



SANDGLASS PATROL

<http://www.seelowe.4thperrus.com/>

El Ala y el Perfil, definiciones previas

Por Gizmo

El Perfil aerodinámico

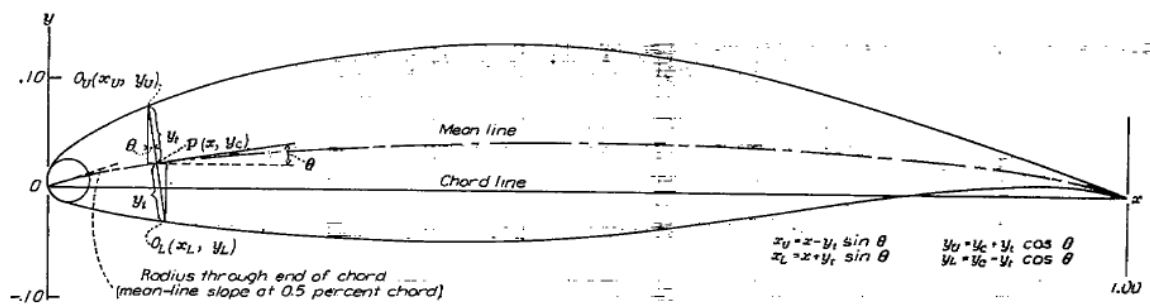
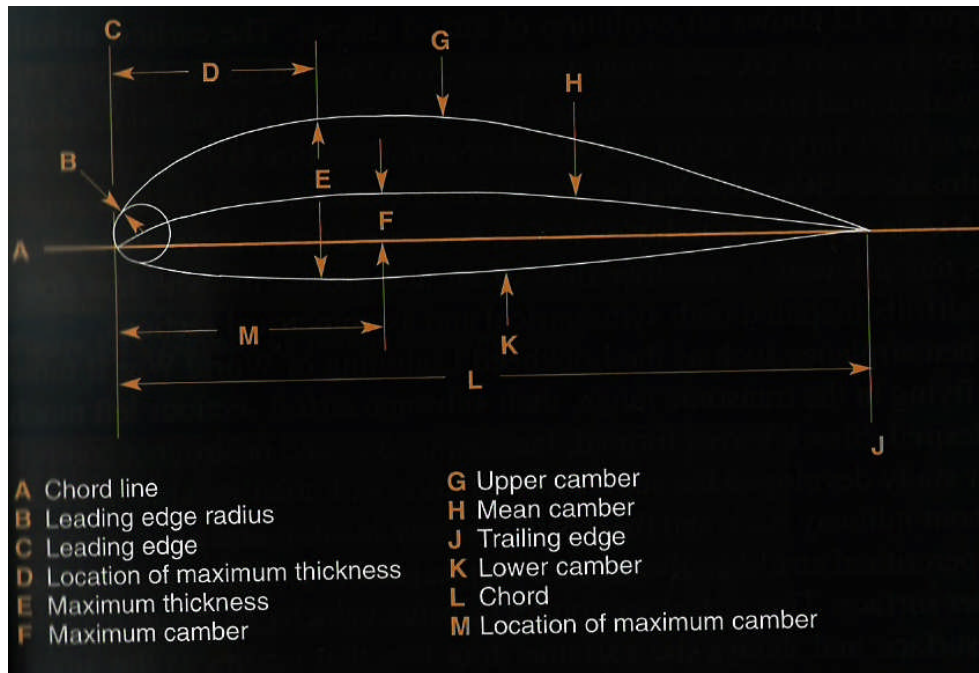


Imagen del Naca Report **Summary of airfoil data** de I.H. Abott y A.E. von Doenhoff (NACA Report 824 NACA-ACR-L5C05 NACA-WR-L-560, 270 pp. , 1945)

- Definiciones
 - Extradós: parte superior del perfil
 - Intradós: parte inferior del perfil
 - Borde de ataque del ala (*Trailing Edge*): Borde delantero del perfil
 - Borde de salida: Borde trasero del perfil.
 - Cuerda Geométrica o Cuerda (*Chord*): línea recta que une el borde de ataque con el borde de salida.
 - Línea de Curvatura Media o cuerda Media (*Curvature*): Lugar geométrico de los puntos que equidistan de la curva

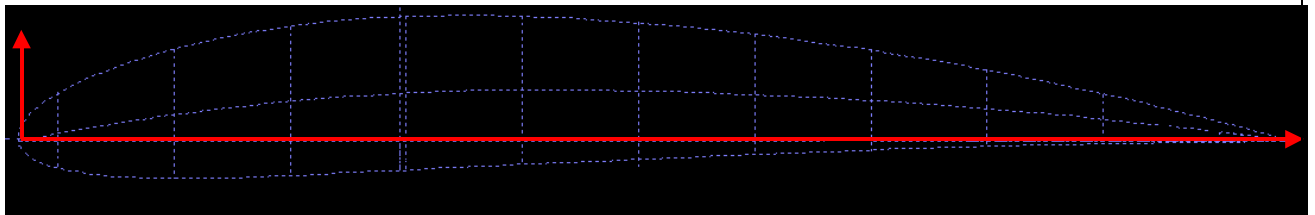


SANDGLASS PATROL

<http://www.seelowe.4thperrus.com/>

que define el extradós y el intradós. Si la línea de curvatura media queda sobre la cuerda geométrica se dice que la curvatura es positiva, si es por debajo, negativa, y de doble curvatura si un tramo va por encima y otro por debajo.

- Ordenada máxima de la línea de curvatura media: es la distancia máxima entre la línea de curvatura media y la cuerda; Es decir, si tenemos la función matemática que define la línea media, será un punto de derivada cero...; El valor de la ordenada máxima y su posición (medida desde el borde de ataque y sobre la cuerda geométrica, en % de esta misma) ayudan a definir la forma de la curvatura.
- Radio de curvatura del B.A.: Radio del círculo tangente a las curvas de intradós y extradós y con su centro situado en la cuerda media.
- Ángulo de ataque: ángulo que forma la velocidad de la corriente incidente con la cuerda geométrica.
- Algunas familias de perfiles (perfiles NACA)
 - La NACA (National Advisory Comitee for Aeronautics), ahora NASA, llevó a cabo investigaciones sistemáticas de diferentes perfiles, y los clasificó en familias. Son los conocidos perfiles NACA. Otros países y otras instituciones similares hicieron estudios que dieron tipo a otros perfiles, como los Clark Y, Göttingen o R.A.F. Sobre los perfiles NACA podéis descargar de su servidor un informe del año 1945 ([link](#))
 - NACA cuatro cifras:
 - 1ª cifra: expresa la ordenada máxima (Y) de la línea de curvatura, expresada en % de la cuerda, y medida a partir del borde de ataque.
 - 2ª cifra: multiplicada por 10 expresa la posición (X) de dicha ordenada máxima en % de la cuerda
 - 3ª y 4ª cifras: espesor máximo del perfil en % de la cuerda.



NACA4412; (**4**) la ordenada máxima es del 4% de la cuerda; (**4**) posición de dicha ordenada: $4 \times 10 = 40\%$ de la cuerda; (**12**) 12% de la cuerda de espesor máximo
Los perfiles simétricos son 00XY, y aún son bastante usados en las superficies de control de algunos aparatos



SANDGLASS PATROL

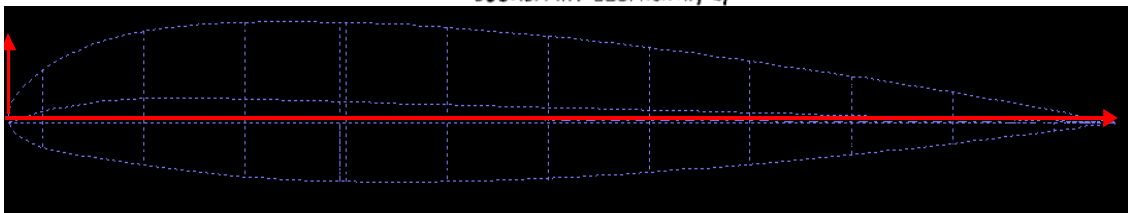
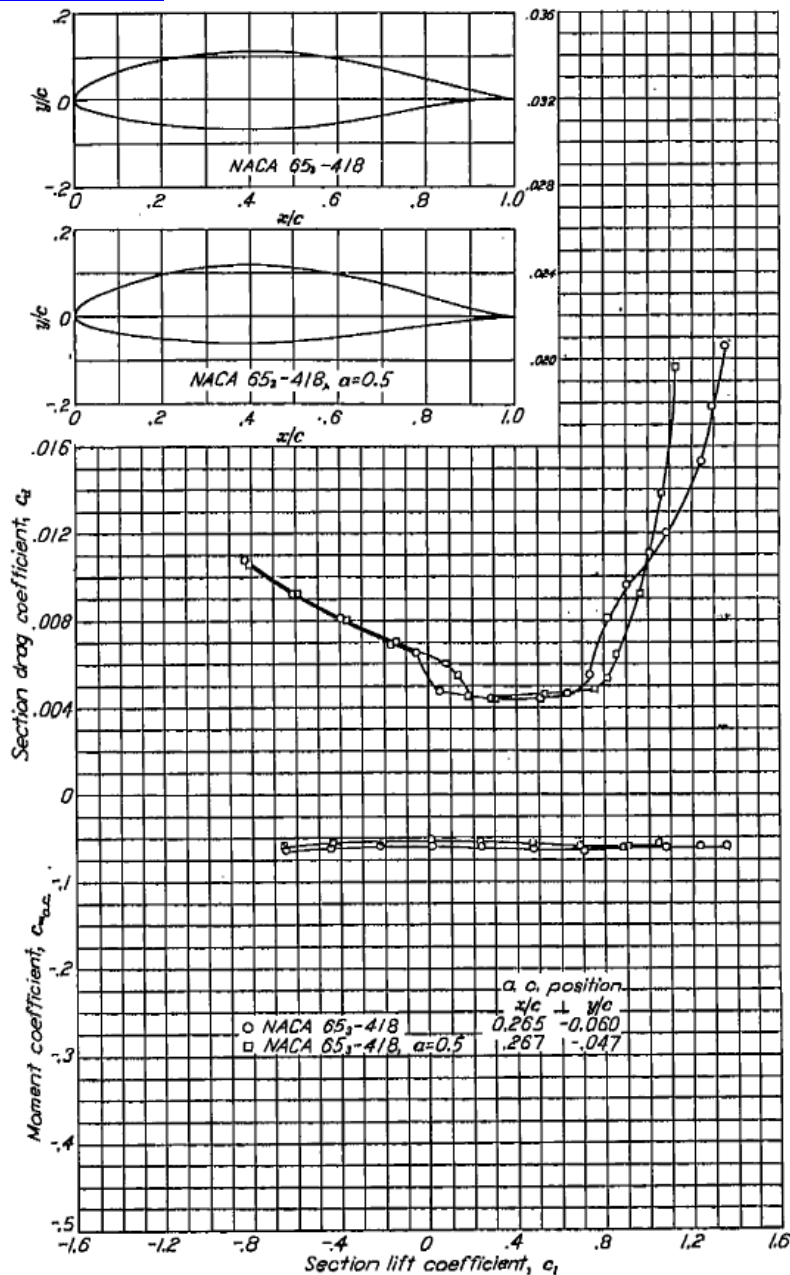
<http://www.seelowe.4thperrus.com/>

- NACA cinco cifras:
 - 1^a cifra: $20/3$ del coeficiente de sustentación ideal (c_{li})
 - 2^a y 3^a: designan el doble de la posición de la ordenada máxima de la línea de curvatura, en % de la cuerda).
 - 4^a y 5^a: espesor máximo en % de la cuerda.



SANDGLASS PATROL

<http://www.seelowe.4thperus.com/>



NACA 23012: (2) $c_l = 2 \cdot 3 / 20 = 0.3$; (30) posición de la ordenada máxima de la línea de curvatura en $30/2 = 15\%$ de la cuerda; (12) 12% de la cuerda espesor máximo

- Existen perfiles de 4 y 5 cifras modificados, para obtener mejores características en él. Además, perfiles más modernos, los laminares, que buscan



SANDGLASS PATROL

<http://www.seelowe.4thperus.com/>

obtener coeficientes de resistencia muy bajos y Mach críticos muy altos. Reciben este nombre por ser en ellos la capa límite laminar en la mayor parte del perfil. Tratan de conseguir perfiles para vuelo a altas velocidades, subsónicas, pero próximas a Mach=1, sin sobrepasar las condiciones críticas. Este tipo de perfil es también conocido como supercrítico, y las compañías han desarrollado sus propios perfiles (por ejemplo el que usa *Cesna* en su *750 Citation X*). Naca desarrolló 3 series fundamentales, la 1, la 6 y la 7.

1. Serie 1: La línea media se calcula para conseguir una distribución de presiones uniforme sobre la cuerda.
2. Serie 6: La línea media se calcula para conseguir que la distribución de presiones sea uniforme hasta un punto de la cuerda, y a partir de ese punto varíe linealmente hasta cero.
3. Serie 7: La línea media tiene las mismas características que las de la serie 6, pero el mínimo de presión tiene distintas posiciones en intradós y extradós.

REPORT NO. 824—NATIONAL ADVISORY COMMITTEE FOR AERONAUTICS

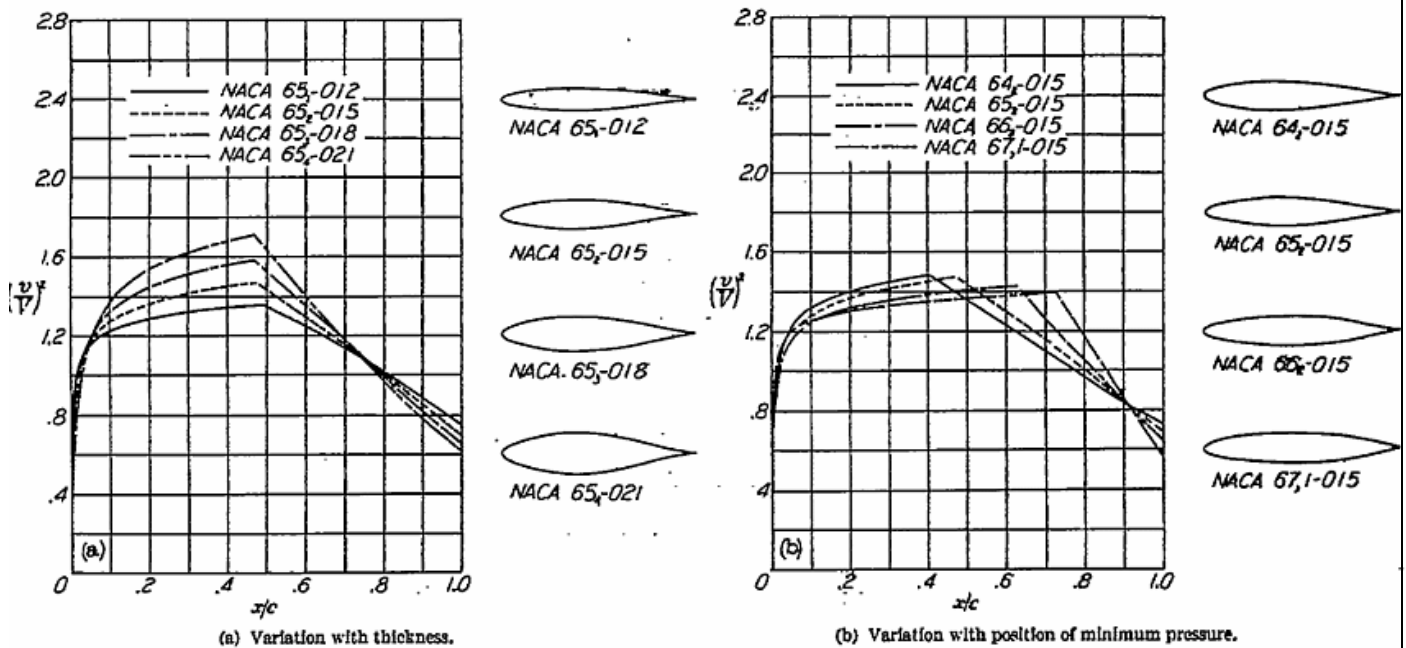


FIGURE 6.—Theoretical pressure distributions for some basic symmetrical NACA 6-series airfoils at zero lift.

Distribución de presiones de varios perfiles laminares NACA de la serie 6, y curvas de la polar y el coeficiente de momentos de uno de ellos.



SANDGLASS PATROL

<http://www.seelowe.4thperus.com/>

El Ala

Una vez descrito el perfil alar, cuya forma aerodinámica permite que los pájaros (¡bien sean reales o metálicos!) vuelen, vamos a ver la terminología que se usa para describir un ala, aerodinámicamente hablando, pues la terminología para describir la estructura puede verse en Conceptos básicos (largueros, costillas, recubrimiento, alerones, flaps...).

Así como las propiedades aerodinámicas de un perfil se basan en la geometría que tiene el mismo, las del ala se basa en el perfil (o perfiles, pues éste puede variar a lo largo del ala entero, tanto en espesor, como en cuerda o en curvatura), la longitud, la forma en planta, su área.... Términos que acaban apareciendo a la hora de describir el comportamiento del ala. Veamos cuáles son:

- Envergadura (*Span*). Se representa con la letra b , es la distancia existente entre punta y punta de ala.
- Superficie alar (*wing surface*). Se representa como S . Cuando se habla de superficie alar se hace referencia a la superficie en planta del ala, incluyendo la ocupada por el fuselaje o por los motores. También se puede hacer referencia a la “superficie mojada”, entonces es el área de las superficies del extradós más la del intradós.
- Cuerda media (*mean chord*): es la cuerda que tendría un ala rectangular de igual envergadura que la que estemos estudiando. (es decir, $S_{\text{alar}} = C_{\text{media}} \cdot b$)
- Cuerda media aerodinámica (*Mean Aerodynamic Chord – MAC*): es la cuerda que tendría un ala rectangular y sin flecha de la misma envergadura, que produjera la misma sustentación y el mismo momento.
- Estrechamiento (*taper ratio*): Se representa con la letra griega λ . Es el cociente entre la cuerda en la punta de ala (*tip*) y en el encastre (*root*).
- Alargamiento (*Aspect Ratio*): se representa con la letra A o bien como AR . La resistencia conocida como *inducida* tiene que ver mucho con este parámetro. Así pues, cuanto mayor es el AR , menos es la resistencia inducida, que llegaría a ser cero con un ala de envergadura (y alargamiento) infinito. El alargamiento puede ser de 3 ó 4 para aviones muy rápidos a 20 ó 30 en algunos planadores. Viene a representar cómo es de larga la envergadura frente a la cuerda. Así en un avión de ala rectangular el alargamiento es $AR = b/c$. Esto no es aplicable a un



SANDGLASS PATROL

<http://www.seelowe.4thperus.com/>

ala elíptica o con estrechamiento. La definición general es $AR=b^2/S$.

- Línea del 25% de la cuerda: Es aquella que se obtiene de unir los puntos situados al 25% de la cuerda de todos los perfiles que forman el ala. Es importante, pues el centro aerodinámico de cada perfil se encuentra aproximadamente en ese 25% de la cuerda.
- Flecha (*sweep*): Se puede medir respecto a varias líneas, ser constante o no... Por ejemplo puede medirse desde el borde de ataque, aunque lo más habitual si solo se habla de “flecha” es la medida del ángulo que forman la línea de puntos del 25% de la cuerda y una línea perpendicular al eje longitudinal del avión. Esta flecha puede ser negativa o positiva. El ala en flecha permite mayores velocidades de vuelo.
- Diedro (se representa con la letra delta): ángulo que forman el ala con la horizontal. Es positiva si el ala está hacia arriba, negativa hacia abajo.
- Torsión: ángulo formado por la cuerda y la horizontal.

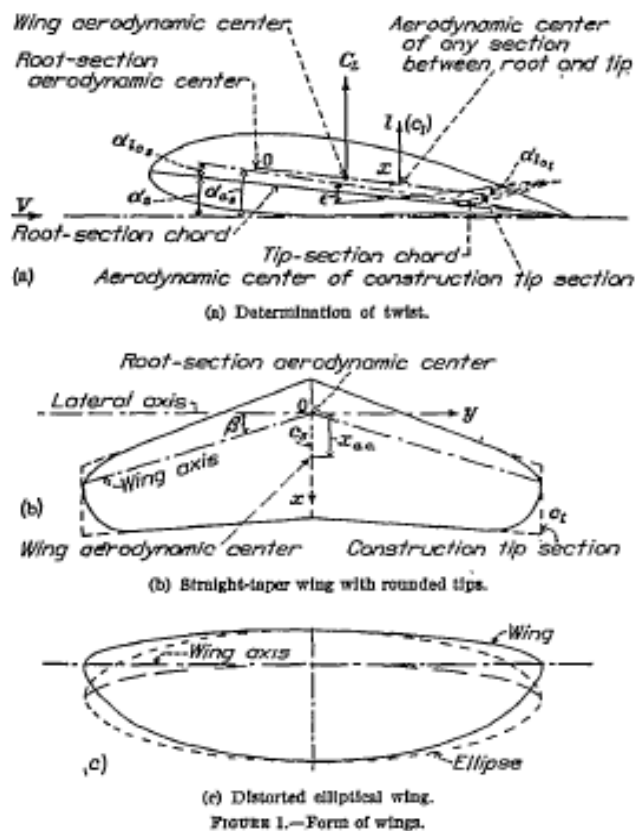


Figura extraída del Naca Report 572 (método de Anderson). En él podemos observar muchos de los conceptos definidos anteriormente.



SANDGLASS PATROL

<http://www.seelowe.4thperrus.com/>

Bibliografía:

Aerodinámica y actuaciones del avión, A. Isidoro Carmona

<http://www.kitebuggy.com.ar/perfil%20alar.jpg>

Aerodinámica y mecánica de vuelo, A. Barcala Herreros y F. Gandía Agüera

<http://naca.larc.nasa.gov/>