

## UN'ELICA A SPOSTAMENTO COSTANTE

Quando un modello vola, l'elica opera su un cilindro d'aria, spingendolo all'indietro. La reazione a questa spinta è la trazione dell'elica. Sotto l'azione della spinta, il cilindro d'aria assume una velocità rispetto all'aria circostante, che costituisce il nostro "sistema di riferimento", e che potremo considerare ferma, almeno agli effetti del ragionamento che segue.

Si può pensare che il modo più economico per conferire velocità all'indietro al nostro cilindro sia quello di dargliene in ugual misura in ogni punto della sezione trasversa del cilindro. In altre parole, lo spostamento che ogni elemento di pala conferisce all'aria deve essere costante lungo il raggio della pala stessa.

Se riusciremo in questo, il cilindro se ne andrà all'indietro con la minima quantità di vortici al suo interno, e l'energia cinetica che gli abbiamo dato con l'elica sarà tutta "buona", ossia la quantità di moto dell'aria contenuta nel cilindro avrà in ogni punto la direzione dell'asse.

Quali sono i limiti di questo ragionamento? Sono due, uno dentro e uno fuori! Fuori, perché l'aria esterna è ferma e farà attrito sulle pareti del cilindro che arretra, dando origine a dei vortici, analoghi a quelli che nascono all'estremità delle ali che sostengono un aereo.

Dentro, perché questo bizzarro tubo di flusso che è il nostro cilindro anziché avere la massima velocità dell'aria nel mezzo, come ogni tubo che si rispetti, lungo il suo asse ha un "buco di velocità", o meglio un ristagno di aria ferma che gli viene dal davanti. Poiché un'elica non lavora vicino al mozzo, in realtà il nostro cilindro sarà bucato, ovvero la sua sezione sarà una corona circolare. Mentre l'aria del buco lambisce la fusoliera, l'aria della corona, spinta verso il centro per effetto Venturi, comincerà a mescolarsi con l'altra, creando anche qui notissimi vortici.

Verrebbe da dire che siamo ben ostinati a servirci di un'elica per andare avanti, ma non abbiamo scelta, almeno per un modello ad elastico. La nostra azione deve giocare a limitarsi a creare una corona bella spessa, cioè con un buco piccolo all'interno. E fuori? Possiamo svergolare negativamente la nostra ala rotante, dando un po' meno di passo all'estremità della pala, in modo da raccordarsi più dolcemente con l'aria esterna. Oppure dotare la pala di alette d'estremità, o di altri accorgimenti che si usano nelle estremità alari, come i fili deviatori di flusso, per diminuire la resistenza indotta. (Vedi fotografie 2 e 3).

Cominciamo già a delineare i compiti della nostra pala d'elica. Il più importante, dopo quelli appena citati, resta comunque quello della parte preponderante della pala, che deve conferire ugual velocità all'aria lungo il raggio. Per avvicinarmi a questo risultato, ho accettato come buone le due ipotesi seguenti, riferite per comodità all'ala di un aereo in volo orizzontale:

1. la velocità verso il basso data da un elemento di ala è, per piccoli angoli di incidenza, direttamente proporzionale all'angolo di incidenza stesso (confondiamo il seno con l'angolo).
2. La velocità verso il basso data all'aria da un'ala avente una determinata incidenza è direttamente proporzionale, per piccoli angoli di incidenza, alla velocità dell'aereo.

La conclusione è brutale, anche se implica qualche passaggio logico. Vogliamo conferire la stessa velocità all'aria per tutto lo spessore della corona, misurato lungo il raggio della pala. La velocità di un elemento di pala è proporzionale al raggio. L'angolo di incidenza con cui la pala incontra l'aria durante il volo è la causa diretta di questa velocità. Per avere quindi sempre la stessa velocità questo angolo, che è detto comunemente calettamento della pala, dovrà quindi essere inversamente proporzionale al raggio.

Bene. Se ad esempio abbiamo già un'elica con cui volare, e fatte le nostre stime, scopriamo che a raggio 20 cm ha  $4^\circ$  di calettamento, prendiamo nota che  $20 \times 4 = 80$ , la nostra costante di proporzionalità. Nell'elica nuova avremo quindi sempre calettamento  $4^\circ$  a raggio 20, ma continueremo così: a raggio 10 cm avremo  $10 \times X = 80$ , cioè  $X = 80/10 = 8^\circ$  di calettamento. A raggio 8 cm avremo  $8 \times X = 80$ , cioè  $X = 10^\circ$  di calettamento.

Così faremo lungo tutta la nostra pala come da disegno allegato,ottenendo come curva di distribuzione del passo lungo il raggio un'iperbole,come c'era da aspettarsi. La divergenza dell'iperbole a raggio zero si può correggere "svergolando negativamente" la pala,senza però esagerare,mantenendosi cioè con il passo geometrico a valori sempre superiori all'avanzamento per giro d'elica,altrimenti si ottiene un effetto frenante. Lo stesso dicasi all'estremità della pala,come è visibile nel disegno. La curva reale di distribuzione passo/raggio si discosterà quindi dall'iperbole nelle due zone menzionate.

### CONCLUSIONI

Non ho certo dimenticato che l'elica è una "vexata quaestio" da quasi un secolo . Lungi da me quindi l'intento di aggiungere una parola nuova a quanto detto in passato,a livelli di trattazione ben più elevati e completi. Un po' come avviene per quanto realizziamo nei nostri ambiti aeromodellistici,ho cercato però di ridurre un'idea ad ipotesi e calcoli semplici,chiaramente molto approssimati,ma immediatamente verificabili sul campo. Devo dire che i risultati,per quanto ho potuto capire,non sono stati deludenti,sia nei Motomodelli che nei Coupe d'Hiver,dove ho ripetutamente sperimentato il tipo di eliche in questione. Nella presente memoria viene riportato il disegno relativo alla sola elica da Coupe unitamente ad alcune fotografie (vedi fotografia 1 e disegni 1 e 2).

Ferrara,05/05/2007

Mario Rocca



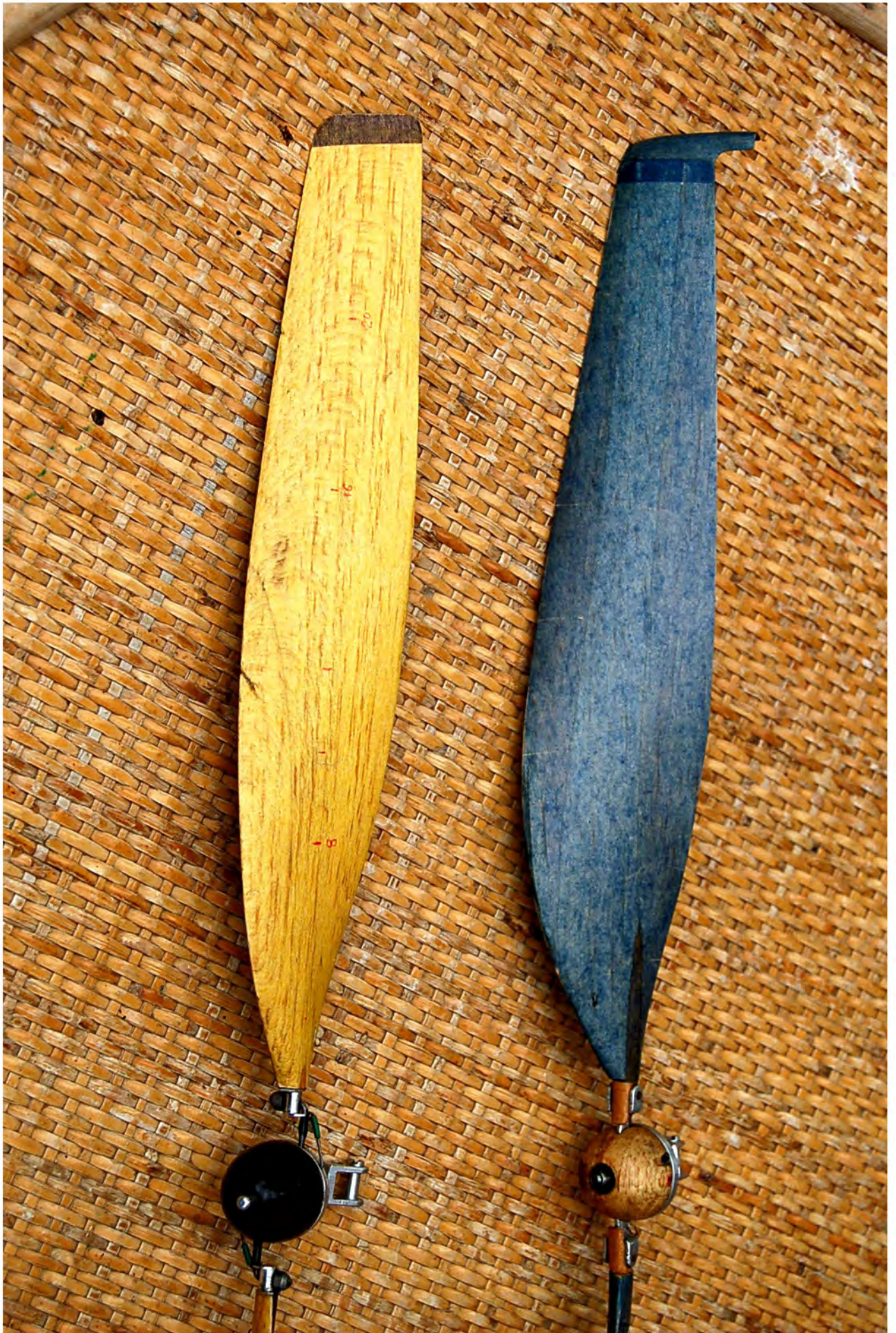






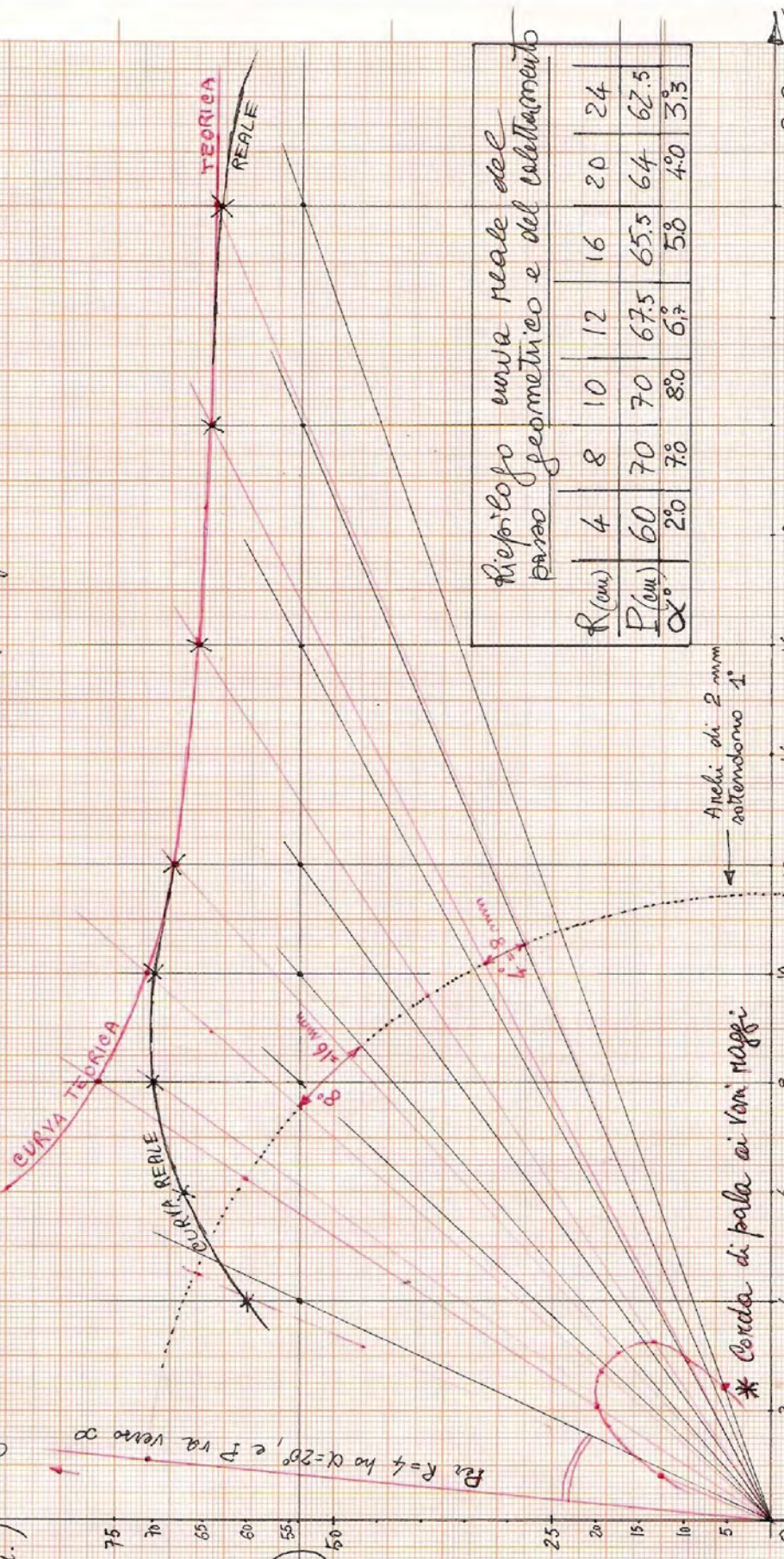
foto 2



foto 3



$\alpha =$   
 Cicca F19 a spostamento costante (allungamento, inversamente proporzionale al passo) -  $\phi = 50$  cm.  
 - Velocità di progetto  $V = 3,6$  m/s - Già montata 400 (12 fili  $\frac{1}{8}$ ) - Scandea 60 s. - Frequenza  
 media  $f = \frac{400}{60} = 6,7$  giri/s - Arrondamento per filo d'elica  $A = \frac{V}{f} = \frac{3,6}{6,7} = 0,54$  m/giro -  
 A  $\alpha =$  allungamento =  $4^\circ$  ad  $R = 20$  cm - Poiché  $4 \cdot 20 = 80 = k(\text{costante})$ , i valori del allungamento  $\alpha$   
 P (in cm) agli altri raggi si ricavano dalla  $\alpha = \frac{80}{R}$ , esempio: per  $R = 10$  cm altro  $\alpha = \frac{80}{10} = 8^\circ$ .



Propriolo curva reale del passo geometrico e del allungamento

R (cm)	4	8	10	12	16	20	24
P (cm)	60	70	70	67,5	65,5	64	62,5
$\alpha^\circ$	20	70	80	67	50	40	33

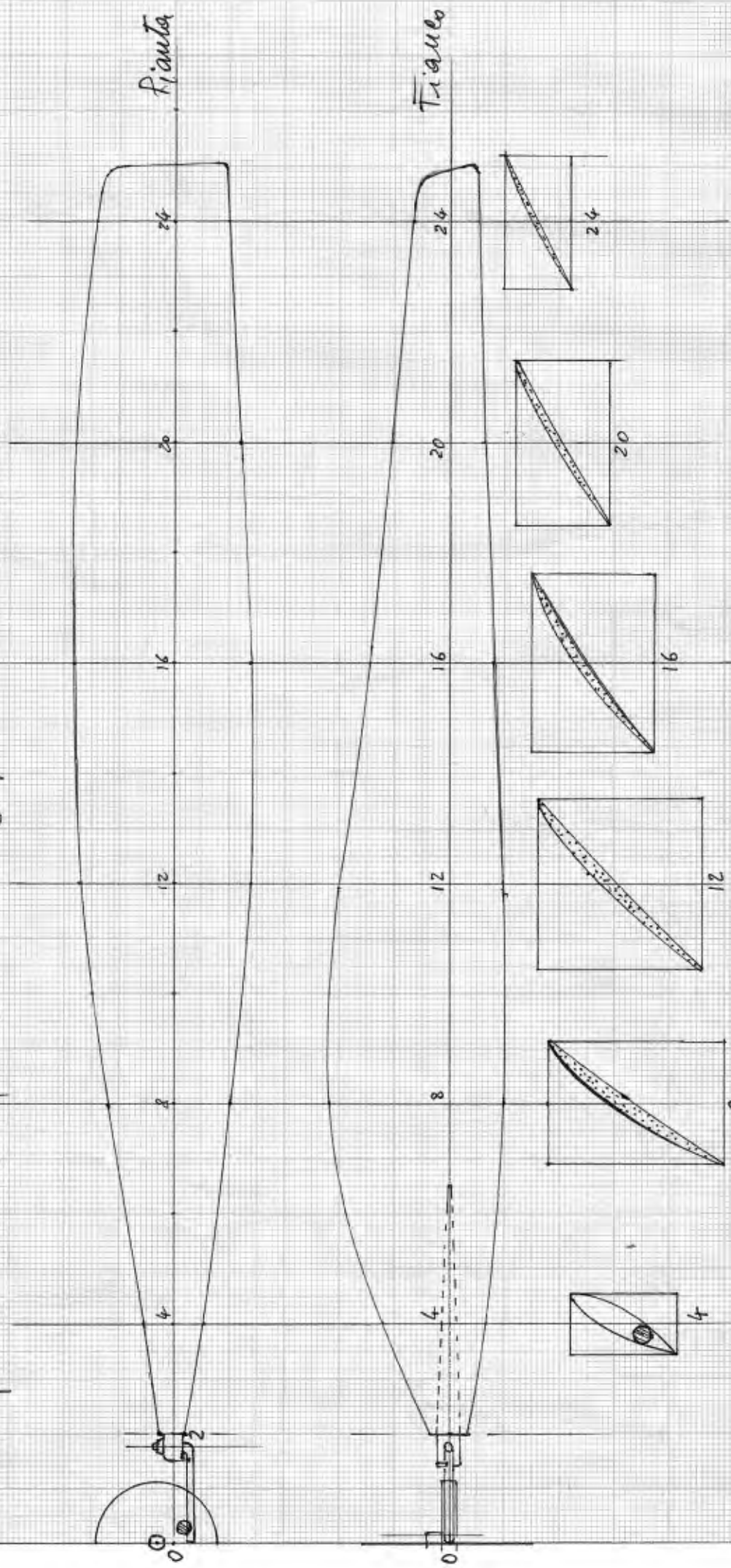
\* Corda di pala ai vari raggi

Anelli di 2 mm attorno 1°

A 0,54



Le pale sono realizzate da blocco, creando il quarto d'aul piano medio della pala - Sono ricoperte con carta Jap -



Per una fedele riproduzione dei valori del passo, occorre costruire il passo dell'elica, imperniando le pale grosse (spessore abbondante), collocare il tutto su un separapassi grande, e infine procedere alla rifinitura riproducendo i valori di tabella ai vari passi. Usando altri metodi il controllo finale col separapassi deve dare communi errori  $\ll 1\text{cm}$ , il che comporta errori sull'angolo di inclinazione della pala minori di  $1^\circ$ .