

Análisis morfométricos de las dunas móviles de Andalucía y Canarias: fotogrametría y Lidar- Nuevas herramientas para la difusión de la información sobre las zonas costeras

Ismael Vallejo Villalta y José Ojeda Zújar

Grupo de Investigación: Ordenación del Litoral y Tecnologías de Información Territorial

*Dpto. de Geografía Física y AGR. Universidad de Sevilla. c/ María de Padilla s/n.
41004. Sevilla. ivallejo@us.es//zujar@us.es*

1. INTRODUCCIÓN

La presente ponencia recoge algunas de las líneas de trabajo que viene desarrollando el grupo de investigación al que pertenecen los autores. En este sentido, la ponencia se divide en dos partes fundamentales.

La primera parte presenta resultados de una línea de trabajo centrada en el estudio de los sistemas de dunas litorales y que hace uso de dos fuentes de información geográfica de naturaleza diferente: fotogrametría digital y LIDAR

La segunda parte, más estrechamente vinculada a la colaboración del grupo en programas de gestión y ordenación costera de la administración autonómica de Andalucía, presentan ejemplos de una línea de trabajo centrada en el desarrollo de aplicaciones para la integración, tratamiento y difusión de la información sobre los espacios costeros.

2. FOTOGRAMETRÍA Y LIDAR EN EL ESTUDIO DE SISTEMAS DE DUNAS LITORALES

La mejora y generalización de diferentes fuentes de información geográfica, así como de herramientas para su tratamiento, han supuesto un significativo relanzamiento y una importantísima renovación de los estudios del medio físico y, particularmente, de aquellos que tienen como escenario las zonas costeras (Saye et al, 2006; Mitsova et al, 2005; Stephenson y Branderb, 2003). Gran parte de estos avances guardan relación con la tradicional pobreza, tanto en número como en calidad, de las fuentes de información disponibles para estos entornos. En el caso más concreto de los sistemas dunares, los problemas vinculados a las fuentes de información espacial tradicionales pueden resumirse en tres aspectos fundamentales (Ojeda et al, 2007):

- Problemas para el cubrimiento de grandes extensiones en sistemas que suelen requerir de tratamientos integrales desde el punto de vista espacial.
- Problemas vinculados a la precisión geométrica, sobre todo en el caso de la variable altura, en formaciones donde la escala de detalle básica.

- Problemas vinculados a la actualización de la información al ser sistemas de un gran dinamismo.

Dado que los procesos naturales (erosión, progradación, dinámica eólica, etc...) se desarrollan en un espacio tridimensional al conllevar la erosión, transporte y sedimentación de materia y se plasman espacialmente en morfologías específicas con diferente grado de evolución, parece obvio el interés de fuentes de información que obtengan información morfométrica tridimensional con carácter masivo espacialmente y cuasi-sincrónico desde la perspectiva temporal. El descenso en los precios de los programas de fotogrametría digital y la aparición de sensores aerotransportados tipo LIDAR, ponen a disposición de los geomorfólogos unas fuentes de datos del mayor interés en geomorfología, y especialmente en geomorfología litoral. Por otra parte, el carácter digital de éstas y la posibilidad de integrarlas en programas con un enorme potencial analítico desde la perspectiva espacial (SIG, tratamiento digital de imágenes, etc.) abre nuevas perspectivas de análisis en esta temática. A continuación se describen se describen dos trabajos que hacen uso de la fotogrametría digital y el LIDAR, respectivamente.

2.1 El sistema de dunas activas de Doñana (Huelva): evolución reciente a través de fotogrametría digital.

Como fuente de información, la fotogrametría digital presenta una serie de ventajas cruciales para el estudio de los sistemas dunares. Por un lado, ofrece la posibilidad de

obtener productos fotográficos de precisión que cubren las dos dimensiones de grandes espacios (ortofotografías); por otro lado, garantiza la adquisición de la variable altura, y, por tanto, la generación de modelos digitales de elevaciones (MDEs) que posibilitan los análisis volumétricos; por último, la disponibilidad de vuelos fotogramétricos pasados, abren la puerta a los estudios evolutivos, de gran interés en el tratamiento de estos entornos.

En el caso del sistema de dunas activas incluido en el Parque Nacional de Doñana, uno de los espacios dunares más importantes de Europa, nos encontramos con una extensión de más de 60 km², donde hasta la fecha sólo han sido posible estudios muy parciales referidos a su dinámica (García-Novo et al, 1976). Sólo recientemente se han llevado a cabo un conjunto de trabajos que han abordado el sistema de dunas en su totalidad, desde una perspectiva dinámica (Vallejo Villalta, 2007). Parte de la metodología y de los resultados de estos trabajos se resumen en este apartado.

Respecto a las fuentes de información fotogramétricas se han utilizado tres vuelos correspondientes a los años 1956 (escala 1:33.000), 1977 (escala 1:18.000) y 2001 (escala 1:20.000). A partir de ellos se extraen las correspondientes ortofotografías (ORTO56, ORTO77 Y ORTO01), con 1 metro de resolución, así como tres MDEs (MDE56, MDE77 y MDE01) con 10 metros de pixel. Con la ayuda de ambos tipos de información (ORTO y MDE) se lleva a cabo una fortointerpretación del conjunto de cordones dunares y depresiones interdunares (corrales) de cada fecha, así como una delimitación de los correspondientes frentes de avance.

Los análisis efectuados incluyen una estimación de los cambios superficiales que tienen lugar en los dos periodos que las tres fechas permiten definir (1956-1977 y 1977-2001), así como una comparación de las tasas de avance calculadas en más de 3000 puntos para estos mismos periodos. Por último, se realiza una estimación del volumen de arena correspondiente a las dunas activas en 2001 y se lleva a cabo un balance volumétrico mediante una diferencia de MDEs. Los resultados muestran una paulatina reducción de las superficies de los cordones dunares, a favor de los corrales, y una progresiva ralentización de las tasas de avance de los frentes; todo ello implica un cambio morfológico en estos cordones dunares, traducido en un apuntamiento de los mismos y en el paso de los perfiles de barlovento de cóncavos a convexos. Este mismo comportamiento ha sido descrito en otros sistemas dunares del entorno Mediterráneo (Tsaor y Blumberg, 2002; Levin y Ben-Dor, 2004).

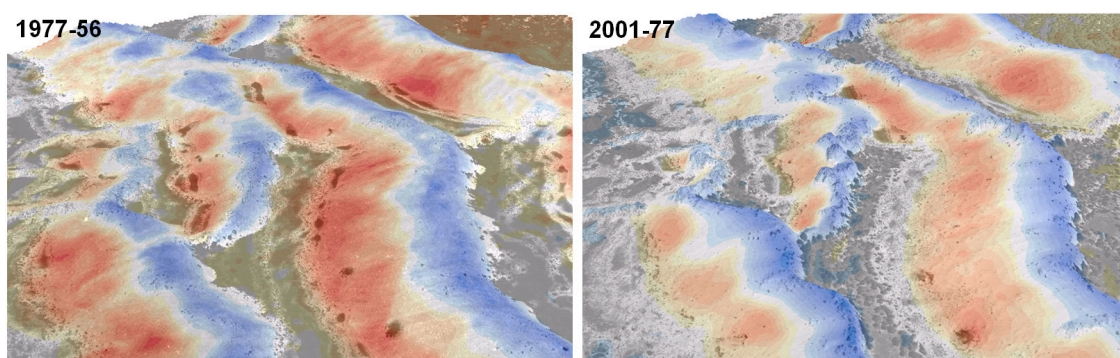


Figura 1. Diferencia de MDEs en la dunas activas de Doñana

2.2 El sistema de dunas activas Maspalomas (Gran Canaria): morfometría de detalle y procesos sedimentarios LIDAR.

En el caso del LIDAR, como fuente de información espacial, no cabe duda de que en la actualidad constituye una de las herramientas de más utilidad para la extracción de la altimetría y todas aquellas variables topográficas que de ella pueden derivarse. Su gran resolución en las tres dimensiones del espacio y las amplias coberturas que con el mismo pueden realizarse, vienen a complementar, en lo que se refiere a seguimientos en el futuro, a los productos derivados de la fotogrametría. En este sentido, la adquisición conjunta de datos LIDAR e imágenes procedentes de cámaras digitales, ofrece un tipo de información de la máxima utilidad en el seguimiento de los sistemas dunares.

Los ejemplos aquí presentados proceden de los trabajos desarrollados sobre el sistema de dunas litorales incluido en la Reserva Natural Especial de Dunas de Maspalomas (Gran Canaria), con algo más de 4 km². En ellos, se ha contado con dos vuelos en los que se obtuvieron datos LIDAR de todo el sistema dunar, en los años 2006 y 2008. A partir de los mismos se generaron sendos MDEs, con 1 metro de píxel, así como los correspondientes modelos digitales de superficie (MDSs), con los que se consideraba la presencia de la vegetación. Los resultados obtenidos se traducen en un conjunto de cartografías de diferentes variables morfométricas de gran interés (pendientes, orientaciones...), así como del balance sedimentario que tiene lugar entre las dos fechas de referencia. Asimismo, se ha obtenido el

volumen de arenas activas y se ha modelado el proceso de transporte que tiene lugar en el sistema dunar.

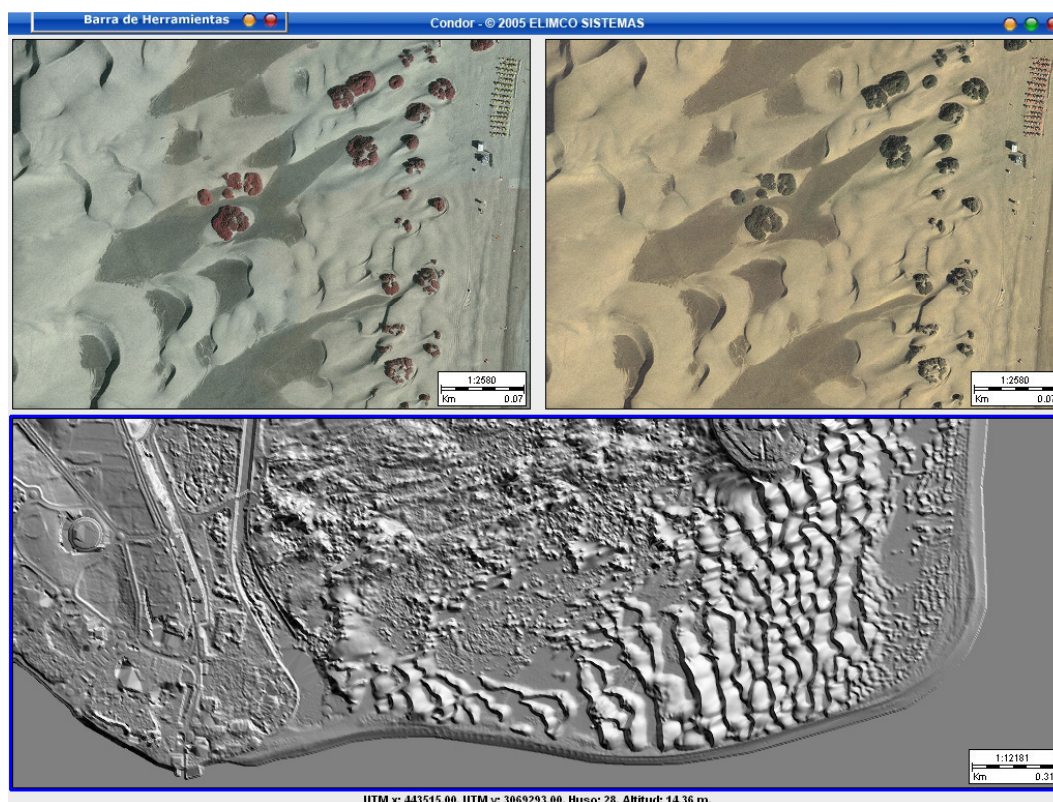


Figura 2. Ortofotos y MDT derivado de datos LIDAR en Maspalomas.

3. NUEVAS HERRAMIENTAS PARA LA DIFUSIÓN DE LA INFORMACIÓN SOBRE LAS ZONAS COSTERAS

En esta segunda parte de la ponencia, como queda dicho, se presenta una segunda línea de trabajo vinculada a la colaboración del grupo de investigación en procesos de ordenación y gestión del litoral desarrollados desde el gobierno regional de Andalucía. Así, desde 1997 la Consejería de Obras Públicas y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía se planteó el desarrollo del SIGLA (Sistema de Información Geográfica del Litoral de Andalucía). Esta iniciativa tenía como fin principal recopilar el enorme volumen de información geográfica digital disponible en Andalucía en torno al litoral en un sistema de base de datos común, y facilitar su acceso a través de herramientas TIG. Para su diseño, definición de contenidos, estructura y generación/recopilación de la base de datos geoespacial se firmaron distintos convenios con el Departamento de Geografía Física y AGR de la Universidad de Sevilla.

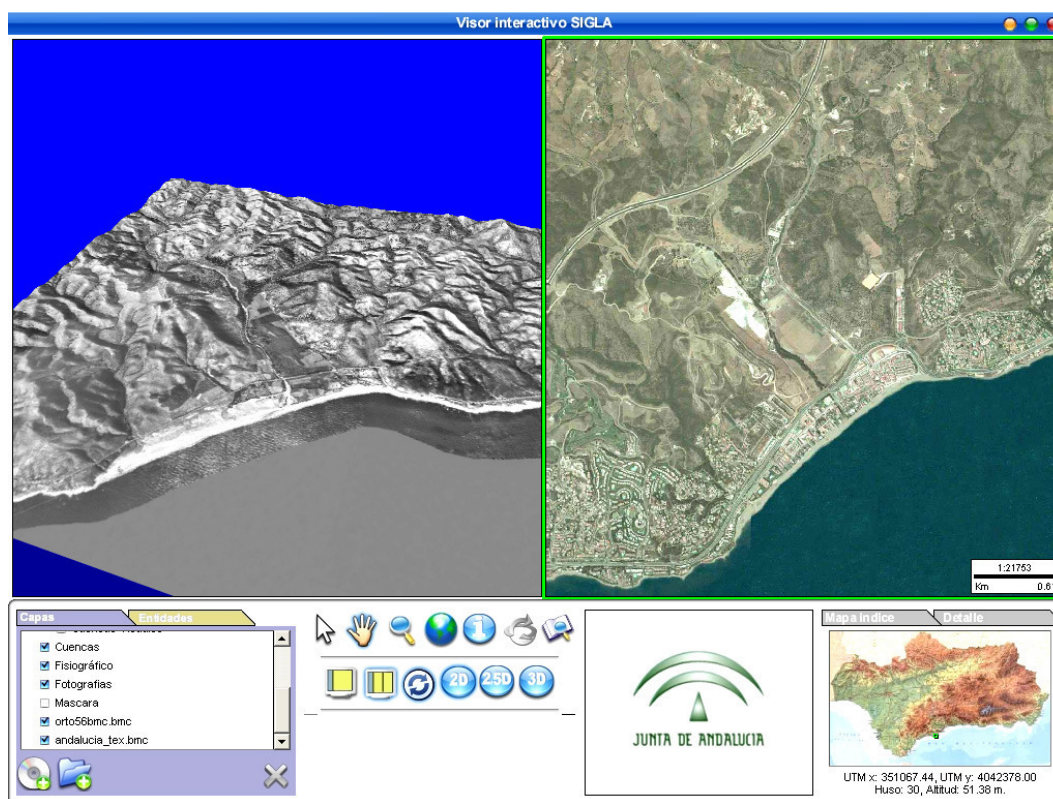


Figura 3. Ejemplo de productos obtenidos mediante el VISOR-SIGLA

Como una nueva fase de esta colaboración, que no agota los trabajos anteriores, se está trabajando en un Visor 2D/3D diseñado para facilitar el acceso a la información a dos tipos de usuarios diferenciados:

- El acceso dentro de la intranet de la Consejería por los técnicos de la misma.
- El acceso a usuarios más generalistas, a través de la edición de una versión sintética del SIGLA en DVD, una versión simplificada del visor diseñado para la intranet. Esta versión está siendo modificada para funcionar como un visor desde Internet –desarrollo de un plugin de funcionalidad parecida al recientemente difundido, e internacionalmente aplaudido, Google Earth-.

4. REFERENCIAS

- García-Novo, F, Ramírez-Díaz, L y Torres-Martínez, A. (1976). El sistema de dunas de Doñana. *Naturalia Hispanica*, 5. ICONA, Madrid. 52 pp.
- Levin, N. y Ben-dor, E. (2004). Monitoring sand dune stabilization along the coastal dunes of Ashdod-Nizanim, Israel, 1945–1999. *Journal of Arid Environments*, 58, (3), 335–355.
- Mitsova, H., Overton, M. y Harmon, R. S. (2005). Geospatial analysis of a coastal sand dune field evolution: Jockey's Ridge, North Carolina. *Geomorphology*, 72: 204-221.
- Ojeda Zújar, J y Cabrera Tordera, A. (2006). utilidades y funcionalidades de un visor tridimensional interactivo en la gestión litoral. (SIGLA: Sistema de Información Geográfica del Litoral de Andalucía). *Cuaderno Geográficos*: 39. 41-52.

- Ojeda Zújar, J.; Vallejo Villalta, I.; Hernández Calvento, L. y Álvarez Francoso, J. (2007). Fotogrametría digital y lidar como fuentes de información en geomorfología litoral (marismas mareales y sistemas dunares): el potencial de su análisis espacial a través de SIG. Boletín de la A.G.E, 44: 215-233.
- Saye, S.E., van der Wal, D., Pye, K. and Blott, S.J. (2006). Beach-dune morphological relationships and erosion/accretion: an investigation at five sites in England and Wales using LIDAR data. *Geomorphology*, 72 (1-4): 128-155.
- Stephenson, W. J. y Branderb, R. W. (2003). Coastal geomorphology into the twentyfirst century. *Progress in Physical Geography*, 27 (4): 607-623.
- Tsoar, H y Blumberg, D.G. (2002). Formation of parabolic dunes from barchan and transverse dunes along Israel's mediterranean coast. *Earth Surface Processes and Landforms*, 27, 1147–1161.
- Vallejo Villalta, I. (2007). Caracterización geomorfológica y análisis de la evolución reciente del sistema de dunas activas del P.N de Doñana (1956-2001). Tesis doctoral. Universidad de Sevilla. 468 pp.