

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria Aerospaziale

***Relazione per la prova finale
«Struttura e costruzione dell'ala di
un drone ad ala fissa»***

Tutor universitario: Prof. Picano Francesco

Laureando: *Michele Avi*

Padova, 24/09/2024

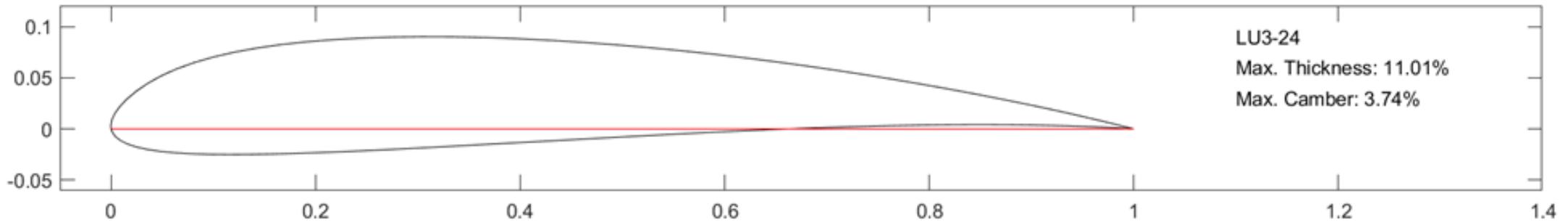
L'elaborato in questione ha l'obiettivo di esporre ed analizzare tutto il processo di lavorazione che ha portato al compimento della costruzione dell'ala del drone da competizione del progetto Lift-Up analizzando:

- La competizione e il suo regolamento;
- La scelta del profilo aerodinamico;
- La progettazione degli stampi per l'ala;
- Il dimensionamento dei longheroni tramite criterio di Von-Mises;
- Il sistema di motorizzazione e l'assemblaggio completo delle componenti;
- I test in campo volo.

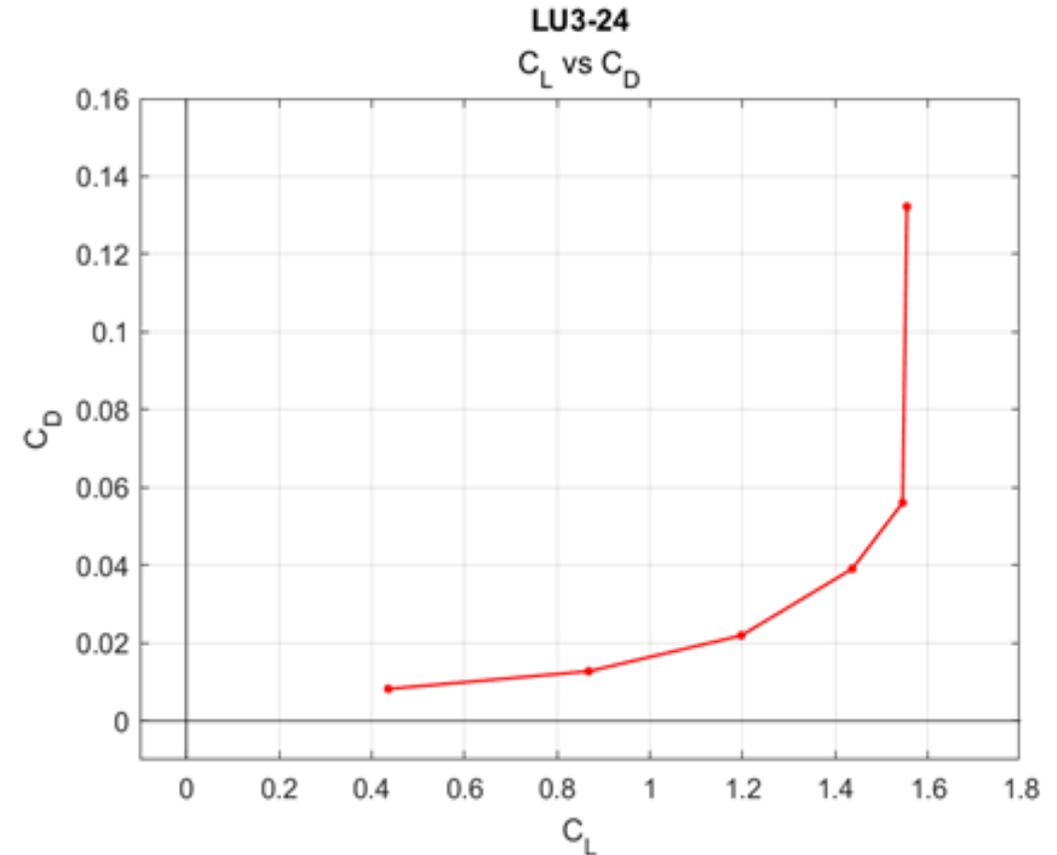
L'**obiettivo** di questa edizione è quello di creare un drone ad ala fissa, il quale sia in grado di trasportare il maggior peso possibile distribuito all'interno della fusoliera (*passengeri simulati da palle da biliardo*). La gara è composta da quattro fasi:

1. Decollo
2. 90 secondi di volo *efficiente*
3. 90 secondi di volo *a distanza*
4. Atterraggio sicuro



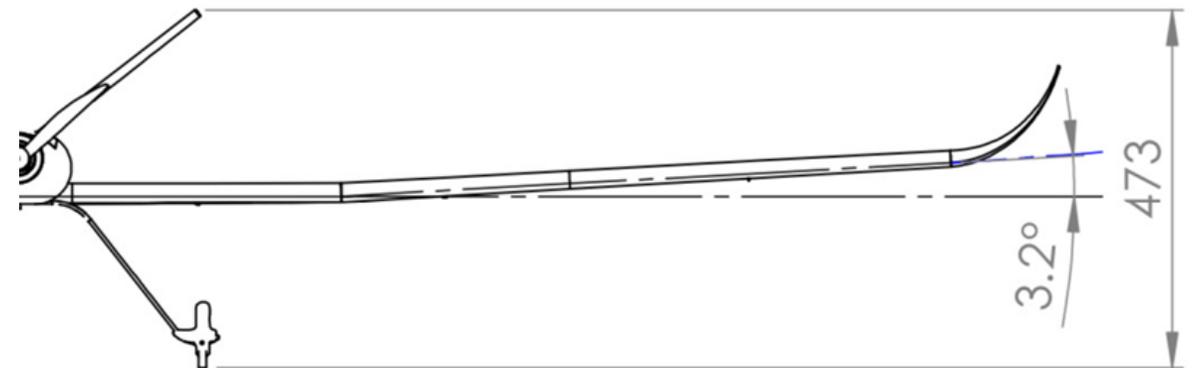
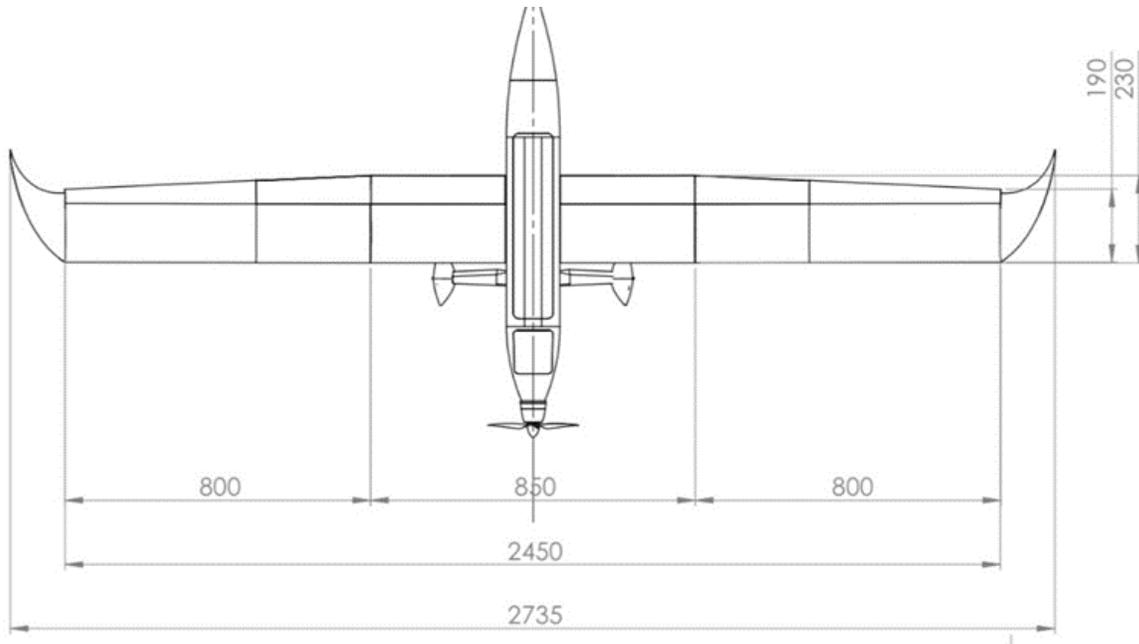


L'analisi per la ricerca del profilo migliore viene fatta minimizzando il C_D attraverso la formula $f = 0,5 \cdot C_{D,eff} + 0,5 \cdot C_{D,fast}$ tenendo conto di penalità come un $C_{L,Flap} \geq 1.85$ spessore minimo che non superi l'11% e un T.E. che ecceda i 4° . Ottenendo così il profilo denominato come «LU3-24».

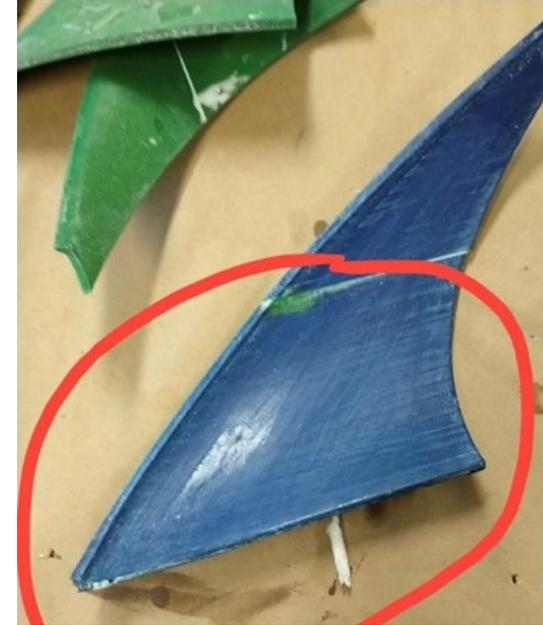
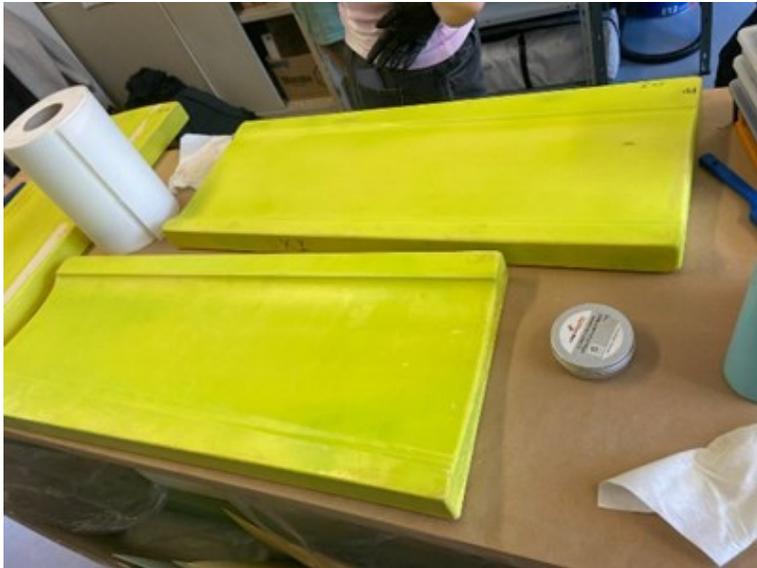


Per il design finale dell'ala seguono i dati in tabella:

Root chord	$c_r=0,23$ m	Wing span	$b=2,45$ m
Tip chord	$c_t=0,192$ m	Wing surface	$S=0,533$ m ²
First segment length	$b_{\text{taper}}=0,425$ m	AR	AR=11,26
Middle section twist	$\alpha_{1,\text{twist}}=-0,5^\circ$	Mean aerodynamic chord	MAC=0,218m
Tip twist	$\alpha_{2,\text{twist}}=-1,8^\circ$	Taper ratio	$\lambda=0,835$

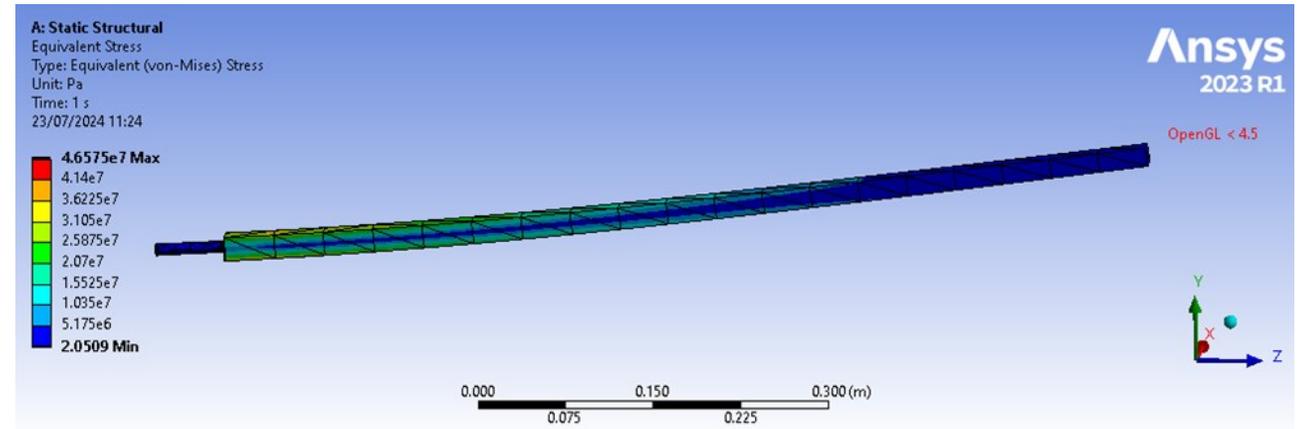


Tra le varie scelte di lavorazione si è optato per fresatura di uno stampo in CNC in poliuretano ad alta densità ricoperto da uno strato di gel-coat progettato a posteriori mediante le funzioni stampo di *Solid Works*. (per l'ala) Mentre per i longheroni secondari laminati in carbonio si ha uno stampo in resina dura e infine per i winglet degli stampi creati mediante stampante 3D.

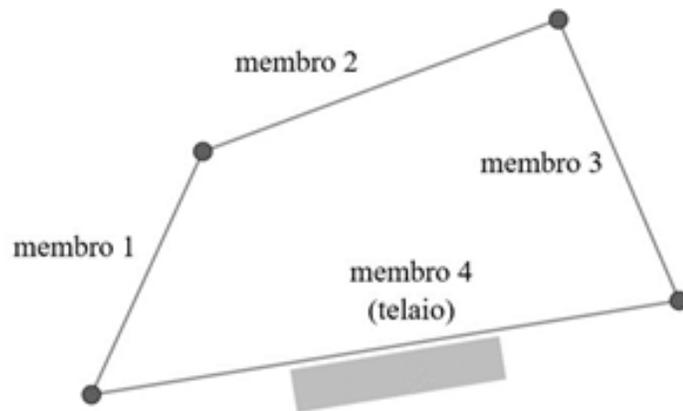


Sia il longherone centrale che quelli laterali vengono dimensionati calcolando il carico ipotetico subito dall'ala, per poi calcolare il determinato momento flettente e analizzando gli unici sforzi normali presenti sulle sezioni superiori e inferiori. Segue poi un'analisi FEM per avere una certezza sui dati scelti e il metodo di calcolo tramite Von-Mises.

- $F = m \cdot g \cdot c_s$ con $c_s = 2$
- $P = \frac{F}{2}$
- $M_f = \frac{l}{2} \cdot m \cdot g \cdot c_s$
- $I_{laterali} = \frac{1}{12} \cdot [0,018^4 - 0,018 \cdot ((0,018 - 2 \cdot s)^3)]$
- $\sigma = \frac{M_f \cdot y}{I}$ con $y=9$ mm



Per il sistema di motorizzazione viene utilizzato un servomotore elettrico che compone un quadrilatero articolato tra ala e superfici di controllo. Il resto della struttura, come i mantelli laminati in fibra di vetro con anima in airex, viene assemblata insieme ai servomotori e ai longheroni formati da due listelli di carbonio con anima in balsa alternati da delle centine in legno di betulla.



Tra i vari test in campo volo sono emersi diversi problemi, come la non resistenza dei flap, i quali comunque si sono rivelati del tutto inutili in caso di payload scarico; e dei problemi ai servomotori del piano di coda di cui uno bruciandosi ha portato allo schianto del drone senza rompere l'ala. Questo ha fatto capire che i longheroni sono troppo resistenti e dunque troppo pesanti portando a posteriori per il modello da gara l'utilizzo di meno materiale sui longheroni.



Il progetto nel suo complesso è stato soddisfacente poiché porta lo studente non solo a far parte di un ambiente lavorativo ricco di lavoro di squadra, ma richiede anche un'ampia conoscenza di tutte le materie studiate nel corso dei tre anni di corso. I risultati ottenuti hanno portato il progetto Lift-Up a piazzarsi al decimo posto. Gli obiettivi sono stati raggiunti con discreti risultati anche per una causa finanziaria. I problemi da risolvere per le prossime competizioni saranno quelli di usufruire della fresa prestata da Carus e sicuramente ad un utilizzo più massiccio di fibra in carbonio pre impregnata.



Grazie per l'attenzione