

Traduzione dell'articolo "THE MATTER OF MATERIALS" di Budd Davisson tratto dalla rivista Sport Aviation di marzo 2019.

I PRO E I CONTRO DI LEGNO, ACCIAIO, ALLUMINIO E COMPOSITI.

SOMMARIO

L'autore presenta i fondamentali dei materiali in uso, dal legno dei primordi fino ai compositi odierni. Presenta le caratteristiche principali riferendosi essenzialmente alla durata nel tempo per effetto delle condizioni di impiego in generale.



The Ercoupe, a pioneer design first flown in 1932, has an all-aluminum structure but fabric-covered cantilever wings. The wings require a special aluminum design because the skin is carrying no load.



Quando la maggior parte dei piloti dell'aviazione generale (al contrario di quelli propriamente amatoriali) pensa di comperare un aeroplano più o meno moderno, l'aspetto del materiale impiegato per la sua costruzione non costituisce un fattore decisionale. Questo perché l'aviazione generale odierna impiega essenzialmente due materiali, lega leggera e compositi, e i piloti della GA non sembra che preferiscano uno rispetto all'altro. Il progetto è l'elemento che fa decidere.

C'è una piccola sottocategoria, che include le linee American Champion, Aviat Husky, CuCrafters e Maule, la quale ancora costruisce velivoli con tela e tubi. Comunque, quasi senza eccezioni, questi ricadono fuori dall'interesse della quasi generalità dei piloti e catturano in parte principalmente quello degli amatoriali.

Partendo da prima della WW2 e procedendo dall'aereo classico fino a quello classico-contemporaneo degli anni '60-'70, si individuano tre dei quattro materiali principali impiegati. I velivoli amatoriali in kit hanno iniziato con il legno e la tela e i tubi. Poi hanno aggiunto la LL e i compositi dei tempi più recenti, diventando appunto quattro.

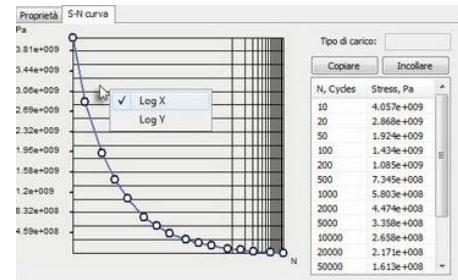
Se esaminiamo i quattro diversi materiali, che spesso sono usati insieme sullo stesso velivolo, le loro caratteristiche comportano alcune complicazioni. Inoltre, se paragoniamo quelli certificati agli experimental, la faccenda si complica ancora di più. Allora dividiamo la discussione in due parti, velivoli industriali certificati ed experimental, in ciascun'area esaminiamo i quattro materiali. Vedremo le caratteristiche per il progetto e la costruzione come pure quelle gestionali.

Velivoli certificati.

Prima della WW2, la maggioranza (non tutti però) degli aeroplani certificati monomotore, disponibili sul mercato, avevano la fusoliera a tubo con ali e centine in legno e le prime fusoliere erano rivestite di tela. A partire dalla fine degli anni '30, si incominciarono a vedere velivoli tutti in lega leggera, come Luscombe e Ercoupe. La WW2 spinse l'impiego dei materiali verso la lega leggera e, passo dopo passo, tutte le maggiori aziende passarono alla lega leggera (il primo Bonanza aveva le sezioni centrali di fusoliera in tubi di acciaio) eccetto Piper. Alla fine anche Piper, che manteneva ostinatamente acciaio e stoffa, eliminò la struttura in legno e passò ai longheroni in lega leggera dopo la fine della guerra e introdusse il guscio chiuso in lega leggera col suo Apache, ma ancora usava la travatura reticolare in acciaio per la fusoliera. Piper eliminò stoffa e acciaio con il suo Cherokee nel 1960. Tuttavia, anche ora il Super Cub salta fuori ogni tanto a ricordare che tela e tubi hanno ancora il loro posto nell'aviazione.

La fatica è una differenza tra acciaio e lega leggera.

Un fatto poco conosciuto che differenzia l'acciaio dalla lega leggera è contenuto in quella che i tecnici chiamano curva S-N (*sforzo-numero di cicli cfr figura ndt*). Ciascun materiale possiede una simile curva la quale mostra l'effetto dei carichi alternati sulla sua resistenza e sulla durata della sua vita. La curva S-N per l'acciaio mostra che se il carico è mantenuto sotto un determinato valore, relativamente facile da calcolare, a parità di altre condizioni, presenta realmente una vita infinita. Flettetelo quante volte volete all'interno di questo intervallo e non si romperà mai. Per l'alluminio la storia è differente.



La curva S-N per la lega leggera dice che non c'è spessore, o basso valore del carico, per il quale se flettete il materiale per un numero sufficiente di volte non si sviluppano cricche da fatica, punto. Può non rompersi durante la nostra vita o quella dei nipoti, ma continuate a fletterlo e si romperà. Ecco che allora bisogna considerare le ore di volo. Tuttavia, i progettisti dei velivoli utilizzano dei valori conservativi in modo che il momento della rottura sia spinto più in là nel tempo, che non è un numero. Infatti, è difficile predire quando si romperà nel tempo, per cui lo sovradimensionano. Ecco perché alcune nazioni pongono dei limiti di vita al velivolo.

La corrosione è un'altra differenza tra acciaio e lega leggera.

Molte leghe leggere impiegate sugli aeroplani moderni sono alclad, cioè hanno un rivestimento sottilissimo di alluminio puro. Questo si ossida rapidamente e ha un aspetto scuro quando è esposto alle normali condizioni ambientali. Una volta che si è costituito lo strato di ossido questo protegge la parte sottostante per un certo tempo dall'ulteriore ossidazione. In più, la lega d'alluminio è resistente alla corrosione determinata dall'acqua naturale. Ecco perché le piccole barche e simili impiegate in acqua dolce sono costruite spesso in lega leggera, ma i costruttori evitano di usarle per barche da usare in acqua marina. Lo stesso non si può dire per l'acciaio.

L'acciaio, specialmente il 4130 al cromo, molto impiegato oggi sui velivoli, arrugginisce rapidamente. Lasciatelo non protetto con olio o con vernice in molte aree del paese e arrugginirà durante la notte. Se c'è presenza di aria umida, anche nel deserto, alla fine arrugginirà a meno che non sia tutto ricoperto da uno strato protettivo integro. Graffiate la vernice o il rivestimento della superficie dell'acciaio e alla fine siate sicuri che si formerà la ruggine. Se al momento presenta dei puntini, non c'è scampo, servono sega e fiamma ossidrica.

E riguardo al legno?

Wood structures, like the exposed wing ribs seen here, can be strong and light, and last a long time if properly cared for.



Il legno è un materiale composito naturale. Le sue molteplici fibre aderiscono l'una all'altra in una matrice, facendolo assomigliare al tessuto di fibra di vetro irrigidito dalla resina epossidica. Naturalmente, non si arrugginisce e non si corrode. Infatti, se mantiene un'umidità minima e resta lontano dal sole, il legno può essere considerato avere una vita lunga come gli altri materiali. Per quanto concerne la fatica dura di più.

Anche il legno ha i suoi inconvenienti. Per prima cosa, essendo un materiale organico dev'essere protetto dall'umidità e da ciò che può crescere su di esso. In realtà, il marcio non cresce sul legno. Si tratta di "qualcosa" di vivente (funghi o batteri) che si ciba di esso.

Essendo organico, il legno partecipa alla catena alimentare, perciò siamo soliti impiegare delle finiture che mantengano abbastanza basso il contenuto dell'umidità per non alimentare la crescita. Alcune finiture sono

volutamente tossiche perché funghi e batteri vivono su cose di cui si alimentano come il nostro legno e la finitura li uccide.

Compositi certificati.

Uno dei cambiamenti veramente importanti negli ultimi decenni è rappresentato dallo sviluppo e approvazione di strutture in composito, che sono leggere, robuste e possono essere modellate in forme molto varie.

Basicamente, i compositi impiegati sui velivoli moderni sono inattaccabili a quasi tutto, salvo il sole e la condensa. Il tessuto (fibra di vetro FGRP o di carbonio CFRP) ne risente poco, ma la combinazione raggi ultravioletti/acqua può attaccare la matrice (resina, etc.) che indebolisce l'incollaggio tra gli strati. È molto più complicato, ma spiega perché gli aerei in composito di solito, anche se non sempre, sono bianchi. Recentemente, lo sviluppo di materiali veramente efficaci contro gli UV e matrici molto più resistenti hanno permesso di introdurre anche dei colori scuri nel mondo dei compositi.

La cura dei compositi, è simile a quella del legno e della tela: tenerli asciutti e lontani dal sole. Cosa non sempre facile.

I QUATTRO MATERIALI PRINCIPALI E I VELIVOLI EXPERIMENTAL.

Durante la seconda guerra mondiale, Anthony Fokker sperimentò per primo le fusoliere in acciaio saldato e non passò molto tempo prima di sopraffare quelle in listelli di legno. Questi sono rimasti ancora nelle costruzioni amatoriali poiché la saldatura non era (e non lo è ancora) una pratica comune, come quella del legno. Per cui, Pietenpol e altri costruiscono fusoliere in acciaio e legno. Dalla prima guerra mondiale fino agli anni '60, la fusoliera in tubo d'acciaio ricoperta di tela o l'ala in legno rivestita di tela (il Tailwind) erano normali nella EAA. Cambiò nel 1962 con il progettista John Thorp che presentò ai lettori di Sport Aviation il suo T-18. Con il suo rivoluzionario "attrezzo per fare sposare i fori", una bella linea ed elevate prestazioni, il suo proiettile di alluminio investì la comunità degli amatori come un turbine e generò una grande quantità di quasi cloni.

La lega leggera come materiale da costruzione: pro e contro.

Quando vedete migliaia e migliaia di ettari di RV all'Air Venture della EAA a Oshkosh, è immediato osservare che la LL rappresenta la scelta di molti costruttori amatoriali. Non è stato sempre così. Prima dell'avvento dei kits, la riproduzione in scala con la LL era piuttosto laboriosa.

At EAA AirVenture Oshkosh, aluminum homebuilts like the Van's RV are measured by the acre - proof positive that the concept works.



I kits hanno risolto molte di queste difficoltà. Pertanto, quando si parla di costruzioni amatoriali in LL di aeroplani, bisogna dividerle in due categorie ben differenti: kit e costruzione da disegno.

Kits in lega leggera.

1. Leghe leggere e concetto di kit vanno di pari passo. Il concetto ha ricevuto un impulso notevole quando la lavorazione CNC (*Computerized Numerical Control* n.d.t) ha fatto il proprio ingresso nel mondo dell'approntamento dei kits. Con la magia del computer, il fabbricante può premere un pulsante e una lamiera di LL è trasformata in un componente piano di un kit che possiede le giuste misure con tutti i fori già eseguiti. La vera magia è che i fori combaciano con quelli del pezzo da collegare tutte le volte. In un kit semi predisposto, le parti sono ripiegate e rullate con altre macchine e i componenti maggiori (ali, gusci della fusoliera, etc.) sono parzialmente assemblati dal personale del fabbricante a tempo di record. Ciò che esce fuori come dalla scatola del regalo di

Natale sono i componenti che danno l'idea di un velivolo e che possono essere collegati insieme in modo che il nuovo proprietario può sedersi dentro e fare rumore con le labbra.

A parte il costo, non ci sono risvolti negativi nella costruzione di un aereo di LL partendo da un kit. In ogni caso, ci sono alcune precauzioni e si applicano alla LL di qualunque caso.

La lega leggera, più di ogni altro materiale da costruzione, è sensibile alla pulizia da parte del costruttore. Infatti ci sono alcuni piccoli particolari che devono essere curati dal costruttore che potrebbero causare problemi nel tempo. Sono questi:

- Spigoli vivi, come i bordi della lamiera, i bordi degli attacchi o quelli dei fori, devono essere "eliminati" o smussati o sbavati, chiamateli come volete, per evitare la concentrazione di sollecitazioni.
- Graffi di ogni genere concentrano gli sforzi e fanno da generatori di cricche di fatica. Bisogna fare ogni sforzo per proteggere questo materiale dalla loro presenza.
- La ribaditura dei rivetti deve essere costante e non schiacciata o piegata.
- Il contatto tra acciaio e alluminio dev'essere protetto con qualche primer. L'epossidico funziona bene.

Gli altri materiali da costruzione sono, con qualche limite, più tolleranti.

Costruzione dal disegno.



The Pietenpol is a simple and timeless design that has made good use of wood and fabric construction for more than 90 years. The group of Burt Rutan designs in the background shows the incredible depth of homebuilt design and materials use.

Alcuni kits di aeroplani contengono i disegni per cui possono essere costruiti anche da lamiera. Comunque, molti forniscono dei "flat kits" in cui le lamiere sono forate ma non formate. La costruzione che inizia dal disegno o "scratchbuilding", comporta che ogni parte dev'essere ritagliata e poi formata e poi forata con tantissimi fori sull'insieme. Processo piuttosto laborioso.

In molti casi, costruite il velivolo due volte: la prima con del legno per costruire la forma del pezzo e la seconda per realizzare il pezzo in metallo intorno al blocco. Allora dovrete costruirvi un attrezzo per posizionare bene le parti e poi eseguire un milione di fori. Sembra più difficile di quanto non lo sia e si sono avuti migliaia di casi presso la EAA nel corso degli anni. Non è del tutto impossibile, ma richiede pazienza notevole e determinazione. Questo non vuole dire però che col kit sia facile.

Altro elemento della costruzione in LL partendo dal disegno è la notevole spesa di tempo e vi trovate un sacco di pezzi che solo voi potete dire che costituiscono un velivolo. Il progresso visibile, che è parte per sostenere lo sforzo, è molto limitato. Poi iniziate a imbastire con i Cleco un pezzo con l'altro. In qualche giorno, vedrete qualcosa che assomiglia a un aereo. In realtà, a causa delle centinaia di Cleco, sembra un porcospino volante.

Inoltre, la LL è il solo materiale che, una volta terminata la cellula e gli impianti sono funzionanti, consente di andare in volo senza dovere preoccuparsi della verniciatura. Un pezzo di lega leggera finito non richiede altra protezione. I velivoli costruiti con altri materiali devono essere sottoposti ad altri trattamenti protettivi. Non vale per quelli in lega leggera.

Cellule in tubi e tela.

Più di tutti gli altri aerei, questi in traliccio in tubi e intelato impiegano altri materiali in diversi modi. Per cui, dato che la parola “composito” significa “costituito da differenti cose”, abbiamo classificato il biplano Hatz, per esempio, come velivolo composito. Lo stesso vale per quelli in traliccio in tubi e tela. Come non bastasse, questi necessitano di capacità personali differenti rispetto a ogni altro tipo di costruzione. Allo stesso tempo, ciascuna è fondamentale e semplice da imparare. Ecco perché ha costituito la spina dorsale della EAA negli anni '50 e '60.

Di tutti gli altri tipi di materiali, quest'ultimo presenta all'inizio un avanzamento visivo migliore, che dà l'illusione di un progresso rapido. Richiede un mese circa per assemblare la fusoliera e un altro mese per metterla sulle ruote. Il costruttore è contento di questo. Ora spende parecchio tempo per fissare i fazzoletti e le boccole sulla struttura. Sembra che l'abbia sempre fatto.

Poi arriviamo a stoffa e pittura. E qui è proprio dove tela e tubi rallentano, soprattutto se il costruttore vuole un'ottima finitura e uno schema di verniciatura particolare. Può fare aumentare la durata del 30 per cento. Questo è vero anche per tutti gli altri tipi di costruzione, ma con la tela necessita un tempo maggiore se volete una livrea di fantasia. Avrete terminato il vostro aereo in tela e tubi, funzionante ma in attesa della tela e della verniciatura, mentre in vostro amico che ha costruito un RV o un Thorp è in volo da un po' di ore con uno in lega leggera.

Cellule in legno.

Fondamentalmente, un velivolo tutto di legno è un grande modello di velivolo completo, fusoliera e il resto, rivestito di tela o fibra di vetro, anche se la fusoliera fosse una scatola. Ogni tipo legno dev'essere protetto e uno strato di tessuto è il mezzo più comune per farlo. Uno dei punti negativi delle costruzioni tutto legno, come il Falco o anche il Pietenpol, è che ci sono una quantità enorme di pezzettini. Il numero delle parti è superiore a ogni altro mezzo. D'altro canto, ognuno di questi pezzettini è abbastanza semplice e facile da costruire. In aggiunta, la lavorazione del legno è alla portata di quasi tutti e richiede un attrezzaggio minore degli altri materiali.

Un risvolto del legno, quando usato come opzione per la costruzione della fusoliera, è quella di fornire minore protezione in caso di urto col suolo rispetto a quella in tubi d'acciaio. Parecchio meno. Gli sforzi di snervamento e di rottura del legno sono molto vicini. Basta fletterlo un po' di più e si rompe all'improvviso. Non è preoccupante durante il volo, solo all'urto. Allora, non schiantatevi al suolo!

Compositi.



I primi velivoli amatoriali in composito, il VariEze e il Long-EZ di Rutan, sono denominati compositi “moldless” cioè senza stampo. Un nucleo di schiuma è stato modellato con la forma voluta, di solito con un attrezzo a filo caldo, poi rivestito da alcuni strati di fibra di vetro. Ci sono orientamenti differenti del tessuto con le fibre opportunamente dirette per ottenere la robustezza necessaria in zone specifiche. Non è per nulla diverso da quello che si fa per le tavole da surf. È economico, facile, non

necessita di una precisione notevole e di una notevole manualità. Tuttavia, richiede molto lavoro. Se si vuole una superficie liscia come quella di un bicchiere, ci vuole parecchio riempitivo e opera di lisciatura. Ne risulta un velivolo veramente veloce per la potenza installata e molto brillante nei lunghi trasferimenti.

Oggi, molti homebuilts in composito sono costruiti partendo di kit, come il Cozy o il Lancair. Ce ne sono di più sofisticati rispetto ai primi velivoli perché sono costruiti da una serie di gusci già formati, costituiti da strati di fibra di vetro-schiuma-fibra di vetro stesi dentro a stampi. Gli ultimi sono così precisi che le varie sezioni della fusoliera e dell'ala si possono incastrare tra di loro, come sui modelli di plastica. Meglio di ciò, la finitura delle superfici consegnate è completa e basta ben poco per preparare le superfici alla verniciatura, rispetto ai precedenti aeroplani.

Agli esordi del periodo dei compositi, primi anni '70, la domanda fondamentale relativa a un metodo di costruzione sconosciuto e del tutto non convenzionale fu la sua reazione alla fatica. Sono passati ormai quarant'anni e virtualmente non c'è alcun rapporto su problemi di ogni genere con questi progetti. E il processo è stato applicato in molti altri modelli di aeroplani.

Gli Eze sono stati velivoli innovatori, altri seguono la stessa via. Non si tratta della tecnologia dei compositi, sono nati per essere veloci, non per il fuori pista, per cui gli pneumatici sono piccoli per contenere la resistenza. Ruote sottili e prato non sono una buona combinazione. Tuttavia, Rutan, e pochi altri, hanno costruito qualche altro tipo per fuori campo con pneumatici grossi e canards e sono mosi per sfidare gli altri.

Non c'è il migliore.

A questo punto dovrebbe essere ovvio che non c'è il miglior metodo di costruzione di un velivolo. Ognuno ha punti di forza e punti di debolezza. Sta all'acquirente/costruttore l'impiego o l'acquisto di quello che meglio risponde alla sua necessità.