

Un bersaglio di legno e alcuni arbaete con settaggi diversi hanno permesso di ricavare dati davvero interessanti. E non sono mancate le sorprese...

I RISULTATI DI UNA SERIE DI PROVE CON I MR. CARBON

Qual é l'allestimento migliore?

Anche quest'anno lo staff di www.bluworld.com, in contemporanea all'Eudi Show, ha organizzato un evento in piscina: un test sui fucili e sul loro ideale allestimento. Per l'occasione sono stati utilizzati arbaete Mr. Carbon della C4 e dei bersaglio di legno seguendo un "protocollo" di prova che permettesse una certa affidabilità del dato rilevato.

I fucili erano armati normalmente in assetto da pesca, da provare con aste di diametro diverso, tutte dello stesso produttore (Gallini) ed elastici di lunghezze (e quindi carico) diverse, seppure della stessa qualità (C4 Superelax, nuovi). Il dettaglio dei fucili, aste ed elastici è riassunto nella tabella pubblicata nella pagina seguente.

E' stata effettuata una serie di tiri ripetuti, sempre con la stessa configurazione, sino a rilevare tre valori relativi alla profondità dell'impronta della punta dell'asta sul bersaglio che fossero sostanzialmente uguali (o che differissero per quantità irrilevanti).

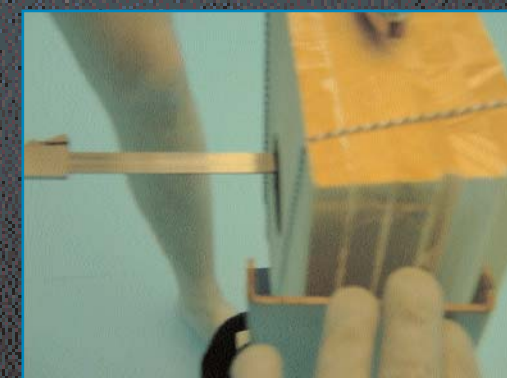
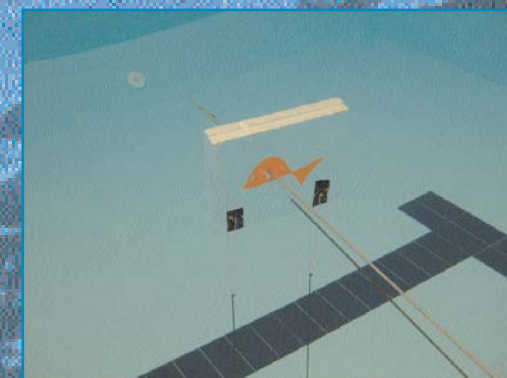
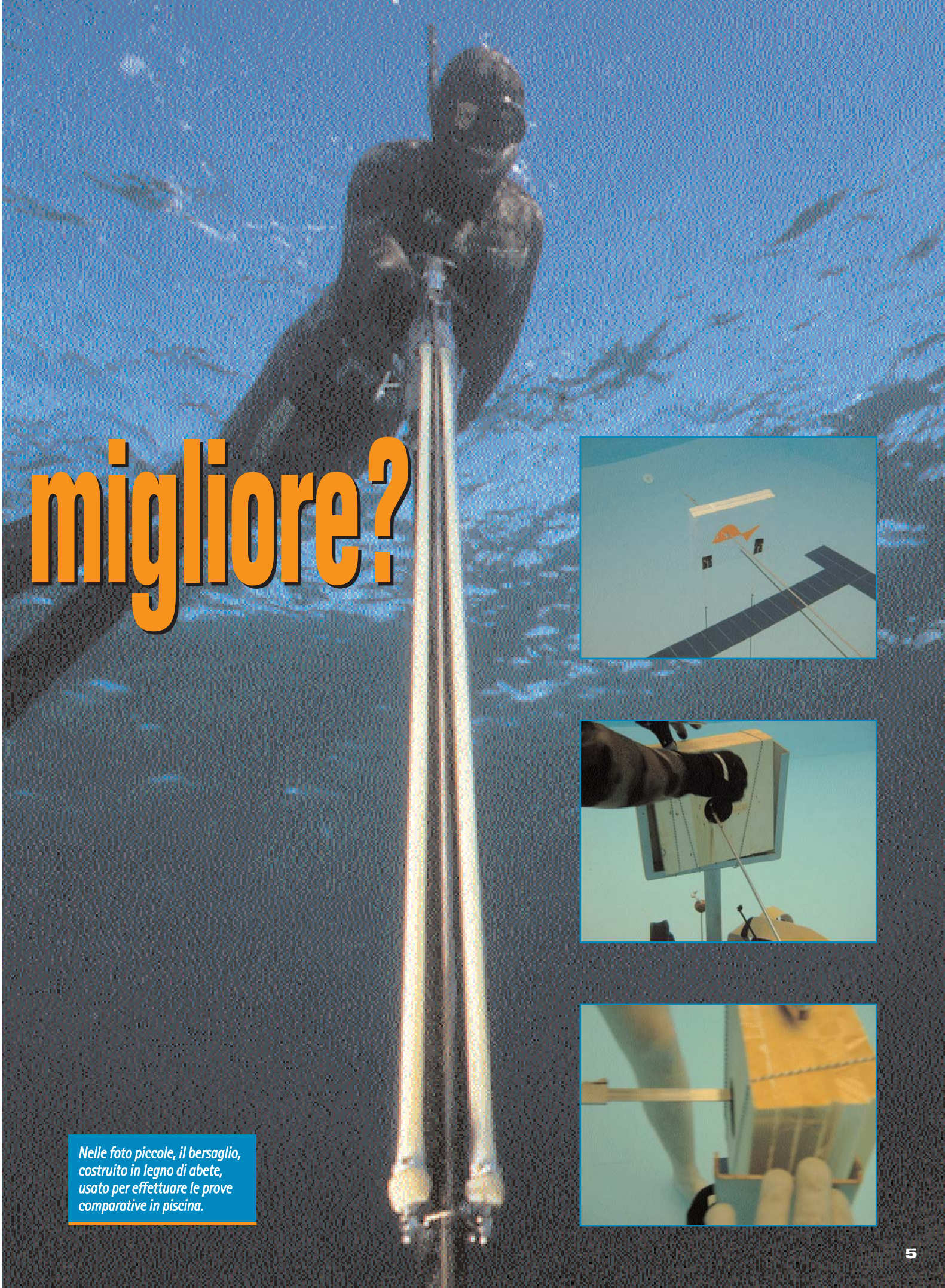
Dalla misura dell'impronta dell'asta e conoscendone i parametri geometrico-strutturali (la massa, le dimensioni e la tipologia di punta) si risale all'energia cinetica nell'istante dell'impatto e, quindi, alla velocità dell'asta in tale istante, ricordando che $E_c = 1/2 (m \cdot v^2)$.

Dalla formula della gittata e delle perdite idrodinamiche in funzione della distanza di tiro (tre o quattro metri) si risale alla velocità dell'asta al momento di uscita dal fucile.

IL BERSAGLIO DI LEGNO

Per dare alle prove una certa "scientificità" si è resa necessaria la costruzione di un bersaglio fisso fatto con un legno la cui penetrazione permettesse di ricavare delle formule attendibili. La scelta è caduta sul legno di abete per analogia con quanto già largamente previsto nella balistica terrestre (per le prove con armi convenzionali su bersagli in abete esiste una vasta letteratura). Infatti, tale legno è sufficientemente tenero, molto diffuso e quindi economico e facile da lavorare.

Abbiamo preparato una "mattonella" di abete delle seguenti dimensioni: 37 centimetri di lunghezza per 30 di altezza e uno spessore di 9,5 centimetri. Con l'aiuto di Enzo Gulisano (Maori Sub) abbiamo poi costruito un telaio in struttura di acciaio saldato con un profilo a C dove inserire la mattonella e una base di appoggio per poter piazzare il bersaglio sul fondo della piscina. Una volta posizionato abbiamo dovuto appesantire la struttura con diversi chili di piombo poichè il legno aveva una notevole spinta di galleggiamento nonostante il telaio di acciaio. Questo ci ha anche consentito di far rimanere il bersaglio perfettamente stabile sotto i "colpi" dei nostri arbaete.



Nelle foto piccole, il bersaglio, costruito in legno di abete, usato per effettuare le prove comparative in piscina.

Tab. 1 PROVE DI TIRO IN PISCINA

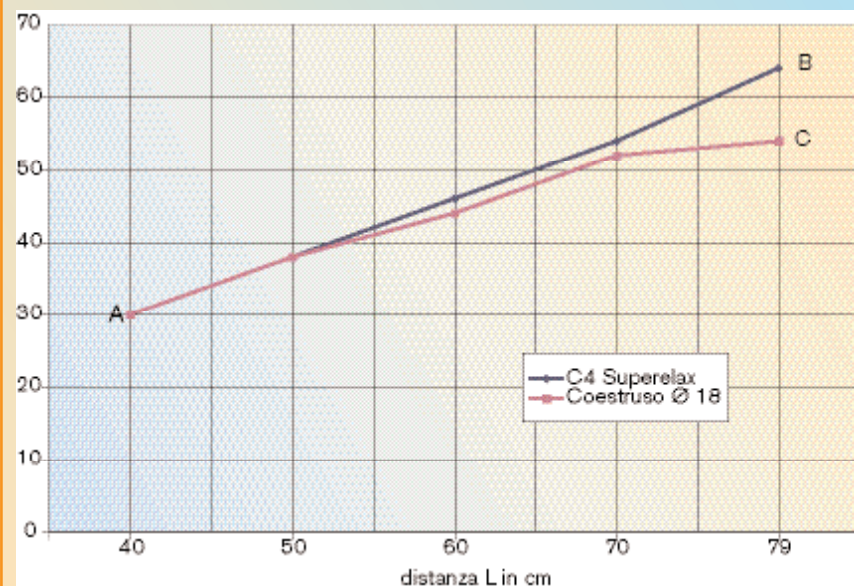
TIPO FUCILE	PESO FUCILE	TIPO ASTA	DIAM. ASTA	PESO ASTA	LUNGH. ASTA	TIPO ELASTICI	DIAM. ELASTICI	LUNGH. ELASTICI	P	% Allungam	CARICO ELASTICI	PENETRAZIONE NEL LEGNO MrC 79			MEDIA	PENETRAZIONE NEL LEGNO MrC 94			MEDIA
												P1 @3 MT	P2 @3 MT	P3 @3 MT		P1 @ 4 MT	P2 @ 4 MT	P3 @ 4 MT	
												cm	cm	cm		cm	cm	cm	
Mr. Carbon 79 (senza mulinello) Teo	1004	GALLINI	6,25	278	115	C4 Superelax	17,5	20		395%	64,0	3,0	2,9	2,9	2,9				
Mr. Carbon 79 (senza mulinello) Teo	1004	GALLINI	6,5	298	115	C4 Superelax	17,5	20		395%	64,0	3,7	4,0	3,0	3,6				
Mr. Carbon 79 (senza mulinello) Teo	1004	GALLINI	7	329	115	C4 Superelax	17,5	20		395%	64,0	3,5	3,0	3,6	3,4				
Mr. Carbon 79 (con mulinello) Paolo	1280	GALLINI	6,25	278	115	C4 Superelax	17,5	24		329%	54,0	1,9	2,3	2,4	2,2				
Mr. Carbon 79 (con mulinello) Paolo	1280	GALLINI	6,5	298	115	C4 Superelax	17,5	24		329%	54,0	3,0	3,5	3,4	3,3				
Mr. Carbon 79 (con mulinello) Paolo	1280	GALLINI	7	329	115	C4 Superelax	17,5	24		329%	54,0	2,5	2,4	2,5	2,5				
Mr. Carbon 79 (con mulinello) Pasquale	1280	GALLINI	6,35	276	115	C4 Superelax	17,5	22		359%	58,0	2,7	2,8	2,8	2,8				
Mr. Carbon 94 (con mulinello) Pasquale	1400	GALLINI	6,25	300	130	C4 Superelax	17,5	24		392%	66,0					2,8	2,7	2,8	2,8
Mr. Carbon 94 (con mulinello) Pasquale	1400	GALLINI	6,5	340	130	C4 Superelax	17,5	24		392%	66,0					3,1	3,1	2,9	3,0
Mr. Carbon 94 (con mulinello) Pasquale	1400	GALLINI	7	344	120	C4 Superelax	17,5	24		392%	66,0					4,0	3,8	3,6	3,8

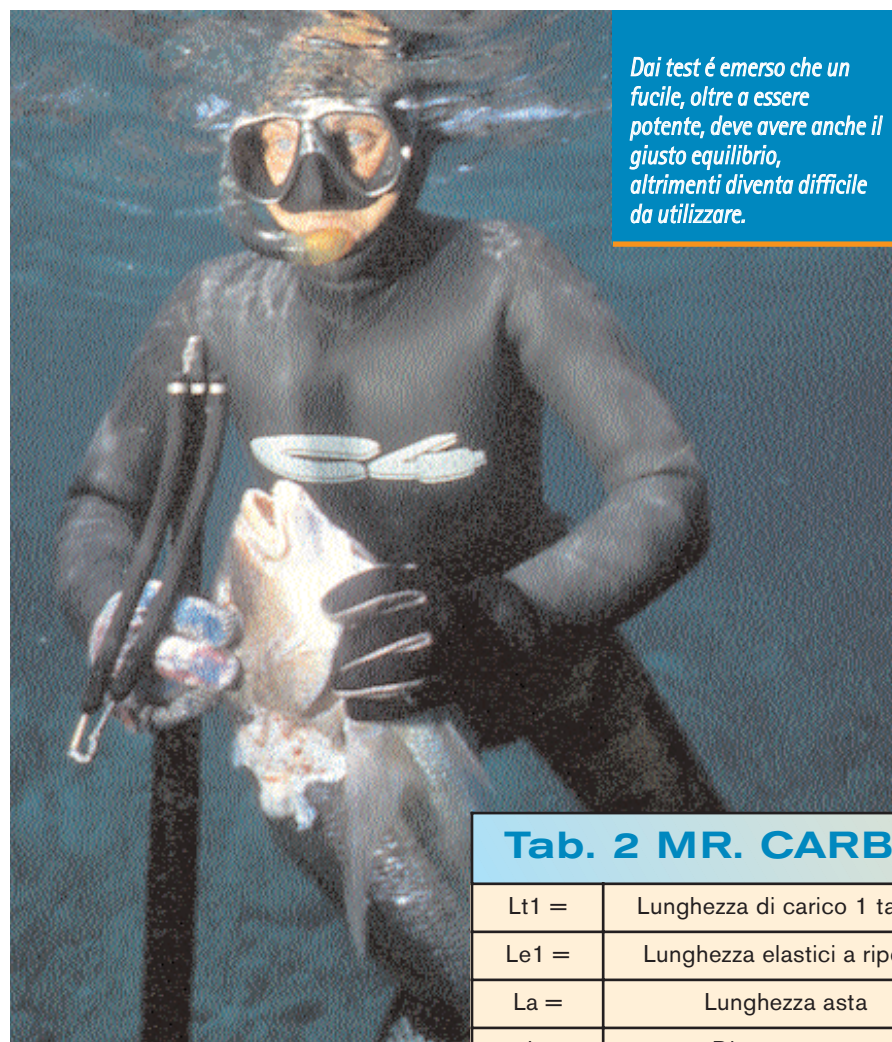
Senza effettuare i calcoli energetici, poiché l'impronta è proporzionale all'energia cinetica, per una prima approssimazione possiamo anche comparare i valori delle impronte espresse in centimetri per valutare quale sia l'asta più "performante".

Osserviamo la tabella in grande e cominciamo ad analizzare la prima prova: si tratta del Mr. Carbon 79 di Teo Ciuccarilli (amministratore del forum di discussione di www.bluworld.com), allestito come riportato in tabella. Monta un elastico molto corto ($L = 20 \text{ cm}$), caricato quasi al 400% e che sviluppa la notevole forza di circa 64 chili!

Faccio notare che il carico applicato è il parametro direttamente proporzionale alla capacità di un elastico di restituire l'energia immagazzinata (a parità di percentuale di allungamento); infatti, ciò che conta è l'area del diagramma sforzo-deformazione dell'elastico (che vediamo a lato). Mi spiego con un esempio.

Riportando l'area del diagramma di due elastici della stessa lunghezza iniziale $L = 20 \text{ cm}$ e quindi ugualmente stirati sino a $L = 79 \text{ cm}$ (in questo caso l'allungamento è pari al 395%).

GRAFICO 1




Dai test è emerso che un fucile, oltre a essere potente, deve avere anche il giusto equilibrio, altrimenti diventa difficile da utilizzare.

caso ci conferma che la scelta ottimale è un'asta da 6,5 millimetri.

Passiamo adesso a esaminare le prove fatte con il Mr. Carbon 79 di Paolo Cancelli (dell'Arco Muto Sub di Anzio), che usa elastici lunghi $L = 24$ cm; gli stessi esprimono un carico di $P=54$ kg (che non è poco!), ma ben 10 chili di meno dell'esempio precedente.

Prendiamo la riga 4 della tabella e vediamo che la penetrazione media con asta da 6,25 mm è di **2,2 centimetri**. Ripetiamo la prova con asta da 6,5 mm (riga 5) e il risultato è una media di **3,3 centimetri**. Quindi anche in questo caso si è ottenuta una prestazione migliore.

Passiamo all'asta da 7 millimetri (riga 6) e scopriamo che la media è **2,5 centimetri**, quindi come nell'esempio del fucile di Teo la prestazione è peggiorata. Bene, abbiamo trovato l'optimum anche in questo caso con l'asta da 6,5 millimetri.

Tocca adesso al Mr. Carbon 79 di Pasquale Pomaretti (collaboratore di www.bluworld.com); purtroppo abbiamo solo un caso (riga 7)

Tab. 2 MR. CARBON 94 PASQUALE

Lt1 =	Lunghezza di carico 1 tacca	94	[cm]	
Le1 =	Lunghezza elastici a riposo	24	[cm]	
La =	Lunghezza asta	130	[cm]	
d =	Diametro asta	6,5	[mm]	
Ma =	Massa asta	340	[gr]	
Me1 =	Massa elastico	140	[gr]	
De =	Diametro elastici	17,5	[mm]	
Mf =	Massa fucile	1400	[gr]	
F1 =	Forza di caricamento 1	66,00	[kg]	
RISULTATI				
Ep =	Energia immagazzinata	289,09	[J]	
Ecp =	Energia persa elastici + ogiva	21,94	[J]	
Eu =	Energia utile disponibile	235,09	[J]	
eta =	rendimento degli elastici	92,41%		
v =	Velocità dell'asta iniziale	35,41	[m/sec]	
CALCOLI BALISTICI				
	Inserire distanza ----->	4,00	[m]	
vr =	Velocità residua dell'asta	21,00	[m/sec]	
Ecr =	Energia cinetica residua	74,98	[J]	
vrc =	Velocità di rinculo	7,82	[m/sec]	
Pl=	Penetrazione nel legno	2,90 teorico	[cm]	2,80 reale

L'energia immagazzinata è data dall'area della figura (parallelogramma) 40-A-B-79 nel caso del Superelax (carico massimo $P = 64$ chili), mentre nel caso del coestruso è data dall'area della figura 40-A-C-79, che come si vede è minore (carico massimo $P = 54$ chili).

Si evidenzia che l'asta penetra nel legno per un valore medio di circa **2,9 centimetri**. Da solo questo dato ci dice poco, quindi ripetiamo la prova con un'asta da 6,5 mm (riga 2 della tabella) lasciando inalterate tutte le altre variabili e vediamo subito che lo stesso fucile (con lo stesso carico) porta la nuova asta a penetrare nel legno per una media di circa **3,6 centimetri**; quindi all'aumentare del peso dell'asta (rimanendo inalterata la lunghezza e cambiando solo il diametro) la prestazione è stata migliore.

Proviamo ancora ad aumentare il peso della freccia e portiamo il diametro a 7 millimetri (stessa lunghezza); ripetiamo la prova (riga 3) e vediamo che la penetrazione media è adesso di **3,4 centimetri**, cioè è leggermente peggiorata. Certo! Non possiamo aumentare indefinitamente il peso dell'asta solo per avere maggiore penetrazione, esiste evidentemente un equilibrio fra peso del dardo e carico degli elastici, che in questo

con asta da 6,25 mm di diametro ed elastici lunghi $L = 22$ centimetri, che sviluppano $P = 58$ chili di carico. Si ottiene una media di **2,8 centimetri**, ma anche qui (con ottime probabilità) se avessimo provato con l'asta da 6,5 mm avremmo ottenuto una prestazione migliore.

Cambiamo adesso fucile e passiamo al Mr. Carbon 94 di Pasquale, armato con elastici lunghi $L = 24$ cm che sviluppano $P = 66$ chili e asta da 6,25 millimetri lunga 130 centimetri (riga 8 della tabella). La media di penetrazione è di **2,8 centimetri**. Passiamo all'asta da 6,5 mm (riga 9) e leggiamo un valore medio di **3 centimetri**; un dato in linea con quello che ci si attendeva.

Attenzione perché adesso emerge un dato davvero interessante: abbiamo montato l'asta da 7 millimetri lunga 120 centimetri invece di 130; alla fine la differenza di peso è dunque di soli 4 grammi. Eppure i valori medi di penetrazione nel legno sono di **3,8 centimetri**, cioè il migliore risultato. La cosa si giustifica, a parità di altre variabili, poiché la freccia, essendo più tozza, offre me-

no resistenza all'avanzamento. Il fattore di forma dovuto all'aumento di sezione quindi conta meno dello stesso fattore dovuto alla lunghezza del dardo; in pratica, ai fini delle perdite idrodinamiche è meglio avere aste più corte e tozze invece che lunghe e snelle (le quali fra l'altro sbandierano di più). In sintesi: l'asta un pò più corta offre prestazioni migliori!

È opportuno attirare l'attenzione del lettore sul fatto che con il 79 abbiamo sparato a tre metri di distanza, mentre con il 94 a quattro metri: non è quindi possibile effettuare alcun confronto sensato tra i valori delle penetrazioni espressi in centimetri dai due fucili!

A questo punto ho inserito i risultati delle prove sperimentali nel mio primo foglio di calcolo, per vedere di confrontarli ed eventualmente di validare le formule. Nel caso degli arbaete ho ottenuto i seguenti valori, che riporto nelle due tabelle in basso.

Vediamo che i risultati, seppur di poco, differiscono. C'è quindi ancora qualcosa di sconosciuto sugli arbaete. Ritengo siano i

Tab.3 MR. CARBON 94 PASQUALE

Lt1 =	Lunghezza di carico 1 tacca	94	[cm]	
Le1 =	Lunghezza elastici a riposo	24	[cm]	
La =	Lunghezza asta	120	[cm]	
d =	Diametro asta	7	[mm]	
Ma =	Massa asta	344	[gr]	
Me1 =	Massa elastico	140	[gr]	
De =	Diametro elastici	17,5	[mm]	
Mf =	Massa fucile	1400	[gr]	
F1 =	Forza di caricamento 1	66,00	[kg]	
RISULTATI				
Ep =	Energia immagazzinata	289,09	[J]	
Ecp =	Energia persa elastici + ogiva	21,73	[J]	
Eu =	Energia utile disponibile	235,28	[J]	
eta =	rendimento degli elastici	92,48%		
v =	Velocità dell'asta iniziale	35,24	[m/sec]	
CALCOLI BALISTICI				
	Inserire distanza ----->	4,00	[m]	
vr =	Velocità residua dell'asta	24,28	[m/sec]	
Ecr =	Energia cinetica residua	101,37	[J]	
vrc =	Velocità di rinculo	7,87	[m/sec]	
Pl=	Penetrazione nel legno	3,32 Teorico	[cm]	3,80 reale

coefficienti delle equazioni esponenziali, molto difficili da calcolare esattamente (d'altra parte è incontestabile che il comportamento delle gomme durante la contrazione è tutt'altro che lineare).

Il fucile ad aria compressa, invece, segue meglio le leggi della meccanica classica, è più ripetibile come sistema perché più semplice e non legato a variabili indeterminate (infatti le formule hanno un'ottima rispondenza con quanto misurato nelle prove). Stabilito ciò potremmo concludere dicendo che, fucile per fucile, e a seconda delle variabili (asta, elastici) esiste sempre il miglior compromesso che ottimizza le prestazioni. Lo studio, però, non è finito! Infatti, è vero che ad esempio il fucile della riga 2 (il 79 di Teo) aveva ottime performance, ma sarà anche equilibrato? Cioè, avrà equilibrio fra le tre variabili (massa del fusto, massa dell'asta, carico degli elastici) in modo da ottenere un rinculo gestibile per garantire comunque la precisione del tiro e non disperdere troppa energia?

Utilizziamo allora la formula dell'equilibrio. Mentre il rapporto fra peso dell'asta e peso del fucile è corretto, la formula dell'equilibrio ci dice che comunque il fucile è troppo potente (valore ideale circa 16, ottenuto 19, cella rossa). Pertanto, chi non è abituato potrebbe avere problemi di precisione!

Se Teo avesse montato il mulinello cosa sarebbe cambiato in termini di equilibrio? Semplice, che i 280 grammi aggiuntivi sarebbero stati sufficienti a far rientrare tutti i parametri in zona verde!

Quindi, se volete davvero ottenere il massimo dal vostro arbaete mettete il mulinello che, oltre ad assicurarvi la cattura di grosse prede come le ricciole, vi dà anche quella massa in più necessaria a ottenere il giusto equilibrio.

Prendiamo adesso il Mr. Carbon 79 di Cancelli, montato con elastici lunghi 24 centimetri (che comunque hanno sempre un rispettabilissimo carico di $P = 54$ chili). I parametri sono tutti in zona verde; significa che Paolo ha un fucile potente e preciso.

Credo di poter affermare che con il Mr. Carbon (e con altri arbaete al top di gamma) si sia arrivati al massimo livello di sviluppo del fucile monoelastico. Certo, ulteriori miglioramenti sono possibili ma su sistemi, diciamo, secondari. Ormai siamo prossimi al limite fisico dell'attrezzo e di sicuro non vedremo un rateo di crescita così vertiginoso come quello che si è registrato nel corso degli ultimi due o tre anni sui fucili a singola coppia di elastici.

Per il doppio elastico, invece, qualcos'altro ancora si può fare, sebbene le migliori produzioni in legno o in carbonio offrano già oggi prestazioni veramente eccezionali.

Filippo Anglani