

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale
Corso di Laurea in Ingegneria Aerospaziale

***Relazione per la prova finale
«Studio della dinamica dell'aliante»***

Tutor universitario: Prof. Francesco Picano

Laureando: Mattia Contarini
(2002571)

Padova, 13/07/2023

- Studio delle equazioni che descrivono il moto di planata dell'aliante
- Studio delle forze agenti sull'aliante, con particolare riferimento alla resistenza aerodinamica
- Comprensione delle scelte progettuali dell'ala per il volo a $M < 0.3$, e dei parametri di influenza sul suo comportamento aerodinamico



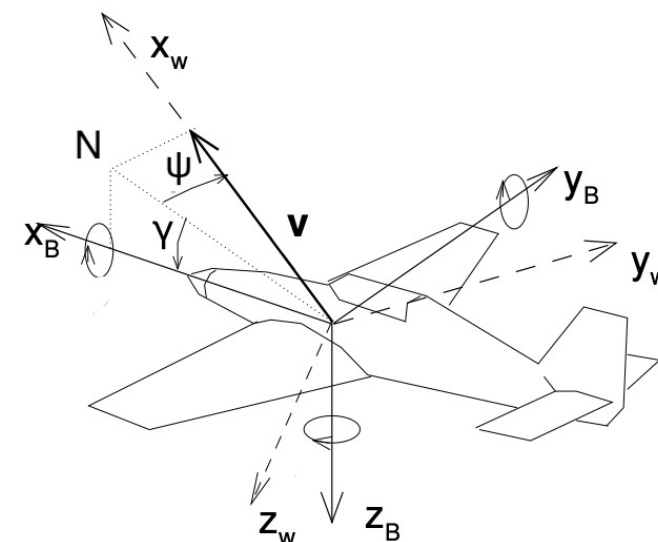
(Schleicher ASH 31)



(Flugtechnik & Leichtbau Eta)

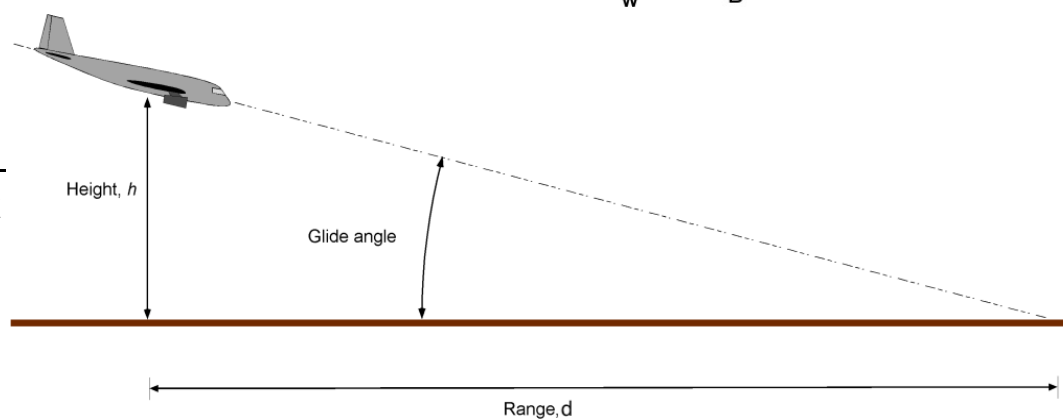
Ipotesi: $\dot{V} = 0, \dot{\gamma} = 0, \dot{\psi} = 0, T = 0$

$$\begin{cases} \dot{V} = \frac{1}{m}(T - \bar{D} - W \sin \gamma) \\ \dot{\psi} = \frac{1}{mV \cos \gamma} \bar{L} \sin \phi \\ \dot{\gamma} = \frac{1}{mV} (\bar{L} \cos \phi - W \cos \gamma) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \bar{D} = W \sin(-\gamma) \\ \phi = 0 \\ \bar{L} = W \cos \gamma \end{cases}$$



Introducendo l'angolo di discesa $\gamma_d = -\gamma$:

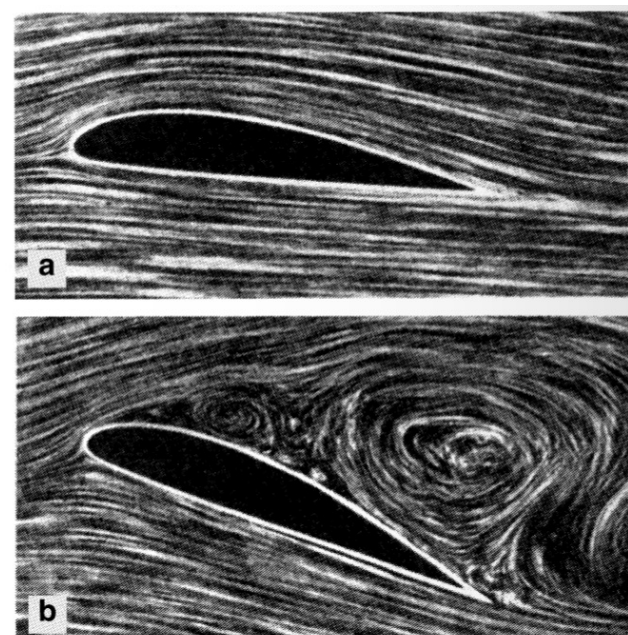
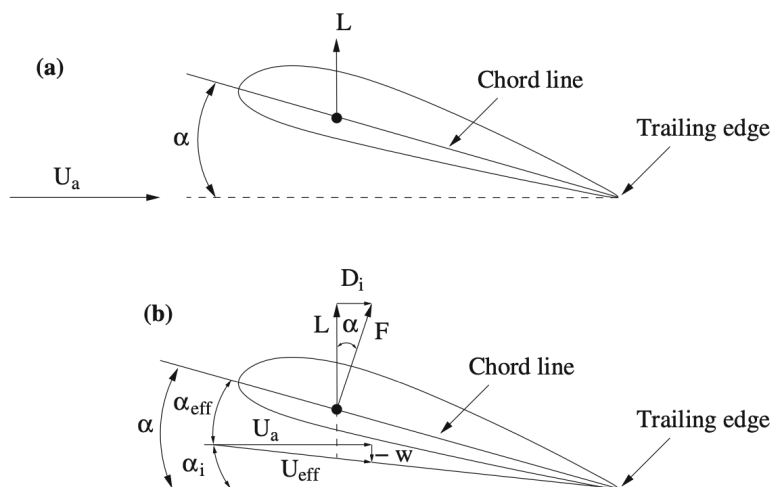
$$\begin{cases} \bar{D} = W \sin \gamma_d \\ \phi = 0 \\ \bar{L} = W \cos \gamma_d \end{cases} \Rightarrow \tan \gamma_d = \frac{\bar{D}}{\bar{L}}, d = \frac{h}{\tan \gamma_d}$$



Principali sorgenti della resistenza aerodinamica di un'ala in volo subsonico:

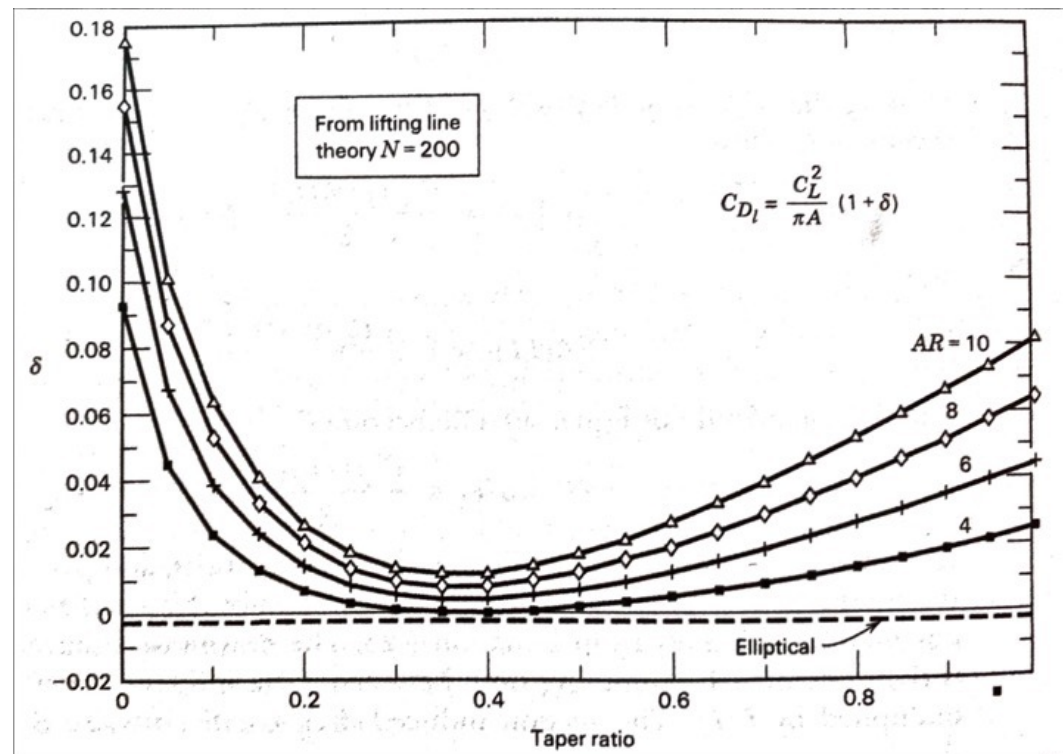
1. Resistenza per attrito
2. Resistenza di forma
3. Resistenza indotta:

$$\widehat{D}_i = \frac{1}{2} \rho V_{\infty}^2 S C_{\widehat{D}_i}, \quad C_{\widehat{D}_i} = \frac{C_L^2}{\pi A R e}, \quad A R = \frac{b^2}{S}$$



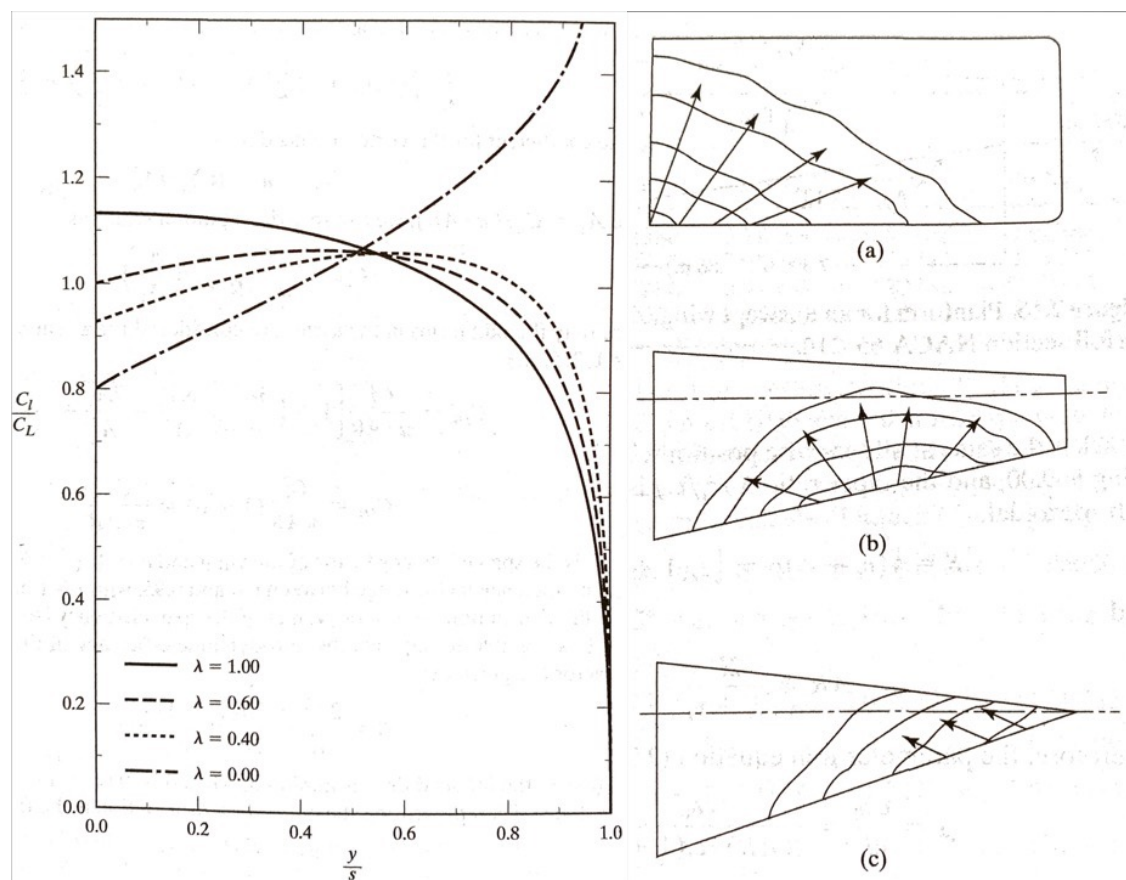
Negli alianti vengono impiegate ali rettangolari o trapezoidali:

- efficienza: $e = \frac{1}{1+\delta}$, $\delta \in [0; 1[$



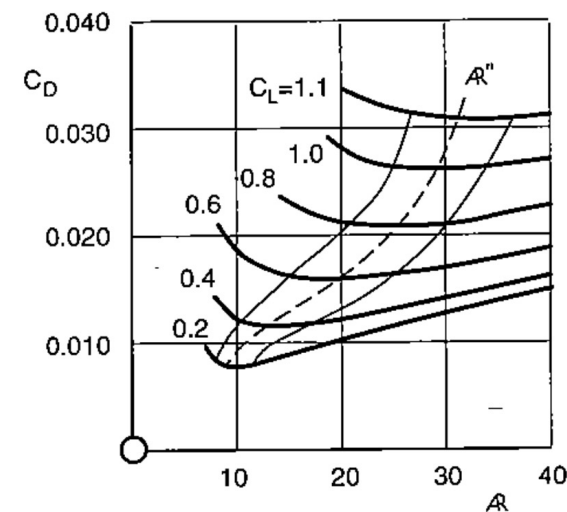
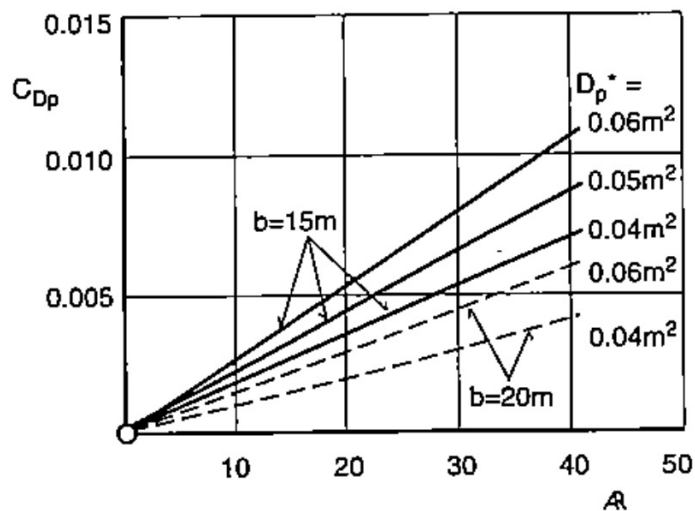
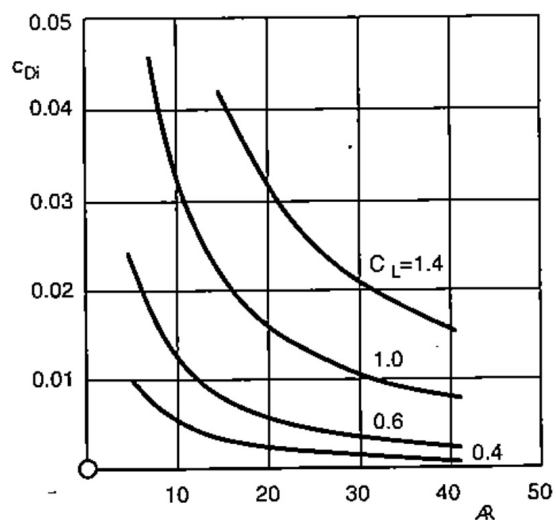
Negli alianti vengono impiegate ali rettangolari o trapezoidali:

- efficienza: $e = \frac{1}{1+\delta}$, $\delta \in [0; 1[$
- proprietà di stallo
- facilità costruttiva



Il rapporto d'aspetto influisce su:

- resistenza indotta: $C_{\widehat{D}_i} = \frac{C_L^2}{\pi A R e}$
- resistenza parassita: $C_{\widehat{D}_p} = \frac{\widehat{D}_p}{\frac{1}{2}\rho V_\infty^2 S} = \frac{\widehat{D}_p}{\frac{1}{2}\rho V_\infty^2 b^2} \frac{b^2}{S} = \frac{\widehat{D}_p^*}{b^2} A R$, $\widehat{D}_p^* = \frac{\widehat{D}_p}{\frac{1}{2}\rho V_\infty^2}$ (area di una lastra piana equivalente)



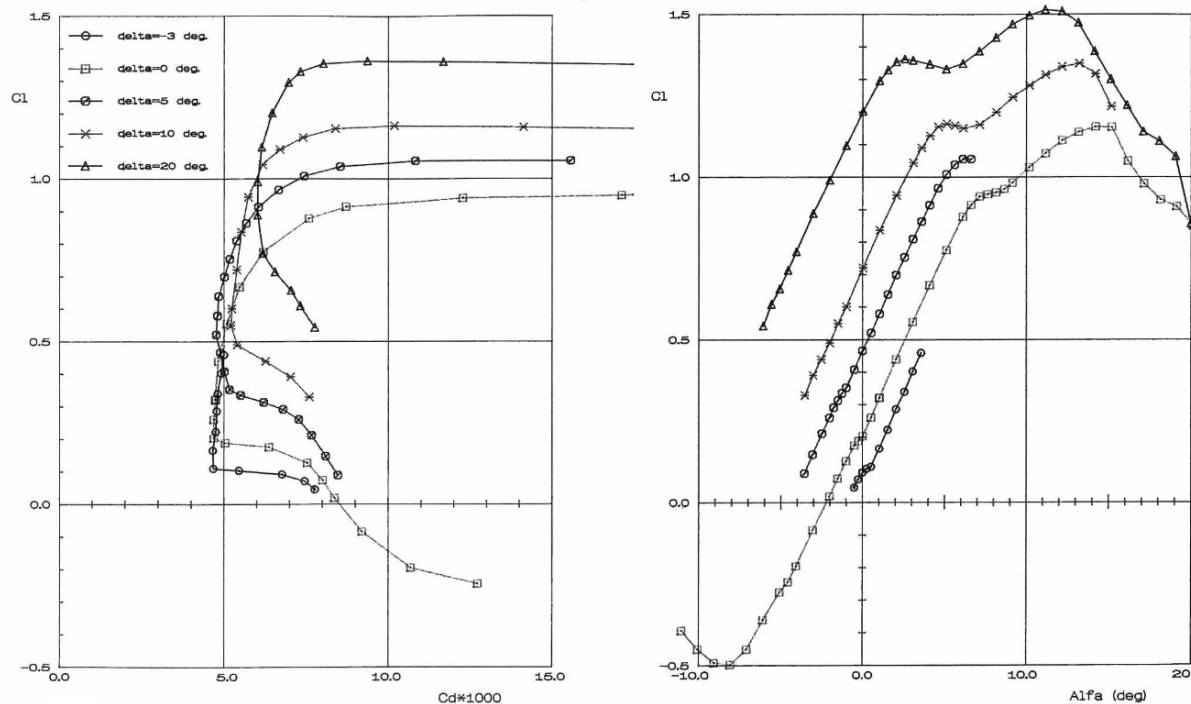
Negli alianti il profilo deve rispondere ai seguenti requisiti:

- C_D contenuto sia nelle configurazioni ad elevata portanza (bassa velocità) che in quelle a bassa portanza (elevata velocità);
- discrete proprietà di stallo;
- C_L elevato.

Esempio: profilo DU97-127/15M –
alante Antares



(Lange Aviation Antares)



(L. M. M. Boermans, TU Delft, 2006)

- Necessità di ridurre la resistenza aerodinamica del velivolo, al fine di percorrere lunghe distanze.
- Si impiegano ali trapezoidali o rettangolari:
 - Efficienza leggermente inferiore;
 - Maggior controllo del velivolo in caso di stallo (ali rettangolari);
 - Maggiore facilità costruttiva.
- Ad elevati valori di $C_{\hat{L}}$, è preferibile un valore di AR alto, per ridurre la resistenza indotta.
- Si sceglie un profilo caratterizzato da un C_D ridotto su un ampio range di valori di C_L , e da un $C_{L_{max}}$ elevato.

1. John D. Anderson Jr., *Introduction to Flight*, 8th edition, McGraw-Hill Education, New York, 2016.
2. Fred Thomas, *Fundamentals of Sailplane Design*, College Park Press, 1999.
3. L. M. M. Boermans, *Research on sailplane aerodynamics at Delft University of Technology. Recent and present developments*, TU Delft, 2006.
4. John J. Bertin, Russell M. Cummings, *Aerodynamics for Engineers*, 6th edition, Pearson, 2014.
5. Barnes W. McCormick, *Aerodynamics Aeronautics and Flight Mechanics*, 2nd edition, John Wiley & Sons, Inc., 1994.
6. Herman Schlichting, Klaus Gersten, *Boundary-Layer Theory*, 9th edition, Springer, 2017.