

# DetECCIÓN AUTOMÁTICA DE OBSTÁCULOS PARA EL DISEÑO DE CARTOGRAFÍA AERONÁUTICA

JAIME GARCÍA GARCÍA

Teniente del Ejército del Aire y del Espacio

Una de las principales misiones asignadas al Centro Cartográfico y Fotográfico del Ejército del Aire (CECAF) en el ámbito aeronáutico, es preservar la seguridad de las operaciones de las aeronaves en las proximidades de los aeródromos. Para ello, entre las funciones esenciales está la detección de cada elemento (obstáculo), de forma que cada uno de estos elementos debe de identificarse, localizarse, analizarse e implementarse en una base de datos geoespacial.

De esta forma, estos obstáculos deben tenerse en cuenta en el diseño de la cartografía aeronáutica.

Este artículo presenta el proceso y software para la detección automática de obstáculos, obtenidos mediante imágenes fotogramétricas, para la generación de dicha cartografía aeronáutica.

Es ampliamente sabido que un accidente de aviación podría tener consecuencias dramáticas. Por ello, uno de los principales objetivos en el ámbito aeronáutico es evitar la colisión de una aeronave con cualquier elemento que pudiera encontrarse en el terreno. Ese fue el caso del vuelo Iberia 610 EC-DDU en 1985 (vuelo Madrid Barajas-Bilbao) que, al aproximarse al aeropuerto de Bilbao, colisionó con una antena de televisión no identificada y cuya consecuencia provocó la muerte de 148 personas.

El Centro Cartográfico y Fotográfico del Ejército del Aire (CECAF) produce y difunde cartografía aeronáutica, no solo en el ámbito militar, sino también con fines civiles. La cartografía aeronáutica incluye, entre otros productos, cartas de navegación aérea, servidumbres aeronáuticas, salidas normalizadas por instrumentos (Standard Instrument Departures, SID) y llegadas normalizadas por instrumentos (Standard Arrivals, STAR).

Uno de los principales propósitos de la cartografía aeronáutica es el de preservar las operaciones de las aeronaves de manera segura, especialmente en las inmediaciones del aeródromo.

Para la producción de cartografía aeronáutica es necesaria información como: instalaciones aeroportuarias, pistas, ayudas a la

navegación (radioayudas), espacios aéreos, Modelos Digitales del Terreno (MDT), Modelos Digitales de Superficie (MDS) y obstáculos, entre otros. Estos obstáculos aeronáuticos son elementos críticos, especialmente cuando la aeronave se encuentra próxima a un aeródromo, ya sea en las maniobras de despegue o aterrizaje.



*Espacio aéreo crítico en las inmediaciones del aeródromo*



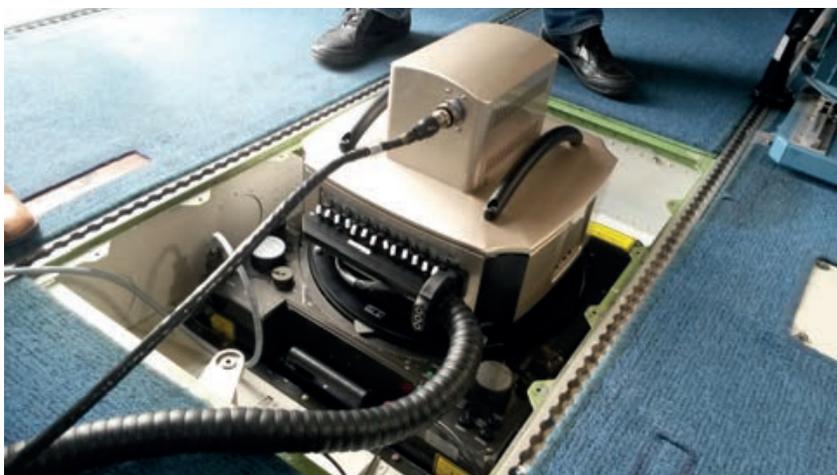
*Vuelo fotogramétrico del CECAF*

Por ello, es por lo que estos obstáculos deben ser identificados, definidos y publicados.

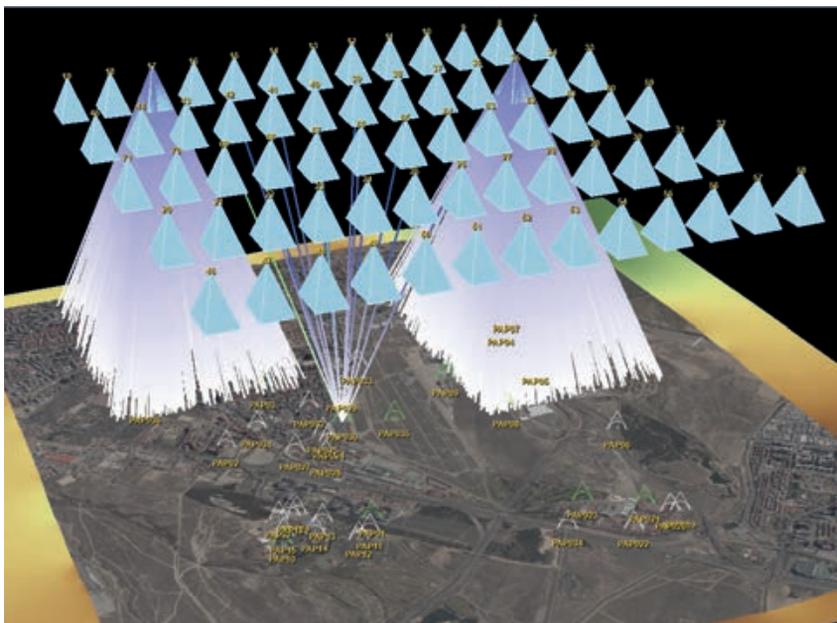
En las últimas tres décadas, el procedimiento tradicional para la obtención de información de los obstáculos se basaba en la realización de un vuelo fotogramétrico para el estudio del área de interés. Posteriormente, se desplegaría un equipo de topografía para examinar el terreno minuciosamente, con el fin de identificar y definir cada obstáculo. La ejecución de este procedimiento suponía un tiempo superior a cuatro meses.

Actualmente, a través de diferentes fuentes, como imágenes fotogramétricas o Laser Imaging Detection and Ranging (LiDAR), y un software específico (programa de detección automática de obstáculos) diseñado y desarrollado en conjunto con la empresa GeoToolBox Ibérica (GTBi), el CECAF adquiere la capacidad de identificación de obstáculos de forma automática, que posteriormente serán incluidos en una base de datos geoespacial y que resulta fundamental para la generación de cartografía aeronáutica. Asimismo, otra de las capacidades que adquiere el CECAF mediante este sistema es la ampliación de las superficies de estudio, que, hasta la fecha no tenía recursos para poder acometer.

Inicialmente, para la identificación de estos obstáculos críticos se deben llevar a cabo dos pasos. El primero

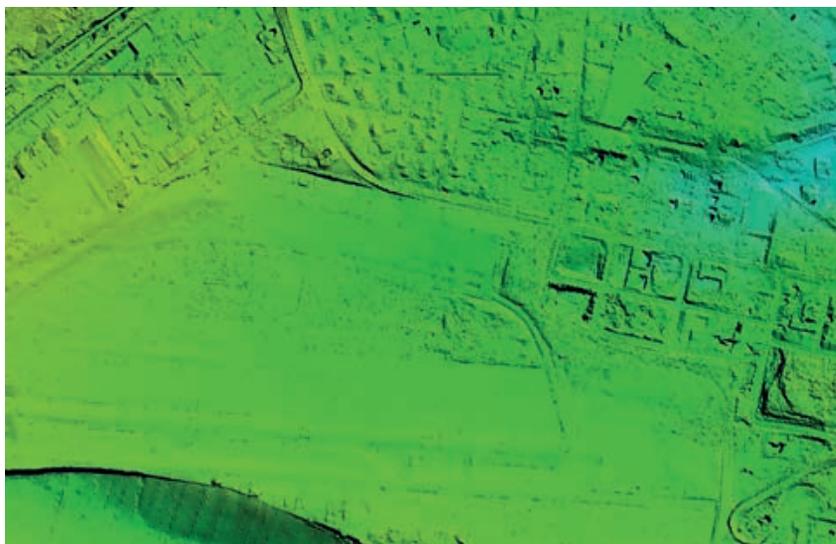


*Sensor digital del CECAF*



*Vuelo fotogramétrico de Cuatro Vientos*

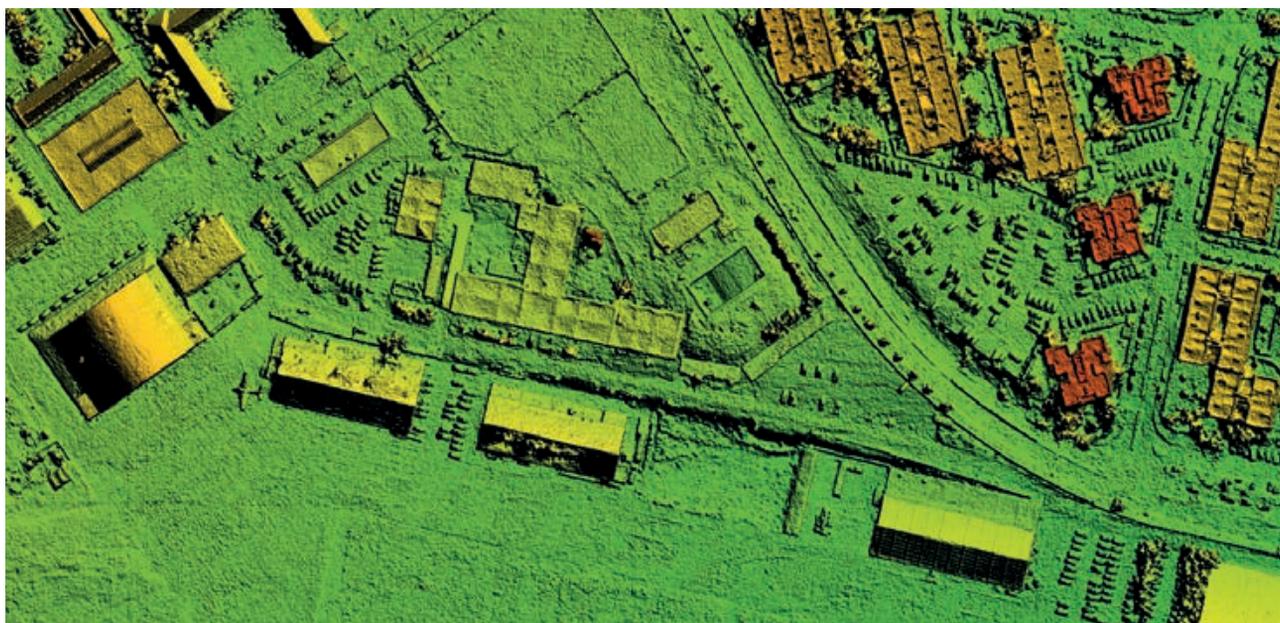
es diseñar el espacio aéreo crítico en las inmediaciones del aeródromo, el cual debe mantenerse libre de obstáculos (servidumbres aeronáuticas<sup>1</sup>, plano de obstáculos de aeródromo - OACI Tipo A<sup>2</sup>, superficies de limitación de obstáculos<sup>3</sup> y datos electrónicos sobre el terreno y obstáculos [Electronic Terrain and Obstacle Data, e-TOD]<sup>4</sup>). El segundo paso, definiendo previamente un proyecto (altura de vuelo, número de pasadas, recubrimientos/solapes y la distancia de muestreo del suelo [Ground Sample Distance, GSD]), se debe realizar un vuelo fotogramétrico del área de interés. A partir de este vuelo (realizado por una aeronave del Escuadrón 403 del CECAF), y tras procesar los datos, el CECAF es capaz de obtener el Bloque Fotogramétrico que proporciona una variedad de productos geoespaciales (Modelo Digital de Superficie, Modelo Digital del Terreno, nube densa de puntos, ortofotografía verdadera y archivos vectoriales). La totalidad de estos productos son necesarios para la definición de la superficie del terreno y los elementos del área de estudio.



Modelo digital del terreno (MDT)

Una vez obtenidos estos productos, son cargados en el programa de detección automática de obstáculos; el cual está basado en un sistema de información geoespacial (GIS). Este programa es un software diseñado para comparar, píxel por píxel y mediante un complejo algoritmo matemático, el DSM y el DTM con aquellas superficies críticas definidas y destinadas a proteger a las aeronaves en vuelo.

Después del proceso de comparación, el programa mostrará los elementos que vulneran las superficies protegidas, pasando de esta manera a ser definidos como posibles obstáculos. Entre estos elementos suelen encontrarse antenas, árboles, edificios, aerogeneradores e incluso el propio terreno. Posteriormente, se realizará un análisis y limpieza (*clustering*) de los potenciales obstáculos detectados



Modelo digital de superficie (MDS)



Programa de detección automática de obstáculos del CECAF

con el fin de diferenciar dónde hay una agrupación de puntos y dónde solo resulta necesario definir el punto más alto o el más singular (por ejemplo: en un grupo de árboles, es suficiente identificar solo el más alto).

Por último, un operador del CECAF verificará exhaustivamente cada uno de los posibles obstáculos, desarrollando el control de calidad, verificando los parámetros (altura, ubicación, tipo de elemento y espacio aéreo vulnerado) con el objetivo de asegurar que cada elemento finalmente resulte ser un obstáculo real y que se encuentre correctamente identificado. En caso de ser necesaria una segunda verificación de estos parámetros, se revisarían mediante visión estereoscópica empleando las imágenes obtenidas en el vuelo fotogramétrico. Finalmente, cada obstáculo se identifica y define mediante un informe o reseña para su posterior publicación.

La detección automática de obstáculos permite al CECAF trabajar de manera más eficiente, completando estos trabajos en aproximadamente un mes, frente a los más de cuatro meses que serían necesarios en el procedimiento tradicional.

## CONCLUSIÓN

El CECAF utiliza y desarrolla un programa de detección automática de obstáculos, mediante imágenes fotogramétricas, para

identificar los mismos, ganar eficiencia y proporcionar datos aeronáuticos que son esenciales para diseñar cartografía aeronáutica y preservar la seguridad de las operaciones de las aeronaves. ■

## NOTAS

<sup>1</sup>Decreto 584/1972, de 24 de febrero, de servidumbres aeronáuticas. Boletín Oficial del Estado (BOE). España, 21 de marzo de 1972.

<sup>2</sup>Normas y métodos recomendados internacionales - Anexo 4 (Cartas aeronáuticas). Organización de Aviación Civil Internacional (OACI). Undécima edición, julio de 2009. Capítulo 3 - Plano de obstáculos de aeródromo - OACI Tipo A (Limitaciones de utilización).

<sup>3</sup>Normas y métodos recomendados internacionales - Anexo 14 (Aeródromos). Organización de Aviación Civil Internacional (OACI). Séptima edición, julio de 2016. Sección 4.1 - Superficies limitadoras de obstáculos.

<sup>4</sup>Normas y métodos recomendados internacionales - Anexo 15 (Servicios de información aeronáutica). Organización de Aviación Civil Internacional (OACI). Decimoquinta edición, julio de 2016. Capítulo 10 - Datos electrónicos sobre el terreno y obstáculos.



Modelo3D, Cuatro Vientos