



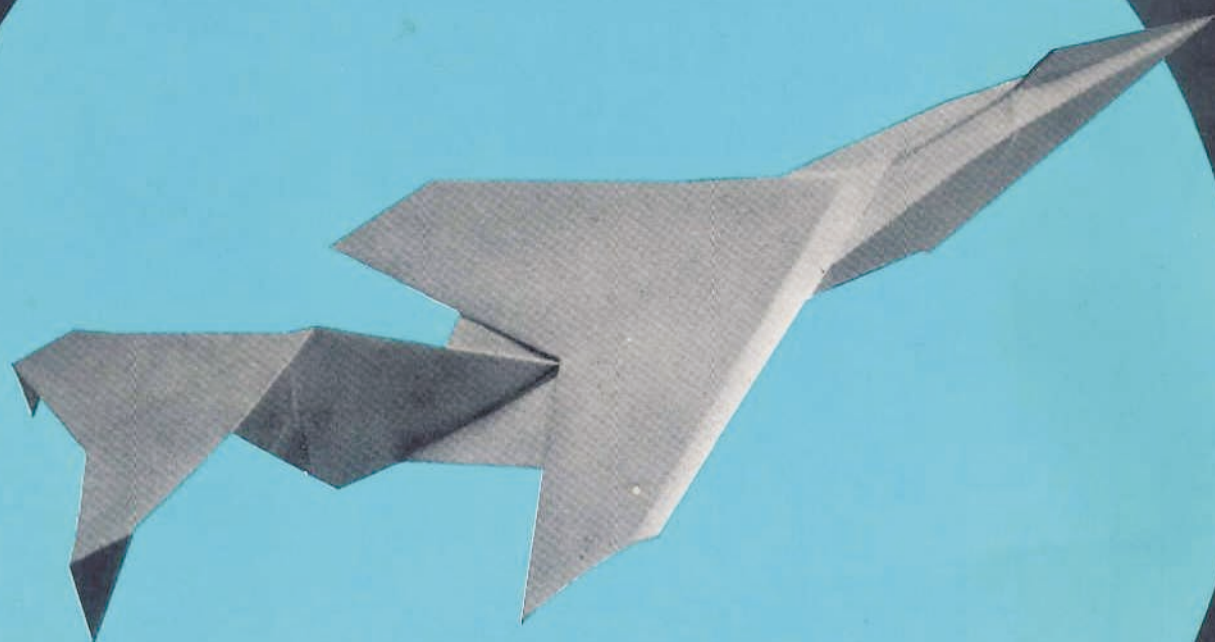
Exlibris of KNapka

2007-2008

Origami volanti

Eiji Nakamura

ORIGAMI DA SEMPLICE DIVERTIMENTO A SCIENZA VERA



2^a edizione





Eiji Nakamura

Origami volanti

Origami
da semplice divertimento
a scienza vera.

*edizione italiana
a cura dell'Ing. Luciano Spaggiari*



il Castello

Indice

Prefazione	3
Introduzione all'edizione italiana	4
Origami da semplice divertimento a scienza vera	6
1. La lezione dei fiori di luna	6
2. Che cos'è « il vero rettangolo »?	6
3. Possibilità del « vero rettangolo »	6
Prepariamoci a cominciare	8
1. Attrezzi e materiali	8
2. Brevi note di tecnica	8
3. Simbologia e tecniche di piegatura	9
Aeromodelli per far sognare	10
1. Freccia	10
2. Aereo con ala a freccia	11
3. Calamaro	12
4. Razzo	13
5. Nuovo calamaro	14
Aerei esistenti e possibili	15
6. Monoposto con ala a delta (Tipo A)	16
7. Monoposto con ala a delta (Tipo B: bigetto)	18
9. Aereo con ala a delta classico	22
10. Canard standard	24
11. Biplano	27
12. Nuova freccia	30
13. Aereo con coda a V	32
Aerei del futuro	34
14. Lifting-body dyna-soa	34
15. Navetta spaziale (Tipi A e B)	36
16. Aereo spaziale composito	38
17. Aereo del futuro	40
Creature che volano	42
18. Uccello che batte le ali	42
19. Gabbiano	45
20. Libellula volante	46
21. Libellula a riposo	50
22. Farfalla	52
23. Falco delle paludi	54
24. Pipistrello	56
25. Rondine	59
26. Cicogna	60
27. Gru	62
28. Altro modello di rondine	64
Osservazioni e consigli	66
Dizionario dei termini aeronautici usati nel testo	71

Prefazione

Le mie conoscenze circa le numerose forme ottenibili con le semplici tecniche dell'Origami risalgono alla mia infanzia. Una sera, quando avevo quattro anni, mia madre mi costruì una cicogna di carta piegata: la meraviglia di quella creazione e il fascino del suo aspetto non mi hanno più abbandonato. Cinquanta anni più tardi, nel 1968, mi dedicavo ancora all'Origami, ma ero anche tutto preso da un sogno a lungo accarezzato: un aereo che potesse volare con la sola forza muscolare dell'uomo. E costruì infatti un aereo sperimentale lungo 6,5 m e con un'apertura alare di 23 m.

Ma un giorno, mentre mi recavo in macchina all'aeroporto per proseguire gli esperimenti, venni investito da un camion guidato da uno sconsiderato, e riportai tali ferite che fui costretto a rimanere in ospedale due mesi.

Tuttavia l'episodio non fu completamente negativo, perché in tal modo, mentre ero in ospedale, ebbi tutto il tempo di pensare e studiare gli aerei di carta origami.

Fu insomma quell'incidente molto grave che mi consentì di costruire aerei di carta che somigliavano agli aerei veri molto di più che i modelli tradizionali a tutti noti. Un altro giorno, mentre stavo costruendo qualche aeromodello di carta per alcuni bambini, uno di questi mi chiese come mai gli aeroplani di carta mancassero del piano verticale di coda (lo stabilizzatore verticale*) come invece avevano gli aerei veri. La domanda mi colse un po' di sorpresa perché, sebbene non ci avessi mai fatto caso, i vecchi, classici aeromodelli erano proprio privi degli stabilizzatori verticali*, al massimo qualcuno presentava una coda che scendeva verticalmente sotto la fusoliera: la pinna ventrale. Allora decisi di tentare di costruire aerei di carta, sfruttando le conoscenze che avevo dell'Arte origami, che non solo fossero più somiglianti agli aerei veri, ma che avessero migliori prestazioni rispetto ai modelli comuni.*

Ben presto tuttavia imparai che il classico foglio di carta quadrato tradizionale dell'Arte origami era troppo limitato per i miei propositi. Dopo aver tentato con fogli di carta rettangolari di varie dimensioni e vari rapporti tra larghezza ed altezza, alla fine scoprii che un rettangolo che avesse avuto un lato uguale all'altro moltiplicato per $\sqrt{2}$ consentiva un'esecuzione delle piegature e degli angoli pulita ed efficace, non solo, ma aveva anche poco scarto. Questo rettangolo non solo è razionale e conveniente da un punto di vista prettamente Origami, ma « insegna » molte regole pratiche e teoriche circa la piegatura in generale delle figure geometriche regolari. Ho chiamato questo rettangolo il « vero rettangolo » e potete credere che ho passato veramente molto tempo a studiarlo. Questo libro è il primo risultato tangibile delle mie ricerche sulle proprietà del « vero rettangolo ».

Spero che anche voi vi divertiate ad approfondire le possibilità di questa figura tanto da — se non altro — imparare a costruire le figure origami qui riportate.

Il fatto che gli origami basati sul « vero rettangolo » siano belli e facili da costruire, mi sembra valga a conferma del principio che non c'è niente di futile nella verità, che è il tema ricorrente in tutte le speculazioni scientifiche. Ho usato la parola Scienza nel sottotitolo del libro perché gli origami basati sul « vero rettangolo » sono una parte della verità.

Come consiglio finale potrei dirvi che ottenere la perfezione in ognuno dei modelli di questo libro richiede impegno e cura, oltre alla costanza di costruire uno stesso modello più volte, fintanto che questo riesca corretto in tutte le sue parti. Ma durante tutti questi tentativi potete star certi che imparerete cose interessanti che vi risulteranno preziose.

Tokyo, 1972

Eiji Nakamura

Introduzione all'edizione italiana

In questi ultimi anni sia l'Origami sia l'hobby dell'aeromodellismo di carta hanno preso piede in Italia. Lo testimoniano il successo di vendita dei libri sull'argomento pubblicati dalla nostra Casa Editrice (« Origami facile », « Origami moderno », « Introduzione all'Origami » e il celebre « Aeromodelli di carta », che continua ad essere uno dei libri più amati e richiesti delle nostre collane), la nascita di circoli specializzati, e infine il favore presso l'opinione pubblica che si manifesta attraverso l'interesse degli organi di stampa e delle Televisioni.

In Giappone queste due attività sono addirittura componenti della cultura popolare. Ne consegue che numerosi sono gli aspetti che vanno messi in luce quando ci si appresta a leggere un libro come l'*Origami volanti*.

Per alcuni di questi aspetti l'impatto con la nostra mentalità utilitaristica occidentale è talmente violento che ci possono apparire buffi. Ma se di un Popolo e delle sue caratteristiche si può sorridere (del resto i primi a fare dello spirito sugli occidentali sono proprio gli occidentali stessi e addirittura l'ironia è adottata come metodo nell'insegnamento filosofico di Socrate), non si può invece deriderlo con colpevole leggerezza.

Prendiamo in esame l'invenzione del « vero rettangolo »: appena si incontra questa figura subito la mente corre alla « sezione aurea »* greca e si fa un parallelo tra le due e ci si chiede se non sia meglio quella; poi emerge la nostra cultura tecnica e ci si rende conto che è molto improbabile che un aeromodello voli bene solo grazie al formato del foglio da cui si è partiti. E si rimane dubbiosi su questo « vero rettangolo » che appare di volta in volta un inutile vincolo, un concetto non capito, una stonatura gratuita nel contesto generale.

Poi la situazione precipita quando si scopre che questo « vero rettangolo » non è per niente una novità; quel numero $\sqrt{2}$ è il rapporto della normalizzazione UNI dei formati dei disegni tecnici, ma non soltanto delle italiane norme UNI, anche delle tedesche norme DIN e così via per tutti i Paesi. E ci si chiede se era proprio necessario introdurre questo « vero rettangolo » da un lato come fattore fondamentale del successo dei modelli proposti, dall'altro come frutto di anni di ricerche. Il libro è bello di per sé, è a dir poco strepitoso! e lo avremmo comunque apprezzato per i suoi modelli e non per il formato dei fogli che consiglia.

Ma proprio questa apparente gaffe ci offre la chiave di ingresso nel meraviglioso mondo dell'autore: il quadrato è la figura base di tutta la tradizione Origami e i valori della tradizione in Giappone sono fortissimi, in questo forse i Giapponesi superano gli stessi Inglesi; ebbene a questo, a tutto questo, Nakamura contrappone un rettangolo! Uno che fa una cosa del genere rischia a dir poco una scomunica nel mondo origami. Sì, però il vero rettangolo non è un rettangolo qualsiasi, è una figura che deriva dal quadrato, che è capace di moltiplicarsi e dividersi indefinitamente e rimanere sempre un vero rettangolo, che può generare tutti gli altri poligoni regolari. Insomma, alla tradizione viene contrapposto un formato straordinario, un filone quasi inesauribile da sfruttare per figure nuove. Non avevamo capito niente, è questa la vera invenzione! Con il « vero rettangolo » l'Origami fa punto e riparte da zero. Ecco, adesso abbiamo capito anche il nostro autore: è un rivoluzionario nel suo mondo, ma gli echi di questa epica lotta giungono smorzati in Occidente; a noi, come al solito, interessano i risultati.

Ai cultori occidentali dell'Origami interessano le forme; ai tanti cultori, o semplicemente appassionati dell'aero-

modellismo di carta interessa che i modelli volino e volino bene.

Per questi vanno spese altre parole. E' evidente che il nostro autore è soprattutto un origamista e lo dimostra il fatto che nel libro sono abbondanti le osservazioni e i consigli per la costruzione dei modelli, ma molto scarsi quelli per farli volare. Per questo abbiamo dovuto intervenire pesantemente a latere dell'opera per supplire a questa, che secondo noi, era una lacuna, e lo abbiamo fatto dopo prove abbastanza estese e, calcando un po' la mano, forse abbiamo dato qualche dispiacere ai nostri amici origamisti cui sicuramente poco piacerà il ricorrente consiglio all'uso della colla. Ma non c'era altra scelta: nell'Origami classico spesso l'elasticità della carta, certe pieghe che tendono ad aprirsi danno volume alla figura e conferiscono quel pizzico di diversità tra un esemplare ed un altro che consente di mantenere sempre vivo l'incanto di ogni modello. Qui invece le pieghe che non stanno chiuse distruggono la portanza o quanto meno disturbano il flusso dell'aria e ciò è tanto più grave perché i modelli sono piccoli e terribilmente lenti (basso numero di Reynolds*).

Ormai quando provavamo questi modelli, l'avevamo assunto come regola: un aereo non volava? una bella mano di colla a chiudere le pieghe ribelli e quello si metteva il più delle volte a far giudizio e ad offrire quella sensazione di « vero » anche in volo, che è l'aspetto più affascinante del libro e su cui torneremo.

Naturalmente, e c'era da aspettarselo, per far volare modelli che sono condizionati a riprodurre un aereo o un insetto o un animale volante, bisogna pur concedere qualcosa alla forma e non sempre questa è la più efficiente da un punto di vista aerodinamico.

Sicuramente molti lettori noteranno che i modelli che sono capaci di fare loro, e che facevano da bambini, volano meglio. Ma altrettanto sicuramente si accorgeranno subito che modificare quei modelli per farli somigliare di più ad un prototipo reale senza peggiorarne le caratteristiche di volo è tutt'altro che facile, se non decisamente impossibile.

E allora? Allora ci si deve arrendere; questo tipo di modellismo che si propone di riprodurre la forma e anche il volo di originali reali è una cosa del tutto diversa da quello spensierato e senza problemi che tutti conosciamo. Non importa che un modello voli particolarmente lontano o a lungo, ciò che si vuole è che voli come l'originale da cui è copiato. Questa è la sintesi cui mira Nakamura, e su questo invitiamo a riflettere sia il lettore aeromodellista di carta sia origamista. Nasce con questo libro un Origami dinamico con tutti i problemi e con tutto il fascino del modellismo di riproduzione a motore in cui si cimentano e si misurano valenti appassionati con l'impiego di forti somme in denaro. E invece qui con un solo foglio di carta, sia pure un « vero rettangolo », si riescono a far volare aerei antichi e moderni e in più, caso assolutamente unico, anche uccelli e insetti! Niente costi (anzi l'autore tiene a dirci che non vi sono « scarti » nel vero rettangolo), ma solo fantasia e poesia.

Il libro è l'unica guida d'accesso che noi conosciamo a questo mondo così pieno di fascino, e assolve assai bene il suo compito, nonostante un paio di lacune che denunciamo, ma potremmo farne a meno perché sicuramente il lettore se ne accorgerebbe da sé.

La prima è la meno grave ed è una diffusa imprecisione nei disegni; meno grave perché in fondo si tratta di errori rimediabili, il più delle volte senza influenza

sulle prestazioni del modello. Danno senza dubbio una cattiva impressione: ma come, un autore che scopre le leggi nascoste in una figura quasi magica, si lascia scappare un millimetro qua, una riga là, un errore di stampa! Forse, potremmo rispondere, non è neanche colpa sua, forse è stato qualche disegnatore poco attento.

La seconda è che non viene dato neppure un accenno alle caratteristiche della carta da impiegare. Noi ci siamo basati sulla classica carta extra strong da lettera che ha un peso attorno ai 60-80 g/m², ma abbiamo anche usato carte di 45-50 g/m² trovate tra quelle in rullo millimetrato da lucido, e anche la velina da macchina da scrivere da 25-30 g/m². Però abbiamo riscontrato qualche difetto: la prima è troppo pesante, la seconda non ha nerbo e tende ad afflosciarsi o deformarsi sotto i carichi aerodinamici. Per questo abbiamo indicato nelle nostre « Osservazioni » il peso del modello finito che differisce da quello della carta per il peso della colla e della zavorra. Naturalmente sono cifre indicative, perché a seconda dell'umidità il peso della carta aumenta, non solo, ma poiché una volta fatto un modello nessuno ha voglia di metterlo via e aspettare una settimana prima di farlo volare, il peso varia anche in funzione dello stato di essiccazione della colla.

A nostro avviso comunque la carta ideale dovrebbe essere molto leggera; abbiamo infatti notato che gli aeromodelli tradizionali non origami hanno una superficie alare circa doppia a parità di peso mentre questi origami spesso cominciano a « volare » solo quando, in

virtù di un lancio particolarmente energico o per pendenza della traiettoria, raggiungono velocità elevate. Inoltre, sempre per ottenere la velocità necessaria, tal volta si deve mettere una zavorra un po' troppo pesante. Tuttavia questa carta ideale in Italia non esiste e quindi occorre sopperire con prove e modifiche ai modelli base per ottenere tutto quello che possono dare.

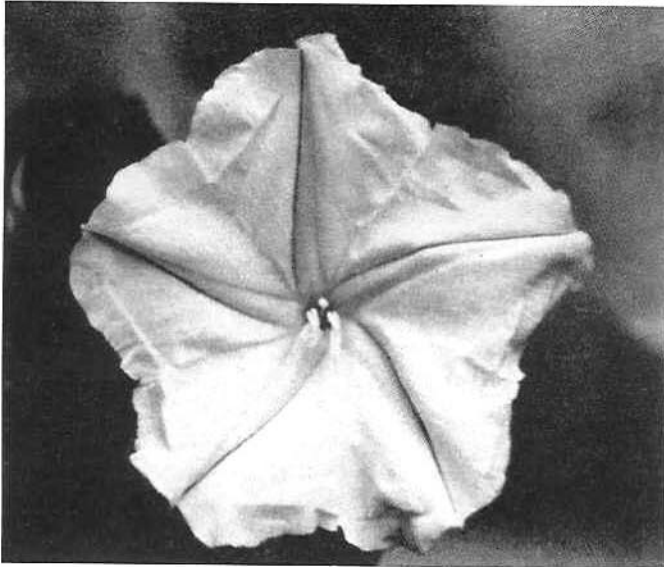
Non rimane più molto da dire, solo segnalare che nelle osservazioni da noi aggiunte, le tecniche descritte sono diverse anche se si propongono di ottenere un medesimo scopo. Ciò non tragga in inganno: se due tecniche diverse producono lo stesso risultato sono equivalenti. Abbiamo consigliato tecniche diverse solo per dare al lettore un panorama più ampio di nozioni. poi starà a lui scegliere, approfondire e migliorare. Purtroppo è stato necessario usare termini tecnici aeronautici per spiegare come regolare i modelli e ottenerne le prestazioni ottimali. Niente di trascendentale, sia ben chiaro, ma per permettere una completa comprensione ad un pubblico più vasto, e sempre nello spirito originale del libro volutamente e dichiaratamente didattico, abbiamo aggiunto un piccolo dizionarietto in cui i termini sono stati spiegati preferendo la chiarezza al rigore scientifico e riferendoci sempre agli aeromodelli origami. Questi termini sono stati contraddistinti nei testi con un asterisco.

Ed ora non c'è proprio più niente da dire, ci siamo dilungati anche troppo, e il bello è che i vostri modelli origami probabilmente avrebbero volato egregiamente bene anche senza questa interminabile chiacchierata.

Luciano Spaggiari.

Origami da semplice divertimento a scienza vera

1. LA LEZIONE DEI "FIORI DI LUNA"



In Giappone coltiviamo una pianta annuale chiamata «fiore della luna» (da noi hanno un nome un po' più frivolo: *Belle-di-notte*. NdT.) che somiglia in molti aspetti ad un altro fiore chiamato «gloria del mattino» (ovviamente: le *Belle-di-Giorno*. NdT.) tranne che si schiude la sera invece che al mattino.

Io sono particolarmente affezionato a quei fiori e ne ho sempre un certo numero di vasi per rallegrare le sere d'estate. Una volta stavo osservando un fiore della luna e ad un tratto vi notai una particolarità: su ciascun petalo in prossimità del bordo esterno si poteva distinguere nitidamente un triangolo lungo e sottile, che intersecava le linee radiali che partivano dal centro del fiore, e che risultava composto da una piega convessa (esterna) e due concave (interne). Volsi lo sguardo verso un altro fiore e vidi che in quello le pieghe del triangolo erano prossime ad aprirsi. Ovviamente, senza piegature di quel tipo, i larghi petali dei fiori della luna non potrebbero essere contenuti nei loro piccoli boccioli. In contrasto con la nitidezza e la perfezione del triangolo nei

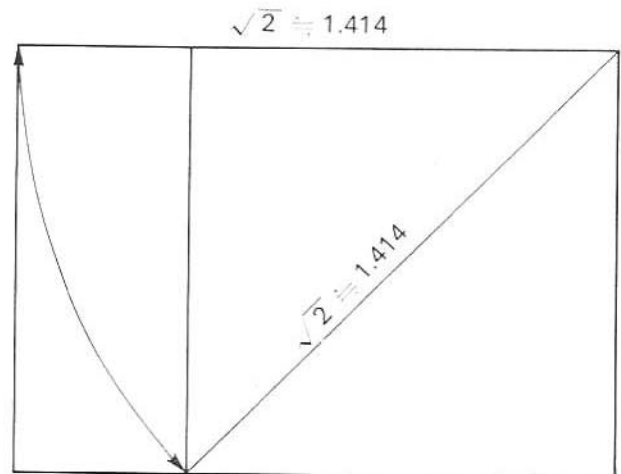
fiori non sbocciati, i triangoli nei fiori mezzi aperti o deformati erano invariabilmente irregolari. Mi sembrò che questo ripetesce la stessa semplice e chiara bellezza che si può osservare in un origami ideale e allo stesso tempo dimostrasse la rigida legge naturale che «è da ingrati e sciocchi voltare le spalle alla Natura».

Nel mondo della Natura non vi è nulla da buttar via; la verità non ha né limitazioni né contraddizioni. Dopo che ebbi capito umilmente questa lezione, mi rivolsi ancora alla Natura nella mia ricerca della verità. In breve, i deliziosi fiori della luna mi insegnarono le illimitate possibilità dell'Arte origami e le verità che vi si nascondono. Mi hanno anche condotto ad invitare voi, miei lettori, a contribuire allo sviluppo dell'Origami nel Regno della Fantasia.

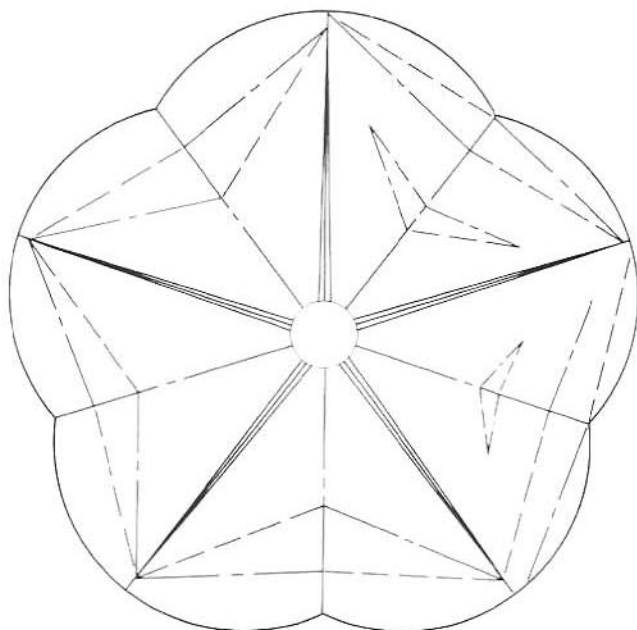
2. CHE COS'È IL «VERO RETTANGOLO»

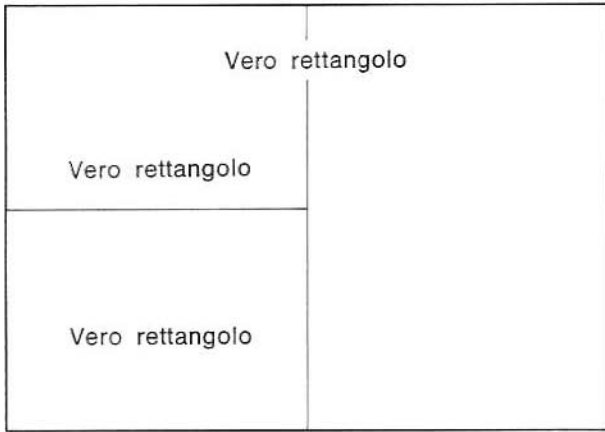
Prima di passare a trattare gli aeromodelli origami veri e propri devo spiegarvi la natura del «vero rettangolo». Potremmo definirlo come una figura piana regolare a quattro lati con rapporto tra le loro dimensioni di $1:\sqrt{2}$. Poiché le sue caratteristiche insegnano molte cose utili alla creazione e alla costruzione di molte figure origami, così come dei modelli volanti, il lettore dovrebbe conoscerle e comprenderle a fondo.

A. Il lato maggiore del vero rettangolo ha lunghezza uguale a quella della diagonale di un quadrato, i cui lati siano uguali al lato minore.

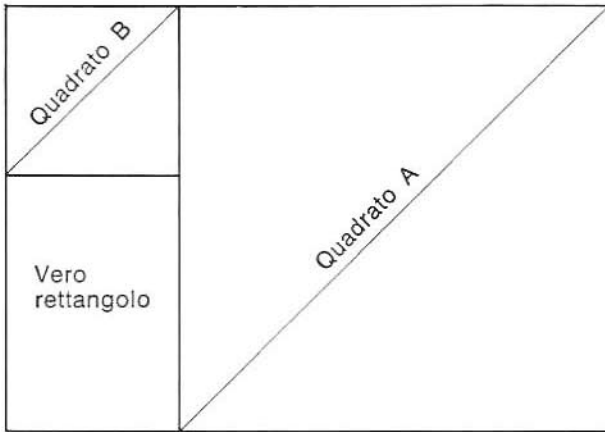


B. La mediana del lato maggiore del vero rettangolo lo divide in altri due veri rettangoli. Inoltre raddoppiando il lato minore di un vero rettangolo se ne produce un altro (sempre vero) di superficie doppia. Ciò vuol dire che questa figura può crescere sia dalla parte del lato maggiore che dal lato minore senza cambiare le proporzioni dei suoi lati: potremmo dire che è senza limiti. Questa caratteristica si rivela molto comoda quando si vogliono raddoppiare o dimezzare le dimensioni dei modelli senza stare a far conti o a prendere delle misure: basta infatti partire da un vero rettangolo elementare.



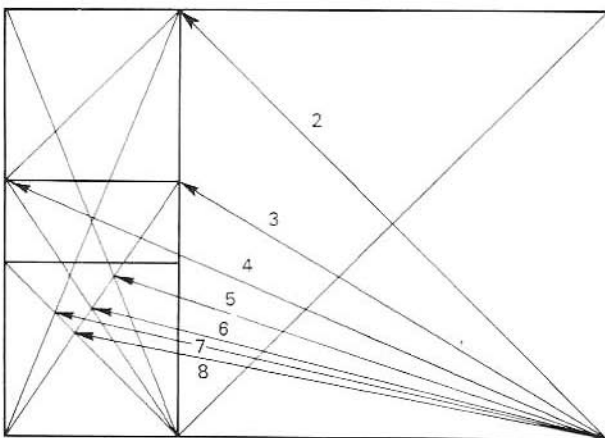


C. Se da un vero rettangolo si toglie un quadrato di lato uguale al suo lato minore e si fa altrettanto dal rettangolo di carta (che non è questa volta «vero») che avanza, si ottiene di nuovo un altro vero rettangolo più piccolo.



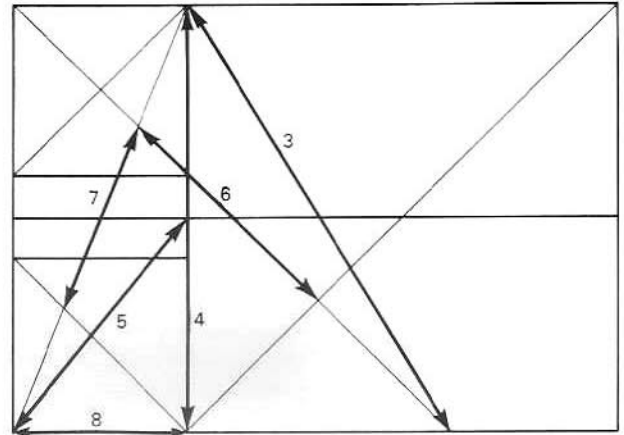
3. POSSIBILITÀ DEL «VERO RETTANGOLO»

Accanto alle caratteristiche descritte nel paragrafo precedente, il vero rettangolo ha un rilevante numero di altre proprietà. Per esempio, a differenza di qualunque altra figura, vi si possono scoprire linee che dividono l'angolo retto in un numero qualsiasi di parti uguali.



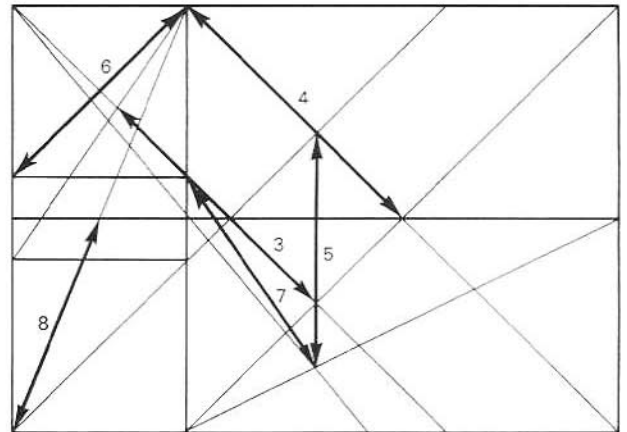
(Le cifre indicano il numero di parti uguali in cui viene diviso il triangolo rettangolo del vertice in basso a destra: 2, vuol dire che è stato bisecato; 3, trisecato...)

Inoltre, vi si può ritrovare la lunghezza del triangolo equilatero, dell'esagono regolare, e di altri poligoni regolari.



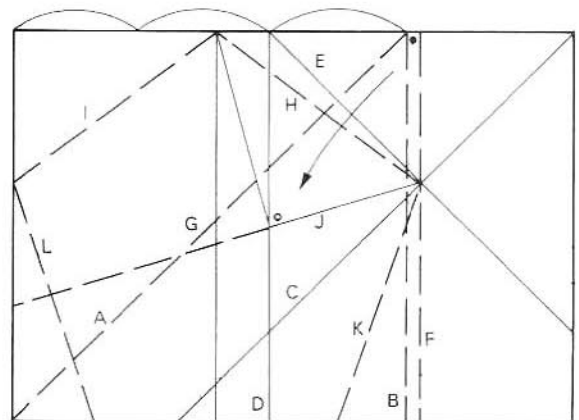
(Le cifre indicano le lunghezze dei lati maggiori dei poligoni regolari che possono essere prodotti da questo vero rettangolo)

Il vero rettangolo vi dà anche il raggio delle circonferenze che circoscrivono queste figure.



(Le cifre indicano le lunghezze dei raggi delle circonferenze che circoscrivono i poligoni regolari descritti sopra)

Dal punto di vista della tecnica origami questo è della massima importanza perché rende possibile realizzare accuratamente per piegatura: triangoli, quadrilateri e molti altri poligoni. Questo grande vantaggio appare in tutto il suo valore quando si pensi a quanto sia difficile realizzare un pentagono partendo dal tradizionale foglio quadrato dell'Origami.



(Le piegature devono avvenire secondo l'ordine alfabetico)

Ma questa figura gode di molte altre possibilità che scoprirete voi stessi non appena la esaminerete con attenzione e comincerete a fare le prime pieghe in fogli di carta che hanno le sue proporzioni.

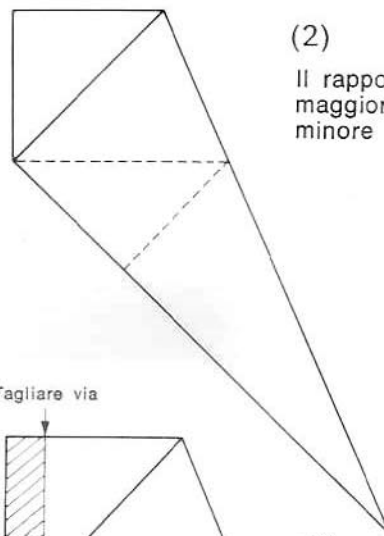
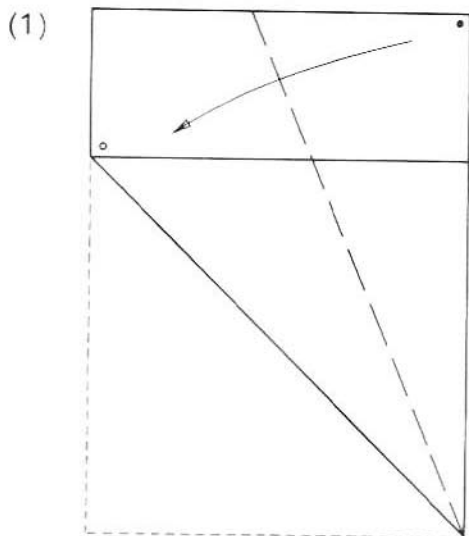
Prepariamoci a cominciare

1. ATTREZZI E MATERIALI.

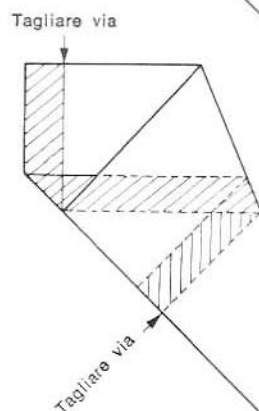
Per costruire modelli volanti secondo le tecniche origami non ci vuole niente che non sia già ordinariamente in casa. Avrete bisogno di un bel po' di carta, un po' di colla (preferibilmente di un tipo in pasta che seccandosi non diventi rigida), un paio di forbici (o un tagliacarte), una cucitrice a punti metallici e un righello. Poiché questo libro richiede fogli di carta tagliati secondo le proporzioni del vero rettangolo, comunque, devo spiegarvi come ottenerli. In molti Paesi questi fogli non si trovano in commercio con le proporzioni volute; quindi il lettore dovrà tagliarseli nelle giuste dimensioni personalmente e a mano. Tra parentesi, quando ho incominciato a scrivere questo libro in Giappone erano in vendita fogli di carta delle proporzioni del vero rettangolo (in Italia i blocchi per note di carta a quadretti nelle misure standard hanno le proporzioni dei veri rettangoli dei formati consigliati nel testo. NdT).

Sfruttando la caratteristica A di questa figura, descritta nel precedente capitolo, si può disegnare un vero rettangolo con il solo ausilio del compasso. Per prima cosa prendete un foglio di carta rettangolare qualsiasi e riportate sul lato maggiore a partire da un vertice, con il compasso, la lunghezza del lato minore. Dal punto così trovato innalzate la perpendicolare e otterrete un quadrato il cui lato è uguale al lato minore del rettangolo originale. La diagonale di questo quadrato darà il lato maggiore di un vero rettangolo che ha per lato minore quello del quadrato (o del rettangolo originario).

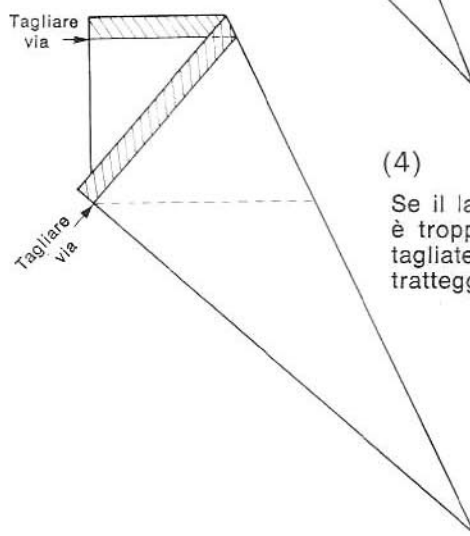
Se partite, per ottenere il vero rettangolo, da un foglio di carta abbastanza grande, potete facilmente realizzare veri rettangoli più piccoli, tagliando a metà il vero rettangolo maggiore tante volte quanto sia necessario. Per le esigenze di questo libro è più facile preparare dei fogli di carta rettangolari di lati con lunghezze di 210 e 148 mm rispettivamente, perché la maggior parte dei modelli richiede fogli di queste dimensioni. Per alcune parti dei modelli, si richiedono fogli di carta più piccoli. In questo caso le dimensioni sono riferite a mezzo di una lettera e un numero, per esempio: B7. Le dimensioni così indicate corrispondono a quelle dei rettangoli riportati sulla retrocopertina di questo libro. Infine, usate il seguente metodo per verificare l'esattezza del vero rettangolo che vi siete fatto.



(2)
Il rapporto tra il lato maggiore e quello minore è corretto.



(3)
Se il lato minore è troppo lungo, tagliate via la parte tratteggiata.

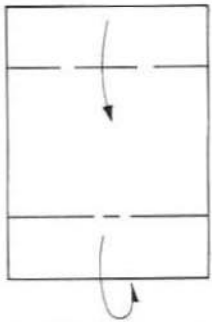
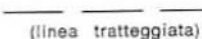
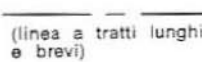


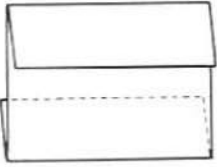
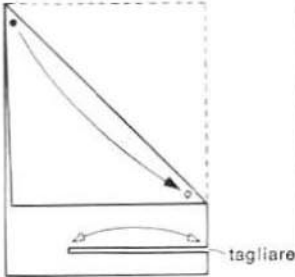
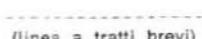


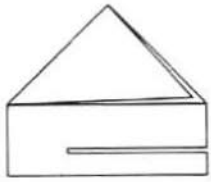

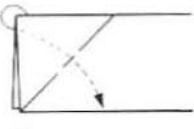

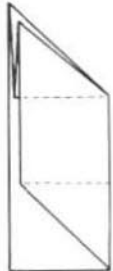
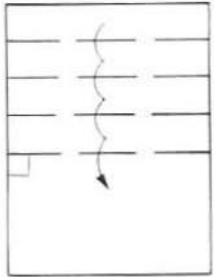
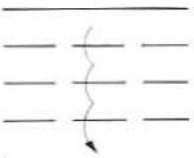

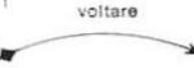

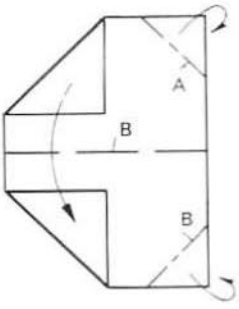

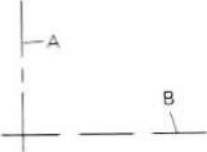
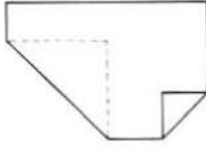



(4)
Se il lato maggiore è troppo lungo, tagliate via la parte tratteggiata.

2. BREVI NOTE DI TECNICA

1. Tutte le pieghe devono essere perfettamente rettilinee e ben schiacciate; per ottenere ciò fate ampio uso del righello e delle vostre unghie.
2. Dovete controllare che le vostre mani siano pulite e asciutte per non deformare la carta inumidendola con il sudore.
3. Tutti i modelli devono essere simmetrici rispetto all'asse della fusoliera. Poiché ogni aeromodello deve mantenere sempre, anche nei vari passaggi della sua costruzione, questa simmetria, tutti i modelli di questo libro, tranne ove viene esplicitamente dichiarato il contrario, devono seguire questa regola.
4. Cercate di avere la costanza di piegare e ripiegare fino a che non siete sicuri di aver capito bene il modello e di mantenere il preciso proposito di costruire i vari modelli sempre nella miglior maniera possibile.

3. SIMBOLOGIA E TECNICHE DI PIEGATURA

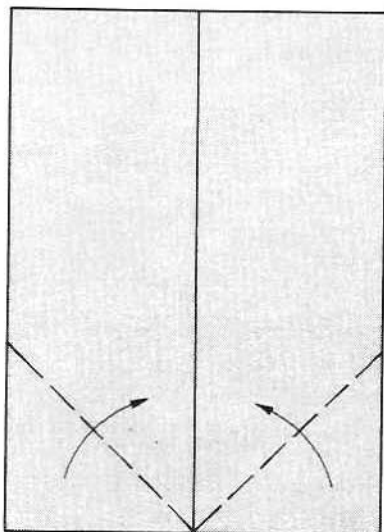
Simbolo	Significato	Risultato
	<p>  = piega a valle o interna (linea tratteggiata) </p> <p>  = piega a monte o esterna (linea a tratti lunghi e brevi) </p> <p>  = piegare in sù (o verso di voi) </p> <p>  = piegare in giù (o lontano da voi) </p>	
	<p>  = linea già coperta, linea che deve essere fatta al passo successivo, o contorno della figura nella posizione precedente (linea a tratti brevi) </p> <p>  = portare il punto nero sul punto bianco </p> <p>  = fare un taglio lungo quanto indicato tagliare </p>	
	<p>  = piega a soffietto: la carta viene spinta in dentro cosicchè il vertice superiore si proietta all'interno della piega andando nella posizione ove approssimativamente cade la freccia </p> <p>  = inserire i lembi </p>	
	<p>  = fare queste pieghe partendo dalla parte superiore del foglio </p> <p>  = piegare ad angolo retto </p> <p>  = voltare (nel senso di voltar pagina) l'intera figura </p>	
	<p>  = allineare le due linee piene </p> <p>  = eseguire le operazioni in ordine alfabetico; in questo caso si deve fare una piega esterna sulla linea A e poi una interna sulla linea B </p>	 <p>  = baricentro </p>

Aeromodelli per far sognare

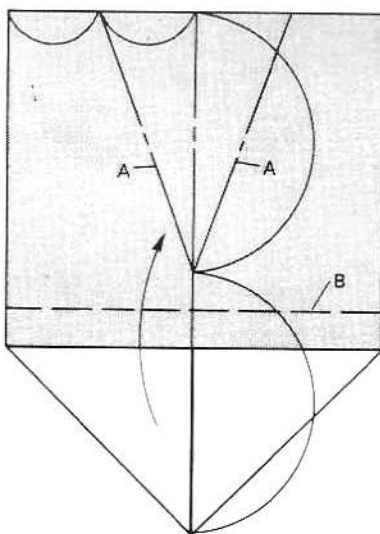
1. FRECCIA

Questa nuova versione di un vecchio aeromodello di carta presenta l'aggiunta di un impennaggio verticale* come stabilizzatore*. Osservate la piccola sezione triangolare piegata: essa consente alla sezione anteriore del modello di rimanere ben piegata al suo posto. Non costruite un muso troppo a punta; per andare sul sicuro vi consigliamo un angolo di circa 5°.

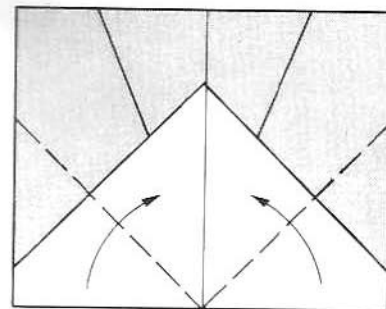
(1)



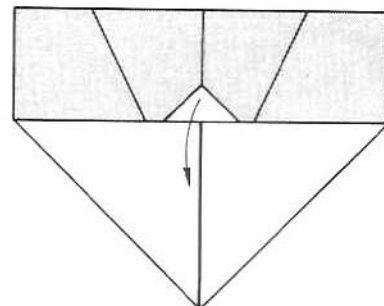
(2)



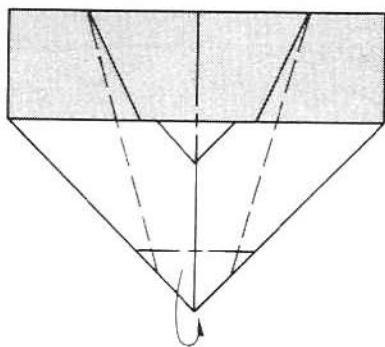
(3)



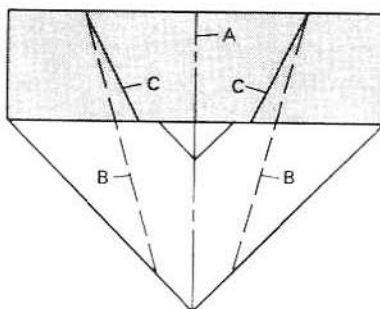
(4)



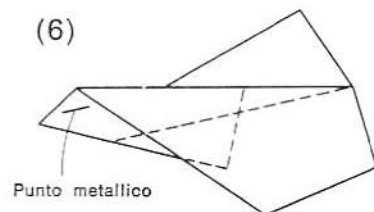
(5')



(5)



(6)



Piegatura.

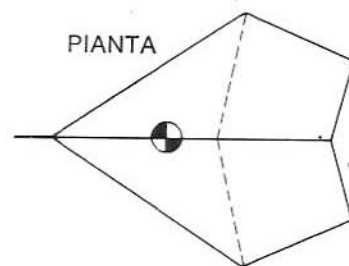
(2) Realizzate la piegatura (pieghe a monte) a V lungo le linee A. Così facendo si predispone già pre-piegata la parte che successivamente verrà tirata in su a formare la coda; quando vi sarete abituati a realizzare questo tipo di impennaggio, potrete anche saltare questo passo. Successivamente piegate lungo la linea B (piega a valle).

(5-6) Piegate tutta la fusoliera a metà lungo la mezzeria A e piegate in giù entrambe le ali lungo la linea B. Ora estraete la coda (linee C) che avete preparato nella fase n. 2. Cucite il muso con un punto metallico, come illustrato. A questo punto potete piegare in giù il muso (5°).

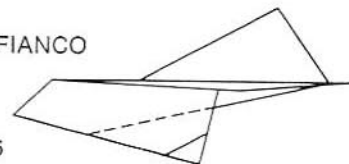
PROSPETTO



PIANTA



FIANCO

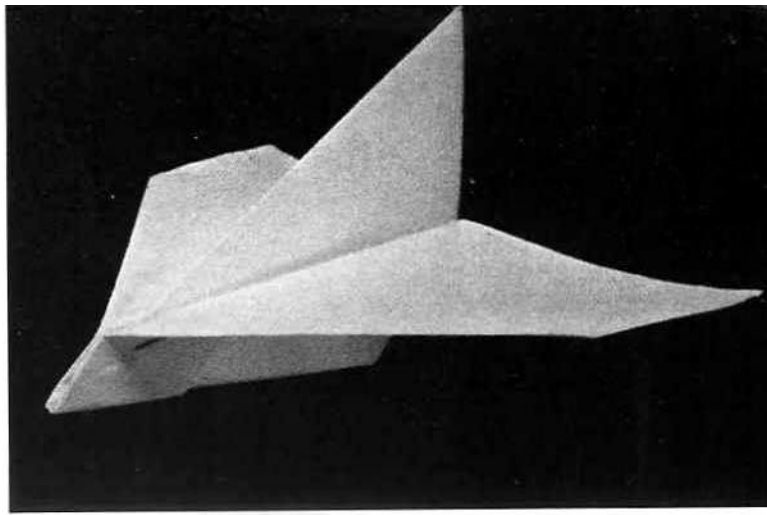


Scala: 1/3

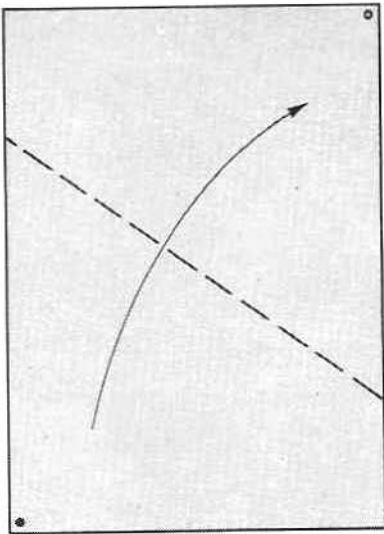
Formato del foglio: A5

2. AEREO CON ALA A FRECCIA

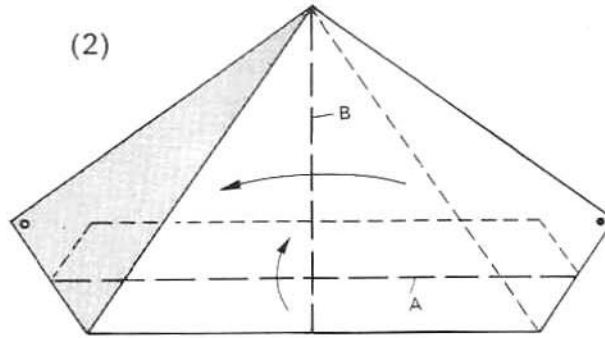
Se si piega un vero rettangolo lungo una diagonale o una linea inclinata prossima alla diagonale si ottiene una sovrapposizione imperfetta, così che in alcuni punti la faccia inferiore del foglio risulta esposta. Sebbene inizialmente sembri un po' difficile da manipolare, dopo i primi tentativi ci si rende conto ancora una volta delle possibilità senza limiti di questa figura. Se non si fa troppo caso a queste non perfette sovrapposizioni e continuando nella piegatura, si può realizzare un gran numero di varianti diverse. Questo aereo è il risultato di una delle tante variazioni sul tema della simmetria. Altre modifiche verranno riprese più avanti nel libro.



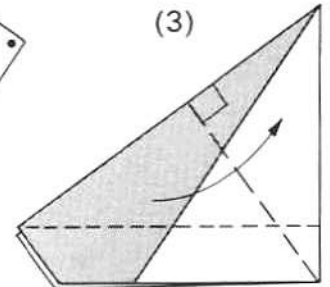
(1)



(2)

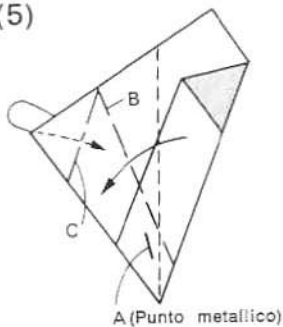


(3)

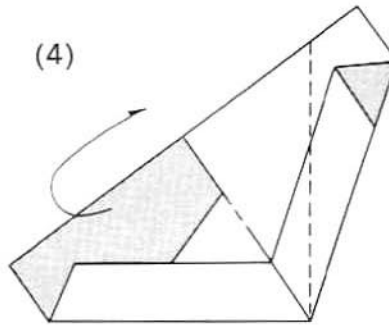


(3) Portate la parte che si trova più in basso a sinistra del solo semi-modello di sopra, in alto a destra, piegando lungo la linea tratteggiata.

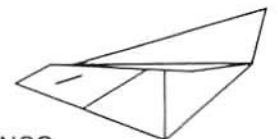
(5)



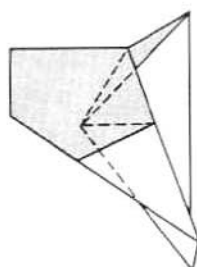
(4)



FIANCO



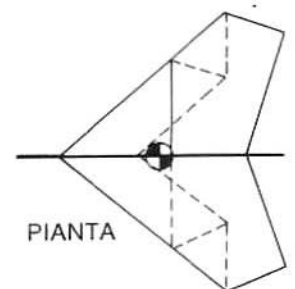
(6)



PROSPETTO



PIANTA

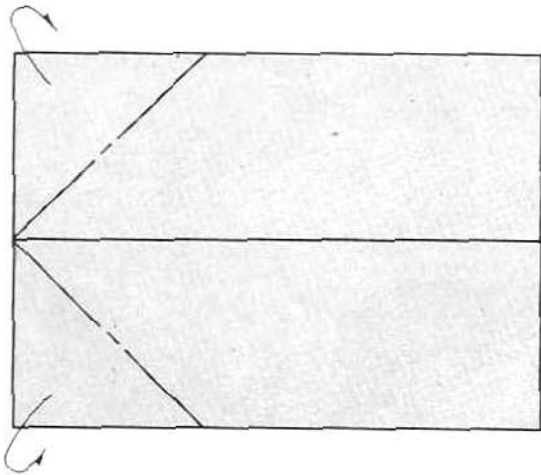


Scala: 1/3
Formato del foglio: A5

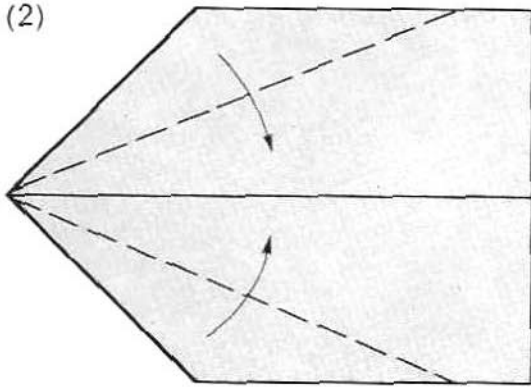
3. CALAMARO

Sebbene questo modello abbia a lungo goduto del maggior favore degli appassionati — è conosciuto anche con il nome di coda anteriore o canard* — ha sempre denunciato una eccessiva tendenza al rollio* a causa del fatto di aver una apertura alare troppo ridotta in rapporto alla lunghezza del corpo. Più avanti vedremo una modifica a questo progetto base che elimina l'inconveniente. Il modello che qui si propone, presenta in più solo una coda che vale a modernizzare un po' lo schema classico. Per la loro negativa influenza sul buon funzionamento del modello, non fate grinzze sulla superficie superiore di questo, come di qualunque altro aereo o uccello o insetto volante. Per essere ancora più precisi, potrei dire che è sempre un errore far sì che la faccia inferiore (o retro) del foglio vada a formare la superficie alare superiore (ovviamente questo vale solo se la carta presenta sulle due facce due finiture diverse). Sia da un punto di vista estetico che aerodinamico, è sempre bene che il retro del foglio stia il più possibile nascosto all'interno delle pieghe.

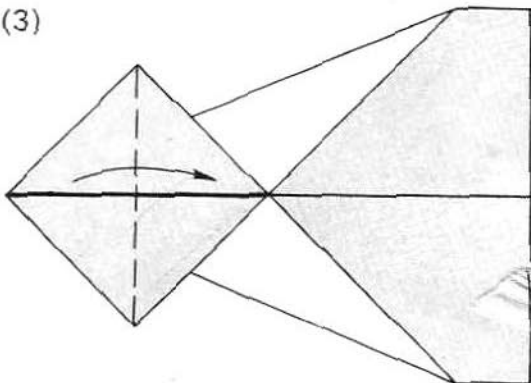
(1)



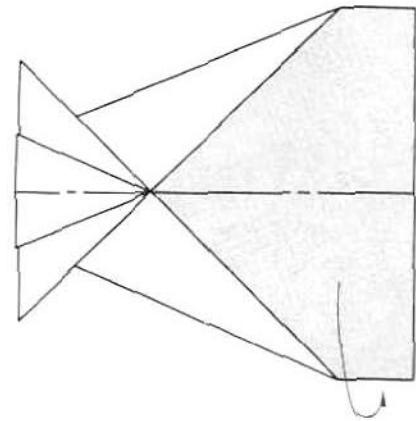
(2)



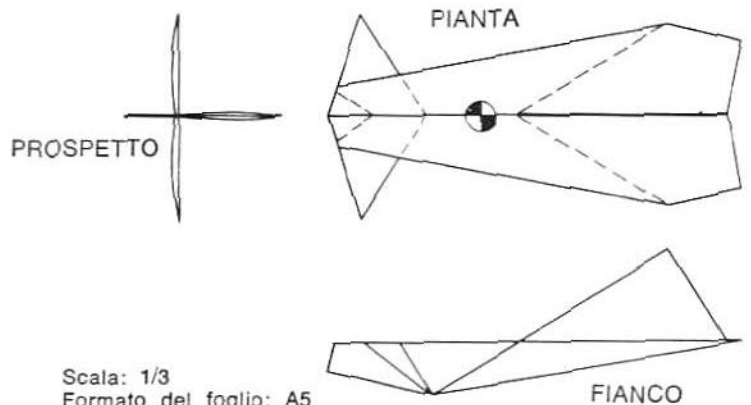
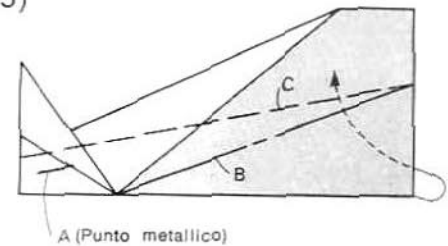
(3)



(4)



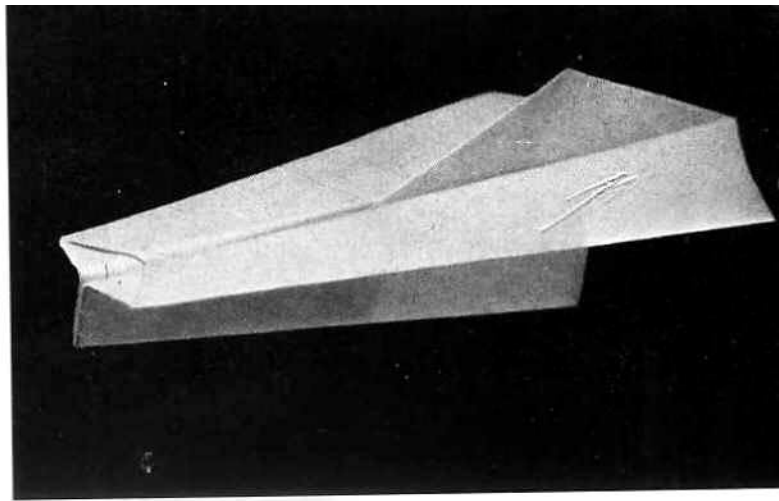
(5)



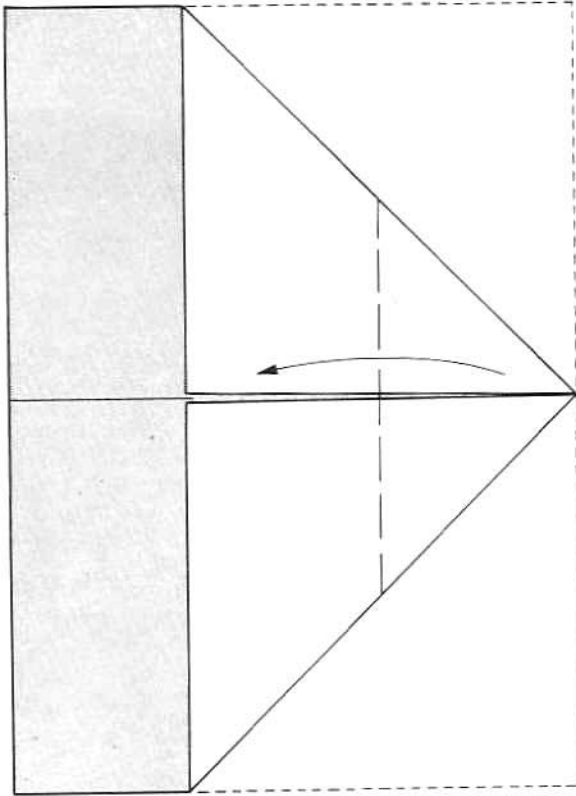
Scala: 1/3
Formato del foglio: A5

4. RAZZO

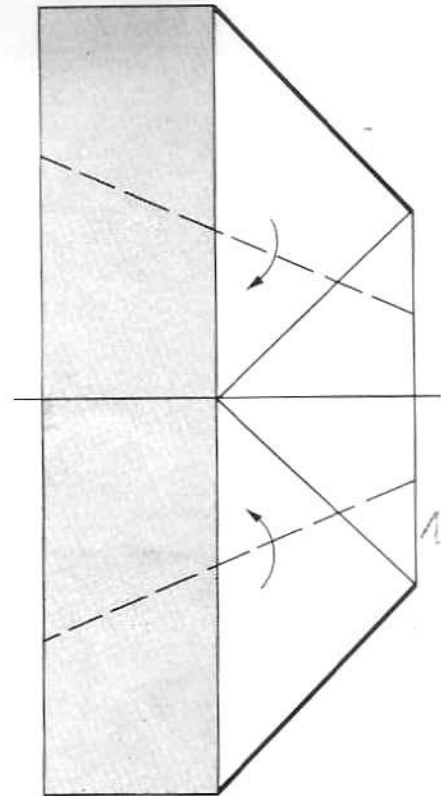
Questo aeromodello assai semplice da costruire è molto divertente perché può essere lanciato con forza e raggiungere alte velocità.



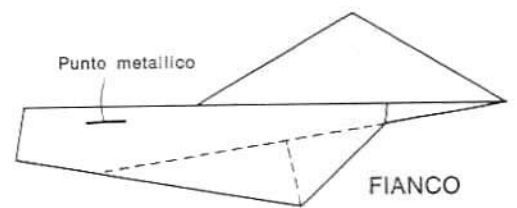
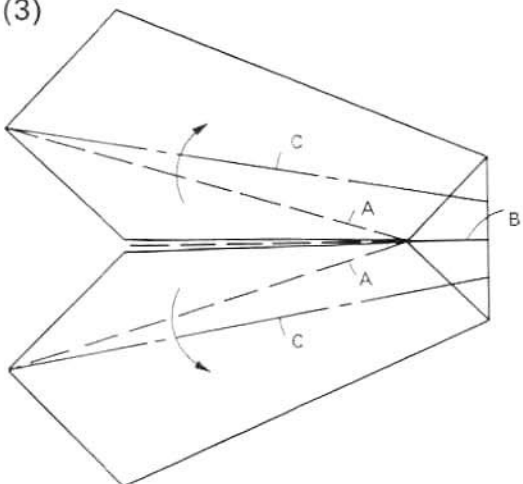
(1)



(2)

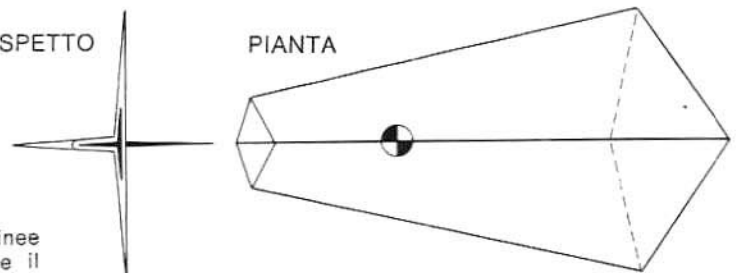


(3)



PROSPETTO

PIANTA



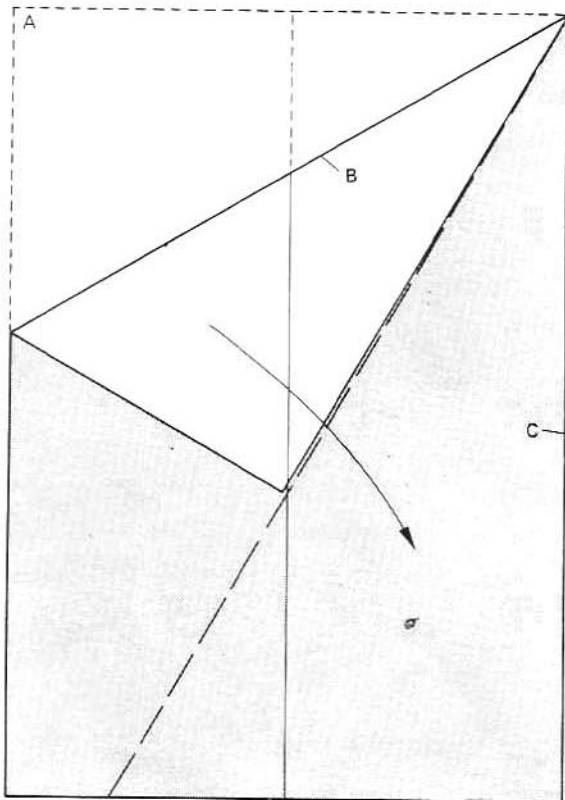
(3) Prima di tutto piegate con pieghe a valle lungo le linee A, quindi ancora con pieghe a valle, piegate in due il modello lungo la linea B. Abbassate poi le ali con pieghe a monte lungo le linee C. È consigliabile incollare insieme le due parti della coda per evitare che si apra.

Scala: 1/3
Formato del foglio: A5

5. NUOVO CALAMARO

Versione più originale, questo nuovo «calamaro» ha piegature del tutto diverse da quelle dei modelli tradizionali. Allo scopo di aumentarne la stabilità questa versione usa l'intera larghezza della carta per le ali anteriori. La fusoliera, più corta, rende più robusta la struttura e avanza il baricentro del modello (generalmente parlando gli aerei che hanno il baricentro più avanti volano più veloci).

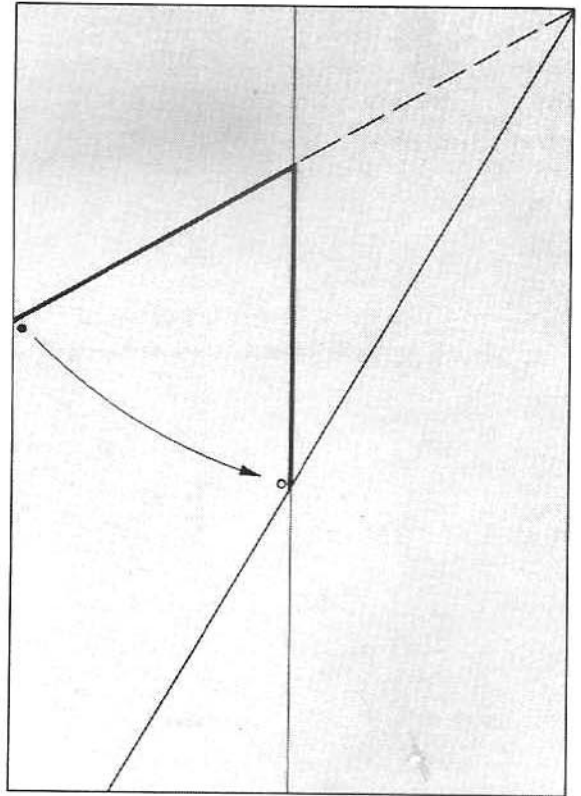
(1)



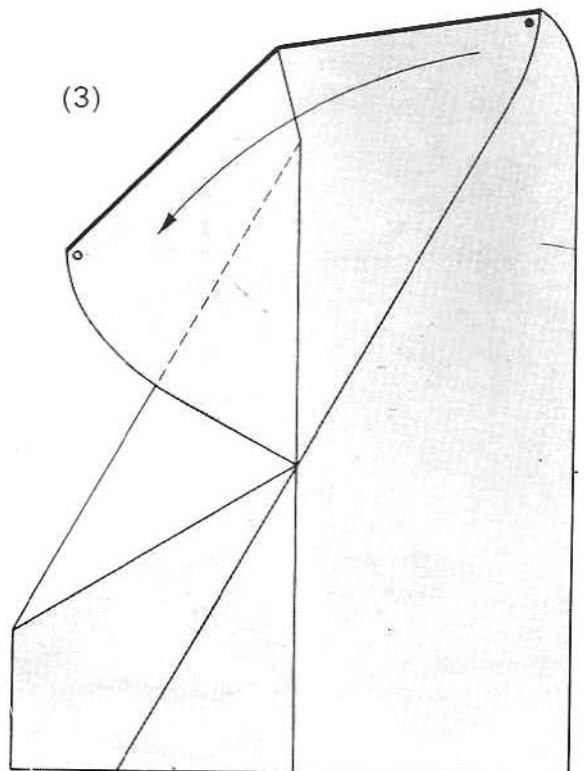
(1) Come si divide in tre parti ugali l'angolo retto:

Portate il vertice A sulla mediana maggiore (e verticale nel disegno) del rettangolo. Successivamente ripiegate il foglio in modo che la piega B si sovrapponga al bordo C. Poi riaprite il foglio.

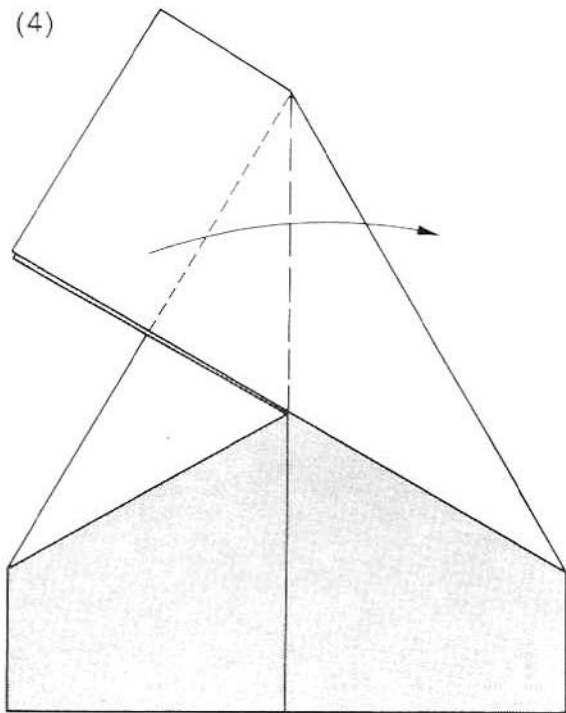
(2)



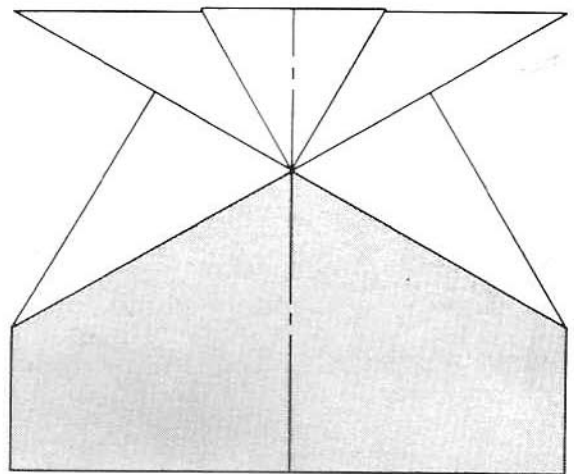
(3)



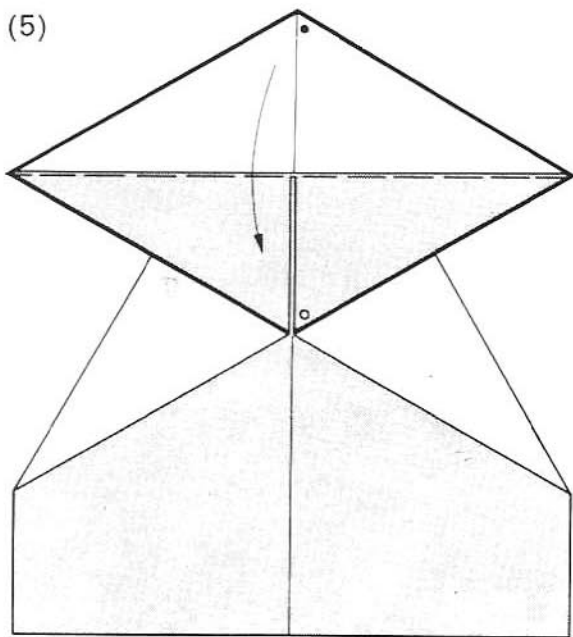
(4)



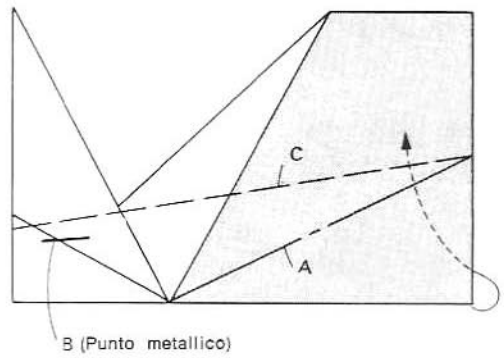
(6)



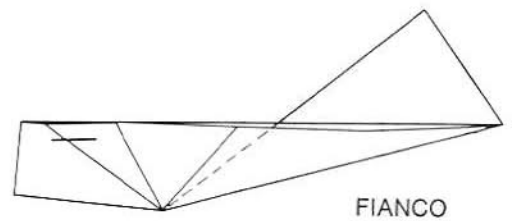
(5)



(7)

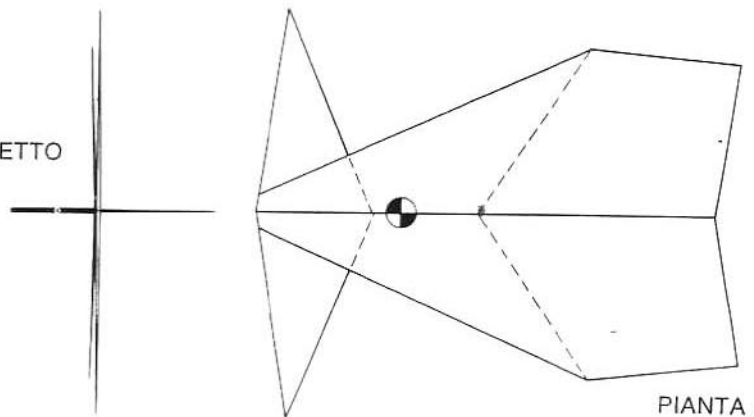


B (Punto metallico)



FIANCO

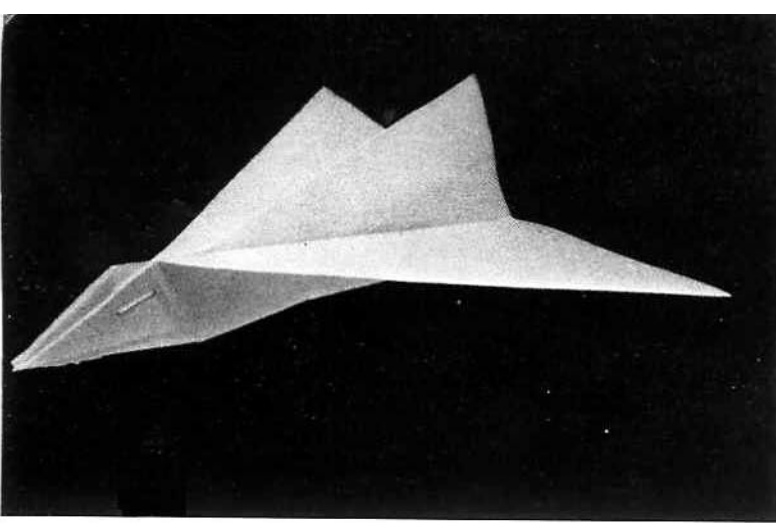
PROSPETTO



PIANTA

Scala: 1/2
Formato del foglio: A5

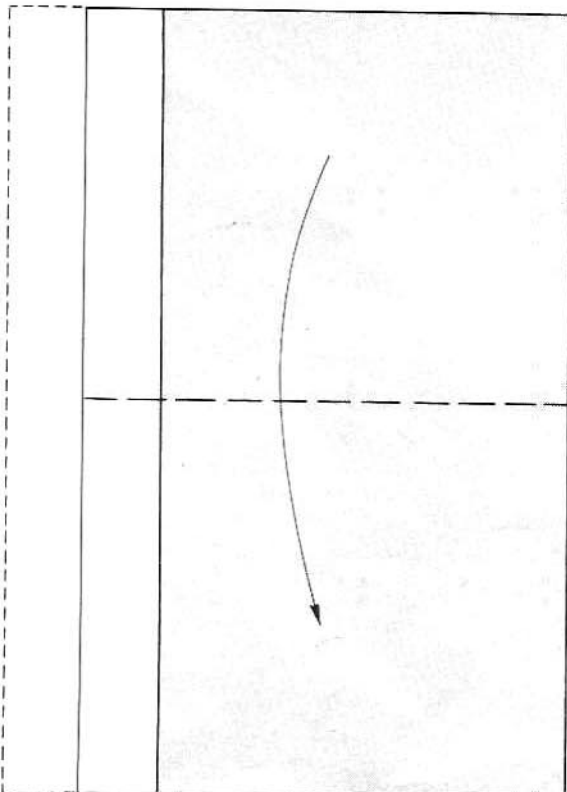
Aerei esistenti e possibili



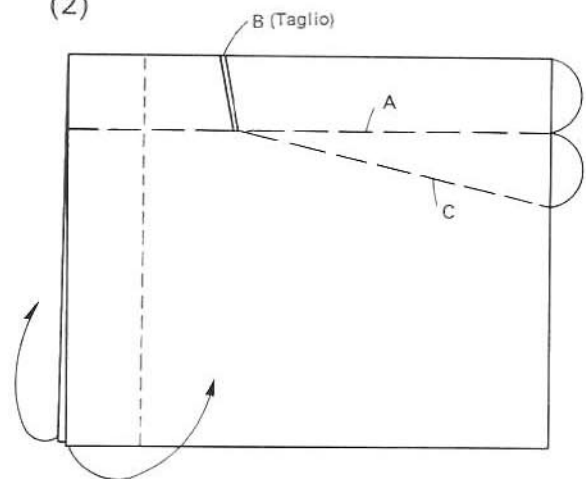
6. MONOPOSTO CON ALA A DELTA (TIPO A)

L'aviogetto preso a modello ha l'abitacolo per il pilota nel muso. Quando si costruiscono gli aeromodelli di questo libro e, in genere, tutti i modelli con tecnica origami è consigliabile portare, con opportune piegature, il più possibile il materiale nella fusoliera e nei bordi di entrata* delle ali. Questo accorgimento non solo irrobustisce la struttura, ma migliora anche la dinamica di volo del modello rendendolo, nel disegno, più simile alle penne degli uccelli o alle ali degli aerei veri. Questo modello sfrutta a fondo questo principio.

(1)

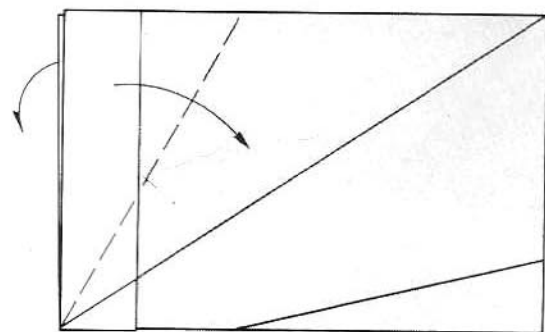


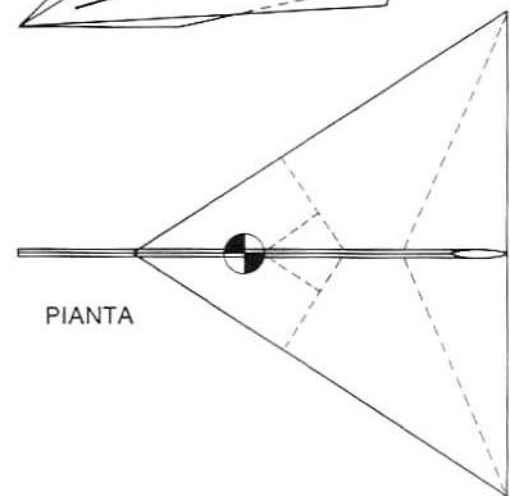
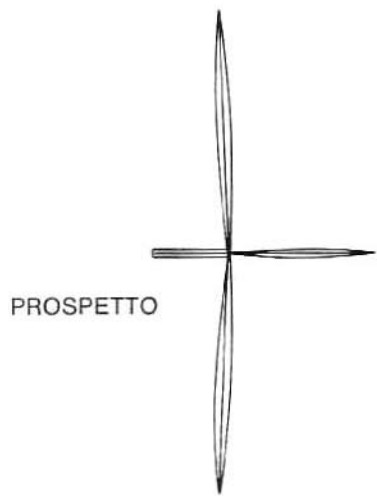
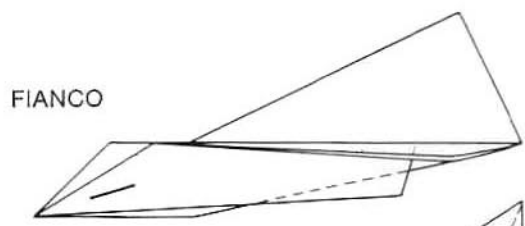
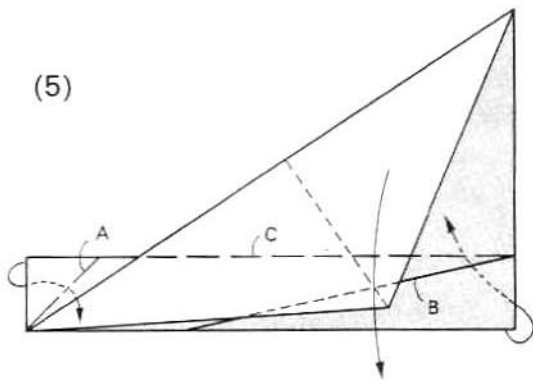
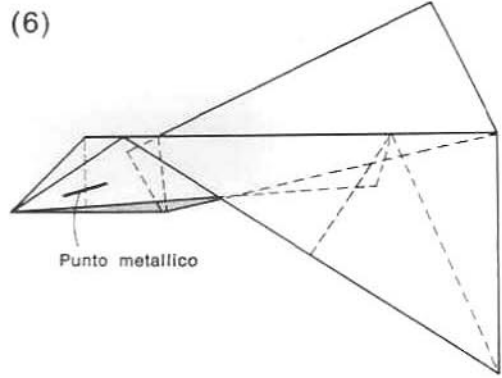
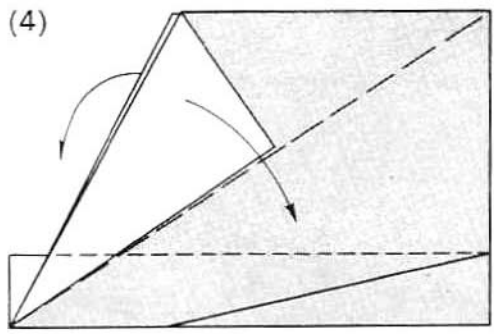
(2)



(2) Per prima cosa fate una piega a valle lungo A, poi voltate il modello e rifate la stessa piega sull'altro lato. Fate un taglio lungo la linea B. Fate un'altra piega a valle lungo la linea C, che parte dal taglio B. Rigitate il modello e ripetete.

(3)





Scala: 1/2
 Formato del foglio: A5

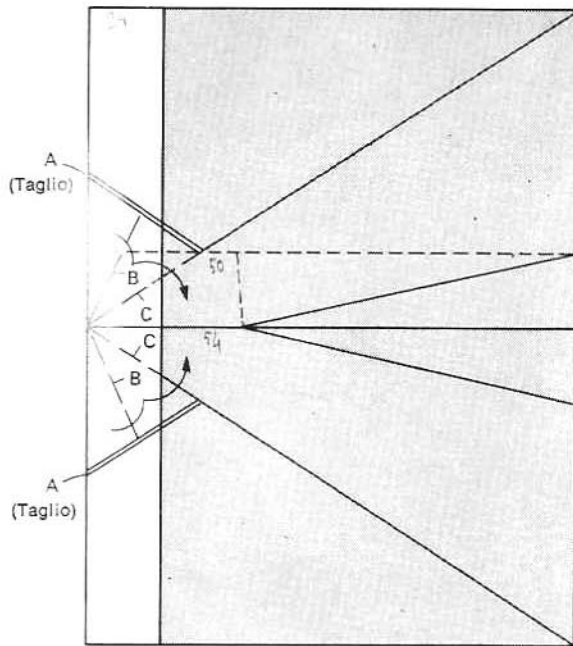
7. MONOPOSTO CON ALA A DELTA (TIPO B: BIGETTO)

Le due gondole motore* sono applicate ai lati della fusoliera di questo piccolo aviogetto con ala a delta*. In generale l'effetto delle ali a delta, così come quelle a freccia, equivale a dare alle ali una incidenza positiva* e il modello tende a cabrare*. Per evitare che questo effetto si accentui, si dà di solito alle ali una leggera incidenza negativa*.

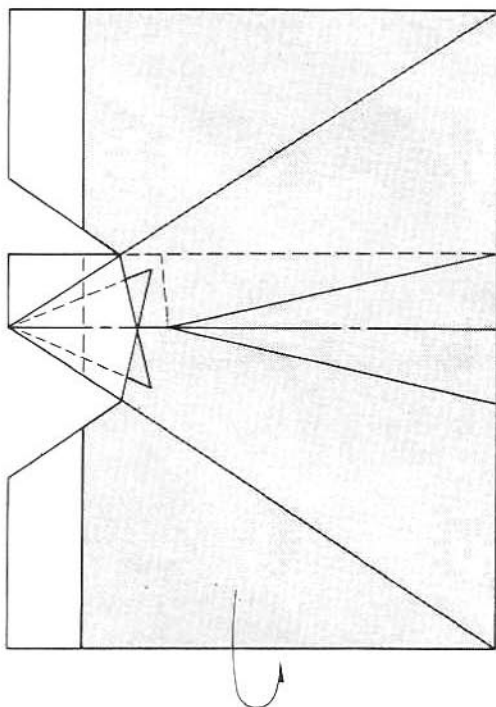
Piegatura.

(1-2) Questi passi sono identici ai passi n. 1 e 2 del modello tipo A (n. 6).

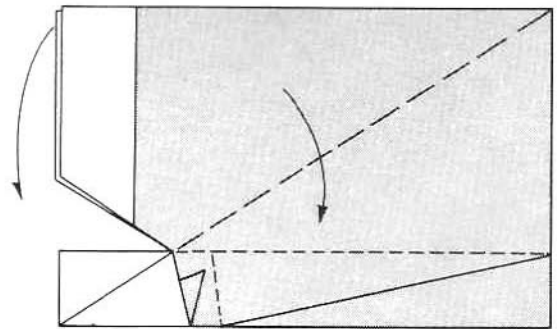
(3)



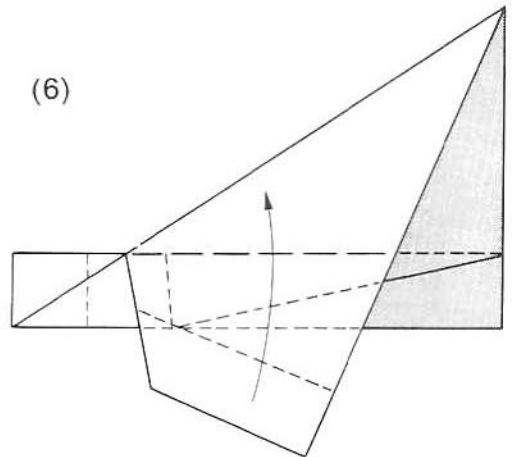
(4)



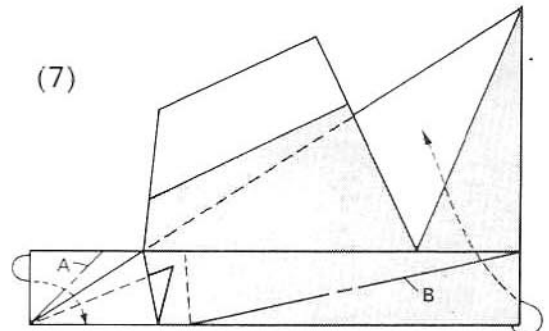
(5)

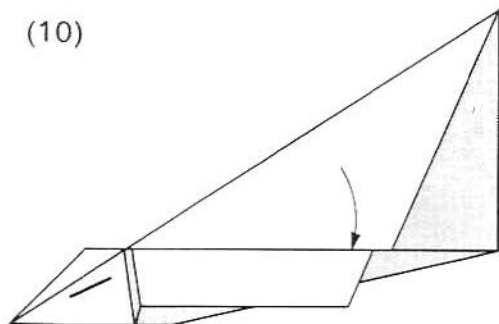
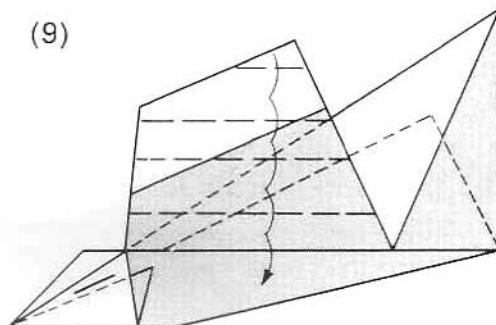
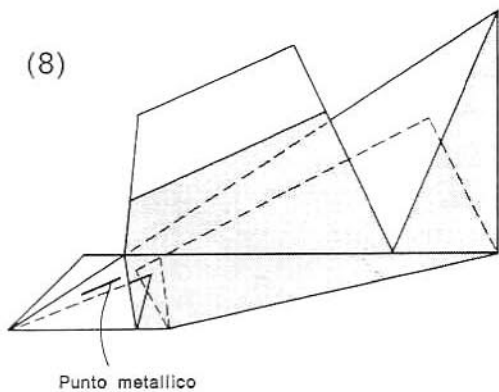


(6)



(7)

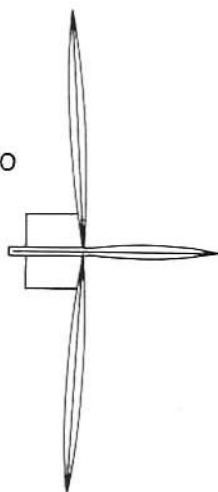




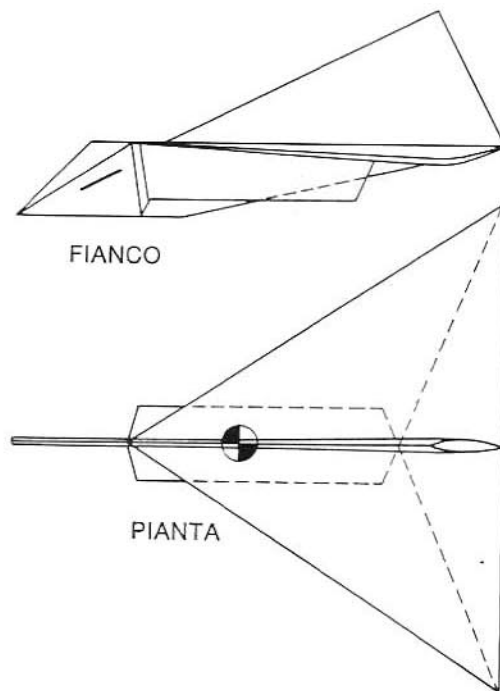
(9) Fate le pieghe necessarie a realizzare le gondole motore. Per maggior verosimiglianza queste dovrebbero essere cilindriche. Per ottenere questo effetto, arrotolatele su un listello a sezione tonda (o anche quadra) di dimensioni convenienti (può andar bene anche una matita).

Nota: Usate sempre colla che si mantenga elastica, per questi tipi di modelli origami, perché quando asciuga non diventi rigida e fragile e non vada soggetta a grande ritiro o, al contrario, dilatazione.

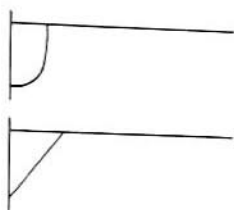
PROSPETTO



FIANCO



PARTICOLARI PROSPETTICI DEI DUE TIPI DI GONDOLE MOTORI

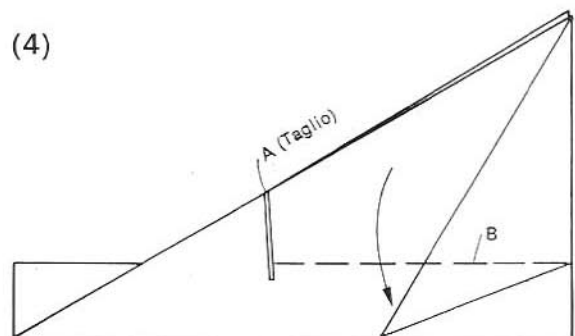
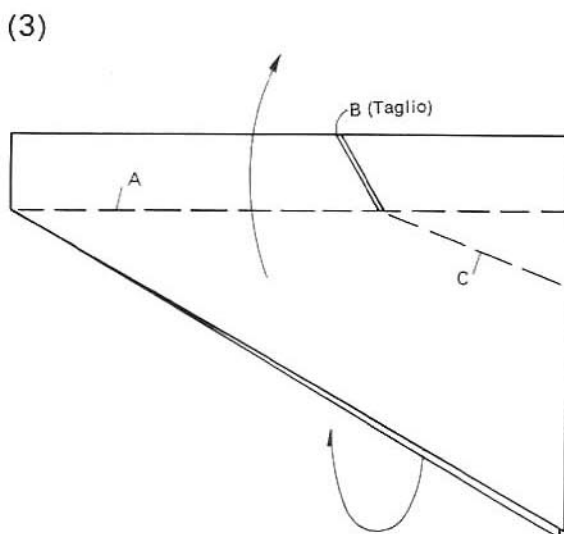
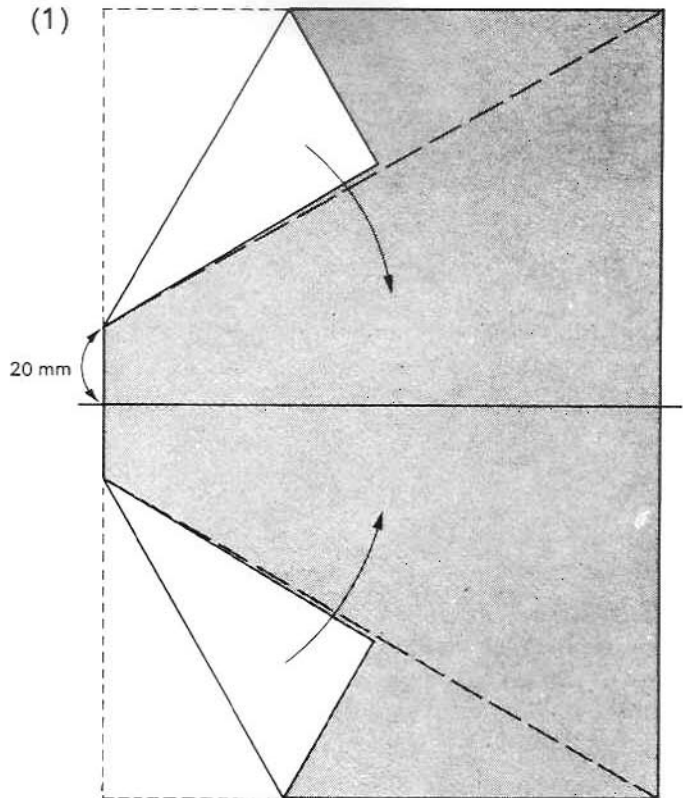
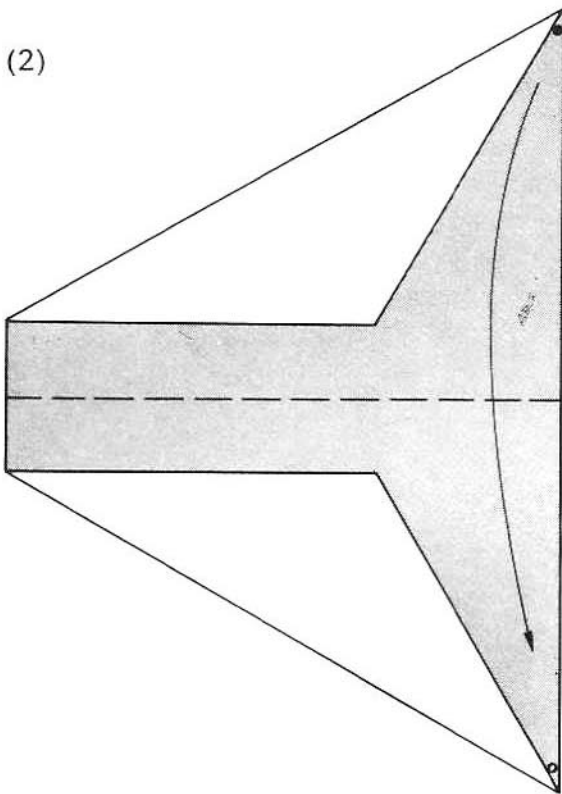


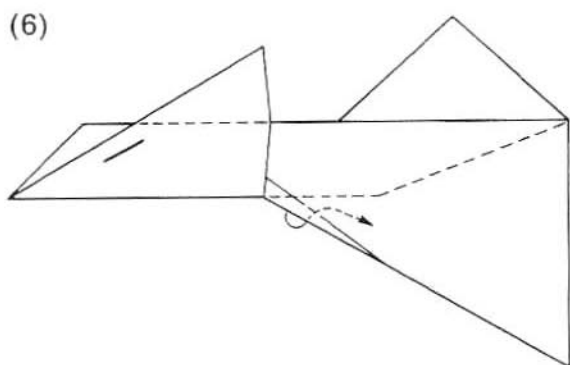
Scala: 1/2
Formato del foglio: A5

8. SAAB 37 VIGGEN

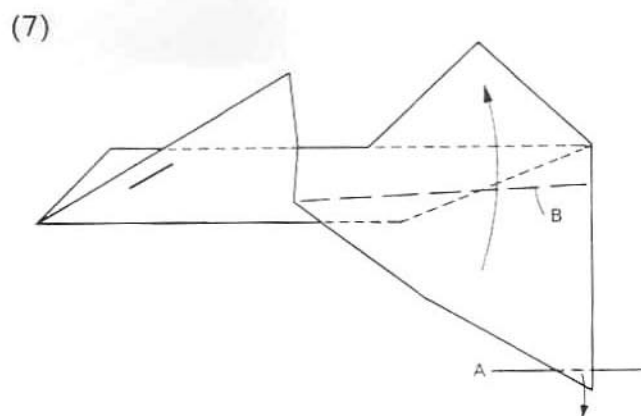
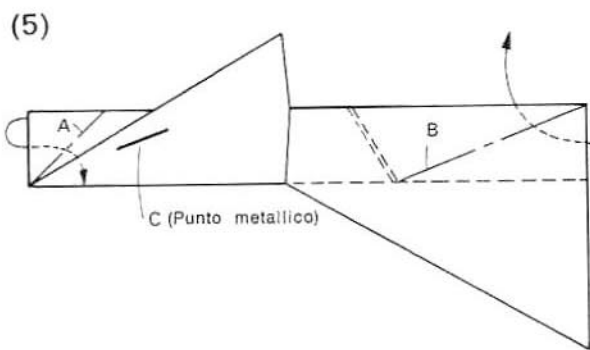
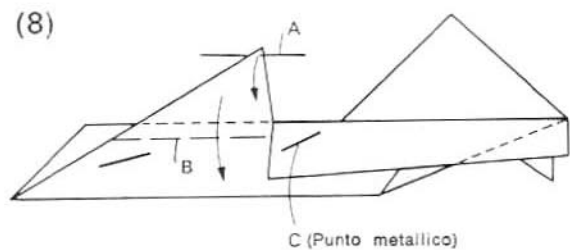
Questa è una copia origami dell'aereo orgoglio dell'industria aeronautica svedese, il Viggen, conosciuto in tutto il mondo. In esso sono brillantemente risolti i problemi di instabilità e inferiorità operativa che perseguitano i velivoli con ala a delta*, alle basse velocità. Inoltre poiché l'ala anteriore si trova più in alto di quella principale, ne risulta migliorata la portanza e viene efficacemente eliminato il deflusso d'aria turbolento dell'ala principale.

Nel costruire questo aeromodello tenete bene a mente le caratteristiche dell'aereo vero. Il baricentro è più spostato in avanti che nei modelli con ala a delta* normali, a causa dell'ala anteriore.



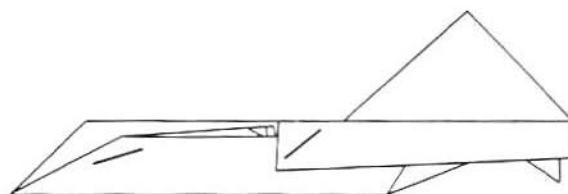


(6) Per irrobustire il bordo d'ingresso* dell'ala principale, praticate una piccola tasca (o pence) sul bordo stesso, vicino alla fusoliera. (è una finezza costruttiva e potete tralasciarla, se risulta troppo difficile).

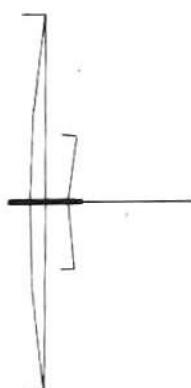


(7) La linea B non è parallela al bordo superiore della fusoliera. È invece inclinata leggermente verso il muso del modello per produrre quello che si chiama un angolo di calettamento negativo*.

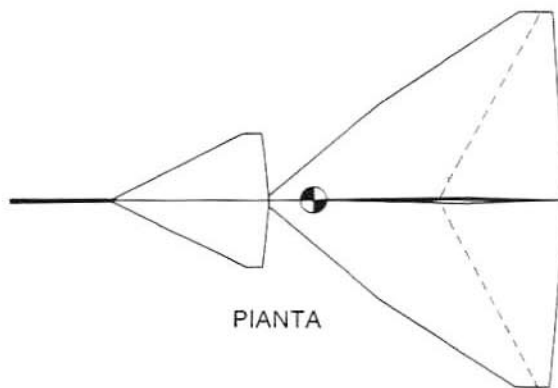
Nota: Se volete che questo modello abbia le prestazioni di uno con ali e fusoliera ritagliate in cartoncino, dopo aver finito la piegatura, riapritelo e ripercorrendo esattamente le stesse fasi di montaggio, incollate in sede ciascuna piega. Per mantenere le piegature incollate senza deformazioni, oltre ad usare colla adatta, mettete sopra dei pesi finché la colla si sia asciugata e solo dopo di ciò passate alla fase successiva.



FIANCO

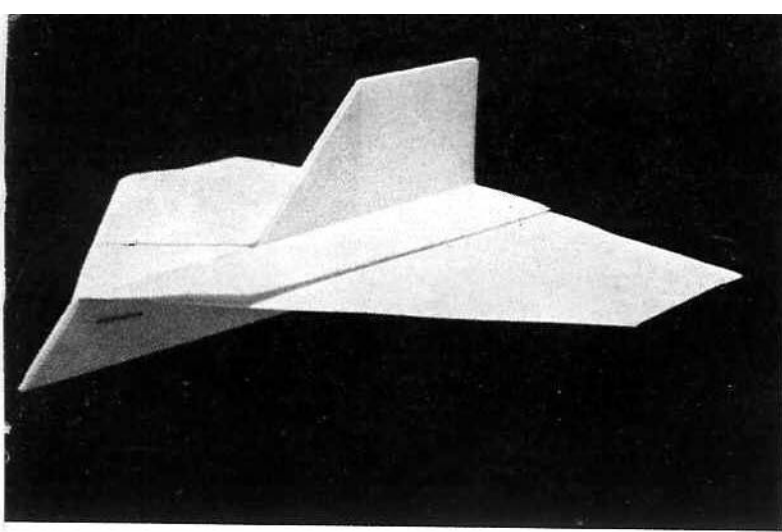


PROSPETTO



PIANTA

Scala: 1/2
Formato del foglio: A5

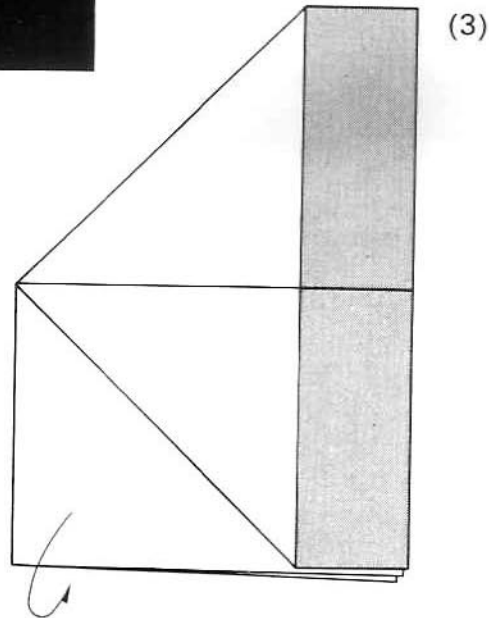
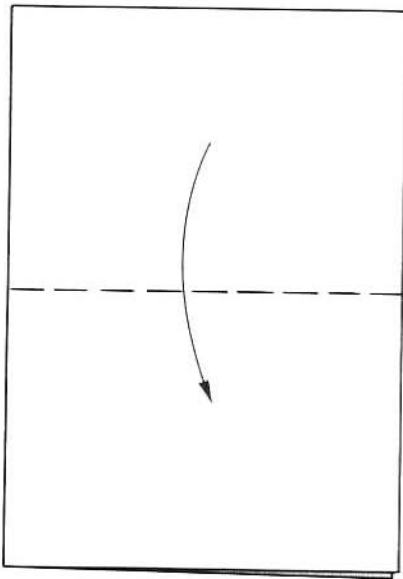


9. AEREO CON ALA A DELTA CLASSICO

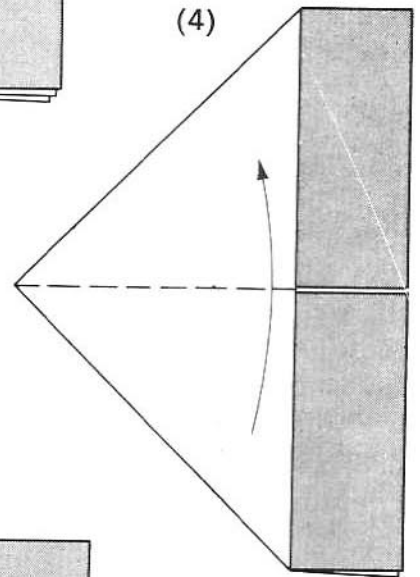
L'interesse maggiore di questo modello è dovuto alla sua facilità di costruzione e al fatto che si presta a numerose varianti e miglioramenti. La tecnica di piegatura può essere utilizzata per costruire numerose figure origami oltre che aeroplani.

TIPO A

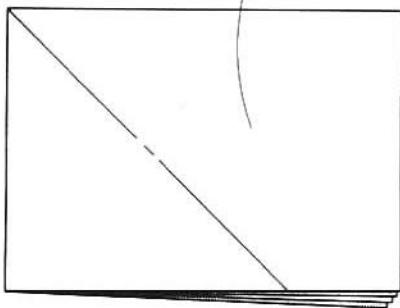
(1)



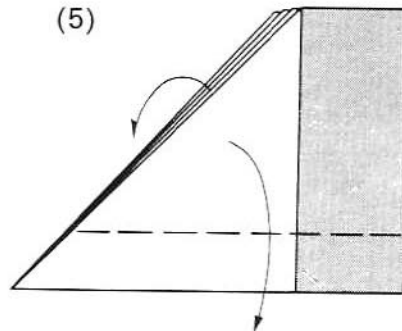
(4)



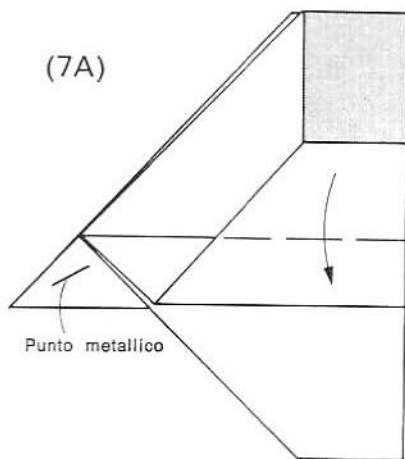
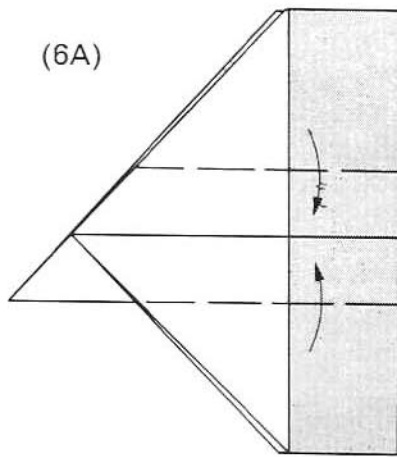
(2)



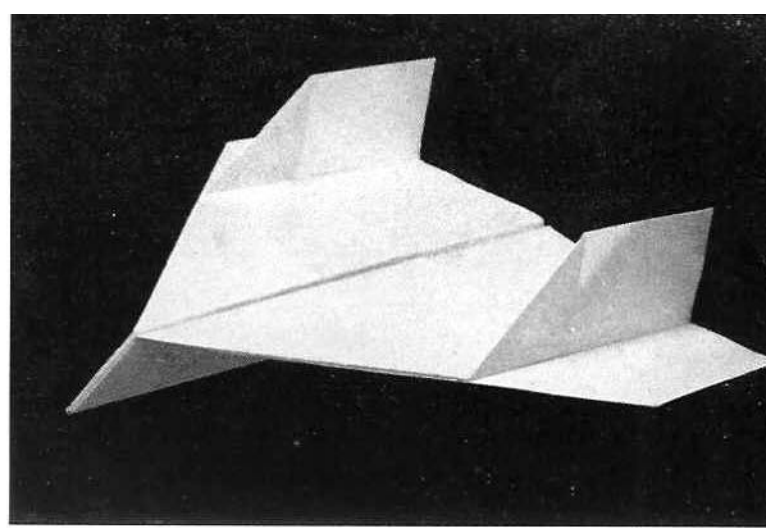
(5)



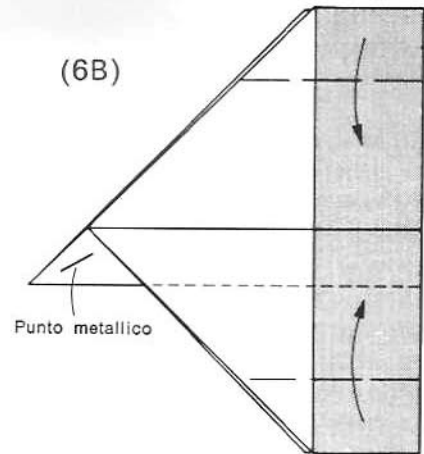
(5) Piegare verso il basso i due lembi superiori lungo la linea tratteggiata. (Da questo punto le istruzioni si dividono in due gruppi: un gruppo per il modello tipo A, l'altro per il modello tipo B).



(7A) Dopo aver eseguito le piegature illustrate, incollate insieme le parti che compongono lo stabilizzatore verticale*.

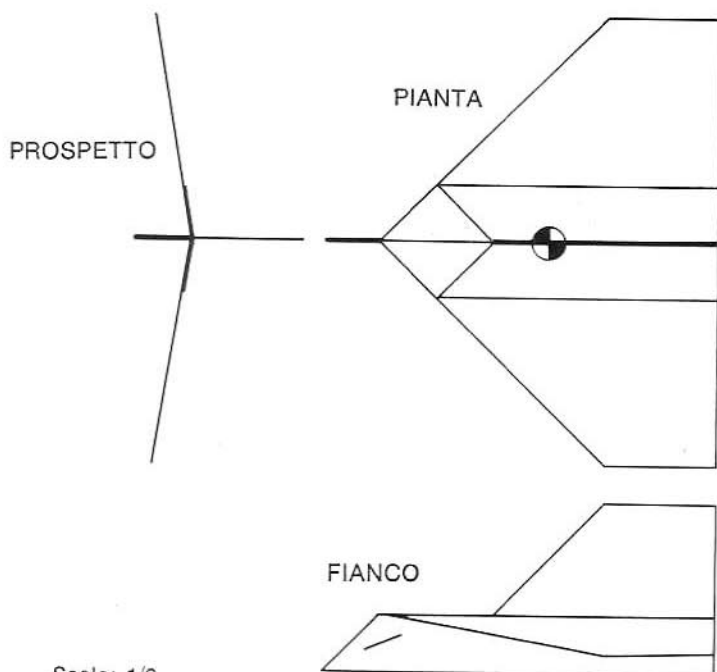


TIPO B



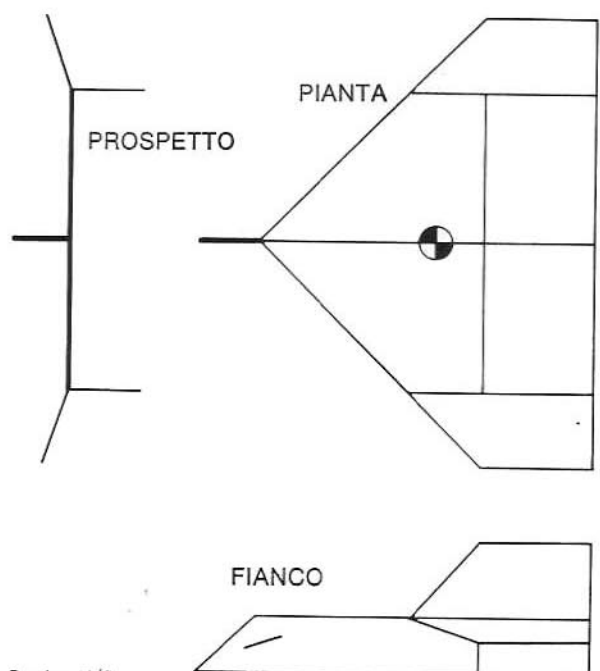
(6B) Dopo aver eseguito le piegature illustrate, incollate insieme il lembo superiore e quello inferiore di ciascuna ala.

TIPO A



Scala: 1/2
Formato del foglio: A5

TIPO B



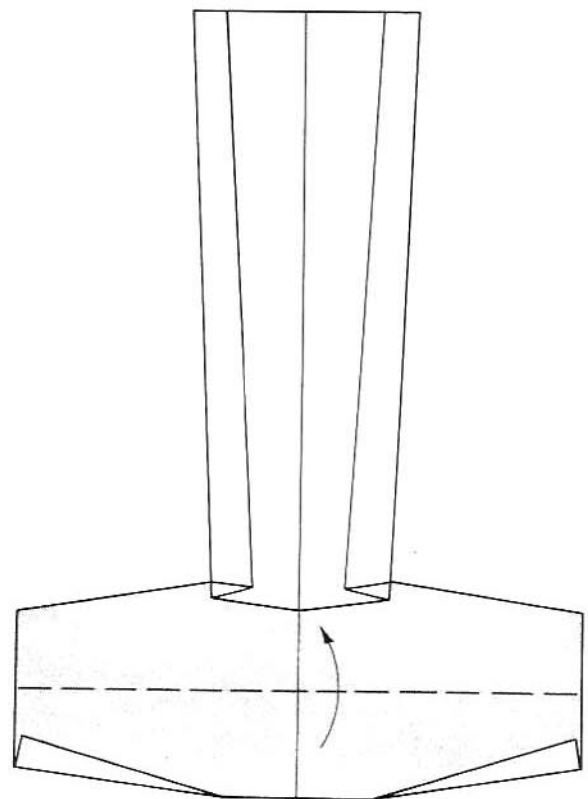
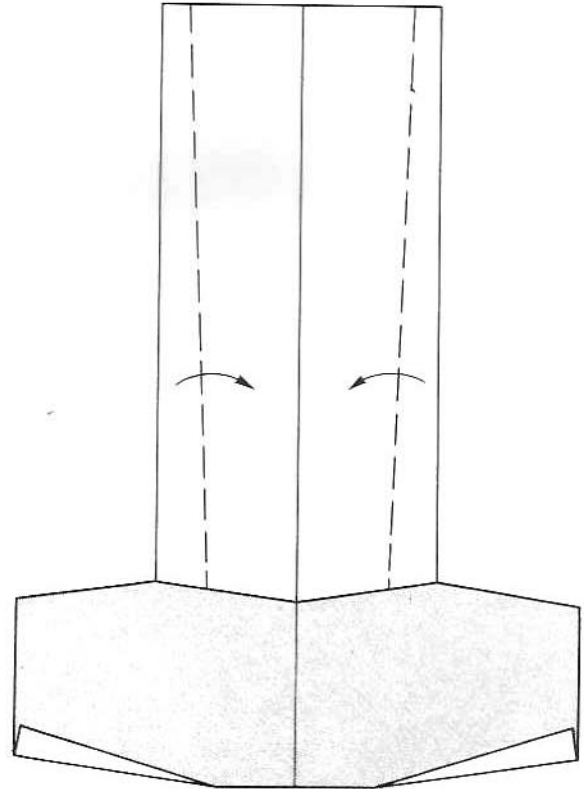
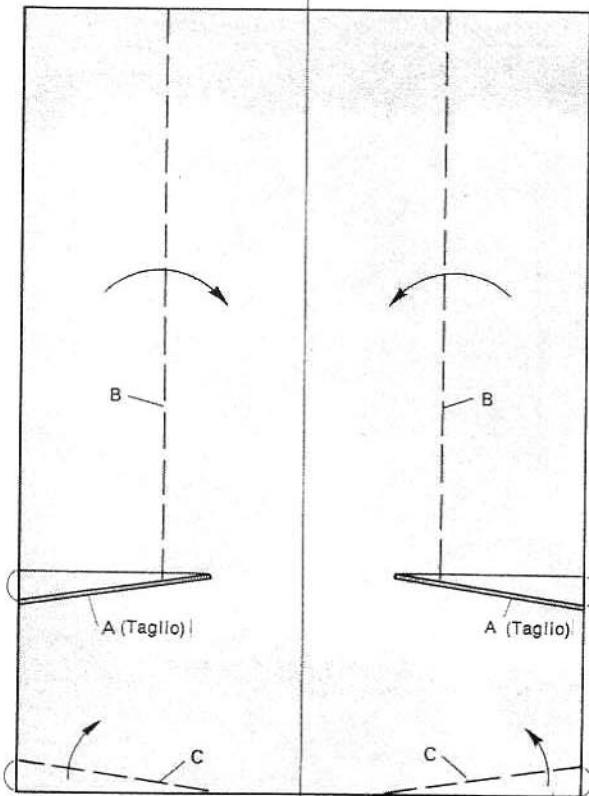
Scala: 1/2
Formato del foglio: A5

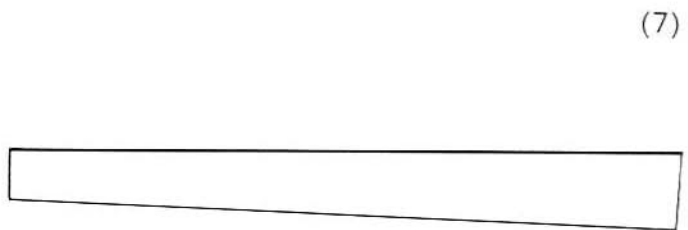
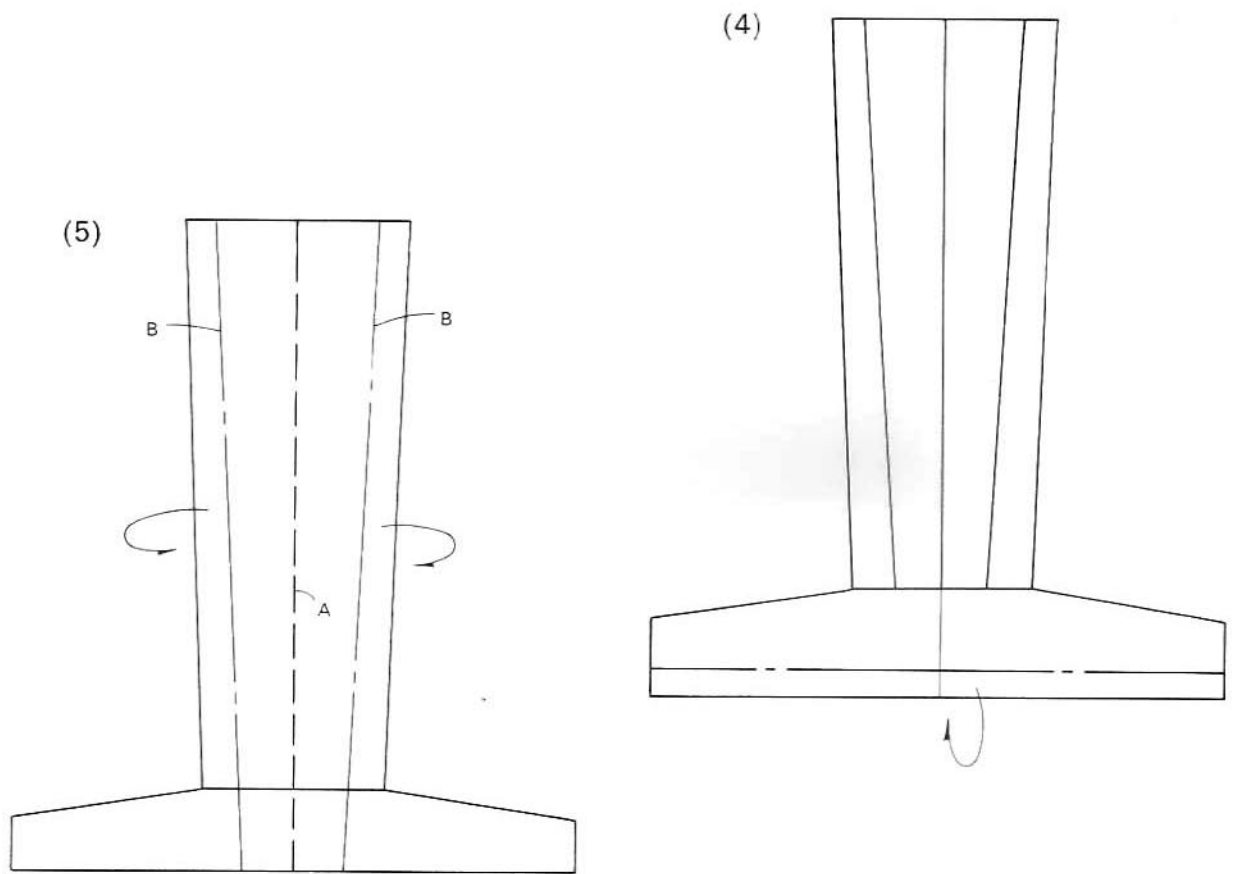
10. CANARD STANDARD

L'architettura canard* cioè con ala anteriore piccola e ala principale situata ove gli aerei tradizionali hanno la coda, ha moltissimi lati positivi, ma non è più tanto usata in aeronautica. Tra gli aerei relativamente più recenti basati su questa architettura citiamo il prebellico francese Payen e lo svedese Saab Viggen (vedi mod. n. 8). Invece negli aerei origami il tipo ca-

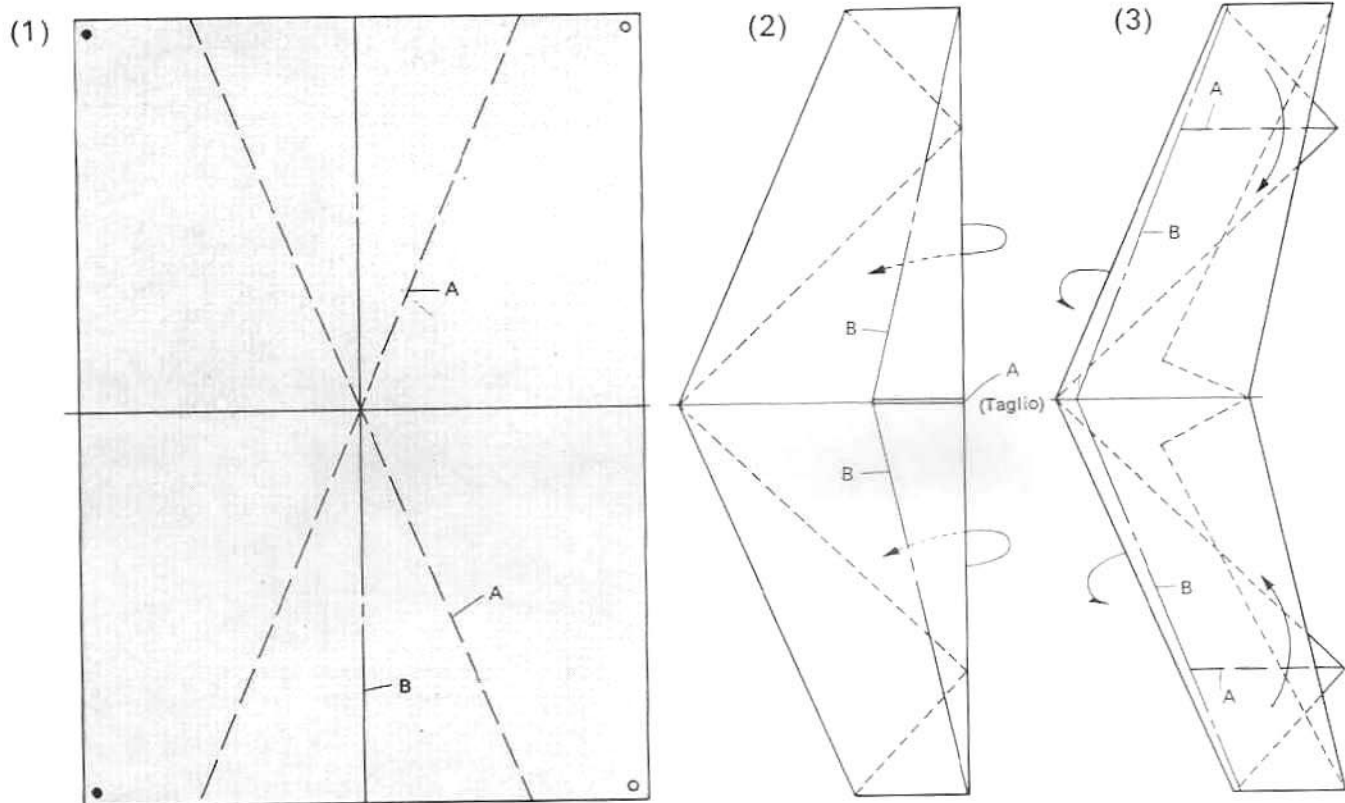
nard* è molto diffuso. I « calamari » riportati nella prima parte di questo libro sono eccellenti esempi di questa categoria. Probabilmente l'uso di aerei con questa architettura ridurrebbe drasticamente il numero degli incidenti, l'80% circa dei quali avviene in fase di atterraggio o decollo. C'è di più: il 70% di tutti gli incidenti che hanno luogo in questi casi si verificano a causa di guasti o errori in fase di atterraggio. Invece questo tipo di aereo ha, oltre all'ala principale, un'aletta molto più avanzata che produce anch'essa portanza e non ha bisogno di manovrare con la coda in atterraggio. Grazie ai loro numerosi vantaggi aerodinamici gli aerei senza coda, o con la coda a V, o canard* diventeranno probabilmente un importante campo di studi in futuro.

ALA AVANZATA E FUSOLIERA





(7) Vista dall'alto, la fusoliera mantiene la propria larghezza per tutta la lunghezza, ma vista di fianco si rastrema verso prua.

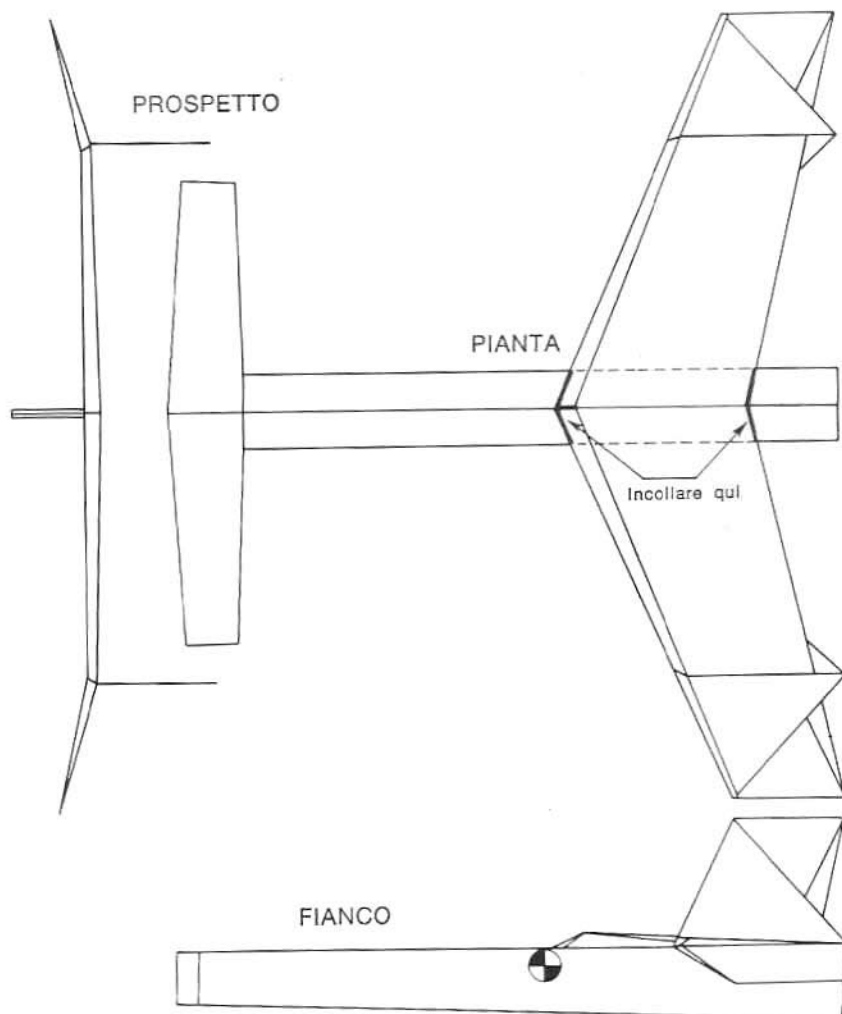


ALA PRINCIPALE

- (1) Fate due pieghe a valle quasi diagonali simmetriche che si intersecano al centro del rettangolo (linee tratteggiate A). Piegate il foglio a metà lungo la mediana maggiore. Poi, premendo verso l'interno la piega centrale, portate verso l'interno le due sezioni triangolari ricavate con le pieghe diagonali.
- (3) Fate una piega a valle lungo A sul lembo superiore soltanto, per realizzare gli stabilizzatori verticali* alle estremità alari. Piegate leggermente in giù il bordo di attacco dell'ala per aumentarne la portanza.

Montaggio.

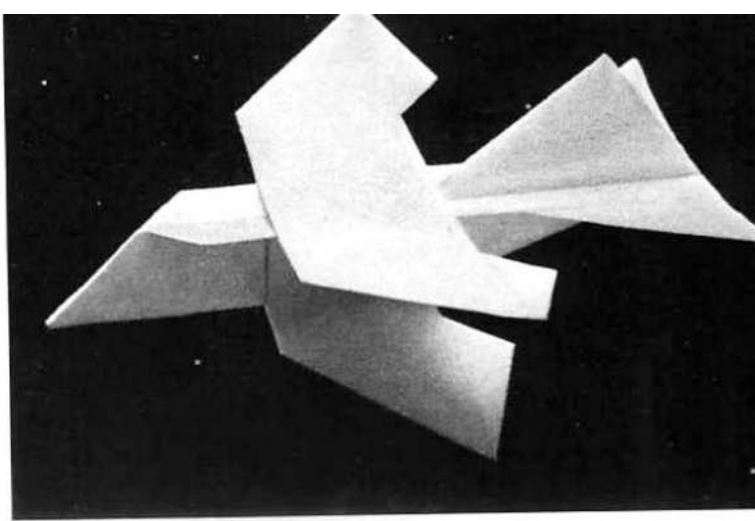
Mettete un po' di colla (ma poca) sul bordo di ingresso e d'uscita dell'ala* principale in corrispondenza dei punti di appoggio alla fusoliera e attaccate così i due particolari.



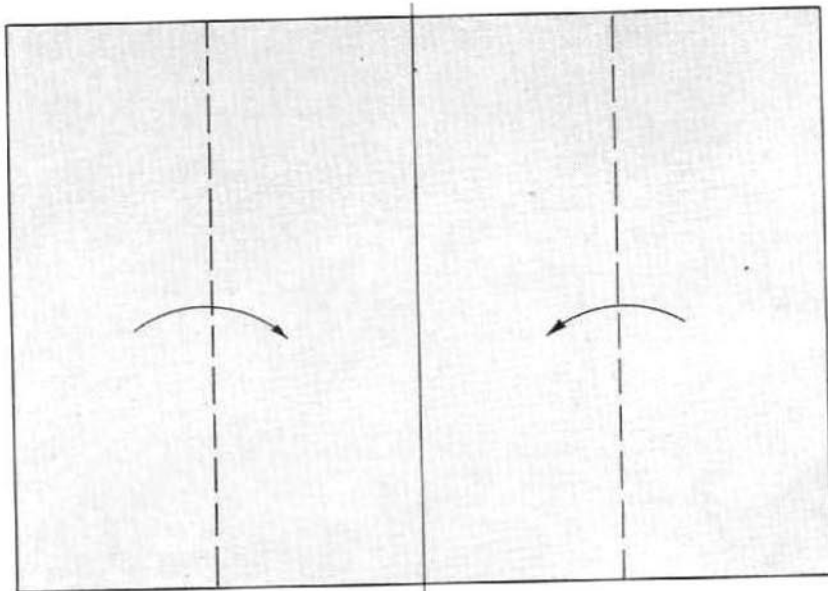
Scala: 1/2
Formato dei fogli: A5 x 2

11. BIPLANO

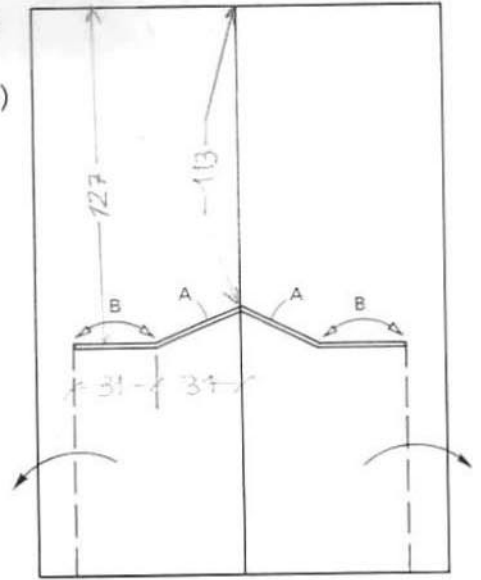
Agli inizi della storia dell'Aeronautica i velivoli con più di un'ala erano considerati più razionali dal punto di vista della robustezza dei materiali e della ottimizzazione del progetto; vi furono anche alcuni esempi di aerei con tre e più piani alari. (C'era anche qualche pregiudizio nei confronti dei monoplani. Si racconta, ad esempio, ed i calcoli lo confermerebbero, che il famoso triplano di Von Richthofen, il Barone Rosso, potesse volare egregiamente con una sola ala. Le altre due furono aggiunte in seguito perché in altro modo non si riusciva a vincere la diffidenza dei piloti!). Oggi comunque il monoplano regna sovrano, e il biplano è quasi del tutto scomparso, anche se qualche ditta costruisce ancora, quasi una romantica sfida al progresso, qualche esemplare d'acrobazia. Poiché cercare di costruire dei biplani con un unico foglio di carta richiederebbe tali e tanti tagli e colpi di forbice che il valore origami del modello si ridurrebbe quasi a zero, ho dovuto ricorrere alla tecnica del compound, anche essa di origine aeronautica, costruendo fusoliera e piani di coda con un foglio e le due ali con un altro. Mi ci sono voluti molti anni per scoprire come costruire entrambi i piani alari partendo da un solo foglio di carta con pieghe successive. In questo caso l'ala inferiore ha un'apertura considerevolmente minore di quella superiore. Ma se riuscirete, e non è difficile, a costruirla delle stesse dimensioni, miglioreranno notevolmente le caratteristiche aerodinamiche del modello.



FUSOLIERA

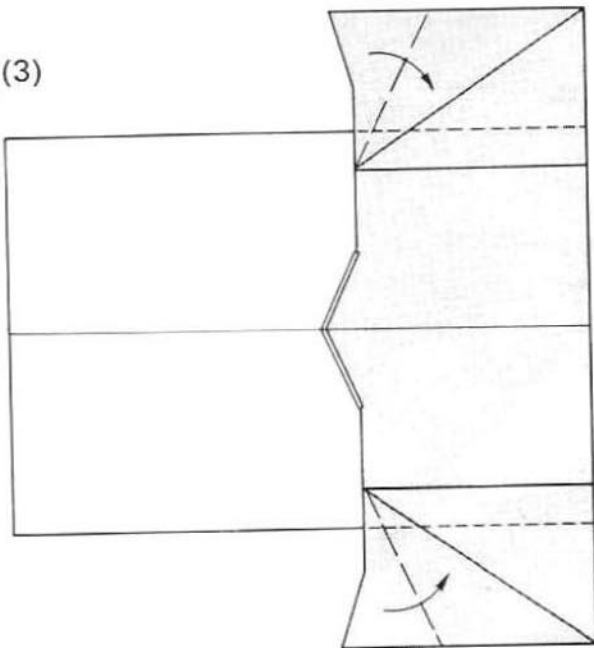


(2)

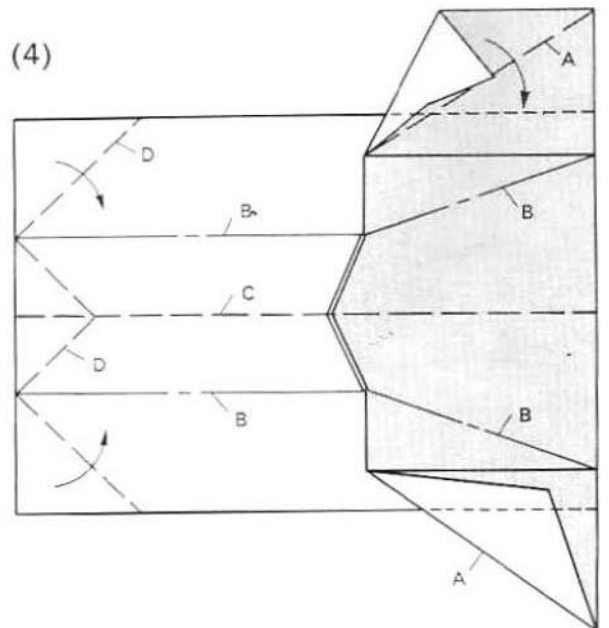


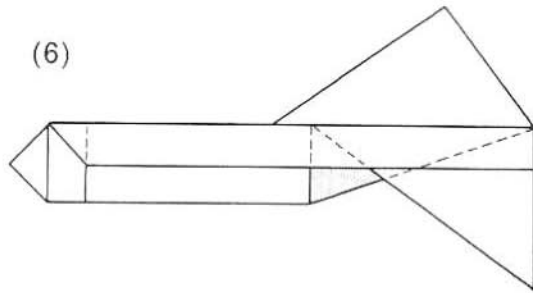
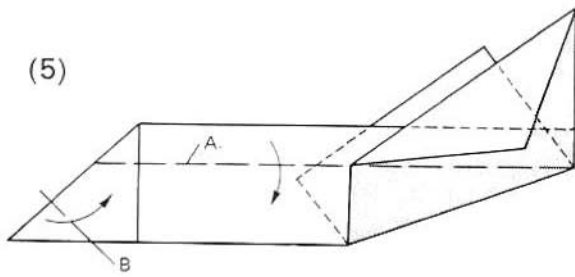
(2) Il taglio a forma di V indicato con A va fatto sia nella parte del foglio inferiore, sia in quella che vi si è piegata sopra. I tagli indicati con B invece, vanno fatti solo nello strato superiore.

(3)



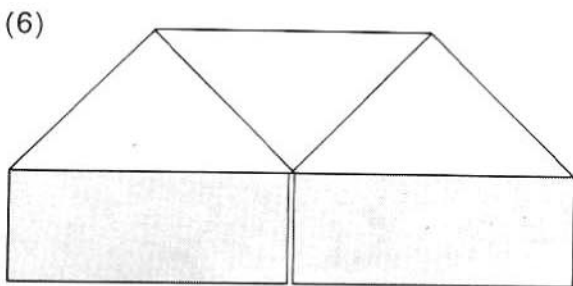
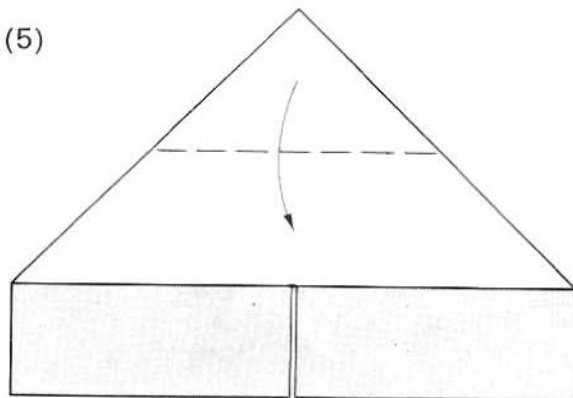
(4)





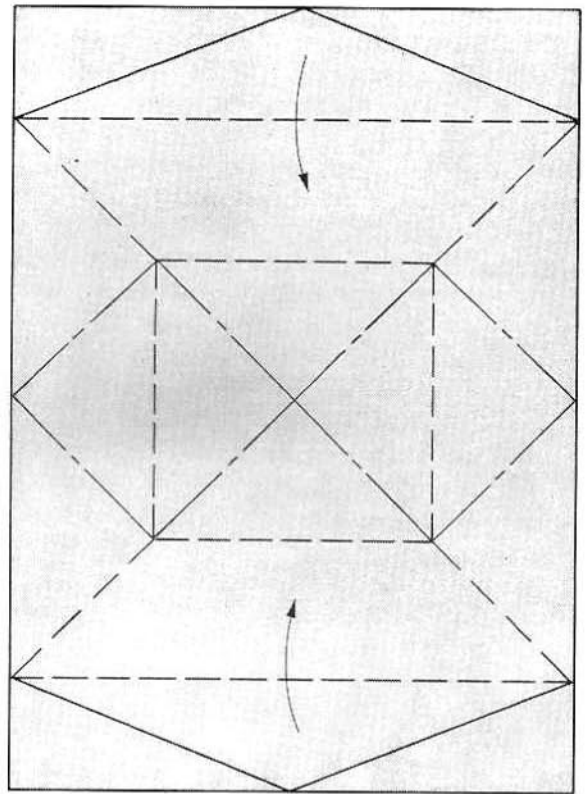
ALA PRINCIPALE

(1-4) Ripetete la piegatura del modello n. 9 fino alla fase n. 4.



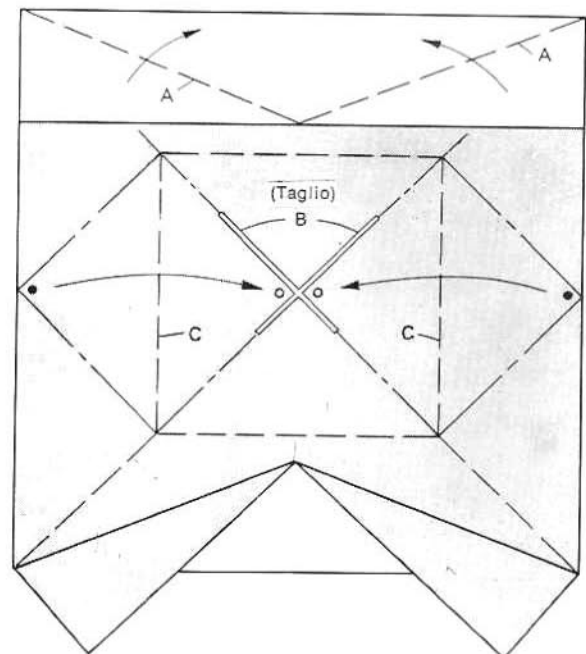
(5-6) Ripiegate il vertice triangolare come indicato; premete bene le pieghe. Quindi riaprite il foglio.

(7)



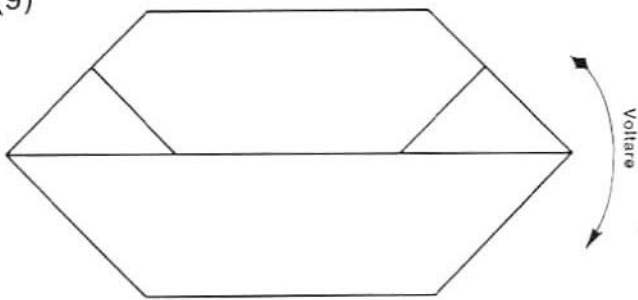
(7) Realizzate tutte le piegature illustrate.

(8)

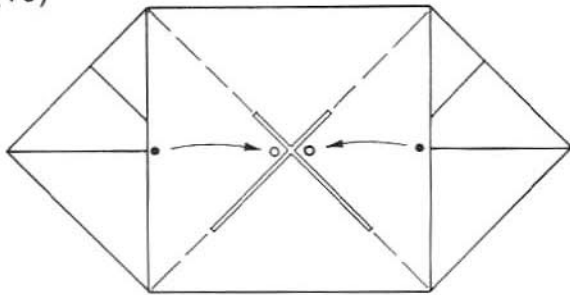


(8) Portate i punti neri sui bianchi; automaticamente i quattro lati del foglio convergeranno al centro.

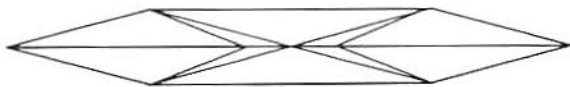
(9)



(10)



(11)



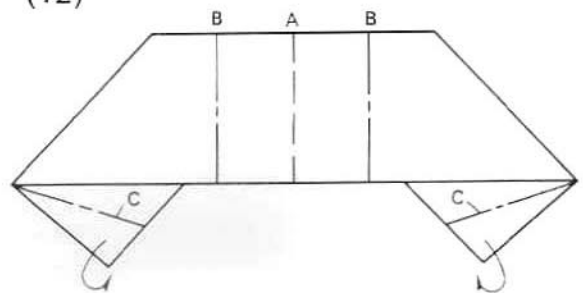
(10-11) Anche in questo caso, sfruttando le piegature, portate i punti neri a sovrapporsi sui bianchi. I lati della figura convergono automaticamente verso il centro ove si trovano i due tagli incrociati. Si ottiene una forma che vista dall'alto somiglia all'illustrazione; appoggiate su un lato la forma ottenuta.

Montaggio.

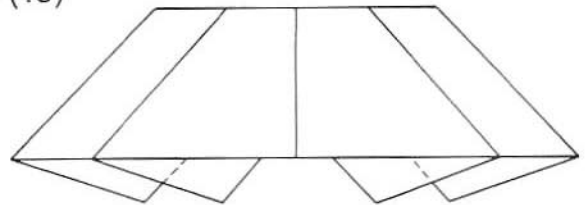
Inserite la fusoliera nei tagli incrociati al centro delle ali.

Nota: Applicando le ali alla fusoliera non incollate le giunzioni (che si trovano in corrispondenza delle guide piegate ad X).

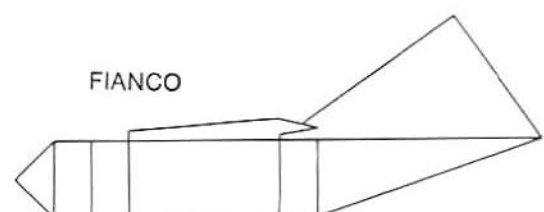
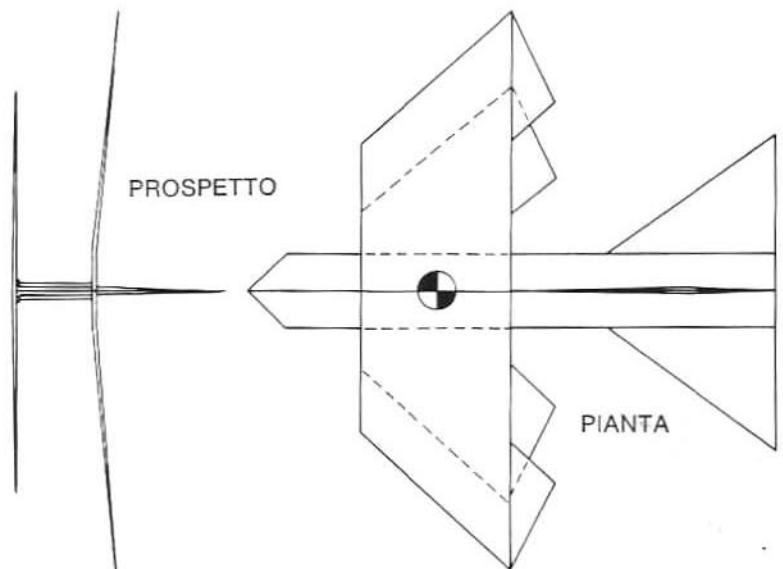
(12)



(13)



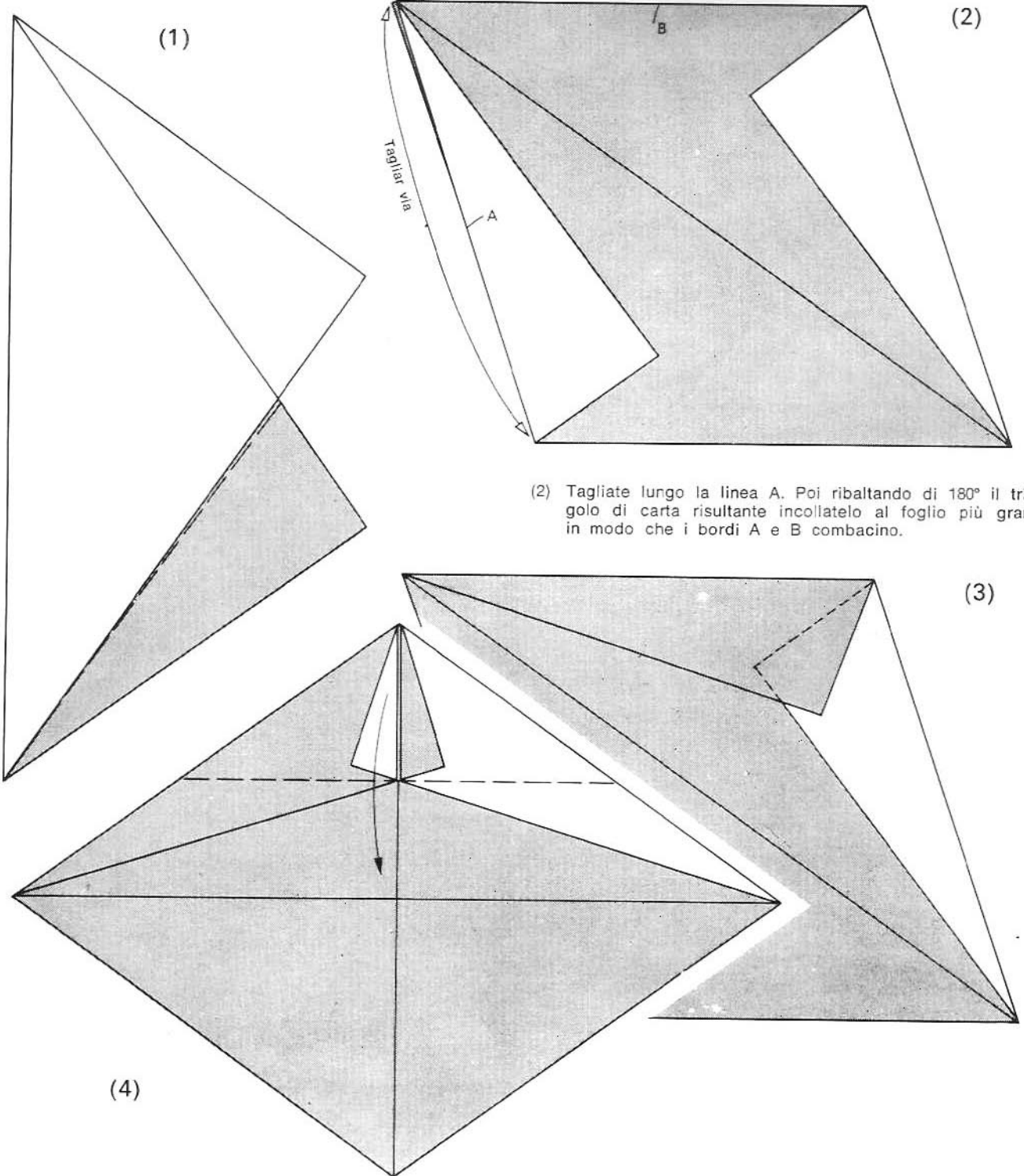
La possibilità di far scorrere avanti e indietro a piacere l'ala sulla fusoliera permette, con estrema facilità, di spostare il baricentro del modello e di cercare con cura il centraggio ottimale.

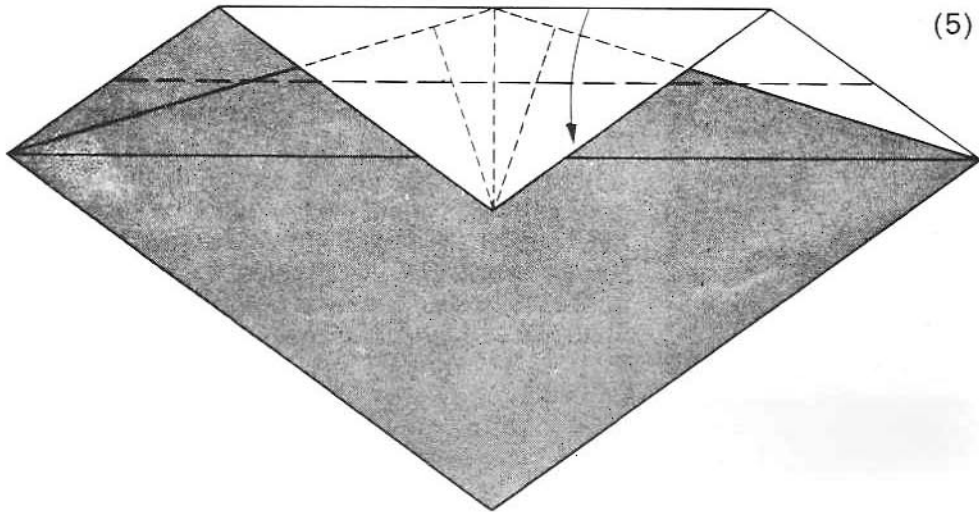


Scala: 1/2
Formato dei fogli: A5 x 2

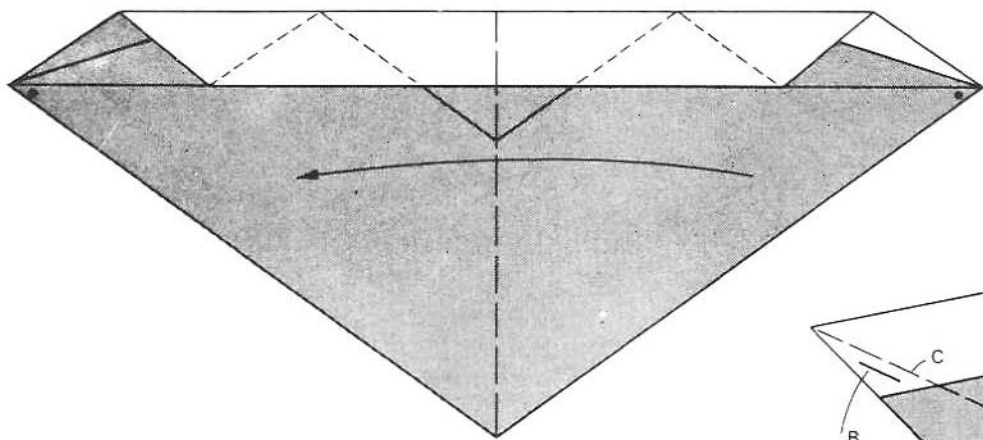
12. NUOVA FRECCIA

Le caratteristiche di questo modello sono da un lato l'apertura alare che sfrutta tutta la lunghezza della diagonale del foglio, che naturalmente ha le proporzioni del vero rettangolo, e dall'altro il bordo di uscita* dell'impennaggio verticale* della coda che è inclinato indietro. Questo modello origami dà corpo e concretezza alla mia affermazione che il vero rettangolo è una eccellente figura geometrica adatta a costruire figure origami di qualunque genere; nel nostro modello l'apparente eccedenza di carta che si forma quando si piega il foglio lungo una diagonale, in realtà serve ad irrobustire la struttura e migliora la sezione trasversale dell'ala. Questo dimostra che nel mondo della Natura non c'è niente da buttar via e il vero rettangolo ne è una prova. Poiché il metodo di piegatura è uno di quelli fondamentali per le costruzioni origami degli insetti e degli uccelli richiede un'attenzione e una pratica particolari.

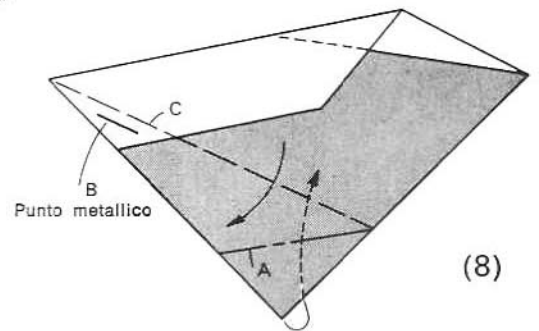




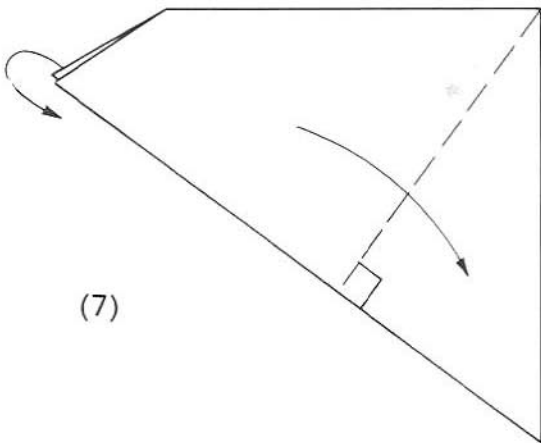
(5)



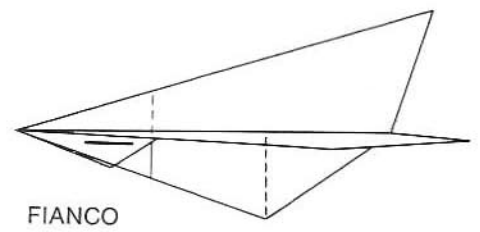
(6)



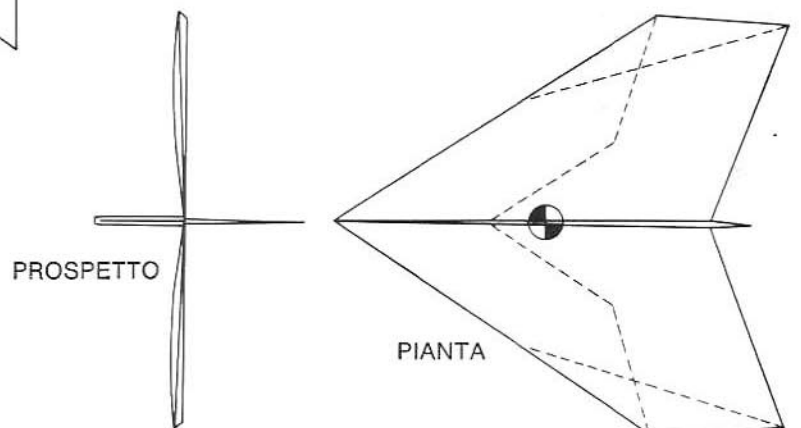
(8)



(7)



FIANCO



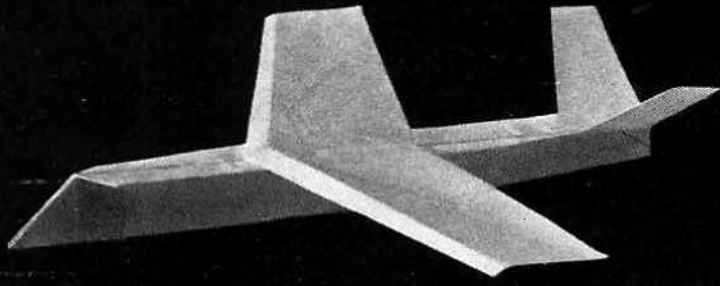
PROSPETTO

PIANTA

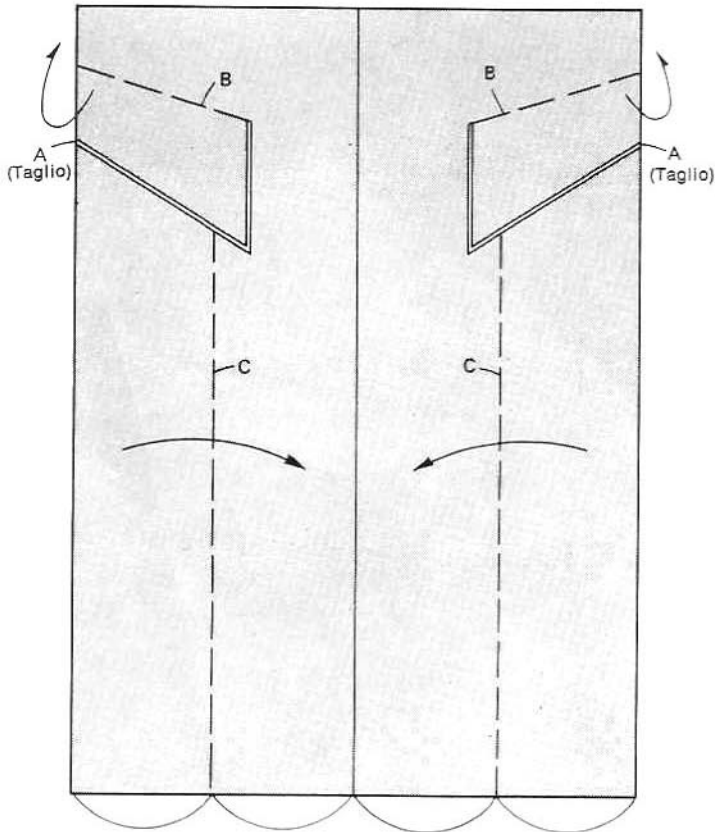
Scala: 1/2
Formato del foglio: A5

13. AEREO CON CODA A V

Non vi sono velivoli di grandi dimensioni che impiegano code del tipo a V, sebbene questa appaia spesso su piccoli aerei o sui veleggiatori (un tipo particolare di allianti). Poiché la sua struttura è semplice e non vi è stabilizzatore verticale, la coda a V offre minor resistenza all'aria. Nei modelli origami è difficile realizzare lo stabilizzatore verticale* in un sol pezzo con la fusoliera. Per questa ragione si dovrebbe adottare la formula della coda anteriore (canard*) e dare alle ali una configurazione tale che siano loro a svolgere la funzione dello stabilizzatore verticale*, oppure adottare il modulo costruttivo basato sulla coda a V. Con un po' di ricerca dovrebbe esservi possibile sviluppare una versione più semplice di questo aereo derivandolo dai precedenti modelli a delta.

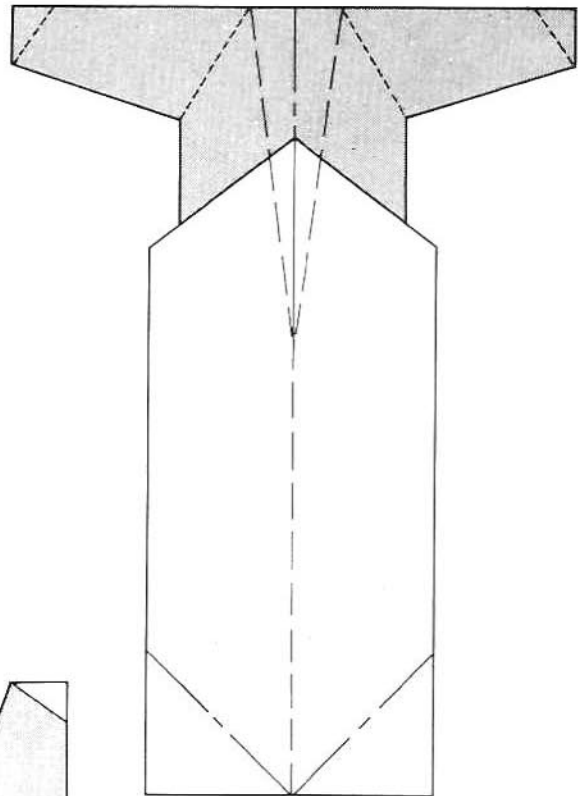


(1)

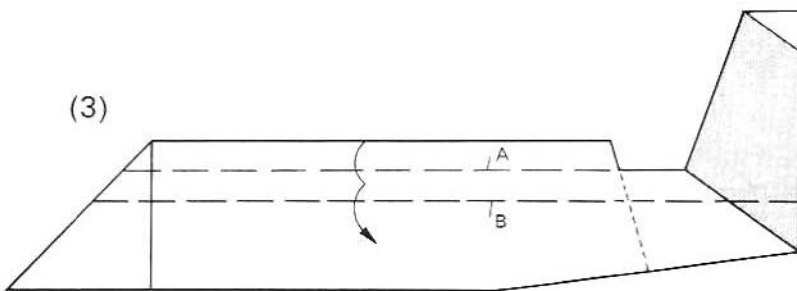


FUSOLIERA

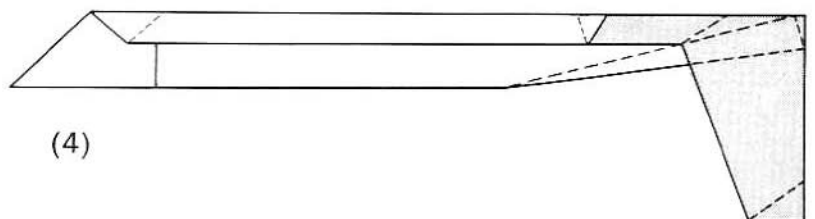
(2)



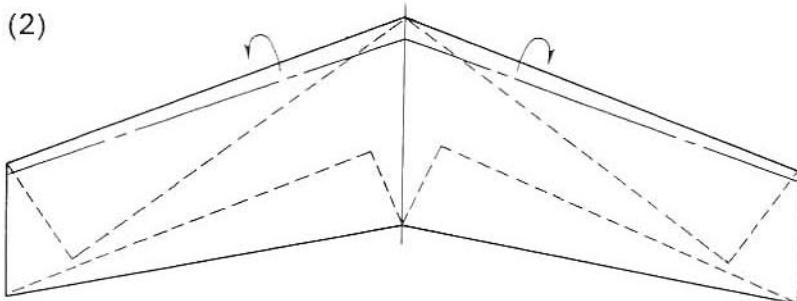
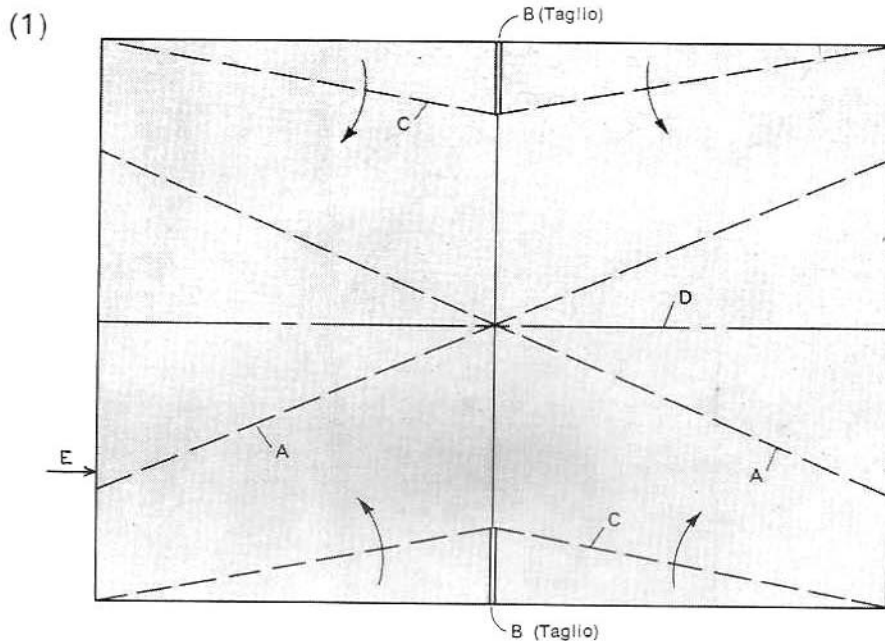
(3)



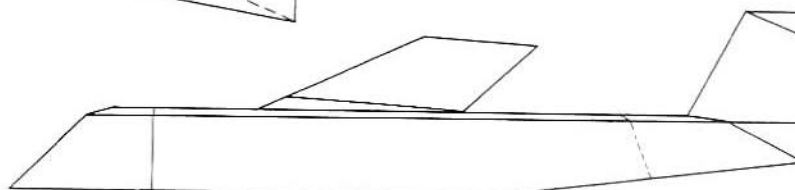
(4)



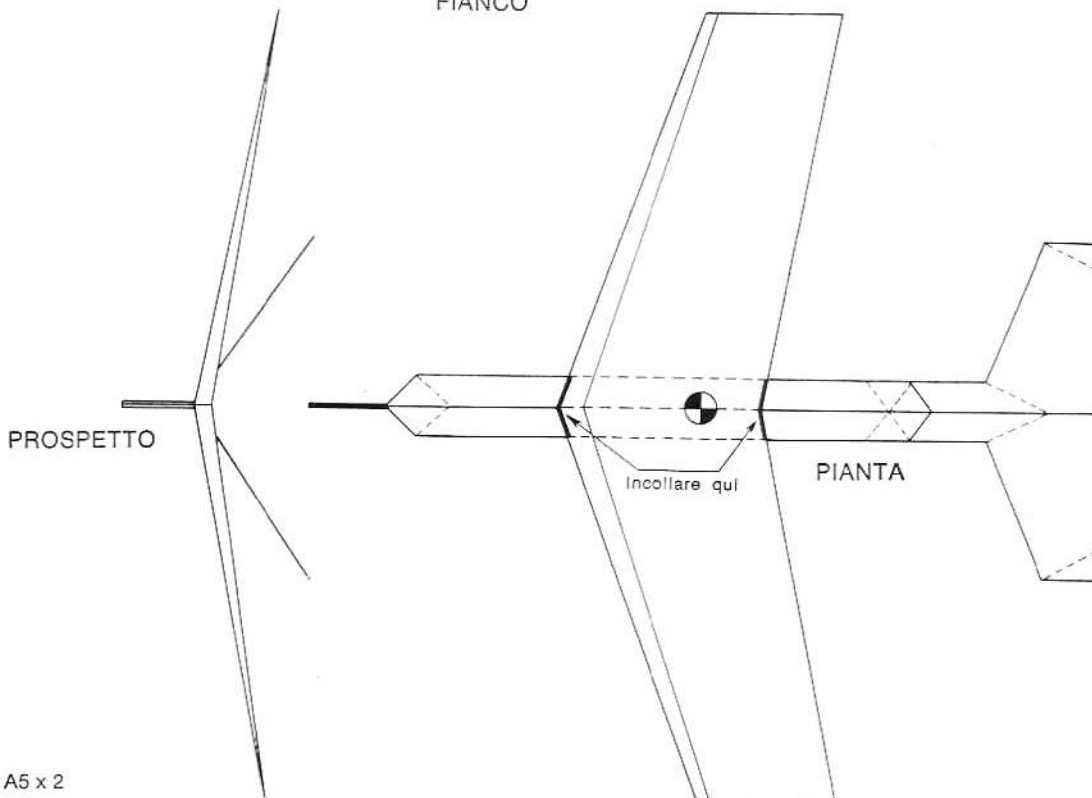
ALA PRINCIPALE



(2) Piegate leggermente in giù il bordo d'ingresso dell'ala*. Incollate l'ala alla fusoliera con una goccia di colla sia sul bordo d'ingresso* che su quello d'uscita*.



FIANCO

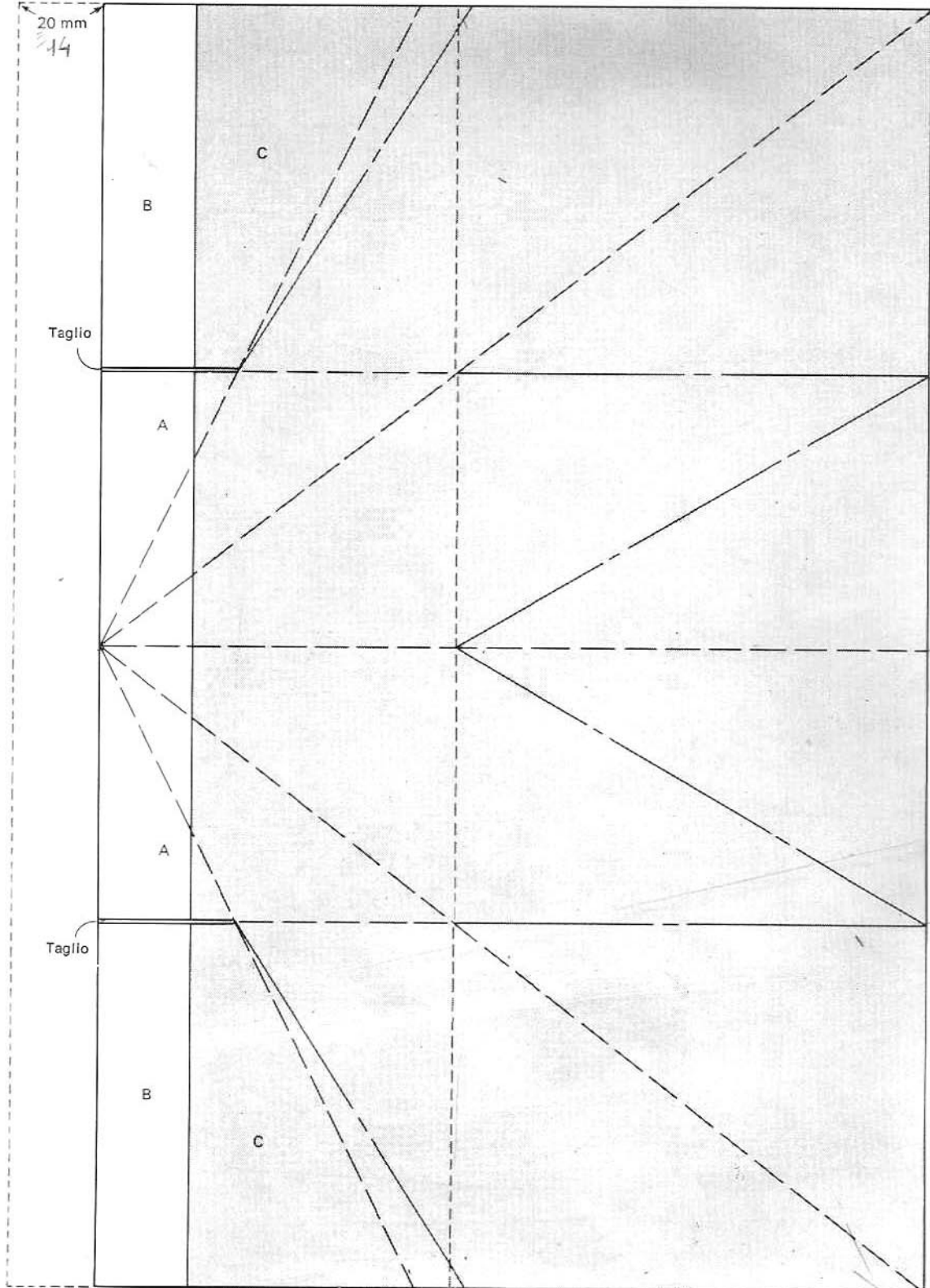


Scala: 1/2
 Formato dei fogli: A5 x 2

A prima vista questa versione origami del capolavoro americano, il Dyna-Soa Lifting-Body (letteralmente corpo-portante, che sta a significare che questo aereo « produce » la sua portanza non con l'impiego di ali, ma grazie alla sua particolare forma aerodinamica), sembra molto difficile da realizzare con semplici piegature, ma con un po' di pratica, dopo qualche tentativo, diventa molto, molto facile.

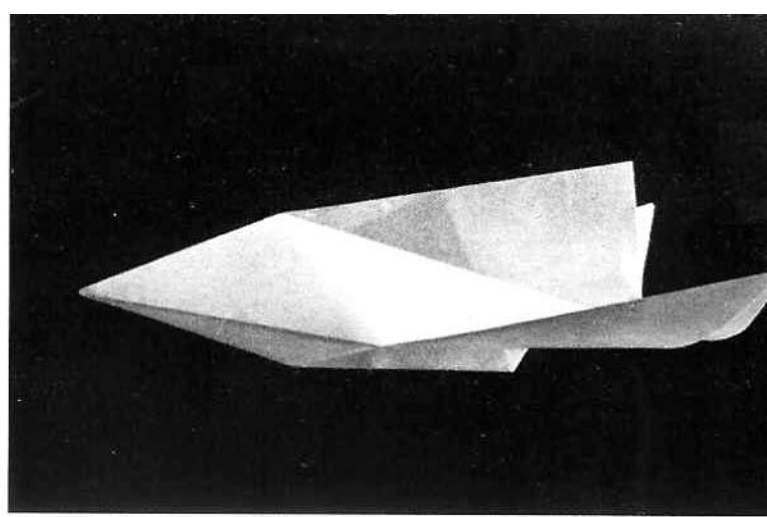
Poiché tutta la fusoliera è disegnata per produrre dinamicamente la propria portanza anche in fase di rientro a terra da orbite esterne all'atmosfera, non ha bisogno di ali per portarsi all'atterraggio in un luogo prestabilito. Può essere applicato all'estremità di un razzo o appeso sotto l'ala di un

Foglio a piegatura ultimata



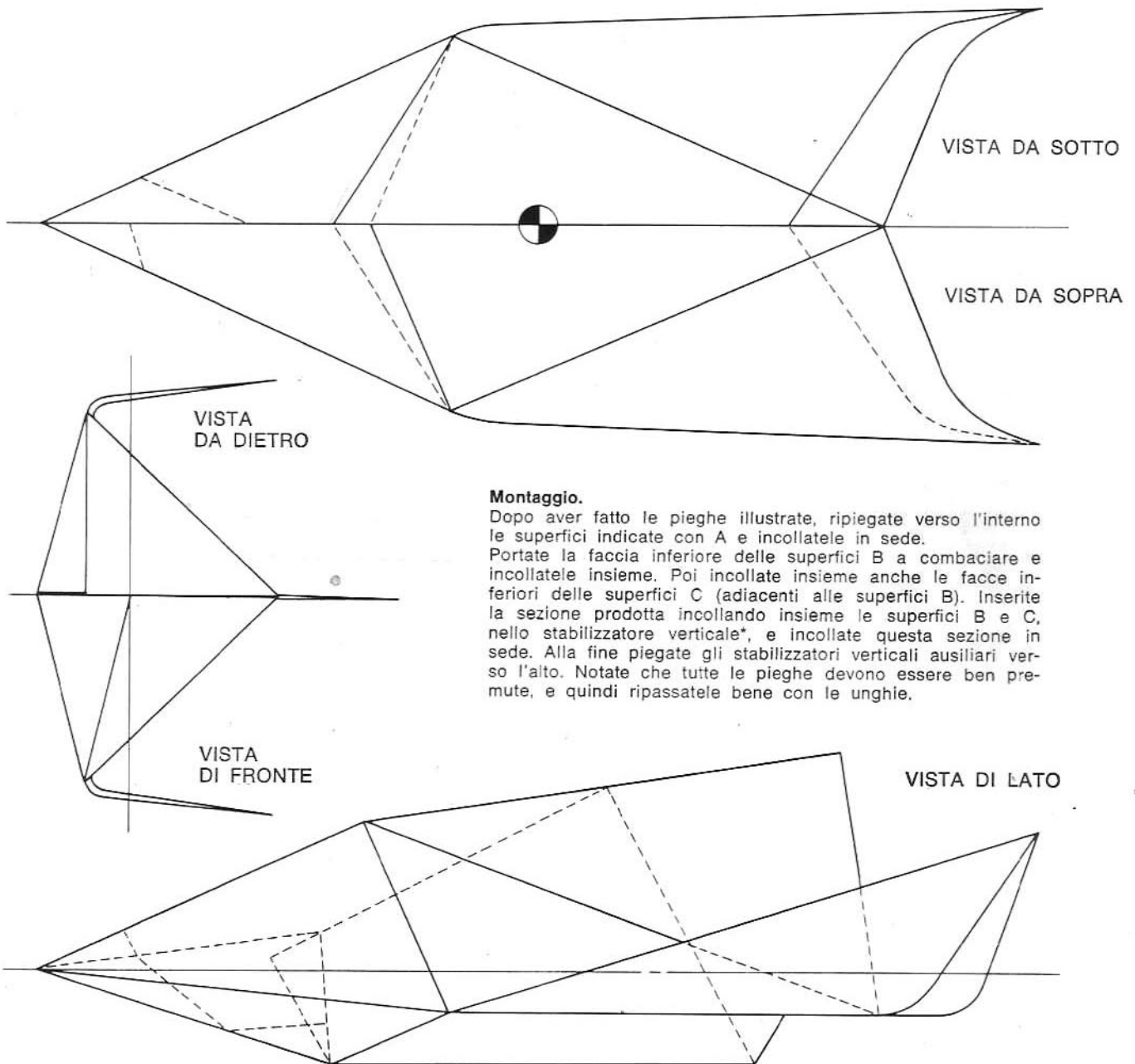
grosso velivolo (negli esperimenti è stato il B-52) o sotto la fusoliera. Benché questa versione origami richieda per lo più piegature lungo linee diritte, essa conserva l'aspetto generale dell'originale. Se le piegature sono eseguite alla perfezione, ha anche buone prestazioni. Ed è interessante specialmente perché non ha ali.

In questo caso, anziché presentarvi le varie fasi di piegatura in progressione, ho mostrato tutte le piegature come apparirebbero se, dopo aver completato il nostro Dyna-Soa origami, si riaprisse il foglio. Poiché il numero delle pieghe non è elevato potete far da soli, affrontando questo aereo come fosse una vostra creazione personale.



Prima di piegare: Per prima cosa ripiegate un lembo di 30 mm al bordo sinistro del foglio e incollatelo in sede. Poi tagliate una striscia di carta dello stesso spessore della precedente, alta quanto il foglio e larga abbastanza per arrivare alla linea verticale tratteggiata, avendo fatto combaciare un suo lato con la piegatura a sinistra. Incollate poi questa striscia al foglio principale.

Scala: 1/1
Formato del foglio: A5



Montaggio.

Dopo aver fatto le pieghe illustrate, ripiegate verso l'interno le superfici indicate con A e incollatele in sede. Portate la faccia inferiore delle superfici B a combaciare e incollatele insieme. Poi incollate insieme anche le facce inferiori delle superfici C (adiacenti alle superfici B). Inserite la sezione prodotta incollando insieme le superfici B e C, nello stabilizzatore verticale*, e incollate questa sezione in sede. Alla fine piegate gli stabilizzatori verticali ausiliari verso l'alto. Notate che tutte le pieghe devono essere ben premute, e quindi ripassatele bene con le unghie.

15. NAVETTA SPAZIALE (TIPI A E B)

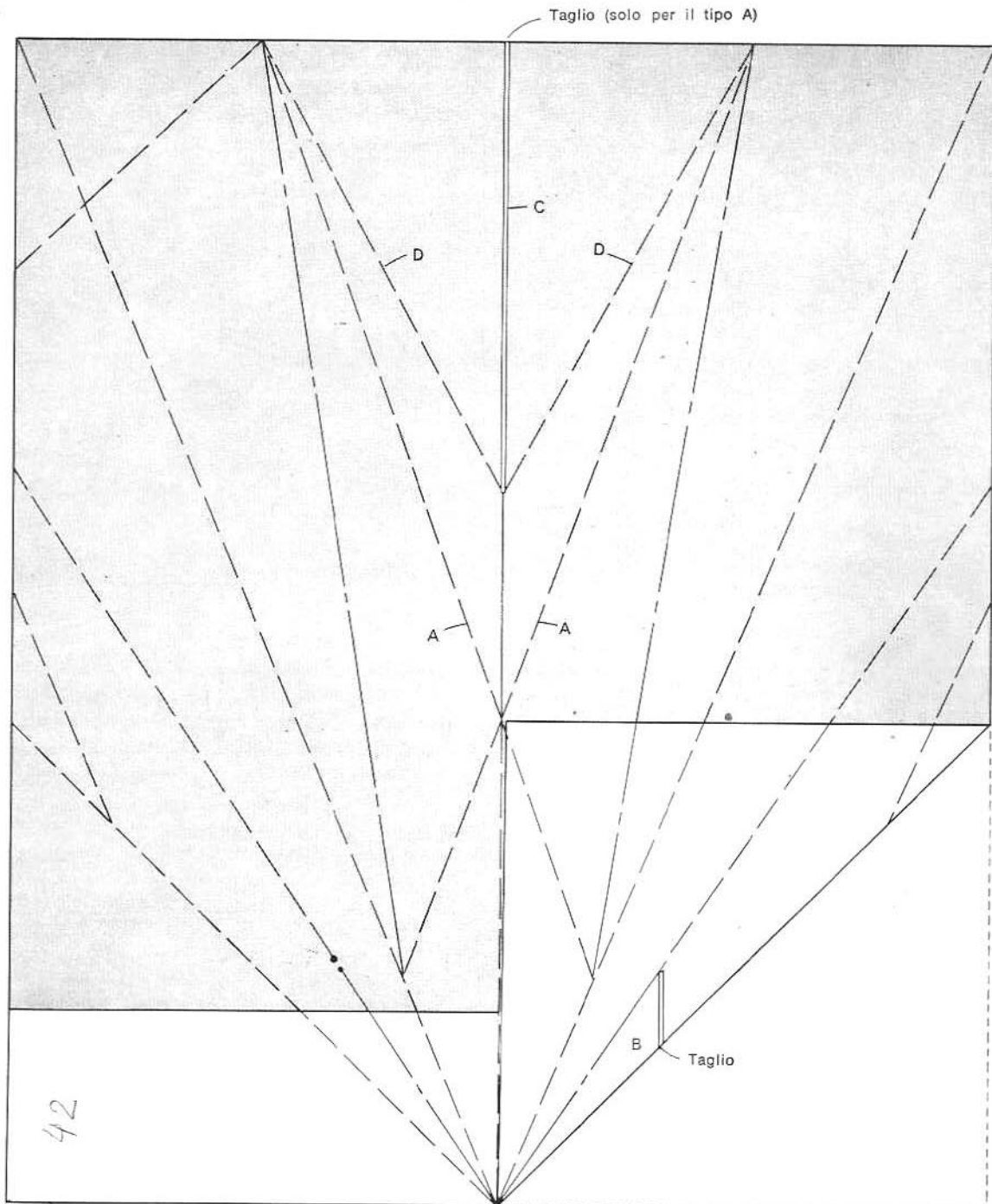
In futuro, navette spaziali come queste due saranno usate insieme con altre navicelle spaziali per i viaggi e i trasporti verso veicoli orbitanti con uscita e rientro nell'atmosfera terrestre.

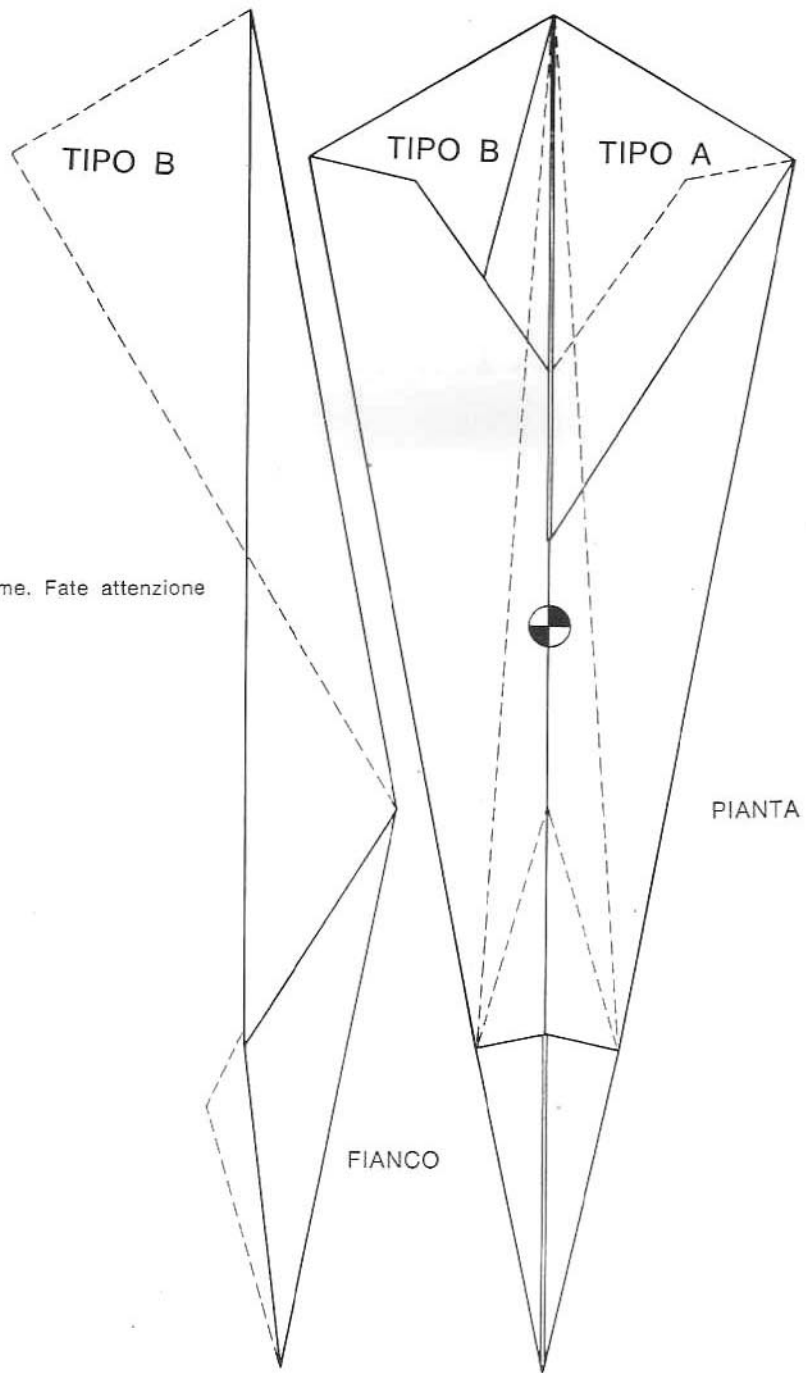
Studiata soprattutto per l'utilizzo nello spazio, la navetta non sarà lanciata direttamente da terra. Verrà invece composta con un aereo madre tutt'ala che, nella prima parte del viaggio, fornirà le ali alla navetta. Raggiunta una certa quota l'aereo tutt'ala si staccherà e la navetta volerà da sola verso lo spazio. L'aereo madre tutt'ala potrà aspettare per agganciare un'altra navetta rientrante, oppure potrà ritornarsene a terra per conto proprio.

Sebbene la navetta per i voli spaziali reale non necessiti di una coda di così grande apertura, la versione origami ne ha bisogno per avere prestazioni soddisfacenti.

TIPO B

Foglio a piegatura ultimata





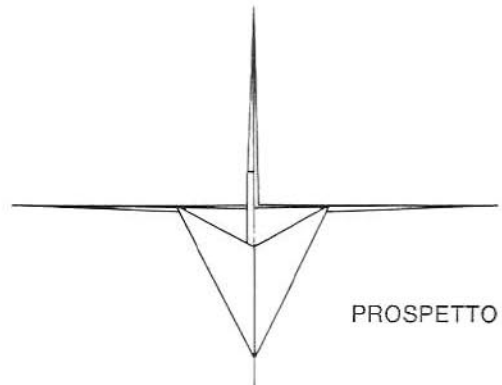
Piegatura.

Lo schema illustra tutte le piegature insieme. Fate attenzione a eseguire tutte le pieghe illustrate.

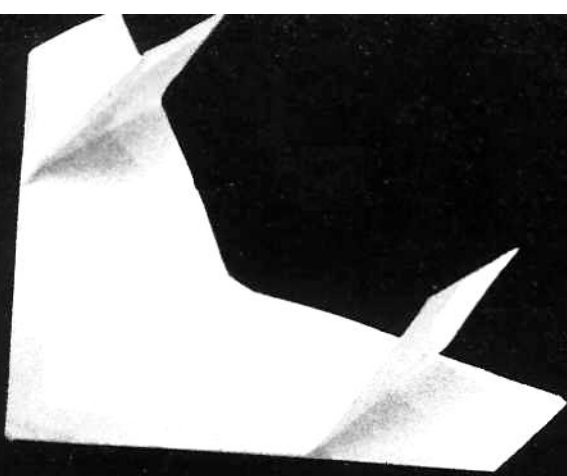
Montaggio.

Dopo aver effettuato sia tutte le piegature che tutti i tagli richiesti, montate il modello seguendo dette pieghe e ricordando che queste sono simmetriche. Il triangolo formato dalle linee A costituirà l'impennaggio verticale* di coda e il triangolo più piccolo B diventerà invece la capottina sporgente dell'abitacolo.

La navetta tipo A è costruita come il tipo B, ma non richiede uno stabilizzatore verticale*. Per eliminare l'impennaggio verticale fate un taglio lungo la linea C e ripiegate verso l'esterno sulla linea D.



Scala: 1/1
Formato del foglio: A5



AEROMODELLO TUTT'ALA

16. AEREO SPAZIALE COMPOSITO

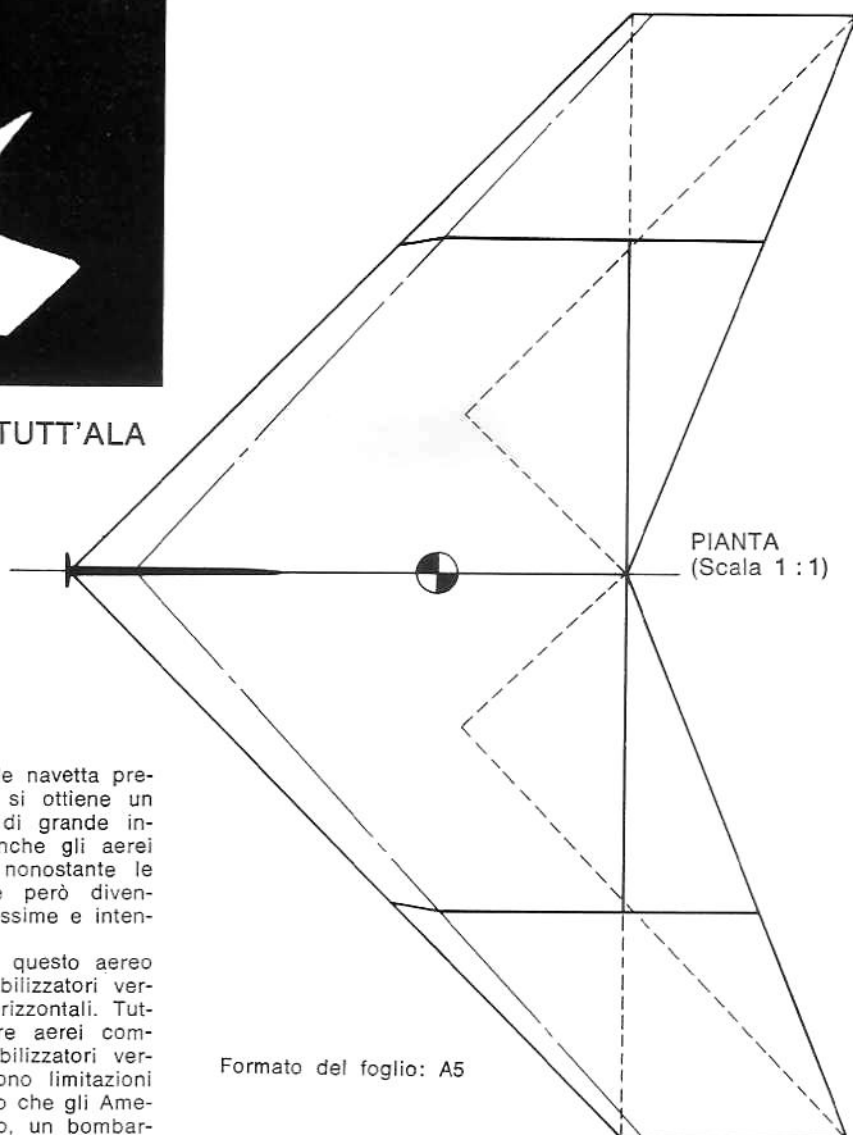
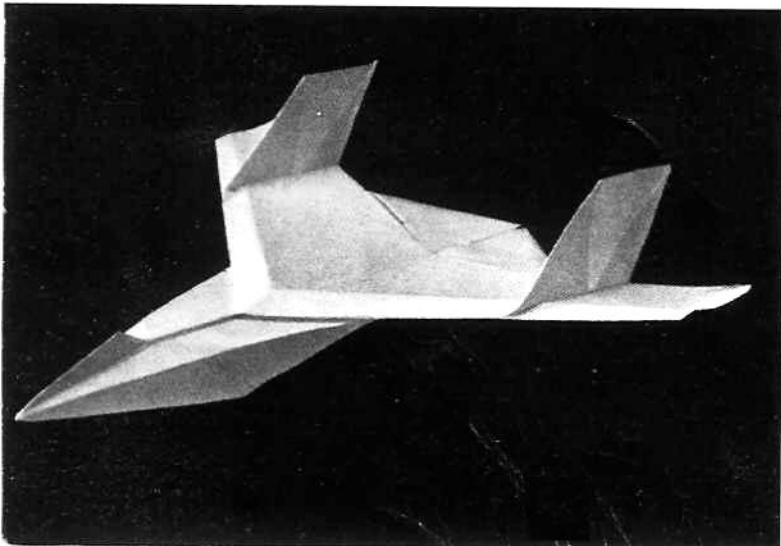
Come ho già detto, combinando l'aereo spaziale navetta precedente (n. 15) con un aereo madre tutt'ala si ottiene un originale e insolito aereo spaziale composito di grande interesse. Così come l'aereo canard* (n. 10), anche gli aerei tutt'ala non hanno ancora trovato diffusione nonostante le loro caratteristiche eccezionali. Probabilmente però diventeranno in un prossimo futuro l'oggetto di moltissime e intensive ricerche.

Sebbene chiamato «tutt'ala» o «senza coda» questo aereo conserva, della architettura della coda, gli stabilizzatori verticali*. Non vi sono ovviamente stabilizzatori orizzontali. Tuttavia potrebbe essere interessante sperimentare aerei completamente senza coda, cioè anche senza stabilizzatori verticali; da un punto di vista teorico non vi sono limitazioni alla loro costruzione (né teorico, né pratico, visto che gli Americani hanno già costruito, ma poi abbandonato, un bombardiere tutt'ala, senza impennaggio verticale alcuno).

Piegatura.

Piegate l'aereo con ala a delta (n. 9, vedi pag. 22) fino al punto 4. Fate un taglio in corrispondenza dell'asse maggiore. Gli angoli dei lembi che si formano in tal modo devono essere inseriti nel corpo dell'aereo. Incollateli in sede. Realizzate gli impennaggi verticali alzando, con una piega interna, le estremità alari del solo foglio superiore. Piegate in giù il bordo di ingresso* dell'ala per tutta la sua apertura.

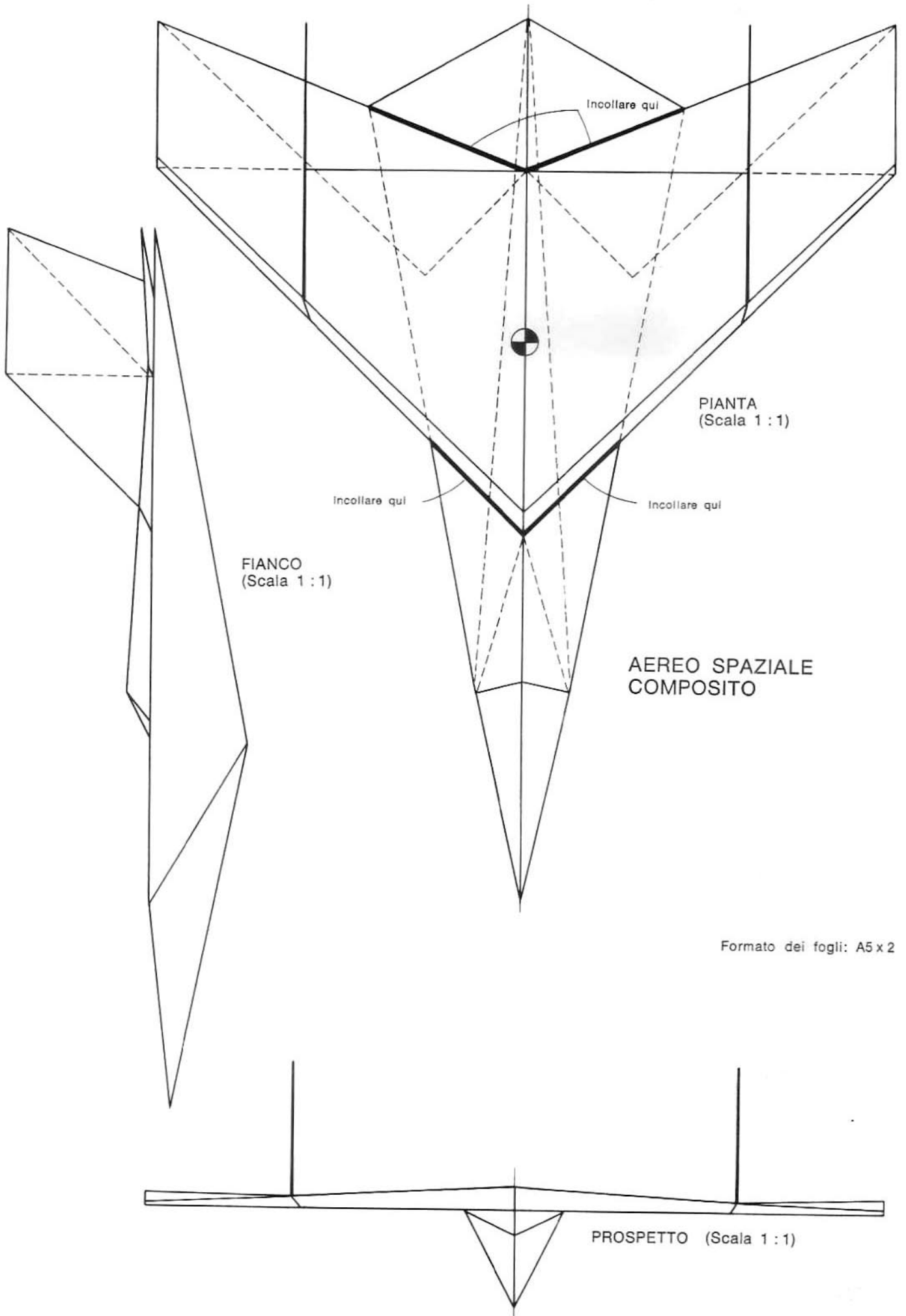
AEREO SPAZIALE COMPOSITO



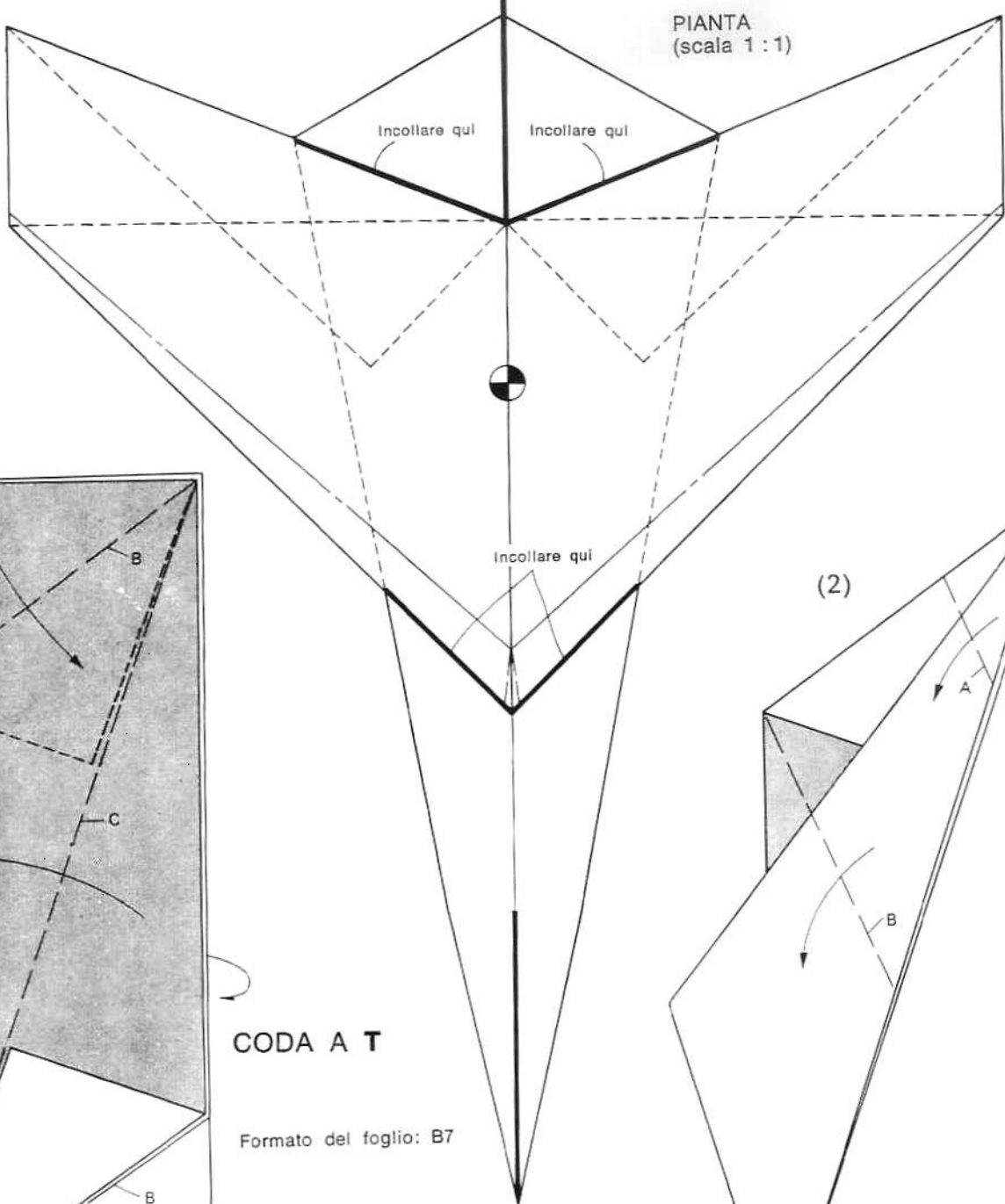
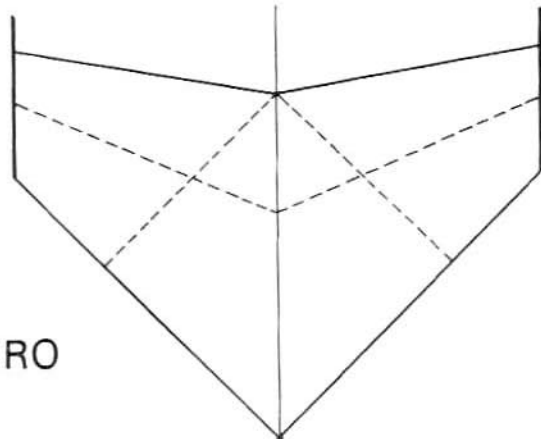
Nota. Questo incurvamento del bordo d'ingresso* dell'ala, irrigidisce la struttura e aumenta la portanza alare. Torcete in sù leggermente il bordo d'uscita* in maniera di avere un profilo con una leggera piegatura ad S: questa curvatura funziona da timone aggiuntivo. Per l'equilibratura, appesantite il muso del modello tutt'ala, inserendovi uno spillo di ca. 2,5 cm e incollandolo in sede.

Per far volare il modello tutt'ala appoggiatelo sul pollice e il medio e poi eseguite il lancio, spingendolo delicatamente con l'indice sul bordo di uscita.

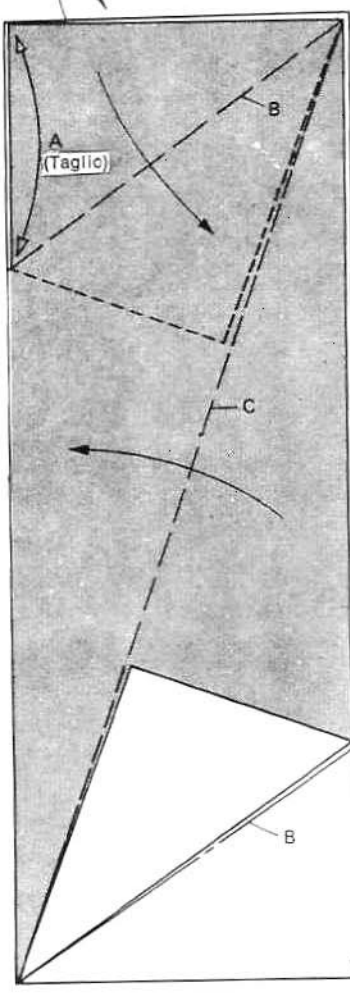
L'aereo composito è formato da questo aereo tutt'ala e dal precedente, che riproduce l'aereo navetta spaziale (n. 15 tipo A). L'aeromodello tutt'ala va a costituire l'ala del composito finale. In questo caso piegate con più decisione verso l'alto le estremità alari del tutt'ala. I due modelli possono essere uniti con una punta di colla messa sia sul bordo di attacco che di uscita del tutt'ala ove questo si appoggia all'aereo navetta. La colla comunque non deve essere stesa sulle ali per un tratto superiore alla larghezza della fusoliera dell'aeromodello navetta.



17. AEREO DEL FUTURO



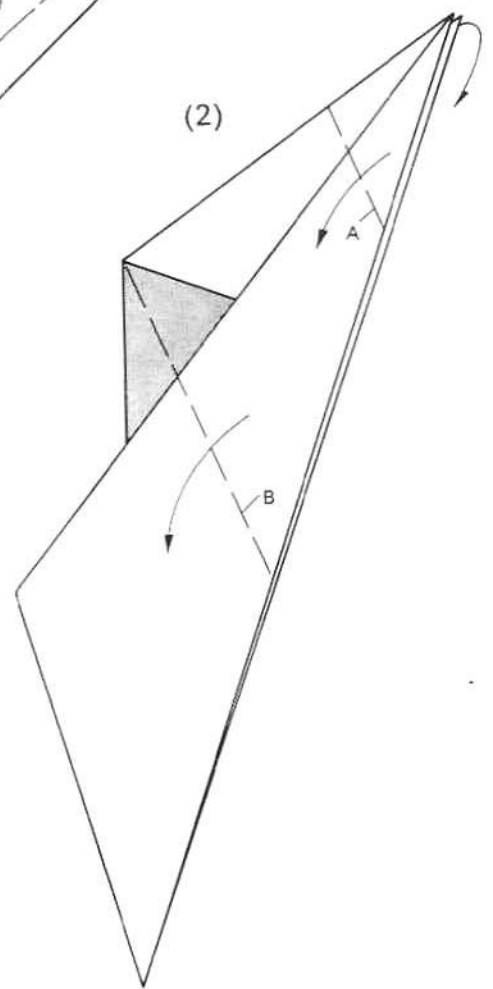
(1)

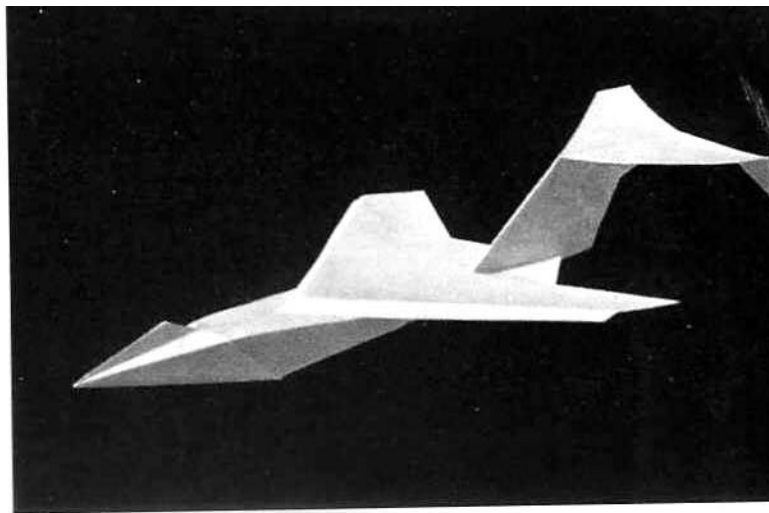
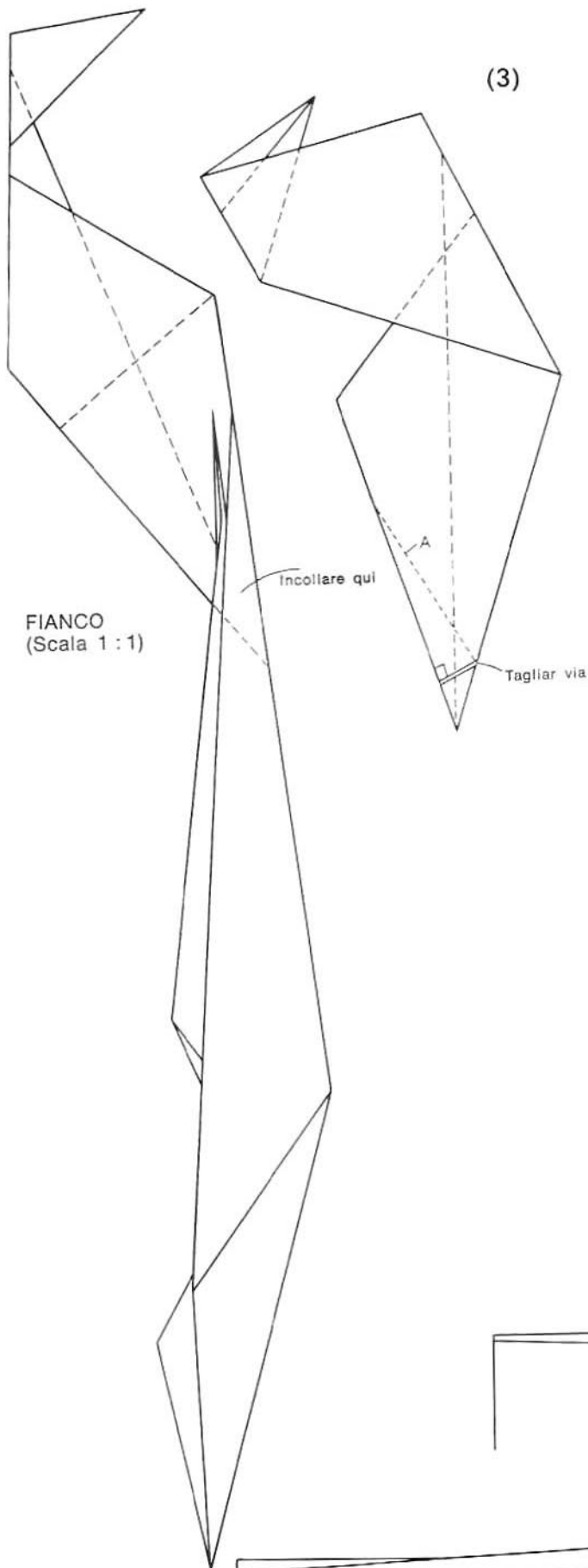


CODA A T

Formato del foglio: B7

(2)





Ho battezzato questo aeromodello con la coda a T, l'aereo del futuro. Sembra complicato al principio, ma di fatto, una volta piegata la coda a T, il resto è una semplice questione di montaggio. Del resto anche la coda è facile da fare, se partite da un foglio di carta che abbia le proporzioni del vero rettangolo (B7).

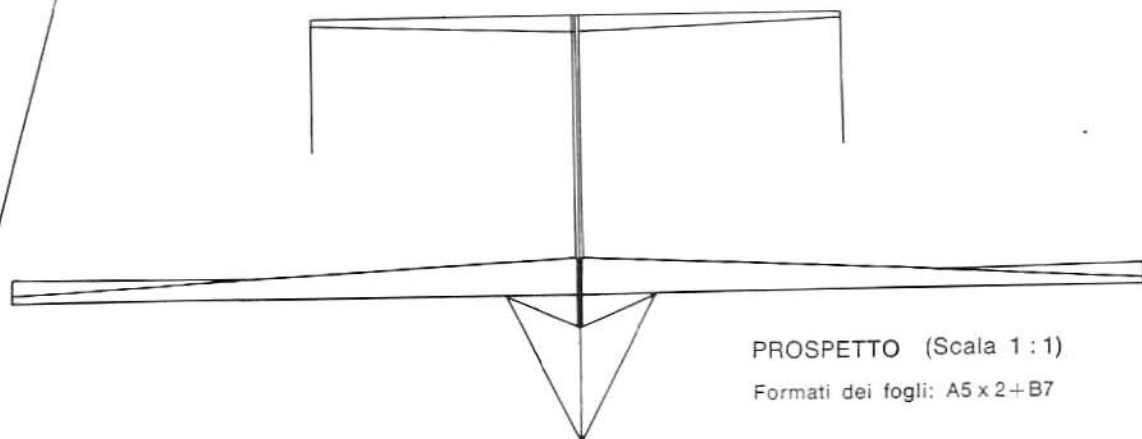
L'aereo vero è progettato per volare fuori dell'atmosfera. Volerà per lunghissime distanze ad alte velocità. Aerei di questo tipo sono oggi di attualità. Il disegno della coda non solo è bello, ma ha anche vantaggi funzionali poiché consente di aumentare i momenti aerodinamici* di coda.

I vantaggi di questa struttura sono due. Per prima cosa, dal momento che il flusso d'aria che lambisce il dorso dell'ala principale non investe anche il piano orizzontale di coda*, cioè questo non risente della scia dell'ala, l'effetto timone risulta maggiore possibile. Secondariamente, poiché il piano orizzontale di coda agisce quale alettone* per l'impenngaggio verticale, la superficie di quest'ultimo può essere ridotta e le sue prestazioni aumentate. In questa versione origami, piegando verso il basso le estremità finali dello stabilizzatore orizzontale della coda a T, si migliora la stabilità nel piano verticale del modello (si controlla cioè sia il rollio*, che l'imbardata*).

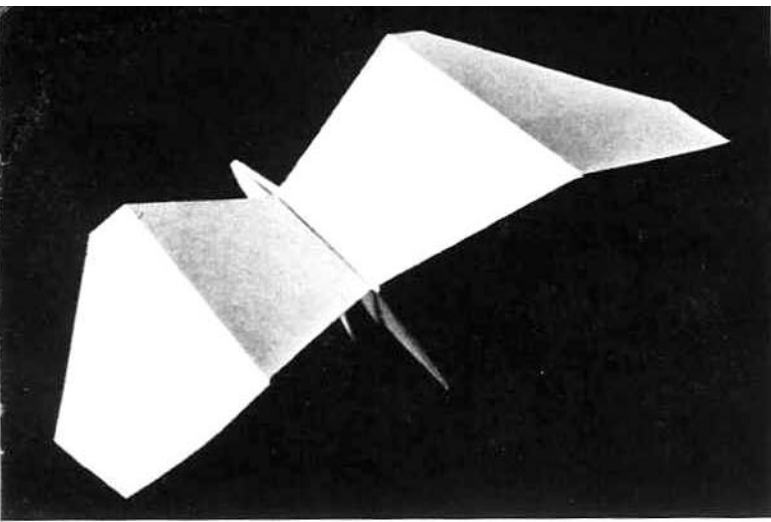
Piegatura.

- (1) Piegate in mezzo lungo la mediana maggiore un foglio rettangolare di 128 x 91 mm (formato B7).
- (3) Tagliate via la punta ove segnato (questo passo può essere omissso). Inserite questo stabilizzatore verticale*, fino alla linea tratteggiata nella fessura della fusoliera presente a poppa.

Come si applica la coda all'aereo spaziale. Stendete un po' di colla sulla superficie del piccolo triangolo formato dalla linea A. Attaccate questa sezione alla poppa della fusoliera.



Creature che volano

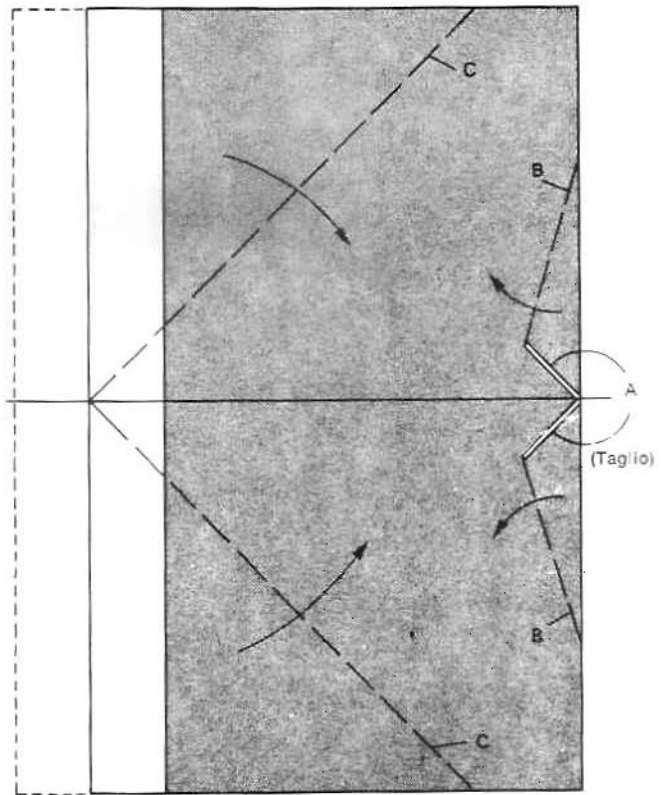


18. UCCELLO CHE BATTE LE ALI

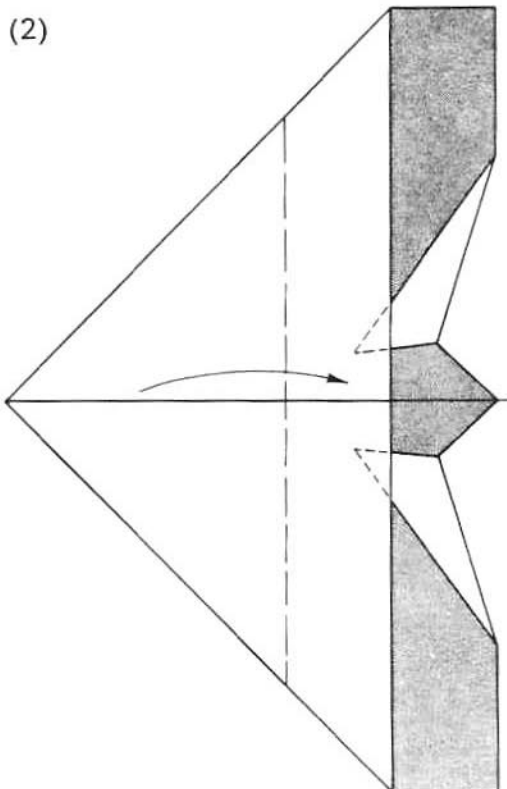
Abbandonando ora gli aeroplani vorrei spiegarvi come costruire alcuni animali che volano. Il primo è l'uccello che batte le ali.

La carta migliore per questo origami volante è la carta da disegno — quella ruvida su entrambi i lati, per intenderci — e le condizioni ideali per farlo volare si hanno in casa in una giornata di pioggia. Questo perché quando la carta ha assorbito molta umidità le ali del modello fanno un gradevole rumore di battito d'ala, appunto. Dando alla parte esterna dell'ala un'inclinazione verso il basso (svergolamento negativo: cioè angolo di calettamento* delle ali decrescente verso l'estremità) leggermente maggiore di ciò che è necessario per il volo regolare, è possibile far nascere quello che in aeronautica si chiama flutter. Viene così chiamato un fenomeno di oscillazioni autoeccitate dalle forze aerodinamiche. La bandiera che sventola al vento è uno degli esempi più classici del fenomeno. Questo rende il volo del modello ancora più realistico. Tuttavia, poiché il flappeggio, o battito d'ala, non è naturale, ma è il risultato di quella particolare forma delle ali e del loro particolare angolo diedro*, non dovete attendervi che questo modello voli a grande distanza. Dovrebbe costituire per voi uno stimolo per studiare l'origine del fenomeno di flutter e gli elementi della struttura che più lo esaltano, per realizzare alla fine una versione migliore di questo origami volante.

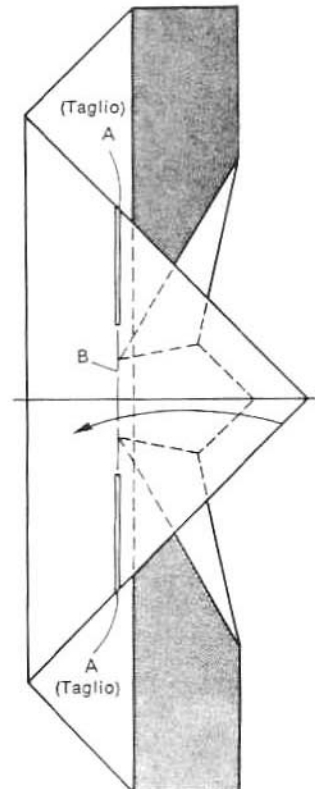
(1)

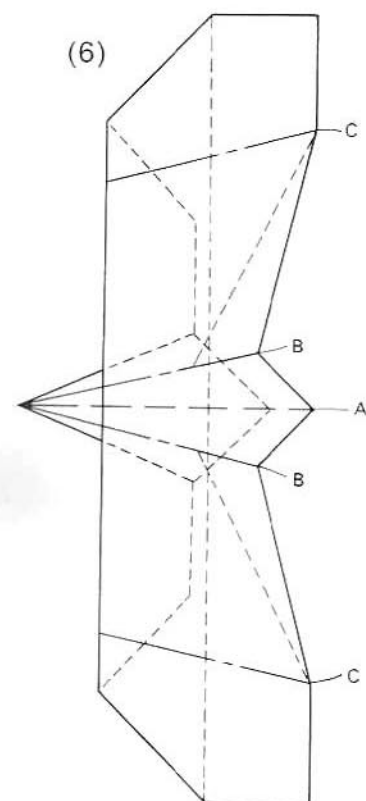
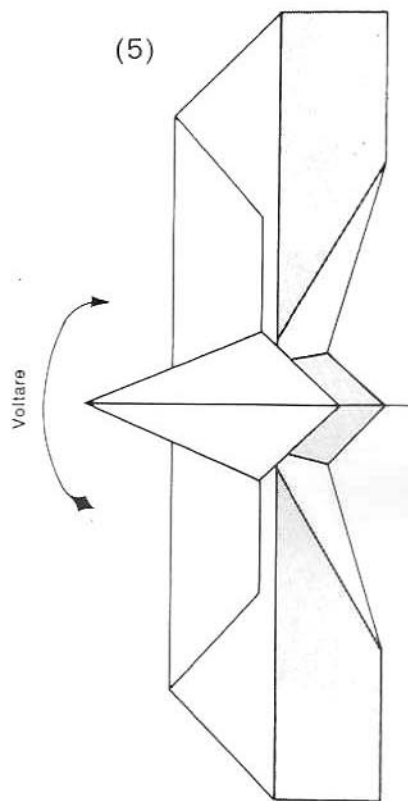
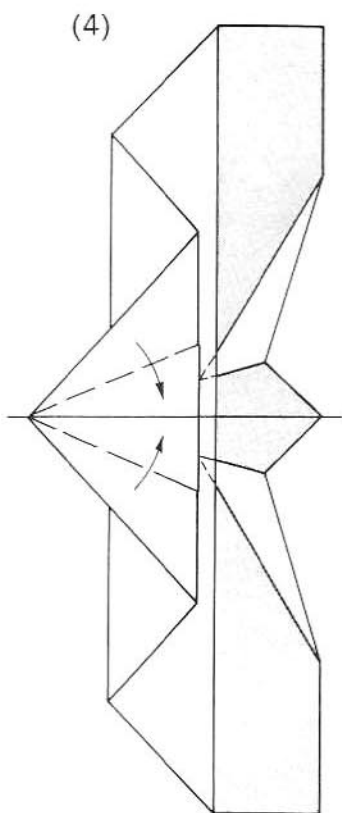


(2)



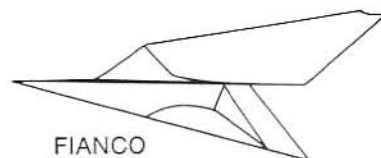
(3)



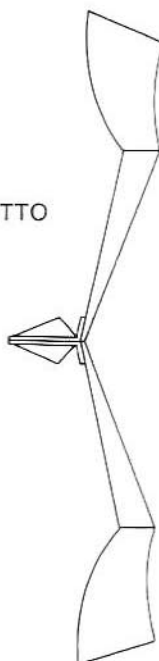


- (6) Per prima cosa piegate tutto il modello a metà lungo il suo asse di simmetria A. Quindi separate le ali dalla fusoliera con una piegatura esterna lungo le linee B. Realizzate poi la parte esterna delle ali con una piega esterna lungo C; queste pieghe devono essere parallele a quelle che si sono fatte lungo B.

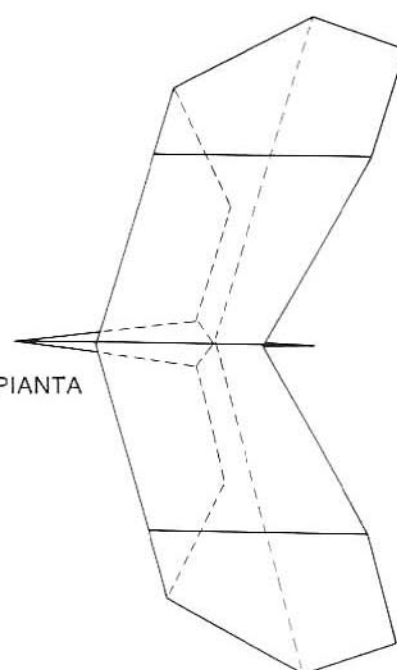
Nota. Svergoliate le ali in modo che il loro dorso sembri, nella vista di prospetto, maggiore all'estremità; in altre parole l'estremità alare deve presentare un angolo di incidenza* negativo più accentuato di quello alla sezione di incastro. Ora provate il modello. Se vola dritto, senza battere le ali, e quindi da un punto di vista aerodinamico funziona bene, per produrre l'effetto di flutter accentuate lo svergolamento.



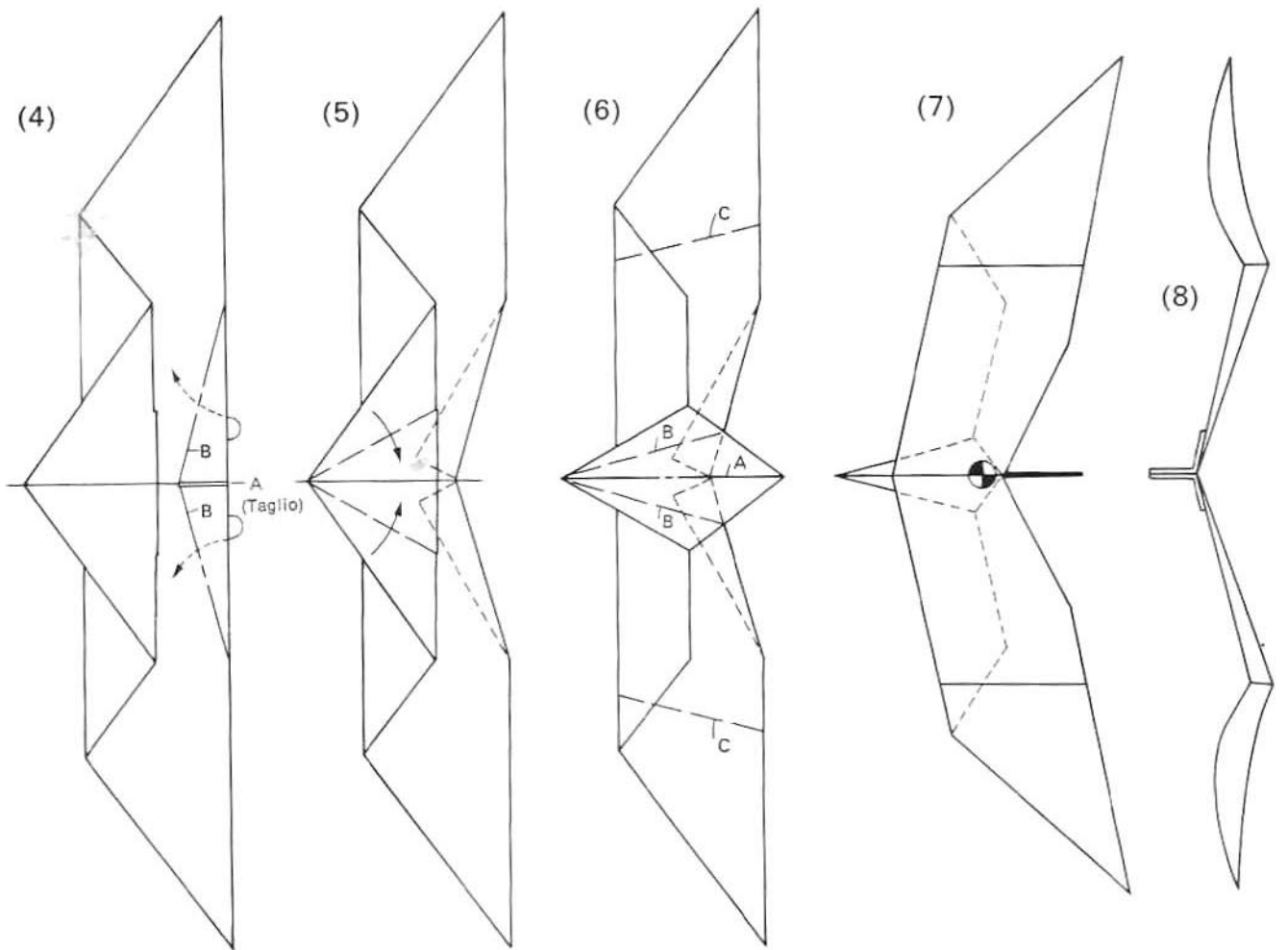
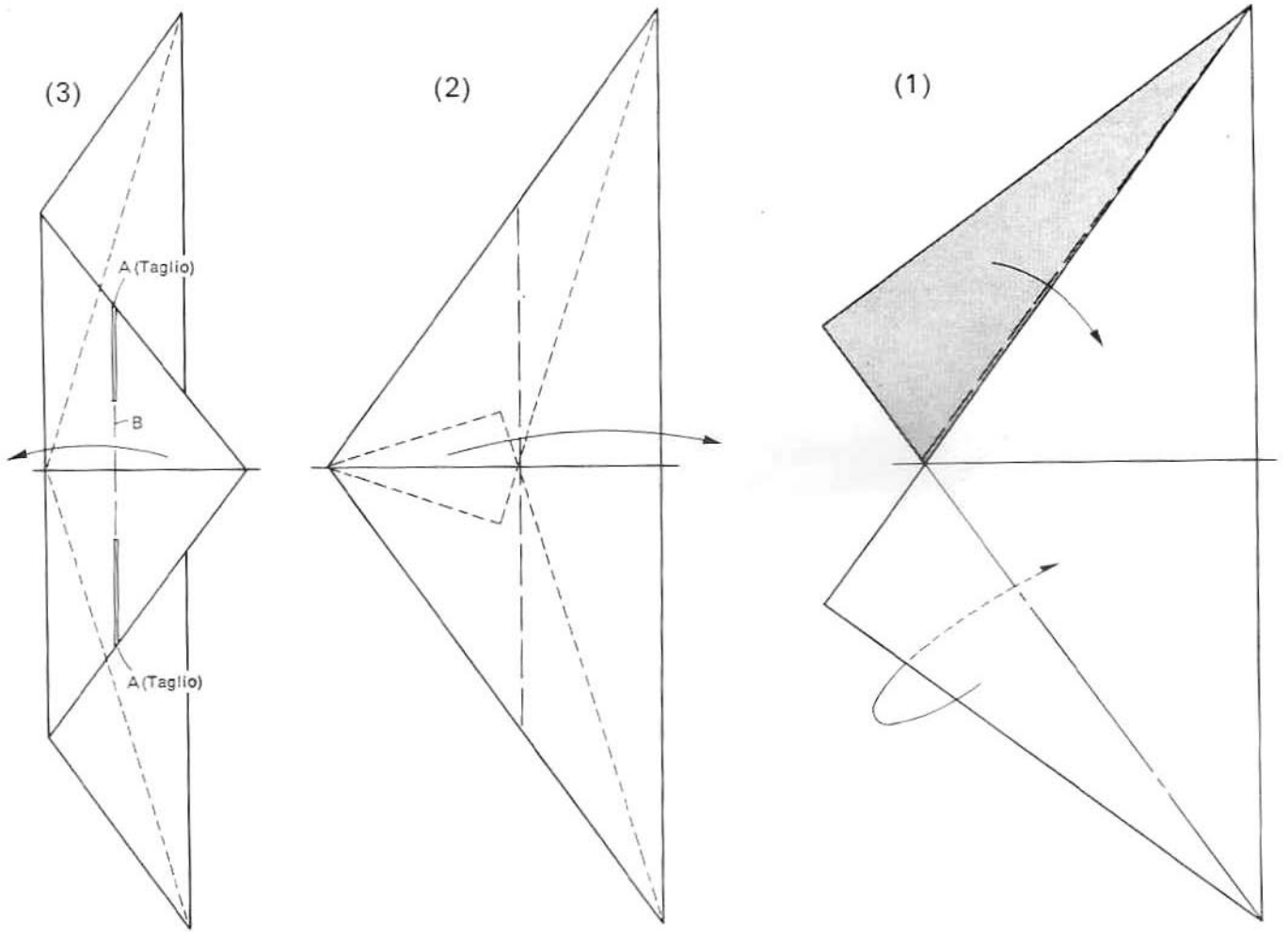
PROSPETTO



PIANTA



Scala: 1/2
Formato del foglio: A5

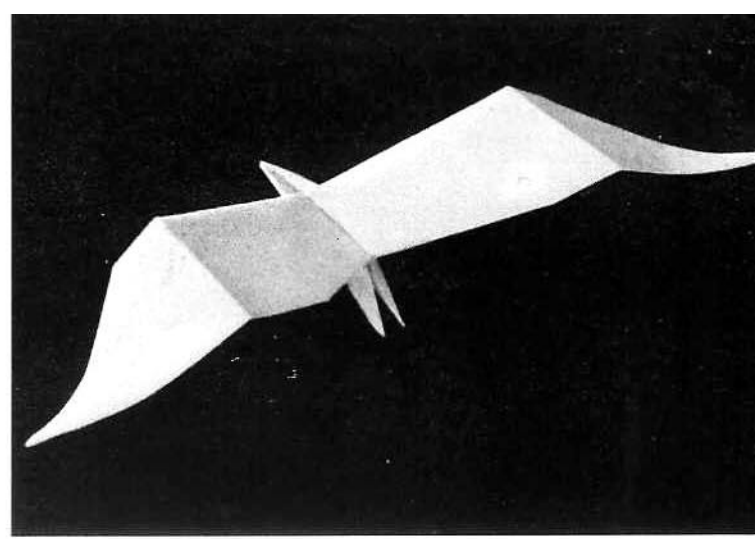


19. GABBIANO CHE BATTE LE ALI

Sebbene il principio base del suo volo sia assai simile a quello del modello precedente, cioè l'uccello che batte le ali (n. 18), questo gabbiano è ancora più realistico perché batte le ali più lentamente.

Molti uccelli di media taglia, come appunto il gabbiano, hanno un'apertura alare assai ampia per il loro corpo. Di conseguenza nel volo normale essi veleggiano e si librano nel vento, limitandosi a battere con energia le ali al decollo, all'atterraggio e quando incontrano aria agitata. Anche in questo caso, tuttavia, il movimento delle loro ali non assomiglia tanto al frullare d'ali degli uccelli piccoli, ma al loro solito lento elegante e pur sempre possente movimento.

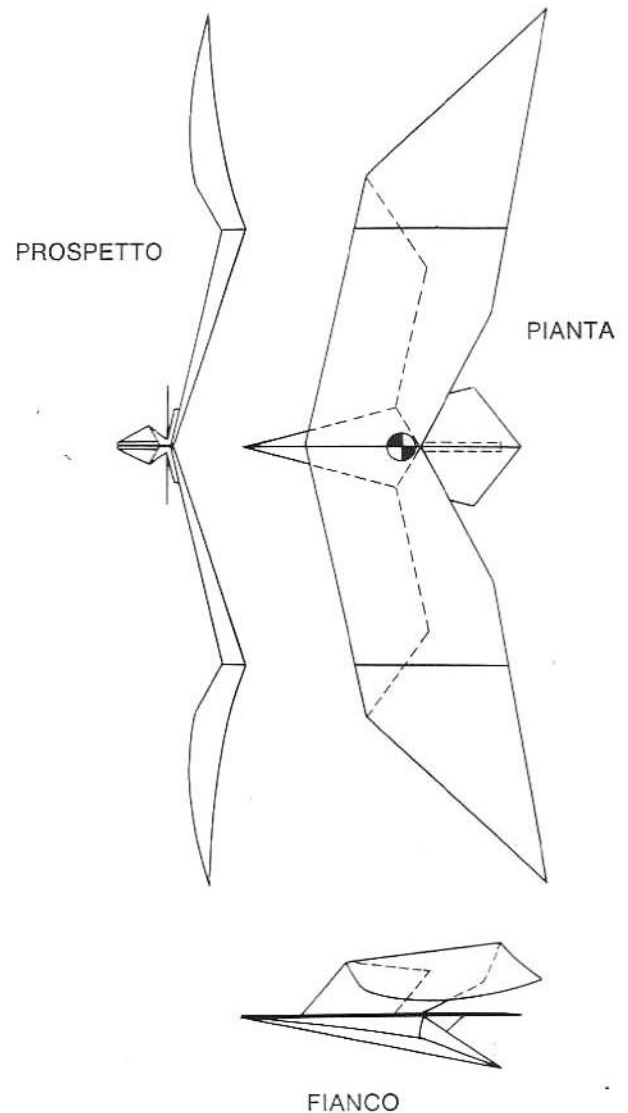
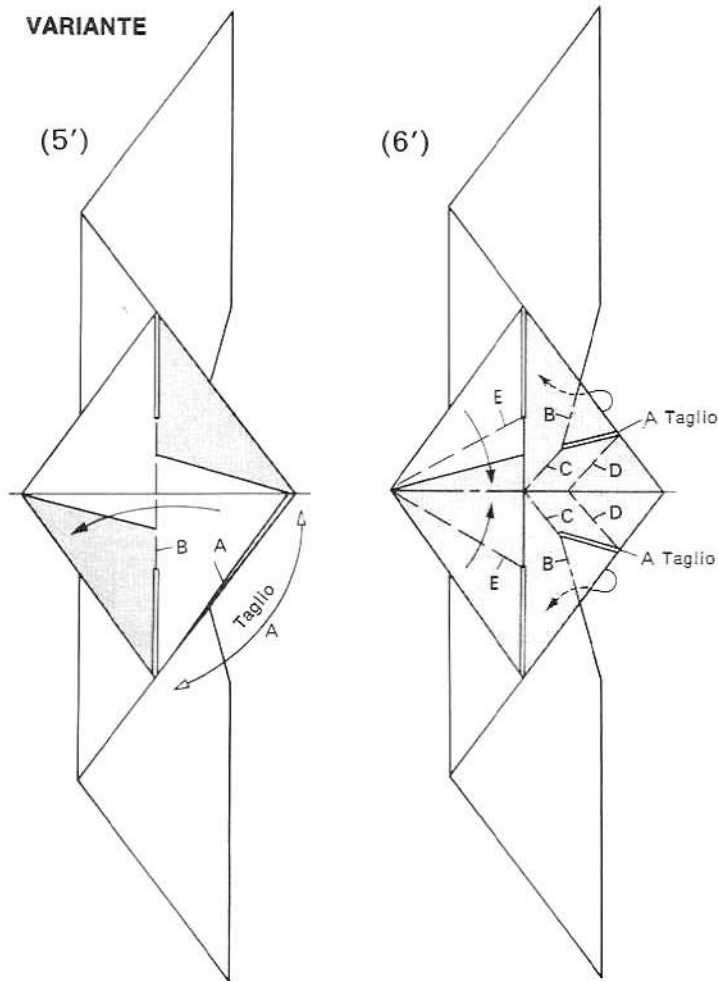
L'apertura alare di questo gabbiano origami assicura alle ali movimenti adeguatamente lenti, ma se lo svergolamento negativo delle estremità alari è troppo forte, invece di far ondeggiare le ali, il nostro gabbiano si impenna, poi picchia verso terra e quindi d'improvviso precipita al suolo. Per dare al volo l'aspetto di quello di un gabbiano vero, regolate incidenza e svergolamento delle ali con cura. È anche possibile applicare al modello una sezione di coda.



Piegatura.

(4) Tagliate la fessura illustrata lungo la linea A e inserite i quattro lembi liberi risultanti all'interno delle ali.

VARIANTE



Variante: Nelle fasi (5') e (6') s'illustra come si può ricavare la coda già in fase di piegatura. Dopo aver praticato il taglio di cui al passo 3, piegate in sù solo il foglio superiore.

(5') Realizzate i tagli illustrati lungo la linea A; fate una piega interna lungo B.

Scala: 1/2

Formato del foglio: A5

20. LIBELLULA VOLANTE

Naturalmente a differenza della libellula tradizionale dell'Arte origami, questa vola realmente. Poiché la libellula ha, tra gli insetti, raggiunto la sua maturità evolutiva relativamente di recente, il suo apparato locomotore è molto più raffinato, infatti le ali presentano possibilità di movimento e posizionamento molto più varie. Per esempio a differenza delle farfalle e delle cicale, le cui ali anteriori e posteriori si muovono contemporaneamente e nella stessa direzione, le ali anteriori delle libellule sono leggermente inclinate verso l'alto, mentre le posteriori che, per così dire, presentano una leggera freccia, sono invece piegate verso il basso. In più la libellula può muovere le ali alternativamente. Questo le consente di produrre la sua portanza in numerose circostanze, di volare in linea retta e di rimanere ferma, sospesa nell'aria.

Ovviamente aspettarsi che un modello origami faccia tutto ciò è aspettarsi troppo, tuttavia questo aeromodello di carta vola molto gradevolmente. Per ottenere questo effetto ho inclinato le ali anteriori verso l'alto e quelle posteriori verso il basso e ho ottenuto la stabilità necessaria dando alle estremità delle ali posteriori uno svergolamento negativo* (torsione verso il basso). Il baricentro si trova a due terzi della corda alare* delle due coppie di ali (anteriori e posteriori) a partire dal bordo d'ingresso* della coppia di ali anteriori.

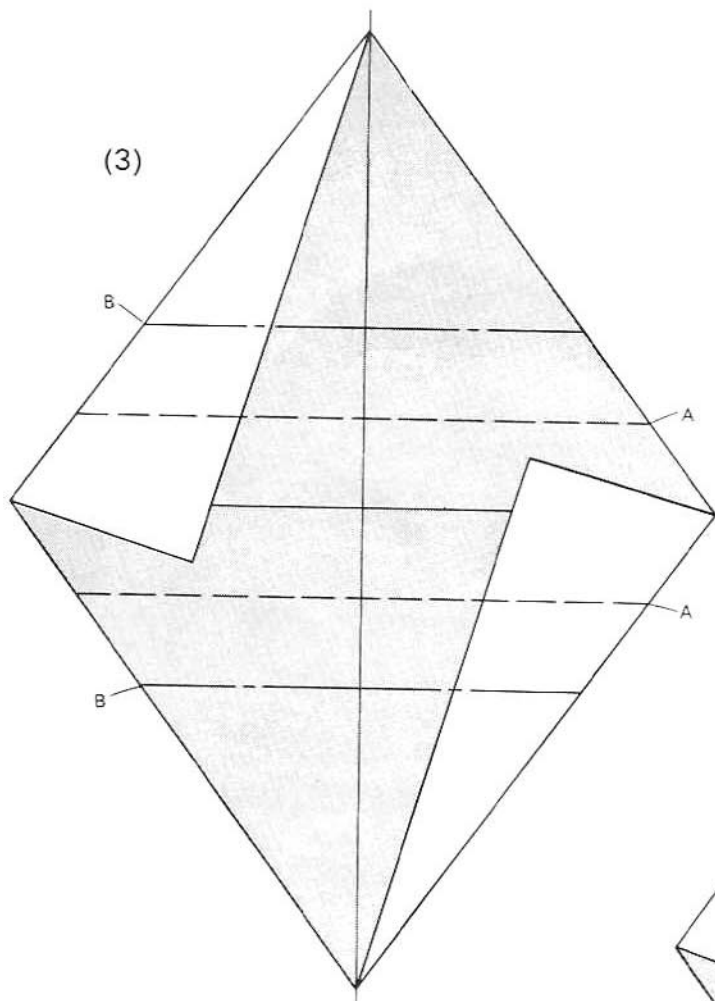
Lo svergolamento negativo* delle estremità delle ali posteriori migliora la stabilità generale della nostra libellula.

Nota. Questo è probabilmente il modello origami più difficile di tutto il libro. Cominciate con il fare un po' di pratica con un foglio di carta sottile un po' grande. Eseguite la piegatura con calma e precisione due o tre volte e sarete certi di riuscire.

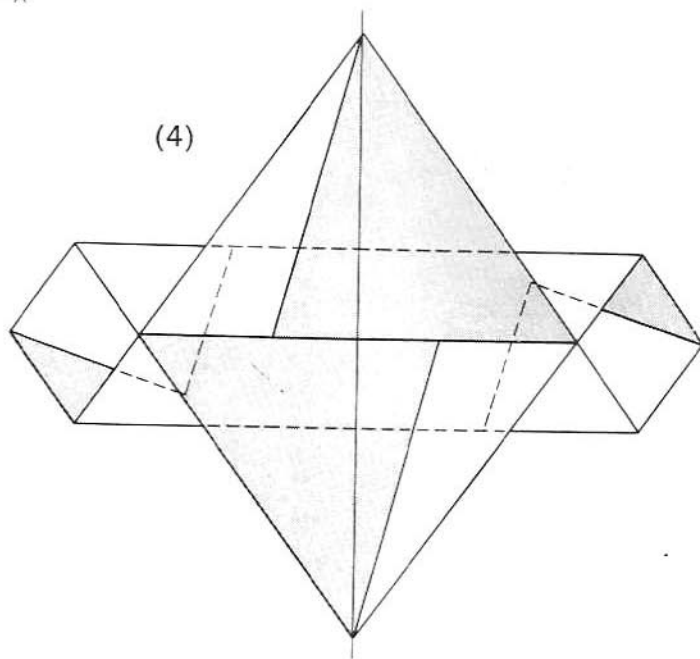
Piegatura.

(1-2) Eseguite le pieghe indicate ai passi 1 e 2 del modello precedente (il gabbiano, n. 19) e quindi aprite la piega centrale.

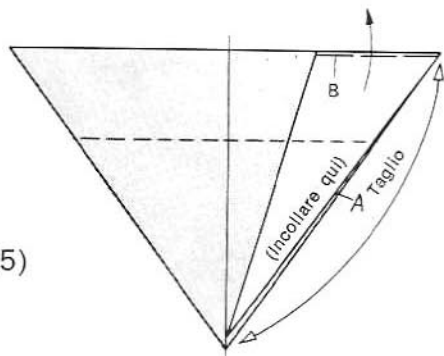
(3)



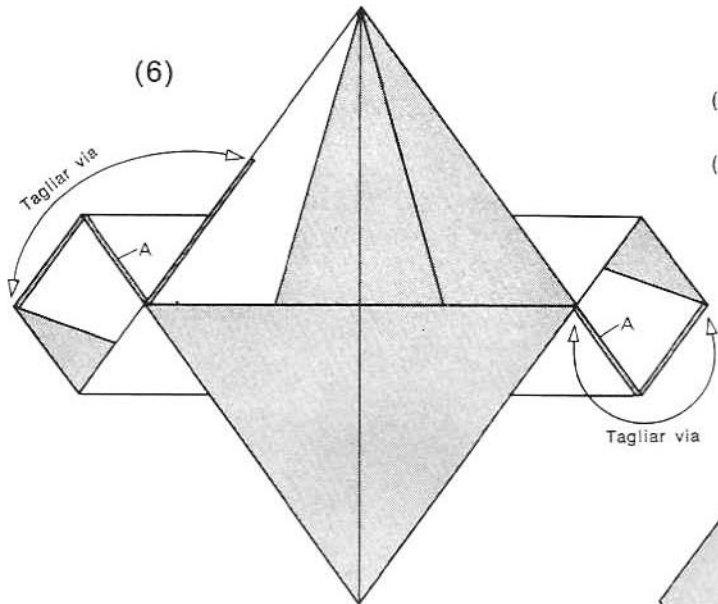
(4)



(5)

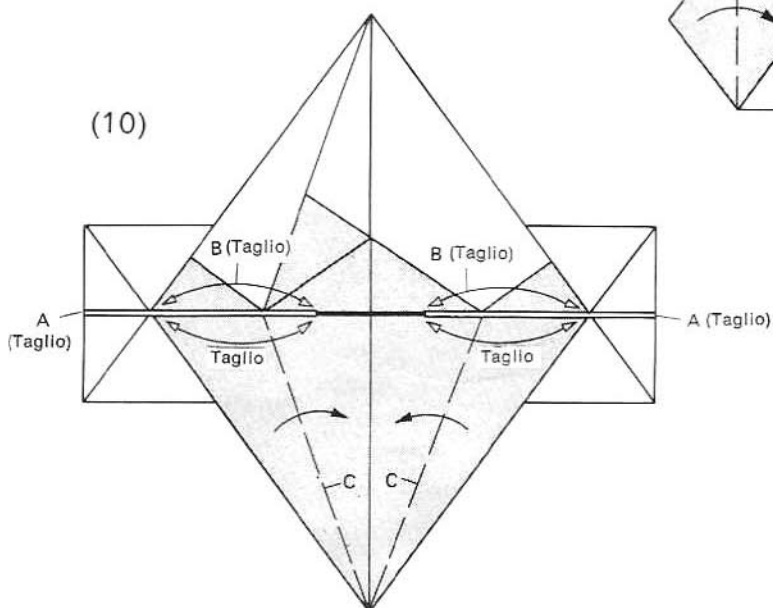
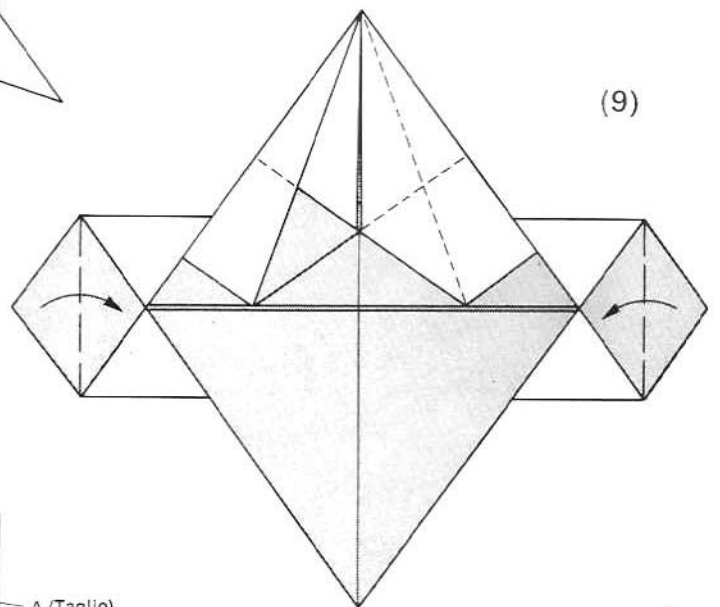
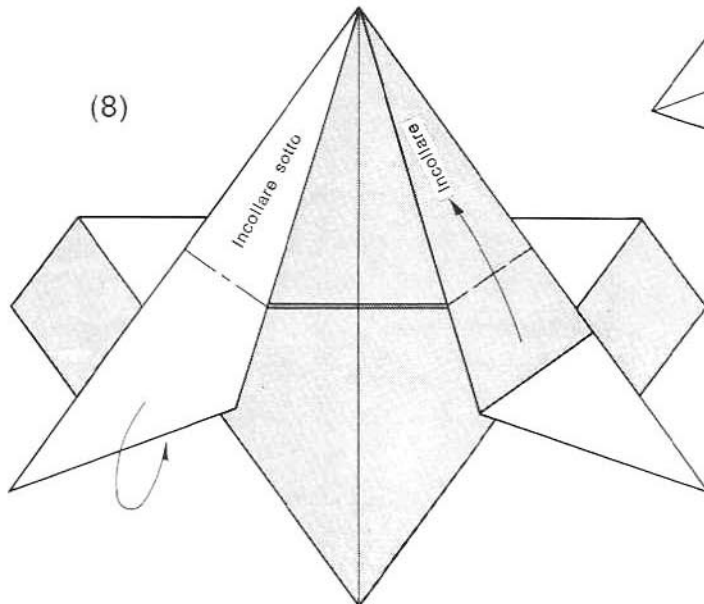
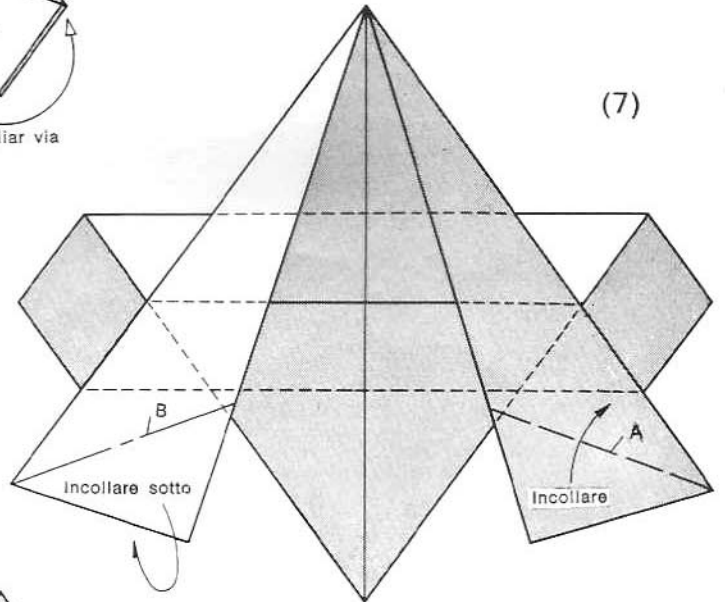


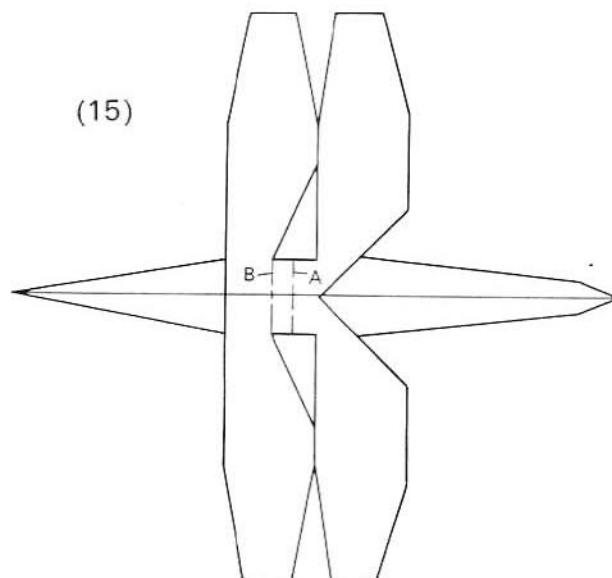
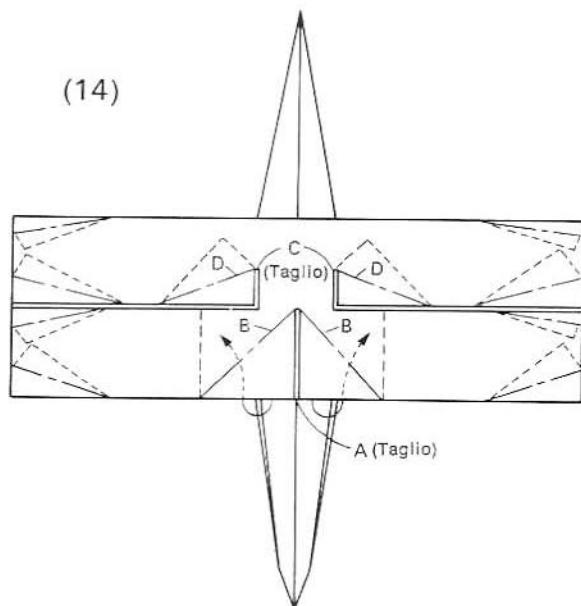
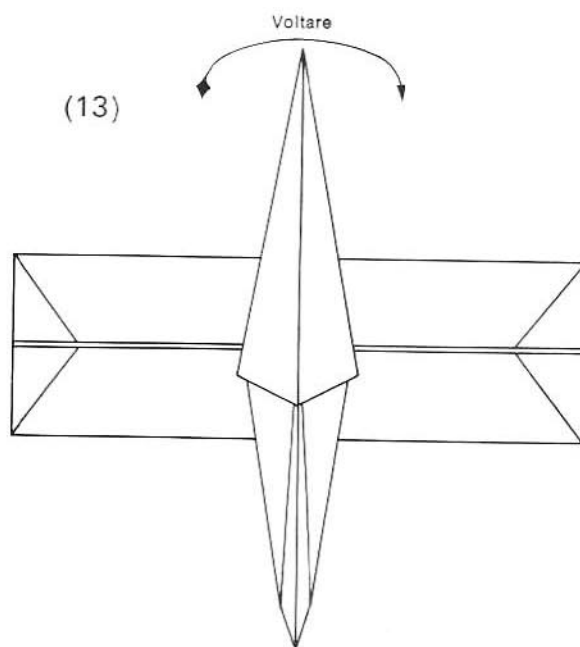
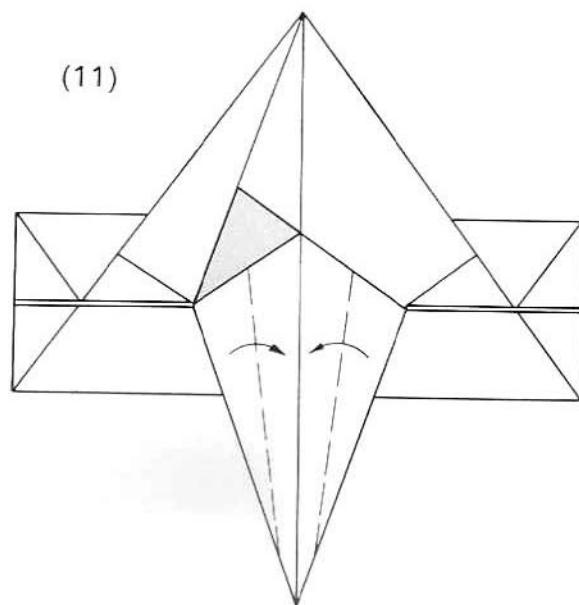
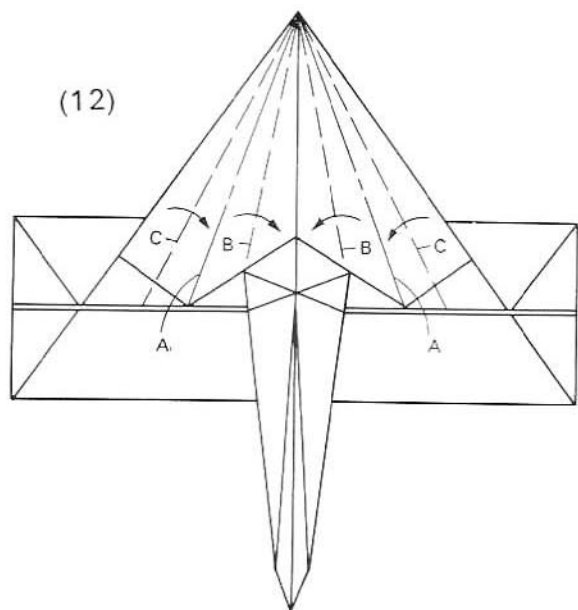
(5) Tagliate l'estremità piegata lungo la linea A, stendete un sottile strato di colla sulla superficie indicata e, alzandola, incollatela alla sezione triangolare superiore più grande.



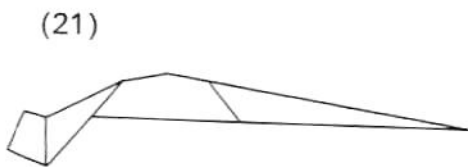
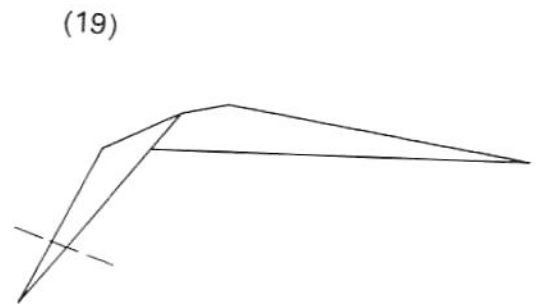
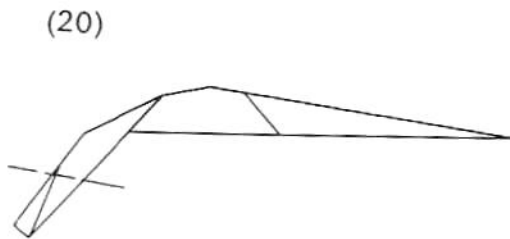
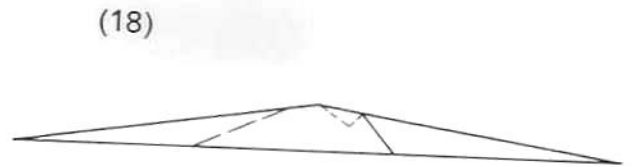
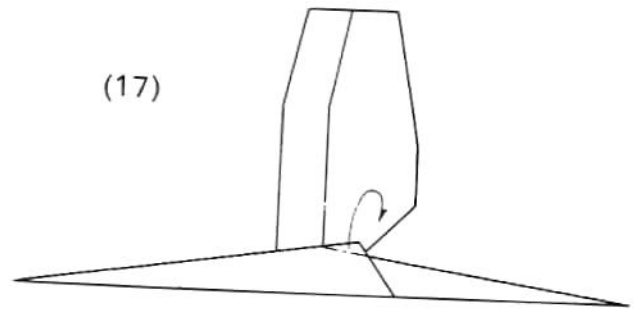
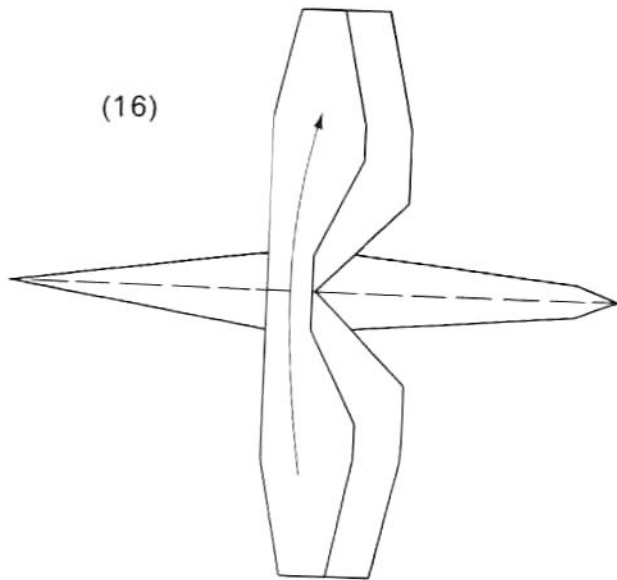
(6) Tagliate lungo la linea A e poi aprite queste sezioni verso l'esterno.

(7) Fate una piega a valle lungo la linea A e una a monte lungo B e incollate questi due lembi in sede.

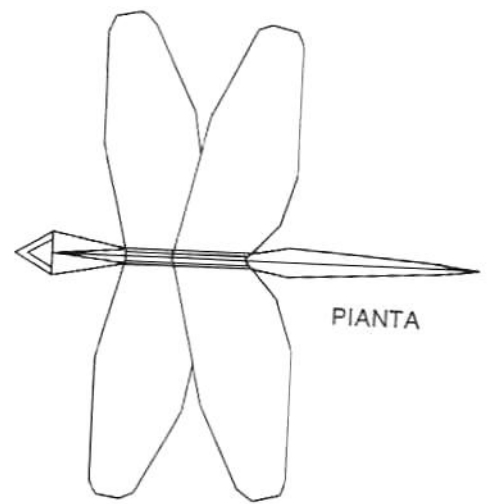
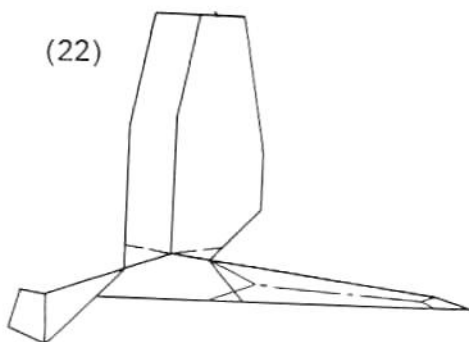
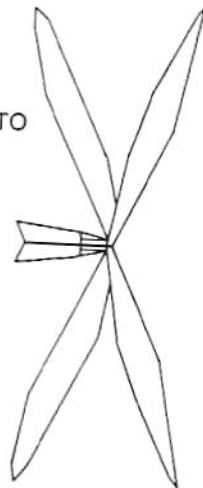




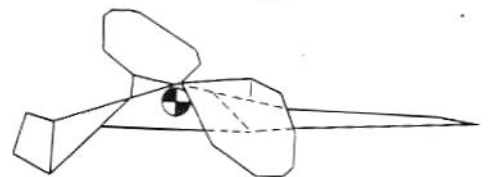
(14) Notate che i lembi alle basi delle ali vanno inseriti nelle ali stesse.



PROSPETTO



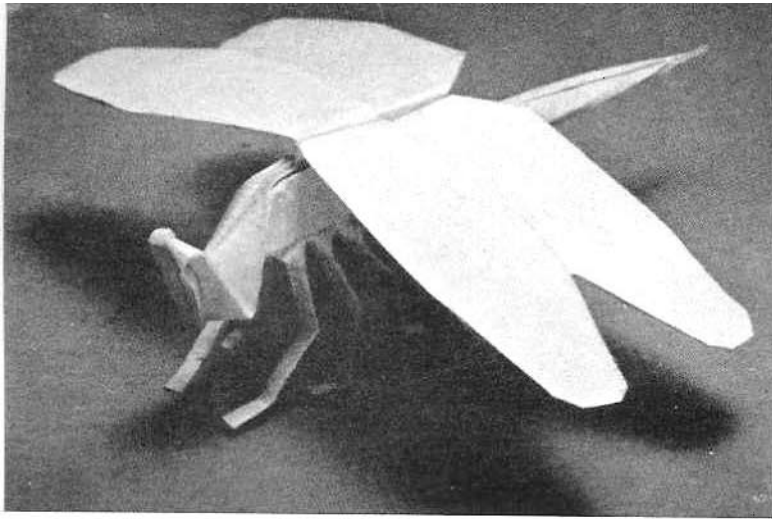
PIANTA



FIANCO

(22) Appiattite la coda.

Scala: 1/2
Formato del foglio: A5

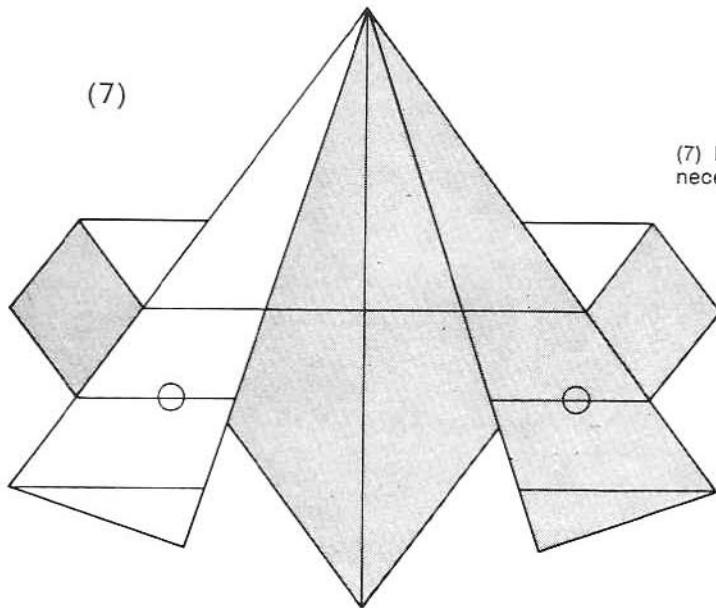


21. LIBELLULA A RIPOSO

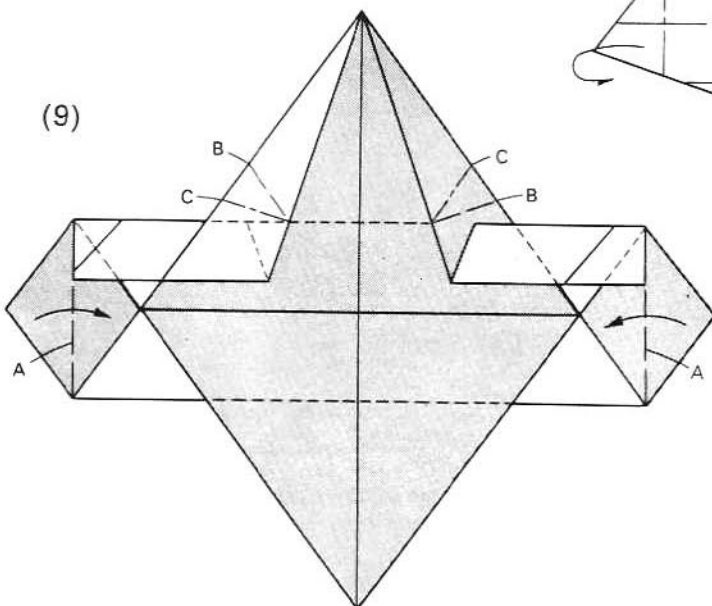
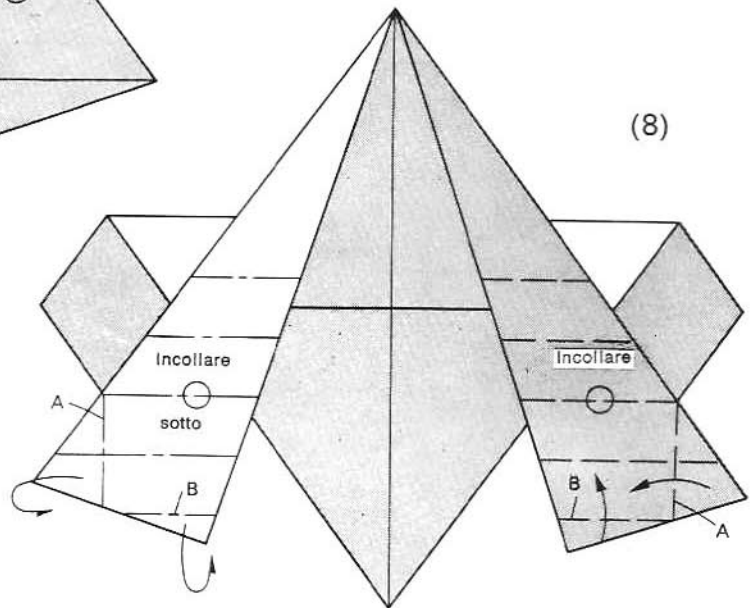
Questo origami statico è stato disegnato per far la coppia con quello volante. Riproduce la posizione che la libellula assume per una breve sosta. Per una sosta più lunga le libellule tengono le ali più separate e più in avanti. Poiché questo modello si ottiene con piegature molto simili al precedente (n. 20), ho spiegato solo i passaggi in cui vi sono differenze tra i due. La numerazione delle fasi di piegatura in questo modello corrisponde a quella delle fasi del precedente.

Piegatura.

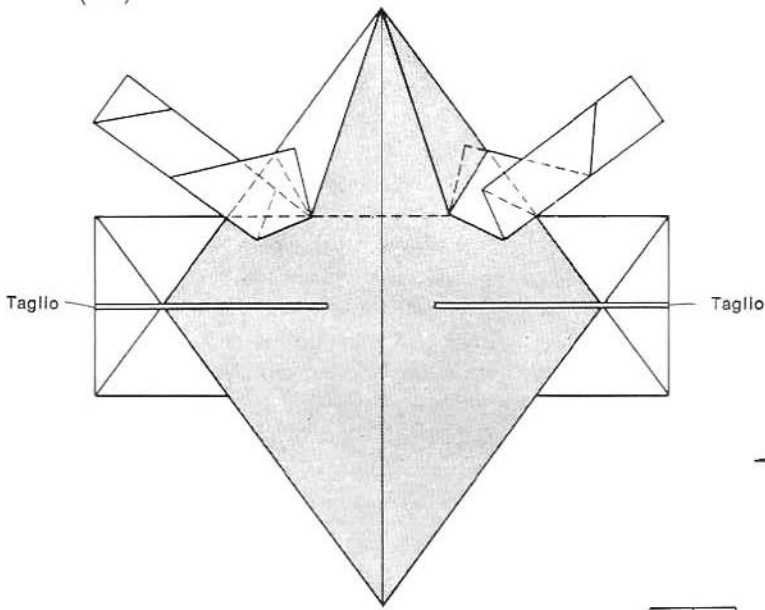
Le fasi di piegatura da 1 a 6, da 11 a 17 e da 19 a 22 sono identiche alle corrispondenti del precedente modello.



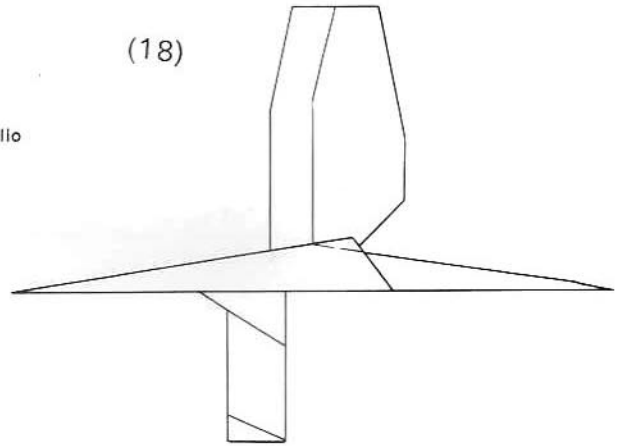
(7) Estraiete le parti nelle quali si sono dovuti fare i tagli necessari previsti al passo n. 6.



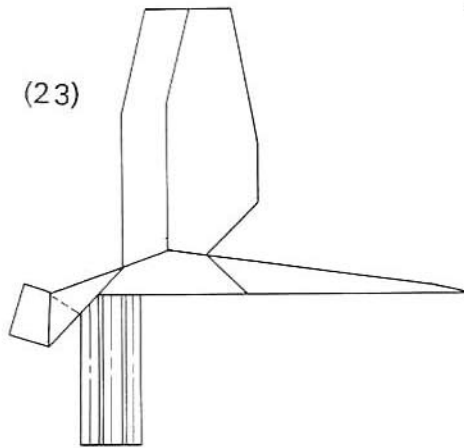
(10)



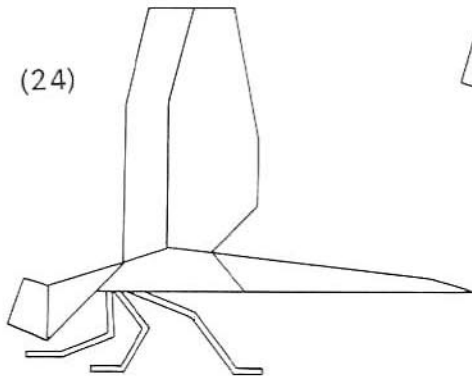
(18)



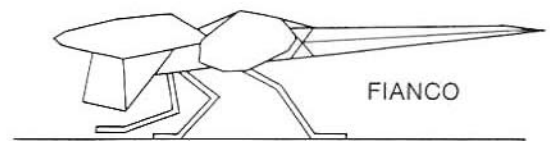
(23)



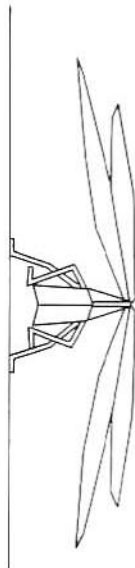
(24)



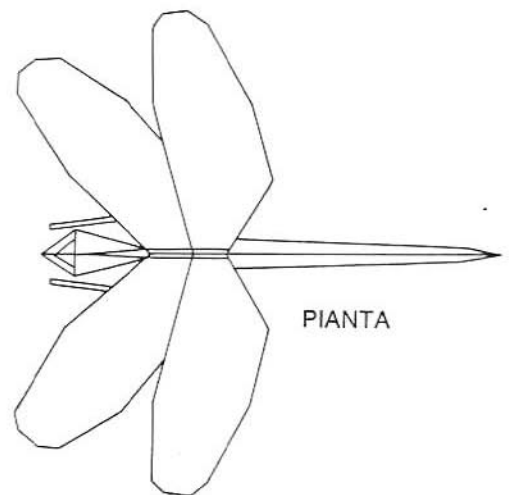
(23-24) Dividete le sezioni delle gambe in tre parti uguali facendo i tre tagli indicati. Per piegare queste zampette così sottili si rivela molto utile un paio di pinzette.



PROSPETTO



PIANTA

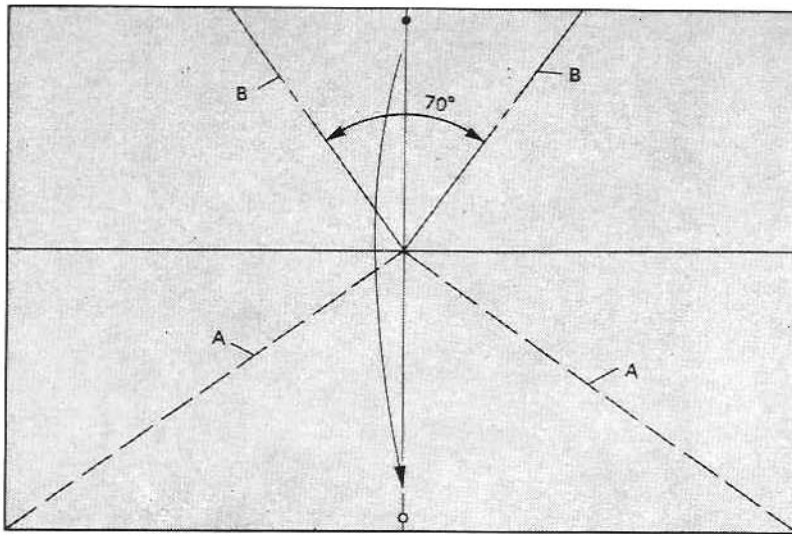


Scala: 1/2
Formato del foglio: A5

22. FARFALLA

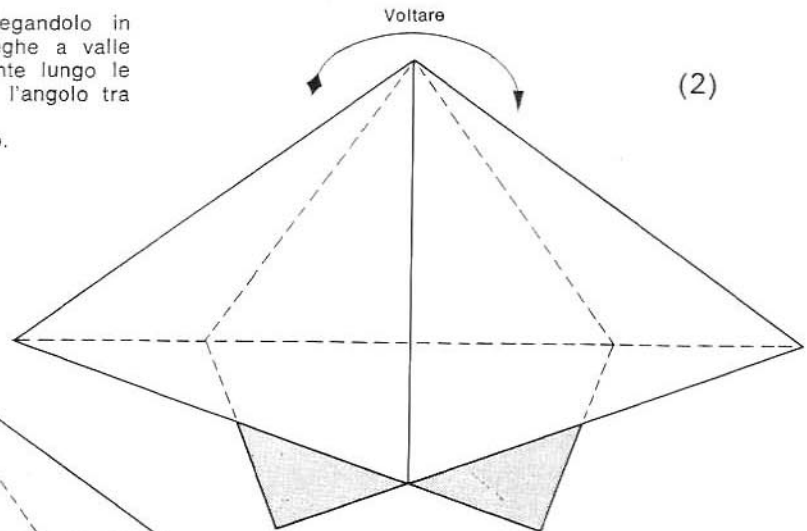
La farfalla è un soggetto molto popolare nell'Arte origami ma per costruire una farfalla che possa veleggiare bene, la forma tradizionale deve essere molto semplificata. E ciò presenta un numero sorprendente di difficoltà. Incidentalmente, sebbene il volo della farfalla sia lento e molto aggraziato, tuttavia è un insetto estremamente difficile da catturare.

Qualche volta questi poetici insetti sembrano quasi galleggiare nell'aria, quando nei giorni di primavera o d'estate scendono planando con grazia verso un fiore. È questo l'effetto che ho tentato di riprodurre. Nel modello, le ali anteriori sono più grandi e sono inclinate fortemente in avanti, potremmo dire che hanno, in pianta, quasi una freccia negativa. Per questo motivo il baricentro si sposta inevitabilmente indietro. Ed è questo che, in definitiva, impone di dare al modello un forte angolo di incidenza. Per evitare che il baricentro si sposti troppo verso poppa, ho provveduto a contrappesarlo a prua.

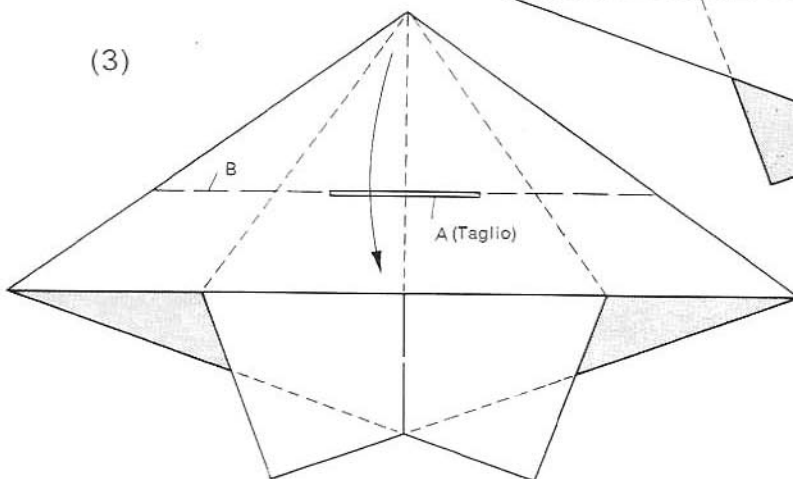


(1)

- (1) Dopo aver trovato il centro del foglio piegandolo in quattro lungo le due mediane, fate due pieghe a valle lungo le linee A; poi fate due pieghe a monte lungo le linee B. Dovete usare un goniometro perché l'angolo tra le linee B deve essere esattamente di 70° . Infine portate il punto nero sul punto bianco.

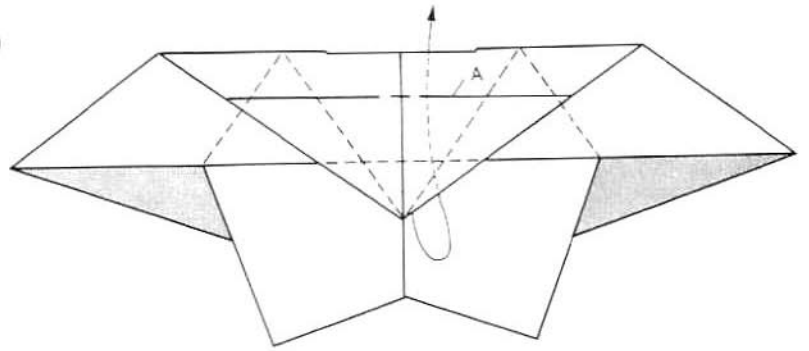


(2)



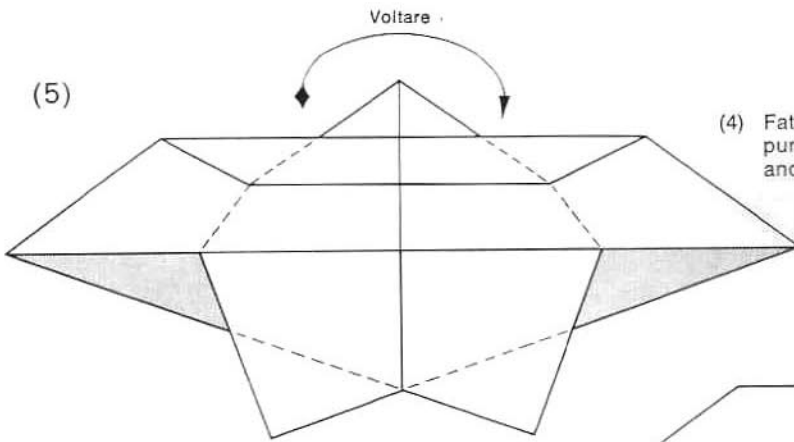
(3)

(4)



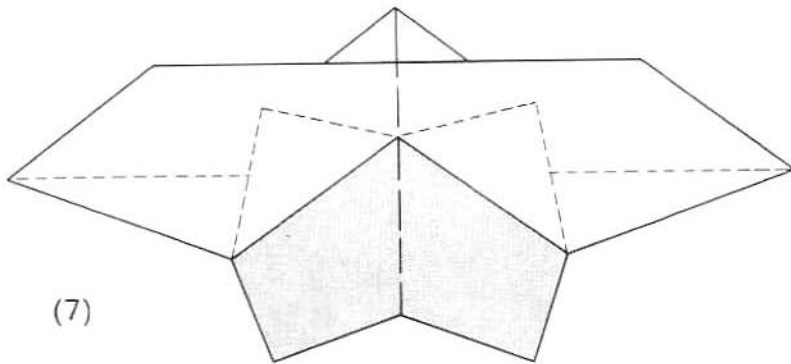
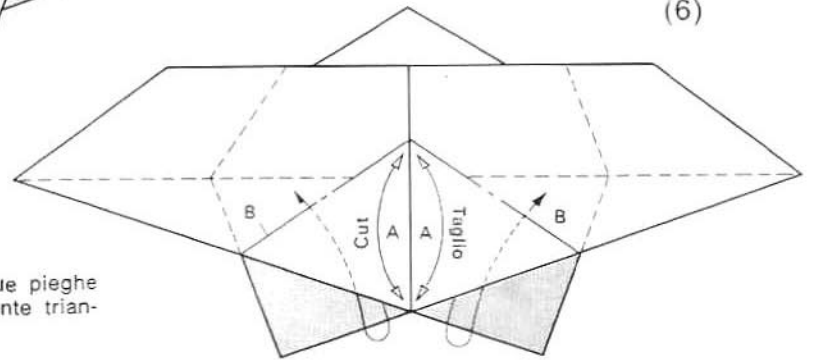
(4) Fate una piega a monte lungo la linea A e inserite la punta triangolare nel taglio fatto al passo n. 3. Questo andrà a formare la testa.

(5)

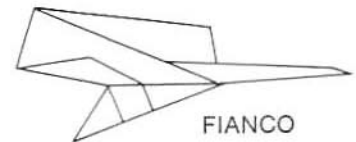


(6) Fate il taglio illustrato sulla linea A. Eseguite due pieghe a monte lungo B. Dopo di ciò portate le due punte triangolari all'interno del corpo della farfalla.

(6)

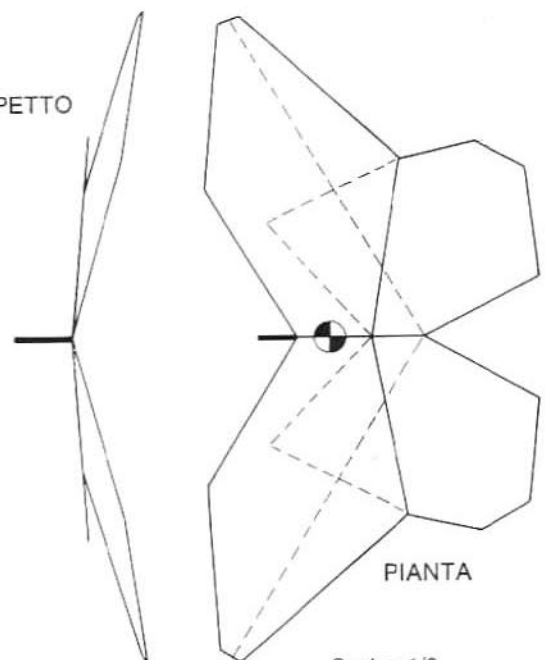


(7)



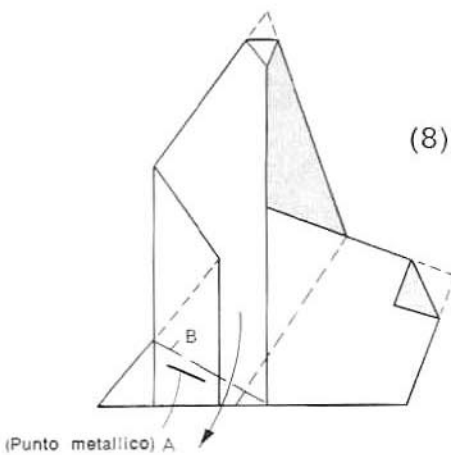
FIANCO

PROSPETTO



PIANTA

(8)

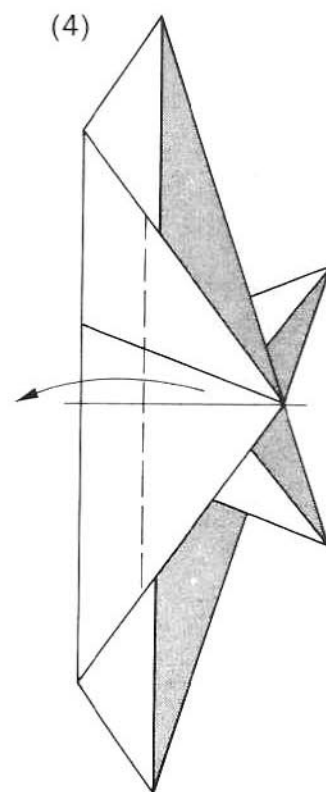
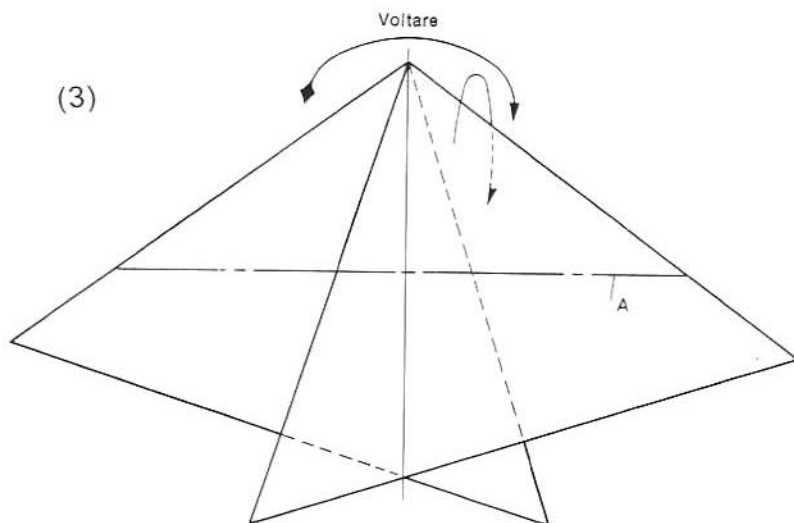
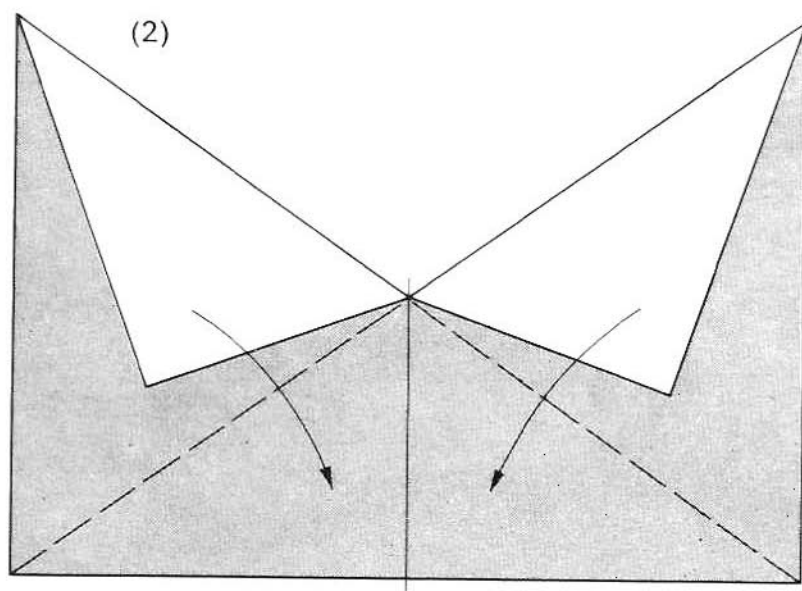
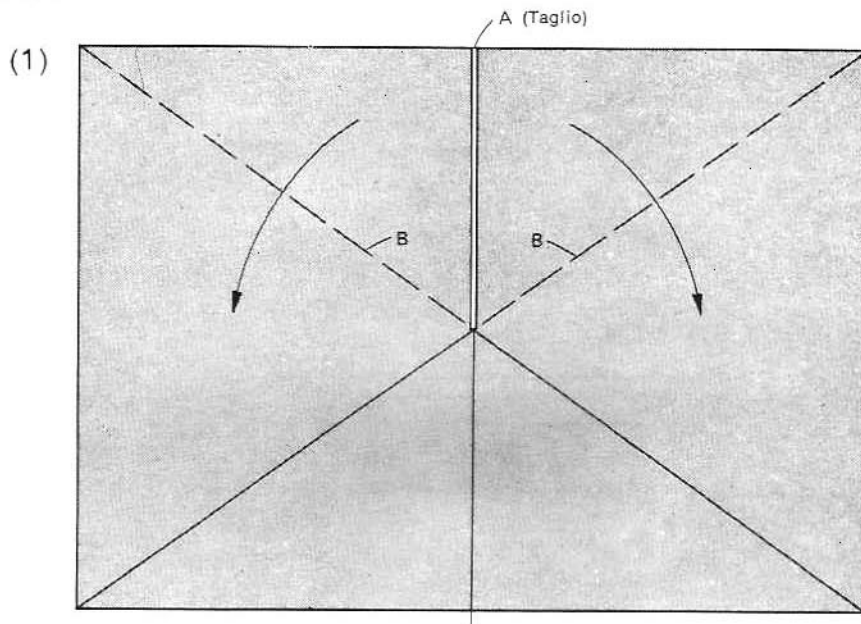


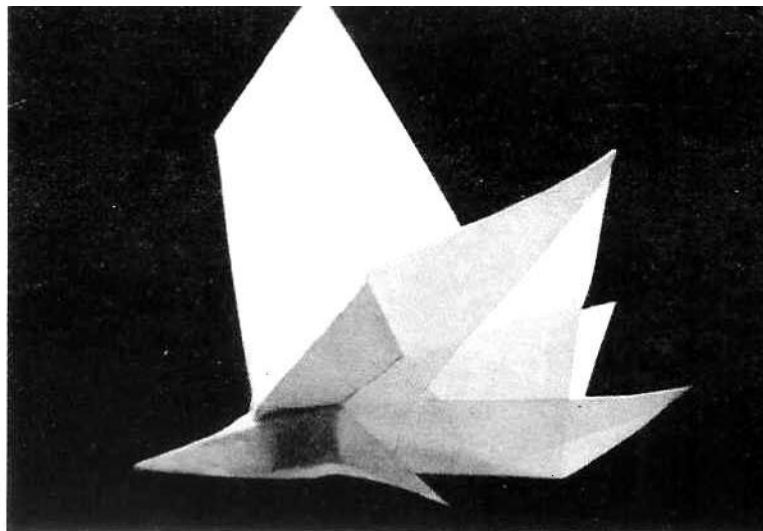
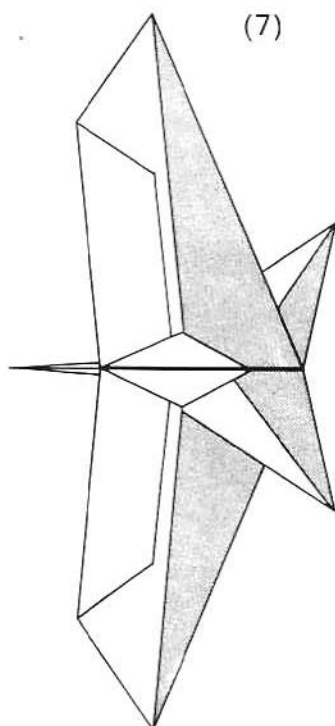
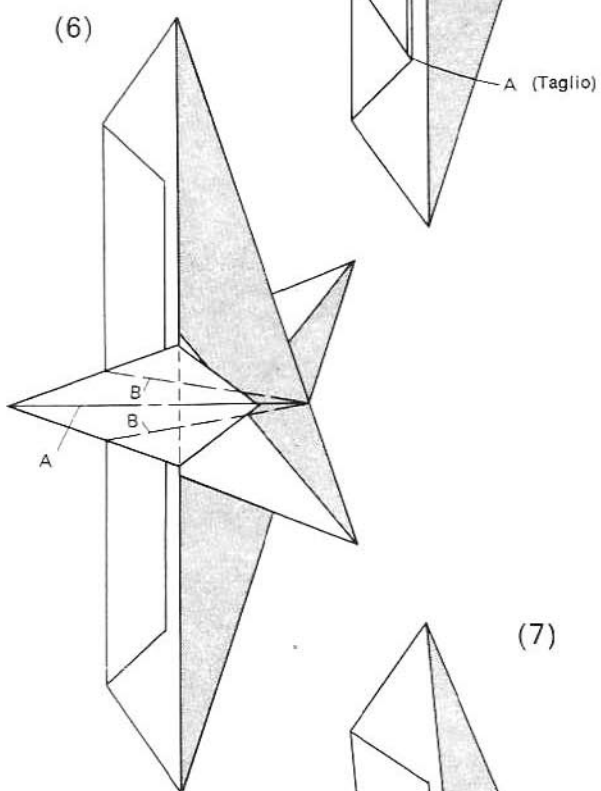
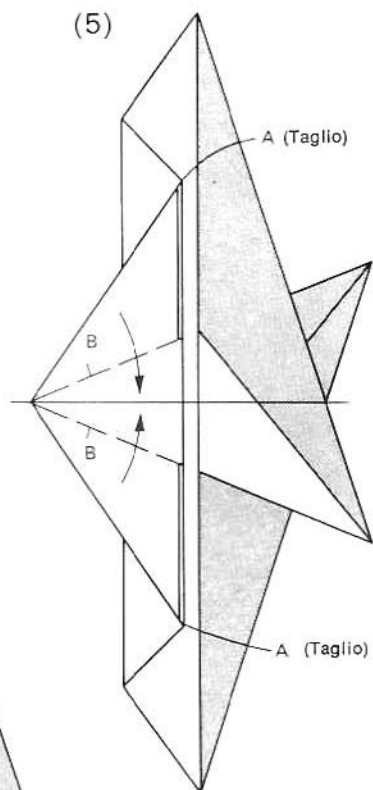
(Punto metallico) A

Nota: Regolate con cura l'incidenza delle ali anteriori che deve essere ben maggiore di quella delle ali posteriori.

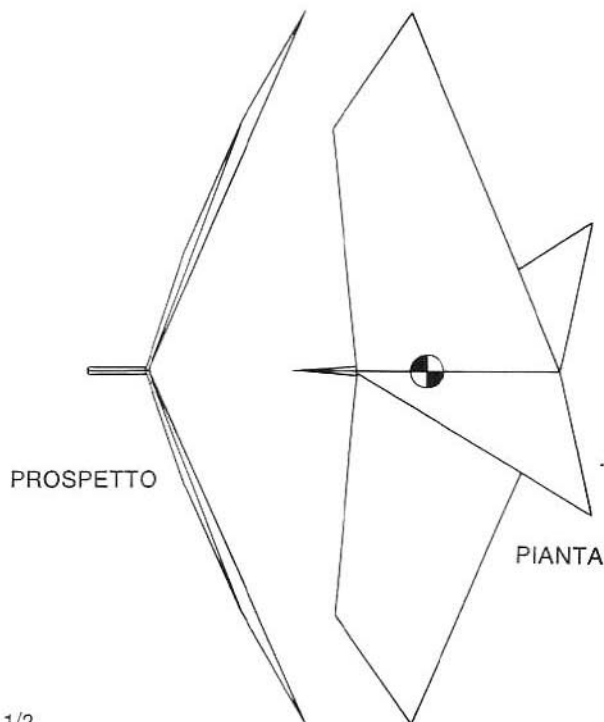
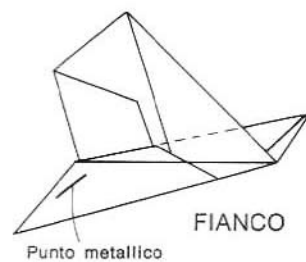
Scala: 1/2
Formato del foglio: A5

23. FALCO DELLE PALUDI





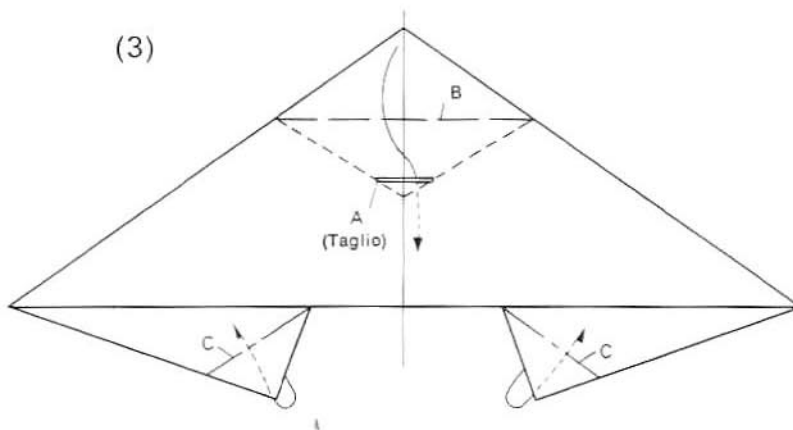
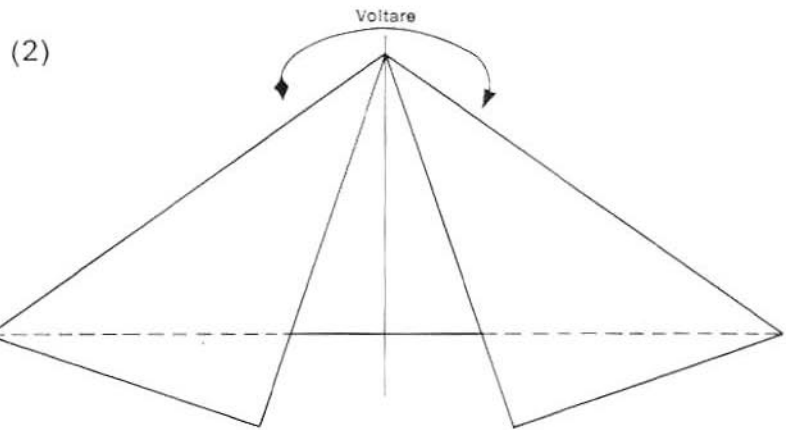
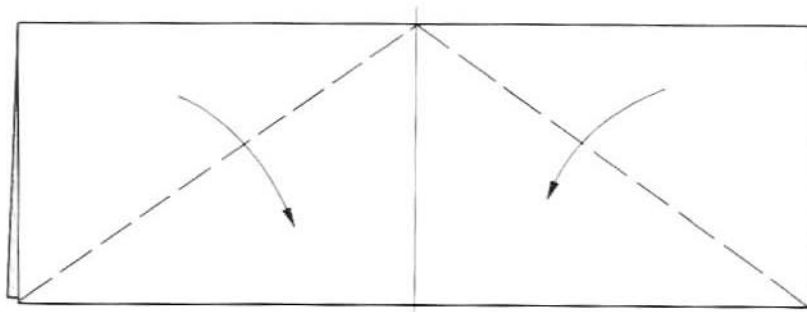
Questo è uno dei componenti più piccoli della famiglia dei falchi e delle aquile. Vive nelle pianure e nelle paludi dell'Hokkaido, la più settentrionale delle isole del Giappone. Le sue ali leggermente rivolte in sù gli consentono di librarsi e planare nel cielo, che è la maniera di volare che più gradisce. Di questo uccello si dice una cosa abbastanza interessante: anche quando non vi è alcuna preda, per mantenersi in forma, lo si vede tuffarsi e piombare su piccole pietre o rametti. Benché le ali di questo modello origami siano più sottili di quelle dell'uccello vero, in volo assomiglia parecchio all'originale. Non preoccupatevi troppo che le semicode destra e sinistra siano perfettamente simmetriche; il fatto non incide in maniera sostanziale sulle prestazioni del modello.



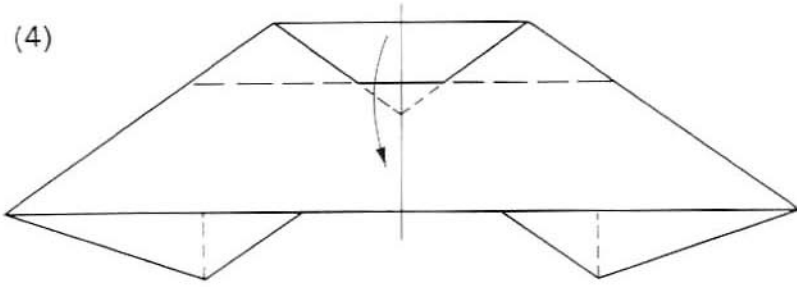
Scala: 1/2
Formato del foglio: A5

24. PIPISTRELLO

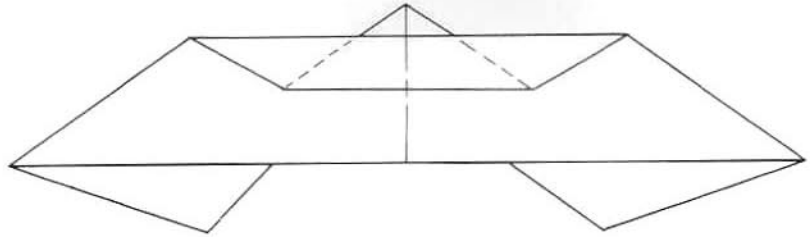
Nel novero delle creature che volano non sarebbe stato bello dimenticare l'unico mammifero che vola veramente. Inoltre il pipistrello è una delle figure più tipiche, quasi obbligate, nell'Arte origami, ma in generale in quel contesto lo scopo è quello di riprodurre il più fedelmente possibile la forma dell'animale. Di conseguenza vi sono molte piegature e zone in cui vi sono sovrapposti molti strati di carta. Per poter avere buone prestazioni di volo, ho dovuto semplificarne la forma in modo considerevole.



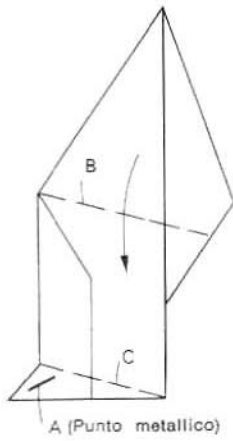
(4)



(5)



(6)



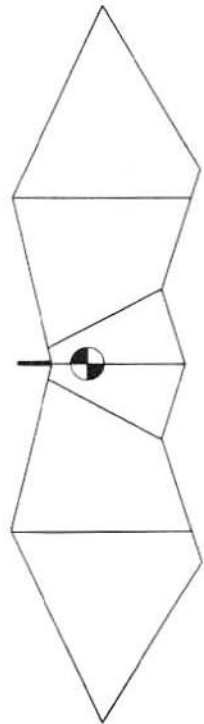
FIANCO



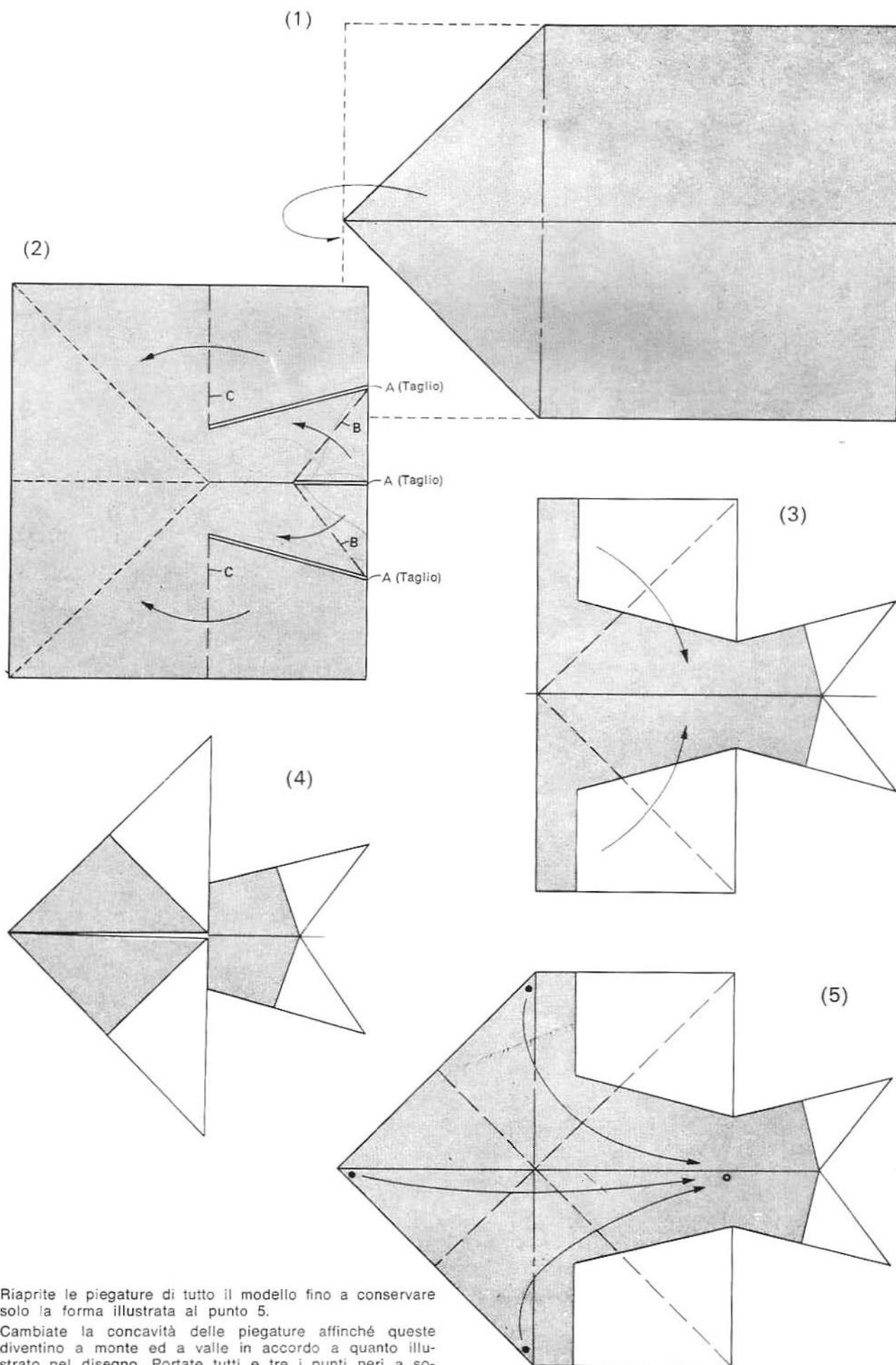
PROSPETTO



PIANTA



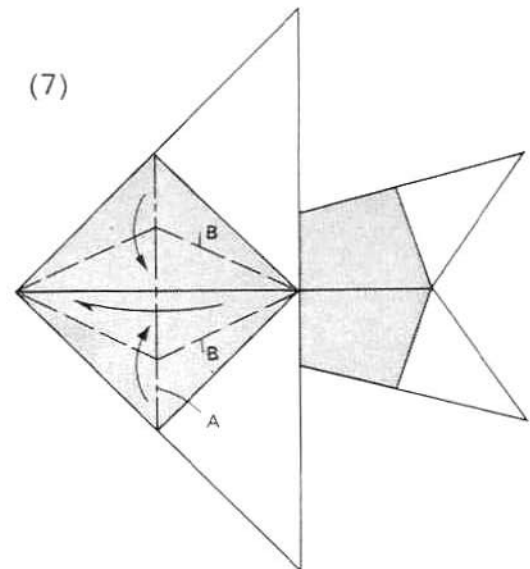
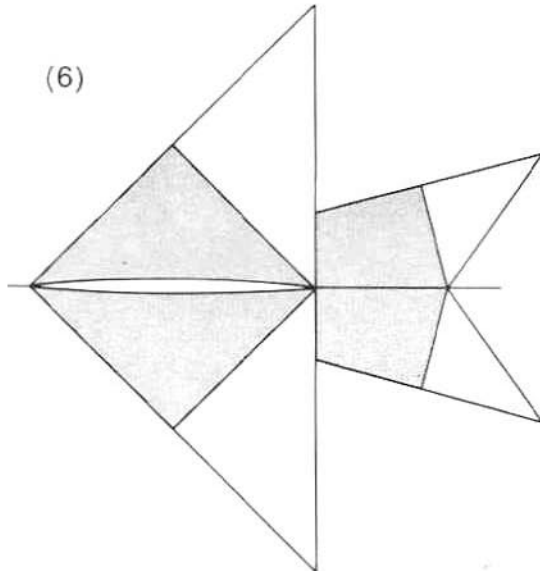
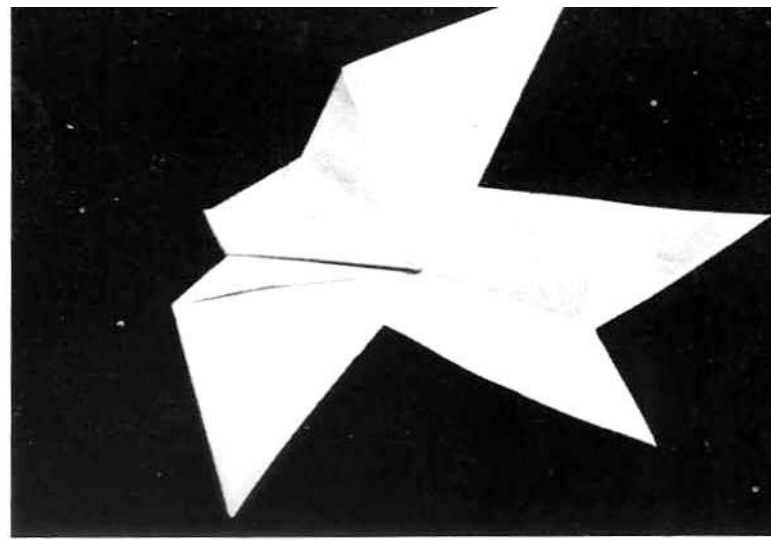
Scala: 1/2
 Formato del foglio: A5



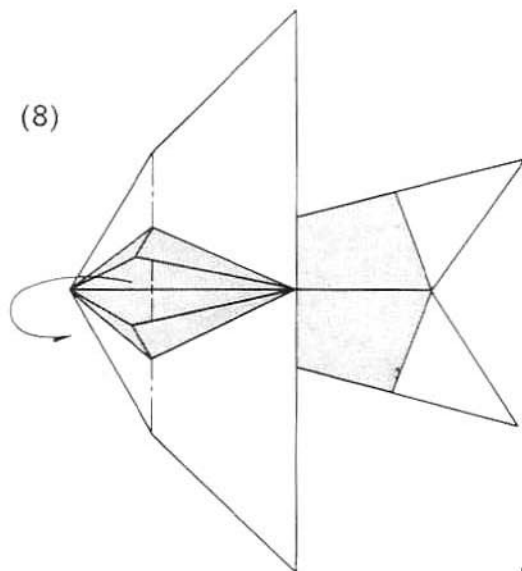
- (4) Riaprite le piegature di tutto il modello fino a conservare solo la forma illustrata al punto 5.
- (5) Cambiate la concavità delle piegature affinché queste diventino a monte ed a valle in accordo a quanto illustrato nel disegno. Portate tutti e tre i punti neri a sovrapporsi sul punto bianco.

25. RONDINE (perfezionamento della tradizionale rondine piatta)

La modifica migliorativa della versione più vecchia della rondine nell'Arte origami, versione che si caratterizza per essere piatta, conduce alla costruzione di un modello che vola come l'uccello vero. I particolari delle prime piegature di questo modello mi furono ispirati dall'esame di un aereo di carta messicano che mi portò un mio amico, come souvenir. La tecnica di piegatura dovrebbe essere assimilata con cura, perché potrebbe risultare utile in numerose altre realizzazioni.

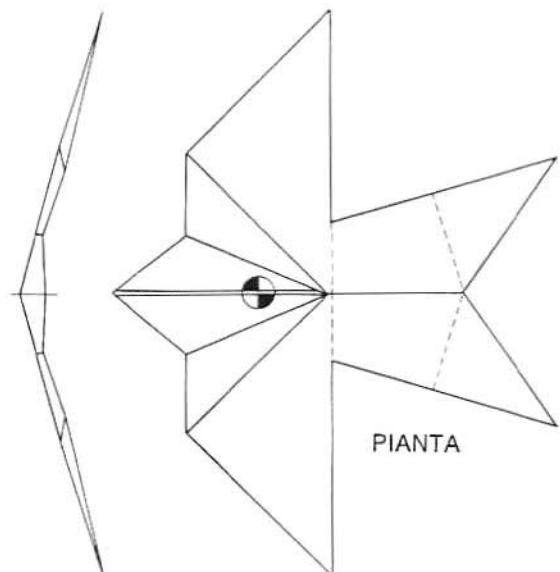


- (7) Fate le piegature nella sezione quadrata della «testa» (o meglio, in quella parte che poi diventerà la testa), come indicato nello schizzo. Alzate, poi rischiate il lato destro e sinistro con piegature a monte e piegando la parte più sottostante della punta verso il retro.



FIANCO

PROSPETTO

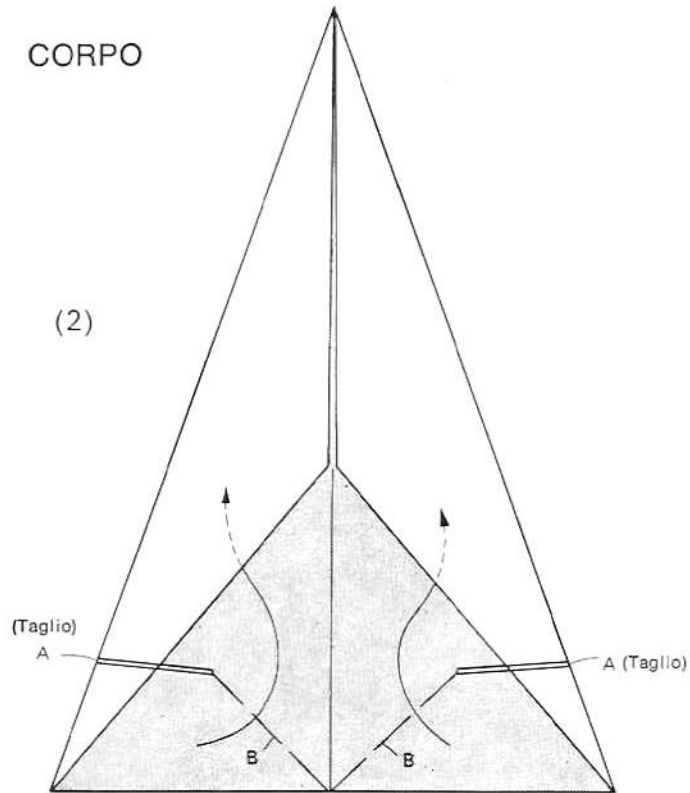


PIANTA

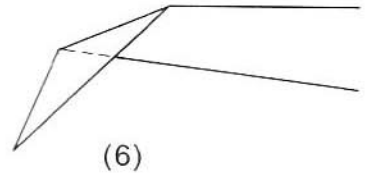
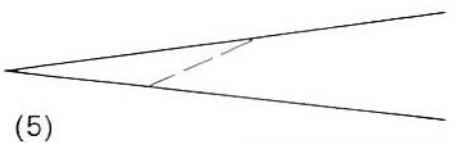
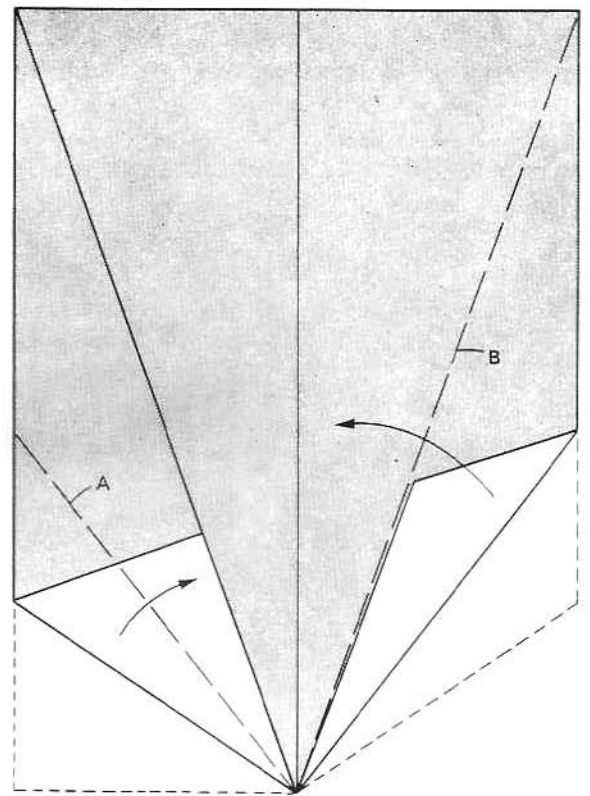
Scala: 1/2
Formato del foglio: A5

26. CICOGNA

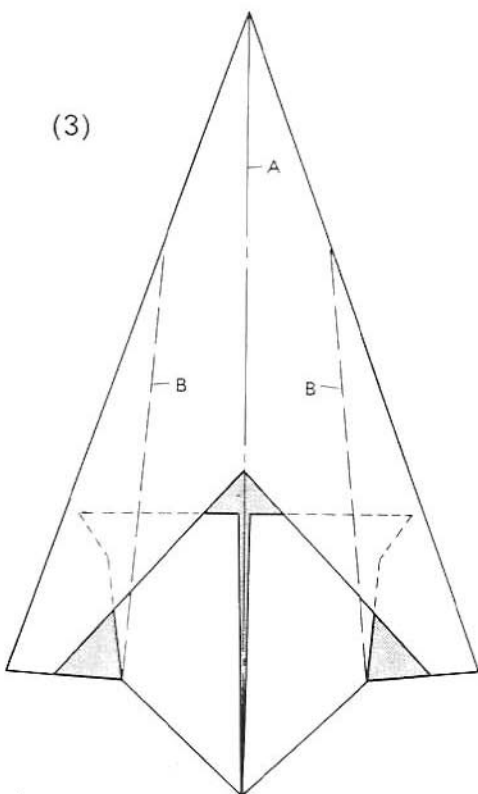
Un modello di cicogna finito è insieme una bella figura origami e un buon volatore. Come la mostrano le fotografie in volo, la cicogna è un uccello armonioso e potente con quelle sue grandi ali spiegate e i suoi sòmmoli (le penne remiganti che si trovano alle estremità delle ali) aperti come le dita di una mano. Naturalmente il fascino di questa creatura è enfatizzato dalla poesia della leggenda secondo cui le cicogne portano i bambini. Ma, al di là dell'aspetto tradizionale, la cicogna rimane un volatile bello ed interessante, divertente da riprodursi in origami.



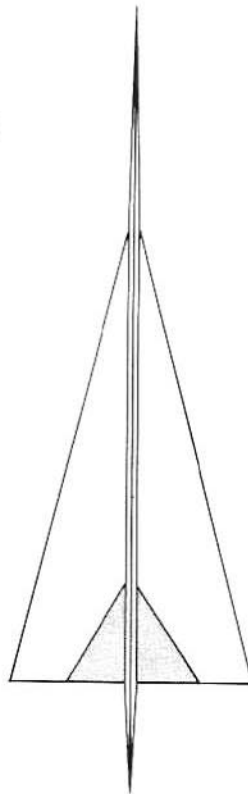
(1)



(3)



(4)

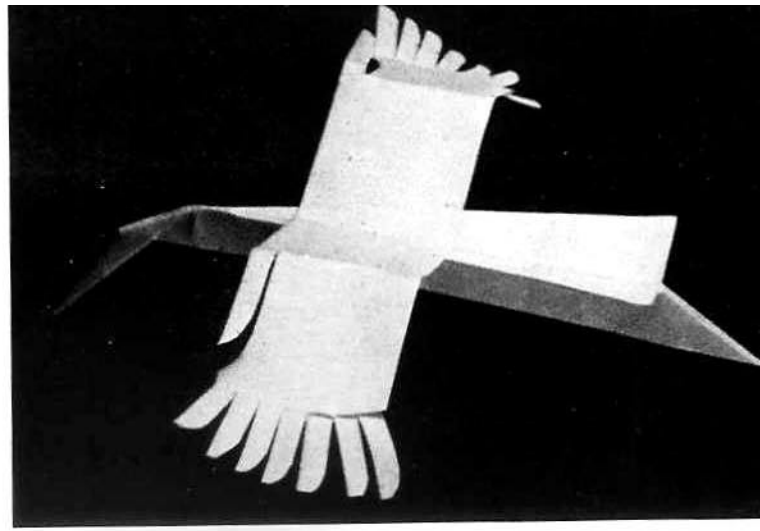
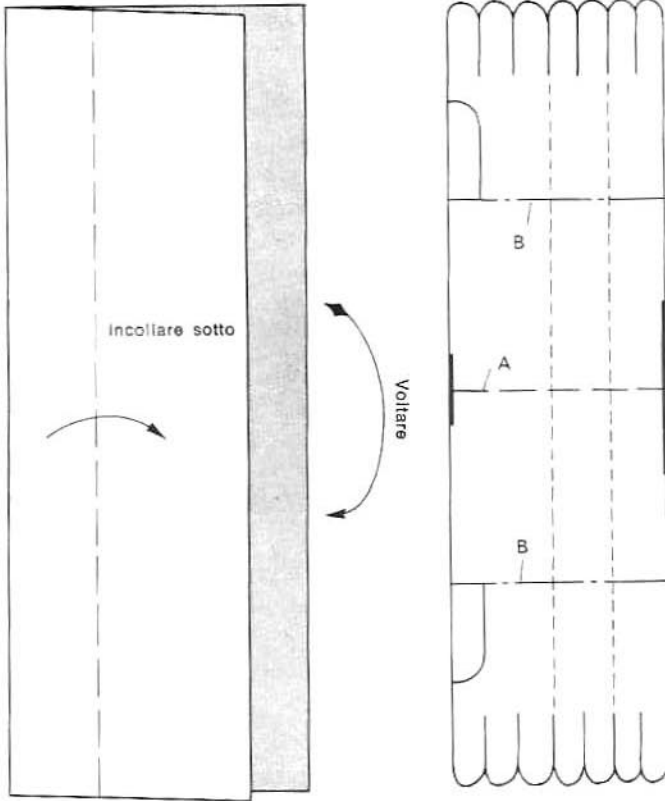


A questo punto tenterò di darvi una piccola spiegazione sulla natura dei sòmmoli e sulla loro funzione. Nel caso di ali ad estremità rettangolare, se l'aria che scorre sotto il loro ventre si indirizza verso le estremità e quindi risale sul dorso, nasce una corrente d'aria che interferisce con quella che scorre sul dorso; si stabilisce così un campo di pressione che localmente distrugge la portanza. (In aeronautica il fenomeno viene chiamato *stallo** alle estremità alari). Poiché il fenomeno si manifesta al vertice posteriore delle estremità alari e interessa una zona triangolare, per evitarlo si possono eliminare questi vertici, conferendo alle estremità alari il tipico profilo ovale. Oppure, altra soluzione adottata da Madre Natura per gli uccelli, l'estremità alare può essere ornata da una schiera di penne remiganti slanciate e ben separate che prendono il nome appunto di sòmmoli. Ma l'arrotondamento o l'ovalizzazione delle estremità alari richiede inevitabilmente ali a grande superficie, e invece le ali dei grandi uccelli che volano anche tra un albero e l'altro di foreste fitte o simili, risultano ali funzionalmente molto efficienti solo se sono corte e forti; di conseguenza nel loro caso le ali con i sòmmoli sono senz'altro migliori che non quelle con estremità arrotondate (e Madre Natura ci ha pensato!).

ALI

(1)

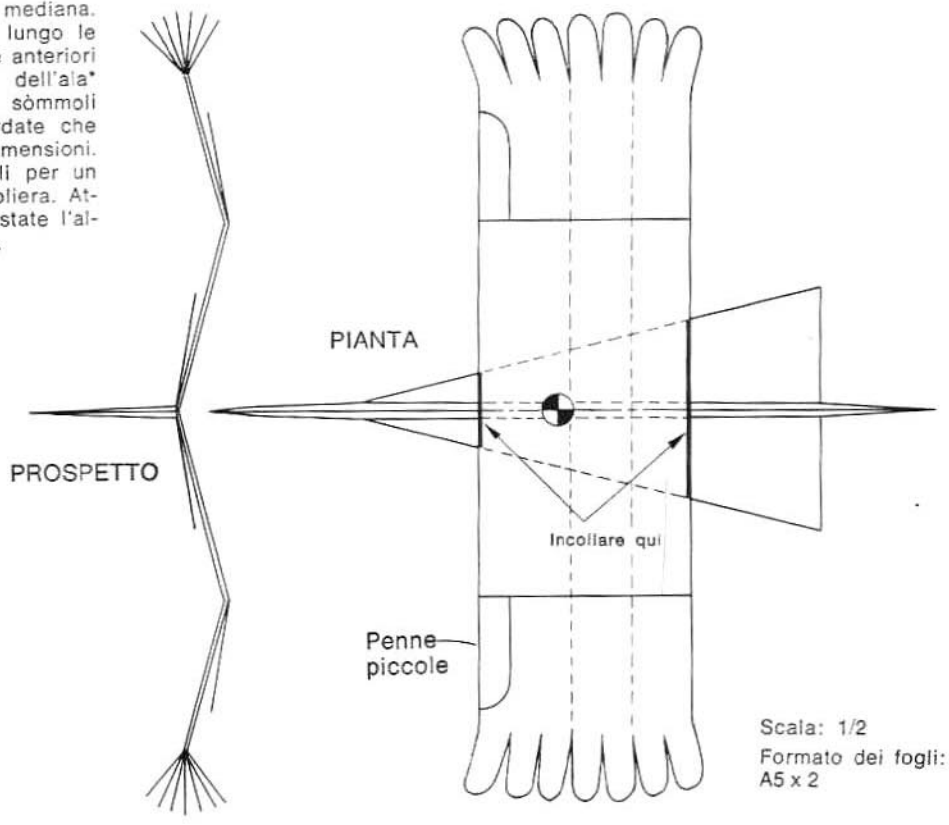
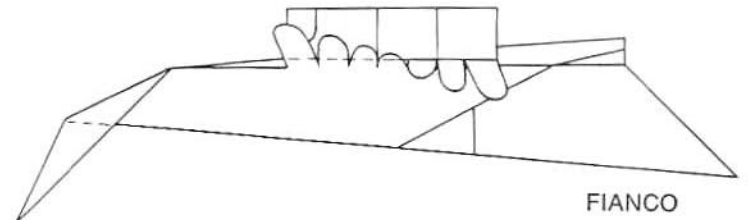
(2)



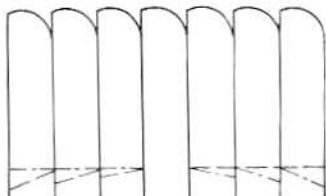
I sòmmoli vengono usati soprattutto nel volo lento e in atterraggio. In queste fasi del volo vengono disposti in modo che il loro bordo d'ingresso* sia più basso di quello di uscita*, cioè con un forte angolo di calettamento negativo*. Il flusso d'aria incontra i sòmmoli anteriori e viene da questi deviato a scorrere sul dorso di quelli del secondo ordine in modo che a loro volta svolgono la stessa funzione sul terzo ordine e così via: in questo modo la portanza ne viene aumentata fortemente (effetto fessura*). Detto questo, dovrete avere un'idea generale della necessità e della funzione dei sòmmoli. Pur essendo questo un modello volante, data la sua verosimiglianza con l'originale, è molto bello, da un punto di vista origami, anche quando viene sospeso ad un filo e lasciato penzolare « statico » a scopo arredamentale.

ALI

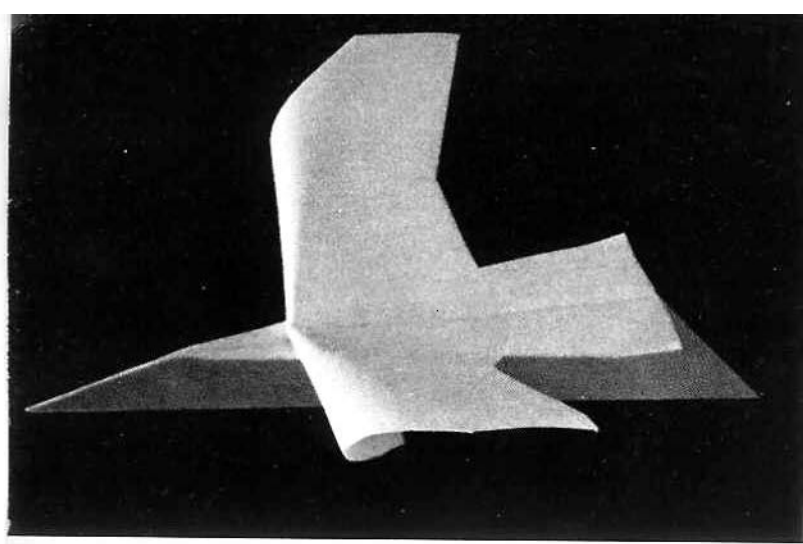
- (1) Piegate le ali nel senso della lunghezza, in modo da lasciare sulla destra un piccolo margine. Incollate poi i lembi che vengono in tal modo a sovrapporsi e quindi eseguite la piegatura interna illustrata.
- (2) Fate una piegatura a valle sulla mediana. Fate altre due piegature a monte lungo le linee B; tagliate anche le due alule anteriori più piccole sul bordo d'ingresso dell'ala* principale. Tagliate e inclinate i sòmmoli come illustrato nel disegno: ricordate che devono tutti avere le stesse dimensioni. Stendete un velo di colla sulle ali per un tratto lungo quanto è larga la fusoliera. Attaccate l'ala alla fusoliera e aggiustate l'altezza dei sòmmoli come indicato.



SOMMOLI



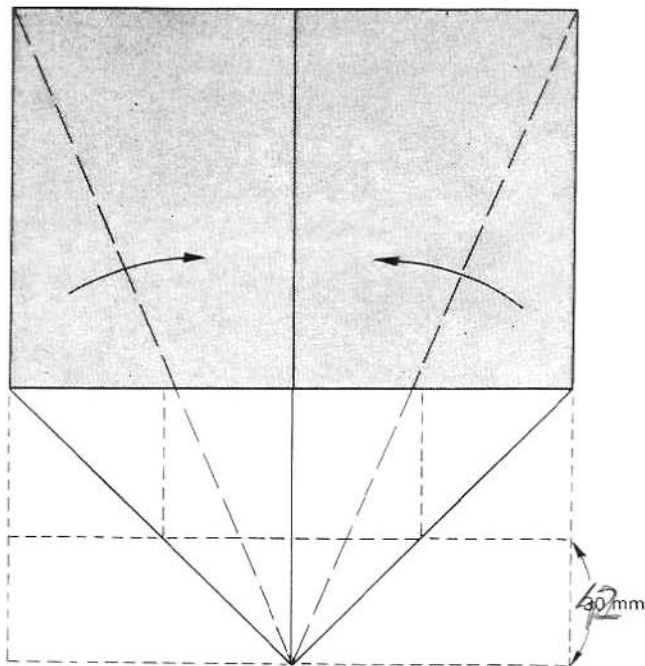
Scala: 1/2
Formato dei fogli:
A5 x 2



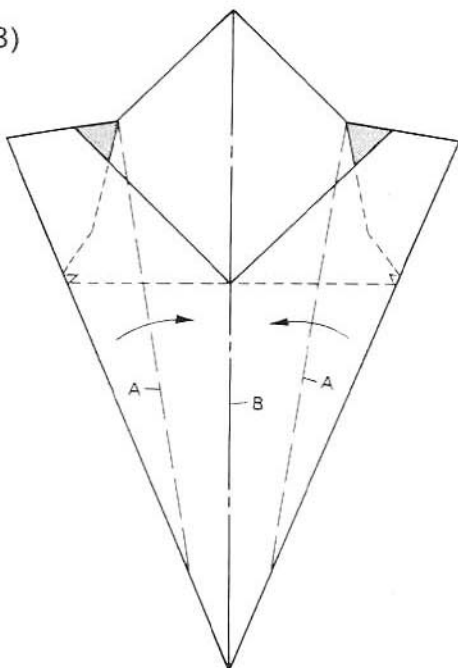
27. GRU

Come la cicogna anche la gru è un uccello grande e ben proporzionato. È molto diffuso in tutta l'Asia, nel Nord America e in numerose altre zone dell'emisfero settentrionale. A differenza della cicogna, comunque, la gru non si posa sugli alberi, ma divide il suo tempo o in aria o a terra. Quando vola è uno degli uccelli più armoniosi. Questo modello origami intende riprodurre la gru nel suo volo. Il metodo adottato per costruire l'ala si diversifica da quello adottato per tutti gli altri modelli perché la carta non viene piegata con una piegatura secca. Lo scopo è quello di dare all'ala un profilo curvo. Riproducendo ciò che in aeronautica si chiama ala a profilo spesso*, questa struttura rende possibile un volo avente quasi le caratteristiche degli aerei veri. Come nel caso della cicogna, anche la gru è composta di due parti, il corpo e le ali.

(1)

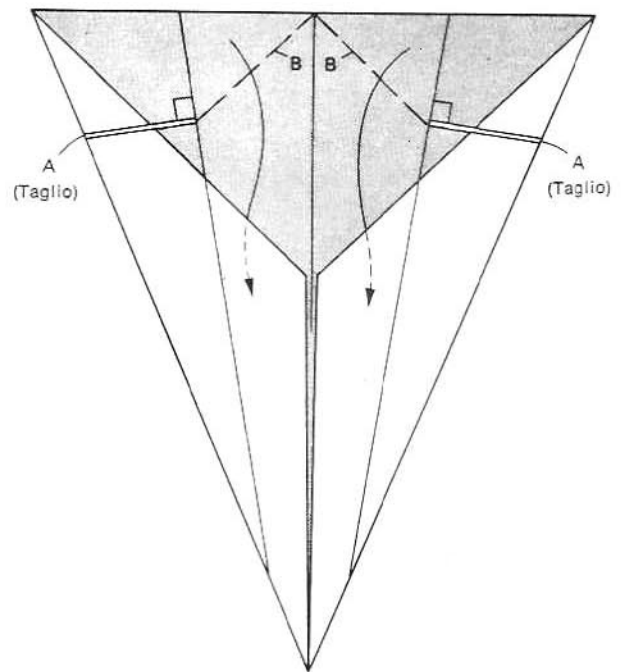


(3)



CORPO

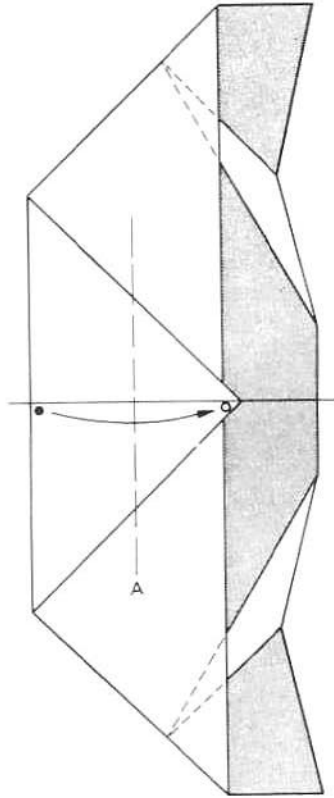
(2)



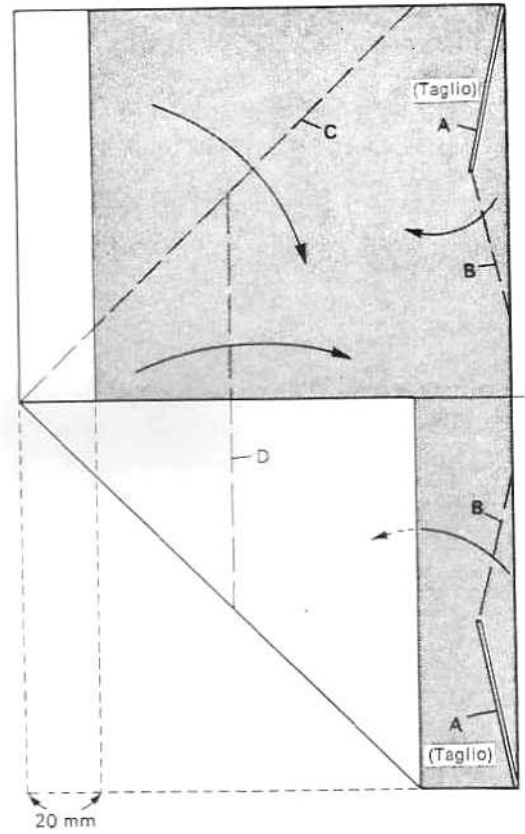
(2) Fate i tagli illustrati. Eseguite una piegatura a valle lungo la linea B e infilate i lembi sotto la sezione piegata più bassa.

ALI

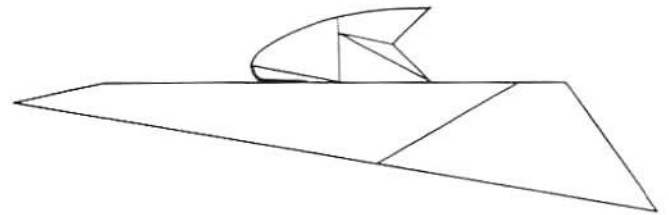
(2)



(1)

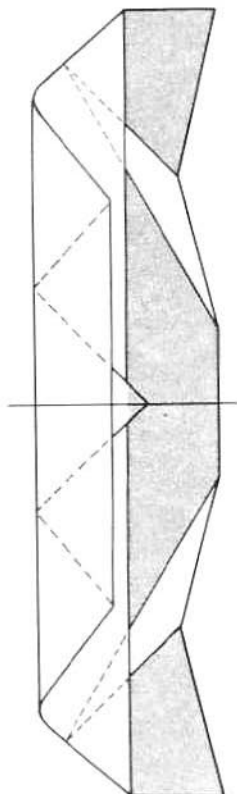


(2) Incollate i lembi triangolari in sede. Fate una piega a valle lungo A. Ma fate anche attenzione che questa piegatura non si estende a tutta l'apertura alare; in altre parole la piegatura dovrebbe essere fatta solo in quella zona che si trova più vicina al corpo della gru a modello finito e dovrebbe poi sfumare verso l'esterno dando luogo ad una semplice curvatura; ciò consente l'ottenimento del voluto profilo spesso* dell'ala.

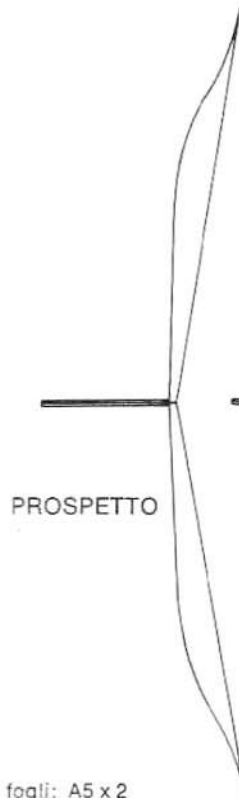


FIANCO

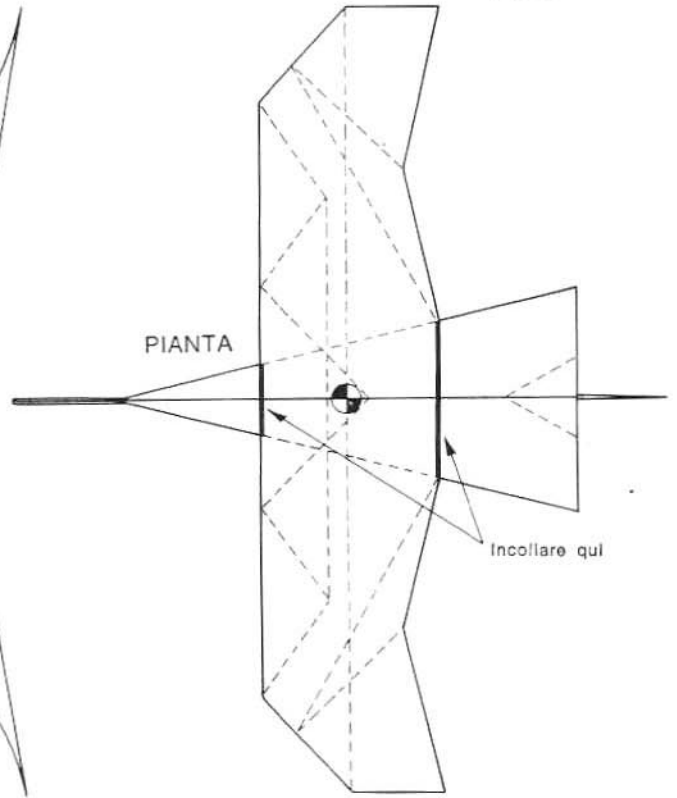
(3)



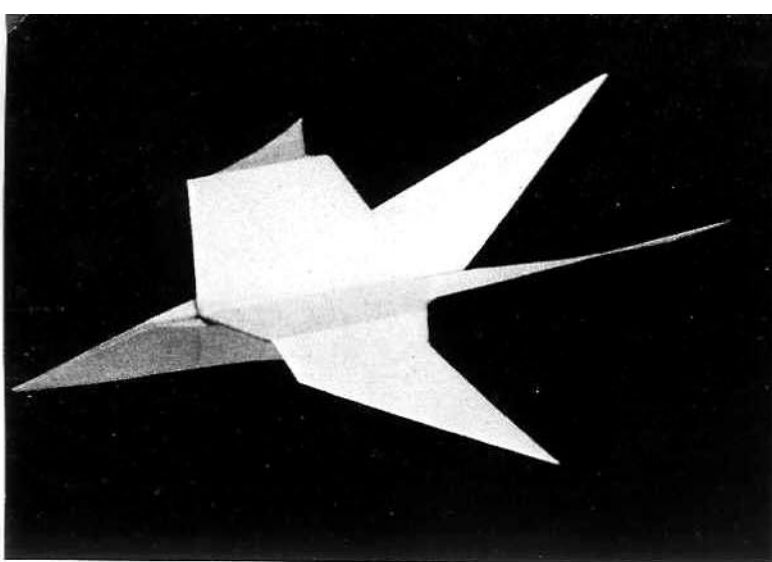
PROSPETTO



PIANTA



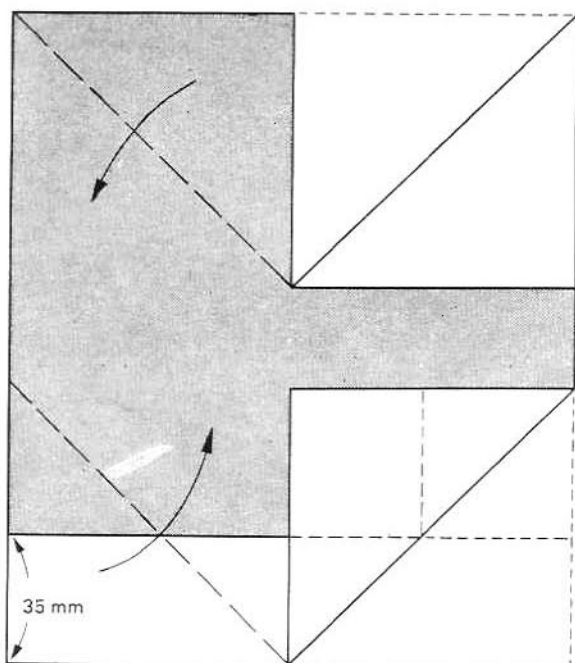
Scala: 1/2
Formato dei fogli: A5 x 2



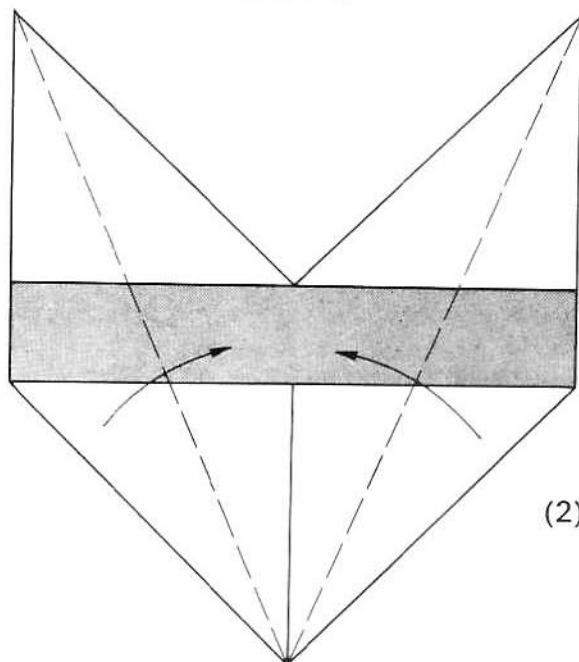
28. NUOVA RONDINE

Questa è un'altra versione del modello illustrato al n. 25. L'eleganza del volo e l'agile figura della rondine sfrecciante tra le case e i palazzi delle città l'hanno resa da sempre un soggetto molto diffuso nell'Arte origami. Ho fatto figure origami e modelli di cartoncino ritagliato che avevano come forma quella di questo uccello fin da quando ero un bambino, ma riuscire a mantenere da un lato una copia accurata della forma e dall'altro ottenere dal modello che simuli anche l'azione in volo dell'uccello, vi assicuro che non è facile. Per questo motivo fui particolarmente felice quando alla « First International Paper Airplane Competition », che si svolse a San Francisco, la mia rondine vinse il primo premio. Troverete che la velocità del volo e le possibilità acrobatiche di questa rondine origami sono fonte continua di divertimento e soddisfazione. State in ogni caso molto attenti quando fate volare questo modello. Se il suo muso affilato e appuntito come il becco di una rondine vera, colpisse gli occhi di qualcuno potrebbe ferirli seriamente.

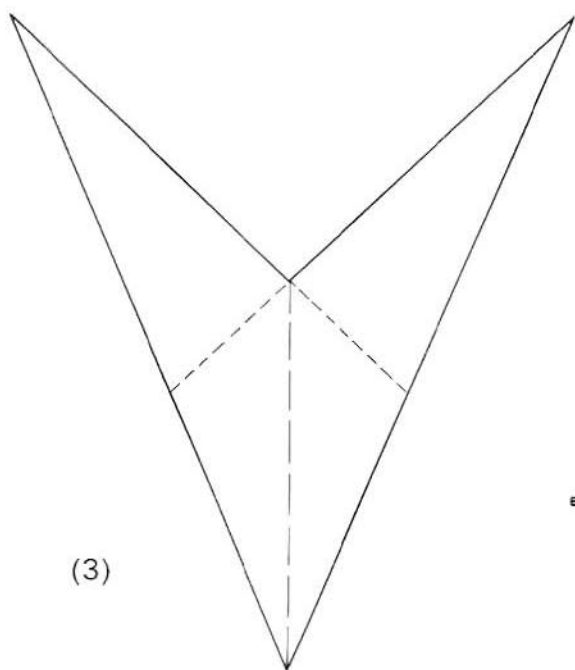
(1)



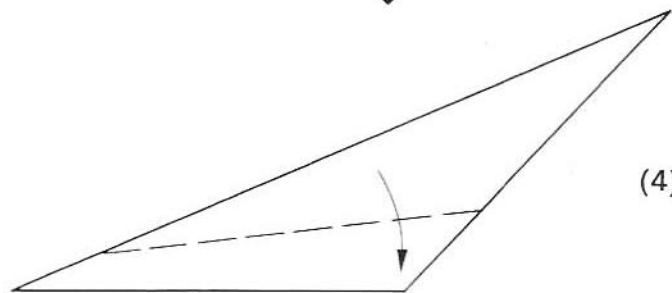
CORPO



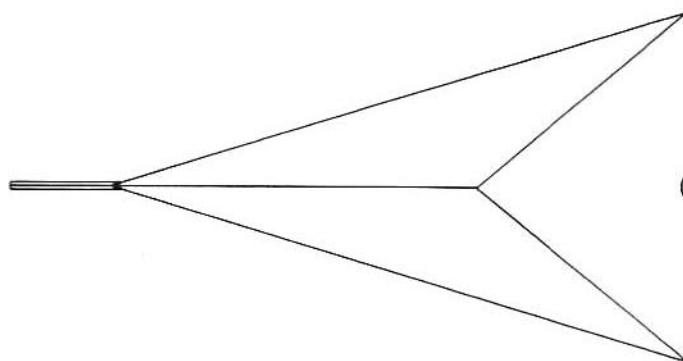
(2)



(3)



(4)

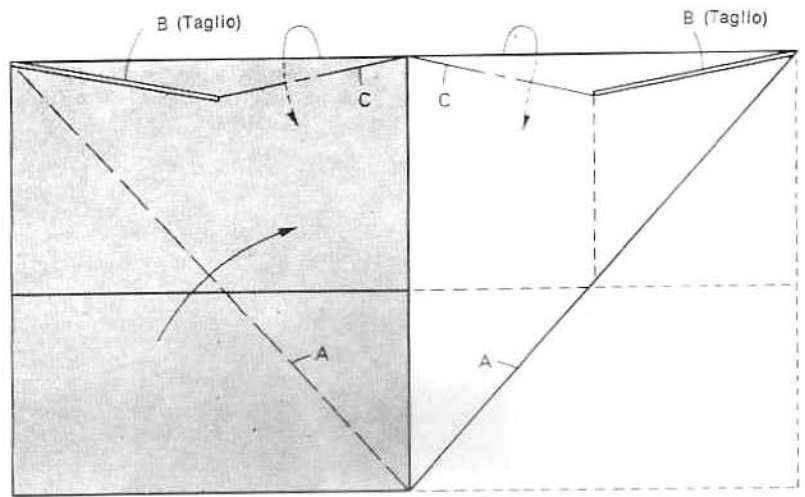
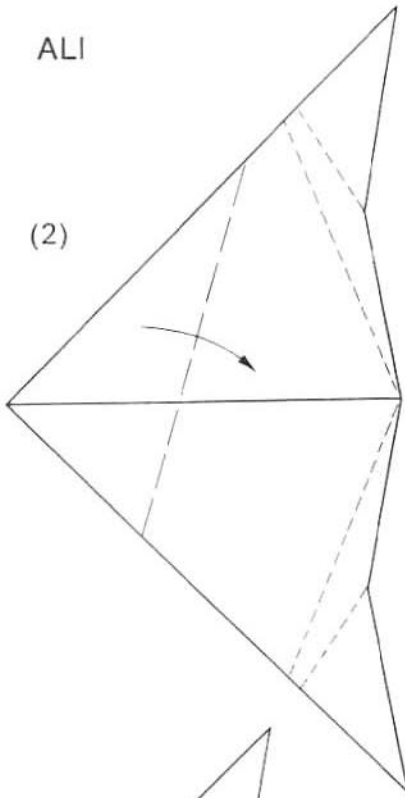


(5)

(1)

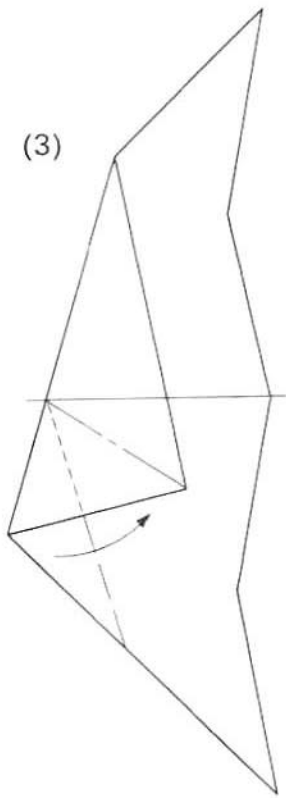
ALI

(2)

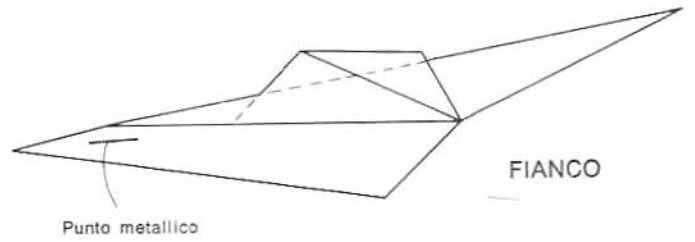
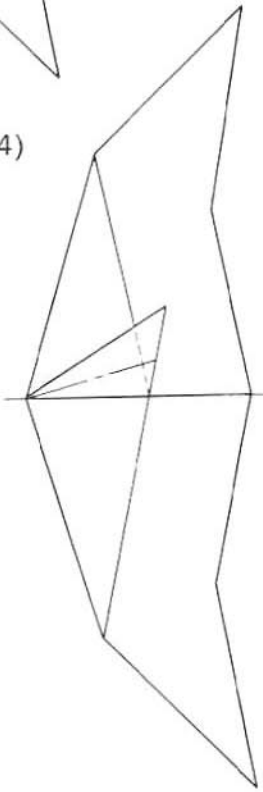


(1) Piegare il foglio in modo che un lato sia metà dell'altro; ora eseguite una piega a valle lungo la linea A. Fate i tagli indicati in B. Inserite i lembi con le piegature indicate lungo le linee C.

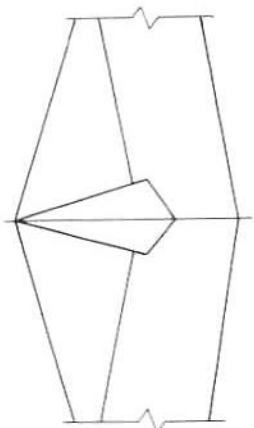
(3)



(4)



(5)



PROSPETTO



Incollare qui

Incollare qui

PIANTA

Scala: 1/2
 Formato dei fogli: A5 x 2

Osservazioni e consigli

FRECCIA (pag. 10)

Si tratta effettivamente di un buon modello che nelle dimensioni consigliate appare un po' sacrificato. Volerà altrettanto bene nel formato B5 e anche leggermente maggiore. Tuttavia con le proporzioni suggerite migliora molto le sue prestazioni dando alle ali un diedro negativo* di una decina di gradi (nella vista di fronte le ali nel modello devono formare una V capovolta) e alzando sul bordo di uscita due flaps.* Lanciato con decisione il modello esegue un looping* e poi plana abbastanza velocemente, ma è assai sensibile alle piccole variazioni di diedro* e di incidenza* dei flaps* e quindi presenta grande varietà di evoluzioni in funzione di questi due parametri. Il peso della carta migliore va da 45 a 55 g/m² e a nostro avviso non giova l'aggiunta di peso del punto metallico a prua. Per la varietà delle evoluzioni e la perfezione delle figure può considerarsi decisamente un modello acrobatico. Peso del modello realizzato in scala doppia: 2,5 g.

AEREO CON ALA A FRECCIA (pag. 11)

Anche questo è un buon modello con maggior attitudine del precedente al volo planato, anche perché risulta più lento. Per la sua calibratura, così come per le dimensioni ottimali, valgono interamente le considerazioni fatte per il modello precedente. Questo però risente ancor più negativamente dell'appesantimento costituito dal punto metallico a prua. Peso del modello: 2,2 g.

CALAMARO (pag. 12)

È vero che il modello tende ad avere un eccessivo rollio*, ma è anche vero che questo si controlla abbastanza bene dando alle ali e ai «baffi» un bel diedro negativo* di 15°-20°. Anche questo modello è un po' troppo pesante a prua e non gli giova certo il punto metallico, e anche questo modello può essere costruito nel classico formato della carta quadrotta (1). Una buona idea per mantenere le pieghe chiuse che, data la loro complessità, tendono ad aprirsi, ci è sembrata quella di chiudere il modello come un libro (ad ali in giù) e metterlo sotto un bel volume pesante per almeno una giornata. Naturalmente il consiglio è efficace anche per tutti gli altri modelli precedenti e successivi.

Peso del modello: 2,05 g.

RAZZO (pag. 13)

Sulle caratteristiche aerodinamiche non c'è nulla da dire, salvo raccomandare un buon diedro negativo* e suggerire di lanciare sì con forza, ma senza esagerare altrimenti il modello si mette a girare vorticosamente sul suo asse di rollio* come un pezzo di carta qualunque. Dobbiamo avvertire che invece non è facile eseguire le piegature in maniera che i due lembi della coda si sovrappongano perfettamente e vale la pena che il modello venga predisegnato.

Peso del modello: 2,3 g.

NUOVO CALAMARO (pag. 14)

Nonostante le migliorie apportate dal nostro autore, un bel diedro negativo* anche per questo modello non guasta di certo; anzi, secondo i risultati delle nostre prove, il modello senza diedro alare* o, peggio, con diedro positivo* denuncia ancora eccessivo rollio*.

Peso del modello: 2,25 g.

MONOPOSTO CON ALA A DELTA* (Tipo A) (pag. 16)

Anche questo modello, come i precedenti, ha poca stabilità rispetto all'asse di rollio* e purtroppo non basta dargli un diedro negativo* per controllarne l'instabilità. Si deve, oltre al diedro, alzare le estremità alari in maniera da realizzare un'ala di gabbiano (o a W). Si è detto «purtroppo» perché così facendo si compromette un po' la somiglianza all'aereo vero. La zona interessata deve avere almeno la lunghezza di 2 cm (misurati sul bordo di uscita dell'ala*). Consigliamo anche di realizzare due flaps* lunghe almeno 3-4 cm e larghe 0,5 cm per aumentare la portanza del modello che risulta, come sempre, un po'

troppo appesantito a prua. Si devono anche adottare provvedimenti che mantengano chiuso il muso e il corpo del modello, come tagliare linguette di carta e poi incastrarle, o mettere una goccia di colla. Se prua e fusoliera non vengono mantenute ben chiuse, il modello vola sempre male e non vale la regolazione delle superfici aerodinamiche a correggerlo. Peso del modello: 2,3 g.

MONOPOSTO CON ALA A DELTA* (Tipo B: BIGETTO) (pag. 18)

Anche per questo modello si devono ripetere le solite considerazioni: con carta di 60-70 g/m² risulta troppo pesante a prua, anche eliminando il punto metallico; quindi sono necessari robusti ipersostentatori*. Tende inoltre ad entrare in vite* e per contrastare questa tendenza occorre dare alle ali un diedro negativo* o, meglio, come il progetto precedente, un profilo ad ala di gabbiano. Anche qui devono essere adottati accorgimenti perché le pieghe non si aprano: o con punte di colla o con linguette di nastro adesivo. Riguardo alle gondole motore* poste sotto l'ala, queste potrebbero essere sfruttate per il loro effetto aerodinamico, che è di incrementare notevolmente la portanza, ma solo se giustamente proporzionate cioè con almeno un diametro di 3 cm. Conseguentemente il modello, per conservare l'armonia delle proporzioni, dovrebbe essere costruito 3-4 volte più grande. In ogni caso è conveniente eliminare da queste gondole tutta la carta superflua, sia per alleggerire il modello, sia per «pulire» le cannule d'aria delle gondole motore* e diminuirne la resistenza aerodinamica. Peso del modello: 1,8 g.

SAAB 37 VIGGEN (pag. 20)

Anche per questo modello si ripetono i soliti difetti e le solite raccomandazioni: chiudete bene le pieghe, date un diedro negativo* a tutte e due le ali, aumentate la portanza con flaps*, perché il modello è troppo pesante a prua. Interessanti variazioni di regolazione si possono condurre sfruttando la doppia ala, non solo, ma accoppiando questa possibilità con quella della variazione delle dimensioni e delle proporzioni, ci si schiude il campo ad innumerevoli versioni. Peso del modello: 1,7 g.

AEREO CON ALA A DELTA* CLASSICO (pag. 22)

Questi modelli denunciano una certa tendenza all'instabilità rispetto all'asse di imbardata*. L'effetto, appena accennato nel tipo B, si risolve spesso, per il modello tipo A, nell'entrare in vite* dopo il primo metro di volo all'interno del quale il modello risente ancora dell'assetto e della velocità impressagli al momento del lancio. Questo difetto si contrasta, fino a raggiungere la stabilità completa, riducendo l'altezza della fusoliera a circa 1 cm, e alzando quella del timone di direzione* a 3 cm e/o utilizzando fogli di carta un po' più lunghi del vero rettangolo. Inoltre i due modelli risultano al solito un po' troppo pesanti a prua e, a meno di non voler usare carte particolarmente leggere (e un po' difficili da trovare), si devono adottare i provvedimenti soliti: aprire flaps* sul bordo di uscita delle ali, appesantire l'estremità posteriore della coda, ecc. Costruttivamente si deve avere la massima attenzione nel curare la precisione di esecuzione simmetrica dei modelli, soprattutto per quanto riguarda l'impennaggio verticale* del tipo A. Si devono usare poi tutti gli accorgimenti possibili per tener chiuse le pieghe: o mettendo in forma il modello, magari avendolo preventivamente inumidito, o, più semplicemente, con opportuni punti di colla. Effetti interessanti da studiare e sperimentare si hanno realizzando timoni o freni aerodinamici* sul bordo d'uscita dell'impennaggio verticale. Peso dei modelli: 2,4 g.

CANARD* STANDARD (pag. 24)

Questo modello è molto interessante, sia per l'aspetto veramente realistico, sia per le numerose possibilità di regolazione. La costruzione è relativamente complessa e richiede molta precisione. È necessario, per questo, predisegnare i fogli con i quali si realizzerà il modello, utilizzando una punta dura, penna a sfera o matita che sia, per preincidere la carta. Le piegature, a fine costruzione, dovranno rimanere ben chiuse; si consiglia quindi un'abbondante, ma sempre accorto, uso della colla. Per inciso, se si vuole realizzare una fusoliera che ab-

(1) Quadrotta. È un formato standard per fogli di macchina da scrivere che non rispetta le norme UNI e quindi non è un vero rettangolo, ma è molto diffuso e molto usato nell'aeromodellismo di carta classico. Ha dimensioni 280 x 220 mm.

bia la caratteristica indicata al punto 7, si devono raddrizzare un po' le linee B del disegno n. 5, che devono essere parallele ai bordi. Tuttavia questo particolare costruttivo non ha influenza sulle caratteristiche di volo. Da questo punto di vista, si deve rilevare che il centro di portanza viene a cadere quasi sul baricentro e il modello, in queste condizioni, non acquista né mantiene velocità dopo il lancio, ma rallenta e va rapidamente in stallo*. È sufficiente però applicare alla fusoliera un termaglio metallico da ufficio ricercandone in pratica la giusta posizione, per far migliorare decisamente il modello. Altre regolazioni possibili sono: il diedro* e lo svergolamento* dell'ala anteriore, la posizione dell'ala principale sulla fusoliera. Anche questo modello può trarre giovamento dalla variazione delle dimensioni, mentre rimane abbastanza insensibile alle variazioni di peso e può essere costruito altrettanto bene con carte di peso abbastanza diverso.

Peso del modello: da 3,7 a 5,15 g.

BIPLANO (pag. 27)

Questo modello è, per l'originalità della piegatura, per il fascino dell'aviazione dei pionieri che sa evocare, per l'armonia delle proporzioni, uno degli aeromodelli di carta più belli che abbiamo mai visto, ma, ahimé, com'è difficile farlo volare! La prima cosa che si deve curare è che le piegature siano ben chiuse; soprattutto l'ala superiore e la coda tendono ad aprirsi. Buoni risultati si ottengono pressando per qualche decina di ore il modello sotto grossi volumi, dopo averlo ripiegato su se stesso, o nel piano delle ali, «coricando» la fusoliera, o nel piano di quest'ultima piegando a V le ali. Poi, dopo che le piegature sono state ben pressate, una goccia di colla nei punti che tendono ad aprirsi non guasta e questi punti sono: il muso, il bordo d'attacco* dell'ala superiore, la fusoliera sia a prua che a poppa, e il piano orizzontale* della coda. Altri guai nascono dalla scelta della carta. Questa dovrebbe avere un peso di 30-35 g al m², ma carta siffatta, che altro non è se non la velina più leggera, ha una consistenza così bassa da non reggere neppure il proprio peso. Si deve allora cercare di mettere «in forma» il modello serrando la fusoliera tra due tavolette alte come la fusoliera stessa; poi si passa una mano di lacca spray per capelli almeno sull'ala superiore, facendo attenzione a non metterne troppa per non appesantire il modello, né troppo poca per non rischiare di dargli troppo poca rigidità e, non basta, attenzione ai ritiri della carta impregnata di lacca!

Un altro sistema che abbiamo usato con un certo successo è stato quello di impiegare una carta consistente, tipo la classica extra strong, e poi praticare una gran quantità di fori sia nel foglio di partenza sia nel modello finito con una punzonatrice per fogli da raccoglitori. La foratura casuale, purché distribuita piuttosto uniformemente, con una densità, diciamo, di un foro ogni 4-5 cm² non compromette la rigidità della struttura, ma alleggerisce il modello di almeno il 7-8% e non altera la sua aerodinamica. Infine l'ala superiore può essere piegata in maniera da presentare un leggero profilo ad ala di gabbiano (ad M) per una migliore stabilità laterale, e inoltre i flaps* possono essere tutti alzati per incrementare la portanza. Nonostante comunque tutti i nostri sforzi che ci hanno portato anche a raddoppiarne le dimensioni, senza per altro aver notato né peggioramenti né miglioramenti significativi, non siamo riusciti a farlo volare con una pendenza della traiettoria minore di 20°. Riusciranno i nostri lettori a fare di meglio? Ce lo auguriamo, noi e il nostro bel biplano.

Peso del modello: 5,2 g.

Peso del modello a dimensioni doppie e alleggerito con fori: 6,35 g.

NUOVA FRECCIA (pag. 30)

È un modello molto interessante per l'originalità delle piegature ma richiede assoluta fedeltà di costruzione. E quindi consigliabile preincidere il foglio tracciando le linee di piegatura, almeno la diagonale di partenza, con una punta dura o adottare tecniche similari. Ancora una volta la complessità delle piegature che coinvolgono anche più strati di carta rende necessario «sigillare» il modello con qualche goccia di colla, soprattutto nel piano verticale e nella pinna ventrale. In volo il modello è molto veloce e tende a precipitare in picchiata, tendenza che si domina incurvando verso l'alto le

estremità alari posteriori. Abbiamo realizzato anche una versione alleggerita del modello semplicemente: tagliando via il triangolo di carta che andrebbe incollato in B e, ovviamente, il suo simmetrico. Ne è risultato un modello più lento, con maggiore efficienza*, più sensibile a qualunque regolazione anche minima del diedro alare* e dello svergolamento dell'ala* o della coda (ma anche il modello originale è abbastanza sensibile a questi adattamenti), con minori attitudini all'acrobazia, ma maggiori per un volo a lunga durata e distanza. In conclusione anche questa versione, secondo noi, è altrettanto valida della prima; ma adesso chi ha il coraggio di dire all'autore che la sua prova «che in Natura non c'è niente da buttar via» è un po' caduta? Un'ultima osservazione: il modello presentato in fotografia è un'ulteriore versione del resto facilmente realizzabile, del modello base, e sotto molti aspetti ne è, così o alleggerito, un ulteriore miglioramento; questa è una prova di una, questa volta, nostra convinzione: se la formula costruttiva è buona, si presta a numerose variazioni tutte di interesse e soddisfazione.

Peso del modello: 2,3 g.

Peso del modello alleggerito: 1,7 g.

AEREO CON CODA A V (pag. 32)

Difficile da costruire, difficile da regolare, un errore nel disegno: ecco in sintesi l'immagine di questo modello per altro molto elegante. Sono comunque difficoltà non insormontabili. Per quanto riguarda la costruzione è indispensabile una assoluta precisione di esecuzione. Anche il particolare profilo del bordo di entrata dell'ala* si realizza in modo soddisfacente piegandolo con l'aiuto di un righello o sul bordo del tavolo. In più, stendendo progressivamente la colla tra le pieghe dell'ala e mantenendola in forma fin tanto che si sia ben asciugata, si riesce a congelarne permanentemente il profilo. Vale la pena imparare bene a realizzare questo profilo, perché oltre ad essere essenziale per la realizzazione dell'aereo in esame, è molto originale e sfruttabile con efficacia anche per modelli diversi che la fantasia vi può suggerire. Secondo problema: fattore essenziale per la regolazione del modello è il posizionamento dell'ala sulla fusoliera. Spostando il punto di applicazione verso la coda anche di un solo millimetro, le caratteristiche di volo ne risultano molto influenzate e, siccome non è facile fissare l'ala sulla fusoliera provvisoriamente per fare delle prove, risulta abbastanza problematico ottenere prestazioni ottimali. Per avere un po' più di libertà di intervento, una soluzione non proprio brillante ma fattibile è quella di montare l'ala nella posizione indicata dal disegno e, poiché in tal modo il modello tende a cabrare* decisamente, ricercarne il centraggio corretto applicando a prua un termaglio da ufficio.

Passiamo all'errore di disegno: nel primo schema della costruzione dell'ala una delle due piegature diagonali indicate con A deve partire dal punto E e l'altra deve essere simmetrica; in caso contrario sporge dal bordo di uscita dell'ala* un lembo di carta (però accentuando il «difetto» l'eccedenza di carta potrebbe essere usata come flaps*). Infine nella vista in pianta, la corda alare* di mezzaria corrisponde in scala a quella dell'ala piatta, cioè senza la piegatura del bordo di ingresso, ma questo è solo un neo. Non c'è altro da aggiungere, salvo la solita raccomandazione ad un generoso uso della colla per mantenere chiuse le pieghe dell'ala, della fusoliera e della coda.

Il modello, nonostante queste difficoltà, risulta, se costruito bene, molto gradevole e adatto ad un volo veloce, pulito e preciso, ripagando il costruttore dell'impegno profuso.

Peso del modello: 4,1 g (+0,5 g di zavorra a prua).

LIFTING-BODY DYNA-SOA (pag. 34)

Quando si dice: non fidarsi delle apparenze! Quanto il modello precedente sembra facile e familiare e non lo è, tanto qui sto sembra difficile e difficile da far volare, e invece, dopo un po' di tempo speso ad interpretare il disegno, risulta semplice e di costruzione naturale. In talune realizzazioni tende a cabrare* leggermente, ma si corregge questa tendenza applicando qualche decimo di grammo a prua. Se non si vuole incollare un pesetto perché si desidera ricercare il centraggio ottimale con successive prove, si può usare uno o più spilli di zavorra.

Poi il modello scivola nell'aria veloce, sicuro e morbido come un vero e proprio veicolo spaziale e ricrea l'atmosfera dei tanti film di fantascienza che si vedono un po' dovunque. Anche qui c'è un errore nel disegno e cioè quei 20 mm del bordo sono, nel disegno, solo 14; ma noi abbiamo provato a costruire secondo le due indicazioni che sono contrastanti e i modelli, una volta ben centrati, hanno volato ugualmente bene. E hanno volato bene anche i modelli costruiti con dimensioni maggiori. La carta dovrebbe essere tendenzialmente leggera, ma anche questo fattore non è critico. Infine dobbiamo osservare che, ma ci sareste comunque arrivati da soli, inflettendo più o meno verso l'alto le due pinne laterali equivale ad alzare più o meno dei flaps* sul bordo di uscita dell'ala* di un aeroplano di carta più convenzionale. Anche questa è una buona possibilità di regolazione.

Peso del modello: 2,9 g.

Peso del modello maggiorato: 4,9 g.

NAVETTA SPAZIALE (TIPI A e B) (pag. 36)

Il modello tipo B, sia pure dopo numerosi sforzi, siamo riusciti a farlo volare ma il tipo A... è stato un vero problema. Il modello tipo B risente di un posizionamento un po' alto del baricentro, forse addirittura sopra il centro di portanza e quindi tende ad oscillare sull'asse di rollio*; ma questo sarebbe il minore dei mali, il difetto maggiore è la tendenza a picchiare con decisione come se percorresse una traiettoria curva. Questa tendenza si contrasta in maniera abbastanza efficace appesantendo la parte posteriore del modello e siccome non si può mettere il classico fermaglio da ufficio non essendovi una superficie adatta vi consigliamo di incollare sul ventre della fusoliera a poppa, pezzettini di stagnola. L'appesantimento a poppa, però, è molto critico; passando da 0,5 a 0,7 g il modello diventa eccessivamente cabrante.

Il tipo A invece richiede un appesantimento abbastanza rilevante in corrispondenza del baricentro, o leggermente spostato verso poppa, e uno svergolamento* del piano alare che faccia assumere all'ala il maggior diedro* possibile. Non è operazione facile e soprattutto deve essere fatta quando, dopo aver incollato le due sezioni triangolari C, la colla non sia ancora completamente asciugata e quindi il tutto sia ancora plasmabile. In ogni caso si tratta di regolazioni critiche; sono sufficienti pochi gradi di svergolamento in più o in meno rispetto a quello ottimo, o un posizionamento del peso da aggiungere qualche millimetro lontano dalla posizione ottima, che i modelli non volano proprio più. Tanto il tipo A che il tipo B sono però più docili alle regolazioni, se costruiti con il formato maggiore B5. Da ultimo raccomandiamo una attenta esecuzione delle piegature da fare sempre con preincisione del foglio e un'abbondante uso della colla per evitare che i lembi di carta che dovrebbero mantenersi chiusi si aprano o per elasticità o in volo e producano attrito con l'aria tale da scombusciare tutte le caratteristiche di volo e i tentativi di regolazione. Infine raccomandiamo anche di perseverare nei tentativi di costruzione e di lancio, perché è difficile con questi modelli raggiungere buoni risultati alla prima esecuzione e/o alla prima prova!

Peso del modello tipo A e B: 2,15 g (+ una zavorra di 0,7 g).

Peso del modello B costruito con un foglio tipo B5: 3,5 g (+ una zavorra di 0,15 g).

Peso del modello tipo A costruito con un foglio tipo B5: 3,2 g (+ una zavorra di 0,65 g).

AEREO SPAZIALE COMPOSITO (pag. 38)

Il modello tutt'ala proposto vola piuttosto bene, pur di riuscire a mettere a prua un giusto peso. Noi abbiamo usato la solita graffetta da ufficio, invece dello spillo, e l'abbiamo messa verticale così da poterla usare anche come impugnatura per il lancio del modello. Non c'è molto da aggiungere se non l'osservazione che al punto 4 della costruzione del modello n. 9 vi troverete il foglio ripiegato in modo d'avere già una apertura al centro, il che suggerisce una tecnica di piegatura interna che evita l'uso delle forbici; ma questa non è una fase critica e una tecnica vale l'altra (ad essere sinceri anche l'ala del modello n. 10 citato, con una bella graffetta a prua, vola altrettanto bene).

Per quanto riguarda l'aereo composito si deve appesantire molto a poppa ed eventualmente accentuare la piegatura in

alto delle estremità alari. Tra i due modelli, quello tutt'ala, e questo composito, il primo vola decisamente meglio del secondo, ma questo è più bello e vale la pena di impegnarsi un po'.

Peso del modello tutt'ala: 1,9 g (+ una zavorra a prua di 0,65 g).

Peso del modello composito: 3,95 g (+ una zavorra di 1 g a poppa).

AEREO DEL FUTURO (pag. 40)

Dati i precedenti dei modelli n. 15 tipo A e B, quando si è trattato di costruire questo, confessiamo di aver pensato che non saremmo mai riusciti a farlo volare. Invece dopo solo qualche prova e dopo aver sistemato un fermaglio da ufficio nella fessura superiore della fusoliera poco avanti all'ala, e averne ricercato la posizione migliore con spostamenti millimetrici (non sembrò esagerato, con questi modelli un millimetro fa differenza!), abbiamo avuto la gradita sorpresa di vederlo volare veloce, sicuro e decisamente meglio dei modelli simili precedenti. Il che è un exploit eccezionale in quanto che nel campo degli aeromodelli di carta, come nell'aviazione vera e propria, è quasi impossibile far sì che un modello che vola bene con una certa configurazione, voli altrettanto bene applicando uno stabilizzatore verticale* o un'ala con impennaggi laterali* o un'ala e una coda a T. Da sottolineare anche il valore origami di questo modello che da questo punto di vista è uno dei migliori dell'intera raccolta.

Peso del modello: 5 g (+ una zavorra di 0,6 g in posizione quasi baricentrica).

UCCELLO CHE BATTE LE ALI (pag. 42)

Si apre con questo aereo una sezione di aeromodelli unici: mai abbiamo trovato e provato così grande interesse in aeromodelli di carta. Per la prima volta abbiamo visto sfruttare fenomeni aerodinamici diversi da quelli che normalmente si sfruttano per garantire un volo quanto più efficiente possibile. Certe instabilità aerodinamiche, il fenomeno del flutter, l'elasticità del materiale, vengono qui utilizzati per dare ai modelli, che si avvicinano agli originali che vogliono riprodurre già come forma, anche un volo simile a quello reale, e questo è veramente fuori del comune. Questa sezione è così originale che da sola avrebbe giustificato la pubblicazione del libro, per il tipo di volo dei modelli presentati completamente diverso da quello dei modelli abituali. Si chiude quindi volentieri un occhio su certe piccole imprecisioni di disegno, che d'altra parte potrebbero non essere neppure di responsabilità dell'autore, e su certe affermazioni e spiegazioni scientifiche un po', diciamo pure, azzardate. Anche costruttivamente c'è qualche cosa di opinabile. Ad esempio, in questo caso, l'uso di carta ruvida da disegno per la costruzione del modello oltre a presentare notevole difficoltà di esecuzione causa i grossi spessori che si producono, ostacola, invece che favorire, per la sua rigidità, il moto di flappeggio, e non vale giornata di pioggia o bufera a migliorare le cose. Anche quel suono che dovrebbe riprodurre il battito di ali è piuttosto difficile da ottenere e soprattutto troppo a scapito del volo. Questo comunque risulta influenzato dalla treccia in pianta dell'ala, che se troppo modesta tende a far ribaltare il modello, dal diedro* principale dell'ala, da quello esterno e dallo svergolamento*. E su questi elementi che si può agire per ottenere a scelta un volo rettilineo e preciso o il flappeggio. Quest'ultimo si innesca con facilità se, dopo aver adottato le regolazioni necessarie, nell'ultima fase del lancio, si abbassa con decisione la traiettoria di un paio di centimetri, così da far compiere di forza la prima mezza oscillazione: sotto questa spinta, le ali tendono a flettersi ulteriormente verso l'alto, il successivo recupero elastico avverrà a modello già librato; ma ormai il moto oscillatorio sarà innescato e avrete proprio la sensazione di vedere volare un uccello. Anche in questo modello come in altri precedenti è meglio mettere una goccia di colla per tenere chiuse quelle pieghe che non vogliono rimanere tali, per non fare sventolare lembi inutili, per tener chiusa la fusoliera, ecc. Per finire un consiglio e una raccomandazione: aggiungete un po' di peso (0,25 o 0,5 g) nella sezione di coda e non fermatevi al primo tentativo di lancio o di costruzione: dif-

facilmente riuscirete ad ottenere subito il massimo, ma vale veramente la pena insistere.

Peso del modello: 1,85 g.

Peso del modello in carta da disegno: 3,75 g.

GABBIANO (pag. 44)

Anche per questo modello valgono i consigli e i commenti del precedente; notiamo solo che è adatto anche ad essere costruito in dimensioni maggiori, utilizzando fogli rettangolari (sempre con le proporzioni del vero rettangolo, naturalmente) con lato minore di 30-35 cm, anche in carta da giornale. Data la notevole presenza di piegature nella struttura dell'ala ci è stato utile torcerle ripetutamente a destra e a sinistra, incurvarle, ripassare le pieghe, ribaltare i diedri in modo da togliere alla carta ogni rigidità che impedisse il flappeggio. A nostro avviso la versione con coda ha un volo migliore dell'altra, ma non è escluso che i lettori scoprano che è vero esattamente il contrario.

Peso del modello: 2,1 g.

Peso del modello in dimensioni maggiori: 5,35 g (+ una zavorra di 0,9 g in coda).

LIBELLULA VOLANTE (pag. 46)

Il segreto di questo modello sta nel saper tener chiuse le pieghe, soprattutto delle ali. Per questo noi abbiamo impiegato abbondantemente la colla. Anche il lancio è un po' particolare: deve essere abbastanza energico, ma non troppo per non flettere la struttura alare. Anche in questo caso vi consigliamo vivamente di non fermarvi al primo tentativo di lancio oltre che di costruzione. Se persevererete, avrete la soddisfazione di vedere il vostro modello volare sicuro e veloce, con quei rapidi cambiamenti di traiettoria così tipici del volo delle libellule reali.

Peso del modello: 2,2 g.

LIBELLULA A RIPOSO (pag. 50)

Questo modello ufficialmente non vola, quindi non facciamo commenti. Tuttavia con piccole operazioni di aggiustaggio si riesce a farlo volare come il precedente e alla vista, con quelle sue sei esili zampette, è molto gradevole.

Peso del modello: 2,2 g.

FARFALLA (pag. 52)

Per questo modello dobbiamo segnalare una imprecisione nel disegno n. 1 ove la mediana orizzontale non divide in due parti uguali il lato minore, il quale tra l'altro è più corto di quello che dovrebbe essere in un vero rettangolo. Poiché dei due segmenti in cui la mediana orizzontale divide il lato minore del rettangolo, quello più lungo corrisponde alla metà del lato minore proprio del vero rettangolo, viene il sospetto che sia stato rifilato il disegno originale per ragioni di composizione grafica della pagina. Ad ogni buon conto abbiamo realizzato la farfalla sia come indica il testo, sia eliminando una strisciola di carta come indica il disegno, sia ripiegando la stessa striscia sotto il foglio, ma non abbiamo trovato differenze degne di nota. Il volo del modello dipende dal diedro delle ali anteriori rispetto a quelle posteriori: mantenendo le ali posteriori senza diedro, al diminuire di quello delle anteriori il modello tende a diminuire la sua stabilità e inizia a starfallare con notevole realismo, ma se si eccede entra in vite e allora non somiglia più a niente. Essenziale è l'appesantimento a prua che, potendolo, è meglio avanzare il più possibile oltre il corpo del modello. Quest'ultimo, inoltre, deve essere abbastanza grande: è meglio ridurre un po' la superficie alare a favore del corpo per avere un po' di stabilità in più. L'incidenza delle ali anteriori rispetto alle posteriori deve essere ricercata con cura: all'aumentare di tale incidenza, la farfalla, che senza contrappeso tende a capovolgersi cabranco*, inizia a denunciare una tendenza opposta cioè a ribaltarsi in picchiata. A nostro avviso comunque va ricercato perché più divertente, anche se meno efficiente e più difficile da ottenere, il volo starfallante e non quello stabile di planata* leggera. Ricordate infine di mantenere chiuso il corpo del modello e le pieghe ribelli con un accorto uso della colla.

Peso del modello partendo da un vero rettangolo: 2,25 g (+ una zavorra di 0,5 g a prua).

Peso del modello secondo il disegno: 2,05 g (+ una zavorra di 0,5 g a prua).

FALCO DELLE PALUDI (pag. 54)

Il falco delle paludi non vive solo in Giappone, ma anche da noi. Appartiene alla famiglia degli Accipitridi di cui fanno parte anche il nibbio e lo sparviero. È lungo circa mezzo metro e il maschio ha colore castano scuro sul dorso e bruno intenso sul ventre, con ali in parte grigio-bleu e coda grigia. La femmina invece ha colore bruno scuro uniforme che diventa più pallido sulla gola. Questo ci ha suggerito di colorare il nostro origami con le tinte tipiche del piumaggio del falco e il risultato è stato molto gradevole, così che proponiamo senz'altro al lettore di fare altrettanto e non solo per questo modello.

Da un punto di vista costruttivo il segreto per ottenere ottime prestazioni da questo modello è un'esecuzione molto precisa delle ali e del corpo e la chiusura perfetta delle piegature. Sul ventre dell'ala e del corpo, la struttura presenta numerosi strati di carta ripiegati, e la loro tendenza a riaprirsi disturba eccessivamente il deflusso dell'aria. Noi abbiamo dovuto incollare gli strati di carta a mano a mano che venivano a sovrapporsi e per le piegature finali del corpo abbiamo utilizzato un paio di pinze come se si fosse dovuto piegare della lamiera. Poiché l'operazione è stata fatta quando ancora la colla non era asciugata del tutto è risultata facile. Tale sarà anche per voi e in più, se manterrete il modello in forma per qualche minuto, la colla, terminando la sua essiccazione, contribuirà a «congelare» la struttura nella sua configurazione finale. Incurvando leggermente verso l'alto le estremità alari e caudali, si regola il volo del modello che va da rettilineo e veloce, a veloce con rapidi accenni di vite e ristabilizzazioni repentine con conseguenti bruschi rallentamenti. È questo il tipo di volo che con ogni probabilità esegue anche il falco vero quando vola a pelo d'acqua e tra fitti canneti in cerca di piccoli mammiferi, rettili e anfibi di cui si nutre. Ma è possibile, variando le dimensioni, ottenere anche il volo lento, planato, roteante caratteristico del falco in ricerca. Scegliete voi.

Peso del modello: 2,35 g.

PIPISTRELLO (pag. 56)

L'interesse di questo modello è analogo ai precedenti e dei precedenti conserva la necessità di una esecuzione perfetta ricorrendo anche alla tecnica dell'incollaggio progressivo. Le sue caratteristiche di volo sono influenzate in modo sorprendente dalla configurazione delle estremità alari che, se leggermente incurvate in giù, danno maggior stabilità di volo. Sono importanti anche i valori dei diedri alari*; per ottenere stabilità, quello centrale dovrebbe essere abbastanza accentuato e meno quelli laterali, in maniera da abbassare il più possibile il corpo del modello. A prua occorre mettere un fermaglio da ufficio abbastanza sporgente in avanti, altrimenti il modello va in stallo* e cade come una foglia secca per la posizione troppo arretrata del baricentro. Un altro difetto aerodinamico è la scarsa stabilità all'imbardata* che si contrasta se si riduce l'apertura alare a favore di un aumento del corpo o si usa un foglio di carta più largo di quello proposto con le dimensioni del vero rettangolo. Tuttavia mantenendo l'instabilità tipica del modello e con essa le sue dimensioni, e lasciandolo semplicemente cadere da un balcone, lo si vede starfallare, ribaltarsi, volare brevemente in linea retta, poi fare perno su un'ala e rovesciarsi ora a destra ora a sinistra, riproducendo la sensazione del volo del pipistrello vero, che abbiamo quando lo intravediamo di notte attraversare brevi zone di luce.

Peso del modello: 2,4 g (+ una zavorra di 0,55 g).

RONDINE (pag. 59)

Tonneaux a botte*, picchiate*, impennate, ribaltamenti, cambi repentini di direzione: ecco il repertorio di questo eccezionale modello che lo fa somigliare nel volo ad una vera

rondine. Non è difficile da costruire e non richiede alcuna particolare cura salvo quella di tenere chiusa la coda fissando le due sezioni triangolari che formano il V interno della coda stessa, con una goccia di colla o una linguetta di nastro adesivo. Se mantenete al modello un certo diedro, esso avrà un volo stabile, ma lasciato piatto e lanciato con una certa energia compie tutta quella serie di figure acrobatiche, mai uguali, che lo rendono uno dei modelli che meglio risolvono l'ambizioso tentativo di riprodurre il volo stesso degli originali.

Peso del modello: 2,1 g.

CICOGNA (pag. 60)

Se il modello presenta una difficoltà questa è senza dubbio la... spiegazione delle azioni aerodinamiche che riguardano le estremità alari. Senza volere qui entrare in ulteriori dettagli dobbiamo avvertire il lettore che non si può pensare che il deflusso dell'aria sulle ali degli aerei sia uguale a quello delle ali degli uccelli. Il movimento remigante che gli uccelli imprimono alle ali fa in modo che queste cambino continuamente incidenza, profilo, superficie, apertura e freccia. E questo va tenuto sempre ben presente leggendo la spiegazione fornita dall'autore circa l'aerodinamica delle ali. L'effetto fessura* citato è comunque da tempo sfruttato in aeronautica per aumentare la portanza alare ed è oggi oggetto di intensi studi e interessanti e sofisticate soluzioni sui velivoli a decollo e atterraggio corti (STOL).

Da un punto di vista costruttivo valgono le solite raccomandazioni: pieghe ben chiuse, esecuzione precisa, posizionamento dell'ala, diedri alari* e incidenza dei sommoli realizzati accuratamente come indicato nel disegno. Infine verificate con attenzione che gli strati di carta che compongono i sommoli siano ben incollati tra loro.

Peso del modello: 3,95 g.

GRU (pag. 62)

L'architettura e la struttura di questa ala a profilo spesso* è senza dubbio interessante e costituisce un ottimo spunto per ulteriori miglioramenti. Così com'è, infatti, l'ala ha una portanza abbastanza scarsa e per ottenere un volo soddisfacente bisogna lanciare con una certa forza. Le cose migliorano se, eliminando qualche lembo di carta interno o impiegando carte sottili come la «vergatina» o la velina, si alleggerisce il più possibile il modello. Per un buon centraggio è sufficiente seguire le indicazioni del disegno; tuttavia è anche facile apportare piccole modifiche mettendo un fermaglio sul corpo del modello (ma attenzione al peso!). A proposito dei disegni dobbiamo avvertire che, per quanto riguarda la costruzione dell'ala, c'è discordanza tra le proporzioni indicate al passo 2 e quelle indicate al passo 3.

Nell'economia generale del modello è preferibile seguire il proporzionamento deducibile dal disegno n. 3. Da ultimo, la solita raccomandazione a tener ben chiuse le piegature mettendo, ma senza esagerare, gocce di colla nei punti opportuni.

Peso del modello: 4,1 g.

Peso del modello in carta velina: 1,95 g.

ALTRO MODELLO DI RONDINE (pag. 64)

La Prima Gara Internazionale di Aeromodelli di Carta fu indetta da Scientific American e la partecipazione fu così forte (oltre 11.000 concorrenti) che fu necessario suddividerli in due gironi o sezioni come vennero chiamati. La sezione ovest ebbe sede a San Francisco; sebbene vi fosse una specifica categoria per l'Origami il nostro autore si classificò primo nella categoria Acrobazia, proprio con questa rondine. Il modello quindi ci si è presentato con le migliori credenziali, dato che i modelli vincitori di quella gara sono in genere di gran classe (1). Invece abbiamo incontrato notevoli difficoltà nella sua messa a punto. Come tutti i modelli da acrobazia è tendenzialmente instabile e la sua caratteristica è quella di entrare facilmente in vite piatta*. Il guaio è che fa fatica a ristabilirsi e, invece di uscirne da solo, picchia, sempre in vite, verso il basso e precipita al suolo. La sua stabilità migliora avanzando l'ala rispetto alla posizione indicata sul disegno. Se però si avanza troppo, il modello diventa stabile e non fa più l'acrobazia; l'entità dell'avanzamento ottimale è diversa a seconda del peso della carta: 15 mm se si usa carta velina, 25 se si usa carta tipo extra strong; non solo, ma risulta influenzata dal peso e dalla posizione della zavorra. Per inciso, il modello che abbiamo costruito in carta velina vola meglio e compie figure più strette. Dovete perciò ricercare in pratica, oltre che i migliori diedri dell'ala*, anche il suo miglior posizionamento e, giungeremo a dire, giorno per giorno; infatti la regolazione che, come detto, è funzione del peso della carta, risulta diversa a seconda dell'umidità della carta stessa e dell'aria. D'altra parte si tratta di trovare un compromesso molto delicato tra gli effetti aerodinamici in gioco: si deve far in modo che solo quando la velocità è alta il modello sia instabile e compia quei bruschi cambi di volo così tipici delle rondini, ma durante queste figure la velocità deve decrescere proporzionalmente. Passando a velocità minori dovrebbero prevalere gli effetti stabilizzanti e il volo dovrebbe farsi di nuovo tranquillo con aumento di velocità fino al regime di instabilità; quindi nuova figura, nuovo rallentamento con ristabilimento e così via.

Sembra una cosa estremamente difficile da ottenersi, ma in pratica richiede solo pazienza e attenzione. Dopo di che iniziano le soddisfazioni, perché il modello lanciato con una forza dosata (anche l'energia di lancio deve essere ricercata con cura attraverso prove) verso l'alto, «riempie» bene lo spazio a sua disposizione con cambi di rotta, accenni di vite, ribaltamenti, scivolate d'ala, brevi tratti rettilinei e recuperi di quota e di velocità. Così come per l'altra rondine (n. 25), anche questa ha esibizioni sempre diverse. Costruttivamente non vi sono particolari difficoltà: si deve al solito curare che le pieghe rimangano chiuse e in particolare si deve sigillare con colla il bordo di uscita della coda che non essendo frutto di piegature tende ad aprirsi con un aumento di resistenza dannoso. Infine, fissate le ali sul corpo con linguette di nastro adesivo: solo in questo modo le potrete spostare in modo facile durante la delicata ricerca del giusto centraggio. Peso del modello: 4,15 g (+ una zavorra baricentrica di 0,65 g). Peso del modello in carta velina: 2,05 g (+ una zavorra baricentrica di 0,65 g).

(1) I modelli vincitori e più importanti di quella manifestazione sono raccolti nel nostro libro «Aeromodelli di Carta», citato nell'introduzione.

Dizionario dei termini aeronautici usati nel testo

- **Ala a delta:** è un'ala triangolare in pianta. È detta così, come tante altre cose, dalla omonima lettera greca che, maiuscola è un triangolo. Altre forme classiche sono l'ala a freccia, l'ala ellittica, trapezia, ecc.
- **Ala a profilo spesso:** i profili alari sono stati studiati a lungo nelle loro caratteristiche. I primi studi furono compiuti addirittura dall'ing. Eiffel, costruttore della famosa torre, poi un grosso lavoro sistematico fu compiuto dalla NASA, quando ancora si chiamava NACA e i profili furono distinti in due categorie: quelli spessi, che furono i primi studiati e quelli sottili, più moderni. Si distinguono non tanto per lo spessore geometrico vero e proprio, ma per le caratteristiche del flusso d'aria che vi scorre sopra. Queste caratteristiche si manifestano però solo con profili veri e propri, quindi l'ala del modello n. 28, chiamata a profilo spesso deve essere considerata solo una imitazione formale.
- **Alettoni:** sono due superfici mobili che si aprono sul bordo di uscita delle estremità alari in senso opposto e fanno ruotare il velivolo sull'asse di rollio: alzando l'alettone destro si riduce la portanza dell'ala destra che si abbassa; contemporaneamente si abbassa quello sinistro e aumenta la portanza dell'ala sinistra che si alza. Il velivolo allora, visto dal pilota, ruota in senso orario.
- **Asse di imbardata:** vedi imbardata.
- **Asse di rollio:** vedi rollio.
- **Bordo di entrata:** riferito all'ala, è il bordo anteriore; è detto così perché l'aria incontra l'ala su questo bordo prima di defluirvi sopra. Similmente per le superfici di coda.
- **Bordo di uscita:** riferito all'ala, è il bordo posteriore; è chiamato così perché l'aria che defluisce sull'ala l'abbandona (cioè « esce ») in corrispondenza di tale bordo. Similmente per le superfici di coda.
- **Cabrare:** è la manovra che fa puntare il muso del velivolo in su e serve per salire di quota e per manovre acrobatiche.
- **Calettamento (negativo o positivo):** o angolo di calettamento, è un angolo simile a quello di incidenza, solo che è riferito all'asse longitudinale della fusoliera. Anche in questo caso abbiamo calettamenti positivi e negativi; nel primo tipo, se si immagina orizzontale la fusoliera, il bordo d'entrata è più alto del bordo di uscita; nel secondo tipo il contrario.
- **Canard:** la formula costruttiva classica è quella dei velivoli con impennaggi a coda, ma gli inizi dell'aviazione furono caratterizzati da un velivolo canard: il Flyer dei fratelli Wright; da un punto di vista teorico la formula canard mostra numerosi vantaggi. Il principale, da cui derivano gli altri, è che una cellula costituita da fusoliera e ala tende a cadere in picchiata e per tenerla in equilibrio il piano orizzontale messo a coda deve creare una deportanza, mentre a prua deve creare una portanza. In altre parole prendendo ad esempio un aereo a motore possiamo dire che con coda a poppa si spende energia per produrre una forza che tira verso terra, con coda a prua invece tutte le forze tengono il velivolo in volo. Per inciso canard vuol dire anitra, perché un aereo con ala in coda somiglia in volo alle anitre stagliate contro il cielo.
- **Corda alare:** è genericamente la distanza tra il bordo di ingresso e di uscita dell'ala.
- **Diedro (positivo o negativo):** è l'angolo che formano i piani delle due ali. Viene detto positivo se le due ali sono inclinate verso l'alto, cioè formano viste di fronte una V; negativo in caso contrario.
- **Effetto fessura:** l'aria che scorre sul dorso di una superficie aerodinamica può staccarsi in vortici e dar luogo allo stallò, ma se è guidata dal profilo di un'altra superficie messa sopra, questo non avviene. Il passaggio dell'aria che si realizza tra le due superfici somiglia ad una fessura, da cui il nome.
- **Efficienza:** è il rapporto tra portanza e resistenza e si esprime con un numero che indica quanti metri di avanzamento, misurati in orizzontale, percorre un aereo (a motore spento) per ogni metro di quota perduta.
- **Entrare in vite:** vedi vite.
- **Flap:** vedi ipersostenitore.
- **Forza aerodinamica:** le complesse azioni che l'aria esercita su un velivolo o un modello, possono essere considerate come un'unica forza, la cui componente perpendicolare alla direzione della velocità del vento relativo si chiama portanza, quella parallela si chiama resistenza indotta dalla portanza (la resistenza globale è la somma di quella citata, quella d'attrito e quella di scia). Questa forza giace nel piano di simmetria verticale. Le superfici di manovra, cioè timoni e alettoni, possono creare delle forze aerodinamiche locali che fanno ruotare il velivolo attorno ai suoi assi di rollio, beccheggio e imbardata. Queste ultime azioni in fisica si chiamano « momenti » e in aeronautica « momenti aerodinamici »: di rollio, di beccheggio e di imbardata.
- **Freni aerodinamici:** sono superfici che si aprono sull'ala e sulla fusoliera e che presentano una forte resistenza all'avanzamento; per questo motivo, e quelli alari anche perché riducono la portanza, rallentano la velocità.
- **Gondole motore:** negli aerei con motori non incorporati nella fusoliera, le gondole motore sono le coperture esterne degli stessi che hanno la funzione di ridurre al massimo le resistenze all'avanzamento e per questo presentano in genere forme affusolate, a goccia, ecc.
- **Imbardata:** è il movimento di deviazione di un velivolo in volo rettilineo a destra o a sinistra. L'asse di rotazione, che è perpendicolare alla pianta del velivolo, se questo vola in un piano orizzontale, è detto « asse di imbardata ». Similmente per il rollio. Il terzo movimento, che avviene nel piano verticale e spesso è oscillatorio, è detto di « beccheggio » e « asse di beccheggio », perpendicolare al piano di simmetria verticale, si chiama quello attorno al quale si verifica la rotazione.
- **Impennaggio (orizzontale o verticale):** vedi piano di coda.
- **Incidenza (positiva o negativa):** o, più completamente, angolo di incidenza, è l'angolo formato dalla direzione della velocità dell'aria che investe il modello (vento relativo) e il piano dell'ala (o, considerando un profilo di una sezione alare, la corda alare). Se quest'angolo è tale che l'aria investe l'ala da sotto si dice positivo e quindi: incidenza positiva; e viceversa.
- **Ipersostenitori:** sono superfici mobili che applicate al bordo di uscita dell'ala possono ruotare e allontanarsi dalla loro posizione normale che è quella di allineamento con il profilo alare. Così facendo aumentano la portanza del velivolo, da cui il nome con il quale vengono riconosciuti dalla lingua italiana; in inglese si chiamano flaps, termine molto popolare anche da noi.
- **Looping:** è una figura acrobatica durante la quale il velivolo percorre un cerchio nel piano verticale, mantenendosi comunque sempre con l'asse di rollio tangente alla traiettoria. Questa figura prende anche il pittoresco nome di « giro della morte ».
- **Momenti aerodinamici:** vedi forza aerodinamica.
- **Numero di Reynolds:** è il numero che nella Teoria dei modelli garantisce la similitudine aerodinamica. È un numero che si ottiene moltiplicando la densità dell'aria, la velocità del velivolo, la lunghezza media della sua corda alare e dividendo il tutto per la viscosità dell'aria. La teoria suddetta stabilisce che quando per due velivoli il numero di Reynolds è uguale, essi volano allo stesso modo, cioè sono sottoposti alle stesse azioni aerodinamiche; ad esempio, un modello costruito in scala 1/2 dovrebbe avere una velocità doppia di quella dell'originale per volare nello stesso modo. Il numero di Reynolds per i moderni velivoli vale qualche centinaio di migliaia, per i nostri modelli di carta raggiunge forse qualche decina di unità. Per questo abbiamo chiamato i nostri modelli « terribilmente lenti » e per questo sembra talvolta incredibile che possano dare la sensazione del volo degli originali. Il numero di Reynolds è il punto focale e, talvolta, il tiranno crudele, per tutti coloro che fanno del modellismo di riproduzione.

- **Piano di coda** (orizzontale o verticale): la coda di un aereo è composta da un piano orizzontale che è una piccola ala, e uno verticale che è una piccola semiala che s'innalza sulla fusoliera. I piani, che si chiamano anche impennaggi, sono composti di due parti: una fissa e una mobile. Quelle fisse si chiamano « stabilizzatori » (e quella verticale anche « deriva »), quelle mobili si chiamano « timoni ». Il timone verticale è detto « di direzione » in quanto controlla la direzione del velivolo nel suo piano orizzontale, cioè gli fa spostare il muso a destra o a sinistra. I timoni orizzontali sono detti « di profondità » in quanto controllano la direzione del velivolo nel suo piano verticale, cioè gli fanno spostare il muso in su e in giù. Inoltre poiché possono contrastare la tendenza naturale dell'aereo a cabrare o a picchiare i piani mobili orizzontali di coda vengono chiamati globalmente « equilibratore ».
- **Picchiata**: vedi picchiare.
- **Picchiare**: puntare in giù con l'aereo. Le picchiate vengono chiamate anche « affondate ».
- **Planata**: è genericamente il modo di volare di un aereo che scende naturalmente, senza motore e senza azionamento delle superfici di manovra in aria tranquilla.
- **Rollio**: movimento oscillatorio attorno all'asse di rollio che coincide praticamente con quello della fusoliera.
- **Sezione aurea**: questo non è un termine aeronautico, bensì legato all'estetica architettonica greca. Con questo rapporto venivano scelte le dimensioni dei templi e dei loro particolari, perchè si riteneva particolarmente gradevole alla vista qualsiasi oggetto che avesse proporzioni auree. Da un punto di vista geometrico si dice che un segmento AX è la sezione aurea di un altro segmento AB, se AX è medio proporzionale tra AB e la sua differenza (AB - AX) con AB. Il rapporto tra AB e AX vale 1,61 ca. (quasi 8/5 = 1,6 come si dice di solito) contro 1,41 del vero rettangolo.
- **Stabilizzatore** (verticale o orizzontale): vedi piano di coda.
- **Stallo**: quando l'aria defluendo sull'ala per eccesso di incidenza o per altre cause (vedi il caso citato nel testo) cessa di lambirla, ma si stacca in vortici, si verifica il fenomeno chiamato stallo e l'ala non è più in grado di produrre correttamente la sua portanza.
- **Svergolamento** (positivo o negativo): quando l'angolo di calettamento dell'ala non è costante per tutta la sua apertura si dice che è svergolata e se tale angolo diminuisce verso le estremità, lo svergolamento è negativo; positivo in caso contrario.
- **Timone di direzione**: vedi piano di coda.
- **Tonneaux**: è una manovra acrobatica che fa ruotare l'aereo sull'asse di rollio, che si esegue in volo orizzontale o comunque rettilineo, ed è detta « tonneaux sull'asse ». Se invece la rotazione avviene con un certo raggio, come se l'aereo scivolasse sulla superficie interna di un cilindro, la manovra si chiama « tonneaux a botte ». Quest'ultima è una manovra abbastanza rara a vedersi nell'acrobazia dei velivoli a motore, ma molto facile ad ottenersi con gli aeromodelli di carta.
- **Vite**: in aeronautica è la traiettoria a spirale che talvolta segue un aereo lasciato precipitare al suolo. L'aereo può compiere una spirale più o meno stretta e addirittura può ruotare su uno dei suoi assi: quello della fusoliera (asse di rollio) o quello di imbardata e in questo caso cade come una foglia secca e la vite si dice « piatta ». Si può entrare in vite volontariamente durante un'esibizione acrobatica oppure durante una manovra sbagliata e infine a causa di un progetto di base errato e allora non se ne esce più. Da anni ormai mediante una opportuna scelta dei profili alari, degli svergolamenti, ecc., gli aerei sono costruiti in modo che portati in vite si ristabilizzino da soli in volo rettilineo. Non così evidentemente i modelli di carta per i quali occorre di volta in volta agire sui diedri alari e sulle simmetrie costruttive.

a cura dell'ing. LUCIANO SPAGGIARI

© 1972 by Eiji Nakamura, Giappone

Seconda edizione 1983

Proprietà artistica e letteraria 1980
Il Castello Collane Tecniche
20149 Milano - v. C. Ravizza 16

Le parti:

Introduzione all'edizione italiana,
Osservazioni e consigli,

Dizionario dei termini aeronautici usati nel testo,
non appartengono all'opera originale e sono
copyright di Il Castello - Collane Tecniche - Milano

La riproduzione, anche parziale, di testi e disegni,
sotto qualsiasi forma e per qualsiasi uso, è rigorosamente
vietata.

Stampato dalla Tecnografica Milanese
Ponte Sesto di Rozzano (Mi)

Formato del foglio: B5 (257 x 182 mm)

Formato del foglio: A5 (210 x 148 mm)



Formato del foglio: B7 (128 x 91 mm).