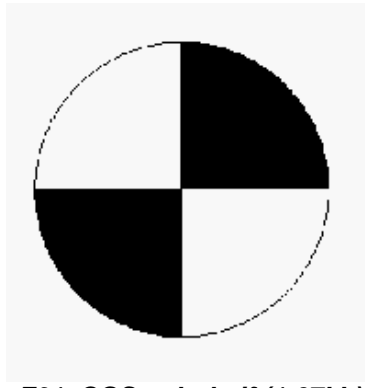


Che cos'è il Centro di Gravità

Chiunque si è sempre posto domande del tipo: “dove si trova il centro di gravità del mio modello?” oppure: “Dovrò avanzarlo o arretrarlo?”. In questa pagina cercherò di spiegare con linguaggio pratico e poco scientifico come si fa a sapere dove deve essere questo famoso punto e perché è così importante da condizionare il volo dei nostri modelli.

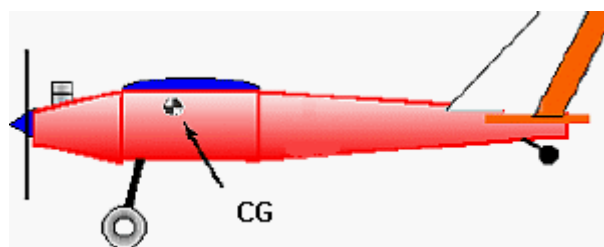
In qualsiasi kit o disegno deve sempre essere localizzato questo punto (d'ora in poi lo chiameremo CG), normalmente viene indicato con questo simbolo (gli inglesi lo chiamano anche “Balance”). Vedremo di conoscere il CG come aeromodellista e non come progettista di aeromodelli perché altrimenti ci vorrebbe un libro e non basterebbero poche righe.



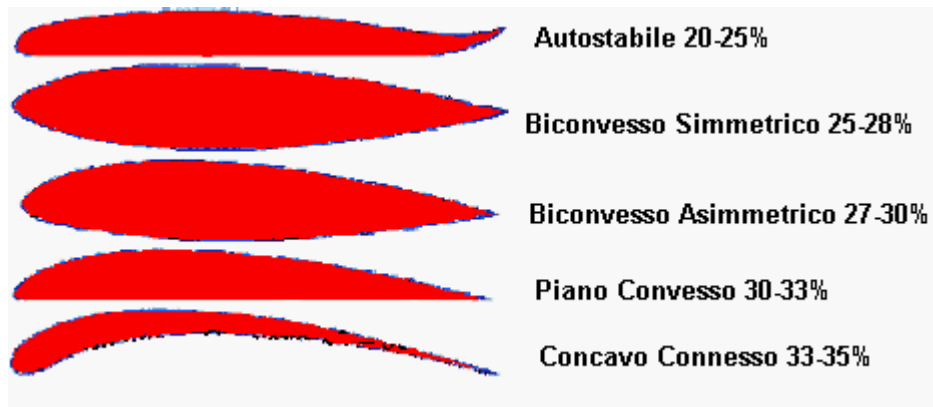
F01_CGSymbol.gif (1.67kb)
Figura 1 – Simbolo del CG

Se osserviamo il nostro modello tenendolo sollevato con due dita appoggiate sulla parte inferiore dell'ala sulla linea del CG vedremo che si mantiene in equilibrio senza inclinarsi verso coda o verso il muso. Naturalmente si deve fare questa prova con il modello completamente assiemato, con radio, servi, motori e batterie installate ma con il serbatoio vuoto (infatti quando è pieno il modello risulterà senz'altro più picchiato e questo è bene per preservarlo da schianti non desiderati..).

A questo punto è bene sapere che il punto che abbiamo trovato è condizionato solo dal profilo e dalla pianta dell'ala. Questa localizzazione non è millimetrica, ma si assume una certa tolleranza a seconda del profilo alare, per cui scelto il profilo si può presumere che il CG sarà situato in una certa posizione.



F02_CGKit.gif (5.81kb)
Figura 2 – Posizione solita del CG



F03_CGProfil.gif (4.82kb)

Figura 3 - Posizione del centro di gravità a seconda del tipo di profilo

Al di fuori di questi margini non si può avere un volo stabile. Rimanendo all'interno di questi valori ma spostandoci in avanti si otterrà un volo molto sicuro (stabile) anche se poco reattivo, che però va bene per un collaudo quando non si conoscono le reazioni del modello. Se intendiamo ottenere un volo molto nervoso (acrobatico) dovremo arretrare il CG.

I moderni aerei da guerra hanno un baricentro volutamente molto arretrato per poter effettuare manovre "impossibili", e solo grazie ad un computer che corregge le manovre del pilota riescono a volare in modo stabile.

Come localizzare il CG

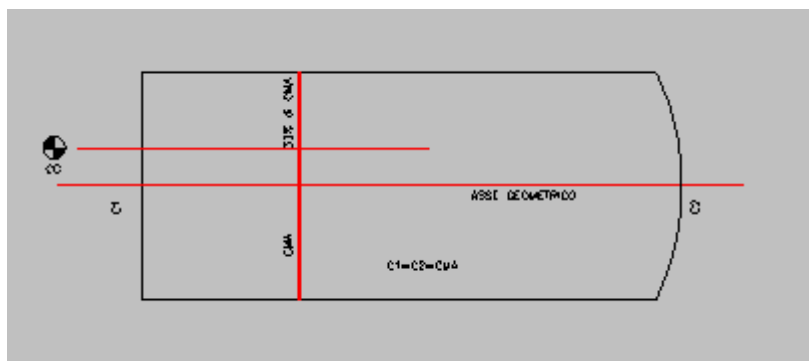
Con la Fig.3 abbiamo visto per ciascun profilo dove si trova il CG. Adesso vediamo come calcolarlo geometricamente sui nostri modelli.

Bisognerà distinguere tra questi casi:

1. Ala rettangolare
2. Ala trapezoidale
3. Ala con freccia
4. Ala a doppio trapezio
5. Biplano con ali uguali
6. Biplano con ali disuguali
7. Canard

1. Ala rettangolare

Se il nostro modello ha l'ala rettangolare ci troviamo nel caso più semplice possibile. La CORDA, che è la distanza nel senso longitudinale tra il bordo di entrata (BE) e il bordo di uscita (BU) dell'ala, è la stessa lungo tutta l'ala dalla radice (ROOT) all'estremità (TIP) per cui la Corda Media Aerodinamica (CMA) coincide con la corda alare.



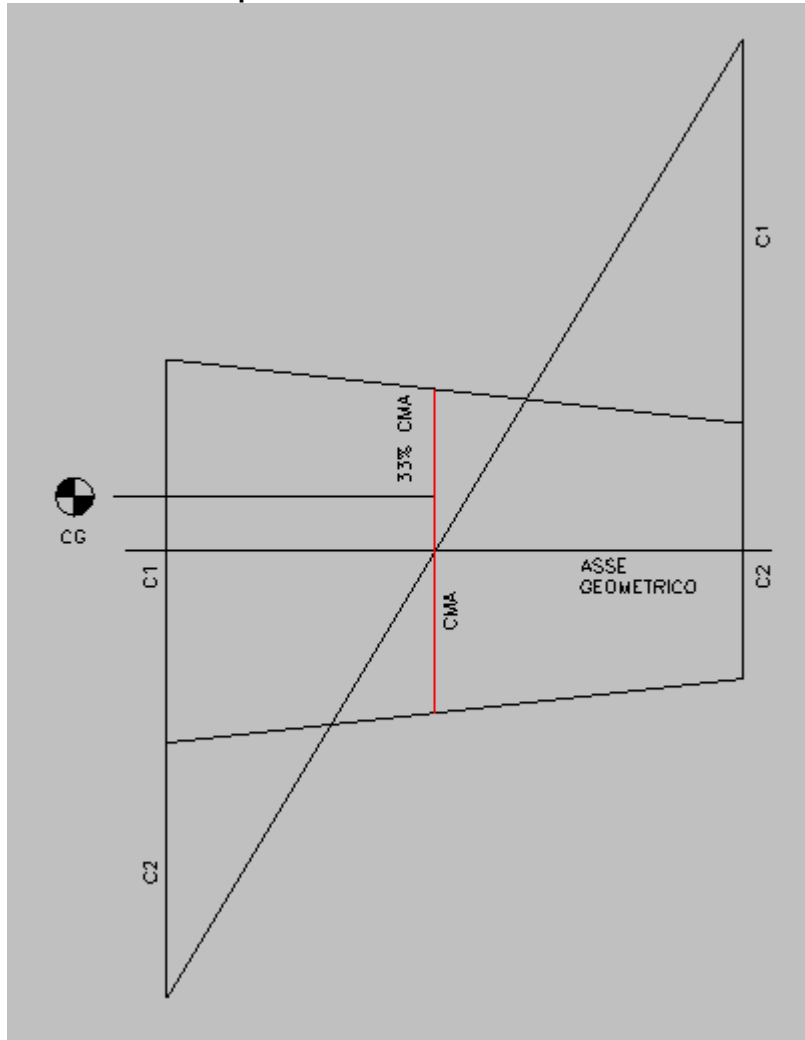
F04_AlaRett.gif (2.1kb)

Figura 4 - Posizione del CG per ala rettangolare

A questo punto semplicemente prendiamo per es. il 30% della corda (se il 30% corrisponde al valore del profilo scelto – vd. Fig.3) partendo dal BE. Una volta localizzato il punto tiriamo una perpendicolare all'asse longitudinale del modello. Lungo questa linea sarà localizzato il CG. E' proprio su questa linea che collocheremo le nostre dita per controllare il bilanciamento del modello.

2. Ala trapezoidale

Nel caso di un'ala trapezoidale dobbiamo parlare di Corda Media Aerodinamica (CMA) che si distingue nettamente dalla corda del profilo.



F05_AlaTrapez.gif (3.84kb)

Figura 5 – Ubicazione del CG in un'ala trapezoidale

Per prima cosa è necessario localizzare la CMA.

Sappiamo che, per quanto riguarda la longitudine, deve passare sulla linea della media aritmetica tra la corda alla radice C1 e la corda all'estremità C2 (questa linea si chiama CENTRO GEOMETRICO) dobbiamo trovare geometricamente il punto lungo l'ala dove passa la CMA.

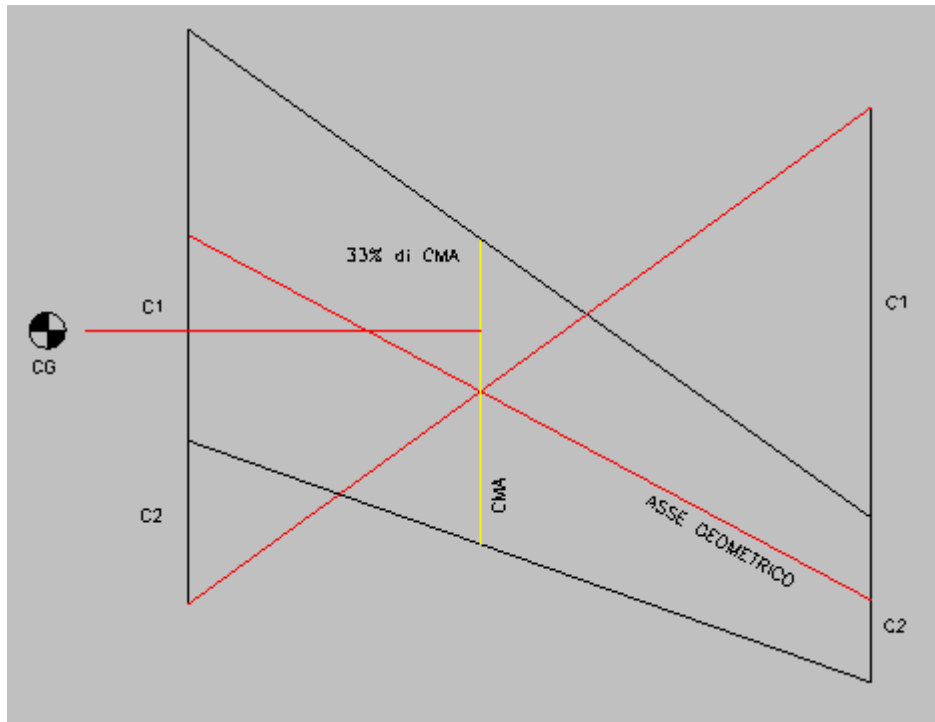
Abbiamo bisogno di un disegno in scala della pianta dell'ala. Tracciamo una linea che unisce i due punti medi delle corde estreme (C1 e C2). Prolunghiamo, di una distanza pari a C2, la linea di C1. Facciamo la stessa operazione anche su C2 ma sul BE.

Uniamo i due estremi ottenuti con una linea che va ad intersecare quella del centro geometrico. Nell'intersezione delle due linee si ha la CMA parallela all'asse longitudinale del modello.

Trovata la CMA (in rosso in Fig.5) prendiamo la percentuale che corrisponde a quella del profilo scelto e tiriamo la perpendicolare all'asse del modello. Abbiamo trovato la linea del CG.

3. Ala a freccia

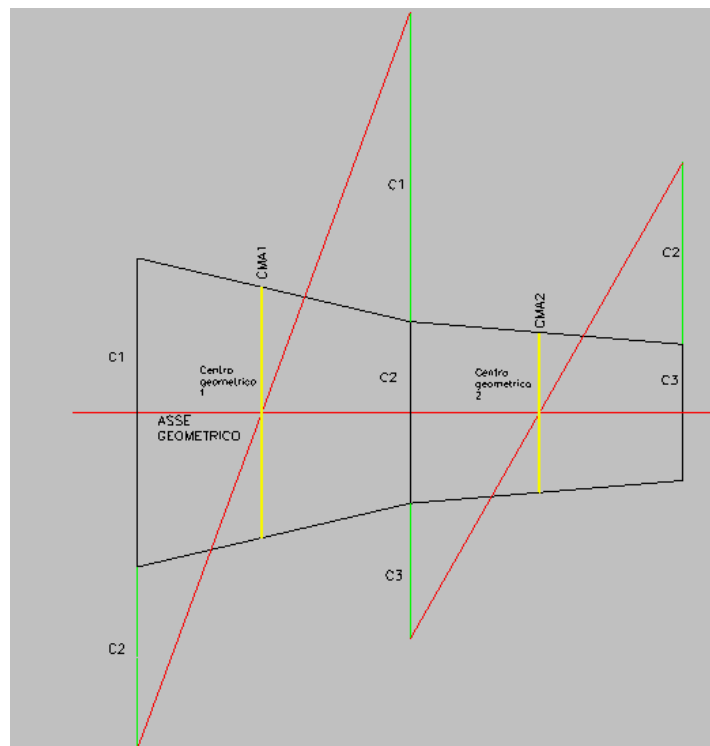
La posizione del CG si trova esattamente nello stesso modo dell'ala trapezoidale, l'unica differenza è che l'asse geometrico è inclinato all'indietro.



F06_AlaFreccia.gif (4.24kb)
Figura 6 – Ubicazione del CG in un'ala a freccia

4. Ala a doppio trapezio

Anche se è un tipo di ala abbastanza raro (figura 7) si ritrova in alcuni aerei (Mustang ecc.). In questo caso è necessario scindere l'ala in due (o più) tronconi e calcolare i CMA indipendenti di ogni troncone come se fosse un'ala trapezoidale normale.



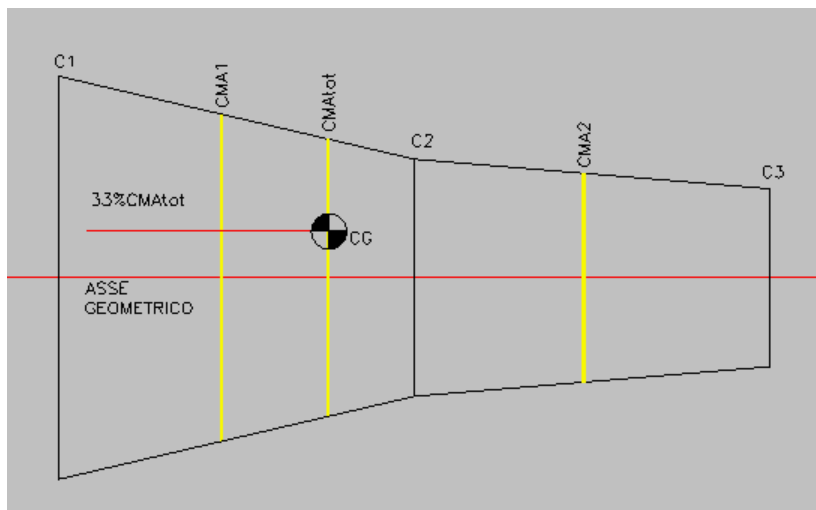
F07_AlaDopTrap01.gif (5.93kb)
Figura 7.01 – Calcolo CG ala doppio trapezio

Una volta che si conoscono le CMA si trovano i relativi CG si potrà trovare la CMA e il CG totale dell'ala attraverso la seguente formula:

$$CMA_{Tot} = \frac{(CMA_1 \times S_1) + (CMA_2 \times S_2)}{S_1 + S_2}$$

Equation01 (1.55kb)
Formula 01 – Calcolo CG ala doppio trapezio

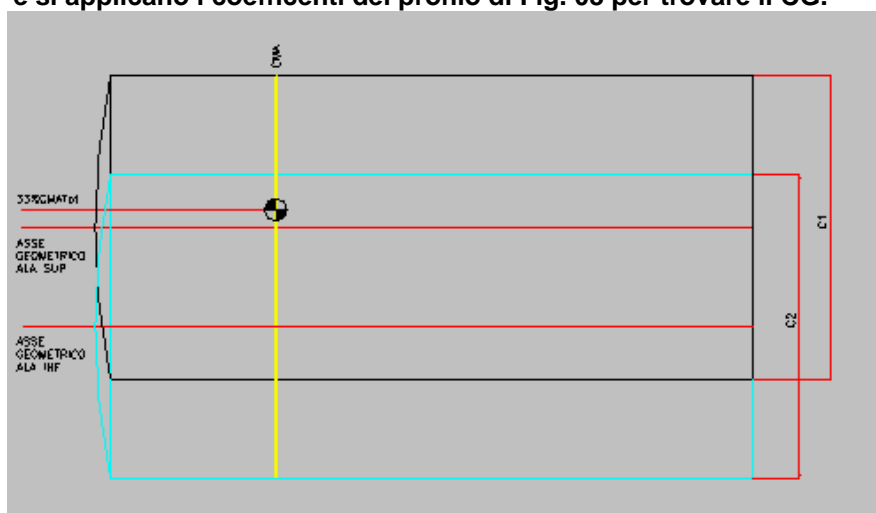
Dove S1 e S2 sono le superfici di ciascun pannello (Area trapezio = semisomma base x altezza). Riportando graficamente quanto ottenuto dalla formula si localizza la CMA totale e di conseguenza applicando i coefficienti dei profili visti in Fig.3 si trova la posizione di CG (vedere Fig. 7.02)



F07_AlaDopTrap02.gif (4.08kb)
Figura 7.02 – Calcolo CG ala doppio trapezio

5. Biplano con ali uguali

Nel caso di biplani con ali con medesima corda e apertura si può considerare il caso di un monoplano e la posizione del CG sarà data dalla distanza del BE della CMA dell'ala superiore (normalmente più avanzata) e il BU della CMA dell'ala inferiore (normalmente più indietro). Si ottiene così la CMA_{Tot} e si applicano i coefficienti del profilo di Fig. 03 per trovare il CG.



F08_BipeSTD.gif (3.56kb)
Figura 8 – Biplano con ali uguali

6. Biplano con ali disuguali

Nei biplani con ali diverse e di diversa superficie si applica una formula simile alla formula 01. Si parte calcolando la posizione dei due CG separatamente per ciascuna ala.

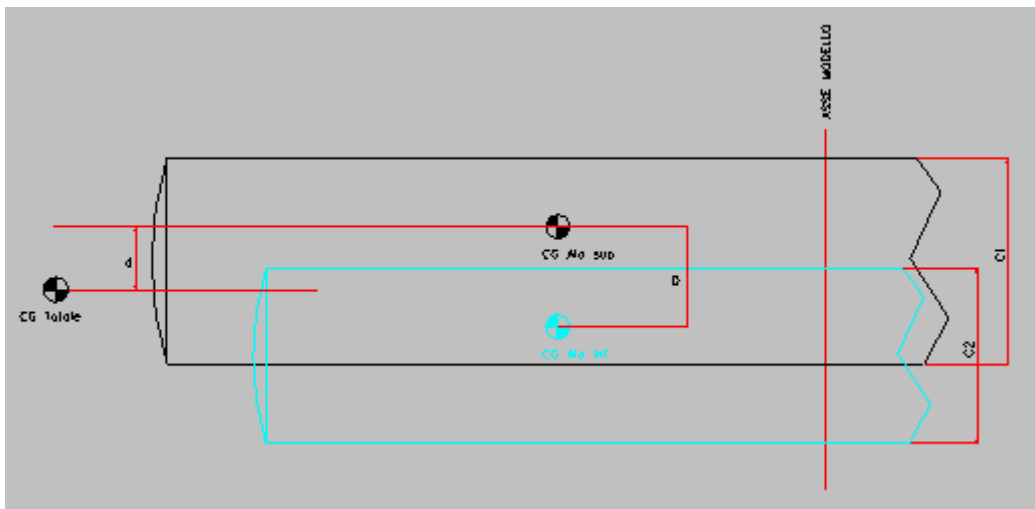
La distanza per posizionare il CG Totale sul piano orizzontale si chiamerà "D" e S1 e S2 sono le superfici delle due ali (S1 ala sup - S2 ala inf).

Si chiamerà "d" la distanza in orizzontale tra la posizione del Cg dell'ala superiore e la posizione del CG totale del biplano; questa distanza è definita da:

$$d = \frac{D}{\frac{S1}{S2} + 1}$$

Equation02 (1.13kb)

Formula 02 – Calcolo CG biplano



F09_BipeSesq.gif (3.2kb)

Figura 9 – CG in un biplano con ali diverse

7. Canard

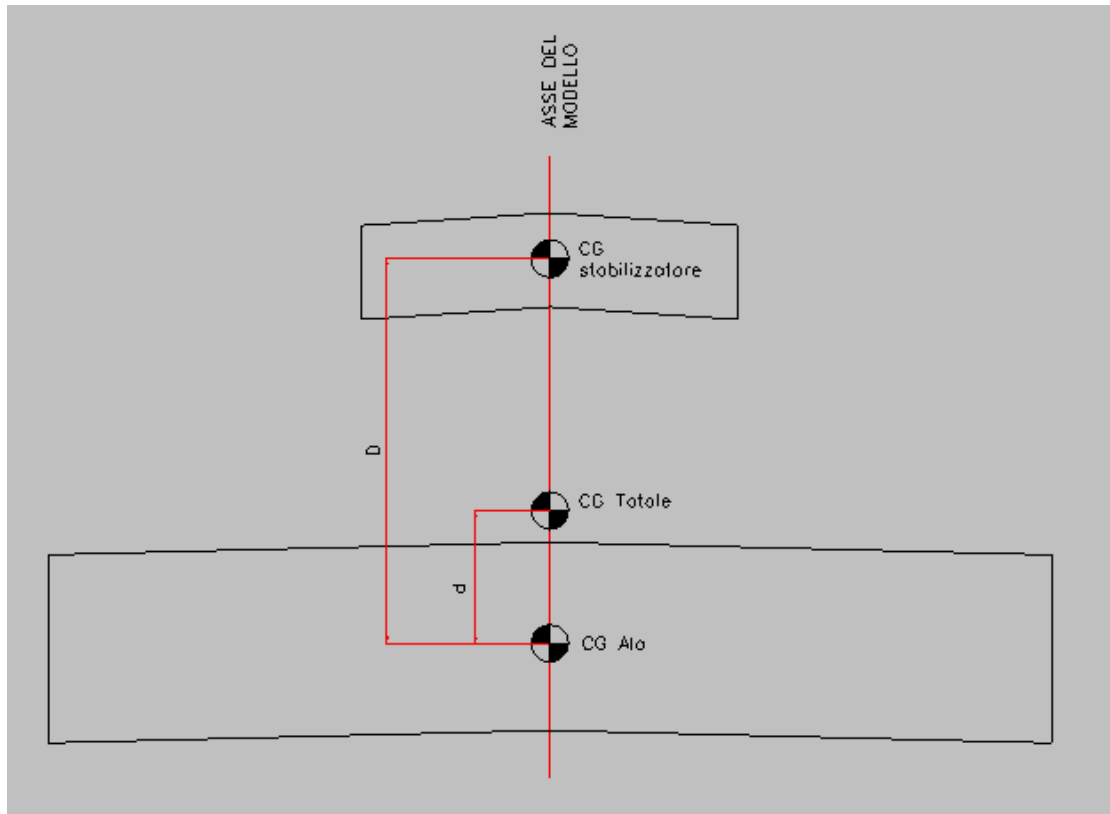
In questo tipo di aerei anche lo stabilizzatore, che si trova davanti, ha effetto di sustentazione perciò è necessario tenerne conto nel calcolo del CG.

Si calcola il CG di ciascuna ala indipendentemente dall'altra come abbiamo visto nei casi precedenti. Chiameremo "D" la distanza tra i due CG trovati e "d" la distanza tra il CG dell'ala posteriore e quello del CG totale (Attenzione: può anche essere un valore negativo, il CG totale allora sarà dietro quello dell'ala). Nella seguente formula SA= superficie ala - SC= superficie canard.

$$d = \frac{D \times SC}{SA}$$

Equation03.gif (1.07kb)

Formula 03 – Calcolo CG Canard



F10_Canard.gif (3.8kb)
Figura 10 – CG in un Canard