

Los procesos de erosión hídrica en el retroceso erosivo de acantilados sobre rocas blandas en la provincia de Cádiz

J.J. Rendón Aragón ⁽¹⁾, F.J. Gracia Prieto ⁽¹⁾ y L. Del Río Rodríguez ⁽¹⁾

(1) Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad de Cádiz, Campus del Río San Pedro, 11.510 Puerto Real (Cádiz). E-mail: javier.gracia@uca.es

ABSTRACT

The littoral cliffs on soft materials of the Atlantic Cadiz coast show an important activity of the fresh water erosion processes, sometimes even more significant than the marine erosion processes. The connection of the lower cliffs with sandy beaches favours aeolian sand invasion, which fills previous rills and reduces the water erosion intensity by increasing infiltration. Cliff retreat and rill erosion measurement by using erosion sticks has shown very variable values, most of them higher than the estimated error of the employed methods. This indicates the existence of other factors influencing the distribution of water erosion processes along these cliffs, which have to be studied through different techniques.

INTRODUCCIÓN

La identificación de abundantes morfologías erosivas en los acantilados sobre rocas blandas de la provincia de Cádiz ha llevado a estudiar la importancia relativa de los procesos de erosión hídrica (arroyada, reguerización, piping, etc.) en el retroceso de los mismos (Del Río et al., 2009), en comparación con otros procesos (descalces por el oleaje y movimientos de masas). Las rocas afectadas por procesos de erosión hídrica en la costa gaditana consisten básicamente en arenas, margas y arcillas neógenas y cuaternarias, que afloran en el tercio septentrional del litoral gaditano, entre Chipiona y Conil de la Frontera. La mayor proliferación de morfologías de erosión (cárcavas, zonas intensamente reguerizadas, etc.) se concentra en la costa entre Chiclana de la Frontera y Conil de la Frontera. No obstante, la naturaleza e intensidad de los procesos de erosión varían de unos lugares a otros dependiendo, básicamente, del tipo de litología dominante y de su comportamiento hidrológico. El estudio se ha aplicado a todos los acantilados de la provincia, si bien el seguimiento de campo se ha centrado en dos de las zonas con mayor proliferación de formas de erosión hídrica, localizadas a lo largo del tramo acantilado que discurre entre Chiclana y Cabo Roche, una costa rectilínea de orientación NNO-SSE. Los escarpes costeros, de 10 – 15 m de altura, están labrados sobre materiales pliocenos y cuaternarios subhorizontales, con perfil muy variable y protegidos del oleaje por playas arenosas de cierto desarrollo.

La primera zona (Zona 1), de alrededor de 1 km de longitud, se localiza en el extremo septentrional del acantilado de Torre Bermeja, al SO de Chiclana de la Frontera. Se trata de un escarpe constituido por un tramo mayoritario de conglomerados bioclásticos y areniscas cementadas ("Roca Ostionera", de edad Plioceno Superior – Pleistoceno Inferior; Benot et al., 1993), y un tramo superior de unos 2-3 m de espesor formado por arenas rojas con pequeños cantos flotantes o en hiladas (depósito de glacis pleistoceno, de edad Pleistoceno Superior según Gracia, 2008). Hacia el interior el glacis es fosilizado por un conjunto dunar fijado por un pinar de repoblación. En el escarpe del acantilado, el tramo arenoso superior es el que concentra los procesos erosivos continentales, mientras que el nivel conglomerático basal es únicamente atacado con eficiencia por el oleaje en condiciones de pleamar viva, lo cual da lugar esporádicamente a descalses y desplomes, generalmente de pequeño tamaño. No obstante, la repetición de movimientos de masas en tiempos recientes llevó a la Demarcación de Costas en Andalucía – Atlántico a realizar actuaciones en el

sector meridional de este acantilado, consistentes fundamentalmente en la construcción de una escollera basal de protección frente al oleaje.

La segunda zona, de apenas 300 m de longitud, se localiza 8 km al SE de la anterior, en el extremo meridional de la playa del Puerco (Zona 2), en el término municipal de Conil. Está formada por un conjunto de cárcavas y barrancos, algunos de ellos de dimensiones notables (la profundidad de los canales llega a ser superior a los 4 m), que se excavan sobre arenas arcillosas pliocenas de color rojizo. El conjunto de incisiones arranca de una superficie estructural fuertemente urbanizada y, tras unos 200 m, los canales alcanzan la playa.

METODOLOGÍA

Para el estudio de estos procesos se ha realizado una inspección de campo de todos los acantilados de la provincia, así como una cuantificación de sus tasas medias de retroceso, empleando para ello fotografías aéreas verticales de cinco vuelos realizados en los últimos 50 años a diversas escalas, que fueron georreferenciadas y analizadas mediante S.I.G. (Del Río, 2007). Paralelamente, en septiembre de 2008 se inició un seguimiento cuantitativo de la pérdida de suelo y del retroceso de los principales escarpes costeros afectados por erosión hídrica, mediante el uso de clavos de erosión y microperfilador.

En cuanto a los primeros, se instalaron 24 clavos, 12 en cada zona, en puntos representativos de los escarpes superiores, afectados únicamente por procesos de erosión hídrica. El seguimiento de los clavos fue quincenal, excepto durante la época lluviosa de diciembre de 2008 y enero de 2009, en la que se realizó un seguimiento semanal. En cada caso se medían las distancias entre los clavos y el borde del escarpe (retroceso horizontal), así como la porción de clavo que quedaba expuesta sobre el nivel del suelo (rebajamiento vertical). En lo referente al microperfilador, se trata de un dispositivo utilizado con frecuencia en estudios de erosión hídrica (Desir et al., 2005), y que en este caso, dadas las escasas dimensiones del equipo disponible, se aplicó exclusivamente a los complejos de regueros y pequeñas incisiones desarrolladas en la zona 2 (por otro lado más accesible que la zona 1 para este tipo de mediciones). Las medidas se restringieron a los dos citados meses lluviosos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante las últimas cinco décadas los acantilados objeto de estudio han registrado un retroceso muy lento, o incluso estabilidad (Del Río, 2007). Así, el acantilado de Torre Bermeja ha permanecido prácticamente estable, con una tasa de variación próxima a cero y muy inferior al error del método. En cuanto al acantilado de la Playa del Puerco, la línea de costa en las últimas décadas ha retrocedido a un ritmo medio de tan sólo 0,25 m/año.

En cuanto a los resultados obtenidos en el seguimiento de campo, se trata de un periodo de tiempo todavía muy breve (apenas 8 meses) como para poder emitir conclusiones claras o definitivas, por lo que los valores y comentarios que siguen constituyen tan sólo hipótesis de trabajo, que habrá que corroborar, matizar o incluso desechar conforme se obtengan nuevos resultados en el futuro. En una primera aproximación, las tasas actuales de retroceso erosivo por procesos de erosión hídrica en las zonas analizadas son significativas (de hasta más de 5 cm/mes de promedio, y en algunos casos puntuales de hasta 8 cm tras un evento pluviométrico, Fig. 1) y superiores al margen de error del método. En el caso de que se mantuviera esta tasa durante todo el periodo de lluvias de la región (6 meses, de septiembre a mayo), el retroceso acumulado coincidiría o incluso superaría a la media registrada en las fotografías aéreas. Supondría esto que la erosión hídrica, por sí sola, podría justificar el retroceso de los acantilados de Torre Bermeja y Playa del Puerco. La acción marina sólo intervendría, a priori, en el desmantelamiento de los materiales acumulados al pie de los

acantilados, así como en producir puntualmente descalces (cuya evolución, por otro lado, ha demostrado ser muy lenta, a partir de observaciones visuales de los últimos 10 años).

Los mayores retrocesos coinciden, lógicamente, con los mayores episodios de aguaceros, que en la zona tuvieron lugar en enero y febrero de 2008, fundamentalmente (Fig. 1). No obstante, en la citada figura se aprecia cómo no todos los puntos registran la misma erosión, a pesar de tratarse del mismo tipo de material, orientación, etc. En algunos casos, las diferencias entre los retrocesos registrados en unos clavos y otros son de casi un orden de magnitud. Se deduce por tanto que existen otros factores que influyen localmente en la intensidad de los procesos de erosión hídrica.

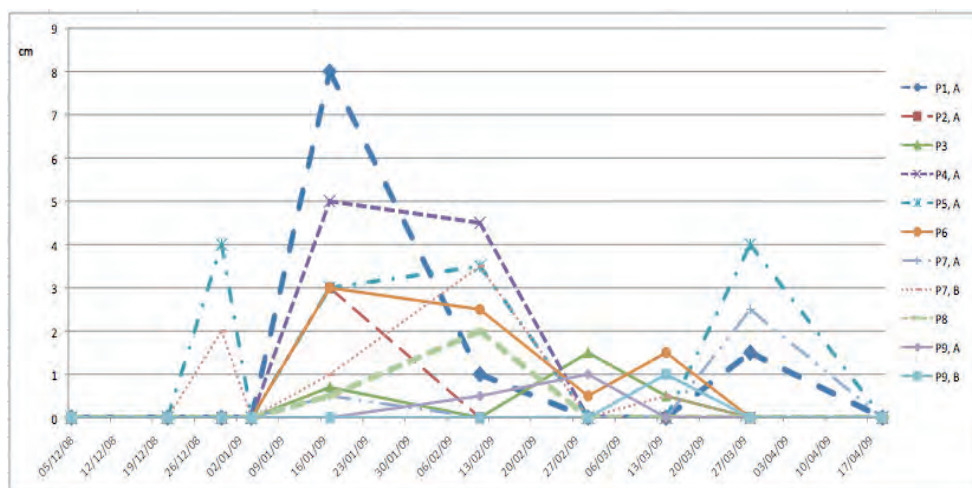


Figura 1. Evolución del retroceso del acantilado de Torre Bermeja (en ordenadas, en cm) a partir de mediciones de clavos de erosión (P1 a P9) entre diciembre de 2008 y abril de 2009.

Se ha observado que las mayores tasas actuales de erosión hídrica se concentran en las zonas de acantilados bajos con una alta afluencia de visitantes a la costa. El trasiego de bañistas a las playas produce pisoteo y clareo de la vegetación, proceso también ligado a la excavación de accesos y viales desde urbanizaciones costeras a las playas. Durante los aguaceros más intensos son estas zonas las que registran las mayores incisiones (Figura 2, izda.). Igualmente, la instalación de desagües de aguas pluviales procedentes de estas urbanizaciones provoca concentraciones puntuales de flujos en zonas muy vulnerables, que han desencadenado descalces en las rocas blandas, movimientos de masas y el consiguiente inicio de procesos de erosión hídrica.

Por otro lado, se han observado grandes diferencias entre los registros de incisión de los regueros de Torre Bermeja (Zona 1) y los de Playa del Puerco (Zona 2), siendo los primeros mucho más acusados. Este contraste puede deberse al mayor gradiente topográfico de los primeros, pero también a la conexión de los segundos con la playa situada en su base. La acción eólica transporta arena desde la playa hacia tierra adentro, rellenando los regueros casi en su totalidad (Fig. 2); cuando tiene lugar un aguacero, el relleno arenoso aumenta la infiltración y reduce la escorrentía al menos durante los primeros momentos: se necesita un episodio lluvioso mucho más energético para poder dismantelar el relleno arenoso y continuar con la incisión en los fondos de los regueros. La conexión eólica con la playa reduce, por tanto, la vulnerabilidad a la erosión hídrica de los regueros, al menos durante los episodios con mayor incidencia de los vientos de mar a tierra, ya que los regueros quedan soterrados.



Figura 2: Reguero desarrollado sobre margas y arenas pliocenas en el acantilado bajo de la urbanización Roche, en la playa del Puerco (Conil). Izquierda: incisión ligada al trasiego de bañistas en la bajada de acceso a la playa (invierno de 2008). Derecha: relleno eólico del mismo reguero por arena eólica procedente de la playa (primavera de 2009).

CONCLUSIONES

En conclusión, los datos obtenidos muestran que los procesos de erosión hídrica de estos acantilados son significativos y en ocasiones más determinantes que los propios procesos marinos en la tendencia general al retroceso que registran para las últimas décadas. Incluso, se ha observado cómo la conexión de los acantilados bajos con playas arenosas facilita la invasión de arenas eólicas, que rellenan los regueros y que reducen la intensidad de la erosión hídrica. La cuantificación de los retrocesos de los escarpes por erosión hídrica mediante clavos de erosión ha mostrado valores muy variables, en su mayoría claramente superiores al error del método empleado, indicando que existen diversos factores que influyen en la distribución lateral de la erosión. Será necesario un seguimiento más exhaustivo y prolongado en el tiempo para llegar a determinar la influencia relativa de otros condicionantes locales como la litología, pendiente de los escarpes, cobertera vegetal, etc.

BIBLIOGRAFÍA

- ❖ Benot, C., Díaz, M.G., Mayoral, E., Parra, A. y Rodríguez Vidal, J. (1993). Nuevas aportaciones para la determinación del límite Neógeno-Cuaternario en la Bahía de Cádiz (SO de España). En: *El Cuaternario en España y Portugal*. Instituto Tecnológico y GeoMinero de España y AEQUA, vol. 1, Madrid, pp. 243-250.
- ❖ Del Río, L. (2007). *Riesgos de erosión costera en el litoral atlántico gaditano*. Tesis Doctoral, Universidad de Cádiz (inédita). 496 pp.
- ❖ Del Río, L.; Gracia, F.J. y Benavente, J. (2009). Mass movements and cliff retreat along the SW Spanish coast. *Journal of Coastal Research* S.I. 56, 717-721.
- ❖ Desir, G.; Marín, C. y Guerrero, J. (2005). Badlands and talus flatirons in the Bardenas Reales region. En Desir, G.; Gutiérrez, F. y Gutiérrez, M. (eds.): *Field trip guides, vol. 1*. 6th International Conference on Geomorphology, I.A.G. Zaragoza, p. 55-93.
- ❖ Gracia, F.J. (2008). Geomorfología y estratigrafía del Pleistoceno y Holoceno en la banda atlántica de Cádiz. En Ramos, J. (ed.): *La ocupación prehistórica de la campiña litoral y banda atlántica de Cádiz*. Arqueología Monografías, Junta de Andalucía, p. 53-68.