

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria Aerospaziale

**«Aerodinamica e impatto ambientale di due
aerei innovativi ad alta efficienza:
Blended Wing Body e Flying-V»**

Tutor universitario: Prof. Francesco Picano

Laureando: *Christian Tempestin*

Padova, 14/11/2022

Il settore aeronautico attualmente rappresenta circa il 2,1% di tutte le emissioni di diossido di carbonio (CO₂) prodotte dall'uomo nel mondo, ma si prevede che sarà una delle fonti in più rapida crescita nei decenni a venire, in quanto la domanda di trasporto aereo per passeggeri continua ad aumentare.



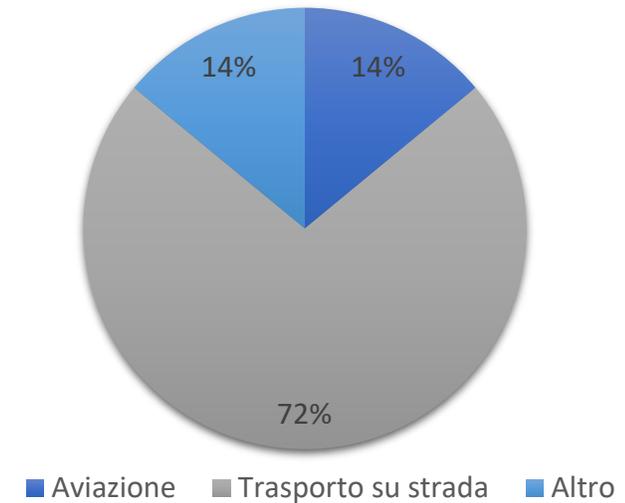
È necessario **sviluppare** un sistema di trasporto aereo sicuro, **efficiente** e più **sostenibile**.



L'aviazione è un settore fondamentale per l'economia europea e un mezzo molto importante di connettività e sviluppo.



Il volume di merce trasportato dagli aeromobili è l'1% ma il suo valore commerciale è del 35%.



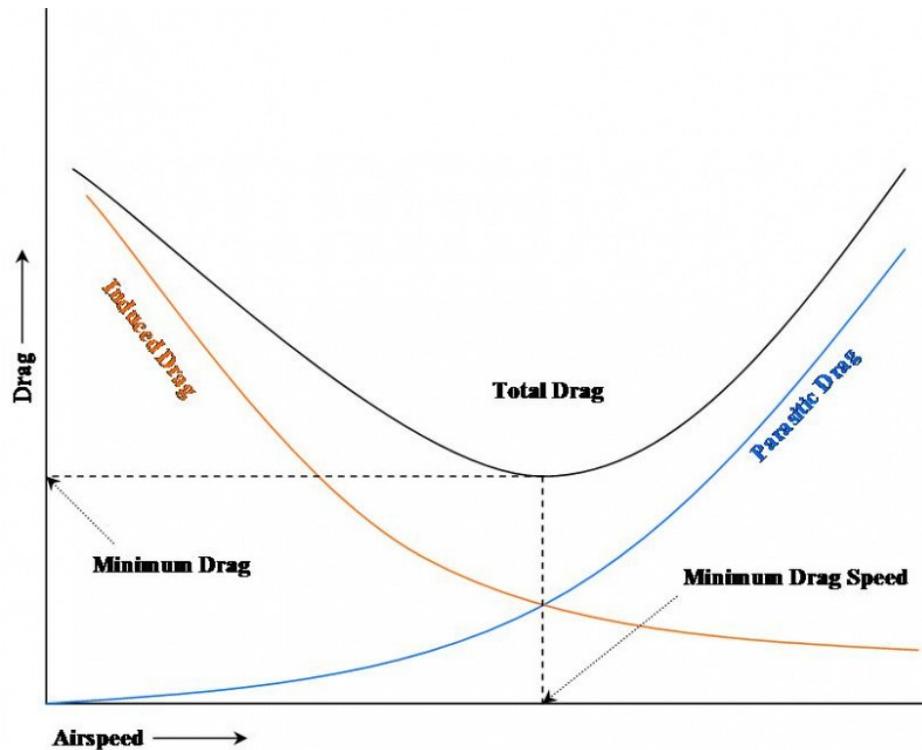
Uno dei modi per ridurre le emissioni di CO₂ è quello di sviluppare nuovi concetti di aeromobili ad **alta efficienza aerodinamica**.

Lo scopo dell'elaborato è presentare i modelli Blended Wing Body e Flying-V facendo un confronto con gli aerei tradizionali e ponendo l'attenzione in particolare su:

- **Vantaggi e Svantaggi delle due Configurazioni**
- **Aerodinamica**
- **Manovrabilità e Controllo**
- **Impatto Ambientale**



Il rapporto L/D è un buon metro di misura per valutare l'efficienza aerodinamica.
La resistenza totale è data dalla somma dei contributi di **resistenza parassita** e **resistenza indotta**, ottimizzando tali valori si ottiene una maggiore efficienza.



$$C_D = C_{D,E} + \frac{C_L^2}{eAR\pi} = C_{D,0} + rC_L^2 + \frac{C_L^2}{eAR\pi}$$

Corpo centrale dove possono essere allocati i passeggeri e la merce, un'ala esterna efficiente ed altamente aerodinamica che provvede a generare parte della portanza e risulta integrata senza discontinuità con la parte centrale del corpo, il quale a sua volta contribuisce a generare portanza.



Vantaggi

- Minore superficie bagnata
- Minore resistenza di interferenza
- Minore drag indotto
- Schermatura del rumore
- Minori carichi flessionali e di taglio
- Semplificazione dispositivi ad alta portanza

Svantaggi

- Volo instabile
- Corpo pressurizzato non circolare
- Sensibilità a raffiche e disturbi
- Mancanza di finestrini
- Evacuazione difficile
- Modifica di tutte le infrastrutture

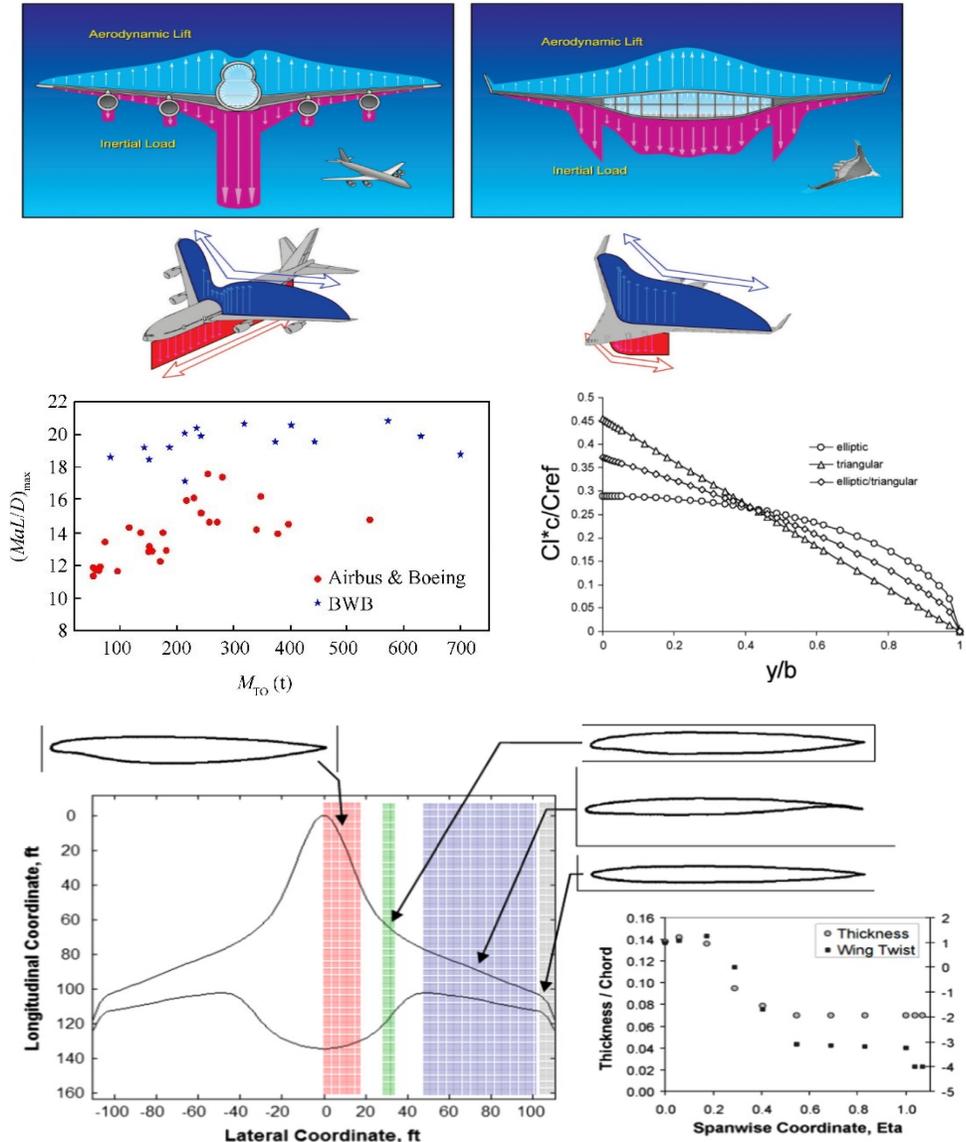
I benefici aerodinamici di questa configurazione sono frutto essenzialmente di una **minore superficie bagnata**. Questo comporta un rapporto L/D più elevato rispetto agli aerei tradizionali.



Una migliore efficienza non basta, l'aereo deve essere progettato per essere **stabile** in condizioni di crociera, decollo e atterraggio. Per fare questo si progettano le diverse sezioni utilizzando differenti profili aerodinamici in modo da raggiungere un buon compromesso tra stabilità ed efficienza.



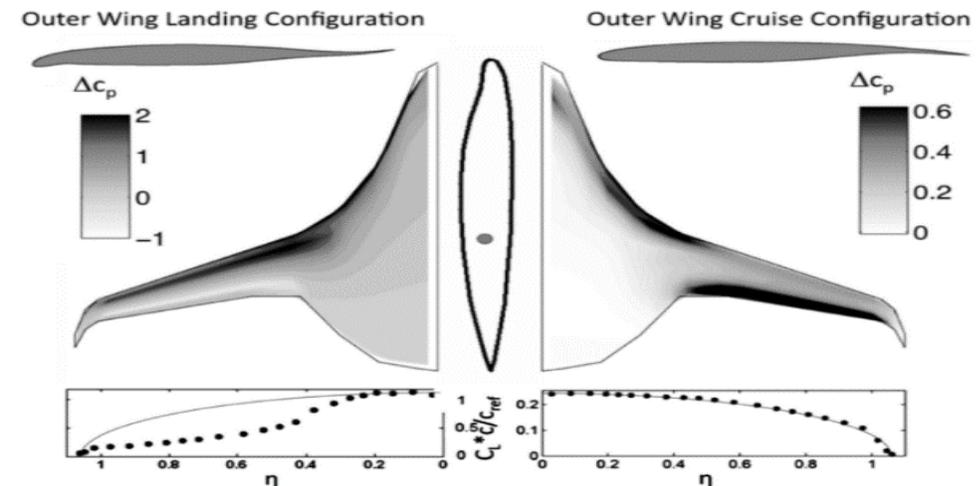
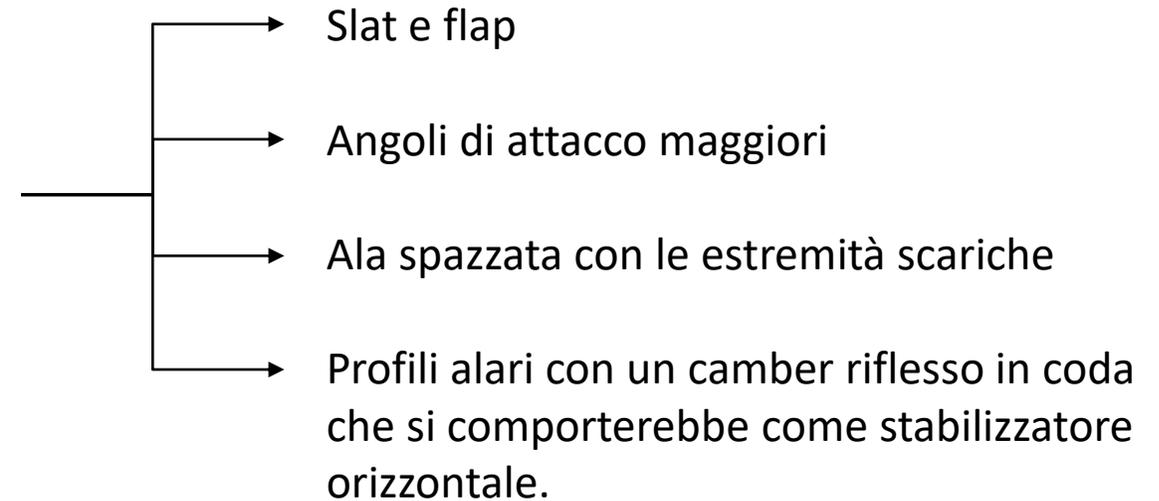
Una soluzione è quella di usare un'ala esterna scarica, ottimizzando area bagnata e onda d'urto, spostando carico alare all'interno e avvicinando il centro aerodinamico al baricentro. Si ottiene un assetto più bilanciato e un minor momento flettente dell'ala.



Il BWB tende ad avere **basse abilità al decollo** e all'atterraggio a causa del suo basso coefficiente di portanza massimo e per il limitato numero di superfici mobili.

Le sfide che devono essere affrontate per progettare un aereo Blended Wing Body stabile e facilmente controllabile sono dunque sintetizzate nei seguenti punti:

- Implementazione degli elevoni (funzione di alettone ed elevatore)
- Gestione della limitata autorità di controllo
- Gestione delle potenze degli attuatori
- Gestione dei guasti agli attuatori

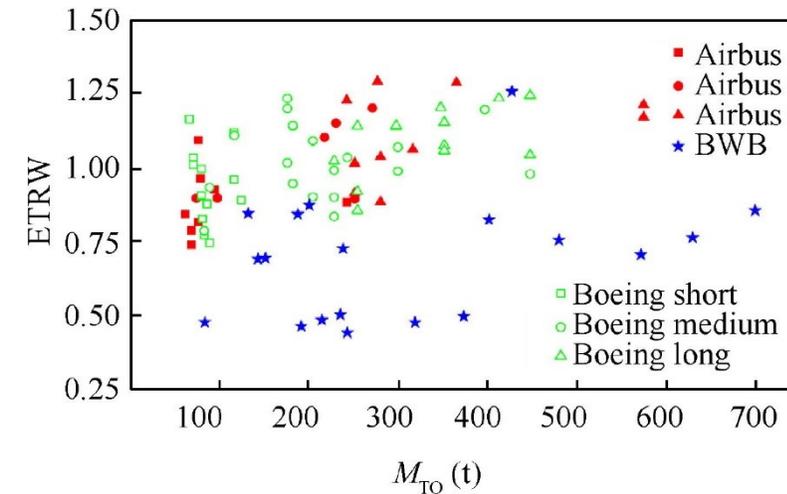
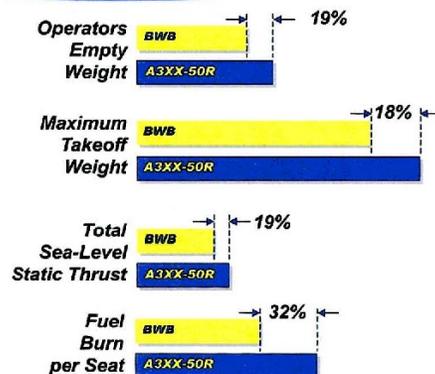


Analizzando i diversi studi riguardanti i benefici in termini di **carburante consumato per passeggero** negli aerei BWB si osserva sempre una notevole diminuzione rispetto agli aerei tradizionali.

Il parametro che tiene conto dell'efficienza (ETRW) è funzione del tipo di motore, dell'aerodinamica e del peso dell'aereo.

Aircraft Comparison

Shown to Same Scale
Approx. 480 passengers each
Approx. 8,700 nm range each

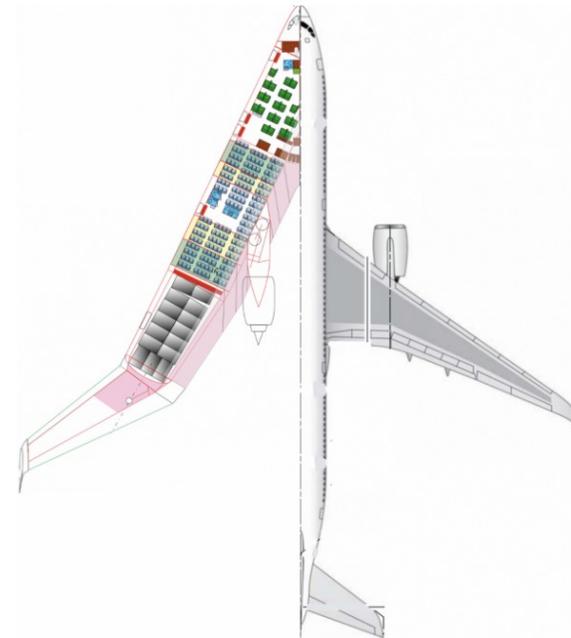
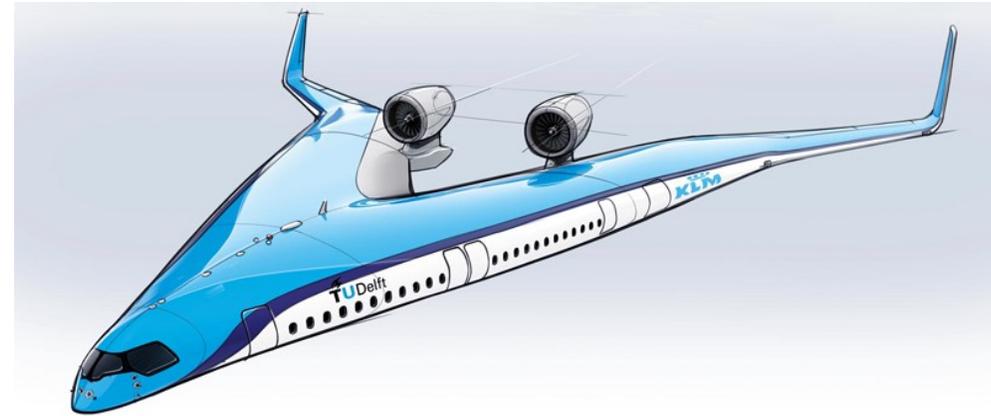


L'efficienza in termini di consumo di carburante per un BWB è circa del **31% migliore** rispetto agli aerei tradizionali per quasi tutte le taglie di aerei. Il vantaggio di un BWB aumenta dal 25.6% al 45.3% se il numero di passeggeri aumenta dall'intervallo 100-199 a 200-299.

Il Flying-V è una nuova configurazione di aeromobile che permette di ottenere un significativo aumento delle prestazioni riguardanti il consumo di carburante rispetto agli aerei convenzionali.

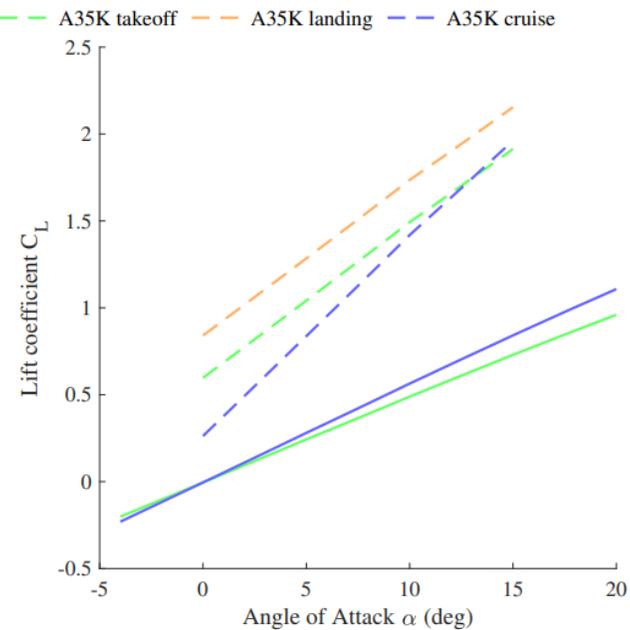
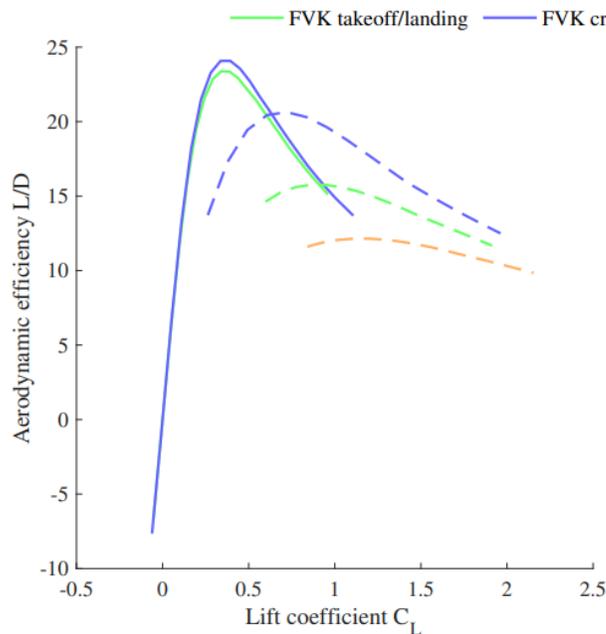
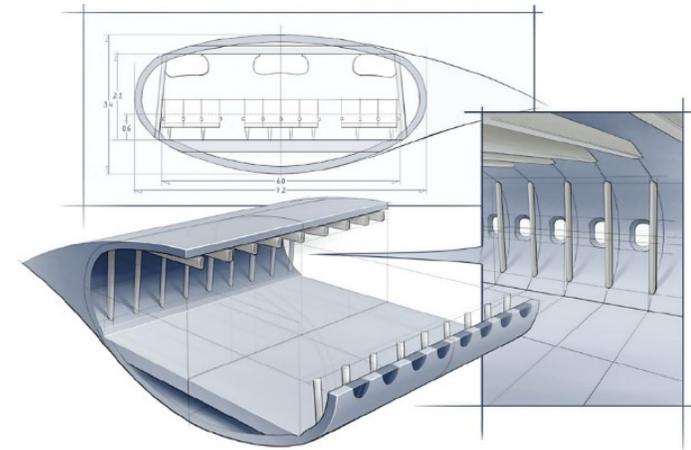
Caratteristiche:

- Cabina ovale e motori sul bordo d'uscita.
- Le ali svolgono allo stesso tempo il ruolo di fusoliera e corpo portante.
- La stabilità e il controllo sono garantiti da delle pinne e degli elevoni, i quali sono ancora in fase di studio
- Si stima che l'aereo consumerà il 20% di carburante in meno rispetto all'Airbus A350-900 a parità di passeggeri.
- La produzione di un primo aereo Flying-V è prevista tra il 2040 e il 2050.



La sezione trasversale della **cabina** è **ovale** ed è formata da archi circolari rinforzati da una struttura trapezoidale.

I pali situati vicino alle pareti laterali sono caricati in tensione quando la cabina è pressurizzata, mentre la membrana del pavimento e del soffitto è caricata in compressione.



- L/D 25% inferiore
- Peso complessivo 17% inferiore
- 20% di carburante in meno per passeggero
- Coefficiente di resistenza a portanza nulla minore

Component C_{D_0} (cts)	Flying-V-1000			Airbus A350-1000		
	Takeoff	Landing	Cruise	Takeoff	Landing	Cruise
Fuselage	-	-	-	48.9	50.5	46.1
Wings	62.9	64.0	61.2	94.9	99.6	89.4
Nacelles	6.5	6.6	6.3	14.2	14.9	13.4
Pylons	3.5	3.5	3.4	5.3	5.5	5.0
Leakage	4.4	4.4	4.4	8.0	8.0	8.0
Flaps	-	-	-	68.5	205.4	-
Landing gear	50.5	50.5	-	80.0	80.0	-
Total	127.8	129.0	75.3	319.8	463.9	161.9



Riduzione dei consumi di carburante per passeggero fino al 30%.



Fusoliere non cilindriche, problematiche di controllo e stabilità.



BWB e Flying-V caratterizzati da una minore area bagnata e dunque maggiore efficienza rispetto agli aerei commerciali tradizionali.

Bisogna studiare un sistema di controllo adeguato per le fasi di decollo e atterraggio.