



COSTRUIRE UN'ALA LEGGERA RIVESTITA CON TESSUTO DI VETRO O CARBONIO

Una descrizione passo passo che permette, a chi non ha mai utilizzato i compositi, di costruire con la massima facilità un'ala per un veleggiatore o per un leggero trainer ad un costo molto contenuto: non più di 50-60 euro

Pasticcio con resine e polistirolo ormai da moltissimi anni. Queste tecniche mi hanno sempre affascinato e le ho descritte più volte sulla rivista *Eco Model* (di cui ero vicedirettore nonché proprietario di una quota del 50%), con notevole apprezzamento da parte dei lettori della rivista. Con un modello tutto in vetroresina ho anche vinto un campionato italiano di F3F, quando la categoria era praticata da molti aeromodellisti italiani. Poi, per almeno un ventennio, ho dovuto giocoforza smettere di pasticciare con le resine epossidiche perché ero diventato allergico con sintomi preoccupanti alle vie respiratorie.

Alcuni anni fa ho timidamente ricominciato impiegando resine di nuova formulazione ed ho scoperto, con molta soddisfazione, di poterle di nuovo utilizzare. Così il bacillo dei compositi ha ripreso a colpirmi con violenza, anche perché, nel frattempo, ero diventato allergico al balsa... Ma sto annoiando chi mi sta leggendo: andiamo invece all'argomento del titolo che spero abbia già scatenato la vostra curiosità. Perché costruire un'ala con anima rivestita in tessuto? Il principale motivo della scelta è la rapidità di realizzazione, che per me, sempre ansioso di vedere in volo i modelli che ho pensato, è forse il fattore primario. Poi la semplicità della

costruzione ed infine il piacere di fare esperimenti e provare nuove soluzioni costruttive. Questo mi ha portato a realizzare tanti modelli, alla ricerca della messa a punto di una tecnica che semplificasse al massimo le varie operazioni. Diciamo che nella mia lunga attività aeromodellistica, che spazia in pratica nell'interesse verso tante categorie, dal volo libero che ho iniziato a praticare giovanissimo negli anni '50, al volo vincolato circolare, al radiocomando fin dagli albori con la RCV, poi la F3A, la F3D, la F3F, l'aerotraino, e negli ultimi anni il ritorno ai veleggiatori RC, con la pratica della F3J e poi della F5J e della Autonomy, ho sempre cercato di

semplificare e velocizzare i vari passaggi costruttivi. La costruzione dei modelli veleggiatori mi ha appassionato, ho fatto tanti esperimenti ed oggi sono lieto di descrivere come costruisco l'ala dei miei veleggiatori, una tecnica che potrebbe interessare i giovani che vogliono costruire da zero il loro aeromodello, senza rivolgersi ai kit o comperarne uno pronto al volo. Se volete costruire velocemente un'ala con costi contenuti, la mia descrizione v'interesserà sicuramente, anche perché l'attrezzatura necessaria è veramente poca, le operazioni che descrivo sono abbastanza semplici e le troverete descritte in successione col supporto di numerose foto.

I Materiali

Il risultato finale che cerco è la realizzazione di un'ala leggera usando i compositi. Questo tema raramente è stato trattato. Il rivestimento di un'ala in compositi infatti privilegia più la ricerca della robustezza e della rigidità che il peso: chi ricerca in un aliante la leggerezza costruisce in centine e D-box in carbonio. Ho iniziato dunque a costruire ali rivestite in vetroresina per poi passare al carbonio, alla ricerca della leggerezza.

L'anima

Come anima ho iniziato impiegando polistirolo estruso, che ha un peso di 35 kg/m^3 per poi utilizzare il comune polistirolo da 14 kg/m^3 . Perché la differenza di peso, per un modello da F5J di cm 380 di apertura alare, è notevole: ben 300 grammi. E' curioso sapere che un'ala in estruso rivestita in leggero vetro ha l'inconveniente di conservare l'impronta del dito se esercitiamo una certa pressione, cosa che invece non accade se l'anima è in comune polistirolo. Tutte le considerazioni successive sono, salvo quando diversamente specificato, riferite ad un modello con un'apertura alare che va dai 3 m dell'Autonomy ai 3,80 m dell'F5J.

Ho ripreso circa quattro

anni fa a rivestire l'ala con tessuto di vetro da 25 g/m^2 , per poi passare al binomio carta/vetro, poi al carbonio economico unidirezionale ed infine al carbonio di ultima generazione.

Il costo dei materiali, escludendo il carbonio di ultima generazione, è contenutissimo ed un'ala si costruisce con circa 50-60 euro.

Rivestimento dell'ala in tessuto di vetro

Il peso al dm^2 dell'ala ricoperta in tessuto di vetro è facilmente calcolabile in quanto dovrete semplicemente considerare che il tessuto di vetro assorbe circa un 20% di resina in più del suo peso; il valore comunque è molto aleatorio e lo noterete dai dati che trovate in successione e che sono riferiti ad una superficie senza strati successivi d'irrobustimento, sempre presenti per evidenti motivi di scarico della forze su superfici ampie.

Tessuti e resine li acquisto da: www.sorvolandocompositi.it Il tessuto che impiego è quello da 49 g/m^2 perciò avremo circa $1,10 \text{ g/dm}^2$. Un'ala di Autonomy che mediamente è 65 dm^2 avrà quindi un'incidenza in peso del rivestimento di circa 140 g. Ho anche realizzato alcune ali rivestite con tessuto da 25 g/m^2 . Il risultato sarà naturalmente quello di una



robustezza minore da compensare con la necessità di avere longheroni con sezioni superiori. La soluzione è ottima nella costruzione di piani di coda, sia orizzontali sia verticali, con un'opportuna scelta dei longheroni di cui parleremo più avanti. Il 25 g/m^2 l'ho usato e lo consiglio abbinato ad una particolare carta seta che ho trovato nei negozi di bricolage particolarmente forniti: il nome è "papier de soie", si presenta in rotoli alti 50 cm e lunghi 5 mt, costa 3 € al rotolo ed è disponibile in molti colori (foto 1).

Potete anche comperarla online: www.dalbe.fr/papiers-loisirs/1825-papier-soie.html Rivestendo il polistirolo abbinando la carta con il vetro da 25 g/dm^2 , avrete un peso al dm^2 di 0,90 g.

Con questo abbinamento ho realizzato molti modelli, l'ala risulta leggera e sufficientemente robusta ed è la soluzione che consiglio nel caso

di rivestimento in vetro. Nella foto 2 si vedono un modello da Autonomy ed un F5J con l'ala rivestita appunto di vetro e carta. La foto 3 è quella di un Autonomy molto leggero con ala da 510 grammi per una superficie di 67 dm^2 . Se volete un'ala più robusta dovrete passare al tessuto da 49 g/dm^2 , ma il peso al dm^2 passerà a 1,35 g. Questa scelta l'ho fatta per realizzare il Rombo che vedete pubblicato su MODELLISMO 158 di marzo-aprile scorso. Se volete realizzare un'ala con questo abbinamento, vi spiego subito come si deve posare la carta: stendete la resina accuratamente sulla superficie in policarbonato del controstampo (ne parleremo più avanti), poi sovrapponetevi Scottex e fate assorbire la resina in eccesso passandoci sopra con un rullo in gommapiuma o con una pezzuola di stoffa. Ripetete l'operazione





almeno tre volte, finché lo Scottex non verrà più bagnato dalla resina. Ora sovrapponetevi la carta. E' importante, che il lato opaco si trovi verso lo stampo. A questo punto indossate guanti a perdere in lattice (i guanti vanno sempre indossati, mai mettere la pelle a contatto con la resina!). Procuratevi un pezzetto di gommapiuma, bagnatelo leggermente nella resina e spargetela uniformemente, con un movimento rotatorio ed in quantità minima. Sovrapponetevi poi il tessuto e qui vi sono due soluzioni: trama parallela o trama a 45° incrociata? La soluzione migliore è quella a 45° che dovrà essere incrociata fra l'intradosso e l'estradosso dell'ala. Comunque io ho realizzato molte ali anche con trama parallela. A questo punto ripetete l'operazione dell'asciugatura con Scottex. In controluce dovreste avere una superficie opaca; non abbiate timore ad asciugare tutta la resina possibile.

Rivestimento dell'ala in carbonio

Ho realizzato ali con vari tipi di carbonio, inizialmente attratto dal costo molto contenuto dell'unidirezionale che si trova in commercio per

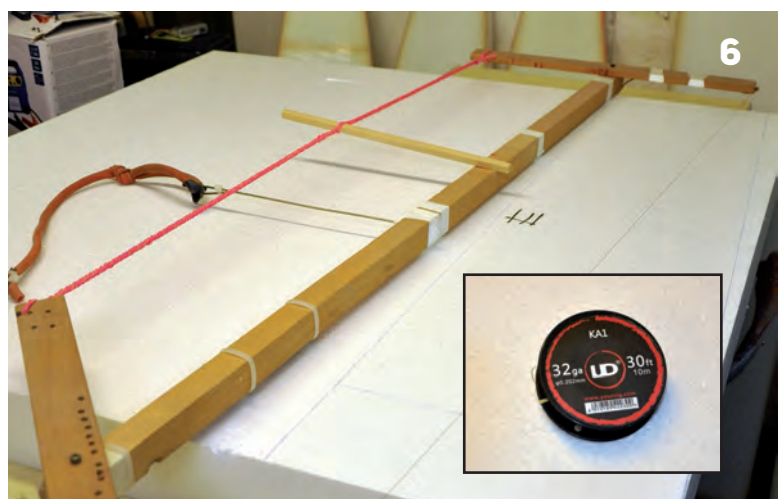
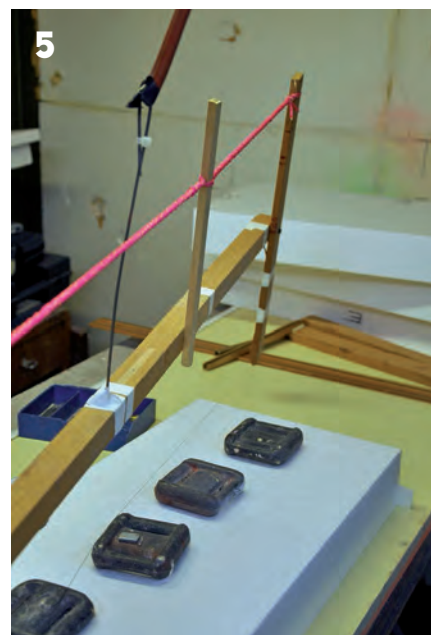
poi passare al carbonio di ultima generazione, costoso, ma veramente eccezionale. Nel sito del fornitore già segnalato, si trova carbonio unidirezionale da 25 e 45 g/m² con costi molto contenuti. Si tratta di prodotti che hanno un comune difetto: i vari fili non sempre sono accostati perfettamente, specialmente nel 25 g/dm². Da qui la necessità di selezionare accuratamente il carbonio e ritagliare strisce omogenee. Un lavoro comunque semplice e rapido. Le varie strisce poi saranno accostate e il risultato sarà perfetto. L'impiego dei due materiali sarà però diverso: il carbonio da 25 g/dm² non è consigliabile lasciarlo in vista perché, nonostante la selezione, sarà impossibile non notare qualche difetto. Questo obbliga alla verniciatura dello stampo e successiva posa dell'unidirezionale con un peso totale di circa 1,10 g/dm² con variazioni a seconda del colore che si sceglie. Io consiglio il bianco, pur sapendo che è il colore che ha un pigmento fra i più pesanti. Il colore celeste è invece fra quelli più leggeri, pur coprendo perfettamente, ma ha l'inconveniente di essere poco visibile.

La foto 4 mostra, un modello da Autonomy verniciato utilizzando una bomboletta di acrilico bianco.

Il carbonio da 45 g/m² è disponibile in larghezza limitata a 25 cm, ma questo è un inconveniente relativo perché lo si potrà essere accostare facilmente per corde alari superiori. Si presenta abbastanza chiuso e può essere lasciato a vista. La foto 4 mostra anche un F5J realizzato con questo unidirezionale. Il lasciarlo a vista però comporta che durante la cartavetratura del bordo d'entrata e d'uscita si può sfilacciare ed è quindi necessario sovrapporre una piccola striscia di unidirezionale da 25 g/dm² perpendicolarmente lungo

il bordo dell'intera ala. Per motivi di peso, la larghezza dev'essere appena sufficiente a contornare l'ala.

Il "Carboweave IMS Carbon NCF" è il carbonio utilizzato per la costruzione dei moderni F5J ed è disponibile su ordinazione presso Sorvolando Compositi oppure presso la R&G. Ha un costo molto elevato, ma una resa notevole. È fornito in due pezzature differenti con la trama a 45° che s'incrocia. Assorbe la resina in modo fantastico. Le varie fasi della presentazione della costruzione dell'ala sono fatte con l'impiego di questo materiale, nella grammatura di 55 g/dm². Alla fine il peso al dm² è di 1,70 g.



E' disponibile in varie grammature, ma per la costruzione degli Autonomy è sufficiente l'impiego del 20-30 g/m². con peso al dm² di 1,35 g.

Costruzione dell'ala

La lunga premessa sui vari materiali è stata necessaria per darvi modo di decidere il da farsi: siete voi che sapete che modello volete realizzare come pesi e rigidità della copertura. Il mio consiglio comunque è di fare una serie di provini per testare il risultato, poi partite con la costruzione dell'ala. Io ho fatto decine di provini e ne faccio ancora

tanti quando voglio testare nuove idee e nuovi materiali. Ribadisco che la costruzione di un'ala in polistirolo rivestita in composito è velocissima. Pensate solo al vantaggio di avere un'ala con la superficie lucida e finita quando la toglierete dalle due controsagome: davvero impagabile!

Taglio della sagoma

Come detto, il polistirolo che uso ha una densità di 14 kg/m³ e lo trovo presso i distributori di polistirolo per l'industria. E' in blocchi di m2,00x1,00x0,50, costa circa 60/70 € al m³ ed il fornitore

ve lo taglia come desiderate: io uso blocchi dello spessore di 8 cm e di m 1,00x1,00 ad un costo di 5/6 €.

Per il taglio della sagoma da rivestire vi rimando a questo link: <http://tuttopertutti.it/Pagine%20html/Invenzioni/Filo%20caldo.pdf> e vi invito a leggere i numerosi post che ci sono sul Barone Rosso su questo argomento, oppure, se avete modo di usare il taglio al CNC, il problema non esiste.

Un'altra soluzione è quella di costruirsi una macchina per l'avanzamento del filo da taglio a gravità, come quella pubblicata venti anni fa sul n° 39 di MODELLISMO. L'articolo originale lo potete vedere e scaricare in Pdf qui: <http://bit.ly/tagliopoli> Una soluzione veramente geniale che permette tagli perfetti e veloci con il massimo della semplicità. Personalmente opero alla vecchia maniera, come si vede in foto. L'archetto è brutalmente semplice (foto 5) ed è sospeso al soffitto (foto 6) con un grosso elastico che lo trattiene in verticale.

Il filo è quello delle sigarette elettroniche, costa 10 € e dura una vita (v. riquadro). Il taglio del blocco (foto 7) non ha bisogno di spiegazioni e le dime (foto 8) sono ricavate da alluminio aeronautico da 6/10, vengono tagliate con le forbici da lattoniere e, prendendoci la mano, vengono perfette. Nelle foto 9 e 10, vedete la dima posizionata e la sagoma tagliata pronta per la sagomatura del bordo di entrata.

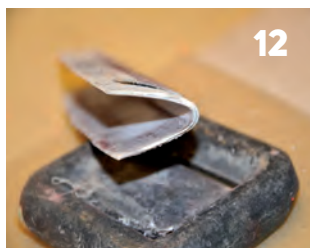
Aggiungo alcuni suggerimenti per il taglio: prima tagliate la parte superiore partendo dal bordo d'uscita poi l'inferiore partendo dal bordo d'entrata. Il motivo è semplice: il filo non dovrà mai andare verso l'alto con variazione della pressione sulla dima di taglio che

potrebbe provocare dei leggeri "impuntamenti" con conseguente vibrazione del filo e sagoma da buttare. Se avete un aiutante il taglio risulterà più facile perché la forza da esercitare per fare avanzare il filo si concentra su una sola dima e l'operatore può far scorrere il filo facilmente.

Preparazione della superficie della sagoma

Quest'operazione è importante poiché qualsiasi piccola imperfezione si trasmetterà visivamente sull'ala rivestita: mentre con il rivestimento in balsa o obeche si può intervenire con un attento e sapiente uso del tampone, col rivestimento in composito questo è logicamente impossibile. Da qui la necessità di avere una sagoma perfettamente tagliata con la preparazione della superficie il più possibile levigata. L'operazione è molto semplice e forse sconosciuta ai più: per ottenere rapidamente una superficie livellata dovrete sfregare un blocchetto dello stesso polistirolo usato per la sagoma sulla sagoma stessa (foto 11). Raccomando di evitare l'uso della cartavetro. Quest'operazione ha l'effetto di livellare il polistirolo, togliendo sia i "peluzzi"





creati dal taglio sia, specialmente, livellando il polistirolo fra le varie palline che lo compongono. Il blocchetto di polistirolo va cambiato di frequente e dopo poche passate vedrete come per magia una sagoma perfettamente liscia che offrirà all'adesivo una grande superficie di contatto. Naturalmente l'operazione va fatta appoggiando la sagoma nella controsagoma. Per togliere la polvere passate con Scottex imbevuto di alcool. Curate molto quest'operazione di pulizia della superficie.

Sagomatura del bordo d'entrata

Dovrete costruirvi un apposito tamponcino sagomato come appare nella foto 12. Io, per ricavarlo molto semplicemente, ho rivestito con alcuni strati di tessuto il bordo d'entrata di un'ala rotta. Basta spargere qualche mano di distaccante sull'ala e laminare per una quindicina di centimetri tre strati di tessuto da 200 grammi. Nella parte interna del tamponcino incollate con colla a contatto carta vetrata

del 240 e potete iniziare a sagomare il bordo di entrata come appare in figura 13. La carta vetrata all'esterno viene messa per favorire la presa della mano. L'operazione va fatta sempre tirando il tampone verso di voi, mai spingendo, ed esercitando poca pressione. Pazienza e almeno quindici leggere passate per tutta la lunghezza ed avrete un bordo d'entrata perfettamente sagomato come appare in figura 14.

Copertura di testa delle sagome

La testa delle due sagome che dovranno essere a contatto in corrispondenza del diedro, dove vi è la separazione fra parte centrale ed estremità, debbono essere rivestite. Non so perché, ma è abitudine rivestirle con compensato mentre è sufficiente balsa duro da 3 mm (curiosità: questo è l'unico pezzo di balsa che impiego!) In foto 15 si vede come sia incollato con alifatica (colla ideale per legno/polistirolo che fa presa velocemente e si carteggia molto bene) il balsa di testa alla sagoma e sia

tenuto in posizione da spilli. In foto 16 si vede il nastro marroncino da imballaggio applicato sulla sagoma per proteggere il polistirolo nella fase di rifilatura. Questo nastro è sottilissimo ed aderisce parzialmente al polistirolo; questo va benissimo perché deve poi poter essere asportato senza danneggiare il polistirolo in corrispondenza del bordo d'uscita. Con un cutter si darà poi una parziale rifilata per poi terminare con un tampone che si appoggia come riferimento al nastro (foto 17). In foto 18 ecco l'operazione di copertura della testa completata: importante è notare che la copertura termina circa 4 cm prima della fine del bordo d'uscita. Questa zona verrà riempita in fase di rivestimento da un impasto di resina e riempitivo (foto 26).

Inserimento dei tubetti portabaionette

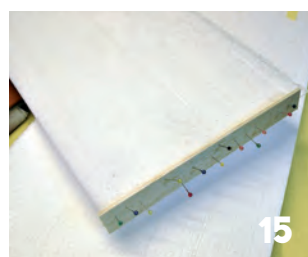
Questa fase, dopo tante prove sempre alla ricerca della semplicità, l'ho risolta con un sistema particolare che non mi ha mai dato problemi. Inizialmente, come fanno molti, realizzavo un

longherone con inserito il tubetto portabaionette, un lavoro lungo che comportava anche un grosso scasso nella sagoma e questo dava dei problemi poi nel ripristinare la sua giusta curvatura. Ora i problemi non esistono più. Ho verificato che anche se non vi è continuità con i longheroni, gli sforzi si distribuiscono su di una superficie sufficientemente resistente: merito del rivestimento che in quel punto è doppio.

In pratica eseguo gli scassi quasi a tutta altezza, colo del riempitivo ed inserisco i tubetti mettendo le due sagome alla giusta angolatura.

Nella foto 19 si vede bene come la parte inferiore delle sagome venga protetta con del nastro adesivo di carta che impedisce la fuoruscita del riempitivo.

Appoggio le due sagome alle controsagome, le blocco sempre con nastro adesivo di carta (foto 20) e segno dove effettuare gli scassi. Se avete intenzione di rivestire l'ala in carta e tessuto di vetro, fate attenzione a non tracciare linee nere perché si vedrebbero in traspa-





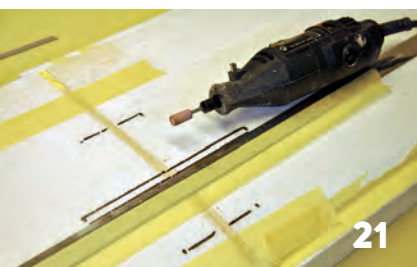
18



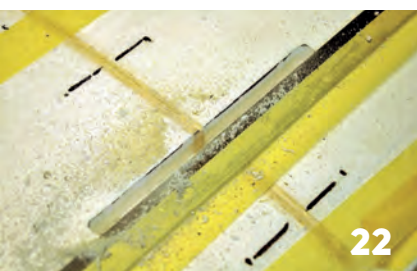
19



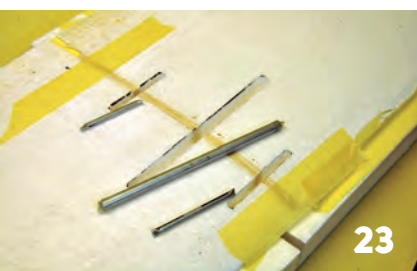
20



21



22



23

renza; per fare i riferimenti, usate il nastro adesivo.

Nella foto 21 si vede che fresa uso per praticare gli scassi. Per guidare la fresa fisso una piastrina di metallo con nastro che ha la funzione di guidare la fresa mentre lavora: il risultato si vede nella foto 22.

Nella foto 23 si vedono i tre scassi per la baionetta principale e per i due pioli di riferimento con i relativi tubetti che andranno annegati. Io per modelli fino a 3,80 m di apertura alare, uso come baionetta un tondino di carbonio da 6 mm lungo 130 mm. In commercio si trovano tubetti con il diametro interno di 6,1 mm che sono perfetti per il nostro uso.

Con un profilo di spessore medio la baionetta naturalmente rimane dritta.

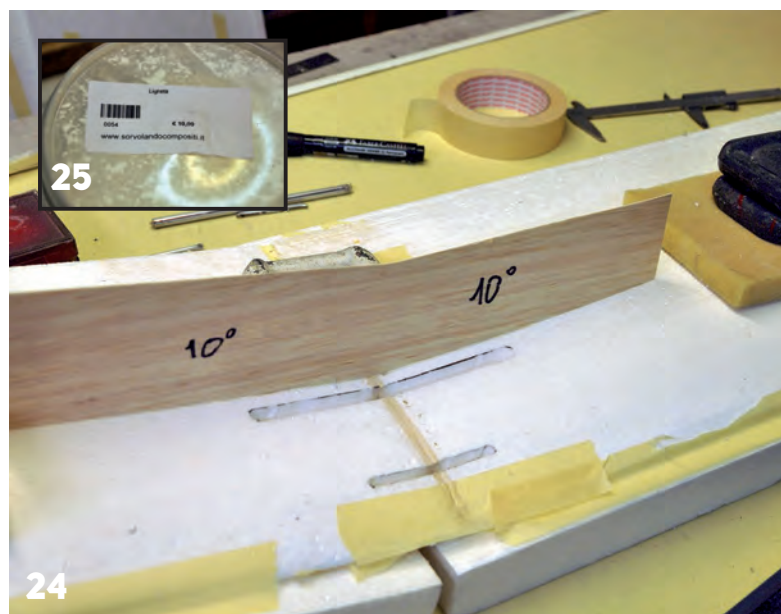
I due pioli di riferimento sono da 3 mm.

I tubetti debbono essere chiusi per evitare che all'interno ci vada del riempitivo.

A questo punto sollevo la sagoma dell'estremità, mettendo degli spessori, per dare il diedro come si vede nella foto 24. Una sagoma di riferimento aiuta a non sbagliare l'angolo.

Nel mio caso il diedro è di 10°. Come si nota nella foto, tengo in posizione le due sagome con pesi appoggiati a gommapiuma per evitare di schiacciare il polistirolo. L'addensante che uso per la resina è il Lightfill (foto 25) un bel prodotto che viene sempre venduto da Sorvolando Compositi e che una volta miscelato con la resina cresce di oltre il doppio di volume e praticamente non ha peso. Il suo impiego, visto che prima usavo tisso-tropico, mi ha fatto risparmiare parecchi grammi.

Il composto che dovrete creare con l'aggiunta di resina, dev'essere simile a quello in foto 26, non molto denso in



24

modo che possa riempire la cavità che contiene il tubetto. Per metterlo nello scasso dovrete usare una siringa a perdere (foto 27). Prima riempite a metà lo scasso, poi spingete dentro il tubetto e riempite ancora fino a lasciare un margine di circa 1 mm che andrà riempito successivamente nella fase di chiusura delle due contro-sagome (foto 65a). Dopo 24 ore potete separare le due sagome (foto 28) usando l'archetto da traforo con una lama sottilissima, per metallo. La foto 29 mostra il lavoro finito.

Non toccate né pareggiate nulla: l'operazione la farete dopo il rivestimento (foto 84).

Longheroni

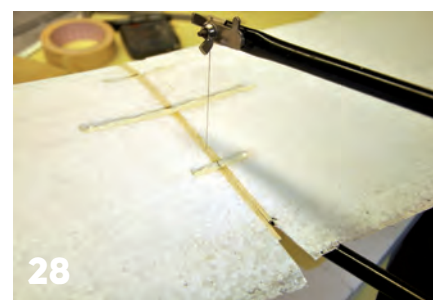
Qui il discorso è interessante: nei primi esperimenti usavo longheroni in tubo di carbonio da 6 o 8 mm. inseriti nella sagoma, che usavo anche come sede della baionetta. Una soluzione certamente super resistente... Anche troppo, perché poi dava problemi nel conservare il profilo nella fase di chiusura dello scasso. Ho cominciato allora a diminuire la sezione dei longheroni finché oggi sono giunto alla conclusione che



26



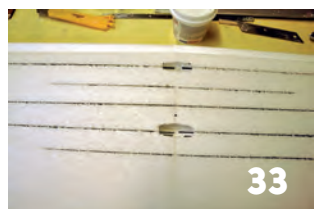
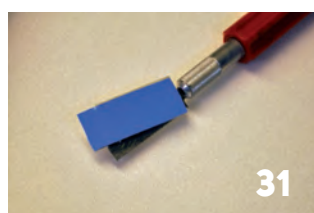
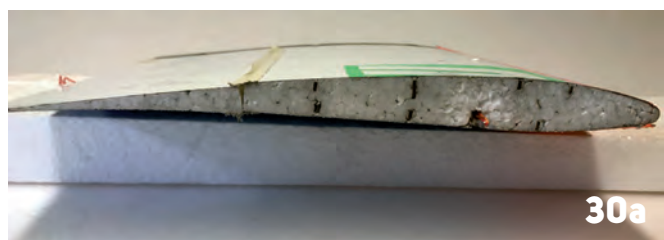
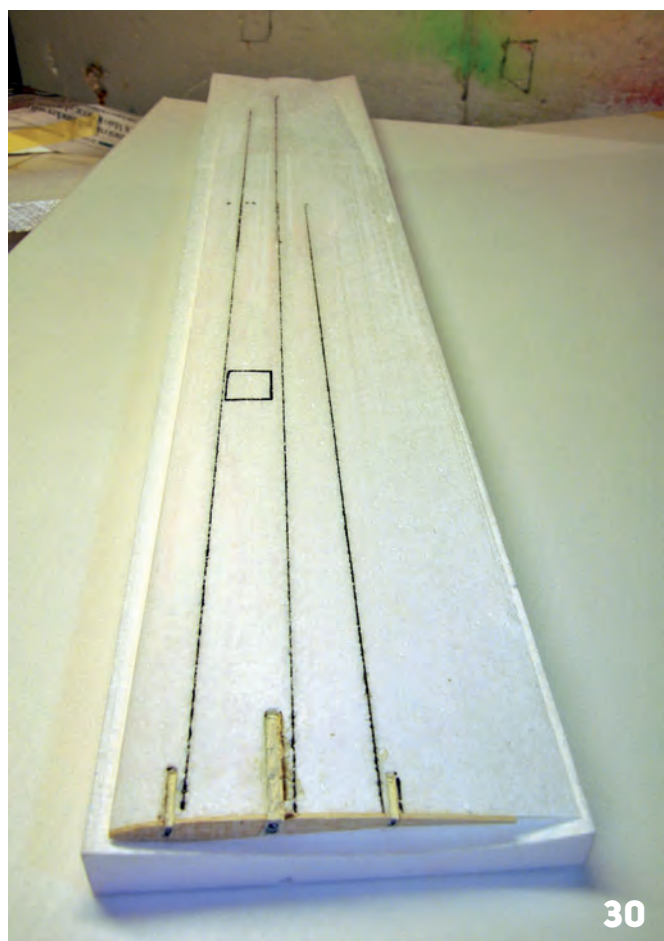
27



28



29



inserire più longheroni affioranti sopra e sotto all'ala è la soluzione più rapida che svolge comunque ottimamente la sua funzione.

In pratica ho frazionato gli elementi resistenti. In un'ala da 3 m come quella degli Autonomy, mi limito a mettere listelli in carbonio 1x3 sia sopra che sotto e nelle estremità li riduco a 0,5x3, mentre negli F5J aggiungo nella parte centrale un listello in carbonio 1x6. Nella foto 30 si vede come posiziono i vari listelli.

Nella parte centrale aumento il numero dei listelli. Sono perfettamente consapevole di avere la disapprovazione di molti, ma io mi limito semplicemente ad illustrare come e dove metto i longheroni o meglio gli elementi resistenti nelle mie ali, senza commento!

Rimane il fatto che in un'ala rivestita, la distribuzione delle forze avviene su una grande superficie, mentre il classico longherone con struttura centinata deve sopportare tutto lo sforzo. L'importante è inserire i listelli veramente a filo della superficie per evitare che "segnino" il rivestimento.

Il mio metodo è semplicissimo, ma bisogna prenderci la mano e fare varie prove su dei pezzi di polistirolo con la stessa densità che avete usato per le sagome. Aiutandomi con una riga di metallo pratico con un cutter un taglio profondo 4-5 mm. poi ripasso con una lama sottile seghettata come si vede nella foto 31, che tengo molto inclinata: il pezzetto di nastro adesivo mi serve come riferimento della profondità del taglio. Importante è che il polistirolo lungo il bordo del taglio non si sbricioli molto. Poi inserisco il listello curando che rimanga a filo del polistirolo ed infine

ripasso con un velo di ciano per poli: io uso la ciano "MD Glue Xtreme 1" sempre di Sorvolando Compositi, un'ottima ciano liquida adatta anche per poli.

La foto 30a mostra la sezione di un'ala (il modello si è rotto durante una gara per uno scontro in volo) e si notano i vari listelli ed anche il filo per i servocomandi.

Per inserire il cavo a tre fili per l'alimentazione dei servi uso lo stesso sistema, solo che invece del listello inserisco il cavo, aiutandomi con un cacciavite.

Il cavo che uso è particolare, molto sottile (AWG 32) e pesa 3,7 g al metro. Si trova in internet da vari fornitori. Jonathan ne ha addirittura uno che pesa 2,2 g al metro. Visto che il cavo sarà annegato e poi dovrà essere estratto nelle parti terminali, praticate come in foto 33, 34, 35, 36 dei piccoli pozzetti al cui interno arrotolerete circa 4 cm di filo. Poiché è difficile inserire il filo senza purtroppo praticare una piccola fessura, consiglio di chiuderla con stucco superleggero, spargendone la quantità minima indispensabile perché il rivestimento aderisce male sulle aree trattate con lo stucco.

Un discorso a parte lo merita il perché nella foto 34 si vedono due fori ovali passanti in corrispondenza della mezzeria della parte centrale dell'ala ed anche i due pozzetti separati che contengono i fili: dopo il rivestimento in tessuto questi fori saranno riempiti con un impasto che verrà forato per le viti di fissaggio dell'ala (la cui posizione verrà stabilita in funzione degli attacchi per le viti nella fusoliera) e per poter unire i longheroni nel diedro centrale. Se ancora non vi è del tutto chiaro, più avanti lo capirete (vedi foto 75 e 76).

Rivestimento del bordo d'entrata

La realizzazione del bordo d'entrata per me è sempre stata un grosso problema. Normalmente lo si fa utilizzando una striscia di tessuto impregnato di resina ed io ho sempre fatto così finché ho scoperto un cerotto adesivo che mi ha risolto il problema. E' il Leukosilk (foto 37) che compero in far-



macia. Viene venduto in due altezze: 25 e 50 mm e conviene comprare quest'ultimo perché permette di avere l'altezza che serve a seconda della forma del bordo da rivestire: infatti tirandolo è possibile ottenere strisce di varie larghezze (foto 38). Ha un notevole potere adesivo sul polistirolo e lo si riesce a bagnare perfettamente con la resina. Nella foto 39 si vede come si applica sul bordo arrotondato in precedenza.



Preparazione delle controsagome

Ho fatto innumerevoli esperimenti e per le controsagome adotto oggi una soluzione che forse è sconosciuta a molti. Per avere una distribuzione della pressione che segua eventuali piccole imperfezioni rivesto le due controsagome con uno strato di gommapiuma spesso 10 mm (foto 43).

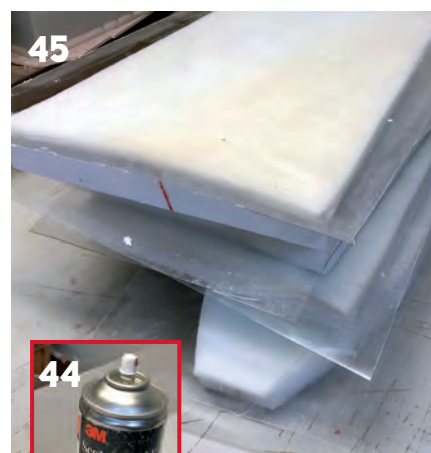
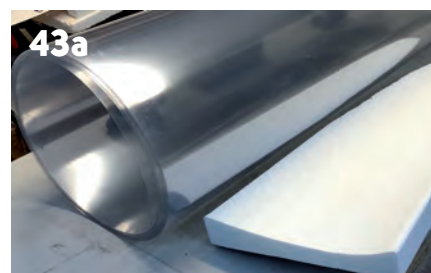
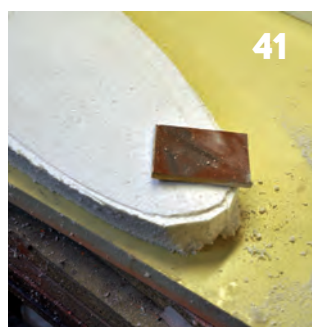
La si trova facilmente nei grandi magazzini, è in pezzature di cm 100x200 e costa circa 4 €, al m².

Sulla gommapiuma poi incollo policarbonato da 0,8 mm. Il policarbonato si trova nei Brico, da Leroy Merlin o in punti vendita similari. Viene tagliato da grossi rotoli nella lunghezza desiderata, è alto 100 cm e costa circa 9 € al m² (foto 43a).

Ho fatto anche esperimenti con spessori inferiori, ma il risultato migliore si ottiene usando spessori importanti. Per l'incollaggio sia della gommapiuma sia del policarbonato uso la 3M77, (foto 44) una colla a contatto spray (la vende anche Sorvolando Compositi) che deve essere spruzzata sulle due parti da unire che dopo circa 30 secondi, una volta evaporato il solvente, si devono sovrapporre.

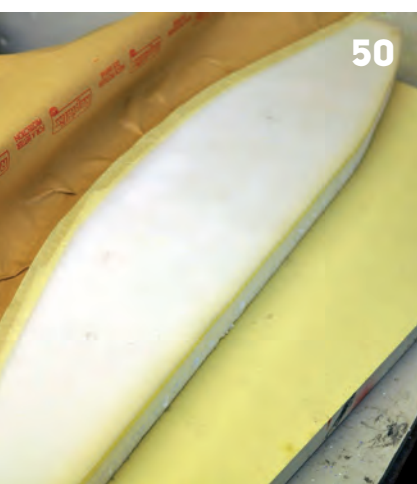
Come si nota nella foto 46, taglio i pezzi di policarbonato con abbondanza e poi li rifilo dopo l'incollaggio con una fresetta.

E' interessante sapere che queste controsagome possono essere utilizzate più volte nel caso si vogliano realizzare più ali.



Ceratura delle controsagome

Quest'operazione va fatta con molta attenzione e senza fretta: se la superficie del polycarbonato non viene trattata con la dovuta attenzione e, come conseguenza, al momento dell'apertura delle controsagome non avviene il distacco, si butta via tutto. Usando il prodotto adatto e seguendo le raccomandazioni che seguono non potete comunque sbagliare. Il distaccante da usare è la cera liquida (riquadro 47) sempre del solito fornitore.



Costa poco (viene venduta in varie confezioni) e, importantissimo, è che ogni volta che la usate agitate per un minuto il contenitore perché la cera tende a depositarsi rapidamente sul fondo.

Come si vede nella foto 48 va sparsa con un pennello dalle setole morbide, con passate incrociate. Una passata longitudinale e, senza più bagnare il pennello, una seconda passata perpendicolare alla prima: la cera rimane liquida per alcuni minuti. Ripetete l'operazione sempre una seconda volta senza bagnare il pennello, poi lasciate asciugare per 20 minuti. Questa operazione va ripetuta per sei volte. Potete ora passare alla lucidatura. Come si vede nella foto 49, dovete procurarvi tre pezzuole morbide in microfibra. Il mio solito fornitore le vende, ma le trovate anche nei negozi di casalinghi.

La successione è la seguente: date un'abbondante mano di cera con il pennello, con una pezzuola spargete poi la cera con un movimento rotatorio: controllate di aver bagnato perfettamente la superficie: quest'operazione scioglierà anche leggermente l'ultimo strato di cera che avete dato in precedenza.

Con la seconda pezzuola continuate l'operazione e spargete sempre la cera con movimento rotatorio. Due passate veloci al massimo. Con la terza pezzuola, con cera quasi asciutta, date un'ultima passata e vedrete alla fine una superficie lucida e brillante. La tre pezzuole le dovete usare sempre in successione come la prima volta che le avete impiegate.

Nel caso in controluce notiate una zona non perfettamente lucida, basta bagnarla con pennello e cera, e ripetere la sequenza delle operazioni di lucidatura per quell'area.

Pre-verniciatura

Se volete verniciare o fare delle scritte che poi s'incorporino nel rivestimento potete facilmente, e con ottimo risultato, realizzarle sulle controsagome.

Per verniciare dovreste (foto 50) realizzare un'opportuna mascheratura, poi spargere il colore (foto 51) e, a vernice asciutta spargere una mano di colore bianco (foto 52) nel caso poi usiate il carbonio per rivestire la sagoma, e dare risalto al colore esterno scelto.

Se invece il fondo che volete è bianco, basta naturalmente la sola passata di bianco. Togliete con attenzione la mascheratura ed ecco fatta la verniciatura. Se volete realizzare una scritta dovreste farvela preparare in negativo da qualcuno che ha un plotter e vi può preparare la maschera.

Io mi servo della Bottega Creativa di Stefano Corno, un aeromodellista che capisce al volo le nostre esigenze. (www.bottegacreativa.it).

Le foto in sequenza dalla 53 alla 59 mostrano la verniciatura in due colori della scritta che accompagna tutti i modelli che ho realizzato negli ultimi anni, con il numero relativo.

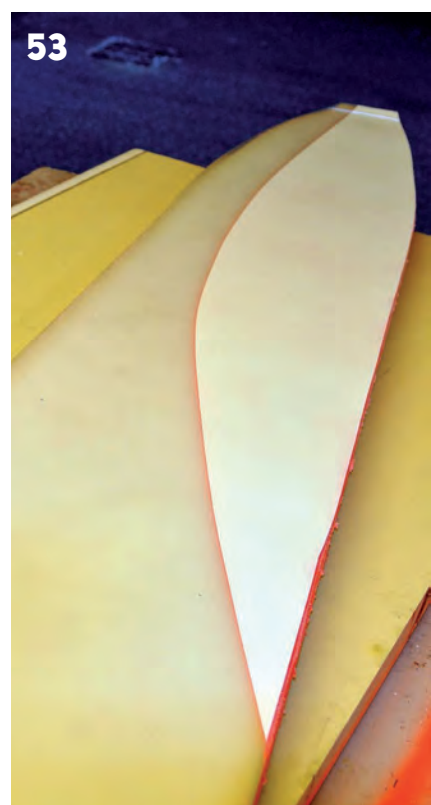
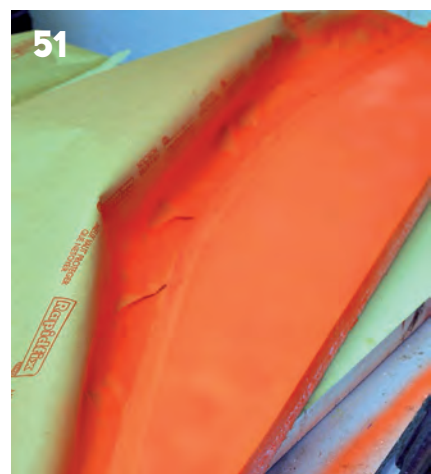
Posa del tessuto di rivestimento

Nelle foto il rivestimento è stato fatto con carboweave ims carbon ncf 55 g/m².

Se scegliete vetro il procedimento è identico, invece con carta e vetro rileggete le note all'inizio dell'articolo sulle particolarità di posa di questo materiale.

Il tessuto va tagliato leggermente più abbondante della controsagoma. In foto si vede una parte centrale (foto 60) lunga 160 cm.

Le pezze sono due perché al centro si sormontano per





4 cm e si appoggiano (foto 61) alla controsagoma per poi essere bagnate.

La resina epossidica che impiego è la 285L che si trova sempre da Sorvolando Compositi. Va lavorata in ambienti con almeno 20° e la durata di lavorazione arriva a un'ora circa.

Con temperatura ambiente superiore la durata cala, perciò fate le vostre valutazioni.

La miscelazione fatela in un bicchiere a perdere, mescolate almeno per un minuto e poi versatela in un recipiente ampio, ottimo un piatto di plastica a perdere. In questo modo allungate la lavorabilità. Come si vede in foto 62 è consigliabile usare un pennello grande, (quello in foto è da 10 cm) questo per velocizzare l'operazione di bagnatura del tessuto. Importante è non stendere MAI la resina come fosse vernice. Il pennello deve essere usato solo verticalmente. Prima fate una passata generale per bloccare il tessuto e poi ripassate e picchiettate accuratamente la resina, senza abbondare. Passate poi alla fase di assorbimento della resina in eccesso. Stendete lo Scottex (foto 63) e poi passate con un rullo di gommapiuma e

vedrete (foto 64) che la resina subito si trasferirà allo Scottex. Togliete lo Scottex tirandolo tangenzialmente e con lentezza per evitare che si tiri dietro una parte del tessuto che è composto da più strati incrociati. Sovrapponete la controsagoma superiore facendo attenzione di appoggiarla al primo colpo nell'esatta posizione: eventualmente fatevi aiutare. Per sicurezza date un giro di carta adesiva per tenere unite le due controsagome.

Pressa o sottovuoto

A questo punto io metto il blocco sotto pressa usando un sistema che non mi sembra sia apprezzato da tutti, ma segue la mia filosofia di velocizzare tutte le operazioni: per pressare uso un sollevatore meccanico per auto come appare in foto 66.

L'appoggio è sul soffitto con un tondo di legno duro del diametro di 7/8 cm. Per ripartire la pressione lungo i 160 cm della parte centrale dell'ala sovrappongo più assi come appare in foto 67, dove si vede la sagoma pressata fra le due controsagome. Il piano d'appoggio è una lastra di marmo abbastanza spessa e pesante. Non è necessario ricorrere a questa scelta, l'importante è che il piano d'appoggio sia indeformabile sotto la pressione che eserciterete. L'operazione richiede cinque minuti: date una pressione media, senza esagerare perché una pressione eccessiva segna le palline del polistirolo. C'è una variante per le estremità sagomate ellittiche: per aumentare la pressione bisogna inserire due



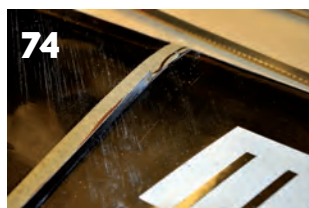
pezzi di gommapiuma da 20 mm all'estremità come appare nella foto 68. L'altra soluzione classica è l'impiego del sottovuoto, ma qui non so dare consigli perché non l'ho mai usato. Esiste comunque in Internet un'ampia letteratura.

Estrazione dell'ala

Dopo 24 ore potete togliere l'ala e separarla dalle controsagome. Questa operazione è molto delicata e, se fatta con poca attenzione, può danneggiare il risultato finale.

Io uso una tavoletta di balsa abbastanza duro da 1,5 mm (foto 69) La inserisco per 2-3 cm fra il policarbonato e l'ala e con molta attenzione faccio il giro iniziando dal bordo d'entrata e poi d'uscita.

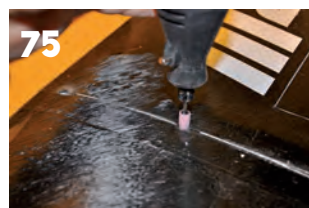
Inizio dall'intradosso dell'ala e poi ripeto il passaggio entrando per altri 2-3 cm. A questo punto, partendo da un'estremità, introduco dal bordo d'uscita tutta la tavoletta facendola uscire dal bordo d'entrata e poi, tirando da entrambe le parti, scorro longitudinalmente fino a provocare il distacco. Non nascondo che questa sia una delle fasi più belle; vedere uscire l'ala finita, pronta per essere rifilata è una bella soddisfazione. Nelle foto 70 e 71 si vede la parte centrale sia fotografata sopra con la scritta sia sotto, tutta nera. Le foto 72 e 73 mostrano un'estremità.



La parte colorata, è la superiore, l'altra quella inferiore. La foto 74 mostra un terminale finito e carteggiato, con il bordo d'entrata rivestito con un nastro adesivo nero molto sottile.

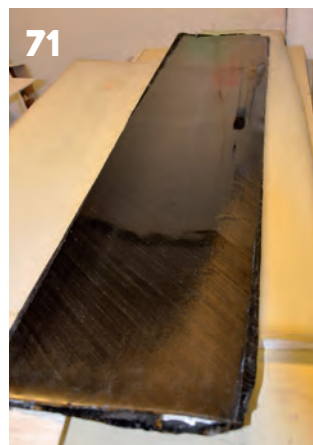
Unione delle semiali

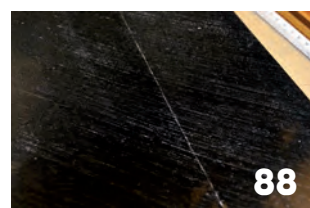
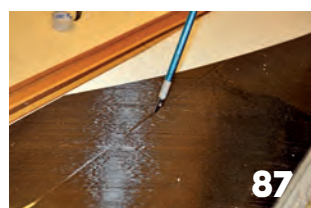
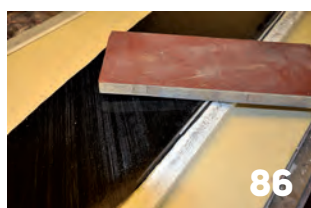
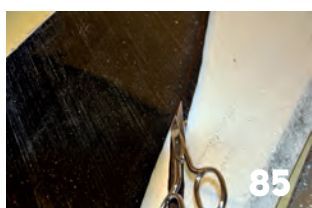
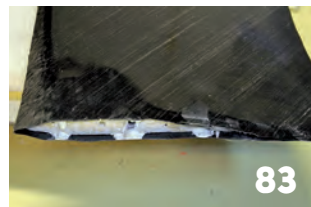
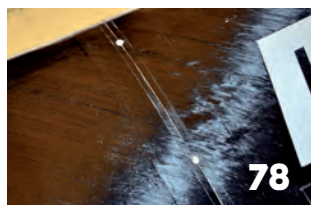
Prima di rifilare e carteggiare i bordi e l'intestatura è bene unire subito il diedro al centro per evitare che distrattamente si eserciti una pressione che provocherebbe il distacco del rivestimento dato che i listelli non sono passanti. L'operazione è abbastanza complessa e va fatta con



attenzione. In foto il centrale appare già rifilato, ma dopo un'infelice esperienza consiglio di creare prima il diedro. In pratica dovreste tagliare la parte superiore dell'ala fino ad arrivare a lambire la parte inferiore, facendo attenzione a non intaccarla (foto 74).

Il taglio lo faccio con la lama di una sega da ferro e il nastro di carta serve come traccia del taglio. Aiutatevi anche con una riga come guida ed appoggiate l'ala alla controsagoma per avere un perfetto appoggio. Se non avete intenzione di riutilizzare la controsagoma, togliete il policarbonato ed avrete un miglior appoggio. Tagliate anche il rivestimento del bordo di entrata della parte inferiore per circa 30 mm, per evitare il distacco del rivestimento. A questo punto mettete due spessori alle estremità per dare il giusto diedro; se lo spessore del taglio non è sufficiente e si creano delle tensioni, allargate il taglio passando cartavetro grossa. Fate questa operazione a piccoli passi, finché i due lembi si accostino con il minimo di distanza. Bloccate il tutto con pesi e nastro adesivo. Praticate poi due fori da circa 5 mm (foto 75) in corrispondenza dei due piccoli vani che avete praticato come appare nelle foto 33 e 34. Proteggete poi





con nastro adesivo l'area vicino al taglio come appare nella foto 76 dove si vede anche una siringa che inietta nel vano sotto al rivestimento il solito composto di resina e Lightfill (foto 26). Nella foto 77 si nota l'eccesso di resina che fuoriesce. Il vano è completamente riempito ed il composto incorpora anche i listelli (vedi ancora foto 33 e 34). L'unione delle due parti è finalmente avvenuta! Nella foto 78 si vede la fessura riempita con un filo di composto. Fate molta attenzione che il composto non coli nella zona interessata dai fili per collegare i servi (vedi foto successiva 99). A questo punto posizionate due nastri in carta (foto 79) alla distanza di 25 mm, che proteggeranno l'area circostante perché dovrete mettere un doppia striscia di carbonio unidirezionale con le fibre lungo l'asse dell'ala. La striscia è larga circa 23 mm e la bagnerete con resina come appare in foto. Nella foto 80 si vede lo Scottex che assorbe l'eccesso di resina. Lasciate far presa per 24 ore ed ecco completata l'unione.

Carteggiatura della intestatura dei diedri e del bordo di entrata

Per questa operazione dovrete costruirvi un grande tampone (foto 81 e 82) con carta vetro piuttosto grossa, del 120. Il mio misura 35x15 cm e la carta la applico con biadesivo largo 5 cm.

Il tampone così grande serve per livellare l'intestatura in corrispondenza del diedro. Come si vede nella foto 83, la pressione esercitata dalle controsagome ha fatto uscire l'eccesso del composto (foto 26) che avete messo sulla sagoma per livellare le sedi delle baionette. Raccomando di fare l'operazione di livellatura appoggiando l'ala sulla controsagoma e fissandola con carta adesiva. Questo perché se esercitate la pressione senza appoggio, l'ala inevitabilmente cede in corrispondenza della parte terminale. Dovete esercitare un'azione rotativa tenendo leggermente inclinato il tampone che dovrà essere la metà del valore angolare del diedro. L'altra metà la darete quando livellerete il terminale. La centina di testa in balsa

faciliterà quest'operazione. Procedete con attenzione e il risultato sarà come nella foto 84. Poi togliete l'eccesso di carbonio dal bordo d'entrata (foto 85) usando una forbice ben affilata, fino ad arrivare a filo del bordo d'entrata. Non consiglio l'uso di un cutter perché potreste danneggiare il rivestimento del bordo d'entrata. Per rifilare il carbonio dovrete tenere il tampone inclinato dello stesso valore per avere il risultato che si vede nella foto 86, dove il carbonio ha una linea abbastanza dritta, scoprendo il bordo d'entrata che è bianco. Quest'operazione è abbastanza facile, anche perché il materiale del bordo d'entrata è bello consistente e fa da guida. Il bordo d'uscita va tagliato usando un cutter e una riga metallica. Operazione facile se, come suggerito, appoggerete l'ala alla controsagoma.

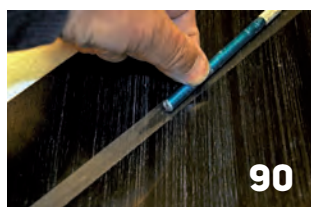
Parti mobili

Qui non bisogna sbagliare. Il taglio è fatto con una lama nuova, che cambio ad ogni taglio. Nella foto 87 non appare, ma naturalmen-

te il taglio è fatto accostando la lama ad una riga metallica che avrete prima fissato con nastro al carbonio di rivestimento. Il taglio va fatto per una profondità di circa 4-5 mm, procedendo lentamente e a scatti di 2-3 cm in modo da tagliare al primo passaggio e non con successivi passaggi. Togliete la riga e, con una lama nuova, ripassate il taglio tenendo la mano sinistra appoggiata dall'altra parte sentite con il tatto quando la lama sta incidendo il carbonio. La lama dovrete tenerla inclinata il più possibile in modo che tagli il polistirolo e non lo strappi. In foto 88 si vede il carbonio inciso per tutta la lunghezza, con qualche tratto con il taglio non passante. Importante è che la parte mobile rimanga attaccata in qualche punto: se guardate con attenzione la foto notate appunto che il taglio è passante a tratti: questo è importante per avere un punto di cerniera ben definito quando ribalteremo di 180° la parte mobile. Ora dovrete usare come cerniera il cerotto Blenderm (foto 89) alto 12,5 mm della



89



90



91



92



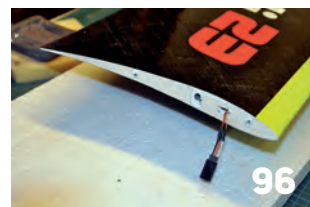
93



94



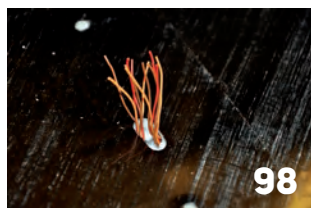
95



96



97



98

3M (http://www.intermedi-talia.it/ital/catalogo/blenderm_cerotto_in_plastica_1354) lo trovate qui o anche in altri siti.

Il trucco è la messa in opera. Nella foto 90 si vede come sfruttarlo al massimo. Questo cerotto è eccezionale perché ha un potere adesivo notevole che sfrutteremo bene per l'uso che vogliamo farne. Consiglio di metterne due sovrapposti: lo spessore è veramente minimo.

Dopo averlo messo in opera dovrete comprimerlo con una qualsiasi parte rotonda in modo che aderisca perfettamente al carbonio. Nella foto si vede come comprimendolo cambi colore, segno che ha veramente aderito alla superficie. Questo cerotto è ottimo per quest'uso mentre non va bene per cerniere che abbiano le due parti scostate anche di pochi decimi perché è molto elastico.

La parte mobile poi va ribaltata di 180° e i due tagli vanno carteggiati per togliere il materiale e permettere alla parte mobile di sollevarsi. Usate un lungo tampone con carta vetro del 240 e andate per gradi.

Sempre una passata da una parte ed una dall'altra. Nella foto 91 vediamo la parte mobile finita.

Installazione servocomandi e spinette di collegamento

Le classiche squadrette in plastica che si usavano una volta sono ormai state sostituite da quelle in ottone come appare nella foto 92. Vanno annegate in un inserto che faremo nella parte mobile costituito da un impasto di epoxi 30 minuti e agente tissotropico. Asporteremo con un fresetta il polistirolo creando una sede conica che riempiamo con cura tenendo la parte mobile verticale. A colla asciutta praticeremo un foro da 3 mm. nel quale inserire la squadretta in ottone il cui incollaggio e bene fare con cianoacrilato medio (vedi foto 93). Nella stessa foto si vede pure la fessura praticata per il passaggio della forcina di comando che va ad attaccarsi, con un'altra forcina, alla squadretta del servocomando che si vede in foto 94. Questa soluzione del contenere la trasmissione dei comandi all'interno dell'ala è

possibile se il profilo ha uno spessore che lo permette. In caso ciò non sia possibile, allora bisogna che il rinvio sia tutto esterno come appare nella foto 95.

Nelle foto 96 e 97 vediamo la classica soluzione della spinetta che collega parte centrale ed estremità. Il filo annegato nell'anima sarà recuperato con un po' di pazienza con l'aiuto di un paio di pinzette (vedi foto 35).

La foto 98 mostra i fili che collegheranno tutti e quattro i servi (vedi foto 34).

Per estrarli dall'anima, dopo aver praticata l'apertura nel carbonio, ci aiuteremo con una pinzetta ricurva.

Qui i fili sono 12: 4+4 per l'alimentazione e 4 per i 4 segnali dei quattro servi.

Come spina io usa un MPX a sei contatti mentre per un'ala con soli due servocomandi in commercio ci sono spinette a quattro contatti.

Conclusioni

Vi ho descritto veramente passo passo come realizzo le mie ali: questo sistema è frutto di una messa a punto che ha richiesto quattro anni di continue nuove scelte e spero che a qualcuno interessi, soprattutto se è alla ricerca anche della rapidità della costruzione. Ne sarei veramente felice. Potete vedere anche il modello di cui ho illustrato la costruzione dell'ala. Si tratta di un F5J di 3,80 m di apertura alare con 88 dm² di superficie con gli alettoni secondo la nuova moda, cioè i BF (big flap) e pesa 1430 g. L'altro modello è realizzato con carbonio da 20 g/m² e la parte centrale è verniciata con acrilica bianca. E' identico all'altro, ma con un peso di 1230 grammi ed il numero riportato sull'ala corrisponde al numero di ali che ho costruito sin qui. ✈



Il "MathAli" 25 è l'ultimo nato degli Autonomy da 3 m, con una fusoliera minimalista formata da un pod piccolissimo e da un sottile trave di coda in carbonio. La sperimentazione continua...