

# Aerotecnia

## Experimentación de cascos y flotadores de hidroaviones

Por FELIPE LAFITA BABIO

Comandante de Ingenieros de la Armada e Ingeniero Aerotécnico

**P**UEDE decirse, sin temor alguno, que hoy día la teoría es absolutamente impotente para poder determinar *a priori* las características de un hidroavión proyectado (aquí nos referimos exclusivamente a las correspondientes hasta el momento del despegue), y el único camino viable para determinarlas es el largo y penoso de la experimentación.

Dos métodos pueden seguirse con este fin: 1.º La experimentación sobre el hidroavión en tamaño natural. 2.º La experimentación sobre pequeños modelos.

El primer método no cabe duda que es el primero que salta a la vista.

Pero se comprende también inmediatamente la gran cantidad de inconvenientes que lleva consigo, ya que los resultados estarían influenciados por una serie de elementos que no se podrían eliminar, tales como estado de la atmósfera, de la superficie del agua y, lo que es peor aún, el pilotaje del aparato, que lleva consigo un factor completamente personal.

Por si estos inconvenientes fueran pocos, existe la dificultad de poder determinar prácticamente la tracción de la hélice, velocidad y trayectorias del avión, cuyo conocimiento es absolutamente necesario para poder establecer las ecuaciones de equilibrio del hidroavión.

Pero aun suponiendo por un momento que hemos logrado todos los datos necesarios, cualquier transformación en el casco o flotador, principalmente si se refiere a variar la posición del rediente (que por añadidura es uno de los elementos más sometidos a discusión), supondría una pérdida grandísima de tiempo y dinero.

Además de todos estos inconvenientes expuestos, se comprende que para poder realizar el proyecto de un hidroavión por este método, no cabe duda que hay que valerse de los datos existentes de algún otro hidroavión que haya volado con éxito, pero teniendo muy presente que variaciones que parecían insignificantes han ocasionado a veces verdaderas catástrofes, así que nada más que esto es motivo más que suficiente para abandonar este método de experimentación y seguir el adoptado por todos los países que se preocupan por el progreso de la hidroaviación, que no es otro que el de «pequeños modelos».

En España carecemos de este poderoso elemento de investigación, ya que el canal existente en El Pardo es de casi imposible adaptación a la resolución de los problemas de la hidroaviación, por razones que expondré más tarde.

Por esta razón, los datos que pueda ofrecer en este artículo serán naturalmente tomados de experiencias realizadas en canales extranjeros.

El método de los pequeños modelos es completamente familiar al ingeniero naval y al ingeniero aerotécnico, ya que por este método es como se determinan las mejores formas de los buques, la potencia necesaria para una velocidad dada, las características de un avión respecto a sustentación, estabilidad, resistencia, etc., así como el estudio de las hélices.

La aplicación de este método es más sencilla en estos casos citados que en el que nos ocupa, ya que en aquéllos no se considera más que un solo fluido, agua o aire, y en éste hay que considerar los dos a la vez.

Este método de pequeños modelos tiene su fundamento en el principio de semejanza mecánica (\*), enunciado por Newton precisamente al tratar del problema de la resistencia de fluidos.

En virtud de él se dice: que dos conjuntos materiales son semejantes mecánicamente, si a tiempos  $t_1$  y  $t_2$  correspondientes.

1.º Los dos sistemas de puntos materiales son geoméricamente semejantes, y la relación de semejanza  $\lambda$  es independiente del tiempo.

2.º Si es posible encontrar para las unidades fundamentales los sistemas de valores tales que todo elemento del primer sistema, medido con el primer sistema de unidades, tenga la misma medida que el elemento correspondiente del segundo sistema, medido con el segundo sistema de unidades.

Es decir, que si se verifica la semejanza mecánica entre el modelo y el real, la sucesión de estados de equilibrio estático o dinámico son los mismos en ambos. El sistema de fuerzas que actúa sobre el modelo será en todo momento semejante al que actúa sobre el real; por lo tanto, que las fuerzas serán todas reducidas en una misma relación y estarán semejantemente colocadas.

Las fuerzas que actúan en un hidroavión hasta el momento del despegue son: de inercia, peso, reacciones del agua y aire, etc.

La resistencia ofrecida por un fluido al movimiento de un cuerpo sumergido parcialmente en él tiene por expresión:

(\*) En todo lo que en nuestro idioma he leído sobre este asunto se le llama principio de similitud mecánica, pero yo, atendiendo indicaciones del ingeniero naval D. Carlos Lago, adopto esta nueva denominación.

$$A = \rho V^2 L^2 f \left( \frac{V^2}{Lg}, \frac{VL}{\nu}, \frac{\Delta}{\rho LV^2} \right)$$

$\rho$  = densidad.  $L$  = dimensión lineal.  
 $g$  = aceleración de la gravedad.  
 $\frac{V^2}{Lg}$  = número de Froude,  $\frac{VL}{\nu}$  = número de Reynolds.  
 $\Delta$  = tensión superficial,  $\nu$  = coeficiente de viscosidad cinemática =  $\frac{a}{\rho} = \frac{\text{coeficiente absoluto de viscosidad}}{\text{peso específico}}$ .

Como  $\rho V^2 L$  tiene las dimensiones de una fuerza,  $f$  es una función sin dimensiones.

Si suponemos que las unidades fundamentales (longitudes, tiempos, masas) están en la relación  $\lambda \tau$  y  $\mu$ , es claro que al existir la semejanza mecánica se puede pasar del modelo al real, multiplicando las longitudes por  $\lambda$ , los tiempos por  $\tau$  y las masas por  $\mu$ ; por lo tanto, la relación entre los valores de  $R$  en ambos será:

$$\frac{\rho L^2 V^2}{\rho' L'^2 V'^2} = \lambda \mu \tau^{-2}$$

Como esta relación debe ser la misma entre todas las fuerzas que actúan sobre el modelo y el real, vamos a determinar las relaciones que deben existir entre las unidades fundamentales.

Para ello consideraremos, por ejemplo, los pesos, los cuales están en la relación de las masas ( $\mu$ ); lo mismo sucede con las fuerzas de inercia; por lo tanto, debe verificarse

$$\lambda \mu \tau^{-2} = \mu \quad \text{y} \quad \sqrt{\lambda} = \tau$$

Las fuerzas de volumen (empuje de Arquímedes, etcétera) estarán en la relación  $\lambda^3$ , por lo tanto,

$$\lambda \mu \tau^{-2} = \lambda^3 \quad \mu = \lambda^3$$

Además, será necesario que se conserven en el modelo y en el real,

$$\frac{V^2}{Lg} \quad \text{y} \quad \frac{VL}{\nu} \quad \text{y} \quad \frac{\Delta}{\rho LV^2}$$

y esto nos dice que para ello sería necesario  $V = \text{conste.}$  y  $D = \text{conste.}$ , y, por lo tanto, que en un fluido imperfecto la semejanza mecánica no puede lograrse más que siendo el modelo igual al real; después de llegar a este resultado tan poco halagüeño, parece debiera desecharse este método de pequeños modelos, pero afortunadamente no sucede así, ya que la experiencia ha demostrado que, según los casos considerados, uno de estos parámetros es muy preponderante sobre los otros, y, por lo tanto, es el único que hay necesidad de conservar.

Así, el primer parámetro  $\frac{V^2}{Lg}$  debido a la existencia de

la gravedad, es despreciable cuando  $\frac{V^2}{L}$  es grande. La influencia del tercer parámetro  $\frac{\Delta}{\rho LV^2}$  no comienza a sentirse más que para muy grandes velocidades. Esta es la razón por la cual en los ensayos aerodinámicos desempeña el principal papel el segundo parámetro  $\frac{VL}{\nu}$  (debido a la viscosidad), que es el que hay necesidad de conservar.

En cambio, en los ensayos hidrodinámicos, y aun en los de dirigibles, el valor de  $\frac{V^2}{L}$  es bastante elevado y es el que ejerce principal influencia, por lo cual es necesario su conservación.

Es conveniente advertir que la expresión de la resistencia, para el caso que nos ocupa, tiene la significación física de indicar que aquella fuerza es debida a tres causas: 1.º, Formación de olas; 2.º, Fricción y formación de remolinos, y 3.º, Tensión superficial.

De las relaciones expuestas anteriormente sobre las unidades fundamentales se deduce:

$$\frac{V^2}{V'^2} = \lambda^2 \tau^{-2} = \lambda$$

y, por lo tanto,

$$\frac{V^2}{L} = \frac{V'^2}{L'}$$

es decir, que se conserva el número de Froude, luego las condiciones impuestas a las unidades fundamentales dan lugar a la semejanza mecánica por formación de olas, que ya hemos dicho es la proponderante en el caso que nos ocupa, y no existe esta semejanza para formación de remolinos, fricción y tensión superficial.

De todo esto se deduce que la resistencia por formación de olas, de un casco o flotador, puede deducirse de la del modelo multiplicándola por  $\lambda^3$ .

Las relaciones que han de existir entre el real y el modelo, serán:

$$[1] \left\{ \begin{array}{l} L = \text{eslora del casco o flotador real} \\ l = \frac{L}{\lambda} = \text{eslora del casco o flotador modelo} \\ W = \text{peso del real} \\ w = \frac{1}{\lambda^3} W = \text{peso del modelo} \\ V_D = \text{velocidad de despegue del real} \\ v_a = \sqrt{\frac{1}{\lambda}} V_D = \text{velocidad de despegue del modelo} \\ M = \text{momento de trimado del real} \\ m = \frac{1}{\lambda^4} M = \text{momento de trimado del modelo} \end{array} \right.$$

De la condición  $\frac{V}{V'} = \sqrt{\lambda}$ , se desprende la necesidad de disponer canales de gran velocidad, ya que de este modo las dimensiones del modelo podrán ser grandes, y los errores relativos de medida serán menores y podrán obtenerse los resultados con gran aproximación. Esta es la razón por la que he dicho anteriormente que el Canal de Experiencias Hidrodinámicas de la Marina, de El Pardo, no puede emplearse para investigaciones de la hidroaviación.

Efectivamente, la velocidad máxima del carro es de  $6 \text{ ms}^{-1}$ , en cambio, la velocidad de despegue de un hidroavión puede ser 100 kilómetros por hora, o sea  $27,7 \text{ ms}^{-1}$ , por lo tanto, la escala del modelo sería:

$$\left(\frac{6}{27,7}\right)^2 \approx 2 \frac{1}{21,3}$$

es decir, que si consideramos un flotador de 9 metros, la dimensión del modelo sería aproximadamente 0,42 metros, como vemos, pequeñísimo, y los errores relativos serían grandísimos, y mucho más teniendo en cuenta que hay que experimentar también a velocidades menores que la del despegue, y, por lo tanto, para éstas los resultados serían aún más catastróficos.

Claro que pudiera pensarse que con aparatos de medida de mayor precisión pudieran emplearse modelos muy reducidos, pero hay que advertir que a nosotros nos interesa obtener la semejanza mecánica absoluta, y a medida que la dimensión del modelo es menor, cumpliéndose la condición de Froude, nos separamos más de la de Reynolds. Puesto que de  $\frac{V}{\sqrt{L}} = \frac{v}{\sqrt{l}}$ , cuanto menor sea  $l$ , debe ser menor  $v$ , que es lo contrario de lo deducido de la condición  $VL = v l$ .

Ahora bien: al realizar las pruebas con el modelo, lo que se mide es la resistencia total, y, por lo tanto, hay

tencia por frotamiento, etc., por medio de fórmulas empíricas; deducir de la resistencia total el valor deducido por alguna de estas fórmulas, y obtener así la resistencia por formación de olas del modelo, la cual, multiplicada

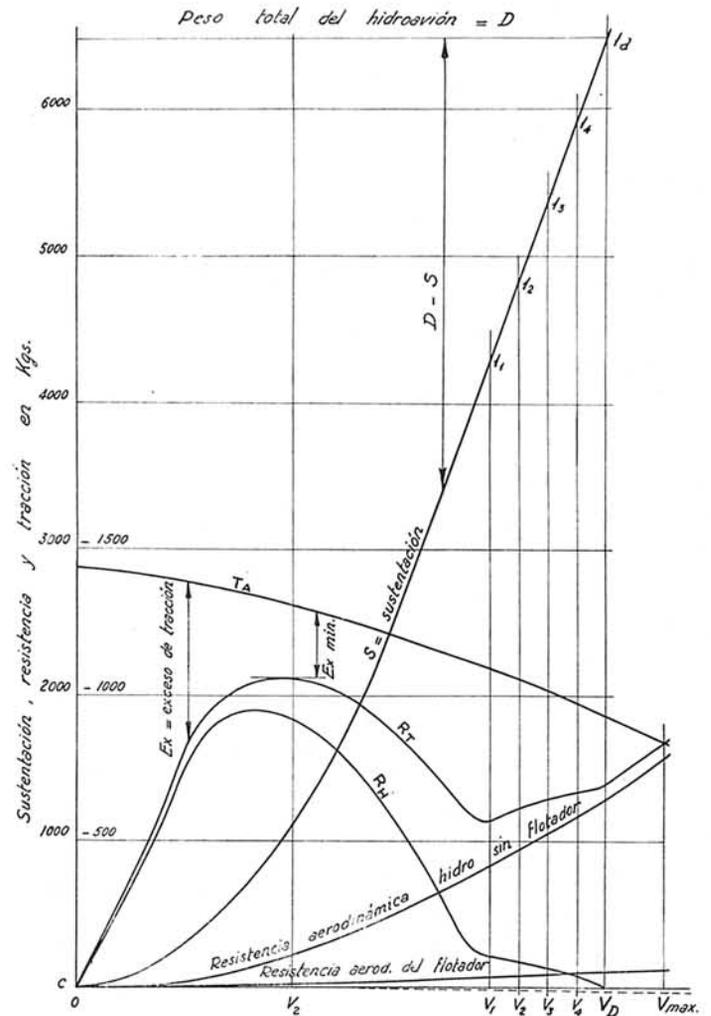


Fig. 2.

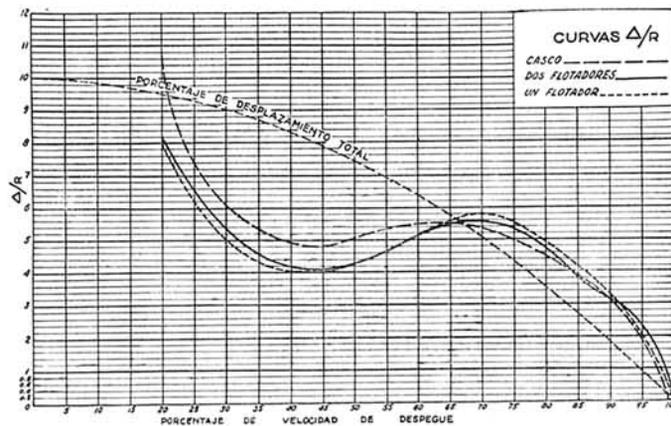


Fig. 1. — Curvas típicas. — Dos flotadores, un flotador y casco.

que determinar la residual o por formación de olas. Parece lo más natural, para este objeto, poner la vista en los métodos seguidos en los canales de experimentación de carenas de buques. Y, por lo tanto, determinar la resis-

por  $\lambda^3$ , nos dará la resistencia del real, debida a esta causa, a la cual, mediante otras fórmulas empíricas, se agregará la resistencia por frotamiento, y obtener así la resistencia total.

Las fórmulas más corrientemente empleadas son las siguientes:

Fórmula de Froude:

$$R_f = \delta \rho S V^{1,825}$$

- $R_f$  = resistencia de rozamiento en kilogramos.
- $\rho$  = peso específico del agua.
- $S$  = superficie mojada en metros cuadrados.
- $\delta$  = coeficiente de rozamiento.

Los valores de  $\delta$  son obtenidos de experiencias con planchas delgadas y cuyos valores dependen de la eslora de la superficie mojada. Estos valores están dados en tablas.

Les Besnerais da para  $\delta\rho$  el valor:

$$\delta\rho = 0,1392 + \frac{0,258}{2,68 + L}$$

En el canal de Charlotemburgo (Berlín) se emplea:

$$R_f = \delta\rho S V^{1,825} \text{ con } \delta\rho = 0,14133 + \frac{0,22084}{1,488 + L}$$

para el modelo (parafina y agua dulce), y

$$\delta\rho = 1,025 \left( 0,1350 + \frac{0,917}{28,2 + L} \right)$$

para el real (acero y agua salada).

En el canal de Viena

$$R_f = 0,0103 \rho S V^2 \left( \frac{VL}{\nu} \right)^{-0,125}$$

De todas estas fórmulas, la más natural parece esta última, ya que en ella aparece el número de Reynolds, que

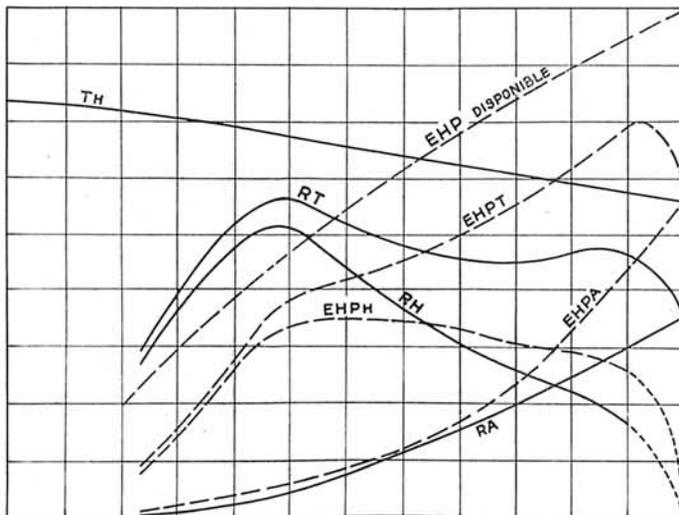


Fig. 3.

es el que debe conservarse para obtener la semejanza mecánica de las fuerzas de frotamiento. Sin embargo, parece ser que los resultados prácticos que se obtienen con todas ellas no son muy diferentes, ya que la diferencia relativa máxima observada ha sido de 0,005. Ahora bien: en los buques a pequeñas velocidades, la resistencia por frotamiento es preponderante, pero después se hace preponderante la de encuentro, la cual crece rápidamente, motivo por el cual, para estas velocidades grandes, cualquiera que sea la fórmula empleada, los resultados serán más que aceptables.

Como vemos, en todas estas fórmulas entra como elemento la superficie mojada, la cual se considera constante, y esta suposición, que sin error sensible puede considerarse como cierta para los buques, no puede ser aceptada de ningún modo para los hidroaviones, ya que en éstos

sabemos que esta superficie, así como el ángulo de trimado, está variando constantemente desde el momento de iniciarse el movimiento hasta el momento del despegue, en que se anula. Hasta el presente no existe método, ni siquiera aproximado, que permita determinar esa variación de la superficie mojada, pero esto no quiere decir que el problema sea insoluble. Así que lo que hasta el presente se hace en hidroaviación es no considerar para nada la resistencia por frotamiento, sino que la que se obtiene en la prueba en el canal es la que se multiplica por  $\lambda^3$  para obtener la resistencia del real, y parece que aunque los resultados así obtenidos no son los verdaderos absolutamente, los errores son muy pequeños.

Con bastante aproximación puede considerarse la superficie mojada de un hidroavión proporcional a  $D^{2/3}$  (siendo  $D$  el desplazamiento).

Generalmente, la reacción del agua sobre el modelo se determina por sus componentes de sustentación, resistencia y su momento respecto al C. G. del hidroavión real.

Entre las características principales deseadas de un casco, o flotador, pueden enumerarse las siguientes:

- 1.º Pequeña resistencia a la propulsión en el agua.
- 2.º Libertad de trimado en el agua.
- 3.º Que no existan momentos excesivos alrededor del C. G. del aparato real por las fuerzas hidrodinámicas, tracción, etc.
- 4.º Ha de correr limpiamente en el agua con poca formación de espuma, etc.
- 5.º Que tenga la más estabilidad compatible con las demás características.
- 6.º Mínima resistencia en el aire.

Si consideramos un modelo de casco, o flotador, correspondiente a un hidro en el cual se conoce el peso, trimado inicial, posición del C. G. y velocidad de despegue.

Mediante las relaciones [1] podemos determinar las dimensiones, velocidad de despegue y peso del modelo. Este peso generalmente es inferior al peso real del modelo, por lo cual es necesario que el carro que lo transporta esté provisto de un dispositivo que permita descargar el modelo, hasta hacer que su peso sea el indicado en aquella relación.

El modelo es remolcado a una sucesión de velocidades constantes. Generalmente la primera corrida se hace con trimado libre en el modelo. Las siguientes corridas se suelen hacer con trimado constante, siendo las más usuales 4º - 6º - 8º. En las corridas de trimado libre, la velocidad inicial es generalmente 15 metros por segundo y se aumenta de 0,5 en 0,5 metros por segundo hasta aproximadamente el 75 por 100 de la velocidad de despegue. A esta velocidad el trimado toma su valor inicial, y si se pasa de esta velocidad hay peligro de que el modelo introduzca la proa en el agua y ocurra su rotura. A velocidades superiores a éstas, los mandos aerodinámicos del hidro serán suficientemente efectivos para conservar la posición del hidro con un trimado considerablemente grande.

Usualmente no es, por lo tanto, necesario investigar estas velocidades con trimado libre, ya que son condiciones que no han de ocurrir en la práctica.

Los mandos aerodinámicos generalmente son poco efectivos a velocidades inferiores al 50 por 100 de la velocidad de despegue, y en las corridas con trimado fijo se comienza generalmente a velocidades del 35 por 100 de la de despegue y se aumenta gradualmente aquélla, con intervalos ligeramente superiores a los indicados en trimado libre.

Es conveniente obtener fotografías del modelo a cada velocidad, que aclaren perfectamente las condiciones del modelo respecto a formación de olas y espuma.

Es evidente que ha de procurarse por todos los medios que las pruebas sobre modelo sean una reproducción lo más exacta posible del natural, por lo cual se provee al modelo de unas aletas, cuya sustentación sea la misma que las de las alas. Generalmente la sustentación de estas aletas depende de su posición, y aquélla no varía con la variación de trimado. La posición de dichas aletas se fija de modo que su sustentación a la velocidad de despegue sea el 100 por 100 de la sustentación.

Como hemos dicho, la velocidad de remolque es rectilínea y constante, y la conexión del remolque se coloca en el C. G. del real.

El error que se comete por no variar la sustentación con el trimado es despreciable, pues la resistencia corresponde generalmente al 30 por 100 de la velocidad de despegue, y la sustentación es menor de un 10 por 100 de la total; para velocidades superiores el real corre con trimado de 6 a 8 grados, lo que coloca a las alas en las proximidades de la máxima sustentación, que es en la que está basada la velocidad de despegue.

El error cometido porque la tracción sea horizontal y no varíe con el trimado, es prácticamente despreciable, pues el ángulo máximo de trimado es 10 grados, cuyo coseno es prácticamente la unidad.

En la prueba de trimado libre puede determinarse el momento necesario para producir un trimado de un cierto número de grados, lo que nos da una idea de la estabilidad inicial longitudinal.

Los resultados de las pruebas de modelos se suelen expresar mediante un gráfico, en el cual se toman como abscisas, tanto por ciento de la velocidad de despegue, y por ordenadas, tanto por ciento del desplazamiento y resistencias.

Dividiendo los valores de  $D$  por  $R$  se obtiene la curva de  $\frac{D}{R}$  en función de por ciento de la velocidad de despegue, lo que constituye un gráfico no dimensional de gran utilidad para comparar modelos a diferente escala y velocidades.

A la velocidad cero el desplazamiento es igual al peso total, a la velocidad de despegue es nulo, para  $V =$

$$= 20\% V_D \quad D = 96\% D_T, \text{ para } V = 40\% V_D, \quad D = 84\% D_T, \text{ para } V = 80\% V_D, \quad D = 36\% D_T.$$

En la figura 1 se han trazado las curvas típicas antes citadas para los diversos tipos de hidroavión, de casco central, de dos flotadores y de un flotador central, deducidos de un gran número de experiencias y publicadas por Holden C. Richardson en *Aircraft Float Design*.

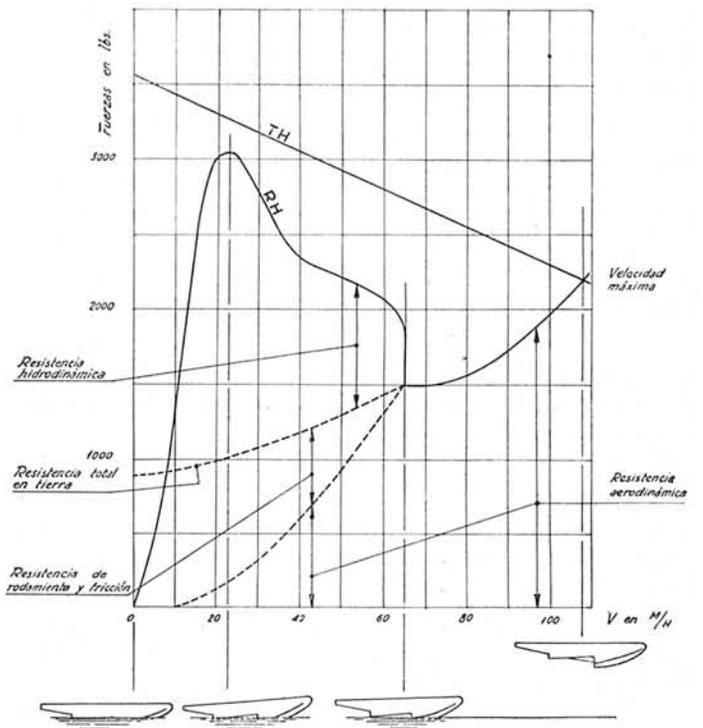


Fig. 4

Vemos que estas curvas presentan varias características comunes. Así, por ejemplo, para valores de  $V$  inferiores a  $20\% V_D$ , el valor de  $\frac{D}{R}$  es superior a 8. Para  $V = 40\% V_D$ , el valor de  $\frac{D}{R}$  pasa por un mínimo, correspondiente al máximo de  $R$ .

Para  $V = 70\% V_D$   $\frac{D}{R}$  sube aproximadamente a 5,5, y para valores superiores cae rápidamente a dos para  $V = 95\% V_D$ , y teóricamente, se hace cero para  $V = V_D$ , e infinito para  $V = 0$ .

Del conocimiento de estas curvas, así como de la de resistencia aerodinámica, podemos determinar inmediatamente la resistencia total, y, por lo tanto, la potencia necesaria para el despegue.

El cálculo típico se hace como se indica en el adjunto cuadro:

$\% V_D$	$\frac{D}{R_H}$	$\% D$	$D$	$R_H$	$V$	$V R_H$	$\frac{R_H V}{75} = E H P_H$	$R_A$	$R_A V$	$\frac{R_A V}{75} = E H P_A$	$E H P_T$	$R_H + R_A$

$R_A$  es proporcional a  $V^2$ .

Pueden construirse las curvas gráficamente, como se indica en la figura 3. De las características del motor y hélice, se puede construir la curva de tracción de ésta, y, por lo tanto, podemos obtener el gráfico de dicha figura 2.

En la cual se puede ver, para cada velocidad, el exceso de tracción de hélice sobre la resistencia. Igualmente en la figura 3, en la cual están construídas las curvas de resistencia y potencia necesarias deducidas del cuadro anterior, así como la de potencia disponible deducida de la tracción de la hélice, puede determinarse el exceso de potencia para cada velocidad.

Es claro que el mejor casco será aquel que para la misma potencia disponible sea mayor ese exceso de potencia indicado, para que siempre pueda realizarse el despegue, ya que las pruebas se realizan con agua en calma y en la realidad no sucede así. También nos convendría que la forma de la curva de resistencia hidrodinámica sea lo más puntiaguda posible en la región del máximo, con objeto de reducir al mínimo el tiempo peligroso del despegue.

En la figura 4 están comparadas las características durante el despegue de un hidroavión anfíbio, cuando funciona como terrestre o como hidroavión, en la cual puede darse cuenta fácilmente de la notable diferencia existente (obtenida del *Aircraft-Engineering*, marzo de 1934).

Canales más importantes existentes en la actualidad:

En España, el Canal de Experiencias Hidrodinámicas de El Pardo tiene las siguientes características:

Longitud, 185 metros. Anchura en la parte útil, 12,5 metros. Profundidad, 6,50 metros. Velocidad máxima del carro, 6 metros por segundo.

Esta velocidad no puede conservarse más que en una longitud reducidísima.

La descripción de este canal está admirablemente expuesta en un artículo publicado en *Ingeniería Naval*,

mayo y junio de 1934, debido al prestigioso ingeniero naval D. Carlos Lago.

En Francia, el único existente es el de *Carenas*, de París.

Características: L. = 135 metros. A. = 10 metros. P. = 4 metros. V. máx. = 5 metros por segundo.

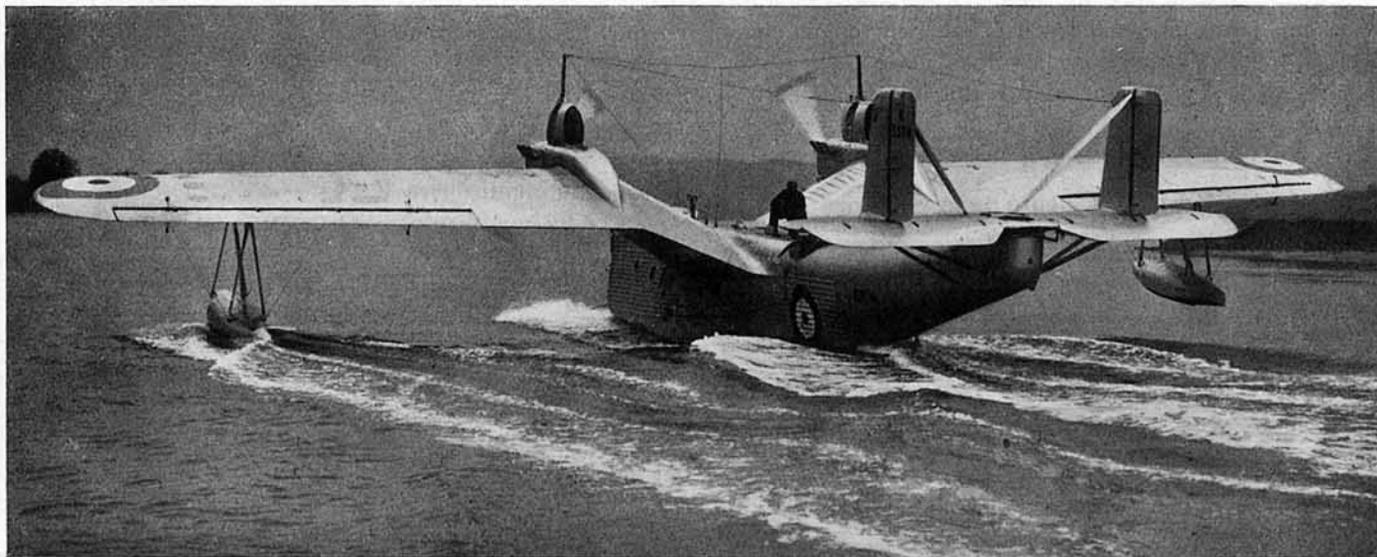
En Alemania existen varios, siendo el más importante el de Hamburgo, cuyas características son: L. = 320 metros. A. = 5 metros. P. = 2,5 metros. V. máx. = 19,8 metros por segundo. Longitud durante la cual se puede conservar esta velocidad, 180 metros.

En Inglaterra, el más moderno, el de Farnborough, tiene las características: L. = 198 metros. A. = 2,89 metros. P. = 1,37 metros. V. máx. = 12,2 metros. Longitud que puede conservarse esta velocidad = 61 metros.

En Estados Unidos, el último construído es de Langley Field. Características: L. = 603 metros. A. = 7,3 metros. P. = 3,8 metros. V. máx. = 26,8 metros por segundo. Longitud que se puede conservar esta velocidad = 244 metros.

Como resultado del viaje de prácticas realizado el año 1932 por los alumnos del curso de Aeronaves de la Escuela Superior Aerotécnica, al cual yo pertenecía, presenté un proyecto de canal de alta velocidad, cuyas características eran: L. = 350 metros. A. = 5 metros. P. = 2,5 metros. V. máx. = 25 metros por segundo. Longitud que se podía conservar esta velocidad = 220 metros.

Mi deseo hubiera sido haber podido publicar los planos correspondientes, pero me veo imposibilitado de hacerlo por no disponer de ellos. Y para terminar, quiero nuevamente recordar el papel tan importante que desempeñan los canales a que nos hemos referido en los progresos realizados por la hidroaviación, que se tenga en cuenta que sin estos medios de experimentación es imposible realizar nada útil, y que es necesario llevar al convencimiento de todo el mundo que un laboratorio hidrodinámico de este género no es un lujo, sino una necesidad.



Hidroavión inglés de reconocimiento en alta mar *Short R 24/31*, provisto de dos motores experimentales *Rolls-Royce* de refrigeración por vapor. Mide 18,29 metros de envergadura y su peso total es de 8,5 toneladas.