

# Teoría del Aeromodelismo

AEROMODELISTA. DISEÑA TÚ MISMO TUS MODELOS

Por JAIME SAUMENCH GIMENO, Soldado, Piloto «C» de Vuelo sin Motor.

Segundo premio de nuestro Concurso.

Está demostrado que el único procedimiento metódico para divulgar el conocimiento de los problemas técnicos concernientes a la construcción aeronáutica es la práctica intensiva del aeromodelismo entre la juventud. A esta conclusión se ha llegado ya en todos los países, y cada Estado organiza escuelas, clubs, edita planos y libros y organiza concursos periódicos en los que se ve la habilidad de cada constructor.

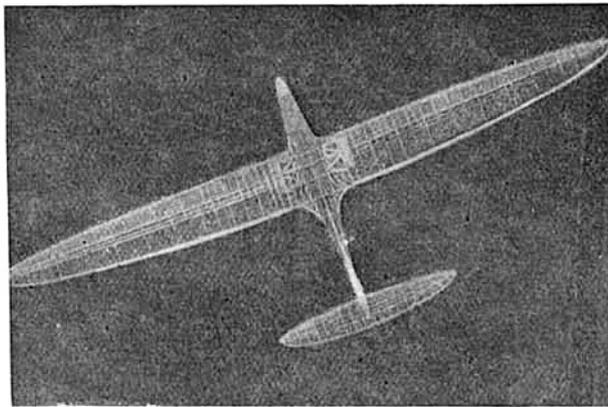
El modelo de avión es un juguete que, fabricado por manos jóvenes, adquiere un valor tal que puede traducirse como la satisfacción máxima del joven, ya que ninguna de sus otras creaciones lograrían superarlo.

El aeromodelismo constituye un resumen de ciencias que tienen intervención en el proyecto de un modelo: matemáticas, geometría y física, etc., resultando, por tanto, un estímulo agradable en el estudio de todas estas materias. Se fomenta a la vez el amor a la investigación y a los métodos experimentales, y se fortalece la voluntad, piedra fundamental para triunfar en la vida.

La juventud de nuestra generación estudia con entusiasmo cuanto se refiere a la ciencia de volar, y por consecuencia, todo cuanto supone entrenamiento y conocimiento de la Aviación, representa una cultura y una preparación para la vida del mañana.

El aeromodelismo es ya popular; todos lo conocemos y todos ansiamos formar en sus filas, cada día más extensas. Y no es solamente ya el hombre maduro, ni el joven, los que sienten este anhelo; es también el niño, que a la par de su formación física y mental, va forjando su práctica aviatoria.

Hoy día la juventud siente ya un anhelo perfeccionado, pues no se conforma con tener un objeto que parezca un avión, sino que quiere que vuele. Hay un movimiento formidable en todo el mundo por el pequeño modelo que vuela solo, bien sea con motor de gomas en torsión, que hacen girar la hélice, bien con motor de explosión o planeador elevado por diferentes medios.



El aeromodelismo es la práctica de la técnica aérea con modelos reducidos que vuelan libremente, al que la juventud ha imprimido un auge que demuestra su entusiasmo por la Aviación, habiéndose extendido extraordinariamente en toda Europa: Alemania, Francia, Italia, Inglaterra, Suiza y en otros países en menor cuantía, y en América, en los Estados Unidos sobre todo. Se han creado Aero-Clubs de aeromodelistas, que organizan concursos y pruebas verdaderamente im-

portantes, que fomentan aún más el creciente interés de este deporte.

En Alemania, país donde se han conseguido asombrosos "records" con aeromodelos, el aeromodelismo está organizado dentro de la "Deutsche Luftsport Verband", y agrupa unos 4.000 clubs, con unos 500.000 aficionados. Todos los años se celebra un gran concurso de lanzamientos de modelos en la Wasserkuppe; a él concurren millares de muchachos.

En Norteamérica, aunque el aeromodelismo no está directamente apoyado por el Estado, tiene tal arraigo y difusión, que este país es el primero cualitativa y cuantitativamente en la construcción de modelos voladores.

Existen en Norteamérica clubs de aeromodelismo en cantidad innumerable; si se tiene en cuenta tan sólo los agrupados bajo la National Aeronautic Association, de Washington, suman un total de dos millones de asociados.

En Norteamérica se publica una interesantísima revista de aeromodelismo titulada *Universal Model Airplane News*.

En Italia comienza a adquirir extraordinario impulso el aeromodelismo, organizado por la R. U. M. A. y Aero-Club de Italia, bajo el control del Ministerio del Aire.

En Inglaterra el aeromodelismo no constituye un movimiento de masas, pero sí un deporte con mucho arraigo entre la juventud y del que cualitativamente tienen mucho que aprender otras naciones.

Apercibida en España la enorme importancia de este educativo deporte, realiza grandes esfuerzos para difundirlo y propagarlo en su territorio. Actualmente es bastante elevado el número de Escuelas de Aeromodelismo fundadas por la Dirección General de Aviación Civil, protegida directamente por el Ministerio del Aire.

También existen en España elementos comparables a las naciones extranjeras, como lo demuestran algunas marcas alcanzadas en concursos celebrados después del Glorioso Movimiento.

Es por medio del aeromodelismo como se consigue el sentimiento del buen constructor, que luego se manifestará en el Vuelo sin Motor, llegando a ser un buen piloto casi sin esfuerzo y como por instinto.

El hecho de que los "records" de los aeromodelos sean homologados por un organismo de tanta responsabilidad como es la Federación Aérea Internacional, da un gran relieve a este deporte aeronáutico.

Los "records" actuales representan marcas muy elevadas; distancias superiores a 100 kilómetros y duraciones de vuelo mayores de una hora.

alta el de más eficacia y mayores características para el aterrizaje.

Estas medidas no sólo son las que ofrecen mejores rendimientos aerodinámicos, sino que ofrecen al aficionado otras ventajas, como son: la facilidad de transporte, el tiempo de construcción, facilidad de centrado y el coste del material. Los aeromodelos superiores a 130 centímetros no aportan ventajas en el rendimiento de vuelo por la simple razón de que la fuerza del motor no es constante ni proporcional a su peso.

De acuerdo con las medidas fijadas, diseñaremos un aeromodelo propulsor de gomas que teóricamente daría el mejor rendimiento de vuelo dentro de las condiciones establecidas por la Federación Aérea Internacional (F. A. I.). Todas las proporciones las reduciremos a unas simples relaciones de tantos por cientos (el cálculo es también aplicable a veleros).

Para el cálculo tomaremos, para simplificar lo posible, una envergadura de 100 centímetros. Todas las relaciones de tantos por cientos estarán referidas a esta cantidad.

Debe advertirse que a veces la fantasía suele ser muy

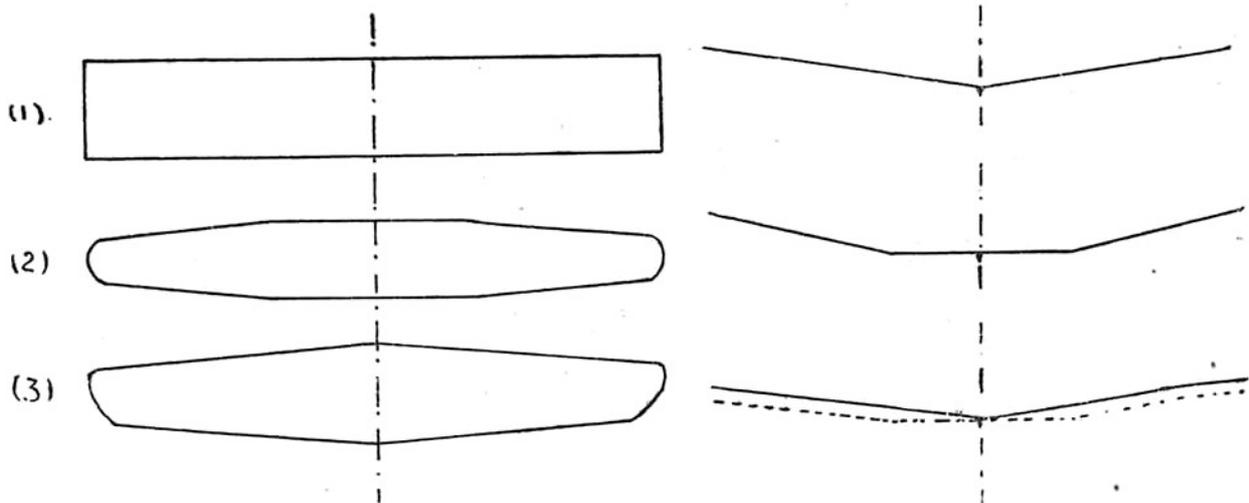


Fig. 1.

Difícil es dar una perfecta orientación para el cálculo de un aeromodelo de performance, sea éste planeador, con motor de gomas o motor de explosión. Exige cierto trabajo paciente y ordenado, al que deben emplearse fórmulas matemáticas extraídas de la experiencia que se posee con los aeromodelos, aunque la mayoría de estas fórmulas son derivaciones o adaptaciones de las leyes aerodinámicas.

Conviene hacer notar, sin embargo, que el aeromodelismo es un campo experimental, cuyas grandes proporciones no han sido totalmente investigadas por quienes dedican diariamente su entusiasmo a tan interesante práctica.

Parece haberse afirmado, después de varios años de experiencia, lo que se refiere a las dimensiones y proporciones generales que caracterizan un aeromodelo con motor de gomas.

Los aeromodelos más convenientes son aquellos cuya envergadura oscila entre 90 y 130 centímetros, siendo el de ala

útil para el diseño de aeromodelos, pero debe limitarse mucho hasta no poseer una fuerte experiencia.

## ALA

La envergadura la hemos fijado en 100 centímetros. Según la forma que se le fije al plano (fig. 1), se determinará la cuerda (profundidad alar) o el alargamiento (alargamiento igual a envergadura partido por la cuerda media); variará de 9 a 12 en la figura 1, en (2 y 3) la cuerda máxima será de 14 a 14,5 por 100, y la mínima de 7 a 7,5 por 100; para simplificarle dará la forma (1) con una cuerda de 10 centímetros, cuyo alargamiento será de 10, pues es  $100 : 10 = 10$ .

*Superficie.*—Conocida la envergadura y la cuerda media, hallaremos el área del ala (tan sólo multiplicando la cuerda media por la envergadura).

La carga alar es conocida, y la fija la F. A. I. en 15 gramos por decímetro cuadrado, como mínimo, en caso de que se proyecte un aeromodelo internacional.

Conocida la carga es conocido el peso total del aeromodelo, pues si tenemos, en nuestro caso, una superficie de 10 dm<sup>2</sup> y una carga de 15 gr. por dm<sup>2</sup>, el peso total del aparato será de 150 gramos en condiciones de vuelo.

El diedro alar podrá ser simple o poliedro; deberá adoptarse uno u otro, según la forma del que se utilice (figura 1.<sup>a</sup>, 1, 2, 3). En el primer caso será simple e igual a un 7 por 100 y en los otros dos el 2 por 100 en el centro y 5,5 por 100 en los extremos. En general puede variar entre el 5 y el 10 por 100, según que el vuelo sea de montaña o llano. En todos los casos podrá ser poliedro. En nuestro caso (1) tomamos

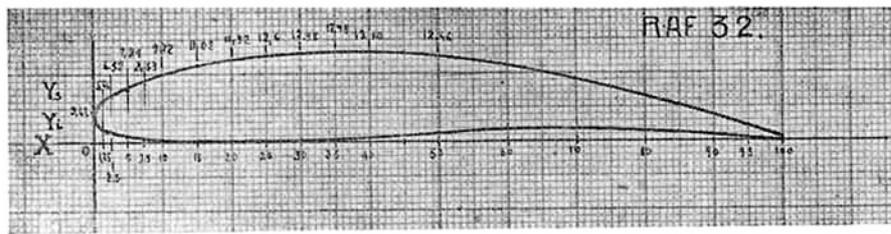
Perfil RAF 32.

X %	0,00	1,25	2,50	5,00	7,50	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0	35	40	50	60	70	80	90	95	100
Y <sub>s</sub>	3,42	5,56	6,52	7,84	8,83	9,72	11,02	11,92	12,6	12,98	—	13,10	12,46	11,06	9,10	6,56	3,6	1,98	0,12
Y <sub>i</sub>	3,42	1,96	1,50	0,88	0,50	0,30	0,08	0,00	—	0,30	—	0,70	1,10	1,46	1,6	1,96	0,92	0,52	0,00

Oportunamente consideraremos el peso de la "goma motora"; por ahora nos basta saber que debemos reservar entre el 33 y 40 por 100 del peso total para el "motor". Elijiendo la cifra menor, si creemos que el modelo será de vuelo lento, y la mayor, en caso de vuelo más rápido, creemos que para nuestro proyecto es más ventajoso que sea de vuelo

remos un diedro simple igual al 7 por 100, o sea 7 centímetros. Es más ventajoso para nuestro cálculo dar el diedro en centímetros y no en grados, como algunos creen.

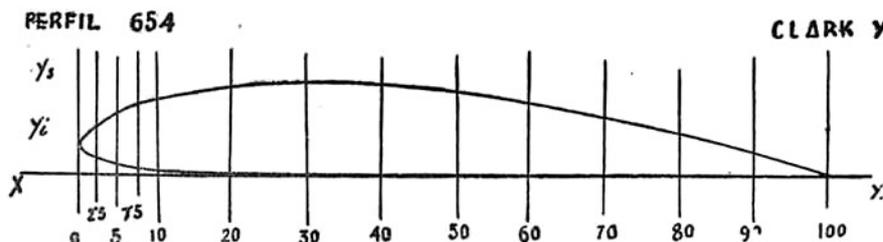
Cuanto más pesado sea el aeromodelo, menos diedro le corresponde.



lento, eligiendo el 35 por 100 ( $150 \times 35 : 100 \approx 53$ ); o sea, que del peso total tendremos que restar el peso motor ( $150 - 53 = 97$  gramos); con estos 97 gramos de que disponemos para el resto de aeromodelo puede hacerse una construcción satisfactoriamente robusta. El cálculo de pesos se hará para 14 gramos por dm<sup>2</sup> (el gramo por decímetro cuadrado se reserva para pequeñas desigualdades de peso que

Cuanto más lento sea le corresponderá más diedro. Asimismo, a mayor diedro corresponde ganancia en la estabilidad.

El perfil del ala debe escogerse entre los ya apropiados en su aplicación a los aeromodelos, como son el RAF 32, el GRANT M-8 y M-9, N. A. C. A. M-6, Clark Y, Eiffel 400. El estudio de nuestro aeromodelo está hecho con el RAF 32,



puede haber en los listones y para tener un pequeño margen en la construcción). Se entiende que cada uno empleará sus conocimientos y su ingenio en construir lo más liviano posible, sin comprometer la solidez de la estructura. En el final del artículo daré unas pequeñas tablas de pesos de listones y materiales para poderse orientar en estos cálculos de pesos.

pero admite el uso de los demás mencionados, así como otros experimentados por el aficionado. Daré una idea de cómo debe construirse un perfil.

Seguiremos la construcción del Raf 32, que es el que utilizamos en nuestro proyecto.

$CP = 43 \text{ por } 100 \text{ } i = 0'$ .

X	0	2,5	5	7,5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
$Y_i$	4	5,66	7,95	8,92	9,68	11,28	11,70	11,40	10,51	9,15	7,35	5,22	2,80	0,15
$Y_e$	4	1,48	1,14	0,88	0,50	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Un perfil está dado por un sistema de ejes coordenados, cuya abscisa da las distancias a que deben colocarse los distintos puntos de las ordenadas; éstas tienen dos valores: uno,

Este trabajo es preferible hacerlo con papel milimetrado. Nuestro perfil lo hemos sacado directamente de la tabla, porque su longitud es de 10 cm.; en caso de tener que cons-

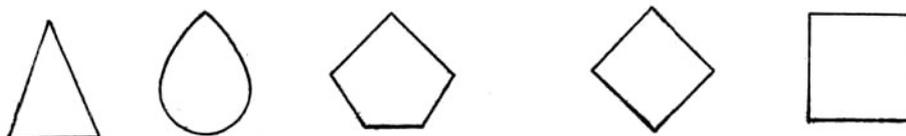


Fig. 2.

que dará la curva correspondiente al extradós, y el otro el intradós. Si el perfil es simétrico, una de las curvas estará situada en la parte inferior del eje X, y su numeración estará afectada del signo menos.

truir uno, por ejemplo, de 12 cm., multiplicaríamos todos los datos por 12 o por el número que sea.

A continuación damos el perfil y tabla del Clark Y, el  $CP = 43$  por 100, que se indica en él es la distancia a que se halla el centro de presión del borde de ataque, a una incidencia de  $0^\circ$ .

Colocaremos en los extremos del ala un perfil biconvexo o autoestable, teniendo en esta parte el ala algo más de incidencia.

La incidencia alar la podemos fijar en tres grados, afinándola convenientemente cuando se haga definitivamente el centraje en el campo.

FUSELAJE

Diseñaremos el fuselaje partiendo de la envergadura como base de nuestro cálculo que, como se recordará, son 100 centímetros.

Empezamos por construir el eje X, y sobre éste tomaremos las distintas distancias, y sobre estas distancias levantaremos sucesivas perpendiculares, marcando en cada una de ellas la medida correspondiente a  $Y_s$  y  $Y_i$ ; uniendo los sucesivos puntos, nos determinará la curva correspondiente al perfil.

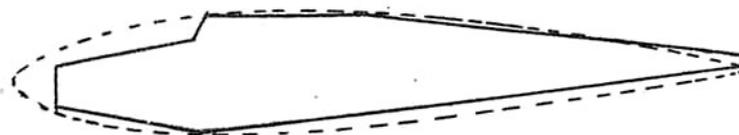
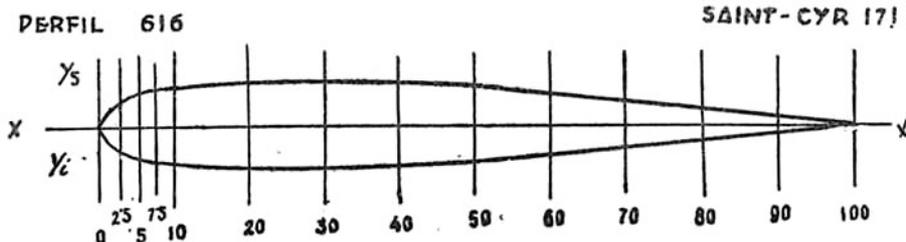


Fig. 3.



$CP = 34 \text{ por } 100 \text{ } i = 0'$ .

X	0	2,5	5	7,5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
$Y_e$	0,00	2,50	3,60	4,27	4,57	5,20	5,30	5,10	4,50	3,85	3	2	1	0,00
$Y_i$	0,00	-2,50	-3,60	-4,27	-4,57	-5,20	-5,30	-5,10	-4,50	-3,85	-3	-2	-1	0,00

La forma más conveniente para sección transversal ha sido y es tema de discusión entre los aeromodelistas; pero es evidente que las formas perfiladas reducen al mínimo las resistencias parásitas, favoreciendo aerodinámicamente el aeromodelo que, por tanto, aprovechará mejor las corrientes térmicas cuando tenga que portarse como velero, es decir, cuando deje de funcionar el motor; las formas más convenientes y más usadas para esta sección transversal son las indicadas en la figura 2.

La forma longitudinal del fuselaje debe diseñarse dentro de un perfil uniformemente grueso; así tendremos una forma de buenas condiciones aerodinámicas; esto no quiere decir que tenga que tener exactamente la forma de un perfil determinado, sino que variará dentro de él y a gusto del aficionado (fig. 3).

Un perfil muy apropiado para ello es el *Saint Cyr 171*.

El fuselaje tendrá una longitud total que oscile entre el 75 y 85 por 100 de la envergadura; fijaremos para nuestro modelo 80 centímetros.

El área de la sección máxima del fuselaje será, como mínimo, según fija la Federación Aérea Internacional, de  $\frac{L^2}{100}$  ( $L$  es la longitud del fuselaje; en los veleros es  $\frac{L^2}{200}$ ).

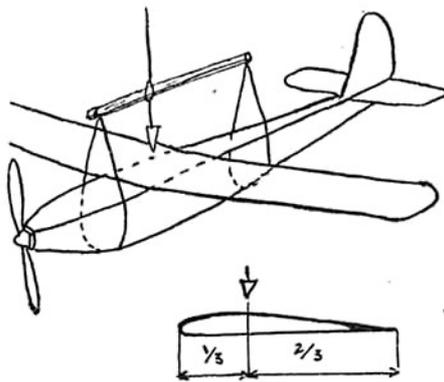


Fig. 4.

La altura máxima del fuselaje oscilará entre el 10 y 10,5 por 100 de la envergadura (10 cm.); la anchura máxima oscilará entre el 6 y el 7 por 100 = 6,4 cm., o sea que nos determinará una superficie de la sección máxima de nuestro aeromodelo de 64 cm<sup>2</sup>. Respecto a la forma de esta sección, para nuestro aeromodelo la considero rectangular, pudiéndose adoptar cualquiera de las formas de la figura 2, o bien la que considere el aficionado más conveniente para su modelo, desde el punto de vista más aerodinámico. La forma rectangular adoptada es la que ofrece mejores ventajas constructivas.

Debemos tener en cuenta la colocación de los diferentes elementos del fuselaje para lograr que el modelo salga "centrado".

Supondremos que el fuselaje es el astil de una balanza (fig. 4) de brazos desiguales, y cuyo punto de apoyo debe estar en el lugar en que se asiente el "centro de presión" del ala (final del primer tercio de la cuerda) y, por consiguiente, es donde corresponde teóricamente el centro de gravedad. Las distancias de este centro de gravedad a la nariz y cola deben hallarse con la mayor aproximación posible, ya que de ello depende el centraje teórico del aparato.

Estas distancias son la  $A$ , que es el momento de nariz, o sea distancia de la nariz del aeromodelo al primer tercio del ala; estará comprendido entre el 30 y 31 por 100 de la envergadura, o sea 30 cm. A la distancia de 30 cm. de la nariz es donde corresponde el primer tercio del ala (fig. 5).

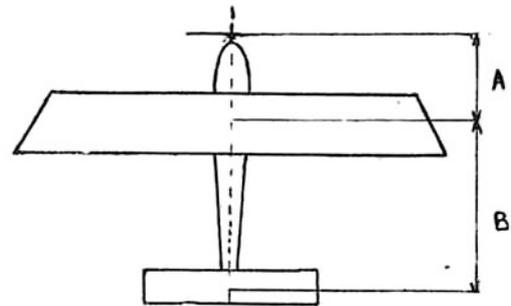


Fig. 5.

Distancia  $B$ , que es el momento de cola, o sea distancia desde el primer tercio del ala al centro del estabilizador, es igual al 50 por 100. Para el caso de superficies distintas de estabilización corresponde distintas distancias de  $B$ , por lo que el momento de nariz puede oscilar entre el 45 y 60 por 100.

En nuestro cálculo  $A$  es igual a 30 cm. y  $B$  46, o sea que escogemos para  $B$  un 46 por 100, porque colocamos el estabilizador muy retrasado; tendremos  $30 + 46 + 4 = 80$  centímetros, que es la longitud del fuselaje; el 4 es la distancia del centro del estabilizador al final del fuselaje.

La distancia vertical del eje de tracción del aeromodelo al ala será equivalente al 6,5 por 100, igual a 6,5 cm.; y situado debajo del extradós del ala. El eje de tracción es una línea perpendicular al plano del círculo descrito por la hélice, situado en la dirección del eje longitudinal del fuselaje. Posee una pequeña incidencia con respecto a la línea de vuelo.

El centro de gravedad está situado a una distancia de 10 a 13 cm., por debajo del eje de tracción, para que la estabilidad en vuelo con motor sea satisfactoria.

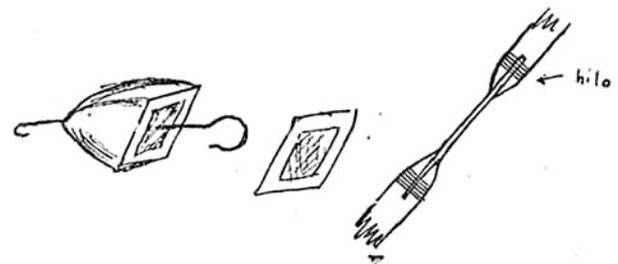


Fig. 6.

Fig. 7.

Deben hacerse notar varios detalles, que deben tenerse en cuenta en el proyecto del fuselaje. La forma de éste influirá notablemente en la situación del centro de gravedad y de la línea de tracción. La forma que se le dé a la nariz debe permitir el fácil montaje y desmontaje del "motor", teniendo que ser lo suficientemente ancho para que entre la maldita de gomas sin rozamientos, que podrían malograrlas (figura 6). Los ganchos deben estar bien situados, a poder ser recubiertos de un pequeño tubo de goma; éstos serán de alambre de acero. El tren de aterrizaje debe ser lo más flexible posible, a poder ser de bambú; en caso de que no se

posea una tira lo suficientemente larga, se intercalará en una varilla rígida, del grueso que creamos conveniente, una pequeña tira de bambú, que la podremos obtener de cualquier sitio, por ejemplo, de un abanico de señora, de la forma que se indica en la figura 7. Lo debemos construir lo más simple posible, a poder ser monopata; el eje estará situado a 3 centímetros por debajo del círculo que describe la hélice, estando el aeromodelo en línea de vuelo y situado en el fuselaje, delante del centro de gravedad, a la distancia equivalente a un tercio de la que media entre la nariz y el centro de gravedad del fuselaje.

### TIMON DE DIRECCION

Es el elemento a que el aficionado dará una forma puramente a capricho, preferentemente elíptica, constituido por un perfil biconvexo simétrico; también puede aplicarse un perfil sustentador como el *Clark Y*, ubicado el extradós hacia el lado en que produce la torsión de la hélice para que el aeromodelo vire contra el par producido por ésta. Aplicando uno u otro perfil no hay ventajas apreciables.

Tendrá una superficie equivalente al 12 - 15 por 100 de la superficie alar. Para el nuestro será igual a 1,5 dm<sup>2</sup>, con un alargamiento que oscile entre 6 y 7, y una envergadura comprendida entre el 20 y 25 por 100; nosotros le fijaremos un alargamiento de 6 y una envergadura de 20 cm.

La cuerda máxima oscilará entre el 6 y 7 por 100, y la mínima entre el 4 y 5 por 100, referidas a la envergadura. Para nosotros, la máxima será de 6,5 cm. y la mínima de 4 centímetros.

El timón puede ser doble, en cuyo caso la superficie media estará comprendida entre el 25 y 30 por 100.

### ESTABILIZADOR

El estabilizador deberá satisfacer sus condiciones mediante un perfil biconvexo o sustentador como el *Clark Y*, con una superficie equivalente del 27 al 30 por 100 de la superficie sustentadora; para nosotros será igual a 2,8 dm<sup>2</sup>.

Con una envergadura igual al 50 por 100, o sea 50 centímetros, la cuerda la hallaremos partiendo la superficie por la envergadura, o sea  $C = \frac{28}{50} = 5,6$  cm.; procuraremos que oscile entre 5 y 6,5 por 100; fijadas estas dos medidas podremos determinar el alargamiento, o sea la envergadura partida por la cuerda media igual a  $\frac{50}{5,6} \approx 9$ ; procuraremos que oscile entre 9 y 12.

Se utilizará un perfil biconvexo o sustentador cuando el estabilizador sea pesado o cuando se utilicen dos timones de dirección para que nos levante la cola; de lo contrario, el modelo tendría tendencia a colgarse y tendríamos que colocar un pequeño contrapeso en la nariz.

La incidencia del estabilizador no la podemos determinar directamente, pues dependerá de la inclinación con que el aire producido por la hélice choque con éste; procuraremos que el estabilizador esté colocado paralelamente al eje de tracción de la hélice. Según los casos, esta incidencia variará entre 2 y - 2 grados. Esta parte la dejo a la experiencia del aeromodelista; desde luego dependerá mucho de la pesadez de la cola.

En un perfil que avanza en una masa de aire, la desviación de las capas o filetes de aire da lugar a un vacío o succión en el extradós del perfil y una presión en el intradós. La suma de la presión y vacío constituye el efecto sustentador del perfil. Hay que observar que en un perfil en movimiento, si la incidencia es normal, el vacío es tres veces aproximadamente más grande que la presión de debajo del ala (fig. 8).

Esto debe tenerse en cuenta en la colocación del estabilizador, pues si lo colocamos como en la figura 9, parte de la superficie del timón de dirección quedará anulada por estos efectos, mientras que si lo colocamos como en la figura 10, estos efectos quedarán disminuidos, pues la corriente de aire le arrastrará algo y caerá fuera del timón de dirección.

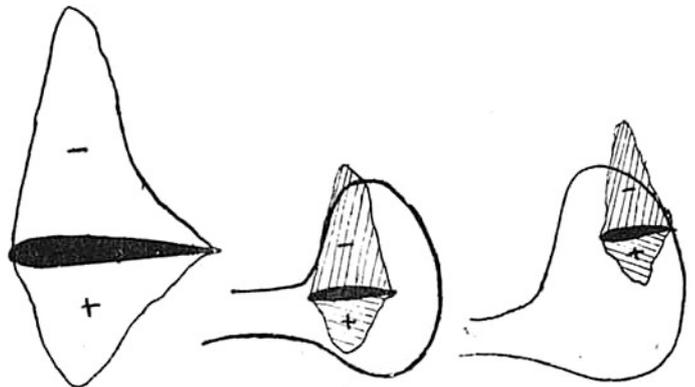


Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 10.

Para favorecer las condiciones del estabilizador del aeromodelo podremos darle un pequeño diedro, igual a un 2 por 100 de la envergadura alar.

### HELICE

El elemento propulsor del aeromodelo constituido por la hélice reclama estudios muy perfectos y delicados, debiendo tener una adaptación adecuada a cada aeromodelo.

Un aeromodelo poseído de una hélice insuficientemente adaptada, no dará las características de velocidad y elevación para las cuales ha sido construido. La hélice que ha de transformar el movimiento circular del motor en una fuerza tracción, está constituida, en síntesis, por dos palas, fijadas radialmente en el eje del motor, de tal manera que al girar en un sentido determinado, cada pala se presente con una incidencia positiva, de modo que cada una, al girar, experimente una sustentación igual y de dirección paralela al eje del motor con tendencia a ser arrastrada.

Las palas tendrían que poseer un perfil igual al que tienen las alas de los aeromodelos, pero tendrían un peso excesivo, por lo cual se les da una concavidad suficiente para que produzca los efectos de tracción y sea lo suficientemente robusta para que no se rompa cuando tropiece con un obstáculo.

En la aplicación de la hélice en un aeromodelo intervienen factores de orden experimental, ajenos al cálculo. Para que una hélice calculada dé el resultado que corresponde, sería necesario conocer el ángulo de planeo o velocidad de caída; se conoce teóricamente con atmósfera en plena calma y el aparato en su condición máxima de construcción, es de-

cir, carga alar mínima, reglaje correcto y rendimiento medio del motor.

Como puede observarse, son tres factores completamente variables, sobre todo el factor goma motora, sobre el cual no existe una base seria para el cálculo, ya que todo depende de la calidad y frescura de la goma y de la longitud y espesor de la madeja.

No obstante, indicaremos las características que corresponden; el aeromodelista determinará luego experimentalmente cuál es la hélice que más conviene a su aparato.

Hélice para carga alar mínima de 15 gramos por dm<sup>2</sup>.

El diámetro de la hélice oscilará entre el 35 y 40 por 100 de la envergadura, y tendrá un paso igual a una o una vez y media el diámetro.

El paso de una hélice es la distancia que ésta recorre en una vuelta completa y avanza arrollándose con la inclinación de la incidencia media de las palas. En general, el rendimiento de una hélice aumenta con el diámetro y el paso, y disminuye cuando crece el número de vueltas.

Supondremos que el diámetro en nuestro caso es de 36 centímetros, y el paso de 40 cm. Cuanto más pesado sea el aeromodelo, más paso tendremos que dar a la hélice.

Determinado el paso, podremos determinar las medidas *a* y *b* que corresponden al bloque (figura 11). El paso es igual  $P = \pi r \frac{h}{b}$ .

*P* es conocido,  $\pi$  y *r*, también, pues conocido el diámetro es conocido el radio, que es su mitad. Fijando *b* convenientemente más o menos ancho para obtener mayor superficie de pala, así podremos lograr que el aeromodelo sea de vuelo rápido o lento, pero nunca excederá a 7,5 cm.; para el cálculo de nuestra hélice le fijaremos a *b* 6 cm.

Despejando *h* de la fórmula anterior, tendremos  $h = \frac{P \cdot b}{\pi \cdot r}$  y dando valores tendremos  $h = \frac{40 \cdot 6}{3,14 \cdot 18} = \frac{240}{56,5} \approx 4,2$  cm.

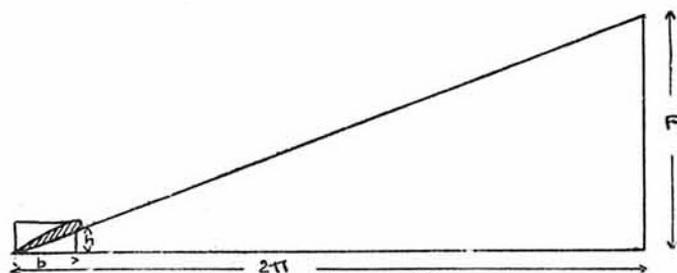


Figura 11.

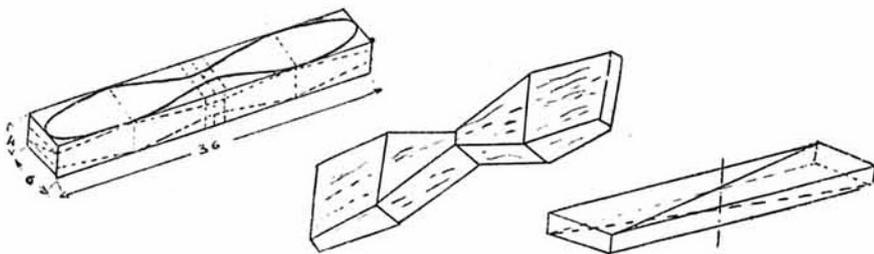
En general, la anchura de la pala estará comprendida entre  $\frac{1}{4,5}$  y  $\frac{1}{8}$  del diámetro, determinando la altura *h* de la forma anterior.

La superficie de la hélice será igual a  $Sp = \frac{1}{2} b \cdot D = \frac{1}{2} \cdot 6 \cdot 36 = 10,8$  cm<sup>2</sup>, que corresponde aproximadamente a 1 cm<sup>2</sup> de la hélice por cada 1 dm<sup>2</sup> del ala.

El bloque que corresponde para la construcción de esta hélice es de 42 × 60 × 360 dado en milímetros.

Puede estudiarse también la aplicación de la hélice monopala o bipala plegable; ambas cuestiones están dentro de las mejoras que el aficionado puede introducir, y por tratarse de un importante factor de rendimiento debe insistirse en experimentarlas.

Para la construcción de la hélice se trazarán las dos dia-



Figs. 12 y 13.

gonales cruzadas, una de cada base del paralelepípedo, y un perfil que las recorra (fig. 13).

La anchura máxima de la pala corresponde a la mitad de la pala. Para la construcción y marcado de la hélice, fijarse en la figura 12.

### GOMA MOTOR

Es el factor de más importancia. Aparte de la selección de la goma, el aficionado debe considerar la colocación en el fuselaje del soporte trasero para el enganche de la madeja de goma en el lugar más adecuado a las características de su modelo. La experiencia que se posea será de suma utilidad para este caso.

El peso mínimo de la goma-motor representa del 33 al 40 por 100 del peso total del aparato listo para el vuelo; elegimos para nuestro cálculo el 35 por 100, o sea, tendremos un peso de 53 gramos de goma; de esta manera determinaremos el largo y espesor de la madeja, elevando el porcentaje hasta el 40 por 100 en caso necesario.

La longitud de la madeja de gomas tendrá que ser una vez y media la longitud del fuselaje; hallada la longitud, será fácil determinar el espesor.

La medida de goma más conveniente es la de sección 1 × 3 milímetros.

Para su mayor conservación, deben guardarse con polvos de talco. Para su mejor rendimiento, las lubricaremos con una emulsión de glicerina, jabón sin sosa y agua. Una vez utilizada una madeja, debe lavarse lo antes posible con agua y jabón sin sosa, enjuagándolas con mucho cuidado a fin de no deteriorarlas.

### CENTRAJE

Se pondrá mucha atención en los ensayos preliminares en tierra; esto asegurará un resultado positivo en el vuelo; no hay nada más descorazonador para un buen aeromodelista que ver a su aeromodelo prototipo que no vuele o verlo estrellarse en su primera prueba.

Para hacer el centrado preliminar se armará el aeromodelo completamente, sin el ala, pero con el tren de aterrizaje, la hélice y el motor, y si éste es más largo que la distancia entre ganchos, se la arrollará ligeramente para que quede extendido sin exceso, y se sujeta la hélice con un hilo de coser (fig. 4).

Se dispone encima del fuselaje una varilla ligera, en cuyos extremos se suspenderá el aparato con dos hilos de coser. Se suspenderá todo por un hilo, que se mantendrá colgado. Esta operación se hará al abrigo de las corrientes de aire. Después de haber hecho un pequeño ojal, en el cual se deslizará nuestra varilla, se atará un trocito de metal en punta, que hará de plomada. Después se desplazará el anillo hasta obtener la horizontalidad del aparato, y se marcará donde apunte la plomada.

Después de fijar el ala, aproximadamente a un tercio adelante en relación al punto que se acaba de marcar, se verificará el equilibrio y se le restablecerá, desplazando a la vez en muy pequeña cantidad el ala y el ojal del hilo de suspensión, hasta que el aparato completo quede horizontal y que la punta de la plomada esté a un tercio de la profundidad del ala, o sea el centro de presión del ala.

Esta será la posición de reglaje teórico que servirá de punto de partida al reglaje práctico en el campo.

Si por defecto de proyecto o de construcción se está obligado a retroceder el ala de una manera exagerada—en general esto ocurrirá cuando la cola sea pesada—, será necesario colocarle delante un pequeño peso o reemplazar la hélice por una de madera más pesada.

#### RESUMEN DE LAS CARACTERISTICAS DEL AEROMODELO

Envergadura de ala: 100 cm.  
 Alargamiento: de 9 a 12, igual a 10.  
 Cuerda máxima: 14 a 14,5 por 100.  
 Cuerda mínima: 7 a 7,5 por 100..... } igual a 10 cm.  
 Perfil: RAF 32.  
 Incidencia: 2°.  
 Forma de la superficie alar: rectangular.  
 Diedro: 7 por 100; como es simple, 7 cm.  
 Superficie alar: 10 dm<sup>2</sup>.  
 Carga alar: 15 gramos por dm<sup>2</sup>.  
 Peso: 150 gramos.  
 Longitud del fuselaje: 75 a 85 por 100, igual a 80 cm.  
 Area de la sección máxima del fuselaje:  
 Alto máximo del fuselaje: 10 a 11 por 100, igual a 10 cm.  
 Ancho máximo: 6 a 7 por 100, igual a 6,4 cm.  
 Momento de nariz: 30 a 31 por 100, igual a 30 cm.  
 Momento de cola: 45 a 60 por 100, igual a 46 cm.  
 Distancia del ala a la línea de tracción: 6,5 por 100, igual a 6,5 cm.  
 Superficie del timón de dirección: 13 a 15 por 100, igual a 1,5 dm<sup>2</sup>.  
 Perfil: biconvexo.  
 Envergadura: 20 a 25 por 100, igual a 20 cm.  
 Alargamiento: 6.

Cuerda máxima: 6 a 7 por 100, igual a 6,5 cm.  
 Cuerda mínima: 4 a 5 por 100, igual a 4 cm.  
 Estabilizador: de forma preferentemente rectangular.  
 Superficie: 27 a 30 por 100, igual a 28 dm<sup>2</sup>.  
 Envergadura: 50 por 100, igual a 50 cm.  
 Alargamiento: de 9 a 12, igual a 9.  
 Cuerda: 5 a 6,5 por 100, igual a 5,6 cm.  
 Incidencia: 2°.  
 Hélice: 35 a 40 por 100, igual a 36 cm.  
 Paso: de 1 a 1,5 el diámetro, igual a 36 cm.  
 Ancho máximo de la pala: 6 cm.  
 Superficie de la hélice: 108 cm<sup>2</sup>.  
 Block: de 42 × 60 × 360.  
 Goma motora: 33 a 40 por 100, igual a 53 gramos.

Conviene aclarar que se ha dado al cálculo de nuestro aeromodelo una tolerancia que permite al aficionado la libertad necesaria para diseñar la forma de su aparato más o menos a su fantasía.

Ahora que poseéis los elementos suficientes para diseñar y calcular vuestro aeromodelo, debo hacer algunas advertencias que considero de suma importancia en todos los casos, y más tratándose de un modelo "prototipo":

No alterar las características fundamentales, a fin de buscar mayor fineza.

Emplea tus conocimientos y tu iniciativa personal en simplificar los detalles de enganches, uniones, unión de ala con el fuselaje, concepción del tren de aterrizaje, aplicación de la goma motora, etc.

Evita sobre todo lo complicado y todo lo que significa "resistencia parásita", haciendo uso de tus propias experiencias y las ajenas, pues imitar a los otros en este caso es perfeccionarse a sí mismo. En todas estas astucias está formado el progreso actual del aeromodelismo.

No esperes que tu modelo vuele del todo bien desde las primeras pruebas. A veces son necesarios muchos planeos antes de aplicar motor por primera vez. Haz repetidas pruebas, sin alterar lo fundamental del aeromodelo, hasta conseguir que éste rinda el máximo, a base de tener un centrado correcto.

Determinar cuál es la mezcla de gomas que da mayor rendimiento y prepara tres o cuatro exactamente iguales, alternándolas cada dos vuelos.

Para el aeromodelista que empieza es necesario que aprenda, y por consecuencia, que estudie metódicamente el modelo. Deberá interesarse en someterse a una pequeña disciplina, que consiste en:

Empezar por los modelos simples, aunque sean infantiles.

Aplicarse en construirlos bien.

Esforzarse en hacerlos volar correctamente.

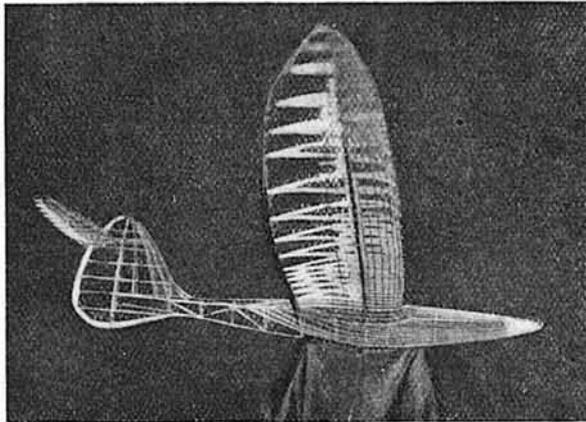
Corregir los defectos que pueden presentarse, ya de construcción o de centrado.

No empezar por los modelos más complejos o personales hasta después de haber obtenido excelentes resultados con los aparatos estudiados por los aeromodelistas experimentados.

Y sobre todo, no principiar nunca con grandes aparatos; más bien hacerlos pequeños y de construcción fácil.

El principiante debe empezar por construir alguna maqueta sólida. Nunca empezará con maquetas volantes, que no tienen más que belleza y vuelan con dificultad.

No empezar nunca construyendo un aeromodelo con motor de explosión, pues el centraje de éstos exige mucha experiencia.



Todo principiante debe construir y proyectar. Si tiene éxito, quedará satisfecho; si el aeromodelo no marcha, lo tirará; pero mejor sería en ese momento buscar la explicación de las causas del fracaso, y si es posible, que lo estudie, que en la mayoría de los casos son corregibles en vez de dejarlos, creyendo que el mal resultado es debido al azar.

Todos los aeromodelos bien contruidos y centrados vuelan bien, pero debemos obtener el máximo de ellos; así podrá experimentar la innegable y legítima satisfacción que proporcionan las buenas características de un aeromodelo propio.

MATERIALES Y LISTA DE PESOS

Maderas más utilizadas, con sus respectivos pesos específicos:

Pino, pino de Balsain, pino de oregón, abeto o pinabete, 0,5.

Spruce o abeto del Canadá, 0,4.

Madera ultraligera (J. A. P. A.), 0,2 y 0,25.

Balsa, 0,15 y 0,20.

LISTONES				PLANCHA	
Sección en mm.	Peso por m.	Sección en mm.	Peso por m.	Espesor en mm.	Peso en dm <sup>2</sup>
1 × 1	0,5 gr.	1 × 1,5	0,75 gr.	0,5	2,5
1,4 × 1,4	1	1 × 2	1	1	5
1,5 × 1,5	1,1	1 × 3	1,5	1,5	7,5
2 × 2	2	2 × 3	3	2	15
2,2 × 2,5	3,1	2 × 4	4	3	22,5
3 × 3	4,5	2 × 5	5	4	30
4 × 4	8	3 × 4	6		
5 × 5	12,5	3 × 5	7,5		
6 × 6	18	3 × 6	9		
		4 × 5	10		
		5 × 6	15		
		5 × 8	20		
		5 × 10	25		

Peso = v. d.  
v = volumen.  
d = densidad.

Peso = espesor.  
d = densidad o peso específico, que es el mismo número.

CONTRAPEADA en mm.		LISTONES DE BAMBÚ dado en mm.		HILO DE ACERO $P = r^2 \cdot 27$ , —r es el radio	
Espesor	Peso por dm <sup>2</sup>	Espesor	Peso por m.	Diámetro en mm.	Peso por m.
0,5	3,75	1 × 1	0,8	0,2	0,3
1	7,50	1,4 × 1,4	1,6	0,4	1,2
1,5	11,25	2 × 2	3,2	0,6	2,6
2	15	3 × 2	7,2	0,8	4,5
3	22,5			1	6,4
4	30			1,5	13
				2	25

