

TECNICAGLIE PER ARCHI COMPOUND

Un approccio matematico per orientarsi nella messa a punto di un arco difficile

di **Mario A. e Riccardo Ostidich**

(Testo pubblicato in OUTLAB nel giugno 2007)

La qualità di un arco si giudica dalla sua precisione, potenza e maneggevolezza. Gli aspetti della precisione sono piuttosto difficili da indagare, perché risiedono nell'ambito dei dettagli, dove esperienza e intuizione contano molto di più della razionalità matematica. Gli aspetti della potenza e della maneggevolezza sono invece molto più accessibili e, in questo ambito, la questione più evidente è quella dell'**energia accumulata**.

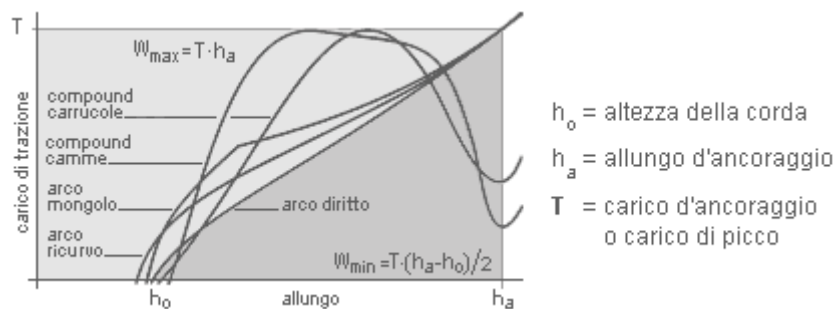


Fig.1 - Energia accumulata nell'arco

Facendo riferimento all'**allungo d'ancoraggio** e al **carico di trazione** che un arciere può esercitare, la massima energia potenzialmente disponibile è quella rappresentata nella Fig.1 dall'intero rettangolo delimitato da **T** e h_a :

$$W_{max} = T \cdot h_a$$

In realtà, siamo lontani dall'avere a disposizione archi in grado d'essere tesi con forza costante, per l'intero sbraccio dell'arciere. Quasi un terzo dell'allungo non è disponibile a causa dell'**altezza della corda**, e per i restanti due terzi abbiamo perlopiù carichi di trazione ridotti. La quantità minima d'energia che possiamo pretendere è quella accumulata da un arco il cui carico di trazione aumenta con progressione lineare a partire dallo zero dell'altezza della corda. In questo caso l'accumulo è soltanto quello rappresentato dal triangolo con tonalità più scura: poco più di un terzo del massimo teorico.

$$W_{min} = T \cdot (h_a - h_0) / 2$$

Questa prestazione minimale è tipica dell'arco più semplice, ricavato da un'asta rettilinea. Il cosiddetto **arco diritto**, raffigurato nei graffiti preistorici e utilizzato dalle popolazioni primitive. Una categoria di archi alla quale appartiene anche l'attuale **longbow**. Sono tutti caratterizzati da scarsa maneggevolezza. Per dare buone prestazioni all'allungo standard, devono avere un ingombro prossimo all'altezza dell'arciere.

Per avere qualcosa di più, ci sono volute le innovazioni dell'**arco ricurvo**, dell'**arco mongolo**, e soprattutto del moderno **compound**. Quest'ultimo ha portato inoltre il vantaggio straordinario di ridurre abbondantemente il carico di fine trazione, riducendo la fatica dell'arciere durante la mira .

L'entità dei risultati ottenuti è qui sinteticamente descritta da tre parametri:

tipo di arco	apertura (lunghezza)	rapporto energia/carico	riduzione del carico
arco diritto	1,7~1,8 m	0,20~0,26 J/N	
arco ricurvo	1,4~1,7 m	0,26~0,29 J/N	
arco mongolo	1,3~1,4 m	0,30~0,33 J/N	
compound a carrucole	1,0~1,2 m	0,32~0,39 J/N	50%
compound a camme	1,0~1,2 m	0,40~0,44 J/N	70%

E' interessante osservare che il **rapporto energia/carico** – quindi: joule diviso newton – corrisponda all'unità di misura del metro. Infatti indica quale sia l'estensione di allungo che, a carico costante, darebbe l'energia accumulata dall'arco. La variabilità riportata dalla tabella va da venti a quaranta centimetri: non molto in confronto ai settanta centimetri d'allungo che un arciere può praticare. Però, va rilevato che passando dall'arco diritto al compound, l'energia è stata raddoppiata. Questo risultato appare ancora più importante se si tiene conto che è stato raggiunto riducendo la lunghezza dei bracci

La variazione progressiva del carico è presente anche in altri congegni da lancio, come la fionda ad elastici. Nell'arco, questa variazione è determinata dalla ripartizione delle forze generata dalla corda, secondo le modalità espresse dalla Fig.2 in base al modello matematico descritto parlando di [Arco Ricurvo](#). Ad inizio trazione l'angolo β è minimo, mentre α ha 90° . Ne consegue che la tensione u della corda è massima proprio quando il carico T di trazione è nullo. In genere, l'equilibrio delle tre forze è raggiunto in prossimità dell'allungo d'ancoraggio, quando gli angoli si avvicinano ai valori di $\beta=90^\circ$ e $\alpha=60^\circ$.

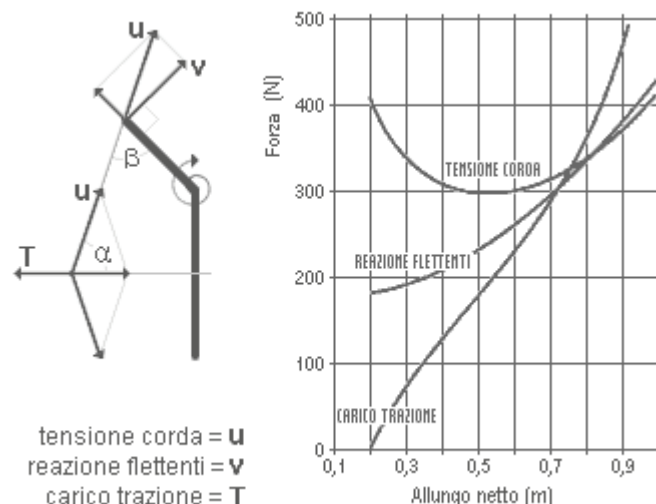


Fig.2 - Forze che agiscono in un arco tradizionale.

Seguendo questo ragionamento diventa comprensibile che qualcuno abbia pensato di migliorare le prestazioni di un arco dotandolo di carrucole, con lo scopo di:

- predisporre rinvii alla base dei bracci per agire sulla ripartizione delle forze determinate dalla corda
- utilizzare l'effetto moltiplicatore del paranco per ridurre la progressione dei bracci.

Il secondo dei due obiettivi può essere particolarmente attraente. Per darne ragione, esaminiamo lo schema A della Fig.3. La trazione inizia con la molla allo stato di riposo e la forza progredisce in misura proporzionale allo spostamento, partendo da zero. Nello schema B la trazione inizia con la molla precaricata, mentre l'uso del paranco riduce l'allungamento della molla a un terzo dello spostamento. In queste condizioni lo schema B accumula la stessa energia ottenuta da A ma ha il vantaggio di richiedere una forza più costante, senza punte elevate.

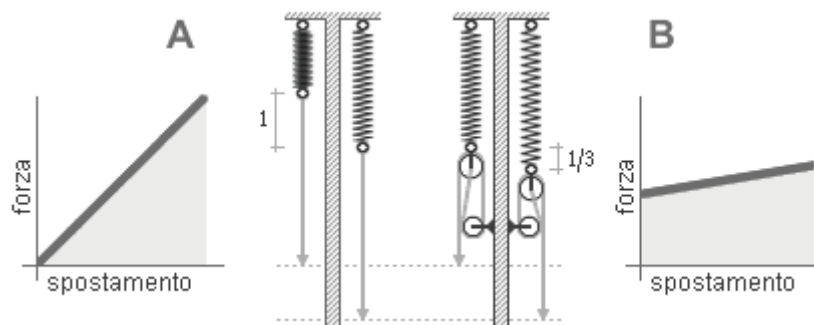


Fig.3 - Risultato ottenibile con paranco e precarica.

Sembrerebbe facile applicare ad un arco questa soluzione tecnica, ma non è così. Se qualcuno vuole provare a montare due carrucole non eccentriche su un compound, otterrebbe un arco con caratteristiche inferiori a quelle di un mediocre ricurvo. Non abbiamo testimonianze che sostengono la nostra opinione, ma ci piace pensare che questa disillusione l'abbia provata anche **Holless Wilbur Allen**, prima di sperimentare le **carrucole eccentriche** che poi lo hanno portato a costruire e brevettare il primo vero compound, nel 1967.



vedere scheda: www.outlab.it/sk0160.htm

Di innovazioni per tirare frecce ce ne sono sempre state: dalla balestra al fucile subacqueo. Però, l'innovazione del compound è qualcosa di eccezionale. Qualcosa che lo ha imposto come modello dominante in meno di un ventennio, dando risposte positive su tutti fronti della precisione, potenza e maneggevolezza. E' come dire che sia più arco di un arco tradizionale. Eppure, anche il compound più efficiente non supera il 70% dell'energia massima accumulabile, ed è quindi ancora abbondantemente perfezionabile.

Tutti siamo pronti a dire che l'eccezionalità sta nel carico che si riduce decisamente a fine trazione, aiutando l'arciere a prendere la mira in condizioni di minor sforzo. Tuttavia è riduttivo pensare che il merito sia solo quello di dare agli arcieri da trenta libbre la possibilità di competere con un arco da sessanta.

Un'analisi dinamica comparata – tra un ottimo arco ricurvo e un mediocre compound – mette in evidenza che, a parità d'energia, quest'ultimo ha ulteriori vantaggi di cui dobbiamo prendere atto:

- il compound disperde meno energia passiva, trasferendo così alla freccia una maggiore quantità dell'energia accumulata
- nel compound, l'accelerazione massima a cui è sottoposta la freccia, avviene quando ormai questa ha già superato un terzo della corsa all'interno dell'arco
- nel compound, il tempo impiegato dalla freccia per scoccarsi è più lungo, nonostante la maggiore altezza della corda.
- essendo meno sollecitata, la freccia di un compound subisce minori perturbazioni in uscita dall'arco e può avere un diametro inferiore a vantaggio del suo coefficiente balistico.

Ricapitolando: più velocità, minori perturbazioni, traiettoria più tesa. Tutto bene, ma c'è una contropartita.

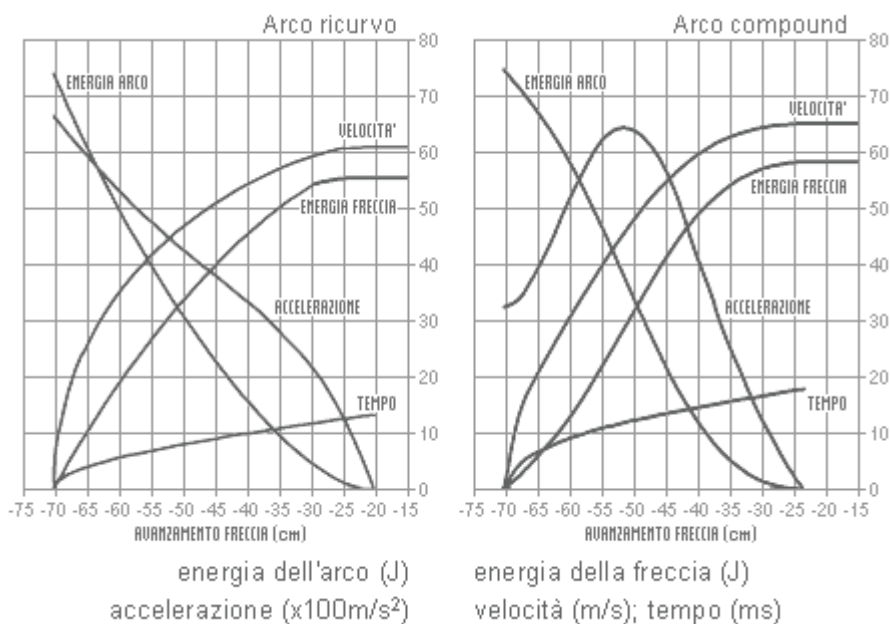


Fig.4 -Analisi dinamica della freccia che esce dall'arco

Il compound funziona correttamente solo se il cosiddetto **carico di valle** – cioè il valore minimo ottenuto a fine trazione – trova esatta corrispondenza con l'allungo d'ancoraggio esercitato dall'arciere. Occorre quindi tutta la competenza necessaria per eseguire regolazioni e manutenzioni fatte 'su misura'. Su questo argomento sono stati scritti molti libri. E' difficile aggiungere qualcosa senza copiare o, peggio, pretendere di competere in autorevolezza. Possiamo però parlarne con l'abituale criterio dell'indagine matematica, che mette a disposizione gli strumenti con i quali ciascuno costruisce autonomamente le proprie convinzioni.

I moderni compound sono dotati di una o due **camme** con profili accuratamente studiati per massimizzare l'energia accumulata e ridurre il carico all'allungo d'ancoraggio. La forma artificiosa di questi archi è certamente indotta dalla complessità dei suoi organi meccanici. Tuttavia è spesso esasperata oltre misura, solo per assecondare la dilagante moda per la quale un attrezzo è tanto più 'tecnologico' quanto più appare spigoloso e rappezzato. L'arco funzionerebbe altrettanto bene anche se avesse un design più sobrio. E' interessante osservare che gli archi dotati di una sola camma, hanno questa sul braccio inferiore allo scopo di

fletterlo maggiormente, ottenendo la stessa asimmetria che è presente anche negli archi ricurvi.

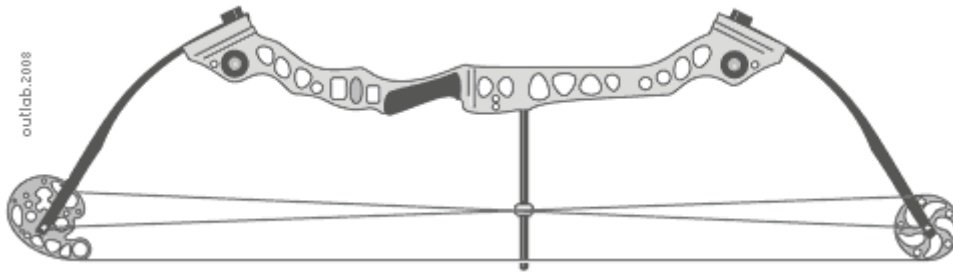


Fig.5 - Esempio di moderno compound a camme

Le modalità di funzionamento di un compound sono più facilmente descrivibili facendo riferimento ad un arco dotato di due carrucole eccentriche, a doppia gola su diametri differenziati, simile a quello schematizzato in Fig.6. Tuttavia, le considerazioni che seguono hanno sufficiente validità anche per i compound che utilizzano camme a profilo variabile.

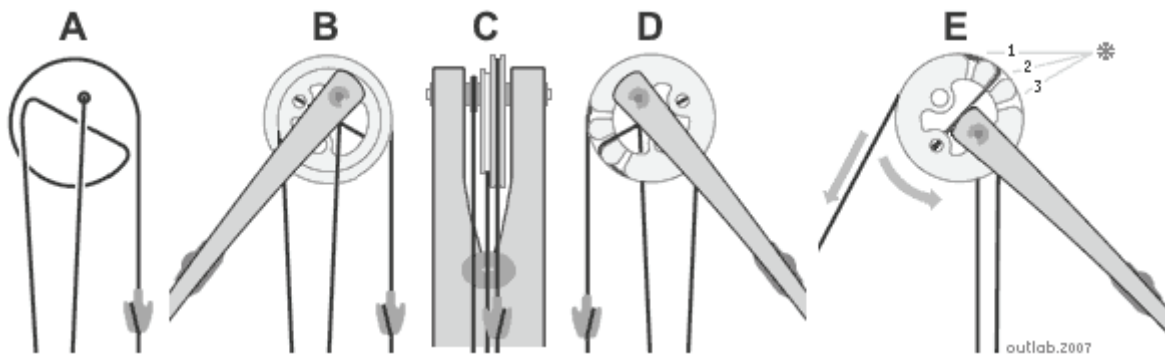


Fig.6 - Schema di compound con carrucole eccentriche

Gli schemi della Fig.5 descrivono queste condizioni:

- A - percorso del tirante a inizio trazione, visto da sinistra
- B - carrucola a inizio trazione, vista da sinistra
- C - carrucola a inizio trazione, vista posteriormente
- D - carrucola a inizio trazione, vista da destra
- E - carrucola a fine trazione, vista da destra, con evidenza delle scanalature di regolazione (*).

Il **tirante** percorre tre volte la distanza tra le estremità dei bracci. Parte dal perno della prima carrucola, raggiunge il diametro minore della seconda carrucola, passa sul suo diametro maggiore attraversando una scanalatura radiale, ritorna alla prima carrucola lungo un tratto connesso da due ancorette, corre sul diametro maggiore, esce sul diametro minore e termina sul perno della seconda carrucola. Oltre due terzi del tirante è costituito da un **cavo** inguainato. Ciò che è chiamato **corda** è propriamente la porzione filata, con due asole, che collega le ancorette. Tuttavia, nel testo che segue, si conviene di chiamare 'corda esterna' l'intero tratto su cui agisce la mano dell'arciere, da una carrucola all'altra.

Quando l'arco è all'inizio della trazione, la carrucola è ripiegata all'interno del braccio. A fine trazione è invece in piena estensione verso l'esterno. Dovendo provocare una rotazione di 180°, l'azione dell'arciere deve essere tale da far scorrere un tratto di cavo pari a metà circonferenza della carrucola. Questo significa che, in linea di

principio, si dovrebbe montare una carrucola di misura diversa per ogni diverso allungo d'ancoraggio. Si deve però tenere presente che il rapporto tra variazione d'allungo e rotazione delle carrucole dipende da tutto l'insieme dei parametri dimensionali – e in particolare dalla lunghezza del tirante – che determinano l'angolo α tra cocca e freccia.

Alcuni modelli di compound consentono di regolare l'allungo spostando il passaggio del cavo in un'altra **scanalatura radiale** presente nella carrucola. In genere questo provoca una variazione d'allungo di uno o due centimetri, in più e in meno. Il cambio di scanalatura, modificando la quantità di cavo impegnata sulla carrucola, ha conseguenze sull'altezza della corda. La corretta utilizzazione di queste scanalature comporta che la carrucola ad inizio trazione sia ripiegata all'interno del braccio: un po' di più per un maggiore allungo, un po' di meno per un allungo minore.

MODELLO MATEMATICO

Lo schema rappresentato qui sotto mette a confronto le condizioni di inizio e fine trazione, con lo scopo di individuare i parametri necessari per allestire un modello matematico che simuli il comportamento di un compound. Per l'uso che ne dobbiamo fare può essere sufficiente un modello semplificato, supponendo che l'arco sia simmetrico e che i bracci si comportino come aste rigide incernierate sull'impugnatura.

Questi criteri, abitualmente applicati anche per altri tipi di arco, sono ancor più appropriati per i compound, i cui bracci si innestano nell'impugnatura con un angolo ampio e si flettono scarsamente per la riduzione del movimento operata dalle carrucole.

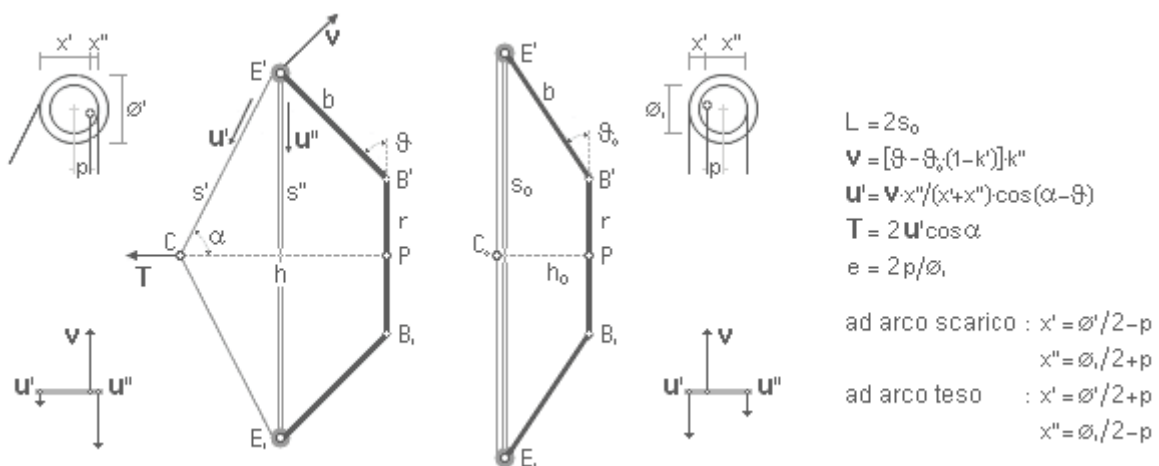


Fig.7 - Schema di riferimento per il modello matematico

I principali parametri dimensionali sono:

- lunghezza del braccio $b = \underline{B'E'}$
- semilunghezza dell'impugnatura $r = \underline{PB'}$
- diametro maggiore della carrucola ϕ'
- diametro minore della carrucola ϕ_i
- altezza della corda $h_0 = \underline{PC_0}$

Il modello necessita anche di parametri di tipo operativo, la cui definizione dimensionale è stata scelta con l'intento di semplificare i calcoli e l'immissione dei dati nelle simulazioni plurime:

▪ eccentricità delle carrucole	e	0~80%
▪ regolazione dell'allungo	n	1, 2, 3
▪ regolazione libbraggio	k'	0~100%
▪ rigidità dei bracci	k''	

Eccentricità delle carrucole : è calcolata in funzione della distanza p – misurata tra il perno e il centro geometrico della carrucola – e del diametro minore \emptyset , per cui $e = 2p / \emptyset$.

Il campo di variabilità inferiore al 100% tiene conto che il perno debba stare qualche millimetro all'interno del diametro minore della carrucola, per convenienza costruttiva e per ragioni di stabilità meccanica.

Regolazione dell'allungo : definisce quale delle scanalature radiali è utilizzata. Per facilitare l'interpretazione delle conseguenze, il modello tiene conto dello sfasamento della rotazione della carrucola, ma trascura la variazione d'avvolgimento del cavo.

Regolazione del libbraggio : si riferisce all'operazione di stringere o allentare i cosiddetti 'vitoni' alla base dei bracci. Questa regolazione agisce sul libbraggio modificando l'angolo di precarica θ_0 . Quindi, si deve intendere che per $k'=0\%$ la reazione v del braccio ad inizio trazione sia nulla.

Rigidità dei bracci : è un parametro, esprimibile in N/rad, che riassume le proprietà strutturali, e le altre inerzie del sistema, dalle quali dipende la proporzionalità diretta tra la reazione del braccio e il suo angolo di flessione.

Valgono quindi le seguenti relazioni:

$$p = \frac{1}{2} \cdot e \cdot \emptyset,$$

$$v = [\theta - \theta_0 \cdot (1 - k')] \cdot k''$$

Si tratta ora di determinare come la reazione v del braccio si ripartisca tra la componente u'' che agisce sui cavi interni e la componente u' che agendo sulla corda esterna determina lo sforzo dell'arciere. Ovviamente, questa ripartizione varia nel corso della trazione in funzione dell'assetto delle carrucole.

Confrontando gli schemi di Fig.7, nelle due posizioni di arco scarico e arco teso, si può osservare che la carrucola si comporta come un sistema di leve a bracci variabili. Indicando con x' il braccio della corda esterna, con x'' il braccio del cavo interno, risulta che:

$$\text{ad arco scarico } x' = \emptyset/2 - p ; x'' = \emptyset/2 + p$$

$$\text{ad arco teso } x' = \emptyset/2 + p ; x'' = \emptyset/2 - p$$

Nel corso della trazione, x' e x'' mutano seguendo curve che, per il tipo di carrucole che stiamo esaminando, hanno all'incirca il profilo rappresentato in Fig.8. La curva che rappresenta il rapporto x'/x'' mette in evidenza che il **posizionamento della carrucola** all'allungo d'ancoraggio deve essere esatto, mentre il posizionamento ad inizio trazione può avere limitati sfasamenti senza conseguenze.

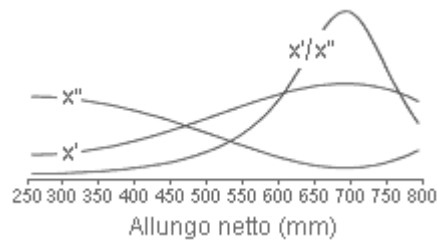


Fig.8 - Diagramma dei rapporti determinati dalle carrucole

Prima di riassumere la struttura degli algoritmi predisposti per far funzionare il modello, è opportuno ricordare che per i compound si usa misurare l'apertura come distanza tra gli assi delle carrucole. Questa misura è approssimativamente uguale a un terzo della lunghezza totale del tirante. Tra le particolari convenzioni adottate nel modello, quella principale riguarda l'angolo del braccio, scelto come variabile sulla quale costruire la cadenza di calcolo. Per la regolazione dell'allungo sono previste tre scanalature, poste alla distanza di 0,1 radianti.

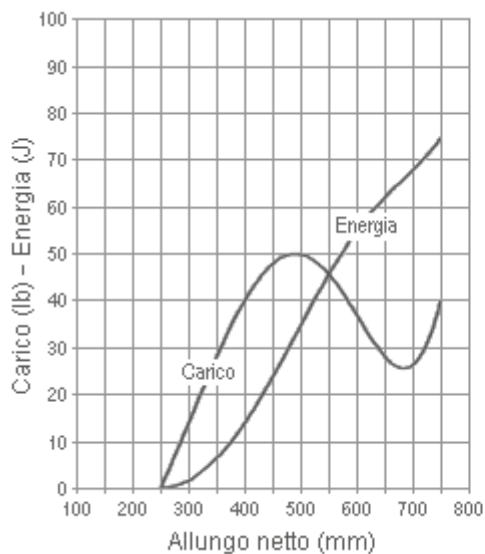
- Angolo del braccio ad arco scarico: $\theta_0 = \arcsin(h_0 / b)$
- Apertura dell'arco : $L = 2 \cdot s_0 = 2 \cdot (r + b \cdot \cos\theta_0)$
- Semilunghezza dei cavi interni : $s'' = r + b \cdot \cos\theta$
- Semilunghezza della corda esterna : $s' = 1,5 \cdot L - 2 \cdot s''$
- Semiangolo alla cocca : $\alpha = \arcsin(s'' / s')$
- Rotazione della carrucola : $\delta = (s' - s_0) / \varnothing' + 0,1 \cdot (n - 2)$
- Allungo netto : $h = s' \cdot \cos\alpha + b \cdot \sin\theta$
- Reazione del braccio : $v = [\theta - \theta_0 \cdot (1 - k'')] \cdot k''$
- Braccio della corda : $x' = \frac{1}{2} \cdot \varnothing' - p + 2 \cdot \sin(\delta) \cdot p$
- Braccio della cavo : $x'' = \frac{1}{2} \cdot \varnothing, + p - 2 \cdot \sin(\delta) \cdot p$
- Carico sulla corda : $u' = v \cdot [x'' / (x' + x'')] \cdot \cos(\alpha + \theta)$
- Carico di trazione : $T = 2 \cdot u' \cdot \cos\alpha$

Alcune di queste formule contengono delle approssimazioni. Per esempio, la lunghezza del tirante non tiene conto del percorso attorno alle carrucole. Inoltre, la ripartizione delle forze non considera l'orientamento del vettore u'' . Tuttavia, l'esperienza acquisita testando in laboratorio numerosi modelli di compound, ci consente di sostenere che la precisione complessiva è sufficiente per l'uso che qui se ne vuole fare.

Utilizziamo ora il modello, simulando un arco per il quale abbiamo individuato i seguenti dimensionamenti, riferibili ad un vecchio *Barnett Gold Rush 47" 50-25# 29"*:

▪ lunghezza del braccio virtuale	b	0,38	m
▪ semilunghezza impugnatura virtuale	r	0,31	m
▪ altezza della corda	h_0	0,25	m
▪ diametro maggiore della carrucola	\varnothing'	57	mm
▪ diametro minore della carrucola	$\varnothing,$	44	mm
▪ eccentricità del perno	e	77	%
▪ regolazione dell'allungo	n	2	-
▪ rigidità dei bracci	k''	320	N/rad
▪ regolazione libbraggio	k'	75	%

Ecco il diagramma di carico e gli indici di prestazione che ne conseguono.



apertura dell'arco	1,19 m
allungo netto	0,79 m
carico d'ancoraggio	25 lb
carico di picco	50 lb
attenuazione del carico	50 %
energia accumulata	75 J
rapporto energia/carico	0,30 J/N
rapporto energia/apertura	55 J/m

Fig.9 - Risultati forniti dal modello

La percentuale dell'attenuazione del carico – quella che in inglese è chiamata **let-off** – e il rapporto energia/carico sono abbastanza modesti in confronto a quanto è ottenibile con molti dei compound che oggi sono in commercio. Possiamo quindi modificare le variabili per cercare d'ottenere qualcosa di più, similmente a quanto faremmo avendo tra le mani un arco reale.

REGOLAZIONE DEL LIBBRAGGIO

Se immaginiamo di serrare i vitoni – passando dal 75 all'80% del presunto campo di variabilità – troviamo ovviamente che l'energia accumulata e il carico di picco aumentano. Dovremmo trovare anche un miglioramento del rapporto energia/carico dovuto alla maggiore precarica, ma il modello non lo riscontra. Infatti l'aumento del carico da 50 a 70# ed l'aumento dell'energia da 75 a 79 J sono equivalenti e quindi il rapporto energia/carico resta a 0,30 J/N. La ragione è da cercare nel contemporaneo miglioramento dell'attenuazione che passa dal 50 al 52%. Infatti, un carico di valle ridotto è un pregio che si paga con un po' di energia perduta.

Per avere una conferma, immaginiamo d'avere a disposizione dei bracci con rigidità tanto minore – 217 N/rad – da ottenere lo stesso carico di picco di 50# portando al 100% la regolazione del carico. Vediamo così che l'attenuazione raggiunge il 53%, mentre il rapporto energia/carico scende a 0,29 J/N.

REGOLAZIONE DELLE CARRUCOLE

Se assegniamo alle carrucole un'eccentricità del perno uguale a 0%, il modello disegna correttamente il diagramma, ma segnala errore nei calcoli connessi al carico di picco. Questo è giusto, perché in rapporto agli altri dati che abbiamo fissato, è necessario che l'eccentricità sia almeno del 45%, per avere l'inversione della curva di trazione che corrisponde al carico di picco. In assenza d'eccentricità, il carico continua a salire e per riportarlo alle 50# dell'allungo d'ancoraggio occorre ridurre la regolazione del libbraggio al 21%. In queste condizioni l'energia accumulata è solo 38 J, confermando quanto è stato detto in questo testo dopo la Fig.3.

Elevando l'eccentricità all'80%, l'attenuazione aumenta notevolmente, arrivando al 58%, ma anche in questo caso il miglioramento va a scapito del rapporto energia/carico che scende, seppure di poco, da 0,30 a 0,29 J/N.

Variando il diametro interno della carrucola, possiamo constatare che la curva di trazione si alza o si abbassa in modo uniforme, senza cambiare profilo. Quindi, la riduzione del diametro minore è utile per moderare il fabbisogno di rigidità dei bracci, ma non agisce sull'attenuazione e sul rapporto carico/energia, e nemmeno cambia l'allungo d'ancoraggio.

La modifica del diametro maggiore della carrucola ha invece conseguenze più interessanti. Soprattutto cambia l'allungo d'ancoraggio, aumentandolo di circa un centimetro per due millimetri in più sul diametro. Inoltre, migliora il rapporto carico/energia perché, a parità di carico, un maggiore allungo comporta più energia accumulata. Per il resto lascia l'attenuazione inalterata.

Senza modificare il diametro delle carrucole, l'allungo può essere variato spostando il percorso del cavo su un'altra delle scanalature disponibili. Questa operazione non modifica il sistema di curve rappresentato nella Fig.7, ma semplicemente lo slitta avanti o indietro. E' prevedibile che le due alternative non siano equivalenti. Infatti, con l'allungo maggiore, il carico di picco passa da 50 a 54#, mentre quello d'ancoraggio passa da 25 a 26#, innalzando l'attenuazione al 54%. Mentre, con l'allungo minore il carico di picco si riduce più del carico d'ancoraggio, l'attenuazione scende al 46%, e nonostante questo cala, seppure di poco, anche il rapporto energia/carico. Questo è quello che dovrebbe capitare anche con un arco vero, purché le sperimentazioni siano condotte con le carrucole correttamente posizionate.

Ciò che ogniarciere vorrebbe dal proprio compound è una curva di trazione che fin dall'inizio cresca rapidamente, che resti il più possibile in prossimità dei valori massimi e che scenda rapidamente, quando e quanto occorre per alleggerire il carico all'allungo d'ancoraggio. Per avere questo le carrucole rotonde non bastano. Ci vogliono camme a profilo variabile. Ricordando i ragionamenti fatti attorno alla Fig.7, non è difficile immaginare come queste debbano essere fatte per dare di più:

- in termini di attenuazione del carico di valle, elevando il rapporto x'/x''
- in termini di energia accumulata, ritardando e facendo più ripida la crescita di x'/x'' .

ALTEZZA DELLA CORDA

Per regolare l'altezza della corda occorre intervenire sulla lunghezza totale del tirante. Nella realtà questo è fatto sostituendo solo il tratto di corda in filato posto tra le due ancorette. Inoltre, alcuni modelli di arco hanno l'estremità dei cavi fissata al perno dei bracci mediante dispositivi che consentono una regolazione millimetrica. I più comuni sono simili a quello riprodotto qui sotto.



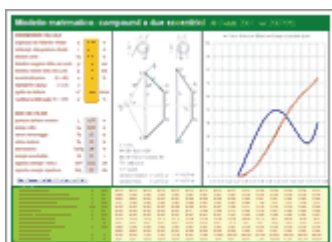
Fig.10 - Yoke per la regolazione fine della lunghezza della corda

Abbiamo già detto che la variazione della lunghezza del tirante comporta un cambiamento nel rapporto tra allungo e scorrimento della carrucola, tuttavia ha scarsa influenza sull'allungo d'ancoraggio, mentre comporta altre variazioni abbastanza inaspettate. Questi sono i risultati forniti dal modello, lasciando invariati gli altri parametri di calcolo:

altezza della corda	allungo d'ancoraggio	riduzione del carico	rapporto carico/energia
da 25 a 23 cm	69 cm (invariati)	da 50 a 47%	da 0,30 a 0,31 J/N
da 25 a 27 cm	da 69 a 70 cm	da 50 a 53%	da 0,30 a 0,29 J/N

Restando nei limiti di credibilità di questo modello, sembrerebbe che una maggiore altezza della corda possa essere raccomandabile, ma la pratica insegna che ogni arco di buona qualità è fatto per dare il meglio di sé con i dimensionamenti consigliati dal costruttore.

Ci sono altri aspetti fondamentali che riguardano la messa a punto di un compound, per esempio la definizione del punto d'incocco, o la differenza di precarica dei bracci, da rilevare misurando l'altezza della corda alle estremità dell'impugnatura. Così come è fondamentale scegliere bene e mettere a punto il mirino o l'appoggiafreccia. Purtroppo, il modello non è in grado d'essere utile per queste cose. Un vecchio manuale come *Tuning Your Compound Bow* di **Larry Wise**, può ancora essere un amico affidabile.



modello in: www.outlab.it/doc/outlab_2.xls (Excel 200KB)



Vedere altri documenti da: www.outlab.it