'alto: lo “scarrellamento” è appena avvenuto, colpo in canna e cane esterno armato. Al centro: a grilletto premuto il cane si abbatte sul percussore che avanza colpendo l'innesco. La polvere da sparo, ora gas combusti, spinge il proiettile in canna. In basso: il proiettile abbandona la volata, le pressioni all'interno della camera di cartuccia sono scese a livelli di sicurezza e il



carrello otturatore rincula, estraendo ed espellendo il bossolo tramite la finestra di espulsione.



A partire dal basso: la fase di estrazione/carrello otturatore rinculante. L'estrattore è un'unghia sporgente dalla finestra di espulsione che si aggancia sul collarino/rim del bossolo. In alto: lo stesso bossolo estratto impatta sull'espulsore, elemento a punta installato nel fusto, visibile nelle pagine precedenti con la Glock smontata.

*Nel cuore della Balistica interna: fase pirostatica, ha inizio la combustione della polvere da sparo grazie alla fiammata che parte dall'innesco. Il proiettile è ancora crimpato al bossolo. Fase pirodinamica, la polvere è totalmente bruciata. I gas combusti iniziano ad imprimere una forza di quasi 100 kg che separano il proiettile dal colletto/orlo del bossolo, allo stesso tempo aumenta anche la pressione. La forza dei gas aumenta progressivamente per immettere il proiettile in canna, aumenta sempre di più la pressione fino a che raggiunge il suo picco massimo, scendendo ai livelli minimi quando il proiettile abbandona la volata. Imboccata la traiettoria possiamo parlare della Balistica esterna.*

### **Balistica esterna.**

Lo studio del comportamento del proiettile durante la traiettoria fa parte della *Balistica esterna*. Innanzitutto la *traiettoria* è il percorso tracciato dal proiettile, una linea che parte dalla volata dell'arma fino al bersaglio. Il proiettile oltre ad essere spinto grazie alla forza dei gas combusti, quando imbocca la traiettoria incontra altre forze:

*Resistenza dell'aria*: il proiettile per sconfiggere al meglio l'attrito/resistenza dell'aria deve avere un alto *coefficiente balistico*, dove è fondamentale la forma del proiettile. Più si avvicina alla forma appuntita – *Spitzer* – minore è lo sforzo per

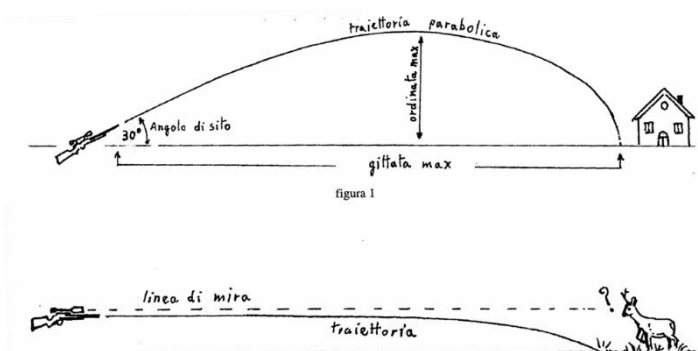
attraversare l'aria. Subisce meno anche le deviazioni laterali provocate da raffiche di vento istantanee. Un buon *coefficiente balistico* vuol dire aumento della precisione.

*Forza di gravità*: in fisica è data dalla lettera  $g = 9,81$ . Detta anche forza peso. È la forza che attrae qualsiasi corpo verso il suolo, nel caso di un proiettile in moto tale forza subentra quando le prestazioni balistiche in termini di velocità diminuiscono progressivamente.

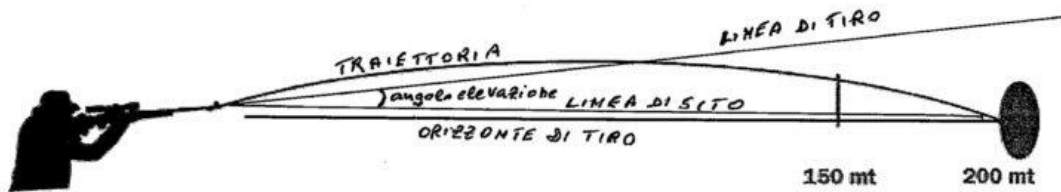
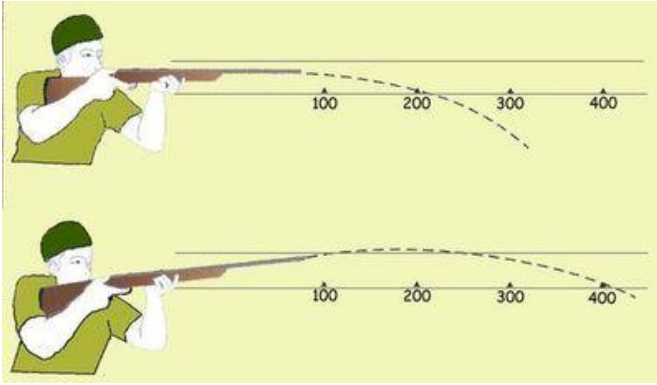
Imboccata la *traiettoria* e considerate le forze sopra descritte, il proiettile ha una:

*Portata utile*: distanza in cui vengono conservate ancora le prestazioni balistiche elevate. È il punto in cui il proiettile ha un potere lesivo alto recando ferite mortali.

*Gittata massima*: distanza che percorre il proiettile fino al punto massimo di caduta con velocità scarsissime, si misura sparando con un angolo di sito a 45 gradi, arma inclinata. Entra poi la forza di gravità e non vengono recate ferite mortali.



Il primo schema in alto raffigura l'arma con un tiro inclinato: c'è la presenza dell'angolo di sito a 30 gradi. Il proiettile traccia la traiettoria con moto discendente – parabolico – e quando raggiunge l'ordinata massima, quello è il punto in cui le prestazioni balistiche hanno ancora valori alti e potere lesivo. Di conseguenza, con la diminuzione della velocità il proiettile inizia la “discesa” a causa della forza di gravità, raggiungendo il punto massimo di caduta, la gittata massima. Lo stesso concetto riguarda il secondo schema con tiro orizzontale e traiettoria dritta, angolo di sito a 0 gradi. In questo caso, se si volesse colpire l'animale, sarebbe necessario inclinare l'arma “prolungando la traiettoria” con angolo di sito a tot gradi, come nello schema in basso:



Portata utile. Il tiro viene effettuato con una lieve inclinazione/angolo di elevazione. Il proiettile traccia una traiettoria curvilinea, raggiungendo il bersaglio con le prestazioni balistiche ancora alte alla distanza di 200 metri.

### **Coefficiente balistico.**

Per la *Balistica esterna* è un dato fondamentale. Come abbiamo letto nelle pagine precedenti il *coefficiente balistico* è un fattore chiave per la precisione del tiro, il proiettile più è affusolato e appuntito e più “dolcemente” attraversa la resistenza dell’aria, subendo meno i disturbi secondari tipo le deviazioni laterali provocate da raffiche di vento o dall’*effetto Coriolis*: una deviazione laterale progressiva del proiettile dovuta alla rotazione del Pianeta Terra, che subentra a distanze lunghissime oltre i 1500 metri. Il *coefficiente balistico* viene calcolato con la formula:

$$Cb = Ds/I.$$

Ds= Densità sezionale, g/mm<sup>2</sup>.

I= fattore di forma del proiettile.

Cb=?

Allo stesso tempo la Densità sezionale viene calcolata:

$$Ds = Mp/C^2 .$$

Mp= massa del proiettile in grammi.

C= calibro del proiettile in mm al quadrato.

Ds=?

In ambito venatorio la Densità sezionale è utilissima, il valore ricavato più è alto e più il proiettile ha una buona ritenzione di energia per abbattere animali di grossa stazza. Al denominatore della prima formula il *fattore di forma* varia in base al tipo di proiettile.

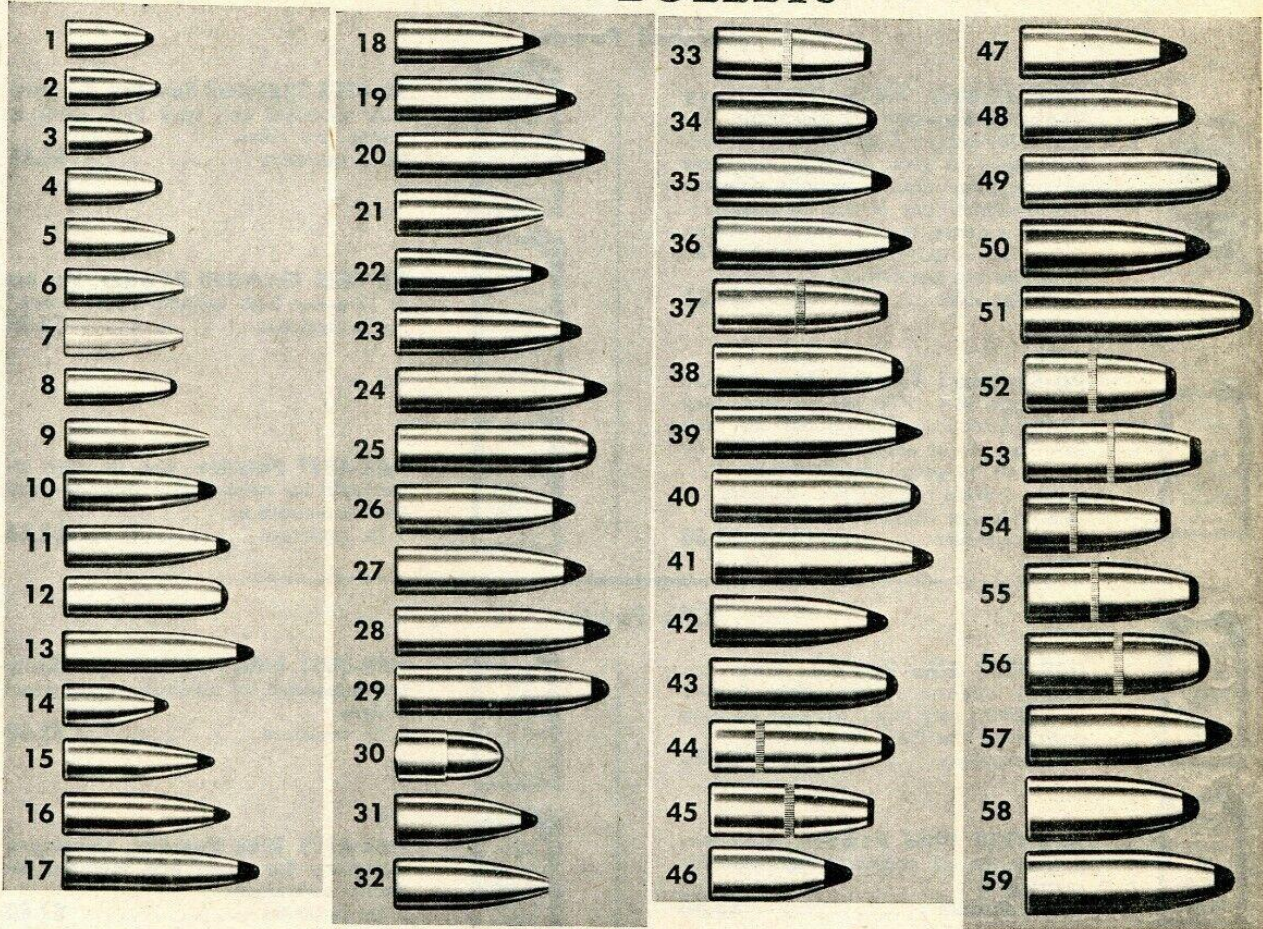
0,9= FMJ. 1= LRN. 1,10= SWC. 1,25= WC e SP. 1,35/1,5= HP.

0,8= proiettili troncoconici. 1,8= FMJBB. 2= FMJBT.

Il *coefficiente balistico* non ha unità di misura. Il valore ricavato più si avvicina ad 1 e più il proiettile ha un'ottima efficienza quando imbocca la traiettoria, come abbiamo appena letto sopra.



# SPEER BULLETS



No.	Cal.	Dia.	Bullet Weight and Type	100 Price
1	22	.223	40 SPIRE POINT	\$3.05
2	22	.223	45 SPITZER	3.05
3	22	.224	40 SPIRE POINT	3.05
4	22	.224	45 SPITZER	3.05
5	22	.224	50 SPITZER	3.25
6	22	.224	52 HOLLOW POINT	3.95
7*	22	.224	52 SILVER MATCH	6.00
8	22	.224	55 SPITZER	3.25
9	6mm	.243	75 HOLLOW POINT	4.30
10	6mm	.243	80 SPITZER	4.40
11	6mm	.243	90 SPITZER	4.50
12	6mm	.243	105 ROUND NOSE	4.75
13	6mm	.243	105 SPITZER	4.75
14	25	.257	60 SPIRE POINT	3.85
15	25	.257	87 SPITZER	4.40
16	25	.257	100 SPITZER	4.60
17	25	.257	120 SPITZER	4.90
18	6.5mm	.263	87 SPITZER	4.40
19	6.5mm	.263	120 SPITZER	4.90
20	6.5mm	.263	140 SPITZER	5.25
21	270	.277	100 HOLLOW POINT	4.95
22	270	.277	100 SPITZER	4.75
23	270	.277	130 SPITZER	5.25
24	270	.277	150 SPITZER	5.50
25	270	.277	170 ROUND NOSE	5.75
26	7mm	.284	130 SPITZER	5.25
27	7mm	.284	145 SPITZER	5.35
28	7mm	.284	160 SPITZER	5.50
29	7mm	.284	175 MAGNUM SEMI-SP	5.75
30	30	.308	100 PLINKER®	2.95

No.	Cal.	Dia.	Bullet Weight and Type	100 Price
31	30	.308	110 SPIRE POINT	\$4.75
32	30	.308	130 HOLLOW POINT	5.25
33	30	.308	150 FLAT NOSE	5.25
34	30	.308	150 ROUND NOSE	5.25
35	30	.308	150 SPITZER	5.25
36	30	.308	165 SPITZER	5.40
37	30	.308	170 FLAT NOSE	5.50
38	30	.308	180 ROUND NOSE	5.50
39	30	.308	200 SPITZER	5.90
40	30	.308	200 ROUND NOSE	5.90
41	30	.308	200 SPITZER	5.90
42	303	.311	150 SPITZER	5.25
43	303	.311	180 ROUND NOSE	5.65
44	7.65mm	.313	175 ROUND NOSE	5.60
45	32	.321	170 FLAT NOSE	5.50
46	8mm	.323	125 SPIRE POINT	5.00
47	8mm	.323	150 SPITZER	5.50
48	8mm	.323	170 SEMI-SPITZER	5.75
49	8mm	.323	225 ROUND NOSE	6.50
50	338	.338	200 SPITZER	5.90
51	338	.338	275 SEMI-SPITZER	7.70
52	348	.349	180 FLAT NOSE	5.80
53	348	.349	220 FLAT NOSE	6.30
54	35	.358	180 FLAT NOSE	5.80
55	35	.358	220 FLAT NOSE	6.30
56	35	.358	250 ROUND NOSE	7.00
57	35	.358	250 SPITZER	7.00
58	375	.375	235 SEMI-SPITZER	7.00
59	375	.375	285 SEMI-SPITZER	7.70

Varie forme di proiettili di produzione americana. Notare, ad esempio, la maggior parte di forma Spitzer e Hollow point disposti soprattutto nella prima e seconda colonna con un alto coefficiente balistico, a parte il numero 12, 25 e 30.



## Stabilizzazione del proiettile.

Una volta stabilito il *coefficiente balistico*, per mantenere sempre di più la precisione del tiro è utile avere un proiettile stabile a lungo durante la traiettoria. La stabilità fondamentale è data da:

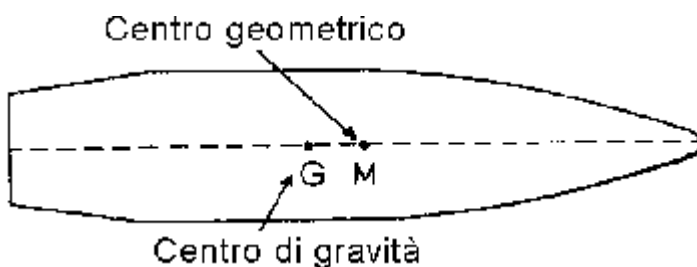
*Il baricentro*: fisicamente parlando è il punto dove si concentra tutta la massa del corpo, del proiettile in questo caso. L'aria che attraversa durante la traiettoria è come se fosse la sua base di appoggio.

*Centro di resistenza*: o punta del proiettile. Il *baricentro* deve essere in linea con questo punto.

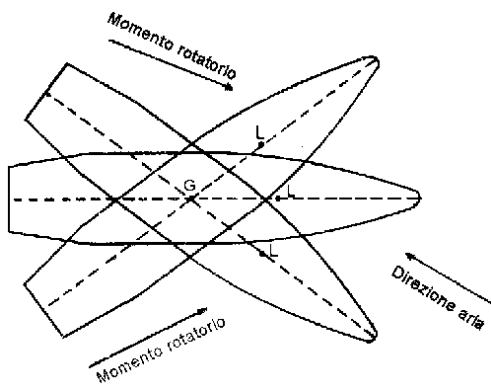
*Asse del proiettile*: linea che passa attraverso il *baricentro* e il *centro di resistenza*.

*Quando questi punti appena elencati, sono tutti congruenti tra di loro e di conseguenza, con la traiettoria, il proiettile risulta stabile e preciso, senza ripetuti capovolgimenti su se stesso che annullano del tutto il moto giroscopico. A causa dell'incongruenza di quei punti abbiamo l'instabilità del proiettile, provocata da:*

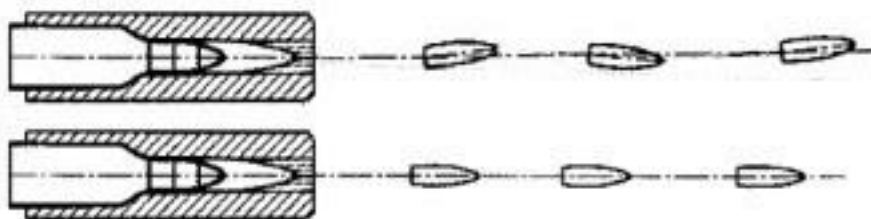
*Distribuzione sproporzionata del materiale*: il piombo o la blindatura che compongono il proiettile non sono uguali in tutti i punti, quindi il baricentro risulta spostato. Se il materiale dovesse "abbondare" alla base il *baricentro* risulterebbe spostato in quel punto e, imboccata la traiettoria il proiettile tende ad "impennarsi" spingendo la punta verso l'alto, provocando numerosi capovolgimenti come abbiamo detto sopra. Viceversa, se il materiale fosse più verso il *centro di resistenza* o punta del proiettile, il capovolgimento avverrebbe in maniera opposta, impennandosi dalla base.



Schema di un proiettile di forma Spitzer, il baricentro/centro di gravità è posizionato correttamente. La linea tratteggiata è l'asse del proiettile. I punti sono congruenti e il proiettile risulterebbe stabile durante la traiettoria.



L'instabilità del proiettile: un numero elevato di capovolgimenti che annullano il moto giroscopico. La lettera L è l'asse del proiettile.



Altro schema che racchiude un proiettile tendenzialmente instabile in alto, notare l'impennamento iniziale e i successivi tentativi di stabilizzarsi durante la traiettoria. In basso la piena stabilità, il baricentro, il centro di resistenza e l'asse del proiettile sono tutti in linea con la traiettoria.

### Il passo di rigatura.

Un altro fattore da conoscere utile per la stabilizzazione del proiettile è il *passo di rigatura*: distanza rettilinea che compie il proiettile facendo un giro totale sul proprio asse. Per un equilibrio prolungato, il *passo di rigatura* deve essere proporzionale in base al calibro del proiettile, al suo peso e soprattutto alla sua lunghezza. Grazie a questo fattore il proiettile acquista una velocità angolare o di rotazione, cioè quanti giri compie al secondo sul proprio asse. Elenco dei *passi di rigatura* più conosciuti che variano di arma in arma:

1:10 pollici = 1:250 mm. Passo di rigatura standard.

1:12 pollici = 1:305 mm.

1:14 pollici = 1:356 mm.

1:16 pollici = 1:406 mm.

1:20 pollici = 1:508 mm.



Un proiettile pesante e corto, tipo 124 grani/8 grammi Round Nose per arma corta cal. 9 Parabellum, si adatta bene un *passo di rigatura* corto o standard: non va a sbattere in maniera “ballerina” sulla rigatura interna della canna provocando l’erosione interna in breve tempo, con un’immediata instabilità durante la traiettoria e un moto disordinato a zig – zag.

Con un proiettile più lungo e affusolato, quindi saliamo verso l’arma lunga, tipo 40 grani/2,5 grammi forma Spitzer cal. 223 Remington, il *passo di rigatura* deve di conseguenza allungarsi per far mantenere al proiettile una stabilità e un moto ordinato nella traiettoria.

Come abbiamo detto precedentemente il proiettile, oltre ad avere una sua velocità in m/sec grazie alla spinta dei gas combusti, acquista una velocità angolare o di rotazione grazie al *passo di rigatura*. È possibile calcolare quanti giri compie il proiettile al secondo tramite una formula alla portata di tutti:

$$V_r = V_o / \text{Passo di rig.}$$

$V_o$  = velocità del proiettile in m/sec.

Passo di rig = distanza in mm.

$V_r$  = ?

Un proiettile con una velocità di 350 m/sec percorre una canna con un passo di rigatura di 1:10 pollici, cioè 1:250 mm. Qual è la sua velocità di rotazione?

Calcolare 350 m/sec dividendo per 250 mm al denominatore. Il risultato ottenuto è 1,4 cioè 1400 giri al secondo che compie il proiettile su sé stesso.

Lo stesso calcolo possiamo farlo con il calibro successivo, dato che un .223 Remington ha una velocità iniziale di 957 m/sec, passo di rigatura adatto 1:12 pollici, 305 mm. Il risultato è di 3000 giri al secondo. Ma se volessimo usare un passo più lungo con lo stesso calibro, ad esempio 1:14 pollici che accadrebbe? Cioè dividere

957 m/sec per 356 mm. La velocità di rotazione scende a 2690 giri al secondo facendo la stessa formula. Questo perché il proiettile deve essere “accompagnato” verso un *passo* più lungo, altrimenti una  $V_r$  elevata come la precedente – anche se la seconda non è da meno – destabilizzerebbe il proiettile con capovolgimenti quasi istantanei.

*Quando si ha un proiettile ben costruito con un baricentro posizionato correttamente, gli altri punti geometrici in automatico risultano in linea con la traiettoria. Avendo anche un passo di rigatura proporzionale soprattutto alla lunghezza del proiettile, otteniamo la piena stabilità nella traiettoria, con una velocità di rotazione ottimale che non annulla nell'immediato il moto giroscopico compromettendo la precisione del tiro.*

### **Il rinculo.**

Tutte le armi, all'atto dello sparo, a causa dello sviluppo dei gas combusti sono sottoposte a degli stress e movimenti. Il primo movimento che acquista l'arma è il *rinculo*: spinta retrograda che si scarica sulla spalla o sulla mano del tiratore, pari alla spinta iniziale che riceve il proiettile, sempre grazie ai gas combusti. L'energia ricevuta viene espressa in J o in Kgm. Il secondo movimento dell'arma che avviene dopo il *rinculo* è il *rilevamento*: un impennamento dell'arma verso l'alto attorno al suo baricentro. Anche qui tutto è in proporzione, maggiori sono le prestazioni balistiche del calibro in termini di velocità ed energia cinetica, maggiore sarà il *rinculo* e di conseguenza il *rilevamento* dell'arma verso il tiratore. Ma, se volessimo mantenere le prestazioni balistiche elevate e poi ridurre l'effetto *rinculo*, bisogna aumentare la massa dell'arma installando:

Il *freno di bocca*: accessorio/dispositivo applicato sulla volata dell'arma, dotato di intagli o fori laterali di forma cilindrica oppure oblunga. Ha lo scopo di spingere i gas combusti con un effetto jet tirando l'arma in avanti “ammorbidendo” la spinta retrograda.

Per ridurre il rilevamento c'è un altro accessorio:

Il *compensatore*: installato sempre sulla volata. I gas combusti hanno una deviazione frontale fuoriuscendo dalla parte alta dell'accessorio grazie ad appositi fori di sfogo. Esiste un altro sistema dai primi anni del Novecento che riduce l'impennamento dell'arma senza aumentarne la massa, la *canna rototraslante*, applicata per prima sulla pistola semiautomatica *Steyr M1907* e poi nella versione *M1912*. Di recente è presente sulla pistola semiautomatica *Beretta Px4*. All'atto dello sparo la canna, oltre a rinculare insieme al carrello per la chiusura stabile, ruota di 20 gradi sul suo asse grazie ad una camma/piccola protuberanza interagendo con una pista elicoidale all'interno del fusto.



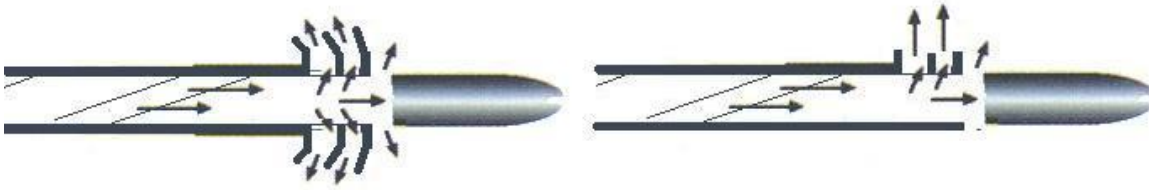
Allo sparo i gas combusti spingono la palla in canna. Allo stesso tempo la spinta iniziale che riceve il proiettile si scarica all'indietro verso il tiratore, il rinculo/**R**, opponendosi al punto di appoggio dell'arma/**B**. La palla, quando fuoriesce dalla volata libera una parte dei gas combusti che causano il rilevamento/**R1**, l'impennamento verso l'alto tracciato nello schema con linee più chiare.



Freno di bocca marca Sabatti con fori di sfogo gas laterali oblunghi.



Compensatore ricavato sulla pistola Glock 19C. Fori di sfogo oblunghi applicati sulla canna e sul carrello.



Lo schema a sinistra raffigura il freno di bocca, una parte dei gas combusti che spingono il proiettile fuoriescono dall'accessorio lateralmente tirando l'arma in avanti, riducendo allo stesso tempo la spinta retrograda/rinculo. A destra il compensatore, riduzione del rilevamento/impennamento grazie ai fori in alto dell'accessorio.

### **Balistica terminale.**

Un argomento abbastanza complesso dove è stato detto di tutto, con l'elaborazione di varie formule. Ci limiteremo a dire che la *Balistica terminale* si basa principalmente sul *potere di arresto/stopping power*, cioè la capacità da parte di un proiettile di fermare o abbattere un bersaglio/preda al primo colpo. Una volta che il proiettile percorre la traiettoria e attinge il bersaglio ha diversi comportamenti all'interno dei tessuti o materiale, il tutto dipende da diversi fattori: distanza di tiro, angolazione, forma del proiettile, dalla sua struttura e su che tipo di materiale impatta. Trattiamo l'essenziale, quando il proiettile attinge i tessuti organici, immediatamente dopo l'impatto accade:

*perforazione della pelle esterna/epidermide. Penetrazione, schiacciamento e distruzione/eventuale shock idrostatico degli organi interni.*

La cessione immediata dell'energia cinetica del proiettile provoca:

La *cavità temporanea*: una grossa cavità principalmente di forma conica che può formarsi in cinque millesimi di secondo. Ha un diametro cinque o sei volte più grande del proiettile, provoca un dislocamento/rapido spostamento elastico degli organi interni, dove questi ultimi tornano poi nella loro posizione iniziale prima dell'impatto.

*Cavità fissa*: il canale indelebile o tramite che traccia il proiettile all'interno dell'organismo.

L'energia cinetica del proiettile trasmessa sul corpo attinto viene calcolata con questa formula:

$$E_c = M_p \times V_p^2 / 19620.$$

$M_p$  = massa del proiettile in grammi.

$V_p$  = velocità del proiettile al quadrato in m/sec.

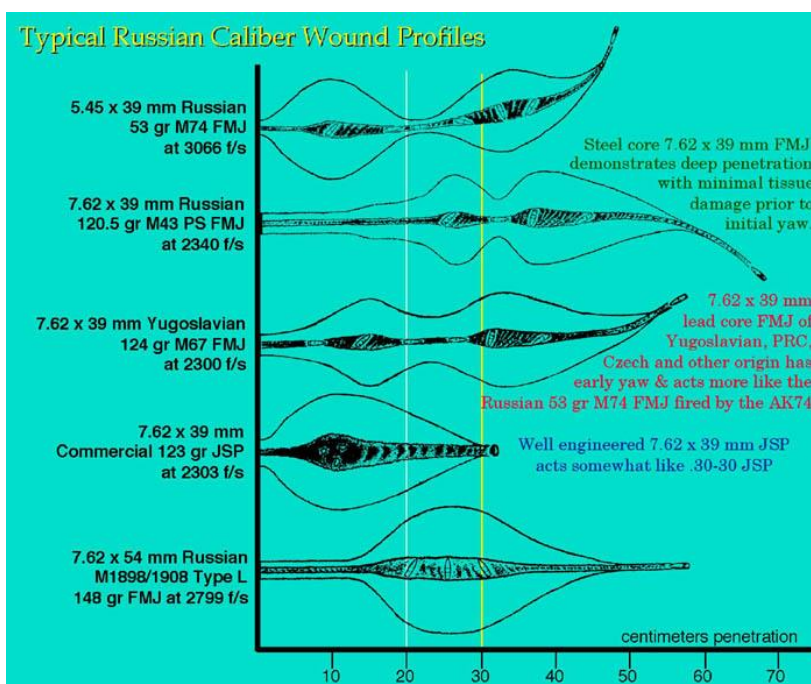
$E_c$  = ?

19620 è il prodotto di 2000 – valore fisso – per 9,81. Il valore ricavato viene espresso in J oppure Kgm come abbiamo visto nel *rinculo*. Ad esempio, se il valore ottenuto è di 55 Kgm, vuol dire che i gas combusti imprimono una forza di 55 Kg per far avanzare il proiettile di 1 metro. Ma tale valore non si scarica tutto sul bersaglio, dato che una buona parte di energia viene consumata durante l'attraversamento della canna, un'altra buona parte per attraversare la traiettoria e la rimanenza per penetrare i tessuti organici.

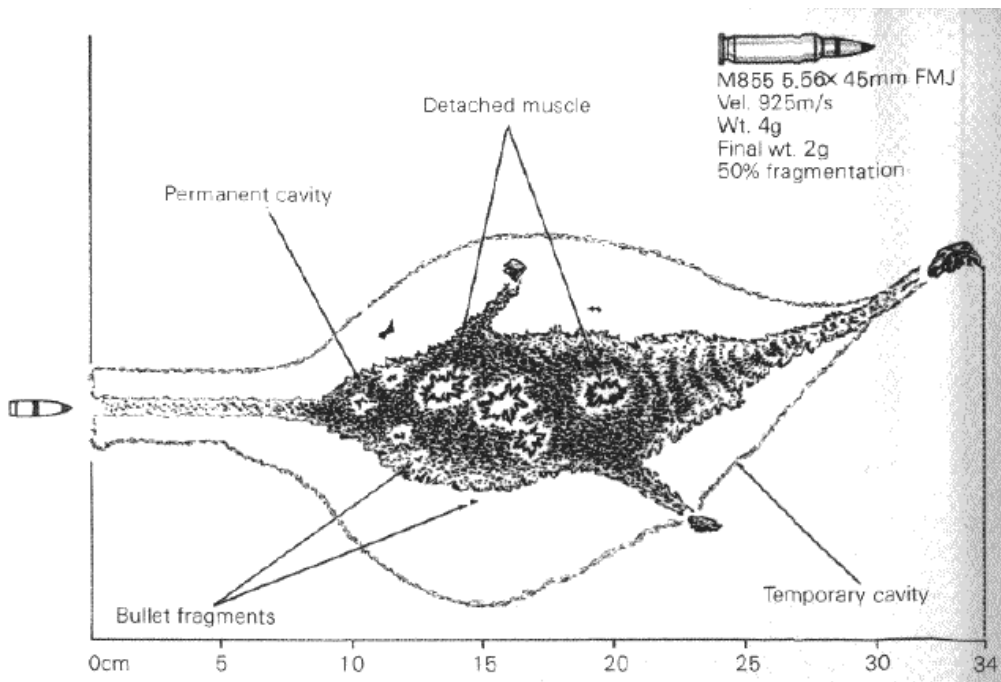
*Chilogrammetro/Kgm*. In fisica è l'energia che serve a spostare la massa di 1 Kg per la distanza di 1 metro.

Comportamento di vari proiettili in linea di massima: FMJ, quando impattano su superfici dure tendono a sfondare il bersaglio senza perforarlo, portando le schegge del bersaglio verso la parte opposta, cioè verso il tiratore. Se attraversano i tessuti molli organici trapassano da parte a parte il bersaglio. LRN, perforano e tendono a schiacciarsi dopo l'impatto. Proiettili troncoconici o Flat Point, lacerano o strappano i tessuti molli. A punta cava Hollow point, sono quelli che hanno un elevato *potere di arresto*, immediatamente all'impatto la cavità in cima alla palla si riempie di tessuti biologici, penetrano aprendosi formando regolari petali, il tutto funge da inibitore per scaricare il più velocemente possibile l'energia cinetica senza trapassare da parte a parte l'organismo. Spitzer, come abbiamo già visto oltre ad avere un buon *coefficiente balistico*, recidono i tessuti muscolari senza strapparli come i Flat Point.

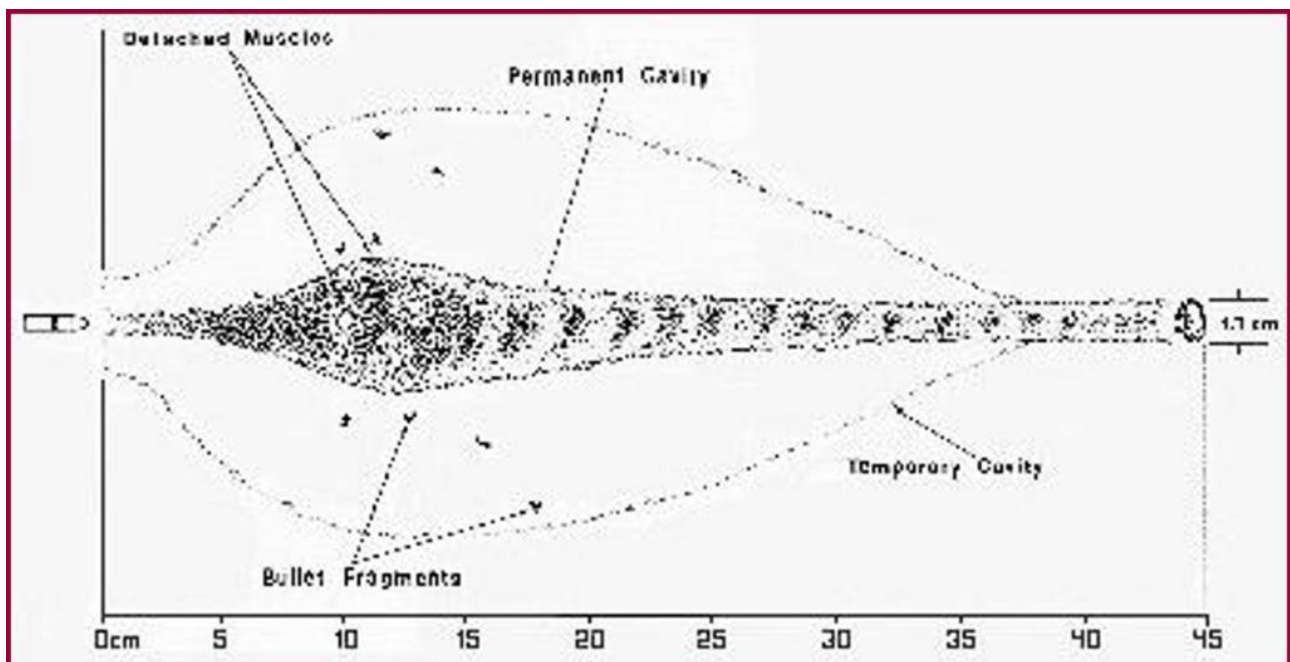
Un altro fattore da tenere in considerazione nella *Balistica terminale* è la frammentazione del proiettile, che dipende dalla struttura del proiettile, dalla sua velocità d'impatto e su che materiale impatta. Quelli che tendono a frammentarsi di solito sono i FMJ, ad esempio: cal. 5,56 NATO, peso di palla 55 grani, velocità di 990 m/sec, energia cinetica 184 Kgm. Il proiettile in questo caso è molto portato a frammentarsi indipendentemente dalla distanza di tiro, se impattasse su superfici dure – ossa – in grado anche di spezzarle, provocando ulteriori ferite interne secondarie più letali a causa dei frammenti vari, ossa/blindatura del proiettile. Lo stesso potrebbe accadere con calibri per pistola – anche Magnum – con tiri a corta distanza. Eppure esistono casi, in cui i proiettili blindati si sono frammentati impattando su tessuti molli o muscolari, ma questo principalmente dipende da una velocità d'impatto elevata a causa di una breve distanza.



Effetti letali dimostrati da calibri di origine russa, sparati da armi automatiche AK-47 e nella versione più moderna AK-74: i primi quattro provocano un'immediata cavità temporanea – dalla forma più grossa che circonda il tramite – a causa della rapida cessione dell'energia cinetica. Attraversando man mano i tessuti il proiettile compie numerosi capovolgimenti perché viene “rallentato” dai tessuti interni. Notare nel quarto schema la frammentazione del proiettile con un'elevata velocità da parte di quest'ultimo, 700 m/sec. Nel quinto schema il calibro ex – ordinanza 7,52x54 mm Rimmed ha una velocità iniziale di 850 m/sec, ma la cavità temporanea non avviene subito dopo l'impatto, probabilmente c'è un aumento della distanza di tiro tra l'arma e il corpo attinto.

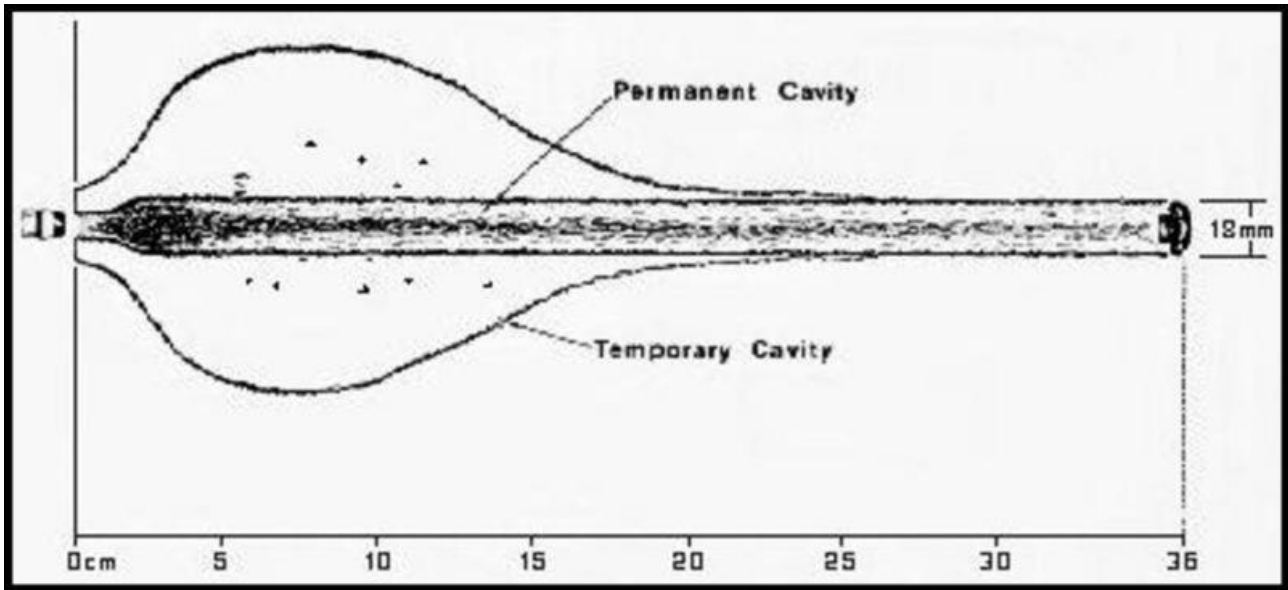


Effetto letale da parte di un proiettile 5,56 FMJ, ancora più devastante degli schemi in alto a causa dell'elevatissima velocità, 925 m/sec. Le due cavità sono molto ampie a causa della frammentazione del proiettile e della rottura del tessuto muscolare. A 34 cm il proiettile conserva il 50 per cento della sua struttura.

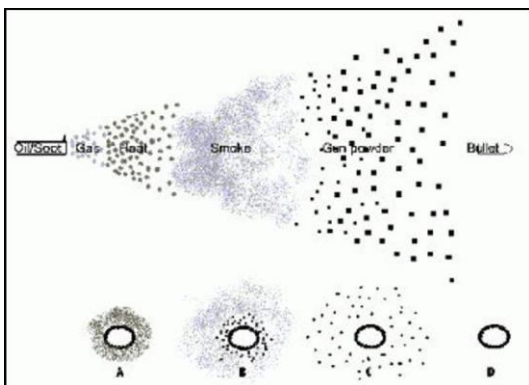


In questo schema i frammenti del proiettile hanno un'area più importante rispetto allo schema in alto. La penetrazione è più profonda – 45 cm – con una buona conservazione del proiettile e un notevole aumento di diametro.





Proiettile cal. 357 Magnum, cavità temporanea immediata, frammentazione della blindatura rilevante con un tramite lineare. Il proiettile ha una buona ritenzione di peso, oltre il 50 per cento e lo si vede dall'ottima espansione dove si arresta alla distanza di 36 cm.



Vari segni provocati dallo sparo verso l'epidermide attinta: **A**, il foro del proiettile circondato dall'alone/ustione provocato da tutto ciò che fuoriesce dalla volta, dall'elevato calore dei gas combusti alle fecce della polvere da sparo. La distanza tra l'arma e il bersaglio è minima o c'è il contatto. **B**, la distanza aumenta, l'alone provocato dai gas combusti sulla pelle ha un'area più ampia ma lo sciame delle fecce da parte della polvere rimane raggruppato, affumicatura. **C**, all'aumentare della distanza l'area attorno al foro del proiettile contiene meno residui, i gas combusti lasciano meno tracce, viceversa i grani di polvere sono più sparsi, tatuaggio. **D**, singolo foro del proiettile, distanza tra l'arma e il corpo attinto più lunga.



Un proiettile di risulta Hollow point che si è comportato come prevede la sua struttura: apertura a petali regolare a causa dei tessuti biologici che riempiono la cavità all'impatto, ottima ritenzione di peso/zero frammentazioni e cessione totale dell'energia cinetica. Con questa espansione il proiettile non trapassa da parte a parte l'organismo.

### **Unità di misura e conversioni.**

1 pollice = 25,4 mm.

1grano = 0,06489 grammi.

1 ft/sec = 0,304 m/sec.

1 PSI = 0,069 bar.

1 J = 0,120 Kgm.

1 libbra = 453,59 grammi.

Per convertire i valori da quelli nella colonna di sinistra, alla colonna di destra bisogna moltiplicare.

**Giuseppe Coccarri**

## **Qualche nozione sulla Balistica.**



