

GLOSSARIO TECNICO

Qualche precisazione per parlare di balistica del tiro con l'arco

di Mario e Riccardo Ostidich

(Nuova edizione 2010 di un testo già pubblicato sulla rivista ARCIERI, n.6/1990)

«Ogni attività sportiva ha la sua parata di termini elitari che sono causa d'incertezza per i principianti. In pochi ambiti, come la nautica, questi appartengono ad una nobile tradizione. Altrove prevalgono parole rubate agli anglosassoni. Promotori di discipline sportive e venditori di attrezzi. Per il tiro con l'arco – nonostante la sua storia lunga quanto la storia dell'uomo – vale questa seconda categoria: soprattutto in Italia.»

Questa osservazione, che avevamo scritto vent'anni fa, vale tuttora. Ma dagli Stati Uniti – patria del tiro con l'arco moderno – abbiamo importato anche molte incoerenze derivate da un conflitto non ancora risolto tra tradizionalisti e tecnici con orientamenti diversi. A pagare le conseguenze sono le federazioni sportive, tenute a fare formazione e pubblicare regolamenti che abbiano sufficiente razionalità.

Avere la pretesa di fare un glossario del tiro con l'arco – anche se è limitato ai termini tecnologici – è quindi una fatica spinosa che può essere affrontata solo facendo riferimento a documenti autorevoli. Quelli che abbiamo scelto sono questi:

- Vecchie norme AMO ed.1968-2000 (Archery Manufactures Organization)
- Nuove norme ASTM ed.1996-2007 (American Society for Testing & Materials)
- Manuale istruttori NAA ed.1974-1982 (NATIONAL ARCHERY ASSOCIATION)
- Terminologia delle traiettorie usata nella balistica militare delle armi da fuoco.

Il glossario che qui proponiamo è suddiviso per argomenti. La scelta di trascurare l'ordine alfabetico non aiuta la consultazione, ma è stata preferita, con il supporto delle note, affinché sia possibile ripercorrere la catena dei riferimenti.

Particolare attenzione è stata posta nel distinguere le definizioni che sono coerenti con le formule dell'esposizione scientifica, da altre che hanno solo valore empirico, essendo nate per ragioni commerciali. Concetti come «Spine», «Allungo AMO», «FOC» – guastati da anomalie e ambiguità – danno la misura di come l'apparato teorico del tiro con l'arco rischia di perdere credibilità se li accoglie passivamente.

In chiusura sono proposti alcuni schemi di riferimento e un breve prontuario di conversione tra pollici/libbre e unità SI (SISTEMA INTERNAZIONALE).

Nelle note, le misure in pollici e libbre sono scritte seguendo la segnatura prediletta dalla AMO – ma abbandonata dalle norme ASTM – per la quale 1" è un pollice e 1# è una libbra. Nelle definizioni, è stata data priorità alle unità di misura SI seguite, tra parentesi, dall'equivalente in pollici (in) o libbre (lb) conformi alle nuove direttive. Solo la voce «Libbraggio» conserva come standard la misura commerciale in libbre.

Le norme ASTM qui citate sono principalmente la F1544-99 e la F1832-07.



Per parlare di archi ...

- **Allungo** (mm)

Draw Length (in)

E' lo stato di tensione dell'arco espresso dalla misura di quanto la corda è allontanata dall'impugnatura. La misura dell'allungo può essere fatta con criteri diversi: vedi «Allungo AMO» e «Allungo Netto».

NOTE: Per il manuale NAA è «the distance the bow string is drawn back».

- **Allungo d'ancoraggio** (mm)

Full Draw Length (in)

E' l'allungo praticato dall'arciere quando la freccia sta per essere scoccata. Per gli archi compound correttamente regolati, corrisponde al carico di valle.

NOTE: Per tradurre letteralmente «full draw» si dovrebbe dire «allungo pieno» ma in italiano manca di chiarezza. Qualcuno ha proposto «allungo di fine trazione» e di conseguenza «carico di fine trazione», ma sono locuzioni troppo lunghe. Altri propendono per «allungo d'aggancio». Ma «aggancio» è il modo di trattenere la corda, non necessariamente a «fine trazione». Infine ci sono i sostenitori di «rilascio» che va bene quando è riferito ad «allungo», ma perde significato quando è associato a «carico». Consultando GOOGLE si può constatare che «allungo d'ancoraggio» è una definizione largamente usata in Italia, probabilmente derivata dal manuale NAA dove «full draw» è definito con riferimento a «anchor point».

- **Allungo AMO** (mm)

ATA Draw Length (in)

E' l'allungo misurato aggiungendo 44 mm (1¾ in) alla distanza tra il punto d'incocco sulla corda e il punto di perno dell'impugnatura, o preferibilmente il punto della freccia sovrastante il perno dell'impugnatura.

NOTE: I criteri di misurazione dell'allungo introdotti dalle norme AMO del 1987 sono articolati su tre direttive:

a.) «standard for Manufactures» misurato sulla verticale del punto di perno più 1¾".

b.) «standard for Dealers» misurato al punto in cui la freccia sporge dall'arco.

c.) «true draw / DLPP» misurato rigorosamente sul punto di perno, senza aggiunte.

DLPP sta per «draw length pivot point». Lo standard (b) era il vecchio criterio, contestato perché mette insieme l'allungo dell'arciere con il disegno dell'arco: «the back of the bow at the arrow rest». Lo standard (c) era il nuovo criterio, preferito da Norb Mullaney, il teorico dei test, ma non da altri tecnici AMO contrari al vincolo della misura al punto di perno. Lo standard (a) indicato come «AMO draw length» s'imponeva come compromesso, aperto a misurazioni «to the pivot point of the bow grip (or the theoretical vertical projection of a tangency line to the pivot point parallel to the string) plus 1¾"». E' evidente che la contrapposizione non era solo tra commercianti e produttori, ma anche tra due scuole di tecnici: quelli che privilegiano l'evento statico della trazione che agisce sull'asse passante tra punto d'incocco e punto di perno, e quelli, ora maggioritari, più interessati all'evento dinamico del rilascio lungo l'asse di tiro che passa tra punto d'incocco e rest, coincidendo con l'asse della freccia. Le norme ASTM più recenti parlano di «ATA draw length», essendo ATA il nome assunto da AMO nel 2003. Quindi ATA e AMO sono la stessa cosa. In particolare, la norma ASTM F1832 fornisce un'indicazione oscura: «perpendicular distance from the point where the shooting string of the bow contacts the nock slot of the arrow, to a vertical line through the pivot or low point of the hand grip (DLPP), plus a standard dimension of 1¾"». Cioè una distanza "perpendicolare" tra incocco e perno che non si sa bene dove vada a cadere. Resta il fatto che il misuratore d'allungo della EASTON usa un anello da infilare sul pollice, effettuando misure prossime al punto di perno, mentre per altre ragioni pratiche si preferisce fare misure lungo l'asse della freccia. La sola cosa che possiamo imparare da questo garbuglio è d'evitare di essere pignoli.

▪ **Allungo netto** (mm)

True Draw Length (in)

E' l'allungo misurato senza l'aggiunta di 44 mm (1¾ in). Questo criterio è utilizzato nelle pubblicazioni tecniche, preferibilmente eseguendo misure lungo l'asse di tiro, dal punto d'incocco della corda, al punto della freccia sovrastante il punto di perno.

NOTE: L'allungo AMO 28" (711 mm) equivale ad un allungo netto di 26¼" (667 mm). Questo criterio di misura, proposto negli anni '90 per evitare l'aggiunta arbitraria una costante, è ora in evoluzione. La norma ASTM F1544 lo aveva liberato dal vincolo DLPP, cambiandone la lettura da «Draw Length Pivot Point» a «Draw Length Pressure Point» per ammettere misure lungo l'asse della freccia. Ma la più recente ASTM F1832 non ne fa più cenno. Ciò non impedisce che questo criterio, nella versione proposta dalla F1544, sia ancora usata nei calcoli balistici per il vantaggio di consentire formule più semplici e comprensibili, con diagrammi di carico in cui l'allungo a carico zero è uguale all'altezza della corda.

▪ **Allungo sottocarico** (mm)

Draw Stroke (in)

E' la parte dell'allungo che partecipa ad accumulare energia nell'arco. Equivale all'allungo netto d'ancoraggio, meno l'altezza della corda.

NOTE: La norma ASTM F1832 prescrive: «from brace height to full draw» accreditando l'orientamento di misurare sulla stessa linea l'allungo e l'altezza della corda.

▪ **Allungo standard** (mm)

Standard Draw Length (in)

La marcatura commerciale del libbraggio degli archi tradizionali fa riferimento ad un allungo standard AMO di 711 mm (28 in). Per il collaudo degli archi compound il riferimento è fatto all'allungo AMO di 762 mm (30 in).

NOTE: Le norme AMO stabiliscono che il «bow weight standard» sia marcato sull'arco «as being taken at 28" draw». Questo vale per gli archi tradizionali. Per i compound l'allungo di riferimento è stato introdotto dalla norma ASTM F1832: «for most standard test purposes full draw is specified at 30" ATA draw length for compound bows».

▪ **Altezza della corda** (mm)

Brace Height (in)

E' la distanza tra la corda e il punto di perno dell'impugnatura, misurata quando l'arco è incordato, ma scarico.

NOTE: La norma ASTM 1832 prescrive: «from the pivot point (low point) of the grip to the nearest side of the bowstring, measured perpendicular to the bow-string, with the bow strung and in the undrawn condition». Il termine «fistmele» – che è misura di 6" espressa da un pugno con il pollice alzato – è talvolta usato per indicare il «brace height» essendo questa la misura prevalente per l'altezza della corda dei longbow.

▪ **Apertura dell'arco** (mm)

Bow Length at Braced Condition (in)

Per un arco tradizionale equivale alla lunghezza della corda. Per un arco compound è la distanza tra gli assi delle carrucole.

NOTE: Se si vuole assegnare a questo parametro un ruolo di riferimento – p.e. in un regolamento – occorre tenere presente che il criterio di misura qui indicato perde di significato con archi tradizionali dotati di flettenti fortemente retroflessi, e anche con compound che montano camme in una posizione anomala.

▪ **Lunghezza nominale dell'arco** (in)

Bow Length Standard (in)

La lunghezza AMO degli archi tradizionali equivale alla lunghezza nominale della

corda, cioè quella reale più 76 mm (3 in). Per gli archi compound non vi sono norme, ma prevale la convenzione di misurare la massima dimensione d'ingombro, perlopiù costituito dai profili esterni delle camme. Vedi: «Lunghezza della corda».

NOTE: Le norme AMO prescrivono: «3" longer than AMO bow string master that braces bow at proper brace height». Le norme ASTM F1832 e F1544 non ne parlano. Alcuni costruttori di archi legati alla tradizione usano tuttora misurare il profilo dei flettenti ad arco allentato, passando in linea retta sopra l'impugnatura. Marv Long della TAYLORMAID dice: «from string groove to string groove, around the curve of the bows limbs [...] not going into the curve of the handle». Tutto questo per una misura empirica. Il criterio usato per i compound ha il vantaggio d'essere sbrigativo e inequivocabile.

▪ **Lunghezza della corda (mm)**

String Length (in)

Per gli archi tradizionali, è la lunghezza reale della corda, misurata sottocarico, includendo gli anelli terminali. Per le norme AMO, la misura nominale è quella reale più 76 mm (3 in). Per gli archi compound, la lunghezza della corda è rilevata ai punti d'attacco dei cavi.

NOTE: Una corda marcata 66" AMO è lunga 63". Le norme AMO prescrivono che la misura di corde e cavi avvenga sottocarico: 50# (222 N) per le corde in poliestere, 100# (445 N) per le altre «strings and cables», con gli anelli inseriti in perni che abbiano diametro 1/4" (6 mm). La misura rilevata la dimensione totale.

▪ **Bilanciamento (mm)**

Tiller (in)

Differenza tra le distanze perpendicolari misurate dalla corda ai punti in cui i due flettenti sono fissati all'impugnatura. Per convenzione, un valore positivo indica che la distanza del flettente superiore è maggiore di quello inferiore.

NOTE: Le norme ASTM F1832 e F1544, così come le norme AMO, non parlano di «tiller». Per il manuale NAA «tiller» non è una misura, ma un verbo: «to shape the limbs of an unfinished bow». Eppure, in termini di misura, è da lungo tempo considerata come fase importante per la taratura della precarica dei flettenti di un compound. Larry Wise, in *Tuning Your Compound Bow* del 1985 scrive: «tiller – the perpendicular distance from the string to the point where the limb meets the handle riser» suggerendo poi che la misura del flettente superiore possa essere maggiore per circa 1/8". Nel glossario della HOYT si può leggere: «tiller is the difference in distance [...] from the base of the limbs to the string»

▪ **Massa dell'arco (kg)**

Bow Mass Weight (lb)

In genere, si riferisce alla massa dell'arco "nudo". Dovrebbe quindi includere la massa della corda ed escludere quella del mirino o di altri accessori opzionali.

NOTE: E' una misura non codificata dalle norme.

▪ **Carico di trazione (N)**

Draw Force (lb)

E' la forza necessaria per tendere l'arco ad un determinato allungo. La misura è fatta reggendo l'arco al punto di perno senza ostacolare i suoi movimenti. Per i calcoli tecnici la misura è convertita in unità SI, con rapporto 1 lb = 4,45 N.

NOTE: Il manuale NAA usa la dizione «draw weight». Per le norme AMO è «bow weight». Sono termini in contrasto con le convenzioni scientifiche, perché confondono il peso con la forza. Le norme ASTM li hanno sostituiti con «draw force». La dizione «carico di trazione» è un buon compromesso tra definizione scientifica e linguaggio corrente. GOOGLE conferma che il suo uso è ampiamente diffuso in Italia.

- **Libbraggio (lb)**

ATA Draw Force (lb)

E' il carico di trazione nominale, dichiarato dal fabbricante e di regola marcato sull'arco insieme alla misura della sua lunghezza. Per gli archi tradizionali il libbraggio è il carico di trazione misurato all'allungo standard AMO di 711 mm (28 in). Per i compound mancano regole precise. In genere sono dichiarati i due valori del carico di picco, minimo e massimo, ottenibili con la regolazione dei flettenti.

NOTE: Questa è una misura commerciale che per consuetudine è espressa in libbre.

- **Diagramma di trazione**

Force Draw Curve

E' un grafico che mostra il variare del carico di trazione e dell'energia accumulata in funzione dell'allungo. Le rilevazioni sono fatte progressivamente, prima aumentando il carico fino all'allungo voluto e poi riducendolo in modo da rilevare l'entità degli attriti. Questo diagramma permette di valutare la qualità dell'arco e il suo stato di regolazione in rapporto all'allungo d'ancoraggio a cui è destinato.

NOTE: La misura della «force draw» è il tema della norma ASTM F1832 che prescrive di trattenere l'arco «at the low point of the grip» e di interporre il dinamometro tra la corda dell'arco e il dispositivo di trazione: «between the bowstring and the cable or rod used to draw the bowstring». Il carico deve variare in modo lento e progressivo per evitare errori dovuti agli attriti: «to eliminate any effect of hysteresis». Le misure sono fatte per variazioni d'allungo costanti che non siano maggiori di 1". Ai meno esperti, è bene raccomandare di imbracare l'arco al punto di perno in modo che possa assestarsi durante la trazione. D'evitare rinvii del cavo di trazione su carrucole inevitabilmente dotate di una propria isteresi. E infine di provvedere a correggere la lettura del carico aggiungendo il peso del dinamometro se questo grava sull'arco. Il diagramma di trazione degli archi tradizionali è caratterizzato da una doppia curvatura. Gli archi migliori, dotati una buona precarica, hanno la prima curvatura, che alcuni chiamano «pancia», particolarmente accentuata. E' invece preferibile che sia meno evidente la seconda curvatura, quella chiamata «stack» o «saturazione», che innalza rapidamente il carico quando l'arco viene usato con un allungo eccessivo. La curva di trazione di un compound è ovviamente tanto migliore quanto più sale rapidamente, si mantiene su valori prossimi al carico di picco per buona parte dell'allungo e scende di almeno il 60% quando arriva all'allungo d'ancoraggio.

- **Saturazione**

Stack

E' la parte terminale della curva di trazione di un arco tradizionale, caratterizzata da un rapido aumento del carico.

NOTE: Vedi: «diagramma di trazione».

- **Carico d'ancoraggio (N)**

Full Draw Force (lb)

E' la forza esercitata per tendere l'arco all'allungo d'ancoraggio. Per un arco compound deve corrispondere al carico di valle.

- **Carico di picco (N)**

Peak Draw Force (lb)

E' il carico necessario per tendere l'arco. Per gli archi tradizionali è il valore massimo raggiunto all'allungo d'ancoraggio. Per gli archi compound è il valore massimo da superare prima di completare la trazione. Il carico di picco è quello che definisce il libbraggio di un arco.

NOTE: Questo termine è stato introdotto con riferimento limitato ai compound, ma la norma ASTM F1832 lo definisce in termini validi per ogni tipo di arco: «for conventional bows, the peak draw force is usually reached at the full draw condition; for compound bows the peak draw force is reached part way through the draw stroke».

▪ **Carico di valle (N)**

Valley Draw Force (lb)

E' il carico ridotto che un arco compound presenta a fine trazione.

NOTE: Questa è una denominazione perlopiù caduta in disuso, essendo ormai noto a tutti che, per un arco compound, «carco di valle» e «carico d'ancoraggio» devono coincidere.

▪ **Riduzione del carico (%)**

Let-Off (%)

Per gli archi compound è la percentuale del carico di picco che viene ridotta all'allungo d'ancoraggio.

NOTE: La norma ASTM F1832 indica che la differenza tra i due carichi sia «expressed as a percentage of the peak force, referred to as percent of let-off». Quindi, un arco da 60# con let-off 60% richiede una trazione di 24# all'allungo d'ancoraggio.

▪ **Energia accumulata (J)**

Stored Energy (ft.lb)

E' il lavoro speso dall'arciere per tendere l'arco fino all'allungo d'ancoraggio e costituisce quindi l'energia potenzialmente disponibile per scagliare la freccia.

NOTE: La misura di questa energia, rappresentata dall'area racchiusa dalla curva del diagramma di trazione, è ottenibile integrando i dati di carico moltiplicati per gli incrementi di allungo. La norma ASTM F1832 fa riferimento alla «energy required to draw a bow from brace height to full draw». Quindi è una misura al lordo delle perdite di carico.

▪ **Rapporto energia/carico (J/N)**

SE/PDF Ratio (ft.lb/lb)

E' la misura dell'energia accumulata divisa per il carico di picco, dando una valutazione della prestazione ottenibile a parità di sforzo percepito dall'arciere.

NOTE: SE/PDF sta per «stored energy / peak draw force». E' un indice frequentemente impiegato per valutare la buona qualità di un arco, ma non è menzionato dalle norme.

▪ **Perdita per attrito (%)**

Static hysteresis (%)

E' una valutazione dell'attrito interno rilevabile, soprattutto per gli archi compound, come percentuale dell'energia accumulata che non viene restituita nella fase di ritorno del test di trazione.

NOTE: La norma ASTM F1832 si riferisce a singole «difference in pound measured under static conditions», ma è ovvio che il dato conclusivo debba essere riferito all'energia totale. Si tratta comunque di una valutazione indicativa, derivata da misure statiche instabili, insufficiente per trarre conclusioni sull'energia realmente dispersa dall'arco in movimento.



Per parlare di frecce...

▪ **Lunghezza della freccia (mm)**

Arrow Length (in)

E' la lunghezza misurata dall'incavo della cocca fino all'opposta estremità dell'asta non nascosta dalla punta. La punta della freccia è esclusa, ma una tara di 19 mm ($\frac{3}{4}$ in) è applicata per alcuni tipi di punta che avvolgono abbondantemente l'asta.

NOTE: Le norme AMO prescrivono «from the bottom of the nock slot» fino ad un «designated point» che per le punte d'uso corrente è «the open forward end of the arrow shaft» mentre per le punte cave delle aste di legno o carbonio, è «the most forward extension of the full diameter of the shaft».

▪ **Massa della freccia (g)**

Arrow Mass Weight (gr)

Si riferisce alla massa della freccia completa di tutte le sue parti, punta inclusa.

NOTE: E' una misura non codificata dalle norme. Il «GPI arrow weight» dichiarato dai cataloghi commerciali riguarda solo il peso dell'asta, espresso in «gpi, grains per inch».

▪ **Posizione del baricentro (%)**

FOC - Front-Of-Center (%)

E' la posizione del baricentro della freccia, espressa come percentuale di avanzamento rispetto al punto identificato come metà della lunghezza della freccia.

NOTE: Questa complicata misura – non codificata dalle norme – è un criterio commerciale introdotto dalla EASTON, da intendersi come «percentage of the arrow's total weight that is located in the front half of the arrow». Chi vuole capire meglio, rifacendo i conti in modo più semplice, deve ricordare che un «FOC 9%» significa che il baricentro è lontano dalla cocca per una misura che è $50+9=59\%$ della lunghezza della freccia.

▪ **Indice di spine**

Static Spine Value

E' l'indice numerico con cui sono commercialmente classificate le aste delle frecce.

Il suo valore è la misura della flessione, espressa in millesimi di pollice, che l'asta subisce in condizioni standard di sollecitazione. Per le frecce di alluminio o carbonio la misura eseguita sulla distanza di 711 mm (28 in) con un carico centrale di 880 g (1,94 lb). Per le frecce di legno la misura è eseguita sulla distanza di 660 mm (26 in) con un carico centrale di 907 g (24 lb).

NOTE: Le norme AMO prendono in considerazione solo le frecce di legno, prescrivendo che «the deflection is measured in inches with shaft supported on 26" centers and depressed with a 2# weight». Per le frecce d'alluminio e carbonio, la EASTON dichiara di misurare «the amount of flex in the arrow when an 880 gram weight is suspended from the center of the arrow supported by two points, which are 28" apart». Si tratta di misure empiriche, da considerare come indici adimensionali, inutili per fare calcoli scientifici, perché non distinguono l'apporto dell'elasticità del materiale da quello delle dimensioni della sezione. In inglese la parola «spine» è correlata alla rigidità, ma l'indice di spine è tanto maggiore quanto più l'asta è flessibile. Non c'è alcuna ragione tecnica per giustificare che le misure siano condotte in modo diverso se l'asta è in alluminio o in legno. La differenza dei carichi esiste per il fatto che solo per l'alluminio qualcuno si è reso conto che il peso della stessa freccia contribuisce alla flessione. Il risultato è che quando si dice che una freccia «ha più spine» non è chiaro se si vuole dire sia più rigida o più morbida. Il tentativo di fare chiarezza, facendo distinzione tra spine statico e spine dinamico, porta considerazioni ragionevoli ma ancora troppo complesse per avere un'applicazione pratica.

▪ **Centratura della freccia** (°, mm)

Centershot (°, in)

E' la misura della divergenza tra asse della freccia e piano d'azione della corda. Questa misura può essere espressa in gradi, oppure come scostamento in millimetri rilevato all'altezza del rest.

NOTE: Questo termine viene dalla qualifica di «centershot bow» data a quegli archi che hanno un finestra che supera la mezzera dell'arco, consentendo d'allineare la freccia sul piano d'azione della corda.

▪ **Velocità della freccia** (m/s)

Arrow Velocity (ft/sec)

In mancanza di altre indicazioni, denota la velocità iniziale della freccia, rilevata nel momento in cui è interamente uscita dall'arco.

NOTE: Per la misura della velocità d'uscita la norma ASTM F1544 chiede che il tachimetro sia posto a una distanza di 36 in (914 mm) from the pivot point of the bows handle».

▪ **Energia cinetica** (J)

Kinetic Energy (ft.lb)

E' l'energia presente in una freccia in movimento, calcolabile in funzione della sua massa e della sua velocità.

NOTE: Della «energia cinetica» non parlano, né le norme AMO, né quelle ASTM e nemmeno il manuale istruttori NAA. Questa constatazione accende dubbi sull'accoglienza che la balistica del tiro con l'arco può ragionevolmente trovare tra gli arcieri. Ma sicuramente c'è anche chi è interessato a sapere che una freccia di 28 grammi, alla velocità di 56 m/s, ha una energia cinetica uguale a $28 \times 56^2 / 2 = 44$ joule da mettere in rapporto ai 65 joule di energia accumulata che un test di trazione potrebbe rilevare per l'arco usato: p.e. un ricurvo da 55#. L'energia così perduta è $65 - 44 = 21$ joule, uguale a quella che avrebbe una freccia di 13 grammi scagliata alla stessa velocità di quella scoccata. Il rendimento di quell'arco, insieme a quella freccia, sarebbe quindi di $44/65 = 68\%$. Un risultato da mettere a confronto con i rendimenti che otterremmo con frecce più leggere, o archi di tipo e libbraggio diverso. Per esempio, un buon compound può avere rendimenti che superano l'80%.

▪ **Macchina di tiro**

Shooting Machine

E' una struttura, dotata di sgancio meccanico, in grado di trattenere l'arco e scoccare una freccia in condizioni controllate allo scopo di studi e collaudi.

NOTE: La norma ASTM F1544 suppone che, per condizioni definite, la «shooting machine» consenta misure di velocità con variabilità contenuta in 2 ft/s (0,6 m/s).

▪ **Tachimetro**

Chronograph

E' uno strumento in grado di misurare la velocità della freccia rilevando il tempo di passaggio attraverso una duplice barriera fotoelettrica.

NOTE: I tachimetri fotoelettrici sono ormai disponibili a prezzo contenuto da qualche decennio. Precedentemente le velocità erano misurate rilevando l'entità dell'oscillazione di un pendolo colpito dalla freccia.

▪ **Diagramma di velocità**

Mass Velocity Curve

E' un grafico che mostra come la velocità e il rendimento della freccia variano in funzione della sua massa. Il diagramma di velocità fornisce le informazioni utili per valutare le prestazioni dell'arco e scegliere la freccia ottimale da utilizzare.

NOTE: Questo diagramma, sempre presente negli «official reports» che Norb Mullaney pubblicava su ARCHERY WORLD'S – e anche nei rapporti di collaudo pubblicati dalle riviste italiane ARCIERI e ARCO – non è previsto dalla norma ASTM F1544 che limita il test a due sole frecce. Vedi: «Classe di Velocità».

▪ **Classe di velocità (m/s)**

AMO Rating Velocity (ft/)

E' una misura della qualità di un arco riferita alla velocità con cui questo arco è in grado di scagliare la freccia in condizioni standard. Il criterio vale per archi compound e tradizionali che abbiano carico di picco di 267 N (60 lb) e allungo d'ancoraggio netto 717 mm (AMO 30 in). Le frecce, non impennate, sono due e hanno massa diversa: 23,3 g (360 gr) e 35,0 g (540 gr). Qualche limitato calcolo di rettifica è ammesso per eseguire le misure anche con archi che abbiano un libbraggio lievemente diverso da quello prescritto.

NOTE: La misura della «rating velocities» è il tema della norma ASTM F1544. Le condizioni standard che vi sono decretate limitano pesantemente la loro applicabilità con archi che non siano compound da caccia del tipo prodotto negli in cui la norma è stata scritta. Un giudizio critico su questa norma è giustificato anche dall'assenza di riferimenti a concetti rilevanti come quello di «energia cinetica» e «rendimento».

▪ **Rendimento della freccia (%)**

Efficiency of the arrow (%)

E' il rapporto tra l'energia cinetica della freccia, all'inizio della traiettoria, e l'energia accumulata dall'arco. Viene normalmente espresso in percentuale e, per ogni arco, varia considerevolmente in funzione della massa della freccia.

NOTE: Molto di frequente, questa misura è definita come «rendimento dell'arco», ma c'è l'evidenza che si tratta di una valutazione d'insieme del sistema arco/freccia, con risultati che, a parità di tipo di arco, sono influenzati dalla massa della freccia, più di quanto non dipendano dalla qualità insita nell'arco. Vedi: «energia cinetica»

▪ **Massa virtuale (g)**

Virtual Mass (gr)

E' una misura indiretta della predisposizione di un arco a disperdere energia. Più precisamente è la massa che muovendosi alla velocità della freccia avrebbe un'energia cinetica uguale a quella dispersa

NOTE: Il concetto di «massa virtuale» è stato introdotto per esprimere una misura del rendimento di un arco che sia al netto delle differenze dovute alla massa della freccia. L'uso di questo parametro trova però difficoltà ad essere riconosciuto, per il fatto che la sua misura richiede calcoli un po' tortuosi e porta a risultati che non sono del tutto indipendenti dalle caratteristiche della freccia. Vedi: «rendimento della freccia».



Per parlare di traiettorie ...

▪ **Linea di mira**

Line of sight

E' la retta che unisce occhio e bersaglio, passando dal punto di mira.

NOTE: Per le armi da fuoco «line of sight / linea di mira» è «a straight line passing through the sight of a firearm to the target». In artiglieria, il luogo del bersaglio è detto «sito» e quindi si dice «linea di sito». Ma «sito» è anche trascrizione italianizzata di «sight». Per cui «linea di mira», soprattutto per le armi leggere», è la dizione corretta da preferire.

▪ **Linea di tiro**

Line of departure

E' la retta lungo la quale la freccia si appresta ad essere scoccata.

NOTE: In artiglieria si fa distinzione tra «line of departure: straight line through the axis of the bore», prima dello sparo, e «line of projection» che è l'effettiva direzione, deviata dal sobbalzo del cannone. Nel linguaggio corrente, per definire l'assetto dell'arma leggera nell'attimo che precede lo sparo si usa dire «linea di tiro», sebbene questa dizione sia usata anche per indicare la postazione di un poligono e l'allineamento degli arcieri in gara.

▪ **Altezza del mirino (mm)**

Sight Height (in)

E' la distanza tra il punto di mira e l'asse della freccia.

NOTE: Per le armi da fuoco «sight height» è «the distance from the centerline of the bore to the optical center of the sight».

▪ **Altezza dell'occhio (mm)**

Anchor Point Height (in)

E' la distanza tra l'occhio dell'arciere e l'asse della freccia.

NOTE: Per un ancoraggio al mento o alla bocca si può considerare che l'«altezza dell'occhio» sia uguale alla distanza tra l'occhio e la cocca della freccia. In condizioni normali, si può anche considerare che la distanza tra occhio e mirino sia sufficientemente uguale alla «lunghezza della freccia». Le misure dell'«altezza dell'occhio» e dell'«altezza del mirino», insieme a quella della «lunghezza della freccia», servono per calcolare l'inclinazione della «linea di tiro» rispetto alla «linea di mira».

▪ **Angolo di mira (°)**

Angle of Sight (°)

E' l'angolo racchiuso tra la linea di mira e l'orizzonte.

NOTE: Per un bersaglio posto all'altezza dell'occhio dell'arciere, l'«angolo di mira» è zero.

▪ **Angolo di tiro (°)**

Angle of Release (°)

E' l'angolo racchiuso tra l'orizzonte e la linea di tiro.

NOTE: L'«angolo di tiro» è ovviamente più grande dell'«angolo di mira», dovendo compensare la curvatura della traiettoria.

▪ **Elevazione (°)**

Tangent Elevation (°)

E' la differenza tra l'angolo di tiro e l'angolo di mira.

NOTE: L'«elevazione» è tanto maggiore quanto più il bersaglio è lontano. Per un bersaglio posto sull'orizzonte, l'«angolo di tiro coincide» con l'«elevazione».

- **Distanza di tiro (m)**

Target range (yd)

E' la distanza, misurata in linea retta, dall'occhio dell'arciere ad un determinato punto della traiettoria.

NOTE: E' da notare che la «distanza di tiro» riferita al bersaglio è misurata sulla «linea di mira», generando qualche contraddizione sull'uso dei termini.

- **Quota del bersaglio (m)**

Target Altitude (yd)

E' la misura di quanto il bersaglio sia posto sopra o sotto l'orizzonte.

NOTE: La «quota» è una misura di dislivello rispetto ad un piano di riferimento che, in questo caso, è quello definito dall'occhio dell'arciere.

- **Distanza in piano (m)**

Horizontal Distance (yd)

Quando è riferita al bersaglio, è la distanza, misurata sull'orizzonte, dall'occhio dell'arciere al punto sottostante, o sovrastante, il centro del bersaglio.

- **Gittata (m)**

Range (yd)

E' la distanza in piano del punto in termina la traiettoria se questa si conclude sull'orizzonte.

- **Durata di volo (s)**

Time of Flight (s)

E' il tempo impiegato dalla freccia per concludere la sua traiettoria. In senso più ampio, è il tempo misurato dal momento in cui la freccia è scoccata, fino a quando raggiunge un punto determinato della sua traiettoria.

- **Caduta della traiettoria (m)**

Drop (yd)

E' la distanza verticale misurata tra la «linea di tiro» ed un determinato punto della traiettoria.

NOTE: E' praticamente la misura dello spazio che la freccia avrebbe nello stesso tempo percorso se fosse stata lasciata cadere verticalmente.

- **Ritardazione (m/s²)**

Deceleration (ft/s²)

E' la misura della decelerazione causata dalla resistenza dell'aria.

NOTE: Poiché è proporzionale al quadrato della velocità della freccia, la ritardazione varia notevolmente lungo la traiettoria.

- **Coefficiente balistico (N/m²)**

Ballistic Coefficient, BC (lb/in²)

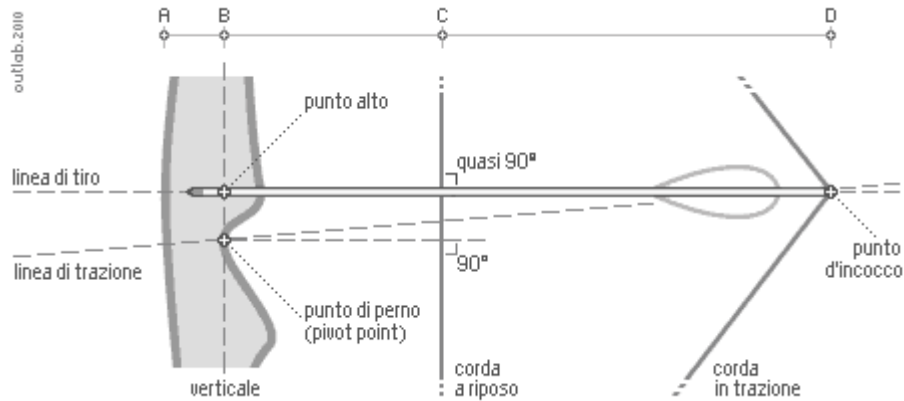
E' un parametro commisurato alla capacità aerodinamica di sottrarsi alla resistenza dell'aria. A valori più elevati corrispondono minore ritardazione e traiettorie più lunghe.

NOTE: Il «coefficiente balistico» di una freccia migliora se si aumenta la sua massa, se si riduce la sezione dell'asta, se si migliora il profilo aerodinamico della punta e dell'impennaggio. L'impennaggio sovrabbondante di una freccia per il tiro al volo è sufficiente per dimezzare la lunghezza della sua gittata massima.



Per parlare di riferimenti ...

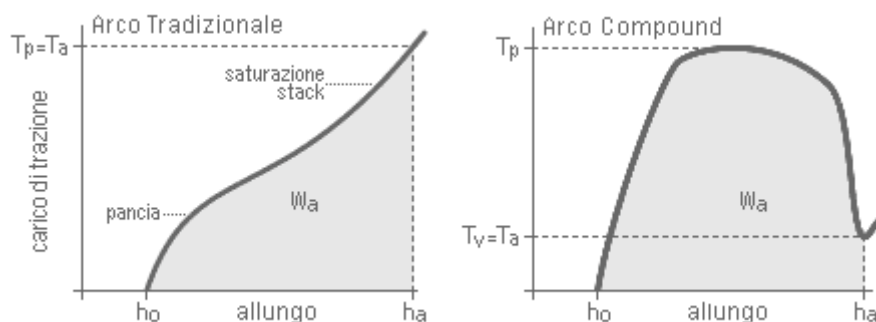
- Schema di riferimento per la misura dell'allungo



- \overline{AB} = misura convenzionale 44 mm ($1\frac{3}{4}$ "")
- \overline{BC} = altezza della corda
- \overline{CD} = allungo sottocarico
- \overline{BD} = allungo netto (ASTM)
- \overline{AD} = allungo AMO

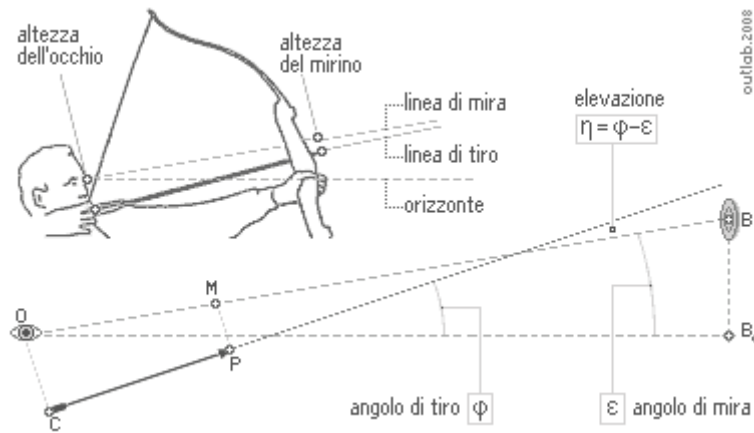
NOTE: In condizioni normali, è ammesso considerare che l'allungo misurato sulla linea di tiro sia sufficientemente uguale e a quello misurato sulla linea di trazione. E' ammesso anche trascurare che la linea di tiro non sia esattamente perpendicolare alla verticale dell'impugnatura (e alla corda a riposo).

- Schema di riferimento per i diagrammi di trazione



- h_0 = altezza della corda
- h_a = allungo d'ancoraggio
- T_a = carico d'ancoraggio
- T_p = carico di picco
- T_v = carico di valle
- W_a = energia accumulata

- Schema di riferimento per l'assetto di tiro



- \underline{OC} = altezza dell'occhio
- \underline{MP} = altezza del mirino
- \underline{OB} = distanza del bersaglio misurata sulla linea di mira
- $\underline{OB_0}$ = distanza del bersaglio misurata sull'orizzonte
- $\underline{BB_0}$ = quota

- Schema di riferimento per traiettorie lunghe



Per parlare di unità di misura ...

Le unità di misura anglosassoni sono un vezzo che complica la vita degli arcieri.

Il problema non è l'uso delle **libbre (lb)** per acquistare un arco, o dei **grani (gr)** per le punte delle frecce. Anche i televisori sono venduti con misure in **pollici (in)**. Si tratta di convenzioni tollerabili, se restano nell'ambito commerciale.

E' invece un'assurdità usare vecchie unità di misura anglosassoni per fare calcoli che anche negli USA si fanno ormai con le unità metrico-decimali del **Sistema Internazionale (SI)**. Infatti, quest'ultime sono più razionali e sono imposte da una convenzione riconosciuta da tutti i paesi del mondo. In Italia l'uso delle unità di misura SI nei documenti ufficiali è obbligatorio per legge dal 1982. E' ragionevole pensare che questo vincolo debba valere anche per le federazioni sportive.

Per fare i calcoli di statica e di dinamica che sono utili per un arciere, le misure di riferimento sono quelle qui elencate, con l'indicazione dei legami dimensionali.

tempo	secondi	s	
massa, quantità di materia	chilogrammi	kg	
lunghezza	metri	m	
forza	newton	N	= kg·m·s ⁻²
energia, lavoro	joule	J	= kg·m ² ·s ⁻²

E' ammesso l'uso di multipli su base 1000 – come quelli indicati qui sotto – ma i dati da immettere nelle formule devono essere convertiti nella unità di riferimento:

μ micro = 1/10 ⁶	μs microsecondo =	0,000001	s
m milli = 1/10 ³	ms milligrammo =	0,000001	kg
k chilo = 10 ³	km chilometro =	1000	m
M mega = 10 ⁶	MN meganewton =	1000000	N
G giga = 10 ⁹	GJ gigajoule =	1000000000	J

L'unità di misura è scritta dopo il valore numerico, senza aggiunta di punti d'abbreviazione, rispettando maiuscole e minuscole. Scrivere «100 kg» va bene. La scritta «Kg.100» contiene tre errori.

Il primo vantaggio di queste unità di misura è quello di predisporre **conversioni semplici**. Infatti, scrivere formule tenendo conto che un piede equivale a 12 pollici, e che ci vogliono 7000 grani per fare una libbra, necessita l'uso di fattori di conversione che confondono le idee e complicano i calcoli.

Il secondo vantaggio è quello di distinguere il **peso inteso come massa**, dal **peso inteso come forza**, tenendo conto del fatto che una massa **m** resta tale ovunque essa sia, ma la forza **f** espressa dalla sua inerzia dipende dalla accelerazione **a** alla quale è sottoposta:

$$f = m \cdot a \quad \text{massa per accelerazione uguale forza}$$

Questo concetto è alla base di qualunque ragionamento di dinamica che possiamo fare. Il peso riguarda quindi il caso particolare di una massa sottoposta alla accelerazione di gravità. Sulla Terra, a livello del mare, l'accelerazione di gravità è 9,81 m/s² e quindi una massa di 1 kg esprime una forza-peso di 9,81 N.

Quello che segue è un prontuario delle conversioni più ricorrenti.

- Misure di Lunghezza

1 metro (m) = 3,2808 piedi (ft) = 39,3701 pollici (in)

1 iarda (yd) = 0,9144 metri (m) = 3 piedi (ft)

1 piede (ft) = 0,3048 metri (m) = 12 pollici (in)

1 pollice (in) = 25,4000 millimetri (mm)

- Misure di Massa

1 kilogrammo (kg) = 2,2046 libbre (lb) = 35,2740 once (oz)

1 grammo (g) = 15,4324 grani (gr)

1 libbra (lb) = 0,4536 kilogrammi (kg) = 16 once (oz) = 7000 grani (gr)

1 grano (gr) = 0,0648 grammi (g)

- Misure di Forza (*)

1 newton (N) = 0,2247 libbre (lb) = 0,1019 kg forza

1 libbra (lb) = 4,4497 newton (N)

- Misure di Velocità

1 metro al secondo (m/s) = 3,6 chilometri all'ora (km/h)

1 metro al secondo (m/s) = 3,2808 piedi al secondo (fps)

1 piede al secondo (fps) = 0,3048 metri al secondo (m/s)

- Misure di Energia

1 joule (J) = 0,7373 libbre per piede (ft.lb)

1 joule (J) = 0,1019 kilogrammetri (kgm)

1 libbra per piede (ft.lb) = 1,3563 joule (J)

(*) conversioni calcolate per accelerazione di gravità uguale a $9,81 \text{ m/s}^2$

NOTAZIONI MATEMATICHE

L'uso dei computer ha introdotto per le formule una **notazione lineare** che ha in parte modificato i tradizionali criteri grafici adatti per essere scritti a mano:

	<u>notazione lineare</u>	<u>notazione tradizionale</u>
somma e sottrazione	$a + b$ $a - b$	$a + b$ $a - b$
moltiplicazione e divisione	$a \cdot b$ a / b	$a \times b$ $a : b$
elevazione a potenza	a^2 $a^{1/3}$ a^{-2}	a^2 $\sqrt[3]{a}$ $1 / a^2$
frazioni	$a / (b + c)$	$\frac{a}{b + c}$

Il punto, usato come notazione della moltiplicazione, può essere tralasciato nei casi in cui è ovvio: per esempio **2a** al posto di **2·a**



Vedere altri documenti da: www.outlab.it