

Aeronáutica General

Utilización topográfica de las aerofotografías

Por el Capitán de Artillería, Ingeniero, Doctor Francesco del Re

(De RIVISTA DI ARTIGLIERIA E GENIO, números 7-8, de 1940.)

En la explotación de fotografías aéreas verticales puede presentarse el caso de que no se disponga de informadores especialistas para su interpretación. A falta de este personal, un mapa de reducida escala puede ayudar a la utilización de las fotos aéreas. El autor expone, en el artículo que sigue, algunas normas claras y sencillas que creemos interesante recoger.

De las fotografías planimétricas hechas desde un avión pueden sacarse datos topográficos de algunas zonas del terreno, sin necesidad de recurrir a procedimientos fotogramétricos, siempre que se trate de un terreno llano y se disponga de cartas topográficas a pequeña escala.

Se consigue una aproximación igual a la que resulta de una preparación topográfica regular de Artillería.

Por lo tanto, las aerofotografías planimétricas son muy útiles para determinar en la carta topográfica (escala 25.000 ó 50.000) datos importantes, como puntos de apoyo, de enlace, de referencia, observatorios, objetivos, economizando a las Unidades de topógrafos mucho tiempo y trabajo para la preparación de artillería.

Para deducir los elementos topográficos, consideraremos varios casos.

Caso general.

Cuando las fotografías de que se dispone no se han hecho a una altura suficientemente elevada y el terreno es llano, se determina la posición, por medio de la fotografía, de un punto que existe en el terreno y que no figura en la carta topográfica, recurriendo al procedimiento siguiente. El sistema en cuestión vale para todos los casos, dado que se basa exclusivamente en las propiedades proyectivas de las figuras geométricas, que se mantienen incluso en fotografía, ya que la fotografía no es más que el resultado de una serie de proyecciones e intersecciones sucesivas.

Sea X el punto de la fotografía existente en el terreno y que queremos determinar en la carta topográfica. (Véase figura 1.)

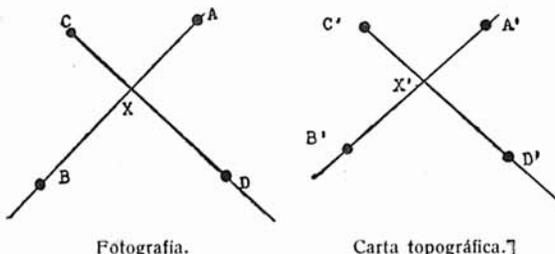


Figura 1.

Se hace pasar por X en la fotografía una recta que pase también por un punto (A) bien definido y que existe en la carta topográfica.

Se busca en la fotografía el lugar donde esta rec-

ta pase por otro punto (B) o muy cerca de él, también muy definido y que figure en la carta topográfica.

Se repite el mismo procedimiento con otros dos puntos, C y D , de manera que el punto X quede en la intersección de las dos rectas AB y CD .

Pasando luego a la carta topográfica, tomando los puntos $A' B' C'$ y D' , correspondientes a los puntos A, B, C y D de la fotografía, se procede a unir A' con B' y C' con D' . La intersección de estas dos rectas será X' , posición exacta de X en la carta topográfica.

Efectivamente: siendo las rectas $A' B'$ y $C' D'$ homólogas de las rectas AB y CD , la intersección de las dos primeras será, en la carta topográfica, homóloga de la intersección de las otras dos en la fotografía.

Pero no siempre se podrá aplicar fácilmente este procedi-



Vista aérea de San Petersburgo.

miento, por la dificultad de encontrar los cuatro puntos *A, B, C* y *D* tales, que las rectas *AB* y *CD* pasen ambas por el punto *X* que se quiere determinar.

Pero tal vez sea más fácil encontrar tres rectas, *AB, CD* y *EF*, que pasen en la fotografía por las cercanías de *X*; es decir, inscribirlo en un triángulo que se forma con ayuda de los puntos *A, B, C, D, E* y *F*, bien definidos, y que se puedan localizar en la carta topográfica. (Véase fig. 2.)

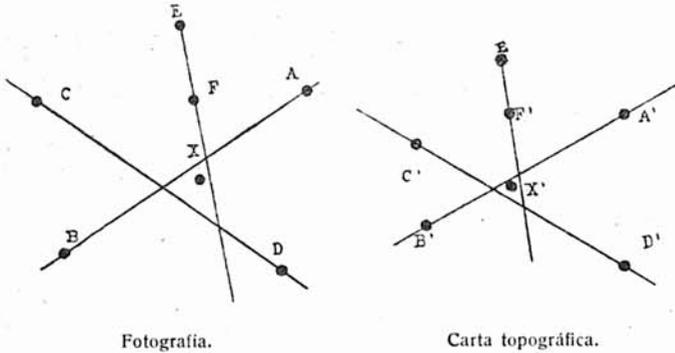


Figura 2.

Reproduciendo el triángulo en la carta topográfica, en su interior se situará fácilmente, por homología, el punto *X'*.

La exactitud de la operación dependerá, naturalmente, de la magnitud del triángulo.

La exactitud de las operaciones dependerá, además, de la diferencia de nivel de los puntos elegidos. Si tales diferencias son de importancia, será necesario proceder a su rectificación en posición ortogonal. Por lo general, esa rectificación es superflua.

Los puntos *A, B, C, D*, etc., deben ser, preferentemente: cruces de carreteras, puentes, edificios, cruces de senderos, de caminos de herradura, de trincheras, etc.

Excepcionalmente, a falta de otros, pueden servir para tal fin las confluencias de dos ríos, curvas de carreteras, torrenteras, etc., que difícilmente se reproducen con fidelidad en las cartas topográficas.

Hay que dar preferencia a los puntos acotados, porque su posición topográfica está determinada generalmente con mucha exactitud, y a los puntos donde se crea que el topógrafo ha podido situarse con el teodolito.

No confiar mucho en los edificios y otras construcciones, sobre todo si hay muchos en un espacio reducido.

Hay que tener en cuenta que, en las cartas topográficas, no siempre se reproducen a escala, sobre todo si son pequeños.

Apenas puede contarse con los puntos trigonométricos o acotados del terreno, siempre que no estén materializados por medio de mojones, etc., por la dificultad para determinar su posición en la fotografía, a menos que pueda hacerse uso del estereoscopio.

En cuanto a las estaciones de ferrocarril no hay que hacer referencia en la fotografía al edificio principal, que está siempre fuera del eje de la línea del ferrocarril, sino a un punto cualquiera que se encuentre en el eje de la línea y a la altura del edificio principal. En los cruces de carreteras conviene hacer referencia a los cruces de los ejes de las mismas.

Cuando en la fotografía que se emplea no se encuentren particularidades topográficas en número suficiente, como puede suceder en algunas zonas del terreno, se podrán emplear fotografías pertenecientes a la misma serie, haciendo coincidir la parte común a todas ellas.

Las deformaciones que pueden encontrarse son siempre pequeñas y no perjudican a la exactitud de la determinación topográfica.

Casos particulares.

Cuando las aerofotografías se han hecho a una altura suficiente, pueden considerarse como una proyección ortogonal del terreno, a escala, sobre un plano de restitución horizontal. Efectivamente, estando el objetivo de la cámara fotográfica muy lejos de la figura proyectada, el haz de los rayos proyectantes puede considerarse con su centro en el infinito

y los rayos, por lo tanto, paralelos. Pero el eje de la máquina debe estar completamente vertical en el momento del disparo, con objeto de que la fotografía resulte, efectivamente, planimétrica.

En este caso puede afirmarse que la diferencia de escala entre la zona del terreno en el centro de la fotografía y las zonas circundantes es pequesísima y puede despreciarse.

Por ejemplo, una fotografía hecha sobre terreno llano con una máquina AGR 61, foco de 250 mm. y altura relativa de 2.500 m., en el centro de la fotografía tiene una escala 1 : 10.000; en la periferia, es decir, a una distancia de 8 cm. del centro, correspondientes a 800 m. sobre el terreno, tiene la escala de 1 : 10.500; por consiguiente, tres centímetros representan 300 m. en la zona central y 315 en la zona periférica, con una diferencia de 15 m., que resulta mínima en la carta topográfica a 25 : 000.

Si estimamos satisfactoria una aproximación no inferior al 5 por 100, la altura de 2.500 m. será suficiente, correspondiendo una escala aproximada de 1 : 10.000, con distancia focal de 250 mm. de las máquinas fotográficas que se emplean a bordo de los aviones de observación del Ejército italiano. Esta distancia focal es la más cómoda, ya que se pueden hallar, sin necesidad de tablas ni regla de cálculo, por medio de un sencillo cálculo mental, los valores de la escala del campo fotografiado y el intervalo a que han de sucederse los disparos, según las velocidades del avión, en función de la altura.

Cuando se realicen las supuestas condiciones favorables, será mucho más fácil la determinación de los puntos de la fotografía, porque en ese caso se podrá comprobar que, en fotografía, rigen también las propiedades euclidianas de las figuras geométricas. Es decir, que a segmentos o áreas iguales en el terreno, corresponderán segmentos o áreas iguales en la fotografía; las rectas paralelas seguirán siendo paralelas; además, se conservará la perpendicularidad entre las rectas y la semejanza de los polígonos por la igualdad de los ángulos correspondientes.

Empleando fotografías a escala de denominador no inferior a 10.000, bastará con determinar, en la fotografía y en la carta, una sola alineación que, pasando por el punto *X*, que hay que situar, lo haga también por dos puntos *A* y *B*, fácilmente identificables en ambos documentos. (Véase fig. 3.)

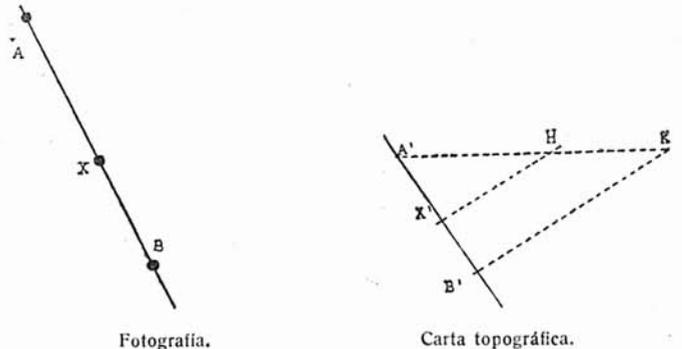


Figura 3.

El punto *X'*, en la carta topográfica, será el que dividirá el segmento *A'B'* en partes proporcionales a los segmentos *AX* y *XB* de la fotografía. Esto se obtendrá mediante el siguiente cálculo geométrico tan conocido; en la carta topográfica se toman, sobre una semirecta arbitraria que parta de *A'*, dos segmentos adyacentes *A'H* y *HK*, respectivamente, iguales a los segmentos *AX* y *XB* de la fotografía. Unase *K* con *B'*, trácese desde *H* una paralela a la *KB'* hasta cortar la recta *A'B'*, y el punto de intersección será *X'*, homólogo de *X*.

Efectivamente, por la conocida propiedad de las paralelas cortadas por secantes transversales, obtenemos la proporcionalidad deseada:

$$\frac{A'X'}{X'B'} = \frac{AX}{XB} = \frac{A'H}{HK}$$

Además, siempre que se realicen las supuestas condiciones favorables, como punto *A* puede elegirse el punto en el infini-

nito de cualquiera alineación; es decir, se puede hacer pasar por X una línea paralela a una alineación determinada que pueda reconocerse fácilmente en la fotografía y en la carta topográfica, y se ve si esta paralela va a pasar por un punto B , común a la foto y a la carta topográfica.

Sobre la carta topográfica, para B' (correspondiente a B) se traza la paralela a la alineación ya reconocida, y sobre ella, a partir de B' , se toma un segmento $B'X'$, proporcional al segmento BX de la fotografía, tomando como base la escala de la fotografía y de la carta topográfica. (Véase fig. 4.)

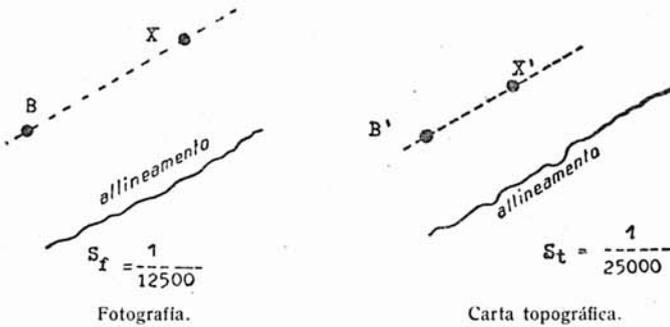


Figura 4.

Es decir, debería ser $\frac{B'X'}{BX} = \frac{S_f}{S_t}$ (en cuya igualdad S_t es

la escala de la carta topográfica, y S_f es la escala de la fotografía).

Por ejemplo, si la carta topográfica está a escala 1 : 25.000 y la fotografía a 1 : 12.500, el segmento $B'X'$ será la mitad del segmento BX .

Puede darse el caso de que la paralela que parte de X en la fotografía no pase por ningún punto B , fácil de determinar; pero que corte en el punto M a otra alineación perfectamente determinada en la fotografía y en la carta topográfica y que tenga un punto N en la alineación elegida anteriormente. (Véase fig. 5.)

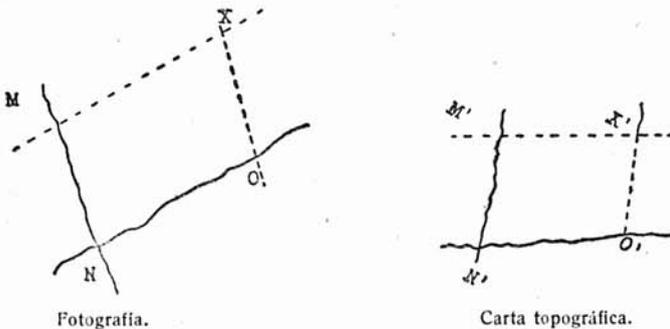


Figura 5.

Para encontrar el punto X' se tomará primeramente en la carta topográfica el segmento $N'M'$, proporcional al segmento MN que se encuentra en la segunda alineación, de manera que siempre se verifique la igualdad siguiente:

$$\frac{N'M'}{NM} = \frac{S_t}{S_f}$$

y luego, desde el punto M' , sobre la paralela a la primera alineación, el segmento $M'X'$, proporcional al segmento MX de la fotografía, de tal modo que siempre tengamos

$$\frac{M'X'}{MX} = \frac{S_t}{S_f}$$

(donde S_t y S_f tienen siempre el significado de la escala de la carta topográfica y de la escala de la fotografía).

También podría tomarse sobre la primera alineación $N'O'$, proporcional a NO , y sobre la paralela de O' a la segunda alineación, un segmento $O'X'$, proporcional a NM .

Puede tomarse en O' , sobre la normal a $N'O'$, un segmento $O'X'$, proporcional al homólogo segmento OX de la fotografía.

De esta manera se determina el punto X' por medio de cartesianas proporcionales a las de la fotografía.

Para que estos procedimientos sean exactos, es necesario que en la fotografía se mantengan las propiedades euclidianas de las figuras. Para estar seguro de ello, basta comprobar que el ángulo formado en la fotografía por dos alineaciones sea igual al homólogo de la fotografía. Si ello se verifica, se puede tener la seguridad de que las construcciones son exactamente iguales.

Cuando no se quisiera o no se pudiera emplear alguna de las alineaciones indicadas, se podrían emplear solamente dos puntos característicos, comunes a la fotografía y a la carta topográfica, bastante próximos al punto u objetivo que hay que determinar, y construir (Véase fig. 6) en la carta topográfica el triángulo $A'B'X'$, semejante al triángulo ABX , haciendo que los ángulos $X'A'B'$ y $X'B'A'$ fueran iguales a los correspondientes XAB y XBA en A' y B' sobre el lado común $A'B'$.

Con el fin de hacer una comprobación se puede emplear un tercer punto C , de manera que, construido el triángulo $X'C'A'$ en la carta topográfica, semejante al XCA , el punto X , que se halla con este triángulo, debe coincidir con el que se ha determinado anteriormente por medio del primero.

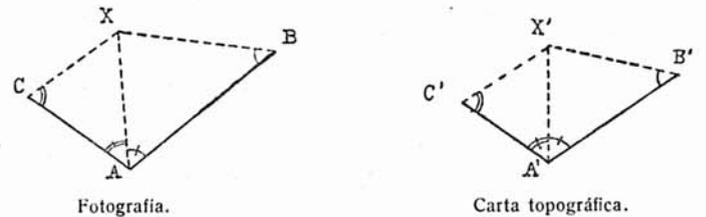


Figura 6.

Gráficamente puede procederse de la manera siguiente: se superpone a la fotografía una hoja de papel transparente. Se marca en ella el objetivo, y partiendo de él se trazan algunos segmentos que pasen por los puntos comunes a la fotografía y a la carta topográfica.

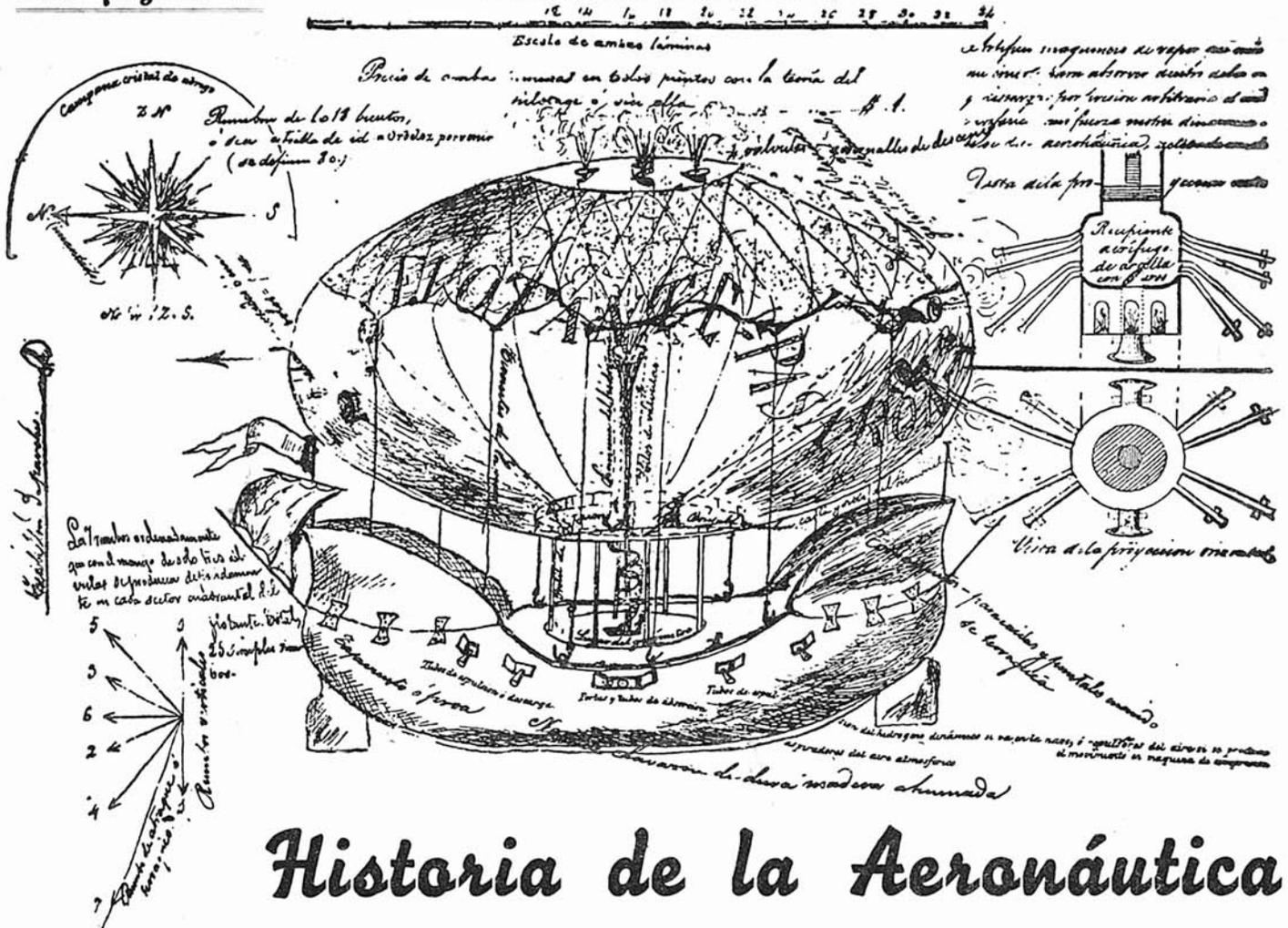
Se pone luego el transparente sobre la carta topográfica, de manera que los segmentos trazados pasen por los puntos correspondientes a la misma.

Con un punzón se marcará el objetivo en la carta topográfica.

Estos tres últimos procedimientos son los que emplean con mayor frecuencia los Oficiales observadores de Aviación cuando, a ojo, efectúan en vuelo la determinación de un objetivo localizado sobre el terreno. Este "a ojo" no quiere decir "al acaso", porque el que observa no es un ojo cualquiera, sino el de un especialista, como puede ser el de un pintor o el de un arquitecto, que a ojo trazan con todas sus particularidades un boceto cualquiera.

A ojo, sin necesidad de trazar líneas ni establecer proporciones; determinando el objetivo instantáneamente con el lápiz sobre la carta topográfica y haciéndolo todo con la máxima rapidez y exactitud.

Naturalmente, antes de conseguir estos resultados, ¡cuántas pruebas, comprobaciones y ejercicios han tenido que hacerse! Prácticas en tierra con auxilio de fotografías, y en vuelo con cartas topográficas a distintas escalas y alturas, siempre animados por la mejor voluntad para llegar a la perfección máxima, con el fin de hacerse acreedores a la gran consideración y estima en que los tienen los Mandos del Ejército y para cumplir, cada vez mejor, las misiones que se les confían.



Historia de la Aeronáutica

Perspectiva de un flotante

Pasarón de 34 a 50 varas, transporte o portacorreo para 5 individuos con 500,000 pies cúbicos de gas de gasómetro o una máquina de compresión de aire dentro de la nave para aéreo-navegar a 150 pies por segundo con tpo regular horizontalmente a toda válvula (de presión si puede ser) desde la Habana hasta la ciudad de Méjico en 10 a 15 horas aprocsimamente, prevista la resistencia del aire atmosférico en la fortaleza de buena binza y fuerte presión del gas hidrógeno producido en fábrica o de el aire desde la nave por tubos hasta la atmósfera. Mas adelante este a simple neumatismo dará al hombre es dominio de la atmósfera.

NOTAS=1ª. El gas mas barato (de carbón mineral ó de resina) hoy abundante por el uso del alumbrado público en casi toda ciudad, produce por cada tonelada de combustible mediano unos 5,000 pies de gas útil; y en la Habana se vende en fábrica a más caro, aunque lo abarate la mayor demanda. El gas producido por el agua, hierro, zinc y calefacción o reactivos, y el de sodio o potasio, salen más caros.—La aéreo-dinámica para ser independiente de la tierra necesita que cada flotante lleve consigo la construcción arbitraria del hidrógeno y logro aquella ventaja con la presente maquina de compresión del aire atmosférico que lo absorva y descargue movida por i un Ericson o un fluido imponderable como fuerza-motriz.—¡Ojalá que yo haya acertado en este descubrimiento; mal pese a aquellos escritores de la Habana que hoy se mofan de mis obras e inventos en sus periódicos!

2ª. Esta lámina y la teoría de pilotage aeronáutico que las acompaña son de privilegio esclusivo por 10 años y propiedad por ahoia de su autor e inventor Dn. Ubaldo P. Pasarón y Lastra, quién ante la ley perseguirá a cualquiera propiedad o individuo que las use o reimprima sin su permiso escriturado. Habana 20 de mayo de 1862. Ubaldo P. Pasarón y Lastra (Rubricado).

Se venden a pesos 17 ejemplar completo en la libreria calle del Obispo nº. 36, Habana o dirigiendo giro en carta franca por correo certificada a nombre del autor en dicha ciudad.

(De la "Historia Bibliográfica e Iconográfica de la Aeronáutica en España, Portugal, países Hispano-Americanos y Filipinas").