

Incremento de la cobertura vegetal en las Dunas de Sefton, NO de Inglaterra

Significant increase in vegetation cover in the Sefton Dunes, NW England

I. Delgado-Fernandez¹ y M. Mir-Gual²

¹ Geography Department, Edge Hill University, Ormskirk, Lancashire, UK; delgadoi@edgehill.ac.uk

² Grupo de Investigación BIOGEOMED. Departamento de Ciencias de la Tierra, Universitat de les Illes Balears. Cra. de Valldemossa, km. 7,5 (07122); miquel.mir@uib.es

Resumen: La presencia de arena móvil juega un papel fundamental en la dinámica de dunas costeras y propicia una mayor diversidad de especies de flora/fauna. El siglo XX se ha caracterizado por una pérdida generalizada de arena móvil, lo que se ha relacionado con cambios climáticos recientes y/o impactos antropogénicos. Esto ha generado nuevos planes de gestión que incluyen la regeneración dinámica de las dunas, lo que implica arrancar la vegetación existente. Ejemplos en los Países Bajos sugieren, sin embargo, que este tipo de planes pueden ser insostenibles ya que la vegetación tiende a crecer a los pocos años. Es necesario pues identificar las razones exactas que llevan a la pérdida de duna móvil. Este trabajo analiza cambios en la cobertura vegetal en el campo dunar de Sefton, el más grande de Inglaterra, y el cual ha sufrido una pérdida dramática de arena móvil desde los años 40. Los resultados indican que, a diferencia de otros lugares, hay una relación no-lineal entre cambios en el clima y pérdida de duna móvil. Esta ausencia de relación directa podría estar relacionada con el enorme impacto humano en las dunas, y su evolución diferenciada como sistema humano-natural acoplado.

Palabras clave: manejo de costas, dinámica dunar, nivel del mar, vegetación dunar.

Abstract: *The presence of bare sand plays an essential role in the dynamics of coastal dune fields and enhances species diversity. The 20th century has seen a trend towards coastal dune stabilization, which has been associated with recent climatic shifts and/or human impact. This has generated new dynamic restoration management approaches that include stripping off the vegetation. Examples in the Netherlands, however, suggest that this technique might not be sustainable as the vegetation tends to re-grow only a few years after the intervention. Hence it is imperative to investigate what are the exact reasons for the growth of vegetation. This work analyses changes in vegetation over the last 60 years at Sefton Dunes, the largest coastal dune field in England, and an area that has lost almost all its bare sand since the 1940s. Results indicate a non-linear relationship between the loss of bare sand and changes in climate variables. This lack of direct relationship could be due to the predominant role of human impact and the evolution of Sefton dunes as a coupled human-natural system.*

Key words: coastal management, dune dynamics, sea-level, dune vegetation.

INTRODUCCIÓN

Las dunas costeras se forman durante periodos con fuertes vientos, disponibilidad de sedimento, y vegetación para fijarlo (Provoost et al, 2011). Una vez establecidas, las dunas se adaptan rápidamente a cambios en factores medioambientales. Incrementos en la precipitación o temperatura media y disminución de la velocidad del viento favorecen el crecimiento de la vegetación y estabilizan las dunas (Jackson y Cooper, 2011; Miot da Silva and Hesp, 2013). Por otro lado, incrementos en el viento o sequías tienden a favorecer su movilidad (Pye et al, 2014).

La segunda mitad del siglo XX ha estado caracterizada por crecimiento significativo de la

vegetación en numerosos sistemas dunares (Avis, 1989; Darke et al, 2013; Miot da Silva y Hesp, 2013; Provoost et al, 2011; Jackson y Cooper, 2011; Pye et al, 2014). Esta pérdida de duna móvil tiene importantes consecuencias tanto para la conservación de flora y fauna especializada (Smith, 2009) como para la morfodinámica de las dunas. La presencia de excesiva vegetación fija el sedimento y transforma campos de dunas móviles o semi-móviles en sistemas retentivos con niveles de dinamismo y movilidad reducida, y por lo tanto con mayores niveles de vulnerabilidad (Rust & Illenberg, 1996).

La re-vegetación de dunas costeras se ha asociado con cambios en el clima (Jackson y Cooper, 2011; Miot da Silva and Hesp, 2013) o una combinación de factores climáticos e impacto humano (Provoost et al,

2011; Pye et al, 2014). Sin embargo, y debido a la dificultad de encontrar fotografía aérea, la mayoría de los estudios arriba citados tan solo han contado con 3-6 series fotográficas a lo largo de 5-6 décadas, lo que ha limitado explorar en detalle el proceso de re-vegetación y por lo tanto las razones exactas de la pérdida de duna móvil.

Este trabajo utiliza una serie temporal de 15 mosaicos fotográficos para investigar la pérdida de arena móvil en el campo dunar de Sefton, y su relación con variaciones en el clima regional durante la segunda mitad del siglo XX.

ZONA DE ESTUDIO

Los análisis se realizaron en el sistema dunar de Sefton (Merseyside, UK), el más grande de Inglaterra (Fig. 1). Las dunas incluyen al menos cuatro reservas naturales y han sido reconocidas como uno de los ejemplos más importantes de hábitat dunar característico del NO de Europa, con especies icónicas como *Lacerta agilis* (Lagarto de Arena) o *Cicindela hybrida* (Escarabajo Tigre). Además de paso migratorio de aves, se han identificado en Sefton unas 1200 plantas y más de 3300 invertebrados, haciendo de estas un centro de biodiversidad significativo a nivel internacional (Smith, 2009).

Las dunas conviven con una elevada presión humana. Aparte de su uso para actividades agrícolas y ganaderas, la cercanía a Liverpool y otros centros urbanos hacen de Sefton un lugar preferente para el turismo local.



FIGURA 1. Localización de la zona de estudio.

MÉTODOS

Los cambios en la proporción de arena móvil se analizaron utilizando un total de 15 mosaicos

fotográficos disponibles desde 1945 al 2012. Cada mosaico fotográfico incluye hasta 100 fotografías individuales proyectadas en British National Grid (BNG en sus siglas en inglés) y cubre un área aproximada de 2150 Ha. La figura 1 incluye el mosaico correspondiente al año 2010 y sirve como ejemplo de la extensión total de los mosaicos analizados.

De manera similar a otros estudios (e.g., Jackson y Cooper, 2011), la cuantificación de duna móvil se basó en la digitalización en shapefiles de áreas de arena móvil utilizando técnicas en GIS (Geographical Information Systems). La digitalización se concentró en áreas mayores de 10 m en su eje más largo. Aunque esta técnica ignora variaciones en las zonas de arena móvil más pequeñas, el procedimiento permite la extracción de una serie de estadísticas adicionales, como variaciones en el número de zonas móviles y su tamaño medio.

Un total de 3 variables meteorológicas (temperatura media, precipitación, y velocidad del viento) se seleccionaron para observar posibles tendencias en el clima regional desde 1940. Los registros meteorológicos proceden de dos estaciones cercanas a las dunas, el observatorio de Bidston (Birkenhead) y la Isla de Hillbre (desembocadura del río Dee). El Observatorio de Bidston dejó de funcionar en 2004. La existencia de una serie de meses donde las dos estaciones estuvieron funcionando simultáneamente permitió comparar los registros y completar las series temporales de Bidston con datos de Hillbre.

RESULTADOS

Incremento de la vegetación en las dunas de Sefton

El sistema dunar de Sefton ha sufrido una disminución drástica de duna móvil desde 1945 ($1850 \times 10^3 \text{ m}^2$) al 2012 ($350 \times 10^3 \text{ m}^2$), equivalente a 142 Ha. En la actualidad, tan solo existe un 19% de la arena móvil original. Un análisis detallado indica que esta disminución no ocurrió de forma constante sino en dos periodos diferenciados (Fig. 2a). El primer periodo (revegetación) se expande desde 1945 a 1989 (44 años), donde las dunas pierden gradualmente la mayoría de arena móvil, a una velocidad de aproximadamente 3 Ha al año. El segundo periodo (estabilidad) se expande desde 1990 al 2012 (22 años), y se caracteriza por cambios en la proporción de arena móvil de pequeña magnitud, e incluye un mínimo de $230 \times 10^3 \text{ m}^2$ (12% de la cantidad original) en 1999.

La mayoría de las zonas de duna móvil existentes en 1945 (≈ 720) permanecieron durante 34 años (Fig. 2b) pero su tamaño medio (de 2380 m^2 a 1035 m^2 en 1949), resultando en una disminución en la diversidad (desviación estándar - σ) de tamaños. Las décadas de los 80 y 90 se caracterizaron por una disminución del número de zonas de duna móvil pero pequeños incrementos en su tamaño medio.

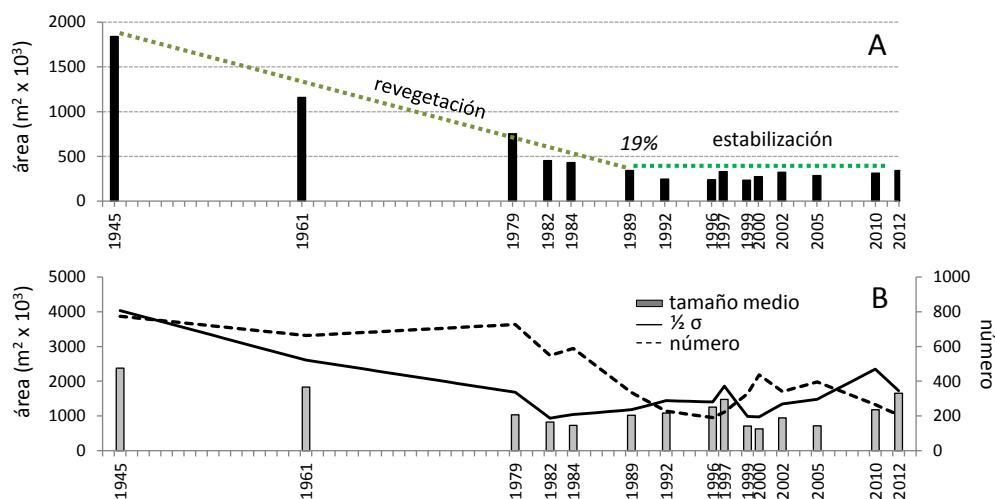


FIGURA 2. A) Cambios en la proporción de arena móvil en las dunas de Sefton. El periodo de pérdida se expandió desde 1945 a 1989, seguido de un periodo de estabilización con pocos cambios; B) Cambios en el tamaño medio, diversidad de tamaños (expresada como la mitad de la desviación estándar - σ - para una mejor visualización) y número de zonas móviles.

Los últimos años de la década de los 90 hasta el 2012 estuvieron marcados por cambios significativos y opuestos en el número de zonas móviles y su tamaño medio. Por ejemplo, el número de zonas disminuyó desde 2005 al 2012 pero su tamaño medio incrementó. En el año 2012 solo quedaban 200 zonas de duna móvil de las más de 700 áreas identificadas en 1945.

Factores climáticos

La figura 3 incluye variaciones temporales en temperatura media (T), precipitación (P) y velocidad del viento (U). El periodo de re-vegetación coincidió con un aumento de T de 0.05 C / década. El cambio fue más dramático, sin embargo, durante el periodo de estabilidad, con una variación en T de 0.87 C / década. La P disminuyó en -0.46 mm/década durante el periodo de re-vegetación e incremento en +0.56 mm/ década durante el periodo de estabilización. Finalmente, U también disminuyó durante el periodo de re-vegetación (-0.7 ms⁻¹ / década) pero se mantuvo constante durante el periodo de estabilidad.

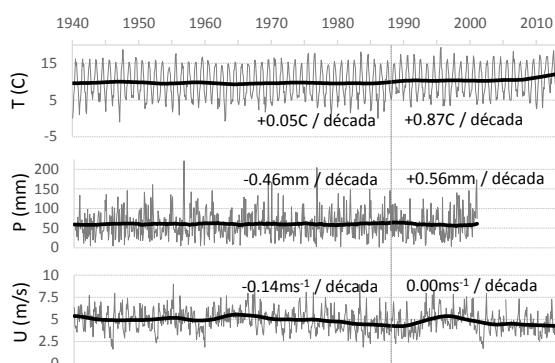


FIGURA 3. Evolución de la temperatura media (T), precipitación (P) y velocidad del viento (U) en el NO de Inglaterra. La línea divisoria en 1989 indica la transición del periodo de re-vegetación al de estabilidad. Los gráficos incluyen medias mensuales, cada 10 años, y tendencias para los dos periodos identificados en la Fig. 2.

DISCUSIÓN

(Falta de) Relación entre tendencias en el clima y vegetación

La comparación de tendencias presentadas en las Fig. 2-3 sugiere una relación no-lineal entre cambios en el clima y la evolución de arena móvil en las dunas de Sefton. Sorprendentemente, la pérdida dramática de duna móvil (periodo de re-vegetación) coincide con cambios en factores climáticos que son relativamente insignificantes o incluso contrarios a lo observado en otros estudios. Por ejemplo, aunque hubo un ligero incremento durante el periodo de re-vegetación, la tasa de incremento en T fue 17 veces mayor durante el periodo de estabilización, sin ningún efecto aparente en la pérdida de duna móvil. La falta de relación en el caso de P fue incluso más dramática. El aumento de P ha sido correlacionado con incrementos en la vegetación dunar en otros lugares del mundo (Jackson y Cooper, 2011; Miot da Silva y Hesp, 2013; Pye et al, 2014). En Sefton, sin embargo, el periodo de re-vegetación coincide con un periodo de disminución de la pluviosidad a un ritmo de -0.46 mm/ década. Adicionalmente, la tasa de incremento de lluvia se revierte durante el periodo de estabilidad, con incrementos en la pluviosidad de +0.56 mm/ década sin efecto aparente en la pérdida de duna móvil.

Consecuencias para el manejo de costas y futuros estudios

La falta de relación entre tendencias en el clima y la vegetación en Sefton se podría deber a varios factores, entre ellos la necesidad de ampliar el grupo de factores considerados. Factores como la duración del verano podrían jugar un papel decisivo (Jackson y Cooper, 2011). Los análisis sugieren, sin embargo, que el sistema dunar de Sefton podría estar siguiendo una evolución diferente a otros sistemas más naturales por el elevado nivel de impacto humano. La existencia de no-linealidad es característica de sistemas acoplados

humanos-naturales (Liu et al, 2007), donde actividades en el pasado introducen efectos retardados con consecuencias incluso años después de la intervención.

Las dunas de Sefton han estado pobladas desde la época Mesolítica, con actividades como la cría de ganado, los incendios controlados, o las plantaciones de cereales comúnmente practicadas desde la Edad del Hierro (Cowell, 2008). Estas y otras injerencias artificiales como la introducción de especies invasivas podrían haber forzado al sistema a evolucionar de manera diferente frente a cambios climáticos. Por ejemplo, uno de los arbustos introducidos en Sefton, el Sea Buckthorn (*Hippophae rhamnoides*), tiene la habilidad de colonizar todo tipo de áreas dunares y de expandirse durante periodos de sequía (Smith, 2009) y podría ser responsable, junto a otros, de la pérdida de arena móvil incluso durante periodos con baja precipitación.

La preocupación por la pérdida de arena móvil está resultando en un cambio de paradigma en la restauración de dunas costeras. Los relativamente nuevos programas de restauración dinámica consisten en desestabilizar dunas con demasiada vegetación para convertirlos en sistemas dinámicos (Darke et al, 2013; Pye et al, 2014), e incluyen actividades donde la vegetación se arranca de las dunas con maquinaria o a mano. Sin embargo, una evolución compleja en sistemas dunares humanos-naturales acoplados podría complicar las cosas. La presencia de no-linealidad y de impactos humanos con posibles efectos retardados dificulta la identificación de factores determinantes en la re-vegetación de las dunas, lo que tiene consecuencias para futuros planes de manejo interesados en paliar los efectos del cambio climático.

Finalmente, estudios futuros deberían incluir no solo una mayor representación de factores climáticos si no también posibles relaciones con otras zonas del litoral, y en particular con cambios en la cantidad de sedimento disponible en la playa, y las transferencias de sedimentos entre la playa y la duna.

CONCLUSIONES

La existencia de una serie de mosaicos fotográficos a una resolución temporal significativamente mayor que la considerada hasta ahora ha permitido analizar en detalle la evolución de la re-vegetación de las dunas de Sefton (NO Inglaterra) durante las últimas 7 décadas. De manera similar a otros sistemas europeos, las dunas de Sefton ha sufrido una re-vegetación dramática desde 1945, con solo el 19% de la cantidad original de arena en la actualidad. La pérdida de arena, sin embargo, ocurrió en dos periodos distintos. El primero duró aproximadamente 44 años en los que la duna perdió zona móvil a una tasa de 3 ha / año. El segundo duró 22 años y estuvo caracterizado por estabilidad. Ninguno de los dos periodos está claramente

relacionado con cambios en la velocidad del viento, la temperatura media, o la pluviosidad, a pesar de que estos factores se han citado como razones prioritarias para la re-vegetación de las dunas en estudios similares. Esto podría deberse al papel jugado por la acción humana directa, y el posible acoplamiento del sistema natural con el sistema humano, que a su vez resultaría en una evolución diferente con respecto a sistemas más naturales.

AGRADECIMIENTOS

La fotografía aérea ha sido proporcionada por Paul Wisse del Ayuntamiento de Sefton. Nicholas O'Keeffe se encargó de digitalizar la mayoría de los shapefiles y su trabajo es enormemente agradecido.

REFERENCIAS

- Avis, A.M. (1989): A review of coastal dune stabilization in the Cape Province of South Africa, *Landscape and Urban Planning* 18, 55-68.
- Cowell, R.W. (2008): Coastal Sefton in the prehistoric period. In: J.M. Lewis & J.E. Stanistreet (eds.) *Sand and sea: Sefton's coastal heritage. Archaeology, history and environment of a landscape in north west England*. pp. 20-27. Sefton Council Leisure Services Department, Bootle.
- Darke, I.B., Eamer, J.B.R., Beaugrand, H. E. R. and Walker, I.J. (2013): Monitoring considerations for a dynamic dune restoration project: Pacific Rim National Park Reserve, British Columbia, Canada, *Earth Surf. Process. Landforms* 38, 983-993.
- Jackson, D.W.T, and Cooper, J.A.G. (2011): Coastal dune fields in Ireland: rapid regional response to climatic Change, *Journal of Coastal Research* SI 64, 293-297.
- Liu, J., 15 others (2007) and Complexity of Coupled Human and Natural Systems, *Science* 317, 1513
- Miot da Silva, G., and Hesp, P.A. (2013): Increasing rainfall, decreasing winds, and historical changes in Santa Catarina dunefields, southern Brazil. *Earth Surf. Process. Landforms* 38, 1036-1045 (2013).
- Provoost, S., Jones, M.L.M. and Edmondson, S.E. (2011): Changes in landscape and vegetation of coastal dunes in northwest Europe: a review. *Journal of Coastal Conservation*. DOI: 10.1007/s11852-009-0068-5.
- Pye, K., Blott, S.J., and Howe, M.A. (2014): Coastal dune stabilization in Wales and requirements for rejuvenation. *Journal of Coastal Conservation* 18, 27-54.
- Rust, I. C., and Illenberger, W.K. (1996): Coastal dunes: Sensitive or not? *Landscape and Urban Planning*. 34: 165-169.
- Smith, P.H. (2009): *The sands of time revisited. An introduction to the sand-dunes of the Sefton Coast*. Amberley publishing, Stroud, Gloucestershire.