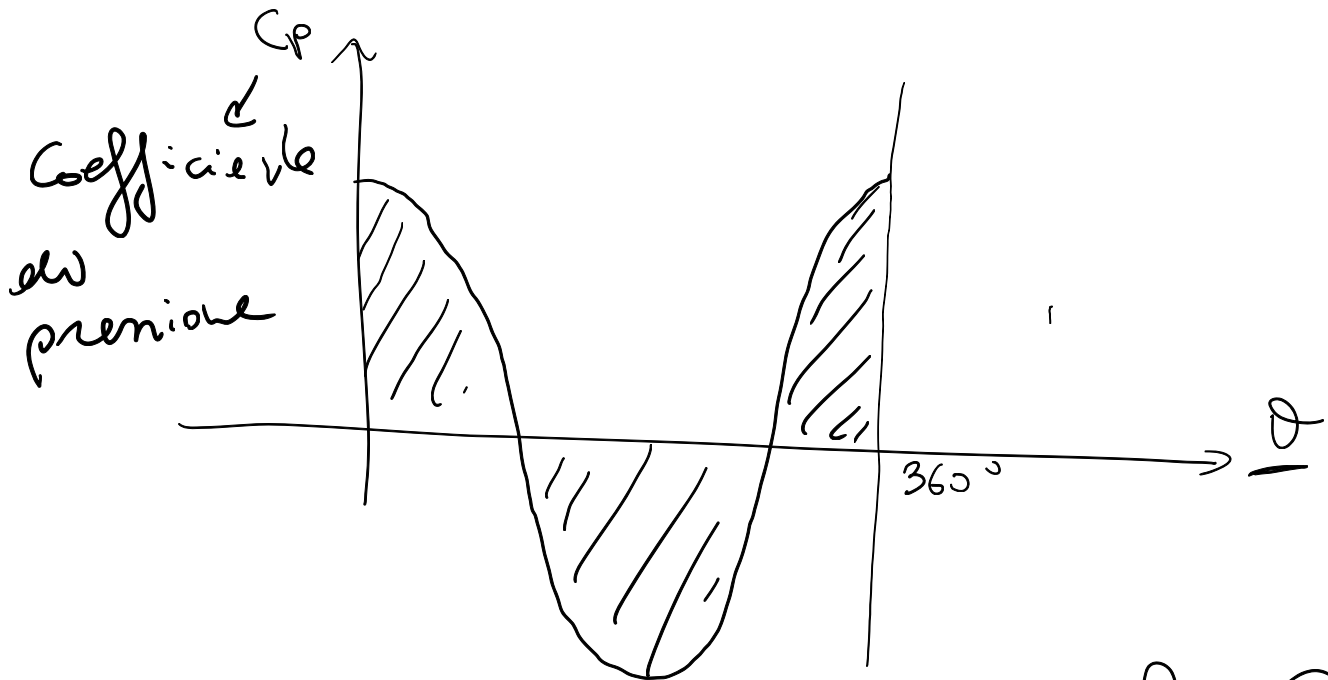
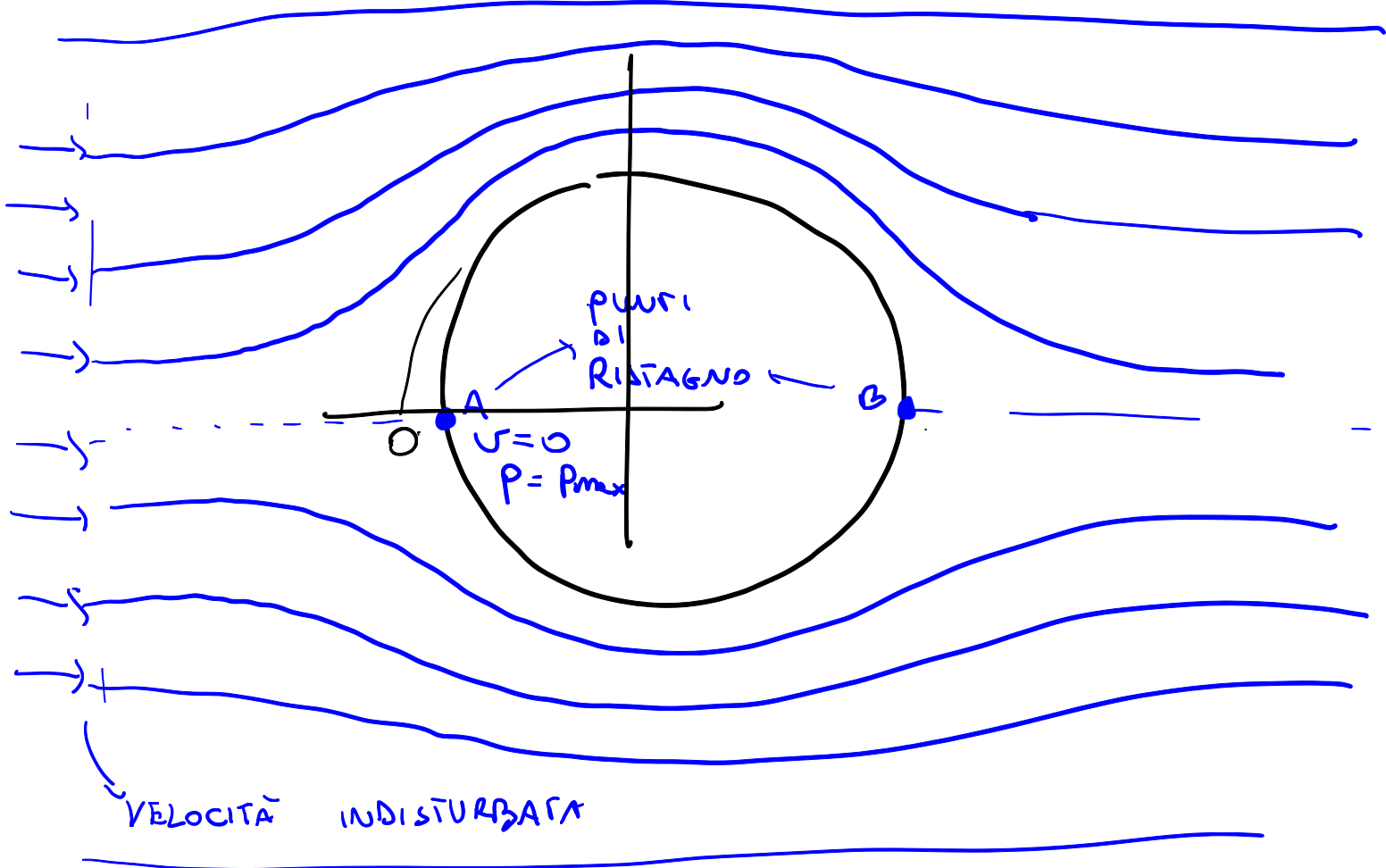


RESISTENZA AERODINAMICA

CILINDRO IMMERSO IN UN FLUIDO IDEALE

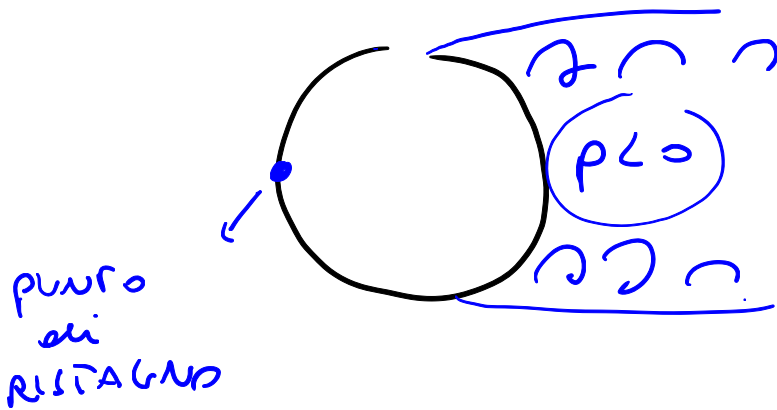


Se calcolo la RESISTENZA $\Rightarrow R=0$

PARADOSSO DI D'ALAMBERT

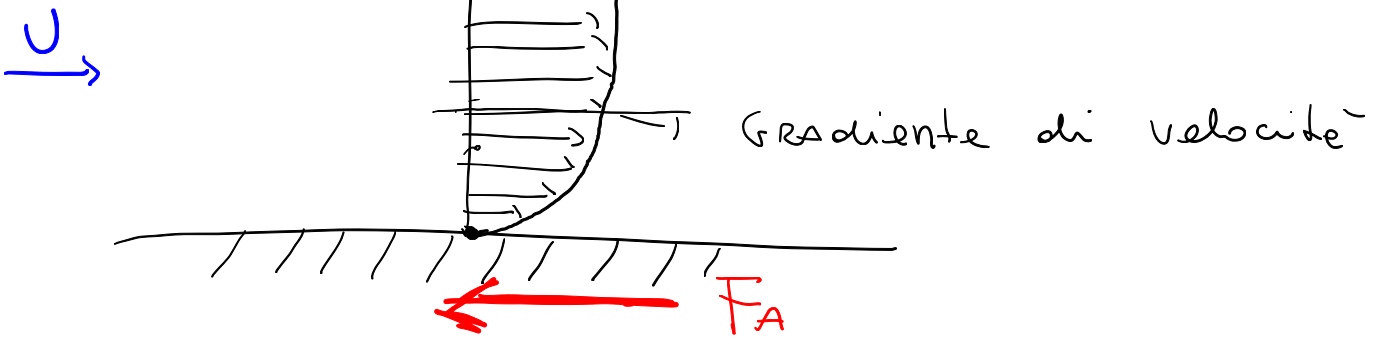
In un fluido ideale, non viscoso,
 la resistenza di un corpo
 simmetrico è nulla.

Con LA VISCOSITÀ



x LA FORZA DEL CORPO e LA VISCOSITÀ A UN CERTO PUNTO v_i è DISTACCO del FLUIDO => FORMAZIONE di VORTICI

VISCOSITÀ: resistenze allo scorrimento di un fluido



RESISTENZA => FORZA DI ATRITO VISCOSO

$$\rightarrow \Delta F_e = \mu \cdot S \frac{\Delta U}{\Delta z}$$

μ : VISCOSITÀ DINAMICA

$$\frac{\Delta U}{\Delta z} = \frac{U_2 - U_1}{z_2 - z_1}$$

È un attrito RAPPORTO INCREMENTALE (OPPOSTO al MOVO)

Variazione delle velocità rispetto a z di 2 strati adiacenti

μ = VISCOSITÀ DINAMICA =

ν = VISCOSITÀ CINEMATICA

$$\mu = \frac{\Delta F}{S \cdot \frac{\Delta u}{\Delta z}} = \frac{N}{m^2 \cdot \frac{m/s}{m}} = \frac{N}{m^2 \cdot s} = \frac{N \cdot s}{m^2} =$$

$$= kg \cdot \frac{m}{s^2} \cdot \frac{1}{m^2} \cdot s = \left[\frac{kg}{m \cdot s} \right] = [Pa \cdot s]$$

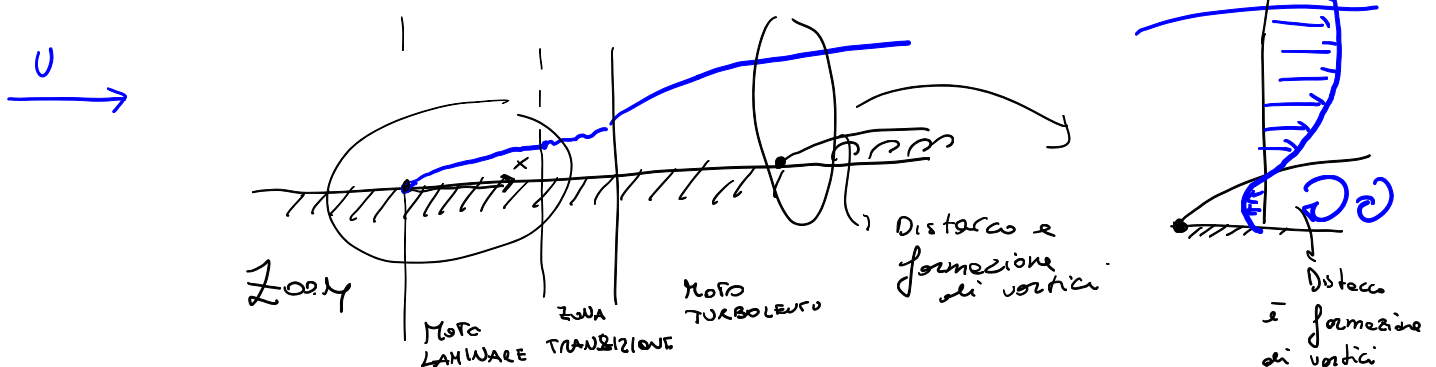
$$[\mu] = [L^{-1} m^1 t^{-1}] = \left[\frac{m}{L \cdot t} \right] \quad \text{pag. 54}$$

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} = \left[\frac{\frac{kg}{m \cdot s}}{\frac{kg}{m^3}} \right] = \frac{m^2}{s} \quad [L^2 m^0 t^{-1}]$$

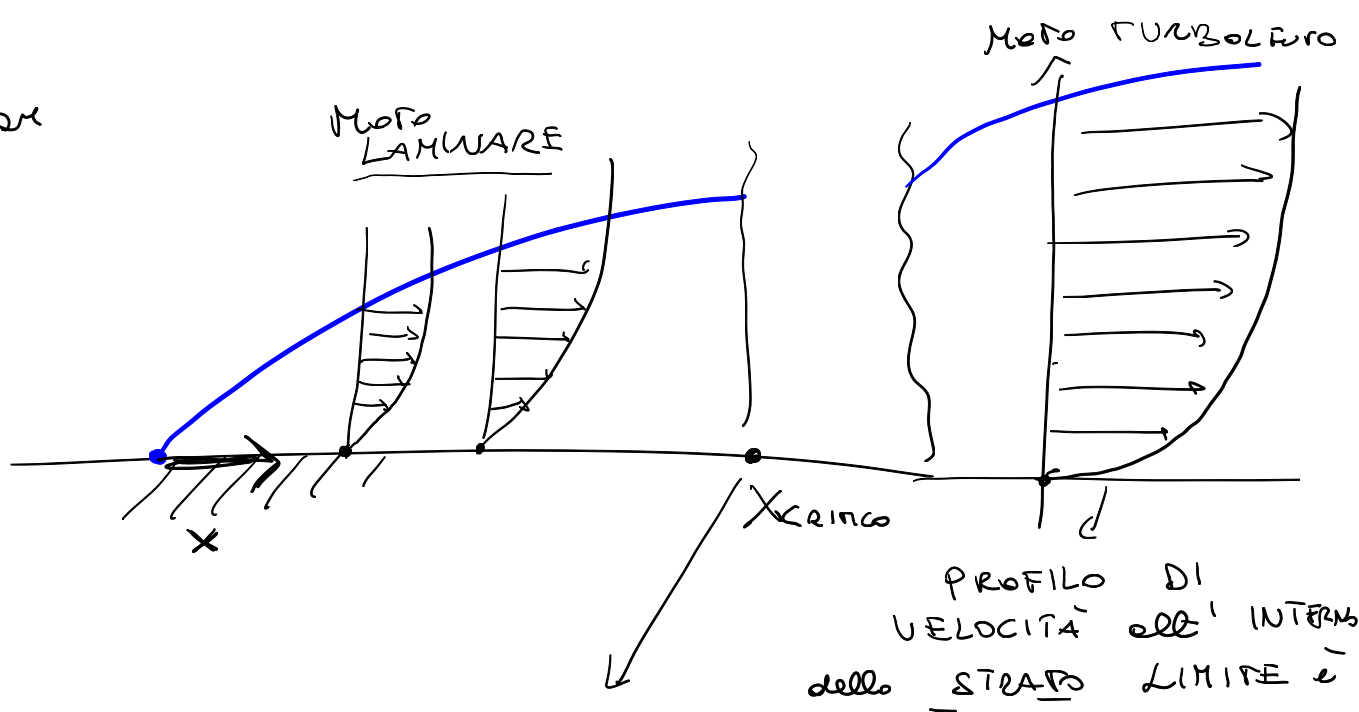
ρ : DENSITÀ $\left[\frac{kg}{m^3} \right]$

si use anche il $\left(\text{cSt} = 10^{-6} \frac{m^2}{s} \right)$
centi Stoke

STRATO LIMITE: uno strato in cui si vedono gli effetti della viscosità



Flow



Ad un RE CRITICO INIZIA il Moto TURBOLENTO + PANCIUTO

NUMERO di REYNOLDS

$$RE = \frac{\rho x U}{\mu}$$

x : LUNGHEZZA

U : VELOCITA'

ρ : DENSITA'

μ : VISCOSITA' DINAMICA

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \Rightarrow RE = \frac{x U}{\nu}$$

Il moto turbolento inizia ad un numero di RE particolare, critico RE_c

$$RE = \frac{x_{crit} \cdot U}{\nu} = \rho \frac{x_{crit} U}{\mu}$$

In CONDOTTE $RE_{critico} > 4000$

RESISTENZA
AERO-DINAMICA →

RESISTENZA DI FORZA

ATTRITO

DI SCIA

+

RESISTENZA
INDOTTA

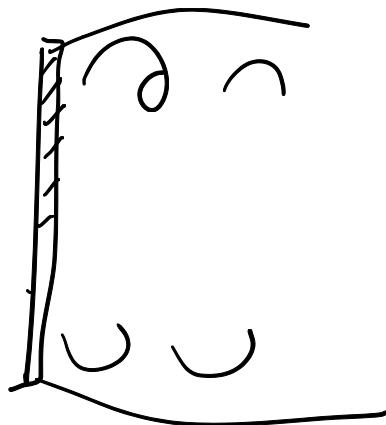
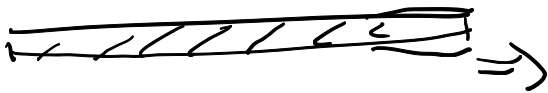
RESISTENZA DI FORZA

> R. di ATTRITO

< R. di SCIA

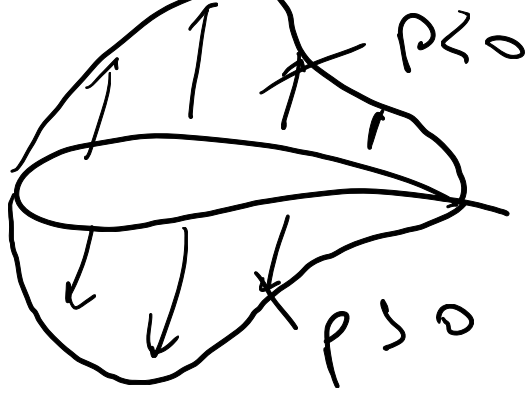
> R. di SCIA

< R. di otturib



RESISTENZA INDOTTA (TIP VORTEX)

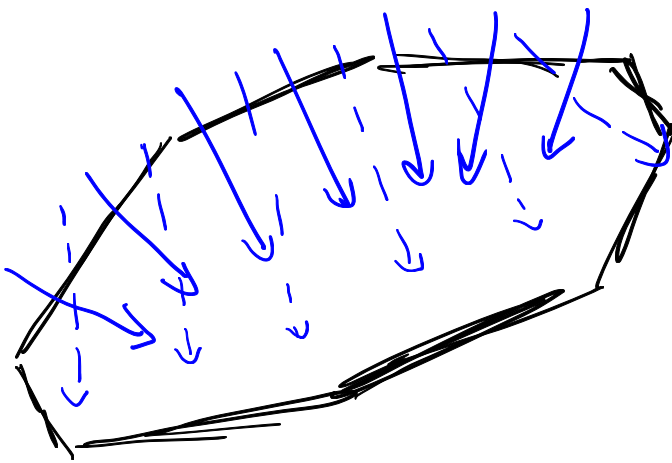
⇒ Le ali non sono infinite
⇒ sull' estremità di ali di
una certa lunghezza (APERTURA)
si ha un Δp di pressione.



=> questo con
le infinite

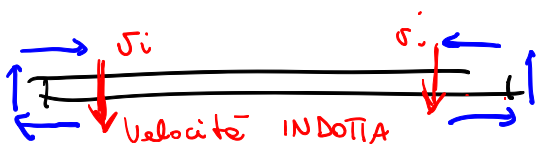
!!

Questo Δp di
pressione determina
all' estremità dell' ala
una velocità del fluido
detta VELOCITÀ INDOTTA



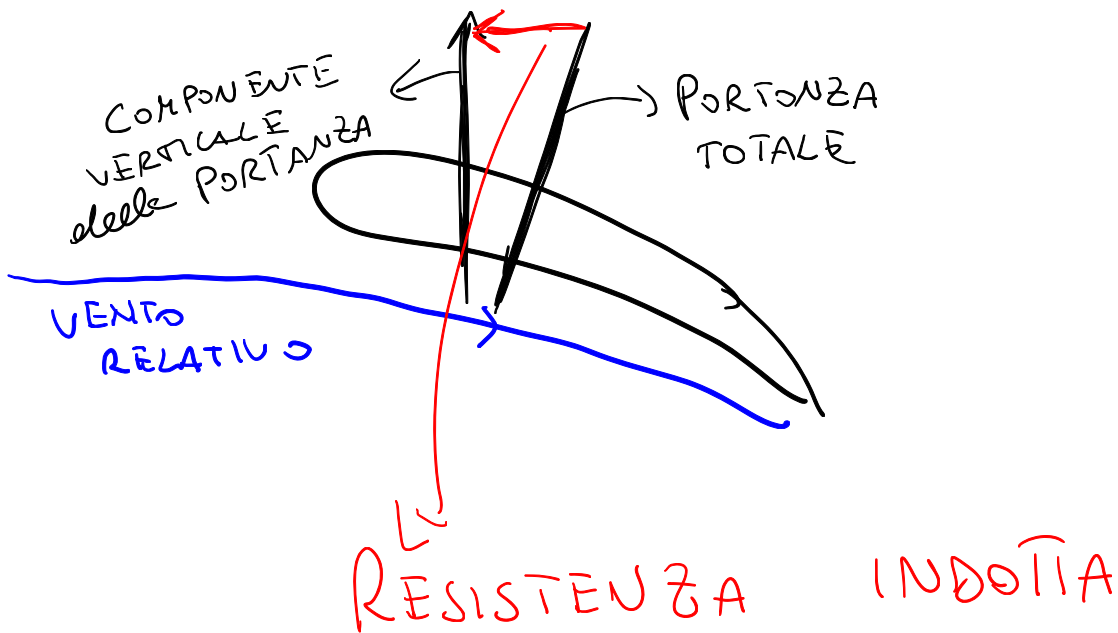
=> Il flusso
va dalle
faccie a $p >$
al dorso a $p <$

=> sul DORSO
velocità convergenti
sulla FACCIA
velocità DIVERGENTI



=>

FORMAZIONE DEI
VORTICI ai ESTREMITÀ



PRADTL, fisico che ha studiato il fenomeno

$$C_{ri} = \frac{C_p^2}{\pi \lambda}$$

COEFFICIENTE di RESISTENZA INDOTTA

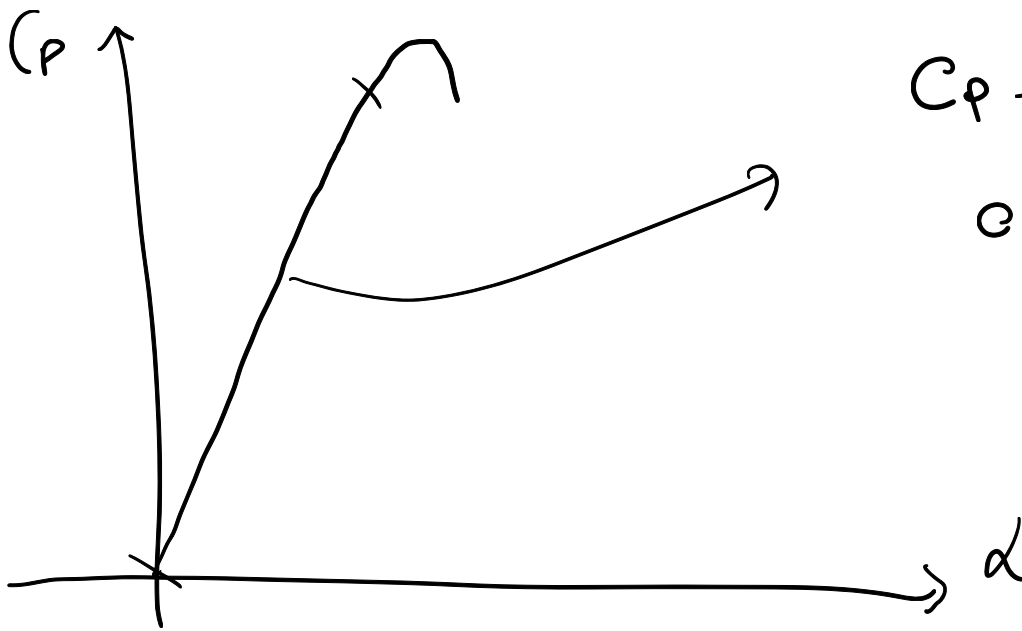
λ : RAPPORTO di ASPETTO di UN'ALA FINITA

$$\lambda = \frac{\text{APERTURA}}{\text{CORDA}}$$

Per ALI ELLITTICHE ($< v_i$)

→ Si può ricavare λ di non ellittiche un $\lambda_{eff} = \lambda \cdot u$

coefficiente correttivo (Anderson) $u \sim 0.9$



$$C_p = c_{p\infty}' \cdot \alpha$$

$$c_{p\infty}' = 5.73$$

$$C_p' = \frac{c_{p\infty}'}{1 + \frac{c_{p\infty}'}{\pi \lambda}}$$