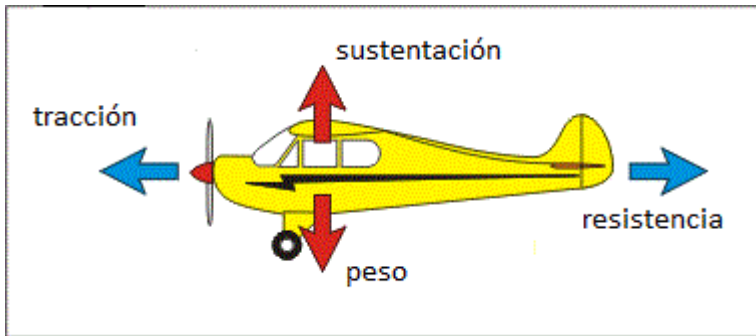


Calculo del Centro de Gravedad de un aeromodelo

Previamente a todo lo que vamos a ver, sería interesante reflexionar sobre

¿Qué es el centro de gravedad y por qué es tan importante?

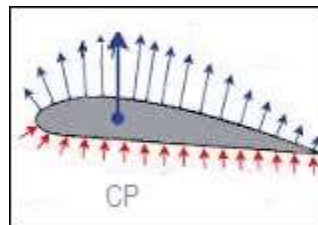
Cuatro son fundamentalmente las fuerzas que intervienen en el vuelo de un avión. La Sustentación, el Peso, la Tracción y la Resistencia al avance.



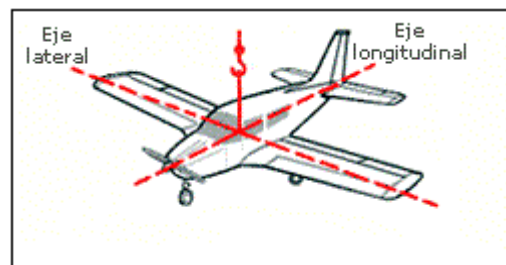
Cuando la tracción, la resistencia al avance, la sustentación y el peso están en equilibrio, el avión volará a una velocidad y altura constante.

El denominado centro de gravedad (CG) es el centro de simetría de masa, donde se aplica la resultante de las fuerzas gravitatorias que ejercen su efecto en un cuerpo.

Dicho más sencillamente, es el punto en el que imaginamos que se concentra el peso.



Existe otro punto muy importante que debemos considerar. Es el centro de sustentación. El centro de sustentación también llamado centro de presiones es el punto donde suponemos que actúa la resultante de todas las fuerzas que producen sustentación



El CG es a su vez el centro de balance o centro de equilibrio. Si se colgara al avión por ese punto, este quedaría suspendido en perfecto equilibrio.

Asimismo, como el avión es libre de moverse en cualquier dirección, todos sus movimientos los realiza pivotando sobre el CG

La importancia de la situación del CG. en relación al CP, viene dada por su carácter determinante en cuanto a la estabilidad y seguridad del modelo. Un avión con su CG dentro de ciertos límites, es manejable, responde a los mandos en la forma prevista y vuela por tanto con seguridad, mientras que el desplazamiento del CG. mas allá de dichos límites puede volverlo inmanejable

A efectos de centrado, la localización del CG. del avión se realiza por su posición relativa respecto a dos ejes del avión: eje lateral (de un extremo a otro de las alas) y eje longitudinal (de la cola al morro), aunque tiene mucha más importancia su desplazamiento a una posición adelantada o retrasada sobre el eje longitudinal que su posición desplazada a la izquierda o la derecha sobre el eje lateral.

Si el CG. resulta en una posición retrasada, el avión tenderá a caer de cola, y por tanto a elevar el morro (encabritarse). Debido al efecto palanca, esta tendencia se incrementa conforme aumenta el desplazamiento del CG hacia atrás.

La localización del CG adelantado, produce un avión pesado de morro.

De las dos situaciones planteadas, CG retrasado o adelantado, la peor sin duda es la de un CG retrasado

El centro de sustentación del aeroplano debe estar siempre muy cerca del centro de gravedad pues en caso contrario el avión no estará en equilibrio.

Llegamos pues, al punto de determinar dónde debe encontrarse el centro de gravedad de nuestro modelo.

A la vista de todo lo que hemos visto, lo que debemos determinar es **dónde esta el centro de sustentación de nuestro avión.**

Una vez localizado, debemos equilibrar el modelo de modo que el centro de gravedad este ligeramente delante del centro de sustentación

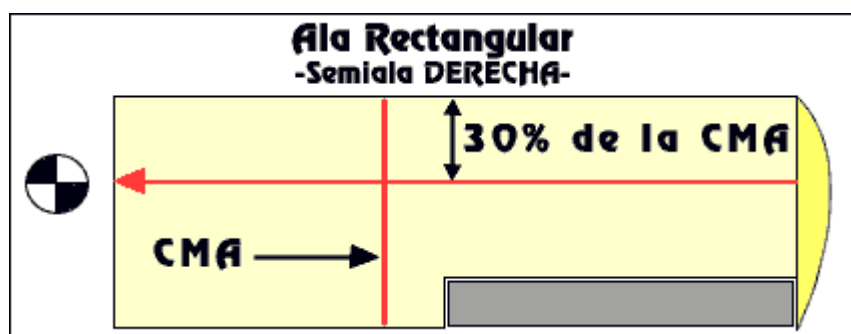
El problema es determinar donde está el centro de sustentación.

En perfiles normales podemos seguir la regla de que este punto se halla a 1/3 de la cuerda.

(Cuerda es la distancia entre el borde de ataque y el borde de salida, esto es, el ancho del ala)

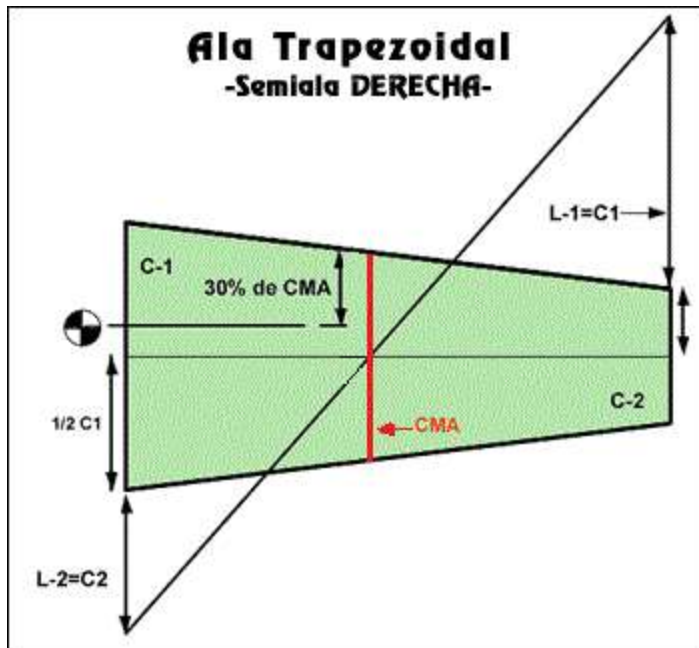
Para Para buscar el CP deberemos tomar en cuenta la forma del ala y su perfil

ALA RECTANGULAR:



Es la más común. Vemos como la cuerda es la misma desde la raíz al borde marginal, así que simplemente deberemos medir el 30 %

ALA TRAPEZOIDAL:



En este caso deberemos encontrar la Cuerda Media (CM) del ala.

En cuanto a la longitud sabemos de antemano que es la media aritmética de la cuerda en la raíz de ala C-1 y la del extremo C-2 pero tenemos que localizarla geoméricamente.

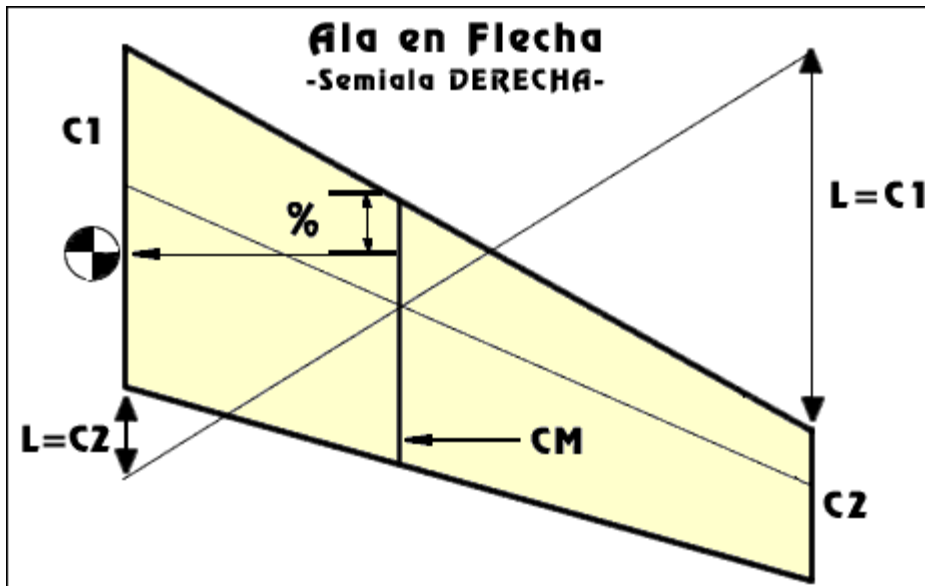
Para ello dibujamos a tamaño natural o a escala la planta alar y trazamos una línea que una los dos puntos medios o centros geoméricos de las dos cuerdas extremas.

Prolongamos a partir del borde de fuga, por ejemplo, la cuerda C-1 de la raíz del ala en un valor igual a C-2. Haremos lo mismo en el marginal donde añadimos a C-2 una longitud igual a C-1 .esta vez desde el borde de ataque.

Unimos los dos extremos de estas prolongaciones con una línea que va a cortar a la que unía los dos puntos medios de las dos cuerdas extremas y en esa intersección se halla la Cuerda Media

Sobre ella medimos el % que corresponda al perfil, generalmente el 30%, y desde ahí trazamos una perpendicular al eje longitudinal del avión lo que nos dará la situación del Centro de sustentación

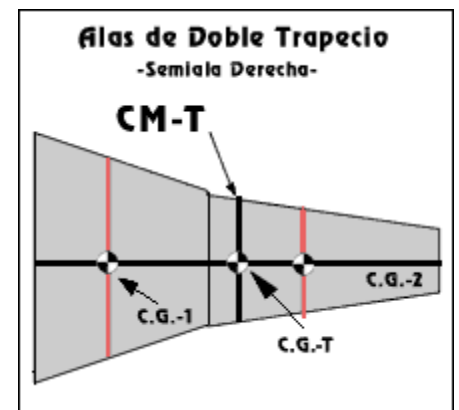
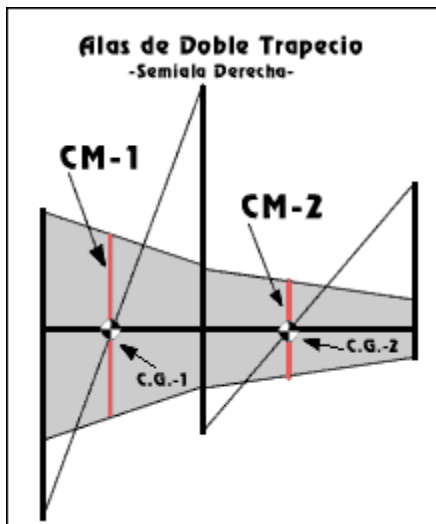
ALA EN FLECHA:



Se calcula exactamente del mismo modo que en las trapezoidales.

Lo único a destacar es lo retrasado que queda el centro de sustentación comparado con las rectangulares. De ahí que los aviones con ala en flecha tengan el morro corto.

ALAS EN DOBLE TRAPEZIO:



$$CM-T = \frac{(CM-1 \times S-1) + (CM-2 \times S-2)}{S-1 + S-2}$$

En este caso comenzamos por hallar la cuerda media (CM) de cada uno de los paneles (CM-1 y CM-2).

Lo haremos como en el caso del ala trapezoidal.

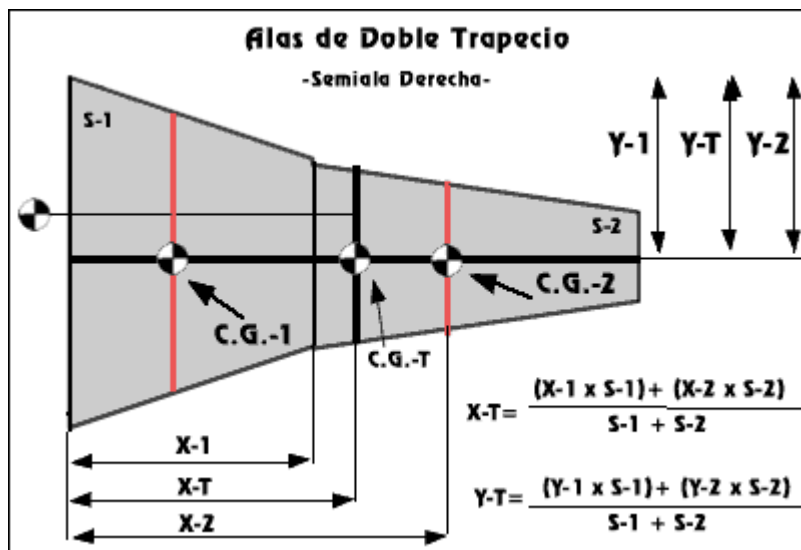
Una vez conocidas las dos CM y localizados sus centros geométricos (CG1 y CG2) podremos calcular las coordenadas (X e Y) del centro geométrico de la cuerda media del ala (CM-T)

Para ello usamos las siguientes fórmulas teniendo en cuenta que S-1 y S-2 son las superficies de cada uno de los paneles.

Recordemos que el área de un trapecio es la semisuma de las bases por la altura.

Con las fórmulas y el gráfico siguiente localizamos el centro geométrico total (CGT) a través del cálculo de sus coordenadas y podemos trazar la cuerda media total (CMT) como habíamos dicho antes.

En el caso representado en el gráfico todos los valores de Y son iguales, pero en la mayoría de los casos no ocurrirá esto.



BIPLANOS:

Nos podemos encontrar dos casos diferentes.

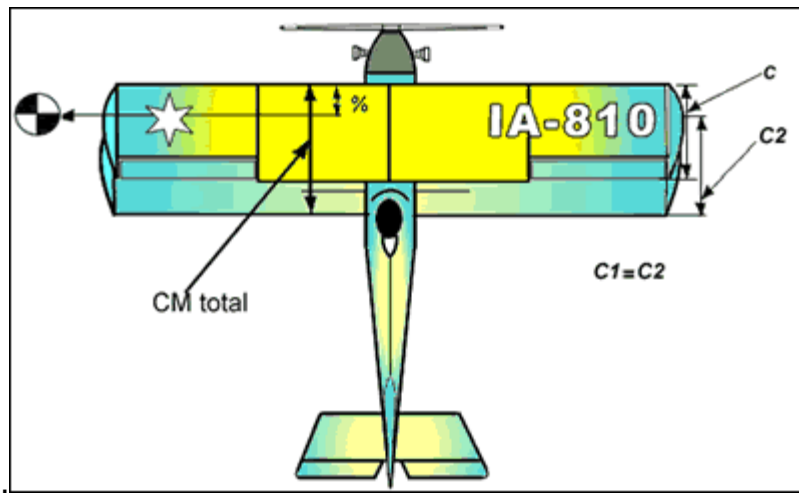
Las dos alas tienen la misma envergadura y la misma cuerda o las dos alas son diferentes.

En el primer caso, alas de idéntica cuerda y envergadura, debemos actuar como si se tratara de un monoplano cuya CM sería la distancia entre el borde de ataque del ala más adelantada y el borde de fuga del ala más atrasada.

Obtenida esta cuerda medimos el % que corresponda, según perfil, y ya tenemos el centro de sustentación.

Deberíamos también considerar el caso de biplano con alas en flecha (ej.- Bucker).

En este caso una vez calculada la cuerda según lo ya dicho, aplicaríamos el sistema explicado anteriormente para las alas en flecha.

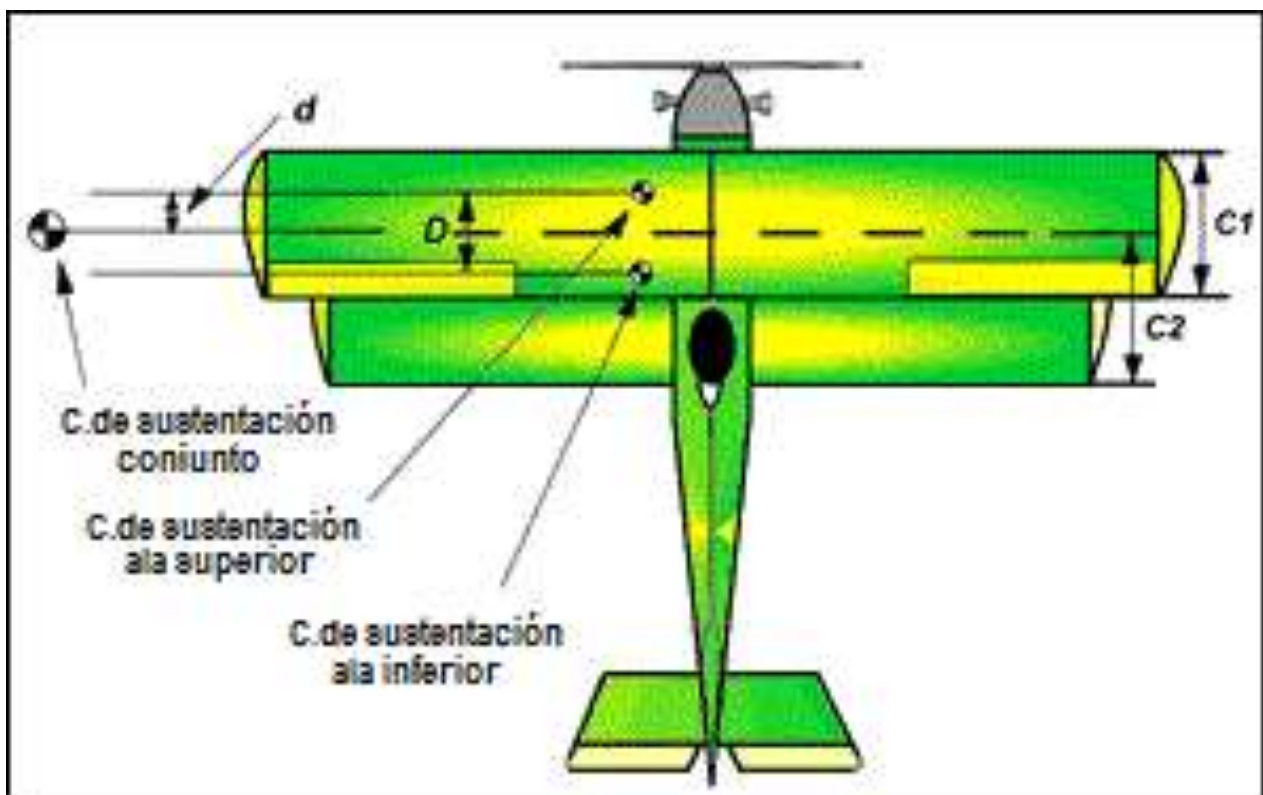


En los biplanos de alas desiguales, se debe empezar calculando la posición del centro de sustentación de cada una de las alas.

La distancia que separa estos dos centros, en el plano horizontal, la llamamos "D" y a la superficie de cada ala S-1 y S-2 .

Calculamos según la formula, el valor "d".

Esta es la distancia horizontal, entre la posición del centro de sustentación del ala superior y la posición del centro de sustentación conjunto de ambas alas.



$$d = \frac{D \times S_E}{S_A}$$