

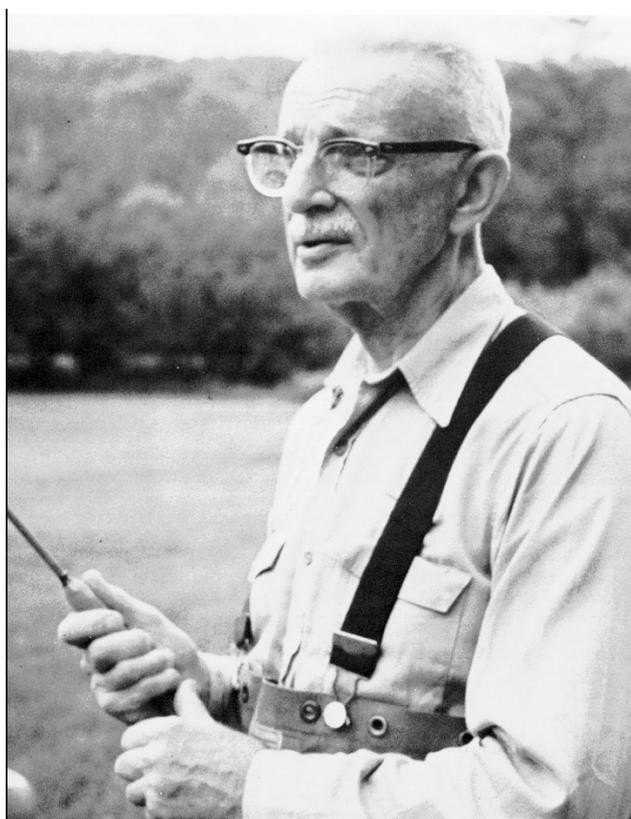


WEBINAR
21 maggio 2020
INTRODUZIONE ALLA PROGETTAZIONE DELLA CANNA

PRESENTAZIONE DEL WEBINAR

Lo scopo che ci prefiggiamo è quello di fornire i concetti fondamentali della progettazione della canna.

Esistono vari approcci, ma quello di cui tratteremo in questo corso è il metodo ideato da Everett Garrison che si basa sulla curva dello stress .



Ho pensato di suddividere il corso in quattro meeting per cercare di approfondire meglio gli argomenti e per non mettere troppa carne al fuoco contemporaneamente: il tempo tra un webinar ed il successivo può essere eventualmente utilizzato per chiarire aspetti e fugare dubbi utilizzando il gruppo IBRA WathsApp.

Il primo, quello di oggi tratterà degli elementi base per comprendere cosa sia lo stress.

Il secondo in data 28 maggio tratterà delle varie sezioni delle canne e come trasformare una sezione in un'altra.

Il terzo in data 4 giugno sarà dedicato al metodo di Garrison.

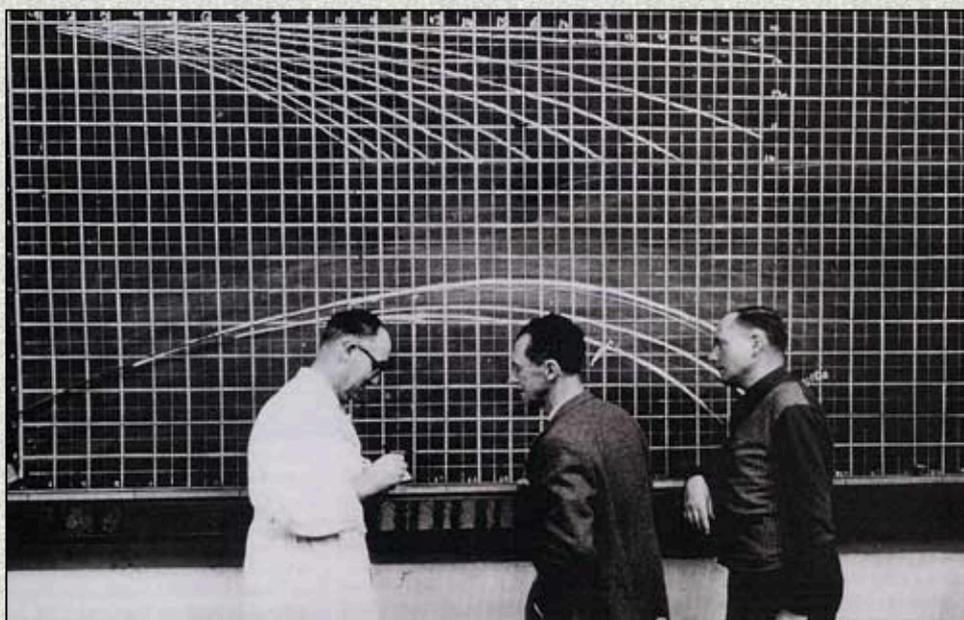
Nel quarto in data 11 giugno vedremo come funzionano i software Hexrods e RodDna.

Raccomando a tutti coloro che sono interessati ad approfondire la conoscenza della progettazione di una canna, la lettura del libro “A master guide to build a bamboo fly rod” scritto da Hoagy Carmichael.

Tutta l’opera di Garrison è guidata da ragionate scelte tecniche estetiche e funzionali, condivisibili o meno, certo, ma che danno un quadro unitario al suo lavoro, quello che potremmo definire la filosofia del rodmaking di Garrison.

Anche il suo approccio al rod design è particolare: per la prima volta il progetto della canna viene affrontato con metodi scientifici, attraverso cioè l’analisi di un modello di calcolo che, pur schematico e semplificato rispetto alla realtà, sia in grado di rappresentarla per alcuni aspetti considerati significativi.

Prima di lui il lavoro veniva svolto utilizzando il sistema della lavagna, ovvero tracciando su di essa la curva che la canna disegnava applicando un peso al tip top.



Da sinistra :**Edouard Plantet, Charles Ritz e Pierre Creusevaut** alla lavagna delle curve.

Con questo sistema grandi rodmakers – da Ritz a Payne, e molti altri fino ai giorni nostri – sono stati in grado di valutare, confrontare e disegnare le loro canne.

Si procedeva realizzando una canna, fissandola alla lavagna con un peso sul tip top e poi valutare la deformata ovvero la curva assunta dalla canna.

Oppure si realizzava una canna e poi, provandola e modificandola più volte, si arrivava a trovare l’azione voluta .

Quello che manca , con queste metodologie, è la possibilità di predire l’azione di una canna, occorre che la canna sia realmente costruita per poi eseguire le verifiche della deformata e le modifiche da apportare.

Garrison, invece, si prefigge di predire l’azione della canna, ovvero prima di averla costruita.

Essendo un ingegnere, questo era per lui il modo usuale di procedere: è impensabile realizzare una struttura di un edificio per poi vedere come si comporta nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, e se non va bene demolirla e ricominciare da capo, magari più volte!!!

Nell’ultima parte del libro, sono riportati i calcoli dettagliati che Garrison faceva manualmente con un regolo calcolatore, con una pazienza davvero certosina.

Oggi noi abbiamo i calcolatori che fanno i calcoli per noi in un istante: alcuni dei software più diffusi ed utilizzati, come ad esempio Hexrod o RodDna Design sono basati sul modello di Garrison. Ma è ovvio che per utilizzarli con cognizione di causa, capire quel che possono fare e quello che non possono fare, è necessario comprendere come funziona il modello di Garrison, che sta alla base di questi software.

Io non farò calcoli numerici ed userò formule matematiche solo se strettamente necessario ed anche in questo caso, le formule saranno le più semplici possibile.

Cercherò invece di illustrare il metodo seguito da Garrison in maniera per così dire qualitativa: mi auguro di riuscire a trasmettervi quei, concetti, in fondo semplici, che sono indispensabili per utilizzare consapevolmente i software sopra citati ma anche per un qualsiasi corretto approccio al rod design.

Purtroppo dobbiamo per forza chiarire alcuni concetti base, altrimenti non possiamo capire i termini che intervengono nel modello di Garrison (ed in qualunque altro)

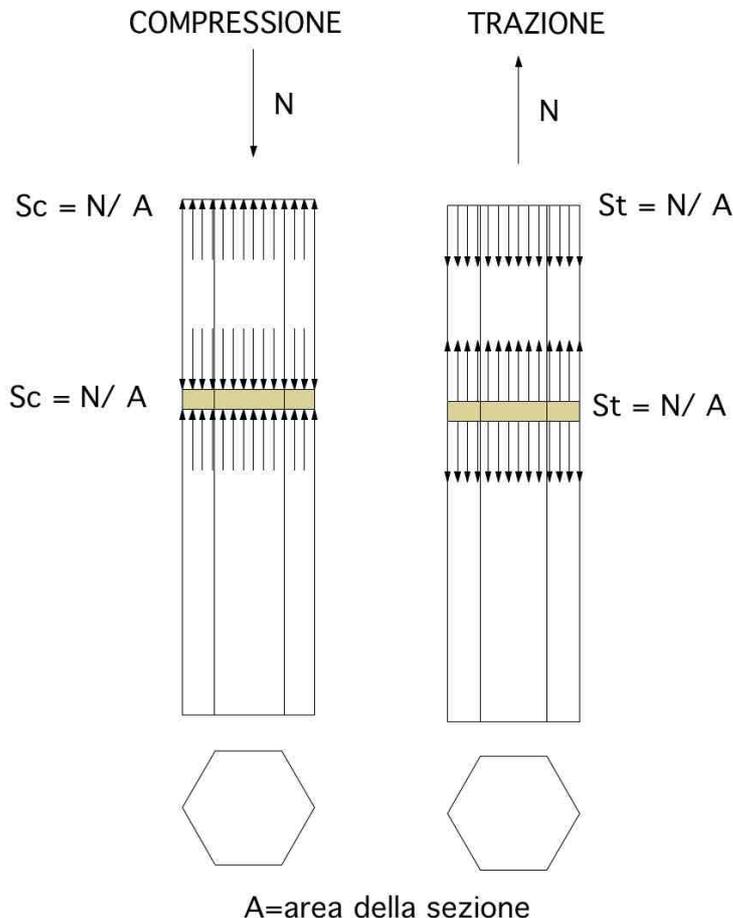
STRESS

Dobbiamo innanzitutto chiarire cosa è lo stress, perché come sapete, il metodo di Garrison è basato sul grafico dello stress.

Lo stress, in italiano “stato tensionale interno” è la sollecitazione che si instaura nel materiale di cui è costituito un corpo quando viene sollecitato da una azione esterna.

Ad esempio prendiamo il caso di un pilastro (che vedete nel disegno ha la forma di un esagono ☺☺) sollecitato da un carico assiale verticale N.

CARICO ASSIALE



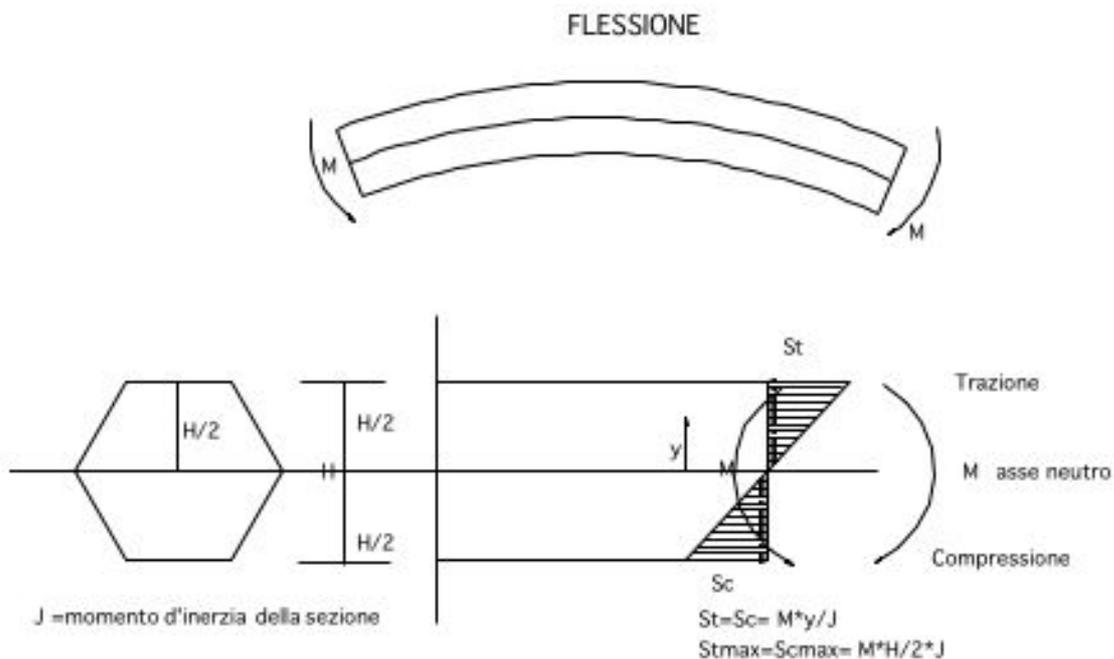
Il materiale di cui è formato il pilastro reagisce per opporsi alla forza esterna e mantenere l'equilibrio statico: la sollecitazione interna del pilastro sarà tale da equilibrare il carico assiale N , e pertanto, se assumiamo che tutta la sezione reagisca uniformemente, sarà uguale a N/A dove A è appunto l'area della sezione. Questa sollecitazione interna, che ha le dimensioni di una pressione cioè una forza diviso una superficie, gli inglesi la chiamano stress.

Se lo stress supera resistenza del materiale, il pilastro cede.

Come vedete nella figura qui sopra, lo stress può essere di trazione o di compressione, a secondo di come agisce la forza esterna.

Essendo una pressione, ovvero forza diviso superficie, si misura in kg/cm^2 , oz/square inch , in pound/square inch , Pascal, Bar etc. .

Prendiamo ora il caso della flessione che poi è quello che direttamente ci interessa, perché come è ovvio, questa è l'azione prevalente nella canna.



Se prendete una trave, nel nostro caso la canna e la inflettete come in figura, le fibre superiori risulteranno tese, mentre quelle inferiori risulteranno compresse : in altre parole all'interno del materiale si svilupperanno tensioni e compressioni in maniera tale da formare una "coppia" in grado di equilibrare il momento flettente esterno.

In una sezione simmetrica -come quelle che a noi generalmente interessano-, esse variano linearmente (è una semplificazione) dal valore massimo che si trova sui bordi al valore nullo che si trova sull'asse neutro della flessione, in questo caso coincidente con l'asse baricentrico.

Se volete vederlo in un altro modo, le fibre superiori che sono tese si allungano, quelle inferiori che sono compresse si accorciano mentre quelle che stanno sull'asse neutro restano di lunghezza invariata.

Il valore dello stress, in questo caso uguale sia sul lato compresso che su quello teso, è dato da $\sigma_t = \sigma_c = M \cdot y / J$ dove y è la distanza dall'asse neutro e J è il momento d'inerzia della sezione di cui parleremo tra poco.

Come già detto il valore dello stress cresce da zero sull'asse neutro fino ai bordi dove raggiunge il valore massimo.

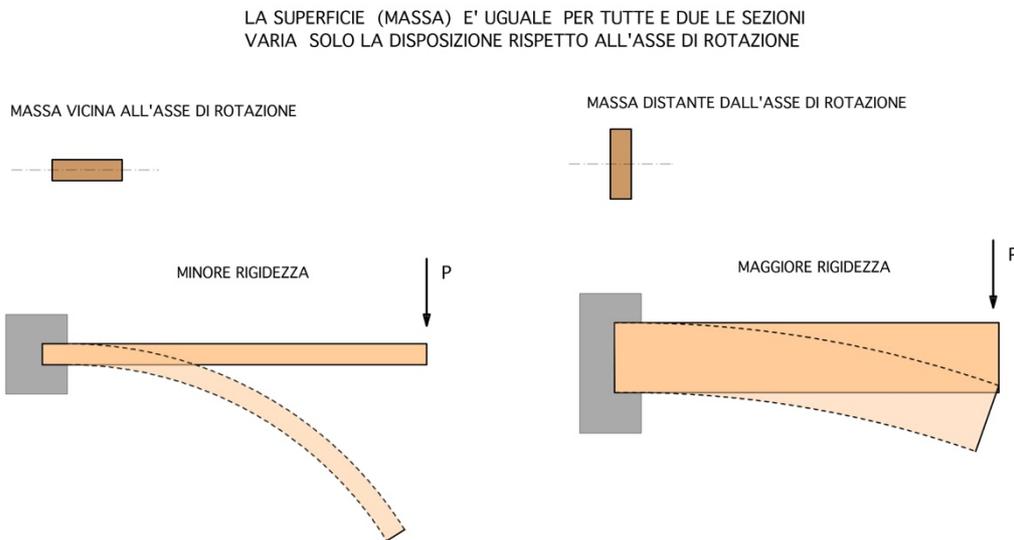
Se la trave è alta H , il valore massimo dello stress è $\sigma_c = \sigma_t = M \cdot H / 2 \cdot J$, poiché sui bordi $y = H/2$.
 Si vede facilmente che il valore dello stress diminuisce con il crescere del momento d'inerzia della sezione, che sta al denominatore.

MOMENTO D'INERZIA

Il momento d'inerzia di una sezione è una grandezza che identifica la resistenza che questa offre alla flessione.

Tiene conto dell'area della figura (massa) e di come questa è distribuita rispetto all'asse di rotazione: maggiore è la distanza della massa dall'asse di rotazione, maggiore è il momento d'inerzia e quindi più rigida: è sotto l'esperienza di tutti che un listello di sezione rettangolare è assai più rigido se si tenta di fletterlo su di un piano piuttosto che sull'altro perpendicolare.

L'area è la stessa (e quindi anche il peso è lo stesso) ma la rigidezza è assai diversa.



A parità di superficie, ogni figura geometrica, quadrato, pentagono, ottagonale, quadrato vuoto etc. ha un diverso momento d'inerzia perché, la massa, pur essendo la stessa è distribuita diversamente, ed ha naturalmente formule diverse per calcolarla.

Ad esempio, nel caso del rettangolo di altezza H e Larghezza B , la superficie è $H \cdot B$ ed il momento d'inerzia vale $B \cdot H^3 / 12$

	Area	distanza baricentro	Momento inerzia J	Modulo resistenza $w = J / Y_{max}$
	$B \cdot H$	$\frac{H}{2}$	$\frac{B \cdot H^3}{12}$	$\frac{B \cdot H^2}{6}$

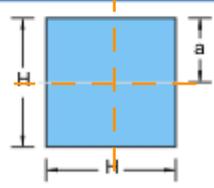
Si vede chiaramente che il momento d'inerzia e quindi la rigidità alla flessione, varia a secondo di come è disposto il rettangolo: ovvero se la base è A oppure se la base è B

Mentre l'area ovviamente rimane sempre la stessa.

Se costruiamo un canna con una sezione simile, avremo un lato con una spina molto forte e l'altro con una spina sensibilmente più debole.

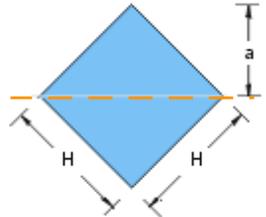
Facciamo qualche esempio per altri tipi di sezione questa volta regolari, ovvero poligoni con lati uguali.

Una sezione quadrata di lato H ha una superficie di H^2 ed un momento d'inerzia di $H^4/12$

Sezione	Area della sezione	Distanza dal baricentro	Momento di inerzia	Modulo di resistenza
	A cm ²	a cm	J cm ⁴	W cm ³
	H^2	$\frac{H}{2}$	$\frac{H^4}{12}$	$\frac{H^3}{6}$

Così se il lato è 1 cm avrà un'area di 1 cm² ed un momento d'inerzia di 0,08333 cm⁴
 In pratica sono le stesse formule de rettangolo, se imponiamo che la base e l'altezza siano uguali.

Se consideriamo l'asse neutro passante per due spigoli

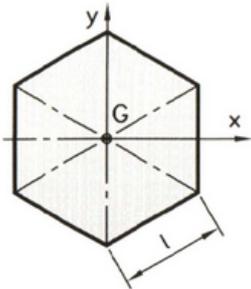
	H^2	$\frac{H}{2} \cdot \sqrt{2}$	$\frac{H^4}{12}$	$\frac{H^3}{6\sqrt{2}}$
--	-------	------------------------------	------------------	-------------------------

Vedete che l'area è ovviamente la stessa, ma anche che il momento d'inerzia resta invariato.
 Quindi la canna sotto un carico statico si fletterà nell'identico modo sia disposta per piatto che di spigolo o in qualunque posizione intermedia.

Ciò che cambia è la distanza dell'asse neutro dal punto più lontano del contorno della figura: passa da $H/2$ ad $H/2 \cdot \sqrt{2}$ ovvero aumenta 1,41 volte.

Se ricordate che lo stress aumenta passando dal valore zero sull'asse neutro al valore massimo sul bordo più lontano, $\sigma = \sigma_c = M \cdot y / J$, si ha che nel caso della canna messa di spigolo, il valore dello stress sarà maggiore rispetto alla canna disposta per piatto, come dire che se sollecitate fino alla rottura, cedrebbe per prima la canna messa di spigolo.

Un esagono di lato L ha una superficie $A = 3 \times \sqrt{3} \times L^2 / 2$ ed un momento d'inerzia di $J = 5\sqrt{3} \times L^4 / 16$

Sezione esagonale	
	$I_x = I_y = \frac{5\sqrt{3}}{16} l^4$ <p>$l =$ lato dell'esagono</p>

Come vedete il momento d'inerzia è lo stesso sia rispetto all'asse y passante tra gli spigoli che rispetto all'asse x passante tra le facce e, conseguentemente, rispetto a qualsiasi altro asse, e si fletterà sempre nell'identico modo, comunque sia disposta.

Anche qui, la flessione intorno all'asse x produrrà uno stress maggiore negli spigoli, perché in questo caso la massima distanza del contorno della figura dall'asse neutro è maggiore che nel caso della flessione attorno all'asse y.

E così via per un triangolo equilatero, un pentagono, un ottagono o un cerchio.

Come si è detto momento d'inerzia è una grandezza che indica la resistenza di una figura piana a ruotare rispetto a un asse di riferimento: maggiore è il momento d'inerzia, minore è l'attitudine a ruotare che mostrerà la sezione.

In definitiva se una trave ha una sezione trasversale che ha un momento d'inerzia doppio rispetto ad un'altra, quest'ultima si fletterà il doppio della prima, sottoposta alla stessa azione flettente.

SEZIONI CAVE

Veniamo ora ad esaminare le sezioni tubolari o cave che dir si voglia.

Prendiamo una sezione quadrata di lato H piena ed una cava sempre di lato H, con una parte vuota di lato h.

L'area della sezione piena è $A = H^2$ mentre quella della sezione tubolare si otterrà sottraendo all'area della sezione piena, l'area del nucleo vuoto, ovvero

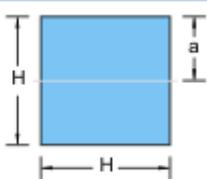
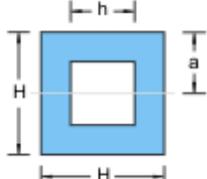
$$A = H^2 - h^2$$

Lo stesso vale per il momento d'inerzia: il momento d'inerzia della sezione cava si ottiene sottraendo dal momento d'inerzia della sezione piena il momento d'inerzia del nucleo vuoto, ovvero:

$$J_p = H^4/12$$

$$J_{\text{nucleo vuoto}} = h^4/12$$

$$J_{\text{cava}} = H^4/12 - h^4/12 = (H^4 - h^4)/12$$

Sezione	Area della sezione A	Distanza dal baricentro a	Momento di inerzia J	Modulo di resistenza W
	cm ²	cm	cm ⁴	cm ³
	H^2	$\frac{H}{2}$	$\frac{H^4}{12}$	$\frac{H^3}{6}$
	$H^2 - h^2$	$\frac{H}{2}$	$\frac{H^4 - h^4}{12}$	$\frac{H^4 - h^4}{6H}$

Questo vale per tutte le sezioni, esagono, pentagono, triangolo, cerchio, etc.

E' quindi evidente che la sezione piena sarà sempre più rigida di una sezione vuota, se manteniamo lo stesso lato o diametro esterno.

Però possiamo aumentare opportunamente il lato od il diametro della sezione tubolare per far sì che questa abbia lo stesso momento d'inerzia della piena originaria, ovvero la stessa rigidità alla flessione.

Basterà un piccolo aumento, perché aggiungiamo materiale distante dall'asse neutro.

Otterremo una nuova sezione cava, un poco più grande di quella piena, ma molto più leggera.

Come determinare questo aumento?

Quali sezioni sono più efficienti?

Come ottenere una sezione pentagonale che abbia la stessa rigidità di una esagonale, o viceversa?

Tutto questo sarà il tema del prossimo webinar.

A presto

GABRIELE GORI