



Politecnico di Torino

I Facoltà di Ingegneria

Corso di Laurea in Ingegneria Aerospaziale

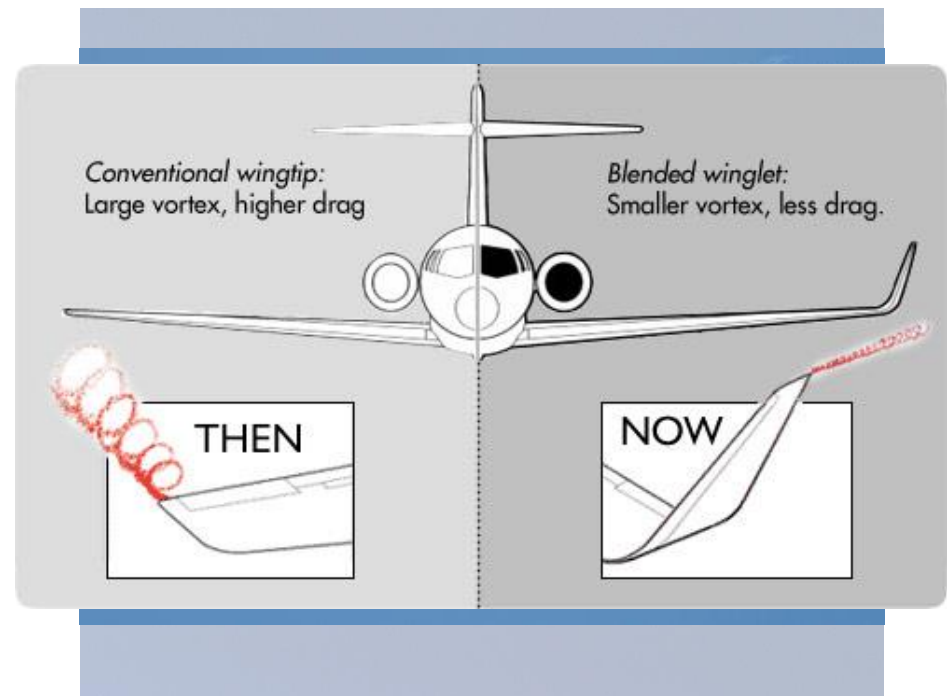
Caratterizzazione e analisi aerodinamica di un profilo alare bio-ispirato

Relatore:
Stefania Scarsoglio

Candidato:
Massimo Bivona

Perché studiare un profilo bio- ispirato?

- * La natura: ottima maestra
- * Slot penne remiganti primarie
- * Alula
- * Winglets
- * Ottime prestazioni in fatto di resistenza aerodinamica



Oggetto analisi

Studio profilo alare 2D fisso e paragone con altri profili collaudati

- * Sesso: Maschile
- * Età: 4 anni
- * Peso: 2,5 Kg
- * Apertura alare: 2 m
- * Corda media: 30 cm

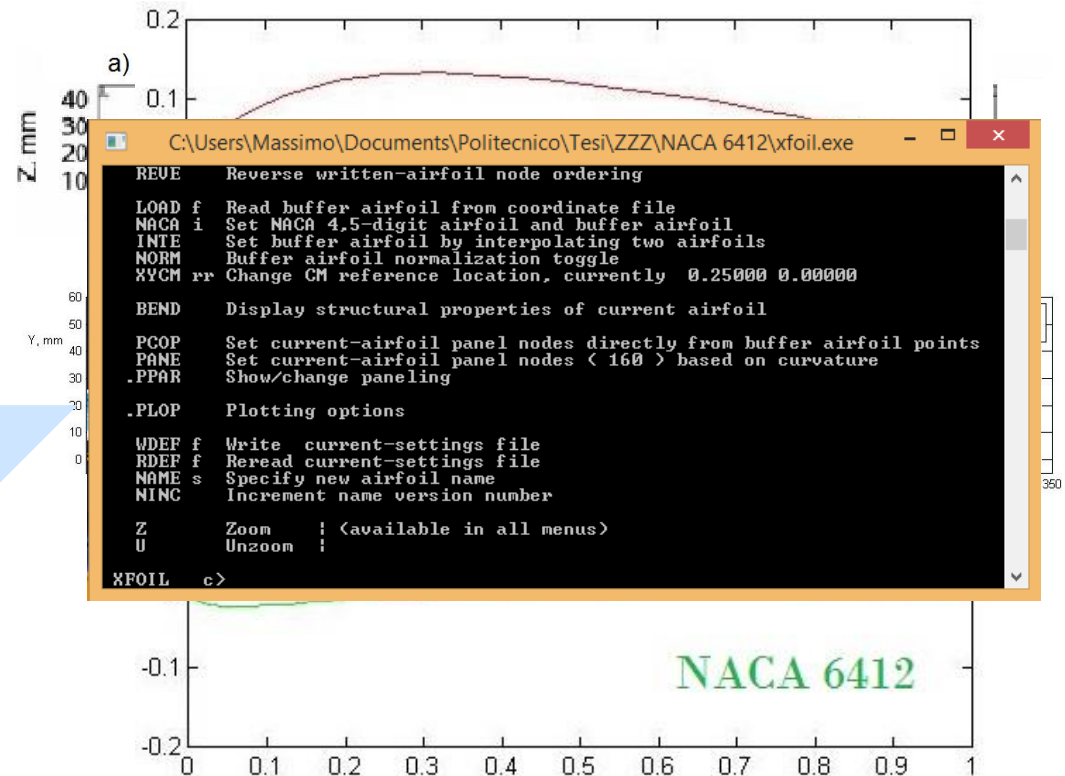


Acquisizione profili

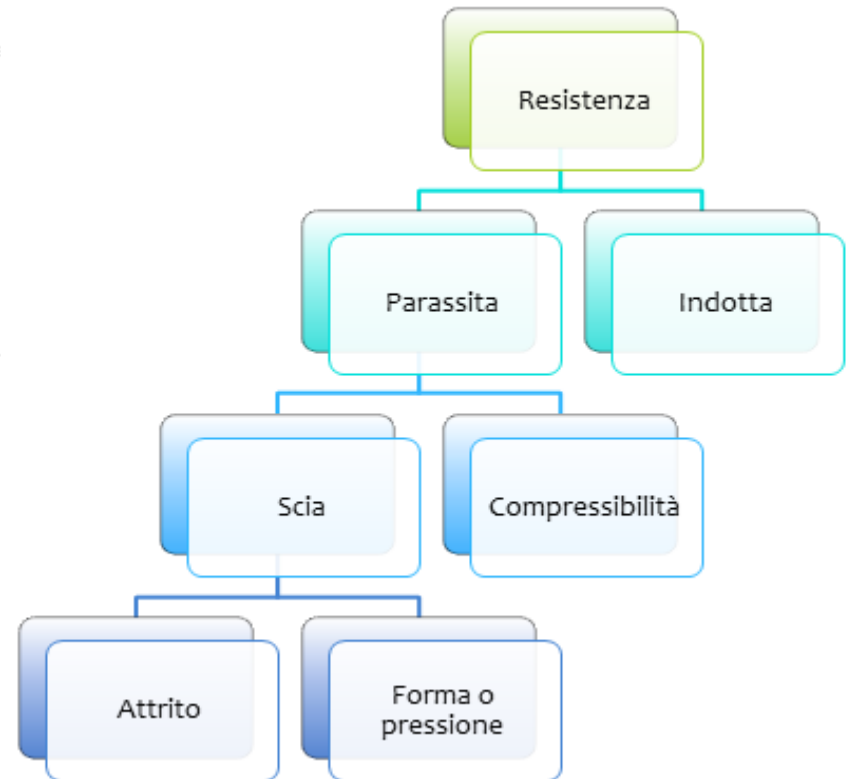
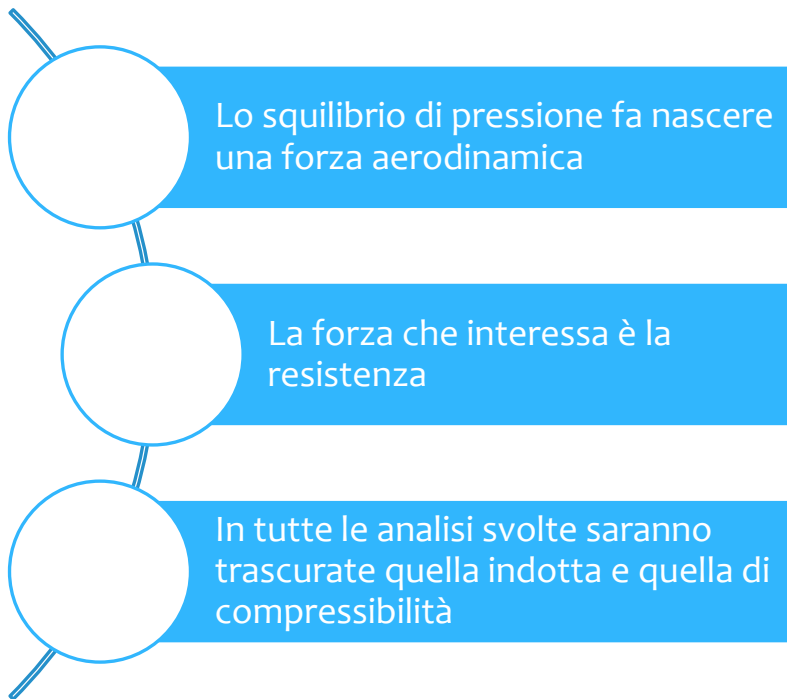
Acquisizione dati Aquila
Gsys e
interpolazione
(Matlab)

Acquisizione dati NACA
6412 e Selig
S1223

Utilizzo
software Xfoil



Come fa un uccello a volare?



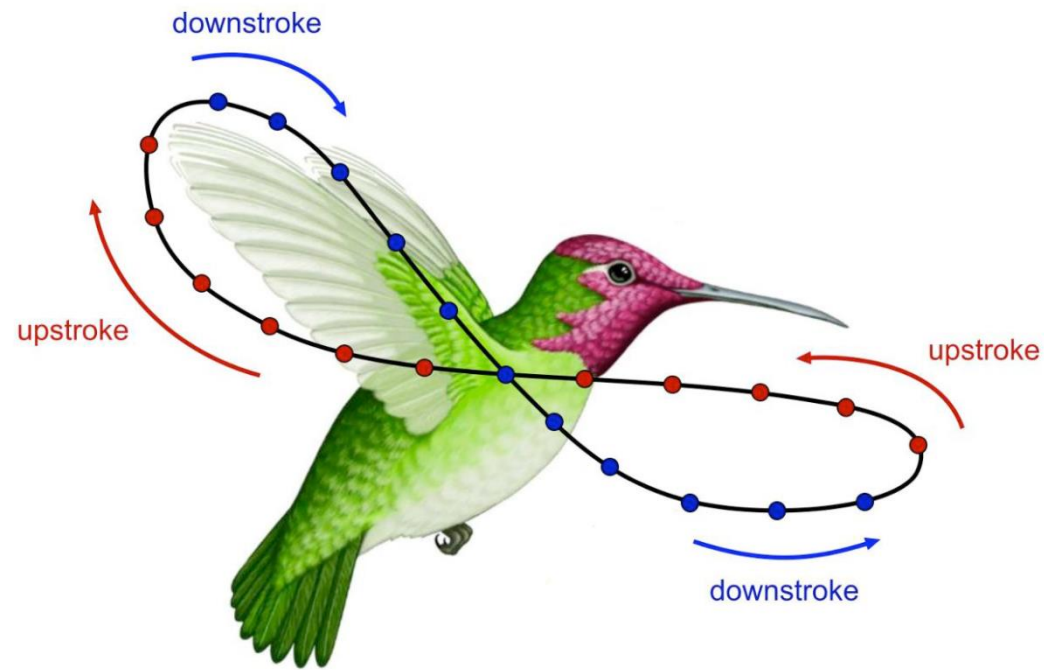
Flapping e Hovering

Flapping o volo di potenza

- Downstroke
- Upstroke

Hovering o volo stazionario

- Tipico di piccoli uccelli ed insetti
- Necessita di un'ala che possa ruotare



Gliding e Soaring

Gliding

Spinta in avanti
mediante la
gravità

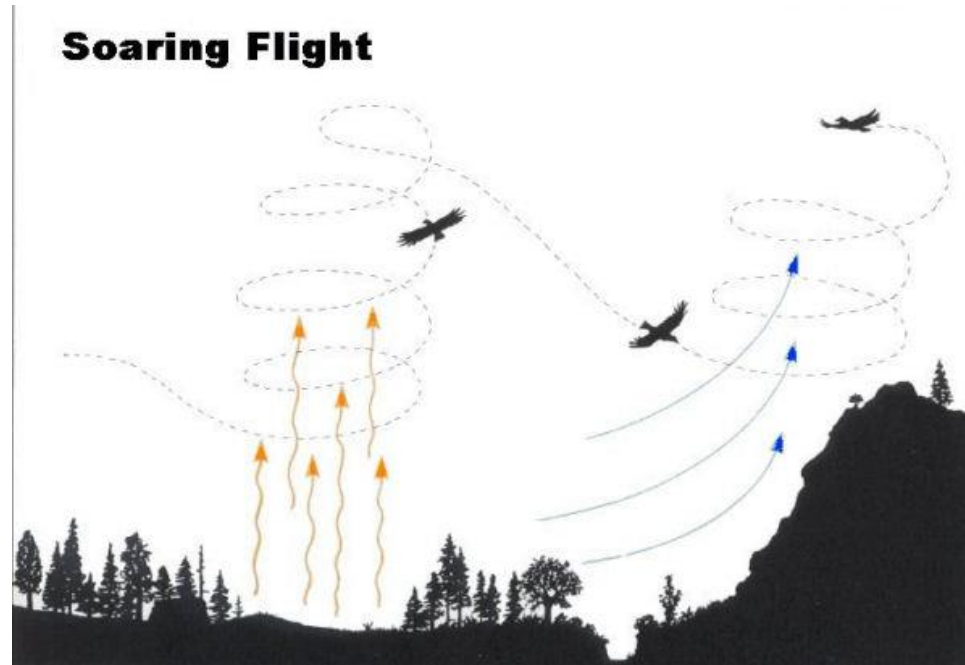
Perdita di quota
inevitabile

Piccoli angoli di
discesa per
profili efficienti

Soaring

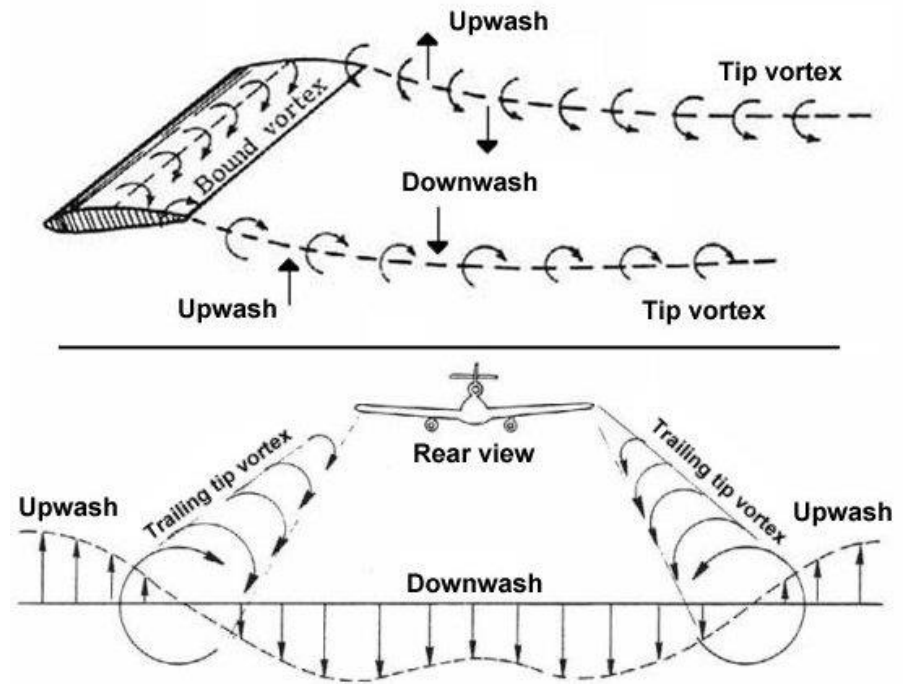
Sfrutta correnti
ascendenti o
contrarie

Possibilità di
rimanere in
quota o salire



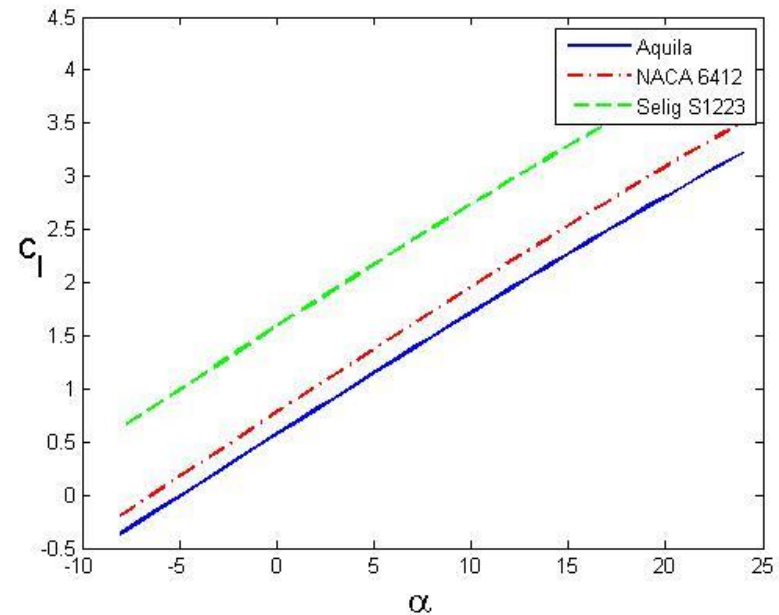
Volo in formazione

- * La tipica forma assunta dallo stormo è a V
- * Viene sfruttato l'effetto downwash-upwash creato dagli esemplari in testa
- * La resistenza indotta diminuisce notevolmente



Analisi non viscosa

- * Analisi che non tiene conto della viscosità dell'aria
- * La resistenza del profilo è trascurata
- * Lo stallo non si manifesta per qualunque angolo di attacco



Analisi non viscosa

Profilo
Aquila

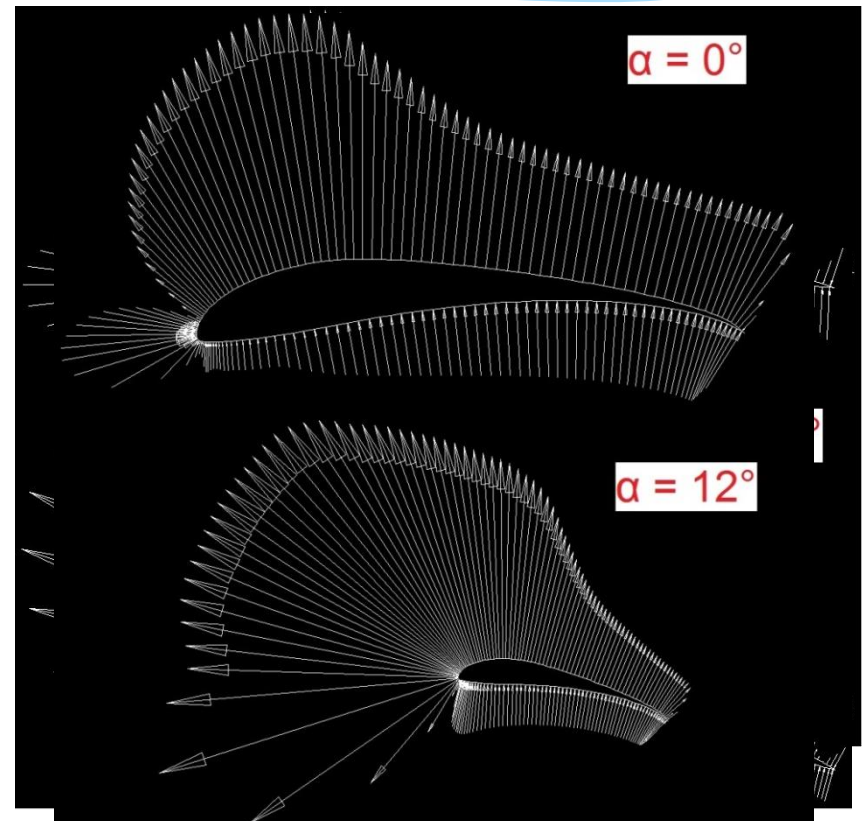
- Per $\alpha = 0^\circ$ ha un lobo di depressione sul ventre
- Per $\alpha = 8,5^\circ$ si ha uno spostamento del punto di arresto

Profilo
NACA

- Distribuzione simile a quella del profilo aquila

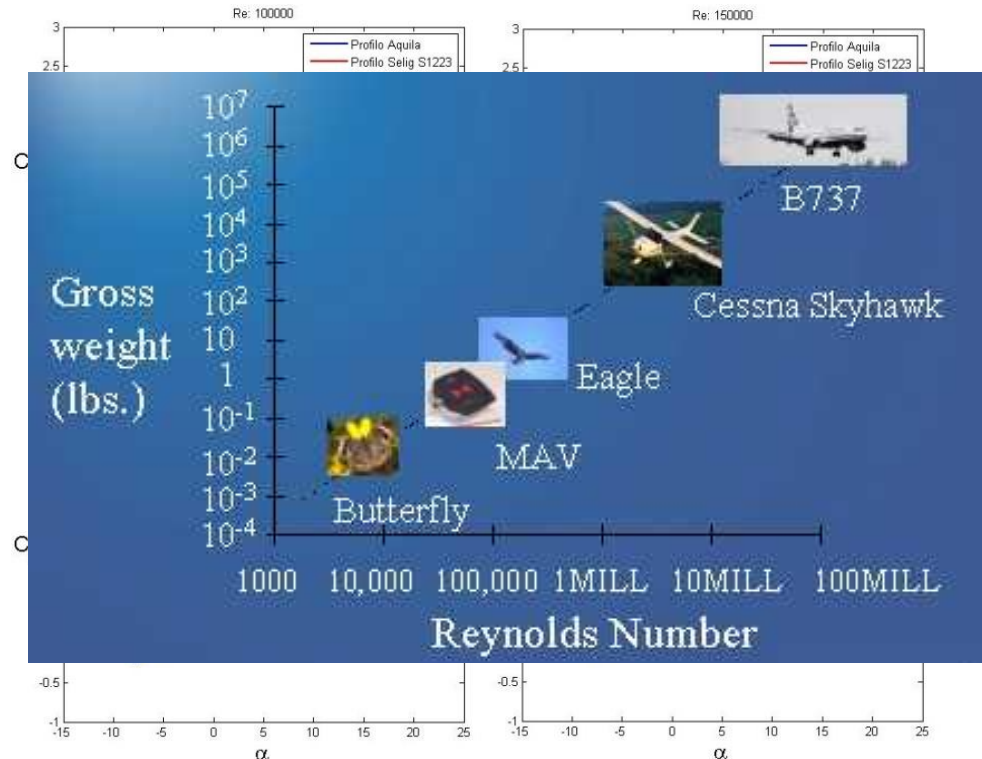
Profilo
Selig

- Ha una distribuzione più uniforme dovuta alla geometria ad hoc



Analisi viscosa

- * La resistenza viene presa in considerazione
- * Il flusso è supposto incompressibile
- * I numeri di Reynolds calcolati sono
$$Re = 1 \cdot 10^5 \div 2,5 \cdot 10^5$$
- * Il profilo Selig risulta essere sempre quello più portante



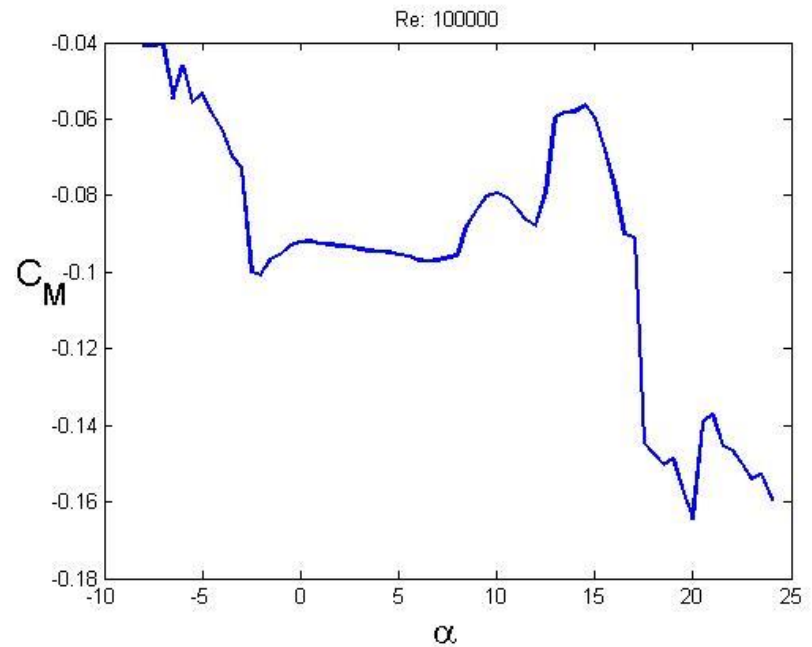
Curve aquila per $Re = 1 \cdot 10^5$

Bolle di separazione
laminare dopo 8°

Resistenza minima per un
ampio range di C_L

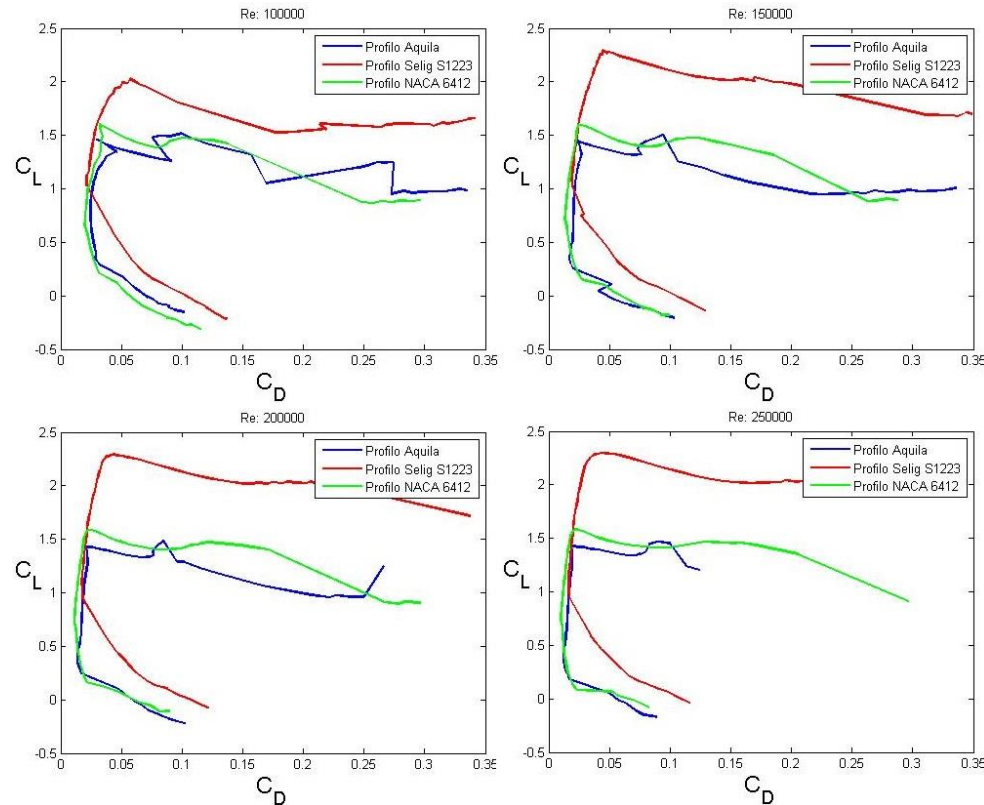
Momento circa costante
per angoli in cui il profilo
non è stallato

Efficienza massima per
 $\alpha = 5 - 6^\circ$



Analisi viscosa

- * I profili bio-ispirati sono caratterizzati dall'aver una zona in cui il C_L varia molto e il C_D si mantiene circa al valore minimo
- * La resistenza del Selig è sempre maggiore, per angoli di incidenza in cui i profili non sono stallati
- * Il profilo dell'aquila e il NACA hanno andamenti simili



Conclusioni

Si è osservato che i profili bio-ispirati hanno notevoli proprietà

- Hanno resistenze ridotte
- Riescono ad essere molto versatili mantenendo efficienze alte

Altre proprietà, qui non considerate sono

- Ala 'completamente' deformabile
- Controllo dello strato limite

Queste proprietà consentono importanti applicazioni

- Nel settore aeronautico: riduzione resistenza = risparmio combustibile
- Nel settore energetico, profili per pale eoliche più efficienti
- Nei velivoli UCAV di nuova concezione

Grazie per l'attenzione!!