

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria Aerospaziale

***Relazione per la prova finale
«Ipersostentatori alari: descrizione e
analisi delle principali tipologie di
meccanismi»***

Tutor universitario: Prof. Carlo

Laureando: *Andrea Canuri*

Bettanini Fecia di Cossato

Padova, 14/11/2024

Nella seguente presentazione si tratterà di:

- Introduzione sugli ipersostentatori alari
- Presentazione del funzionamento delle principali tipologie di meccanismi esaminando sia i vantaggi che gli svantaggi e la loro influenza sulle prestazioni dell'aeromobile durante le fasi più critiche del volo.

Ipersostentatori: cosa sono?

- Dispositivi meccanici fissi o mobili volti a migliorare le prestazioni aerodinamiche dell'aereo alle basse velocità e per elevati valori di AoA

- Relazione tra V e C_L :
$$V = \sqrt{\frac{2P}{\rho S C_L}}$$

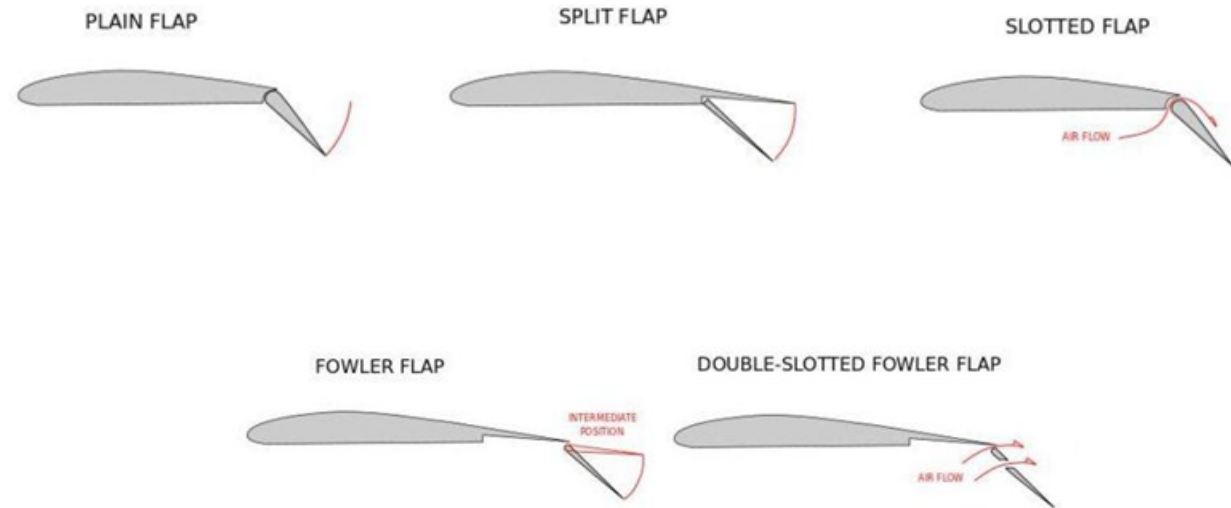
- La condizione di $C_{L,max}$ implica avere V minima, ma risulta essere una condizione pericolosa perché anche un piccolo disturbo potrebbe generare la perdita di portanza.



Ipersostentatori: tipologie

Ne esistono di varie tipologie in funzione di:

- Posizione sull'ala
- Geometria
- Meccanismi
- Numero di elementi



Ipersostentatori: Slots e Slats

Slots:

- Elementi fissi di fronte al LE

Trasportare flussi energizzati sul dorso del profilo

L'efficienza è funzione della posizione in cui sono montati

Aumento del drag perché la superficie dell'ala aumenta



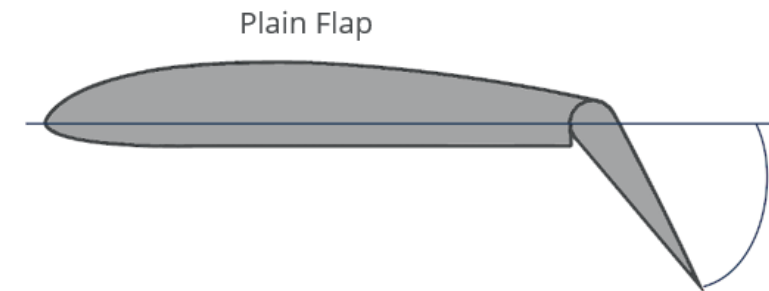
Slats:

- Elementi mobili di fronte al LE



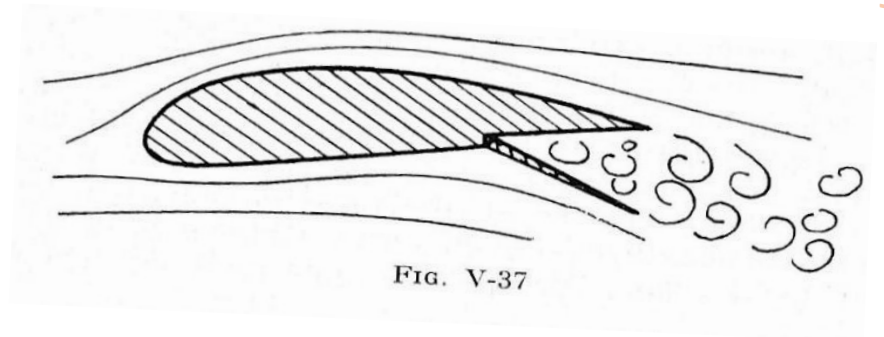
Ipersostentatori: Plain flaps

- Rotazione verso il basso dell'intera porzione posteriore del profilo e incremento del camber del profilo.
- Aumento contenuto della portanza
- Condizioni ottimali: estensione tra i 10° - 15° . Per estensioni maggiori si incorre nella separazione dello strato limite e nella formazione di turbolenze



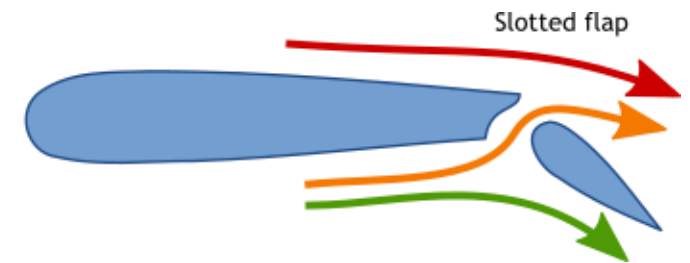
Ipersostentatori: Split flaps

- Porzione del ventre più vicina al TE che ruota verso il basso
- Aumento leggermente superiore di portanza a parità di condizioni rispetto ai plain flaps
- Aumento importante del drag a causa della formazione di una scia di turbolenze
- Arretramento del punto di applicazione delle forze che si traduce in un momento di beccheggio



Ipersostentatori: Slotted flaps 1

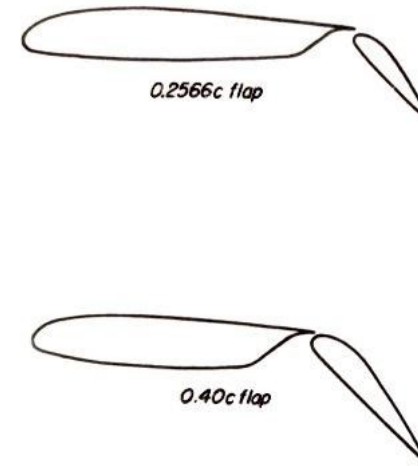
- I più utilizzati perché offrono un buon compromesso tra l'aumento della portanza e la resistenza generata
- Differenti categorie in base alla geometria, al numero di elementi mobili che compongono il meccanismo e al movimento compiuto per l'estensione
- Creano una fessura convergente (ugello) per accelerare il flusso e ritardare il distacco dello strato limite



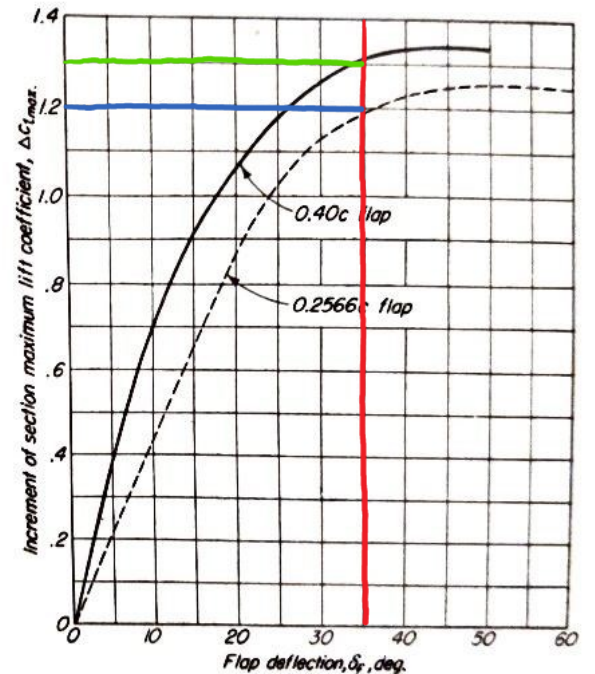
Ipersostentatori: Slotted flaps 2

Influenza della variazione della corda del flap sull'aumento di $C_{L,max}$:

- Corda $0.40c \rightarrow \Delta C_{L,max} \cong 1.3$
- Corda $0.2566c \rightarrow \Delta C_{L,max} \cong 1.2$
- Problema: l'incremento dell'efficacia richiede una variazione notevole della corda del flap



(a) CONFIGURATIONS

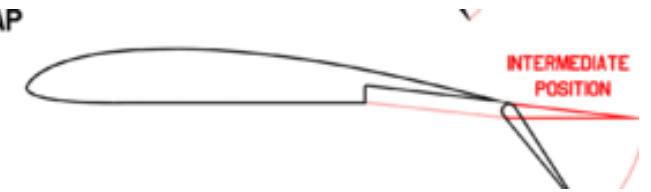


(b) INCREMENTS OF MAXIMUM LIFT COEFFICIENT

Ipersostentatori: Fowler flaps 1

- Una delle tipologie più usate soprattutto su aerei di grandi dimensioni
- Grazie ad una roto-traslazione, i flaps permettono di aumentare la corda e di modificare la geometria del TE
- **Vantaggi**: aumento superficie alare e camber del profilo, aumento della manovrabilità a bassa velocità
- **Svantaggi**: aumento del peso, elevata complessità meccanica

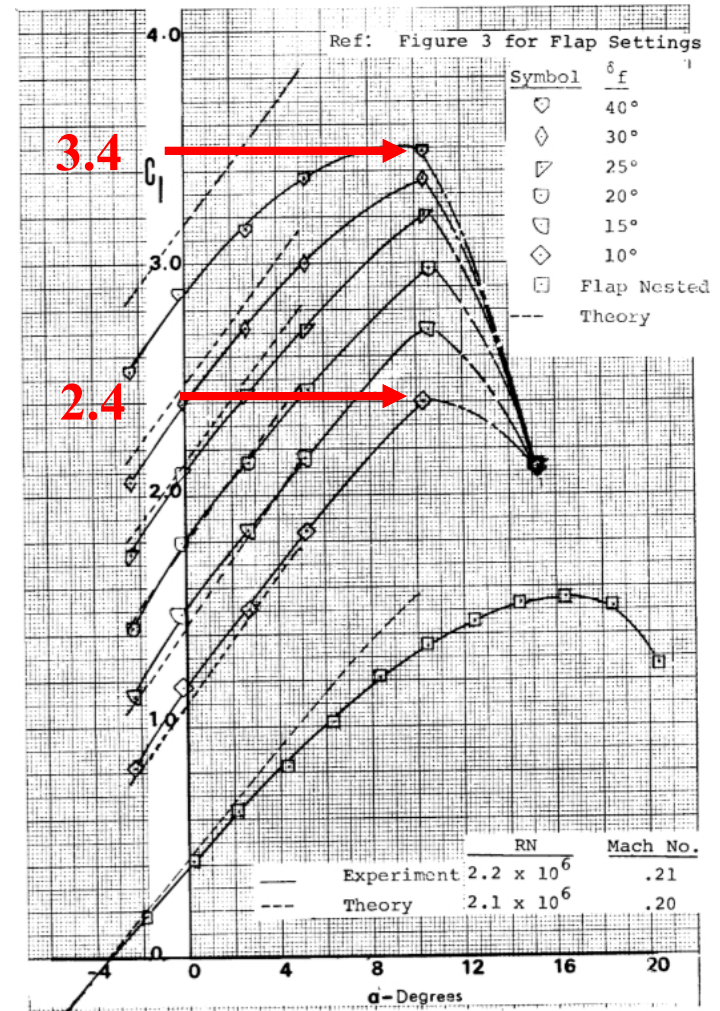
FLOWER FLAP

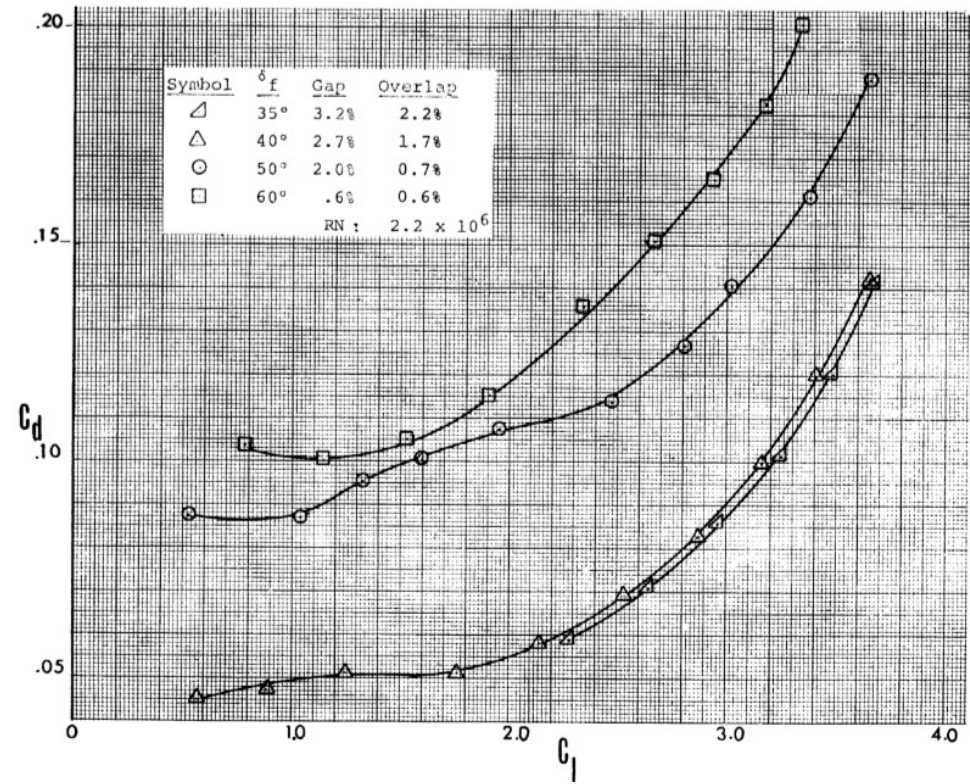
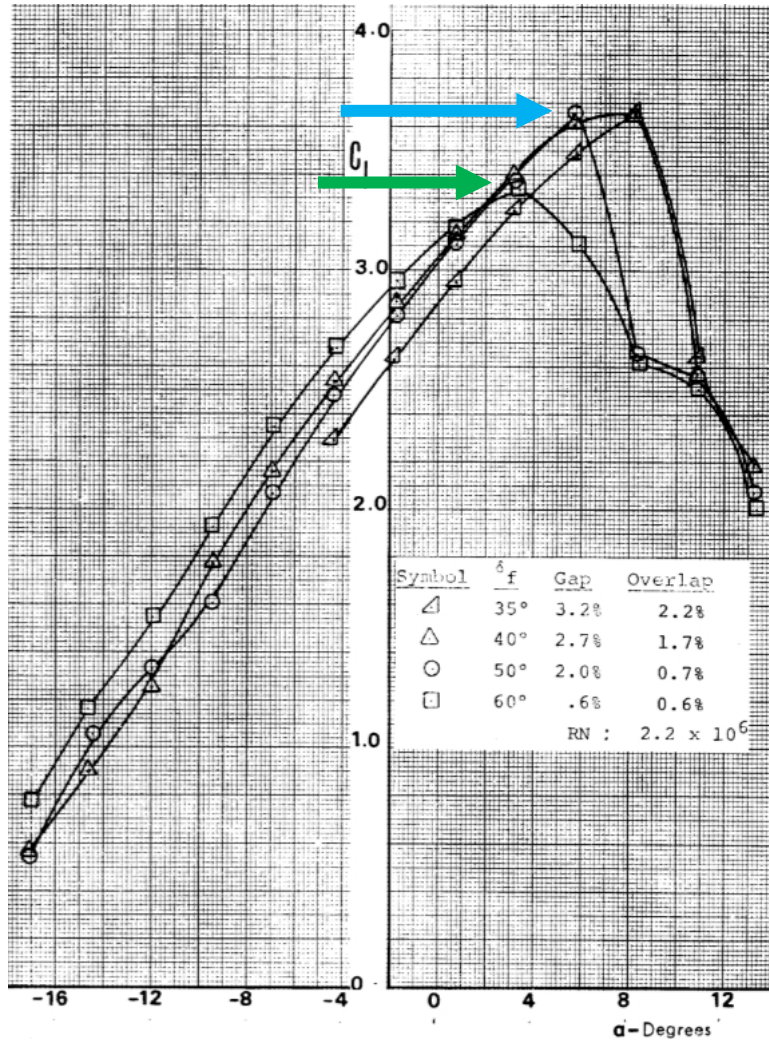


Ipersostentatori: Fowler flaps 2

Analisi delle prestazioni di un Fowler flap di corda $0.29c$ su un profilo alare GA(W)-1:

- $5^\circ - 30^\circ \rightarrow$ aumento elevato di $C_{L,max}$
- $35^\circ - 40^\circ \rightarrow C_{L,max}$ circa costante
- $> 40^\circ \rightarrow C_{L,max}$ decresce, C_d incrementa notevolmente





- Scelta dei dispositivi in funzione del tipo di velivolo e dell'applicazione
- Necessario trovare un compromesso tra i vari parametri per ottimizzare l'efficacia dei dispositivi



- “**Theory of wing section: including a summary of Airfoil data**” Abbot, Ira Herbert, Von Doenhoff, Abert E, 1949, New York: McGraw-Hill
- “**Cours d’aérotechnique**” G.Sérane, 1963, 3.éd, Paris: Dunod
- <https://skybrary.aero/articles/fowler-flap>
- <https://ntrs.nasa.gov/api/citations/19750004871/downloads/19750004871.pdf>
- <https://www.faa.gov/files/gslac/courses/content/35/376/Use%20of%20Flaps.pdf>
- <https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/VirtualAero/BottleRocket/airplane/size.html>
- <https://www.boldmethod.com/learn-to-fly/aircraft-systems/how-do-flaps-work/>
- <https://www.experimentalaircraft.info/flight-planning/aircraft-stall-speed-1.php>
- <https://calaero.edu/aeronautics/airplane-parts/wing-flaps-function-and-purpose/>