

LEZIONE 13

Strutture aeronautiche

SOMMARIO

- 1 Le sollecitazioni delle strutture
- 2 Struttura a traliccio
- 3 Struttura a semiguscio
- 4 L'ala
- 5 La fusoliera
- 6 Dinamica della frattura

1 Le sollecitazioni delle strutture

Vediamo qui come sono fatti i velivoli dal punto di vista strutturale.

L'obiettivo è imparare un po' di nomenclatura (centine, correnti, longheroni ...) e capire quali sono i problemi e come li si risolvono.

La "struttura" è ciò che tiene insieme le parti del velivolo che abbiamo visto fin ora, l'ala che genera portanza, la fusoliera, destinata a contenere il "carico pagante" e a collegare l'ala ai piani di coda, gli organi di comando aerodinamici (ala e piani di coda), l'apparato propulsivo e gli organi d'atterraggio.

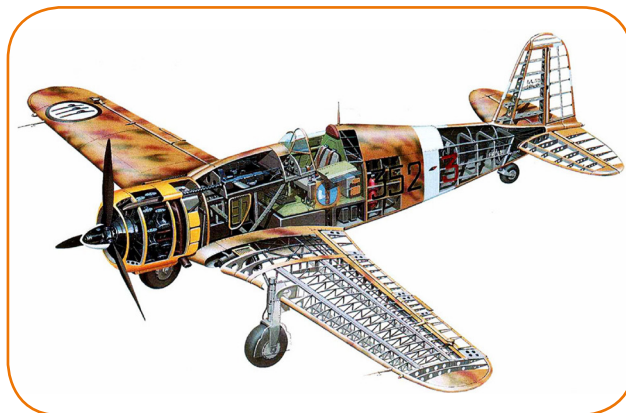


Figura 1 La struttura di un Fiat G50, caccia delle II Guerra Mondiale

Intanto cominciamo a distinguere tre tipi fondamentali di struttura, la struttura a traliccio, quella a guscio e quella a semiguscio.

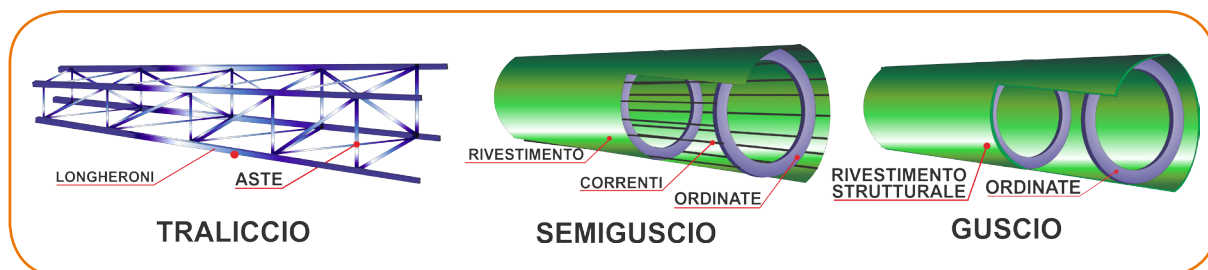


Figura 2 Strutture a traliccio, composte da aste collegate tra loro, struttura a guscio, la struttura è il rivestimento stesso, e strutture a semiguscio, ove diversi elementi collaborano a costruire la struttura di cui anche il rivestimento è parte

In aeronautica sono utilizzate tutte e tre, a volte insieme.

La struttura a traliccio o a telaio è una struttura composta da tralicci in legno o metallo che vengono poi rivestiti, in genere da tela.

Nella struttura a traliccio tutte le sollecitazioni vengono assorbite dal telaio, lasciando al rivestimento la sola funzione di generare il carico aerodinamico.

Nella struttura a guscio, invece la struttura è il rivestimento stesso.

La struttura a semiguscio è una struttura dove il rivestimento collabora alla robustezza strutturale, ma dove è possibile individuare altri componenti specifici (longheroni, correnti, diaframmi, centine, ordinate...), in genere ognuno dei quali con il compito di garantire la resistenza ad un particolare tipo di sollecitazione.

I primi velivoli erano costruiti con strutture “a traliccio”, in genere in legno, rivestite in tela.

Tale soluzione, però, si rivelava inadatta alle alte velocità cui già si era arrivati alla fine della I Guerra Mondiale.

Furono perciò realizzati velivoli rivestiti in metallo, e a questo punto sembrò stupido non considerare anche il rivestimento in alluminio quale componente strutturale, visto che c'era comunque e che pesava... , e l'alluminio presentava caratteristiche meccaniche decisamente superiori alla tela e anche allo stesso legno che ancora costituiva l'ossatura interna, successivamente poi anch'essa realizzata in alluminio.

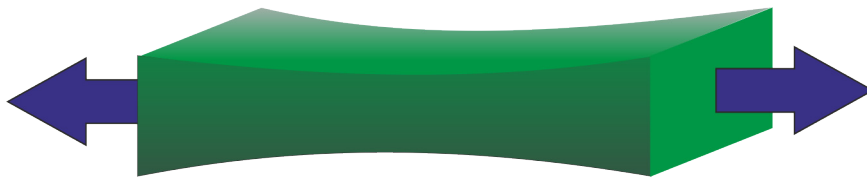
Oggi le strutture aeronautiche sono generalmente a semiguscio, anche se alcune parti possono essere realizzate a traliccio (in genere su velivoli leggeri) o a guscio (qui in genere con l'utilizzo di materiali compositi).

Evoluzioni notevoli sono state fatte nella tipologia dei materiali, con l'evoluzione delle leghe metalliche e l'avvento dei materiali compositi, sia metallici che plastici.

Per semplificarci la vita si analizza una struttura in relazione a sollecitazioni che vengono semplificate il più possibile, in modo da poter poi calcolare e realizzare la struttura stessa nel modo più conveniente, facendo sì che siano componenti specifici a reggere a sollecitazioni specifiche.

Le sollecitazioni “base” più semplici con cui abbiamo a che fare sono la trazione-compresione (assiali) e il taglio (diagonale).

Trazione - La struttura è soggetta ad un carico che tenda ad “allungarla” e basta.



Una struttura semplicissima che sicuramente subisce solo questo tipo di sollecitazione è il cavo, che essendo flessibile può sopportare solo trazione.

Compressione - Come per la trazione la struttura è soggetta ad un carico semplice assiale, ma questa volta nel che tende a “schiacciarla”.

Sono strutture semplici destinate a questo tipo di carico, ad esempio, le colonne in pietra, formate da elementi semplicemente sovrapposti, che si sposterebbero se la compressione non fosse perfettamente assiale.



In modo più complesso, ma sostanzialmente identico sono in genere sollecitate a compressione tutti gli elementi di un muro o in genere di un'opera in pietra. Esempio mirabile di come si possa trasformare una sollecitazione complessa come quella relativa ad un ponte in una semplice compressione per i singoli componenti che lo costituiscono è l'arco romano in mattoni.



Figura 3 L'arco romano è composto da semplici pietre appoggiate tra loro, in modo da essere semplicemente "comprese"

Un'altra struttura semplice, soggetta a carichi distribuiti e vari che però si comporta come se fosse soggetta solo a compressione è l'albero di una barca a vela, dove la flessione (che vediamo dopo) viene trasformata in compressione (sul "palo") e trazione (sul sartame).

In teoria un elemento metallico sollecitato a compressione avrebbe una resistenza enorme, in realtà quando abbiamo a che fare con elemento "snelli" il problema è che in pratica non è possibile garantire che il carico sia applicato perfettamente, cioè che la sollecitazione permanga esclusivamente assiale. Basta infatti una minima eccentricità perché la struttura si deformi "arcuandosi" e il carico si trasformi da assiale a "composto", sollecitando l'elemento a flessione e facendolo collassare.

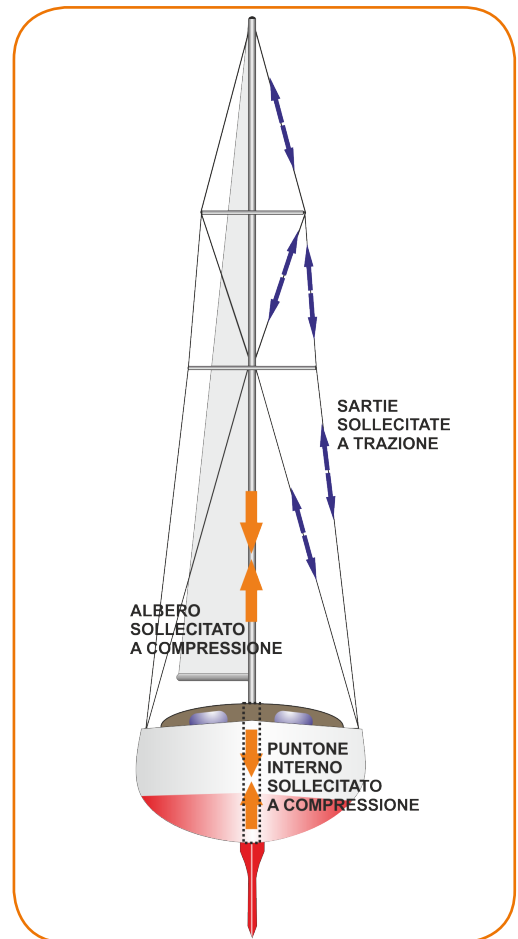
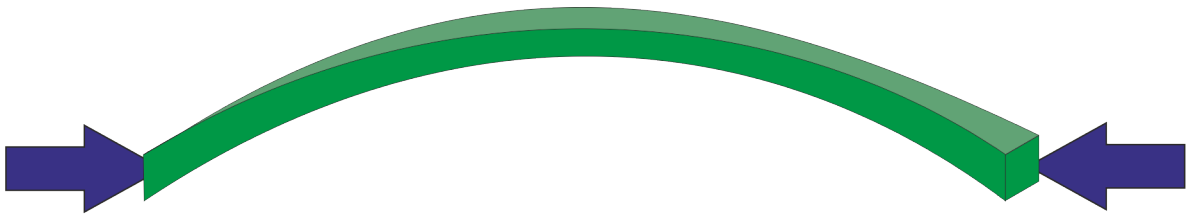
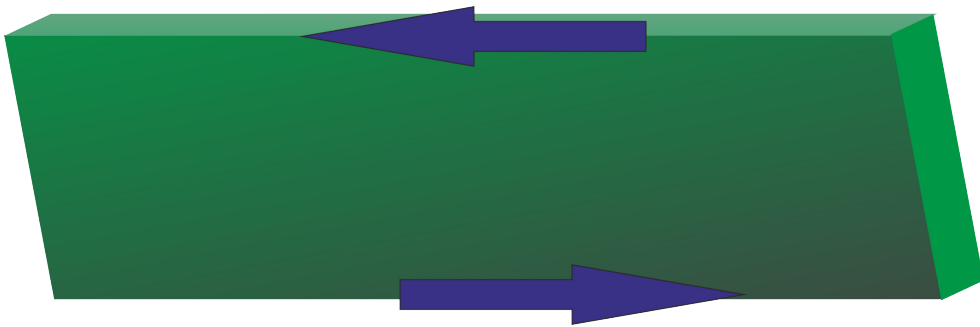


Figura 4 Gli alberi delle barche a vela sono sollecitati solo a compressione, mentre il sartame (i cavi che lo tengono su) sono sollecitati a trazione. Notiamo che la sezione dell'albero senza il contributo del sartame è sempre troppo piccola per poter resistere alla "flessione" dovuta alla vela, e pertanto lo strappo del sartame di solito comporta anche la rottura dell'albero



Taglio - È una sollecitazione “diagonale”, ove le fibre del materiale tendano a “scorrere” le une sulle altre.

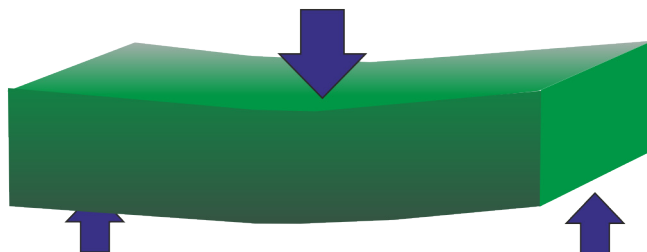
La sollecitazione di taglio in effetti “non esiste”, ma si può considerare come una sollecitazione di trazione/compressione inclinata diagonalmente rispetto all’asse principale della trave.



Vedremo meglio questo concetto quando tratteremo i tralicci, dove appunto l’anima di una trave (tipicamente l’elemento sottoposto a taglio) è sostituita da un elemento soggetto a sola trazione o a compressione.

Componendo le sollecitazioni che abbiamo visto prima si descrivono altri due “tipi”, e cioè la “flessione” e la “torsione”, che quindi vengono ad essere sollecitazioni “composte”

Flessione - Si ha flessione quando un trave tende, appunto, a flettersi, cioè ad incurvarsi. Il caso tipico di flessione è la trave appoggiata o incastrata caricata con un peso.



La classica trave destinata a sopportare tale tipo di sollecitazione è il “doppio T”, una trave composta da due “solette” e un’“anima” che le collega.

Quando la trave è sollecitata a flessione le due solette lavorano a trazione e a compressione, mentre sull'anima si sviluppa una sollecitazione diagonale, di taglio.



In pratica si può dire che il momento flettente viene contrastato da un momento resistente generato dalle tensioni sulle superfici delle due solette per il "braccio", che è la distanza tra queste.

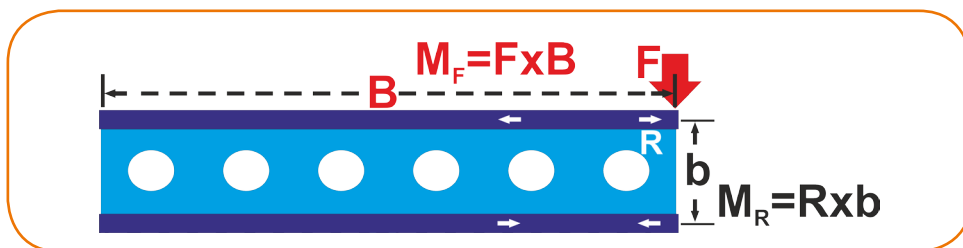
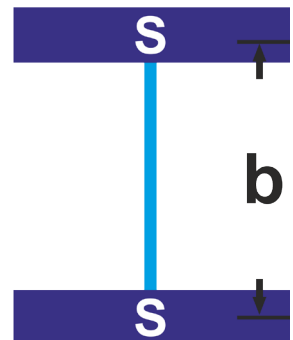


Figura 5 Come il momento flettente sulla trave è dato dalla forza F per il braccio B , analogamente il momento resistente con cui la trave si oppone alla flessione è dato dalla forza esercitata dalle due solette per il braccio, cioè la distanza tra le solette

La forza che le solette possono esercitare è il prodotto della tensione massima ammissibile per quel dato materiale per la sezione della soletta.

Quindi una volta definito il materiale la capacità della trave di resistere a flessione è data dal prodotto della sezione delle solette per il braccio, cioè la distanza tra queste.

Questo è il **modulo di resistenza a flessione** della trave W_F ed è la caratteristica che ne definisce la capacità di reggere a flessione. Ovviamente a parità di sezione delle solette (che pesano) la trave avrà un comportamento migliore maggiore sarà la distanza tra queste (l'anima abbiamo detto che non contribuisce alla resistenza e quindi è leggera). Questa "semplificazione" del discorso è ragionevole nel caso delle travi aeronautiche dove l'anima è effettivamente molto sottile e quindi contribuisce pochissimo alla resistenza a flessione. Diverso sarebbe per travi tipo quelle usate in edilizia dove l'anima, seppur sottile, ha comunque una sezione abbastanza importante.



Torsione - Un elemento è sottoposto a torsione quando le sue sezioni sono sollecitate a ruotare attorno ad un asse.
La torsione è una sollecitazione composta, si può vedere come uno sforzo di taglio distribuito sulla superficie dell'elemento.

