

estuvieran pasando por él fuerzas) puede interesar su destrucción, debiendo enfocar el problema de otra forma.

c) Pequeña estación férrea; dimensiones, 400×50 metros; superficie, 20.000 metros cuadrados; peso de bombas, $200 \cdot 2 = 400$ kilogramos, que pudieran ser ocho bombas de 50 kilogramos; para compensar la estrechez de este objetivo en relación a su longitud, se podrían lanzar mejor nueve bombas en tres lotes de a tres, realizando la puntería de cada lote sobre el centro de cada uno de los tres trozos de 133 metros en que se puede dividir la longitud del blanco.

d) Pueblo pequeño de 1.000×1.000 metros; superficie, un kilómetro cuadrado; se necesitan 20 toneladas de bombas, que podrían ser 400 de 50 kilogramos. Realizando este bombardeo con aviones de reconocimiento que carguen 1.000 kilogramos, o sea, 20 bombas, y suponiendo un círculo del 50 por 100 de 16.000 metros cuadrados, se debe dividir el pueblo para realizar la puntería en 60 barrios, asignando tres barrios a cada uno de los 20 aviones, debiendo lanzar éstos seis o siete bombas sobre cada barrio.

Estos bombardeos, que resultan complicados y muy cos-

tosos en bombas, se pueden realizar mejor acudiendo al bombardeo en formación, con el cual se ahorran bombas y quedan mejor repartidas como veremos en un próximo artículo.

e) Gran instalación industrial; superficie, 2.000.000 de metros cuadrados; peso de bombas, 40 toneladas; se podrían emplear 20 trimotores que lleven cada uno 20 bombas de 100 kilogramos.

f) Casco de una gran ciudad; dimensiones, 5×5 kilómetros; superficie, 25 kilómetros cuadrados; bombas, $25 \cdot 20 = 500$ toneladas; se pueden emplear 250 aviones que carguen ocho bombas de 250 kilogramos, lanzando un total de 2.000 bombas.

Para estos objetivos grandes resultan cifras que actualmente parece difícil llevar a la práctica; pero no se debe olvidar que Francia está en condiciones de poder arrojar diariamente 1.500 toneladas de bombas, según afirma un autor francés, y que el número de bombas que he calculado en cada caso es a base de procurar que se solapen sus círculos de acción entre sí, comprendiendo que no es necesario tanto para conseguir la casi destrucción de una ciudad.

La fotografía aérea en la ordenación forestal

Por JULIAN GIL MONTERO

Topógrafo

LOS perfeccionamientos constantes que, a partir de la Gran Guerra, van lográndose en la fotografía aérea, han dilatado su campo de utilidad y cada día ofrece nuevas posibilidades de aplicación que han contribuido a que su progreso sea rapidísimo e incesante. De las cometas y globos cautivos desde los cuales se obtenían, con máquinas fotográficas rudimentarias, fotografías en las cuales difícilmente podía lograrse la perfección deseada, por la imposibilidad de elegir el punto de vista, se pasó al dirigible, y Alemania empleó con éxito sus zeppelines, que fueron bien pronto reemplazados por los aviones, de más fácil y económico manejo, entrando ya con esto de lleno en el campo de sus aplicaciones prácticas la fotografía aérea, ya utilizada hoy en todos los países para distintos trabajos topográficos en los cuales se va llegando a resultados admirables.

En 1925, el director del Aerokartographisches Institut A. G., de Alemania, Sr. Loerke, calculaba que en los trabajos del plano de Breslau se habría podido hacer por procedimientos fotogramétricos una extensión de 16.000 hectáreas en un par de años, lo cual, comparado con la rapidez a que hoy se ha llegado, pone de manifiesto lo mucho que progresó este procedimiento en pocos años, pues esa velocidad que anhelaba el Sr. Loerke es bastante menor que la que viene lográndose, con los procedimientos topográficos ordinarios, en el Instituto Geográfico Catastral y de Estadística de nuestro país, donde cada topógrafo hace en la campaña anual de 7.000 a 8.000 hec-

táreas de mapa y de 1.500 a 4.000 de Catastro parcelario, según el número de parcelas, que con frecuencia pasa de 4.000, velocidad muy superior también a la que para el procedimiento fotogramétrico parecía en 1925 aceptable al Sr. Roussilhe, quien estimaba que se podría terminar en cuatro meses un municipio de 1.500 hectáreas.

Pero en estos últimos años se ha avanzado, tanto en lo referente a trabajos de campo como en los de gabinete, de tal modo que, según decía recientemente en estas columnas el jefe que fué del Servicio de Fotografía Aérea para el Avance Catastral, Sr. Warleta, el Instituto de Exploración Geográfica de la Universidad de Howard, con el concurso de la Aviación militar de Norteamérica, logró fotografiar en veinticuatro horas de vuelo, distribuidas en cuatro días, a 4.570 metros de altura, todo el estado de Massachusset, con una superficie de dos millones de hectáreas, trabajo que hubiera podido hacerse en un solo día volando a 9.000 metros de altura, cosa factible hoy en que el record internacional pasa de los 13.000 metros.

Pero si son interesantísimas las aplicaciones de la fotografía aérea en trabajos cartográficos y catastrales, ofrece también posibilidades tan magníficas en la ordenación forestal que el Sr. Adam, jefe del Servicio Agronómico del Instituto Geográfico de Berlín, afirma que no existe otra especialidad para la que la fotografía aérea sea tan importante como para los trabajos forestales, a los que se aplica mucho en Alemania desde el año 1923, en que los señores

Huguershoff, Rebel y Krutchs usaron para este género de trabajos la fotogrametría.

En efecto, las fotografías obtenidas desde un avión a una altura suficiente para que el eje óptico del objetivo forme con la vertical un ángulo menor de 15 grados, presentan una imagen de la Naturaleza superior a la que pueda dar el croquis más perfecto, y dan una idea de los bosques muy superior y más completa que la que es posible obtener sobre el terreno. Además, los trabajos topográficos por los procedimientos ordinarios, se efectúan dentro de los bosques en condiciones difícilísimas; la espesura del arbolado, impidiendo hacer lecturas de mira a larga distancia, obliga a hacer itinerarios de tramos cortísimos que luego hacen más difícil, con menos posibilidad de exactitud y mayor peligro de error los trabajos de gabinete, en los cuales los desarrollos se hacen precisamente a escalas de gran denominador con los inconvenientes que para la exactitud del dibujo supone la sucesión de ejes cortos. Pero aun salvada esta dificultad característica del arbolado, se hace difícil sobre el terreno lograr una visión de conjunto del monte con sus rodales más o menos poblados, el espesor relativo de sus diferentes zonas y la regularidad o irregularidad de esa espesura, y mucho más difícil aún, obtener para la Memoria de reconocimiento que forma parte del inventario de cada monte, los croquis de los rodales cuya determinación definitiva en el plano general obliga a recorrer las divisorias y líneas de reunión de aguas para separar las masas arbóreas, según su exposición al sol, en zonas que generalmente están limitadas por dichas líneas y que siempre resulta difícil y laborioso repartir en secciones de la extensión conveniente, siendo en todo caso muy largos y monótonos, en sus distintas fases, los trabajos de campo.

La fotografía aérea permite, sin embargo, con rapidez asombrosa en cuanto al trabajo de campo se refiere, obtener de una vez todos los datos gráficos que han de ser necesarios para la citada Memoria de reconocimiento y para el plano general, pues da idea exacta del estado del arbolado, de las diferentes especies que forman parte del bosque y de la situación y espaciamento de las mismas en las distintas zonas de aquél, facilitando enormemente el estudio de los rodales y la distribución en secciones y cuarteles. El fotograma es indudablemente más expresivo que el croquis, y ofrece una visión del conjunto del monte y de la situación de las divisorias y cursos de agua que, por muy deformados que aparezcan por la perspectiva, se ven en su posición relativa, que es lo que interesa con preferencia para estudiar la saca de productos. Puede evitar el levantamiento topográfico de los rodales, fácilmente localizables en el Plano general, constituyendo el llamado Plano especial que reglamentariamente se hace a escala de 1 : 20.000, y es también el fotograma base utilísima para calcular y justipreciar los destrozos causados por incendios, talas abusivas, epifitias, etc.; las deficiencias en el crecimiento de algunos árboles, el área de insistencia de unas copas en otras, y para dirigir las cortas de cultivo y repoblación.

En terrenos sensiblemente llanos la deformación debida a la perspectiva es pequeña, por la altura a que se obtie-

nen las fotografías, y esta deformación aumenta a medida que el terreno es más accidentado, pues, como es sabido, en la placa fotográfica no se obtiene la proyección ortogonal de los puntos del terreno, sino una proyección oblicua que los presenta en una posición relativa distinta a la que tienen en la realidad, de tal modo que, como es fácil imaginar, cuando el avión vuela a lo largo de un valle o curso de agua, éste aparecerá ensanchado, sucediendo lo contrario al volar sobre una loma; los árboles, cuanto más altos sean, aparecerán mas distanciados entre sí de lo que realmente están, por lo que se verá falseada la espesura del monte, sin que esto conduzca generalmente a error en la práctica, puesto que el técnico forestal suple las deficiencias de la foto con su conocimiento de la morfología del árbol, y sabe obtener en todo caso del fotograma datos valiosos y útiles indicaciones.

La Sección de Fotogrametría del Instituto Geográfico de Berlín obtuvo el año 1923 el plano de Biesental, a escala de 1 : 10.000, volando a 1.875 metros de altura, y cubriendo 4.200 hectáreas con 135 fotografías de 13 por 18, que resultaban a una escala aproximada de 1 : 7.500, con una superficie útil de unas 30 hectáreas, pero en los trabajos que en España se están efectuando para el Avance Catastral, se obtienen, volando a 3.000 metros de altura, fotografías de 18 por 24 centímetros, que resultan a una escala aproximada de 1 : 6.000, y contienen una superficie útil de unas 90 hectáreas, puesto que la superposición o solape normal reduce el campo útil de cada placa un 60 por 100 en el sentido de la marcha del avión y a un 30 por 100 en sentido lateral.

En los citados trabajos de Biesental, 78 de las 135 fotografías resultaron verdaderas planimetrías, siendo necesario restituir las demás para obtener de ellas un verdadero plano, empleándose para esto en la actualidad distintos procedimientos que, penosos, lentos, complicados y carísimos en un principio, han ido simplificándose, según la exactitud requerida por la clase de trabajos a que hayan de aplicarse, procedimientos que varían desde el del estereofotogrametría, que da de una manera mecánica y con precisión matemática cada punto definido por sus tres coordenadas, hasta el método de transformación óptica de las vistas, empleado en el Avance Catastral y consistente en esencia, como es sabido, en situar en un aparato luminoso de proyección la placa y una pantalla en posición relativa análoga a la que ocupaban placa y terreno al hacer la foto, obteniendo así en la pantalla una figura semejante a la del suelo, la cual se pondrá a escala haciéndola aumentar o disminuir por tanteos hasta que un cierto número de puntos, perfectamente definidos, de cada placa coincida con la representación, a la escala deseada, de esos mismos puntos unidos por una línea poligonal, cuyo levantamiento se hizo por los procedimientos topográficos ordinarios sobre el terreno, con lo cual se consigue al mismo tiempo orientar el plano resultante respecto a la meridiana.

Habiendo sido acogidos en España con simpatía los procedimientos fotogramétricos, en cuyo progreso colaboró con aportaciones propias, es interesante extender las aplicaciones de la fotografía aérea que tan útiles resultados puede dar aplicada a los trabajos forestales.