

Tecnología LIDAR aplicada a la gestión del territorio

La llegada del sensor LIDAR al campo de la fotogrametría abre la posibilidad a nuevas y mejoradas aplicaciones en ámbitos como el ambiental, hidrológico, geológico, riesgos naturales y, en general, en aquellas disciplinas relacionadas con la gestión y control del territorio.

TEXTO I Juan Jorge Rosales León, director técnico de GRAFCAN (jrosales@grafcan.com), y José Julio Rodrigo Bello, responsable del Departamento de Ingeniería de GRAFCAN (jrodrigo@grafcan.com).

Palabras clave

LIDAR, Modelo Digital del Terreno, Modelo Digital de Superficie.

La Agencia de Protección del Medio Urbano y Natural (APMUN) de Canarias es un consorcio interadministrativo cuyo objetivo es la protección medioambiental. Para ello tiene competencias en materia de comprobación de la legalidad de cualesquiera actos y actividades, privadas o públicas, de ocupación, transformación o uso del suelo.

En el año 2008, la APMUN inició un proyecto piloto de detección de cambios en el territorio basado en tecnología LIDAR (Light Detection and Ranging) con el objetivo de disponer de información de referencia objetiva y precisa que le permitiese desarrollar un instrumento de detección de infracciones —con atención especial a la detección temprana de infracciones edificatorias— en la totalidad de su ámbito de actuación. El proyecto piloto demostró la viabilidad de la detección masiva de cambios en el territorio analizando dos vuelos LIDAR, de una misma zona y diferidos en el tiempo, con técnicas de sistemas de información geográfica. En el año 2010 se realizó —tras un análisis de los requisitos del producto final a obtener, su coste y el tiempo máximo de ejecución— el primer vuelo LIDAR de Canarias. Al año siguiente, y con la realización del segundo vuelo LIDAR, la APMUN comenzó a obtener los resultados esperados con un importante impacto en su productividad, eficacia y eficiencia. La información LIDAR ha sido integrada en el Sistema de Información Territorial de Canarias como vehículo facilitador de su integración en otros ámbitos de aplicación en los que se prevé obtener importantes mejoras y beneficios.

Descripción del sensor

El LIDAR es un sensor láser que mide distancias con gran precisión. Su principio de funcionamiento se basa en determinar el tiempo que transcurre entre la emisión de un pulso láser y la detección de la señal reflejada tras encontrar un objeto o el suelo. Los sensores LIDAR aerotransportados se instalan normalmente en un avión o helicóptero y realizan un escaneo transversal que junto con

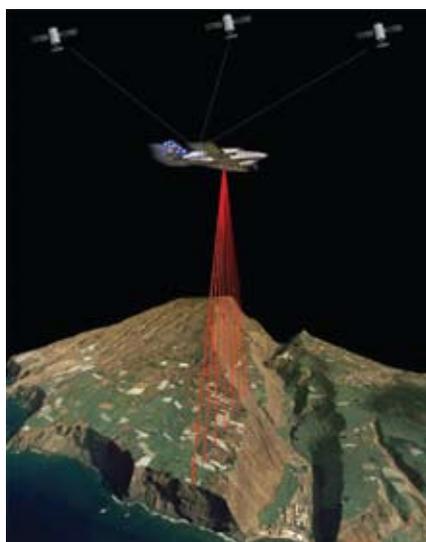


Figura 1. Recreación del vuelo de captura de datos con los sensores LIDAR.

El LIDAR permite conocer con exactitud grandes extensiones de territorio en espacios de tiempo reducidos

el movimiento longitudinal del avión les permite generar una nube de puntos tridimensionales muy densa (dependiente, principalmente, de la altura y velocidad de vuelo así como de la apertura de oscilación del haz láser) que permite conocer el territorio con una enorme precisión.

El sensor LIDAR empleado en los vuelos realizados en Canarias es capaz de emitir hasta 200.000 pulsos láser por segundo (200 KHz). O lo que es lo mismo, capturar las coordenadas (x, y, z)

de 200.000 puntos por segundo. Esto hace del LIDAR una opción enormemente productiva ya que su rendimiento permite conocer con exactitud grandes extensiones de territorio en espacios de tiempo reducidos. Esta característica cobra aún mayor importancia si la comparamos con métodos tradicionales basados en fotogrametría o medición topográfica en campo.

El LIDAR aerotransportado requiere el acompañamiento de un sistema GPS (*Global Positioning System*) y un sistema inercial (*IMU, Inertial Measurement Unit*) para la determinación precisa de las coordenadas y orientación del avión en todo momento. El GPS se resuelve en modo diferencial empleando una red de estaciones GNSS en tierra (en Canarias, la Red de Estaciones Permanentes del Gobierno de Canarias) para obtener precisiones centimétricas. La información generada en este proceso se fusiona, a su vez, con la información de ángulos del sistema inercial para obtener, finalmente, una solución cinemática precisa.

El resultado final de un vuelo LIDAR es una nube de puntos almacenada en un fichero digital conforme al formato estándar LAS que contiene para cada punto sus coordenadas (x, y, z), número de retorno, intensidad, tiempo de captura, ángulo de escaneo, así como una clasificación. La clasificación es un proceso que se realiza a posteriori y permite al usuario final disponer de una categorización de cada punto en base a su naturaleza (suelo, vegetación, construcción, etc.).

Una de las características más interesantes del LIDAR es que permite capturar múltiples retornos por cada pulso emitido. Esta característica permite, por ejemplo, que en zonas forestales se pueda capturar la copa de los árboles (primer retorno), parte de su estructura (retornos intermedios) así como el suelo (último retorno). Una vez procesados y clasificados los datos se pueden obtener Modelos Digitales de Superficie (MDS) que contienen todos los elementos por encima del terreno (naturales, como los árboles,

o artificiales, como las construcciones) y, también, Modelos Digitales del Terreno (MDT) que contienen únicamente el suelo. La diferencia entre ambos modelos nos permite obtener un mapa con las alturas de los elementos que están por encima del terreno (normalmente vegetación y construcciones).

Las precisiones del sensor están entorno a 30-50 cm en planimetría (ejes x e y) y oscilan entre los 15 y los 20 cm en altimetría. Estas precisiones son comparativamente superiores a las de un mapa topográfico a escala 1:5.000 e incluso, en altimetría, son equivalentes a las precisiones de un mapa topográfico 1:1.000.

Los vuelos ejecutados en Canarias han sido realizados por la empresa local Regional GeoData, Air, S.A., conforme a un plan de vuelo cuyas principales características son las siguientes:

- Densidad media de puntos: 1 punto/m² (densidad en el Nadir: 0,8 punto/m²).
- Altura de vuelo: 2.000 m AGL (Above Ground Level).
- Máxima apertura (FOV): 45°.
- Recubrimiento transversal: 20%.
- Cobertura: todo el territorio canario por debajo de la cota de 1.800 m (entorno al 94% del territorio).

Las principales características del sensor LIDAR empleado son:

- Modelo ALS60 de Leica Geosystems.
- Láser en la banda espectral NIR (1.064 nm).
- Frecuencia de pulso: 200 KHz.
- Frecuencia de escaneo: 100 Hz.
- FOV: hasta 75°.
- Permite capturar hasta 4 retornos por pulso.
- Canal de intensidad de 8 bits.
- MPIA: Tecnología de múltiples pulsos en el aire.
- Barrido con patrón sinusoidal.



Figura 2. Visor LIDAR con la aplicación de control de cambios.

- Cámara fotogramétrica de medio formato RCD105.

La información de los vuelos LIDAR de Canarias está públicamente accesible en el visor (<http://visor.grafcan.es>) de la Infraestructura de Datos Espaciales de Canarias (IDECanarias). El visor cuenta con una novedosa e innovadora herramienta que permite al usuario visualizar nubes con varios cientos de miles de puntos 3D en un navegador estándar de Internet. La operativa es muy sencilla: el usuario selecciona su zona de interés, la aplicación consulta el

repositorio de datos LIDAR y genera un escenario LIDAR 3D de la zona especificada por el usuario. El visor dispone de herramientas básicas de movimiento (desplazar, rotar, etc.) y modificación de simbología. Además, ofrece la posibilidad de realizar simulaciones de inundación vertical sobre el escenario generado. El visor de IDE-Canarias también emplea la información LIDAR para generar perfiles longitudinales de terreno.

Aplicaciones

La aplicación de la información LIDAR abarca los siguientes ámbitos y disciplinas:

MDT Mapa Topográfico 1:5.000

MDT LIDAR

MDS LIDAR

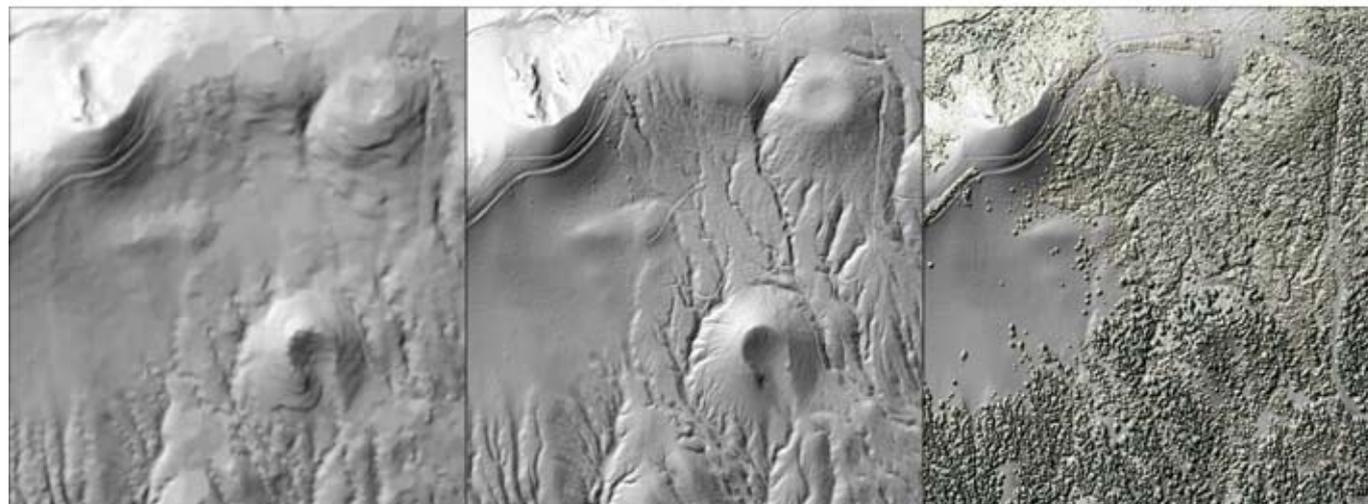


Figura 3. Comparación de Modelos Digitales Topográficos-LIDAR.

- **Modelos digitales.** El uso más directo de la información del LIDAR es la generación de Modelos Digitales del Terreno (MDT) y Modelos Digitales de Superficie (MDS) mucho más detallados que los equivalentes obtenidos mediante mapas topográficos. Destaca especialmente el detalle que se puede obtener en zonas de vegetación densa y sombras extensas donde las técnicas clásicas, basadas en mapas topográficos, ofrecen un menor grado de precisión. La justificación de este hecho radica en que el proceso de elaboración de mapas topográficos incluye la fotointerpretación de imágenes aéreas que en las circunstancias señaladas, de vegetación y sombras, y en ocasiones, no aportan suficiente información del suelo.
- **Gestión forestal.** Una aplicación sencilla es la obtención de mapas de altura de vegetación para la estimación de volúmenes de biomasa. También se puede emplear el LIDAR en la elaboración de inventarios forestales, el seguimiento de repoblaciones o la determinación de la estructura de la vegetación que requieren los mapas de incendios.
- **Urbanismo.** Determinación de volumetrías edificatorias, control de alturas máximas permitidas, seguimiento del grado de ejecución de Planes Generales de Ordenación, estudios de visibilidad o realidad virtual.

Se puede emplear el LIDAR en la elaboración de inventarios forestales, el seguimiento de repoblaciones o la determinación de la estructura de la vegetación que requieren los mapas de incendios

- **Obra civil.** Cubicación de terrenos, seguimiento de obras, corredores de líneas eléctricas o carreteras, etc.
- **Protección medioambiental.** Mediante un mapa de cambios territoriales, adecuadamente caracterizado, se mejora sustancialmente la detección de infracciones. En las islas Canarias, Cartográfica de Canarias, S.A. (GRAFCAN) ha desarrollado para la Agencia de Protección del

Medio Urbano y Natural un sistema de detección automatizada de cambios en el territorio basado en tecnología LIDAR. A partir del vuelo LIDAR de una zona, y del vuelo del año anterior de la misma zona, se generan dos modelos digitales de superficie que se restan. Esta resta se somete a un proceso de filtrado, clasificación y vectorización para obtener un mapa de cambios. Por último, cada recinto de cambio se caracteriza con atributos que contemplan su área, diferencia de altura, volumen y situación administrativa con respecto a capas de información de referencia como el planeamiento o los espacios protegidos.

- **Hidrología.** Caracterización de barrancos, avenidas y cauces fluviales. Estudio de cuencas y redes hidrográficas. Delimitación de zonas de inundación y zonas costeras.
- **Geología.** Mejora de la calidad de los mapas geológicos existentes gracias al mayor detalle de los modelos digitales del terreno.
- **Riesgos naturales.** Para la elaboración de mapas de riesgos de incendios, inundación o desprendimiento y deslizamiento de laderas.
- **Cartografía.** Como medio para establecer controles de calidad relativos a la altimetría, y vía la determinación previa de cambios, como ayuda a la planificación de procesos de actualización cartográfica.

miravé
CLÍNICA DENTAL

Haremos que tu sonrisa sea la que siempre has soñado

Promoción Especial

para el Colegio de Geólogos y familiares directos

Servicios Gratuitos:

- Visita (consulta y revisión)
- Ortodoncia (1a visita)
- Visita prótesis
- Fluoración (infantil y adultos)
- Radiografías intraorales
- Extracción de puntos de sutura

Servicios por sólo 20€

- Extracción dental simple
- Visita de urgencias de día
- Ortopantomografía
- Higiene dental
- Enseñanza de Higiene Oral

Hasta un 20% de descuento:

- En el resto de tratamientos en cualquier especialidad

Últimos servicios: ortodoncia invisible, detección de cáncer oral.

Servicio de Urgencias

Con presencia de dentista
24 horas/365 días

Miravé Tuset - Tuset, 36, bajos - Barcelona 08006
Miravé Travessera - Trav. de Gràcia, 71, bajos - Barcelona 08006
www.clinicamirave.es - sap@clinicamirave.es - Tel. 932 176 889