

Aplicación de sensores aerotransportados (Lidar/cámara fotogramétrica digital) en la gestión de espacios protegidos: El Parque Natural de Dunas de Corrubedo y Lagos de Carregal y Vixan (Galicia, NO España).

Fernández Núñez, M¹, Sánchez Carnero, N² & Ojeda Zújar, J³.

- (1) Departamento de Geografía Física y AGR. Universidad de Sevilla (miriamfernandez@us.es)
(2) Departamento de Biología Animal, Vegetal y Ecología. Universidad de Coruña (noesanchez@udc.es)
(3) Departamento de Geografía Física y AGR. Universidad de Sevilla (zujar@us.es)

Introducción

Los sensores de teledetección, tanto espaciales como aerotransportados, han experimentado en los últimos años grandes avances en cuanto a sus resoluciones (espacial, radiométrica y espectral). La reciente capacidad del instrumental para combinar sensores activos y pasivos y su integración conjunta para su tratamiento en bases de datos espaciales, ha abierto la posibilidad de un amplio número de aplicaciones. El LIDAR (Light Detection And Ranging) es uno de los sensores aerotransportados más avanzados en cuanto a su precisión altimétrica, convirtiéndose en el instrumento ideal para múltiples estudios: morfometría de sistemas dunares, cambios en la línea de costa, estructura de la vegetación, gestión de pesquerías, etc. (Gibeaut, J. et al., 2001, Ojeda, J. et al. 2007, Zimble, D. et al., 2003, Churnside, J., et al. 2001). Además, este sensor ofrece la posibilidad de realizar un vuelo sincrónico con una cámara fotogramétrica digital, constituyendo ambos una magnífica fuente de información, con posibilidad de generar productos derivados (DMT, DMS, ortofotos en color e infrarrojo y clasificaciones estadísticas con los datos integrados de ambos sensores) de gran utilidad en la gestión de espacios litorales protegidos.

El objetivo de esta comunicación es presentar los resultados preliminares del tratamiento de los datos de estos sensores, procedentes de un vuelo combinado (LIDAR y cámara fotogramétrica digital) realizado sobre el Parque Natural de Dunas de Corrubedo y Lagos de Carregal y Vixan, situado en la boca de la Ría de Muros e Noia, en Galicia, NO de España (figura 1). Este proyecto, financiado por la administración de este Parque Natural, y con participación de las universidades de Santiago de Compostela, Sevilla y A Coruña, tiene como objetivos concretos explorar las posibilidades de la aplicación de ambos sensores en la caracterización medioambiental de un espacio costero con una significativa presencia de dunas y formaciones de rango mesomareales, así como derivar diferentes productos cartográficos de interés para el seguimiento y gestión medioambiental de ambas formaciones.



Figura 1: Mapa de situación del Parque Natural Dunas de Corrubedo y Lagos de Carregal y Vixan.
Fuente: elaboración propia

Datos y metodología

Los datos analizados fueron adquiridos durante el vuelo realizado en el verano de 2008, en el que se muestrearon unas 7.598,56 ha. El vuelo se realizó a una altitud de 900 m, operando con un sensor LIDAR y una cámara fotogramétrica digital que proporciona información para 4 bandas del espectro electromagnético (RGB e IR).

El sensor LIDAR utilizado proporciona datos originales en formato LAS (nubes de puntos), junto a productos derivados: modelo digital de terreno (MDT) y modelo digital de superficies (MDS), ambos en formato matricial raster de 1 m de resolución espacial y 0,15 cm de precisión altimétrica. La información multispectral de la cámara fotogramétrica proporciona igualmente, tras su tratamiento en programas de restitución digital, una ortofoto digital multispectral de 0,10 cm. de resolución espacial, que puede combinarse para su visualización.

En relación a la metodología empleada se distinguen tres fases de análisis a partir de la información procesada del sensor aerotransportado LIDAR:

- En primer lugar, el MDT y las fotografías adquiridas fueron tratadas para optimizar su visualización, obteniendo imágenes del Parque Natural que permiten caracterizar con gran detalle la topografía del sistema dunar, permitiendo elaborar por primera vez imágenes 3D de alta precisión en la zona de estudio (como ejemplo, se ha tomado una zona representativa del sistema dunar).
- En segundo lugar, sobre el MDT detallado se obtuvo una caracterización morfométrica del sistema dunar, donde se extrajeron 11 perfiles transversales a lo largo de la duna, separados entre sí 100 m, y 2 perfiles longitudinales, así como un análisis volumétrico del mismo.
- En tercer y último lugar, se realizó un remuestreo de las matrices originales de los datos a 0,5 m con la finalidad de obtener una primera clasificación de las diferentes coberturas presentes en la zona de estudio, teniendo en cuenta la altura de la vegetación (MDS-MDT) más tres bandas espectrales. Para ello, se utilizó una clasificación de máxima probabilidad no supervisada a partir de la selección de una parte representativa del parque, donde están presentes diversos ecosistemas (playa, duna, marisma, zonas con vegetación arbustiva y arbolada). Se realizaron dos clasificaciones: i) una integrando las 3 bandas de la ortofoto (R, G, B); ii) y la otra, con las 3 bandas usadas para la anterior y la altura de la vegetación (MDS-MDT).

Resultados

Derivado del tratamiento de la información de base se han obtenido varios productos de interés dirigidos a diferentes tipos de usuarios (gestores, técnicos, educadores, visitantes, etc.), que hacen del LIDAR una herramienta muy útil tanto para la investigación como para la gestión de espacios naturales protegidos. Bajo esta perspectiva se diferencian tres tipos de resultados:

I) A partir del tratamiento del MDT y de la ortofotografía digital multispectral, adquiridos durante el vuelo, se han obtenido productos cartográficos (mapas 3D, vuelos virtuales sobre el Parque, etc.) que constituyen herramientas útiles tanto en las tareas de gestión del Parque como para las actividades de educación ambiental y difusión en los centros de visitantes que estas áreas protegidas implementan (fig. 2).

II) En relación a la caracterización morfométrica, los análisis referidos a los perfiles de la duna del Parque y el análisis volumétrico permitieron la caracterización altimétrica y morfología del sistema dunar del Parque de Corrubedo, obteniéndose los siguientes resultados:

- El sistema dunar estudiado corresponde a una duna masiva que presenta una altura máxima de 25,51 metros, alineada en sentido NO-SE. El frente de avance está situado a barlovento, al tratarse de una duna en media luna o barján. En el sector SE aparecen notables irregularidades topográficas asociadas a pasillos de deflación.

- En cuanto a la caracterización volumétrica realizada a partir del MDT, los resultados muestran que un total de 797.439,791 m³ de arena conforman la duna masiva del Parque. Una

evaluación volumétrica periódica permitiría detectar crecimientos o pérdidas en el sistema dunar.

- Los perfiles realizados han permitido dividir la duna en dos sectores. El primero de ellos ocupa aproximadamente dos tercios de la duna, comenzando en el extremo SO de la misma (fig. 3). Se trata del sector más masivo y compacto, en el que se han registrado las mayores altitudes de la duna.



Figura 2. (a) Vista tridimensional de la Duna de Corrubedo obtenida a partir de la superposición de (b) la fotografía multispectral sobre (c) el DTM. Fuente: Elaboración propia.

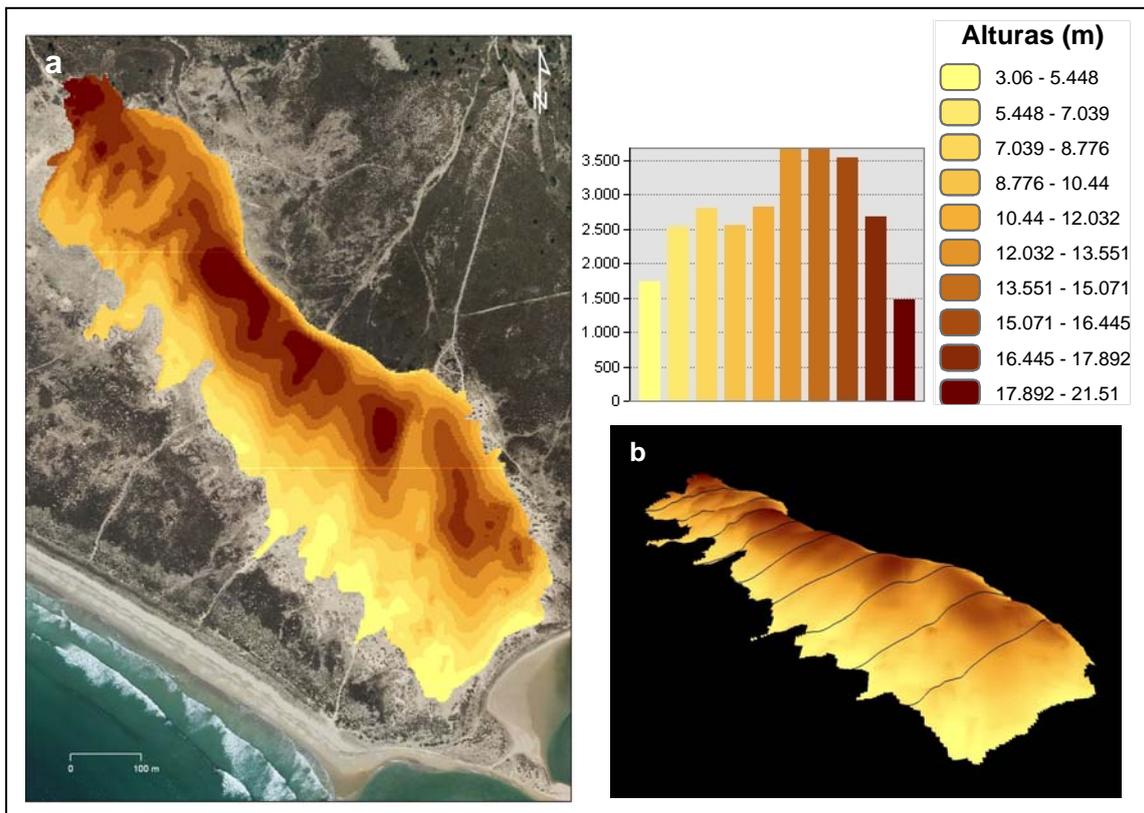


Figura 3. (a) Distribución de alturas en el sistema dunar. (b) Perfiles generados sobre una vista 3D. Fuente: elaboración propia.

III) Por último, la diferencia de los resultados alcanzados en los dos análisis descritos se puede apreciar en la figura 4, donde se ha tomado como ejemplo el caso de la vegetación arbolada. En este caso concreto, la clasificación 1 incluye el área arbolada, terrenos de cultivos y mar

dentro de un mismo grupo (clase 1), y la clasificación 2, al integrar la altura de la vegetación, permite identificar claramente la masa arbolado como una clase específica (clase 2). El resultado de estos dos análisis permite comparar la ventaja de incluir en la clasificación la altura de la vegetación obtenida a partir del LIDAR.

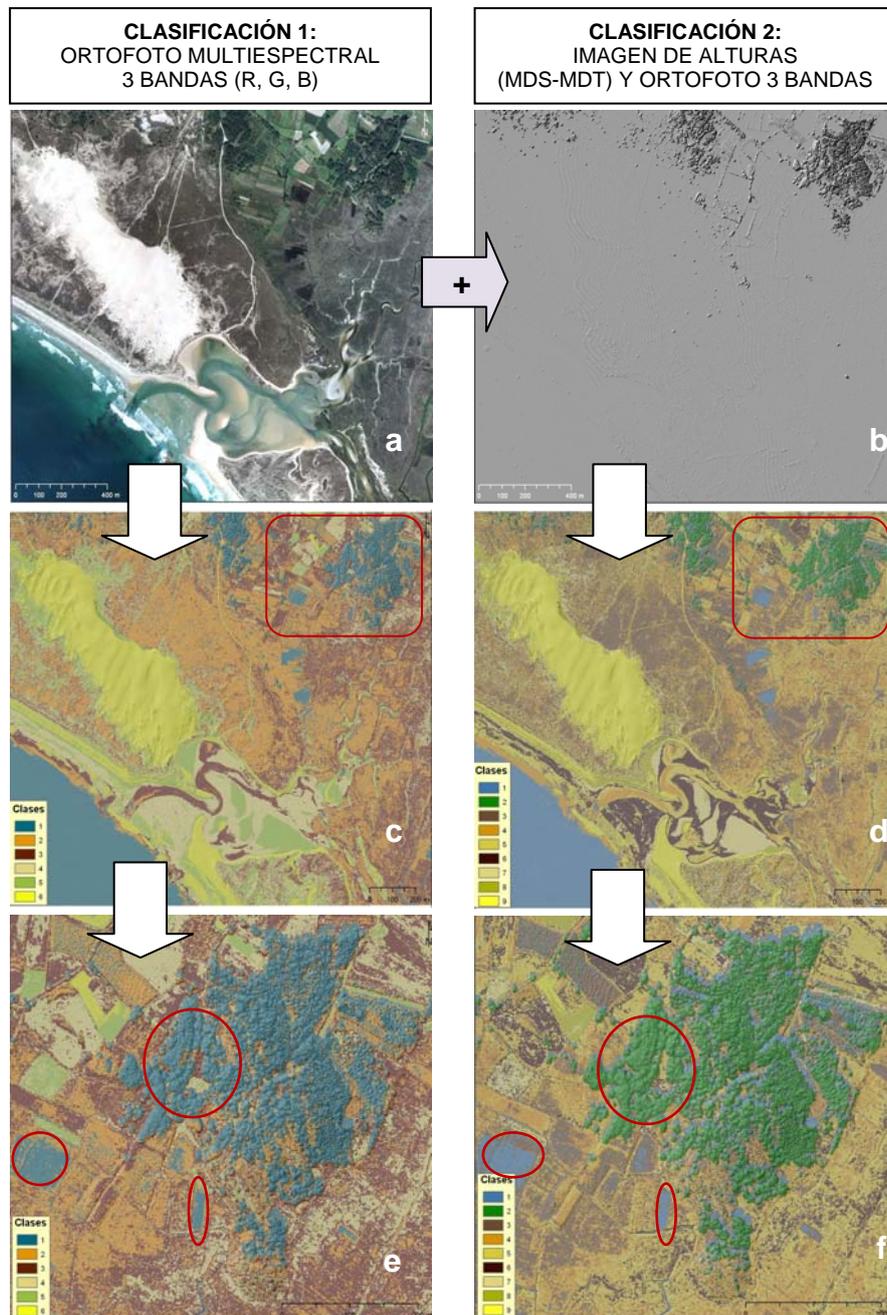


Figura 4. Clasificaciones no supervisadas. (a) Ortofoto multiespectral de 3 bandas; (b) imagen de altura de la vegetación (mds-mdt); (c) resultado de la clasificación 1; (d) resultado de la clasificación 2; (e) y (f) zoom a la zona arbolada tomada como ejemplo, donde se aprecian las diferencias de incluir la altura de la vegetación como otra banda más en el análisis (estas se señalan con círculos rojos). Fuente: elaboración propia.

Conclusiones

Los productos obtenidos a partir del tratamiento de los datos procedentes del LIDAR pueden ser una herramienta de gran utilidad tanto a investigadores como a técnicos, facilitando las tareas de monitorización y evaluación sobre determinados ecosistemas litorales y aumentando la calidad y precisión de la información de base sobre la cual se asentarán la toma de decisiones por parte de los gestores del parque. La sola disponibilidad combinada de éste y de

las ortofotos generadas y su integración en un SIG, permiten la elaboración de un amplio conjunto de productos de gran interés para actividades de educación ambiental y difusión (mapas guías, animaciones virtuales, etc.). Tras la realización de este vuelo combinado se dispone ahora de una información de gran precisión que caracteriza globalmente las características morfométricas y espectrales del Parque. Se trata de una base altimétrica exhaustiva que servirá de base de referencia, tanto a estudios futuros como a análisis retrospectivos (posibilidad de comparar levantamientos topográficos hechos con anterioridad). Una aportación excepcional se deriva de la posibilidad de realizar estudios volumétricos y el cálculo de tasas volumétricas reales desde el momento que se obtengan datos futuros (nuevo lidar, levantamientos topográficos, lidar terrestre, etc.). Por último, la utilización de técnicas de clasificación estadística para la definición de unidades geomorfológicas, ambientales o de vegetación se ve sustancialmente mejorada con el uso conjunto de ambos tipos de datos. Igualmente, el resultado de estas clasificaciones podría servir de gran ayuda en el desarrollo de nuevas técnicas de filtrado para la propia clasificación de la nube de puntos originales (LAS) del sensor lidar.

Bibliografía

- Churnside, J. H. & Wilson, J. J., 2001. *Airborne lidar for fisheries applications*. Optical Engineering, vol. 40 (406).
- Gibeaut, J.C., Hepner, T., Waldinger, R. et al., 2001. Changes in Gulf Shoreline Position, Mustang, and North Padre Islands, Texas. Internal report of Bureau of Economic Geology, University of Texas at Austin.
- Ojeda, J., Vallejo, I. & Hernández, L., 2007. *Utilidades de la Tecnología LIDAR en la caracterización morfométrica de sistemas dunares. El caso de Maspalomas, Gran Canaria. Islas Canarias*. Investigaciones recientes en Geomorfología Litoral. IV Reunión de Geomorfología Litoral. Palma de Mallorca, pp 113-117.
- Zimble, D. A., Evans, D. L., Carlson, G. C., et al., 2003. *Characterizing vertical forest structure using small-footprint airborne LiDAR*. Remote Sensing of Environment, vol. 87, nº 2-3, pp 171-182.