

DIAGRAMMA DI CROCCO

Troppe volte ho visto sul campo di volo gente che centra i modelli con metodi leggermente "spannometrici".

"Ma sì, centra tutto a 1/3 o a 1/4 della corda e vedrai che va tutto bene!!!!" oppure "Intanto il motore tira su qualsiasi cosa, casomai se è picchiato trimmi a cabrare, non c'è problema..." o peggio ancora "Modello picchiato, modello salvato".

E intanto mi chiedevo: ma se al posto di uno stabilizzatore largo 30 cm ce ne fosse uno largo 40 cm? E se invece di essere proprio lì lo spostassi 5 cm più indietro? Cosa cambierebbe?

A giudicare da alcune persone sembra che l'unico parametro di centraggio di un modello sia solo il "25% della corda", ma questo non è assolutamente vero, soprattutto per gli aliante.

Gli occhi mi si sono aperti dopo aver fatto l'esame di "Progetto Generale di Velivoli" dove quasi metà del suddetto è basato proprio sul calcolo della stabilità longitudinale a comandi liberi e a comandi bloccati.

Ma tutte queste cose che ho studiato sono valide anche per i nostri modellini? Certo! E forse a maggior ragione perché sui modelli non abbiamo quella manciata di giroscopi di cui un aereo vero è dotato.

E allora come faccio a sapere dove deve essere situato il CG del mio modello per essere stabile?

La risposta ci viene dal famoso "Diagramma di Crocco". Facciamo l'esempio su un aliante molto semplice.

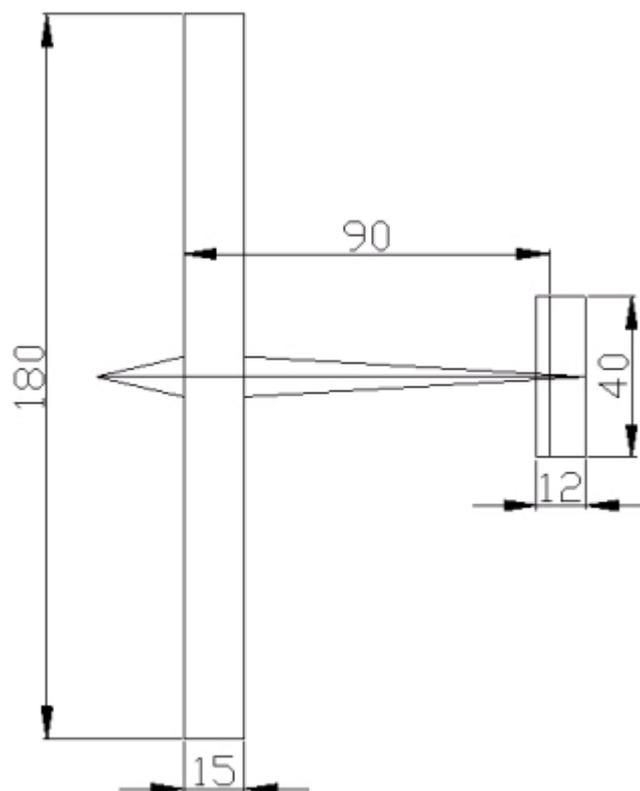
Siamo quindi arrivati ad avere davanti a noi il nostro bell'aliante. E dove lo piazziamo il nostro CG?

Beh, innanzitutto dobbiamo avere a disposizione alcuni dati tra cui:

- Geometria del velivolo
- Diagramma Cl-Cmo del profilo alare
- Diedro longitudinale

Forse è il caso di fare i nostri calcoli su un esempio pratico.

Suppongo che il mio modello sia fatto così:



- Apertura alare (Ba): 180 cm
- Apertura coda (Bc): 40 cm
- Corda ala (Ca): 15 cm
- Corda coda (Cc): 12 cm
- Distanza fra bordo di attacco e il 25% della Cc (D): 90 cm
- Profilo dell'ala: RG-14
- Profilo di coda: NACA 0008

1 - Calcolo della superficie alare:

$$S_a = B_a \times C_a = 180 \times 15 = 2700 \text{ cm}^2$$

2 - Calcolo delle superficie del piano di coda:

$$S_c = B_c \times C_c = 40 \times 12 = 480 \text{ cm}^2$$

3 - Calcolo del rapporto volumetrico di coda:

$$TVR = \frac{S_c}{S_a} \times \frac{D}{C_a} = \frac{480}{2700} \times \frac{90}{15} = 1,067$$

4 - Calcolo delle caratteristiche del profilo (Re=20000):

Attenzione!!! Il programma che ho usato per calcolare le caratteristiche del profilo mi ha dato il valore di $C_m(c/4)$ che sarebbe il C_m riferito al punto situato al 25% della corda. A noi invece serve il C_m riferito al bordo di attacco. Tra i due valori sussiste la seguente relazione:

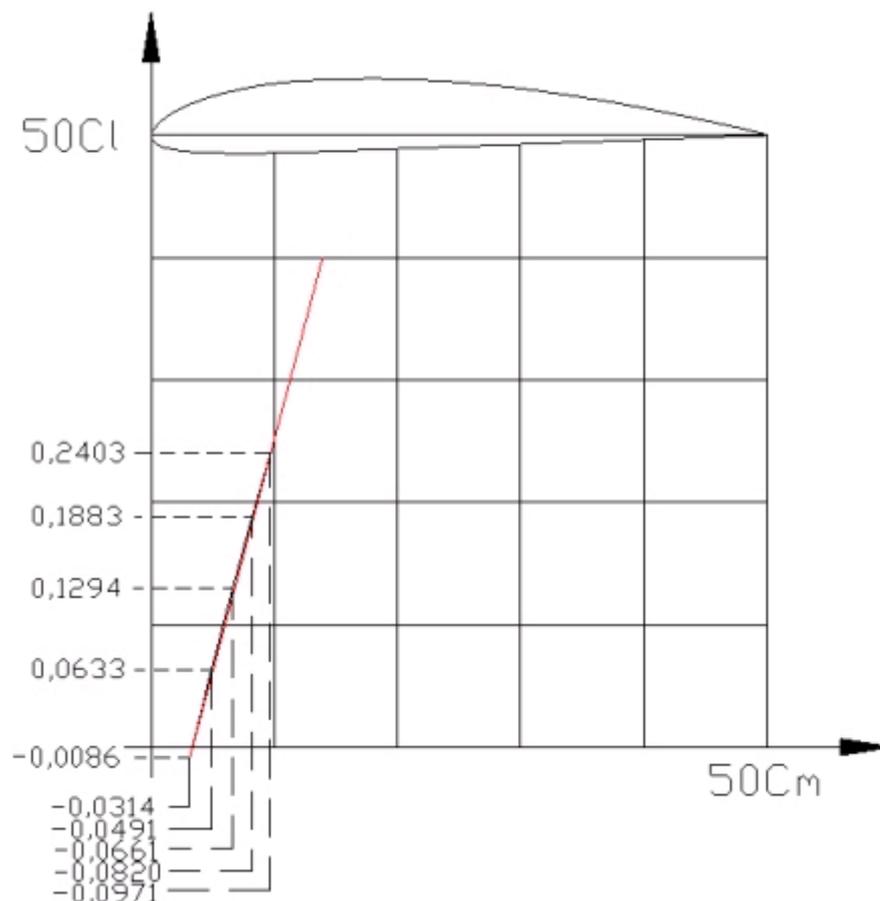
$$C_{m_0} = C_{m_{c/4}} - 0,25 \times C_l$$

Inoltre ora bisogna calcolare il coefficiente di momento totale C_{mt} con la seguente formula:

$$C_{m_t} = C_{m_0-aba} - 4 \times C_{m_0-coda} \times TVR$$

alfa	CLARK-Y			NACA 0008			Cmt
	Cl	Cm(c/4)	Cmo	Cl	Cm(c/4)	Cmo	
0°	-0,0086	-0,0335	-0,0314	0,0000	0,0000	0,0000	-0,0314
1°	0,0633	-0,0333	-0,0491	0,0704	0,0053	-0,0123	0,0034
2°	0,1294	-0,0337	-0,0661	0,1399	0,0098	-0,0252	0,04140
3°	0,1883	-0,0349	-0,0820	0,2034	0,0127	-0,0382	0,0808
4°	0,2403	-0,0370	-0,0971	0,2520	0,0116	-0,0514	0,1223

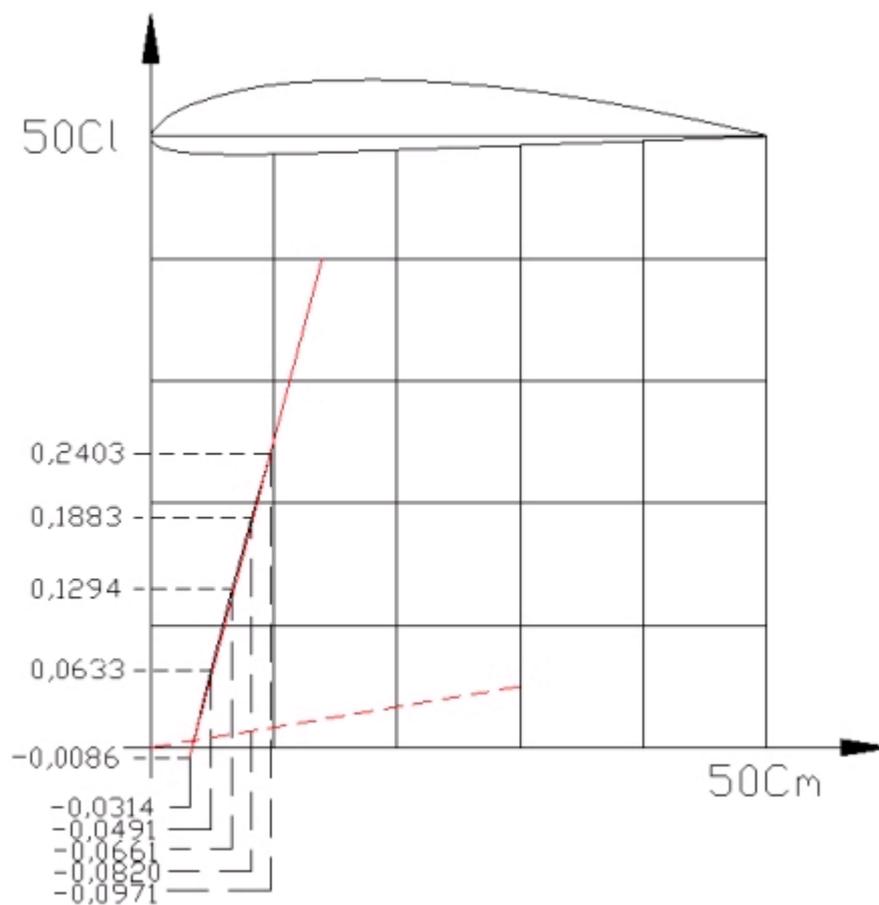
5 - Diagramma di Crocco per l'ala isolata



6 - Calcolo "retta isoclima"

Trovate sull'asse delle ascisse il valore di D e su quello delle ordinate il valore di Ca.

S uggerimento: questa operazione serve a trovare una certa inclinazione. Se vedete che i valori di D e di Ca sfiorano i limiti del grafico, potete tranquillamente dividerli per lo stesso numero. Ad esempio i miei sono stati divisi per tre.



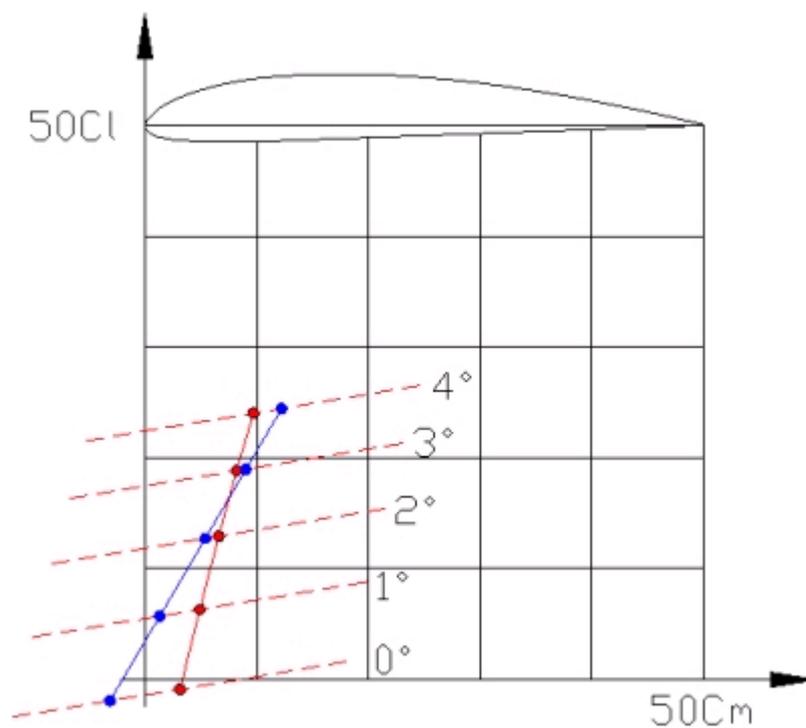
7 - Disegno della retta del Coefficiente di momento totale C_{mt}

a - prendo una retta parallela alla nostra isoclina

b - la faccio passare per il punto corrispondente all'incidenza $\alpha=0^\circ$

c - segno sulla suddetta isoclina il punto del C_{mt} calcolato per l'incidenza $\alpha=0^\circ$

e - Ripeto il punto b e c per le altre incidenze



8 - Determinazione dei punti

Ora dobbiamo sapere quale sia il diedro longitudinale ovvero la differenza di incidenza tra l'ala e il piano di coda.

Per esempio io so che il diedro longitudinale del mio modello è di 2° .

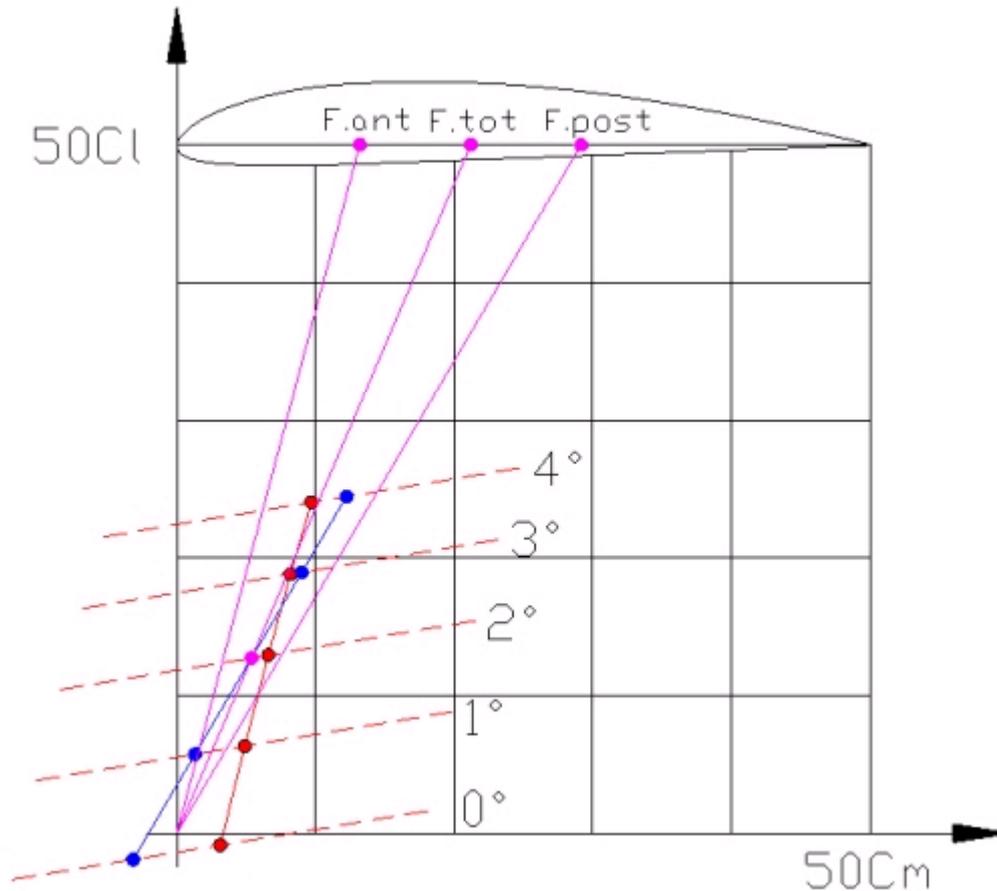
Allora spicco dall'origine una retta che passi per il puntino blu (che però io ho segnato in **viola**) sulla retta isoclina che rappresenta i 2° e la proungo fino a determinare il punto F.tot sulla corda del nostro profilo.

Ora prendo una retta che sia parallela alla retta **blu** e che passa per l'origine e la proungo fino a determinare il punto F.post sulla corda.

Infine prendo una retta che sia parallela alla retta **rossa** e che passa per l'origine e la proungo fino a determinare il punto F.ant sulla corda.

F.tot: è il punto che mi determina il fuoco totale del modello ovvero il punto per cui è costante il momento totale del modello al variare dell'assetto. Il modello risulterà centrato se il CG è sul punto F.tot o comunque leggermente anteriore ad esso.

F.ant e F.tot: sono i due punti che mi determinano la massima escursione del baricentro. Se il CG dovesse trovarsi dietro a F.post o davanti a F.ant il modello non potrebbe essere stabile.



Beh, sulla stabilità sono stati scritti interi libri (dico davvero, non sto scherzando) per cui liquidarla in una pagina html non sarebbe neanche "rispettoso", ma come punto di partenza direi che può andare bene.

Se avete qualche domanda basta [chiedere all'autore](#).

Per scrivere all'articolo ho preso spunto da un opuscolo scritto dall'ASA nel 1976 e dagli appunti personali del corso di "Progetto Generale di Velivoli" A.A. 2001/2002 - Politecnico di Milano - Prof. Bottasso

Saluti, Alessandro