

Balistica Esterna

Dispensa per istruttori di primo Livello
parte sesta

intro

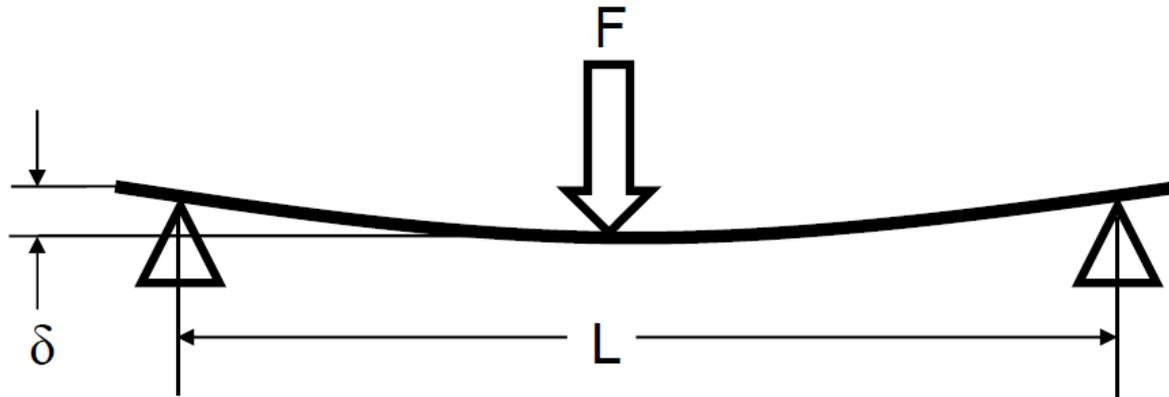
- Ciò che avviene con la freccia in volo è il campo della **Balistica Esterna**.
La traiettoria della freccia, in ultima analisi, è il risultato di un processo conservativo energetico.
- La freccia, nei primi metri di volo possiede energia cinetica (energia in funzione del suo movimento) risultante dalla trasformazione dell'energia elastica potenziale accumulata dall'arco grazie al lavoro compiuto dall'arciere nel tenderlo.
- Il concetto di "rendimento" della macchina arco (isolando quindi il sistema) non è altro che il rapporto tra energia cinetica/energia potenziale, mai uguale ad uno. Il calcolo delle perdite d'energia coinvolge fattori meccanici molto importanti quali la distribuzione delle masse nell'arco e le proprietà meccaniche dei materiali.

Spine statico

- Le frecce sono classificate in base alla loro flessibilità, o meglio sono selezionabili attraverso tabelle che esprimono numericamente di quanto si inflettono se nel loro centro si applica una forza-peso ben definita.
- Nel sistema standard adottato, lo «Spine» venne definito per la prima volta da Nagler come la deflessione in pollici di un'asta lunga 28" e posta su due vincoli a 26" a cui veniva posto un peso di 2 libbre al centro, ma solo per le aste in legno.

Standard ATA - ASTM

- Dopo la seconda guerra mondiale, con la diffusione delle leghe di alluminio nel mercato civile, Doug Easton sbaragliò il mercato del legno con le sue nuove frecce in lega.
- Da quel momento, lo standard di misurazione passò da 26 pollici tra sostegno a 28 pollici più un pollice per permettere il posizionamento dell'asta tra i vincoli.
- Le frecce più corte dovevano essere testate su supporti distanti tra loro 23 pollici e il peso da porre al centro si ridusse a 1,94 libbre (880 grammi).
- Questo metodo fu il più adottato fino alla fine degli anni '90, quando venne introdotto il nuovo standard ASTM per misurare lo spine statico.
- Il lavoro del comitato AMO Standards fu completato nel 2000, con il nuovo protocollo standard ASTM. Questo standard, identificato come ASTM F 2031-00, è stato recentemente rivisto ed approvato come ASTM F 2031-05.
- **Curiosamente, esso non prevede un cambiamento per il più datato sistema di misurazione dello spine statico per le frecce in legno, a causa della sua lunga storia e della quantità di dati accumulati nel tempo.**
- La conversione dal metodo ATA (AMO) della misurazione dello spine e il metodo ASTM è un calcolo molto semplice basato sulla teoria della deflessione delle travi e viene presentato di seguito. L'equazione della deflessione è valida per le travi in cui i materiali rimangono nel loro stato elastico, il che significa che recuperano la loro forma originale quando la forza viene rimossa.



$$k = \frac{F}{\delta} = \frac{48 \cdot E \cdot I}{L^3}$$

Dove:

k è la rigidità dell'albero, **F** è la forza applicata, **δ** (delta) è la deformazione dell'asta della freccia, **E** è il modulo di elasticità, la tendenza del materiale a deformarsi elasticamente, **I** è il momento d'inerzia dell'area (questa proprietà viene utilizzata per prevedere la resistenza alla flessione e dipende dalla sezione trasversale della trave). Per i due metodi differenti di misura dello spine alcuni degli elementi dell'equazione sono uguali; **k**, **E** e **I** sono proprietà del particolare dell' asta e non cambiano. Le differenze sono due, **L** e **F** sono diversi e il risultato è che **δ** varia. Così ora possiamo scrivere due equazioni, una per ciascun metodo.

$$k = \frac{F_1}{\delta_1} = \frac{48 \cdot E \cdot I}{L_1^3} \quad k = \frac{F_2}{\delta_2} = \frac{48 \cdot E \cdot I}{L_2^3}$$

- Chiamiamo lo standard ATA Metodo 1 e lo standard ASTM Metodo 2. Combiniamo le due formule e otteniamo:

$$k = \frac{F_1 \cdot L_1^3}{\delta_1} = 48 \cdot E \cdot I \quad k = \frac{F_2 \cdot L_2^3}{\delta_2} = 48 \cdot E \cdot I$$

- Queste due equazioni sono uguali. Infatti K è lo stesso e 48EI pure. Quindi possiamo scrivere:

$$\frac{F_2 \cdot L_2^3}{\delta_2} = \frac{F_1 \cdot L_1^3}{\delta_1}$$

- L'obiettivo finale è conoscere il rapporto tra i due delta, quindi

$$\frac{\delta_1}{\delta_2} = \frac{F_1 \cdot L_1^3}{F_2 \cdot L_2^3} = \frac{2lb \cdot 26in.^3}{1.94lb \cdot 28in.^3} = 0.825419$$

- Che significa tutto ciò? E' molto semplice: se si conosce lo spine di una asta in carbonio (ad es. 500) che significa 0,500 pollici di deflessione, se si moltiplica 0,500 x 0,825 il risultato è 0,413 che corrisponde alla flessione in pollici nel metodo ATA. Lo spine ATA è semplicemente 26 pollici divisi 0,413 pollici da cui si ottiene lo spine di una freccia per un arco di carico 63 libbre.

Spine Dinamico

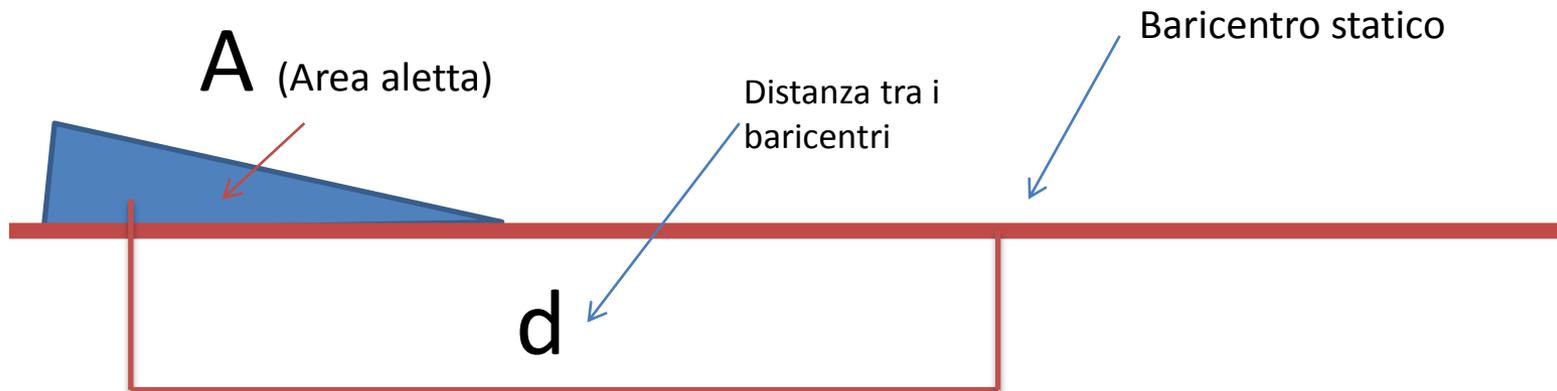
- Lo spine dinamico non ha un valore numerico definibile, e non sempre è diretta conseguenza dello spine statico.
- La variabile principale è data dalla massa in punta: la stessa asta, con due masse in punta diverse, quella con la punta più pesante si infletterà maggiormente.
- L'impennaggio influenza ugualmente la flessibilità dell'asta. Due frecce con un impennaggio della stessa area, la più leggera influenzerà di più la flessibilità dell'asta.

La freccia in volo

- Dopo i primi metri di traiettoria, i fattori legati alla penetrazione della freccia nell'aria spostano il problema balistico esterno in un calcolo delle resistenze aerodinamiche del proiettile.
- La freccia è un "missile" che nel suo moto offre all'aria una superficie d'urto pari all'area in sezione dell'asta, della cuspide e soprattutto dell'impennaggio. La caduta gravitazionale (considerando una determinata densità dell'aria) è funzione poi della massa della freccia e ovviamente della velocità all'uscita dall'arco.
- L'impennaggio (il suo dimensionamento e posizionamento) è quindi il principale fattore condizionante la caduta a parità di massa e velocità di uscita (maggiore è, intuitivamente, più resistenza e offerta all'aria e più velocemente la freccia rallenta e cade).
- Per contro, gli sbandamenti sul piano orizzontale della freccia (causati dalle oscillazioni di cui sopra) - vere e proprie "perdite di energia" - sono riducibili grazie ad esso, e il posizionamento del baricentro dinamico dell'asta viene ad essere influenzato dal "volume di coda" risultante.

Volume di coda

- Il Volume di coda si ottiene misurando la distanza tra il baricentro statico della freccia e il baricentro di una aletta.
- Questo valore lo si moltiplica per l'area dell'aletta, risulta un valore al cubo.



Ottimizzare la stabilità

- Più è grande la distanza tra il baricentro statico dell'asta e il baricentro della aletta, maggiore è il volume di coda e quindi migliore è la stabilità della freccia in volo.
- Per avere frecce stabili, più è pesante la punta e maggiormente è arretrato l'impennaggio, meglio è.

- Maggiore e il volume di coda più rapidamente la freccia assume una traiettoria ottimale (e di conseguenza, la relativa “balistica interna” al contatto con il bersaglio ne trae giovamento.
- Nello stesso tempo, più vistose sono le penne, più vengono facilmente emendati eventuali errori nel rilascio della freccia.

Traiettorie

- Trasferire il più possibile di energia dall'arco alla freccia, e farlo nella massima percentuale dal primo metro all'ultimo, e un problema di penetrazione del fluido (l'aria) che conduce in fine dei conti alla massima penetrazione sul bersaglio.
- L'applicazione delle leggi di Newton ci dice che maggiore è la massa del proiettile, minor perdita energetica avviene nel moto e maggiore effetto "terminale" si ha sul bersaglio penetrato.

- Tutto quindi sembrerebbe andare a vantaggio di una freccia pesante. Ma non avendo a disposizione infinita energia, bisogna fare ovvi conti con la velocità, che diminuisce in proporzione alla massa del proiettile.
- Per essere più chiari, è vero che per la balistica una freccia pesante mantiene in maggior percentuale la sua velocità, ma è altrettanto vero che essa parte più lenta.
- Il rebus può essere risolto ricercando il compromesso tra l'incremento della massa e il decremento di velocità di uscita, e adottare i parametri relativi per il massimo rendimento.
- È ovvio che l'utilizzo di archi di carico sostenuto sia il fattore da privilegiare ogni qual volta si ragioni in termini di ottimizzazione di "traiettoria tesa - penetrazione aria e bersaglio", ma tale utilizzo è limitato dalla forza fisica del tiratore e dalle proprietà meccaniche dei materiali naturali utilizzabili.

IMHO

- E' convinzione dell'autore che le "unita di misura e di opinione" odierne (riferite al carico medio di un arco sportivo) siano assolutamente fuori gioco nell'ipotesi di ricreare scenari d'utilizzo antichi.
- Sicuramente e più difficile costruire un arco di forte libbraggio (superiore ai 30 kg di trazione) rispetto ad uno di 15-20 Kg.
- Ma senza tirare in ballo i Longbow inglesi e la guerra dei cent'anni con i loro carichi di 100 e più libbre³⁵ (50kg. di media) è prevedibile che un arciere antico fosse ben in grado di allenarsi con archi molto forti, e che facesse di tutto per ottenerli.