

Análisis del retroceso de la costa cantábrica en el entorno del Cabo Peñas (Asturias, N España)

Analysis of the Cantabrian coast retreat around Peñas Cape (Asturias, N Spain)

María José Domínguez-Cuesta¹, Andrea Ferrer Serrano¹, Laura Rodríguez-Rodríguez², Carlos López-Fernández¹ y Montserrat Jiménez-Sánchez¹

¹ Departamento de Geología. Universidad de Oviedo. C/ Jesús Arias de Velasco s/n, 33005. Oviedo, España. dominguezmaria@uniovi.es; andeaf1geo@gmail.com; lopezcarlos@uniovi.es; mjimenez@geol.uniovi.es

² Departamento de Ciencias de la Tierra y Física de la Materia Condensada. Universidad de Cantabria. Avd. Los Castros 48, 39005 Santander, España. laura.rodriguezr@unican.es

ABSTRACT

In this work, the cliffs of a 36.9 km coast section in the surroundings of Peñas Cape (Gozón, Asturias, N Spain) are characterized. The objective is to understand the geomorphological processes that act in this area and to quantify the retreat of the cliffs. A 1:5000 geomorphological map has been developed based on field data and photointerpretation of PNOA photographs (years 2006 and 2017), as well as Google Earth and Iperpix imagery. The information has been managed through a Geographic Information System that has allowed the development and analysis of digital terrain models of slope, orientation and curvature. The obtained results show that: 1) in the surroundings of Peñas Cape, gravity processes predominate, in particular, rockfall, topples, flows and landslides; 2) the steepest cliffs facing west are those suffering the greatest erosion, developing the largest instabilities and 3) the average retreat rate obtained for the period 2006-2017, at certain points of this section of coast is 0.57 m/year, reaching rates up to 1.22 and 2.19 m/year in the surroundings of Candás and Luanco, respectively.

Key-words: coast, Asturias, cliff, retreat rates.

Geogaceta, 68 (2020), 63-66
ISSN (versión impresa): 0213-683X
ISSN (Internet): 2173-6545

RESUMEN

En este trabajo se caracterizan los acantilados de un tramo de costa de 36,9 km en el entorno del Cabo Peñas (Gozón, Asturias, norte de España), con el objetivo de entender qué procesos geomorfológicos actúan en esta zona y cuantificar el retroceso de los acantilados. Se ha elaborado una cartografía geomorfológica a escala 1:5000 a partir de datos de campo y fotointerpretación de fotogramas PNOA de 2006 y 2017, así como imágenes de Google Earth e Iperpix. Todo ello se ha gestionado mediante un Sistema de Información Geográfica que ha permitido elaborar y analizar modelos digitales de pendiente, orientación y curvatura. Los resultados obtenidos muestran que: 1) en el entorno del Cabo Peñas, predominan los procesos de gravedad, en concreto, desprendimientos, vuelcos, flujos y deslizamientos; 2) los acantilados de mayor pendiente y orientados al oeste son los que están sometidos a una mayor erosión y desarrollan inestabilidades de mayores dimensiones y 3) la tasa de retroceso media obtenida para el período 2006-2017, en determinados puntos de este tramo de costa es de 0,57 m/año, llegando a valores máximos de 1,22 y 2,19 m/año en el entorno de Candás y Luanco, respectivamente.

Palabras clave: costa, Asturias, acantilado, tasas de retroceso.

Fecha de recepción: 31/01/2020

Fecha de revisión: 23/04/2020

Fecha de aceptación: 29/05/2020

Introducción

La costa asturiana es eminentemente rocosa y acantilada con una orientación de tendencia general O-E. En ella, la combinación de la acción de la gravedad, junto con los procesos litorales, generan el retroceso de los acantilados hacia el continente (Domínguez-Cuesta *et al.*, 2019), existiendo muy pocos datos cuantitativos al respecto.

Este trabajo tiene el objetivo general de avanzar en el conocimiento y dar visibilidad a la problemática que se está ocasionando en la costa central de Asturias debido al retroceso de los acantilados, así como intentar determinar los mecanismos que lo provocan. Los objetivos concretos que se persiguen son: 1) caracterizar desde el punto de vista geomorfológico los acantilados del entorno del Cabo Peñas; ii) analizar su evolución y retroceso entre 2006 y 2017.

Zona de estudio

El área de estudio se encuentra en la costa central de Asturias, en el entorno del Cabo Peñas, dentro del concejo de Gozón, y se extiende a lo largo de 36,9 km (Fig. 1). Incluye un tramo de costa de trazado suroeste-noreste (Playa de Xagó-Cabo Peñas) y otro tramo noroeste-sureste (Cabo Peñas-Ensenada de Candás). El Cabo Peñas constituye el punto más septentrional de la región asturiana y fue declarado Paisaje Protegido en el Decreto 80/95, de 12 de mayo. Además, forma parte de la Red Natura 2000 y de otras figuras europeas de protección como LIC y ZEPa. Unos 4 km al oeste se encuentra la Punta de Podes, que presenta evidencias de ocupación en época prehistórica con gran interés arqueológico (Camino Mayor, 1995; Álvarez

Peña, 2002; Jiménez-Sánchez *et al.*, 2019).

El clima de la costa asturiana es templado húmedo, caracterizado por precipitaciones de más de 1000 mm repartidas a lo largo del año (García Couto, 2011). Se trata de una costa mesomareal con rangos superiores a 4,0 m el 10% de los días. Predominan los oleajes procedentes del noroeste, siendo frecuentemente afectada por fuertes tormentas del océano Atlántico, especialmente en invierno.

Desde el punto de vista geológico, la zona de estudio se enmarca en la Región de Pliegues y Mantos de la Zona Cantábrica del Macizo Ibérico (Julivert, 1971), y forma parte de la unidad de Somiedo (Alonso *et al.*, 2009). La litología se compone de rocas siliciclásticas, del Silúrico, Ordovícico, Devónico y Mesozoico, y rocas carbonatadas del Devónico, Carbonífero y Mesozoico (Fig. 1).

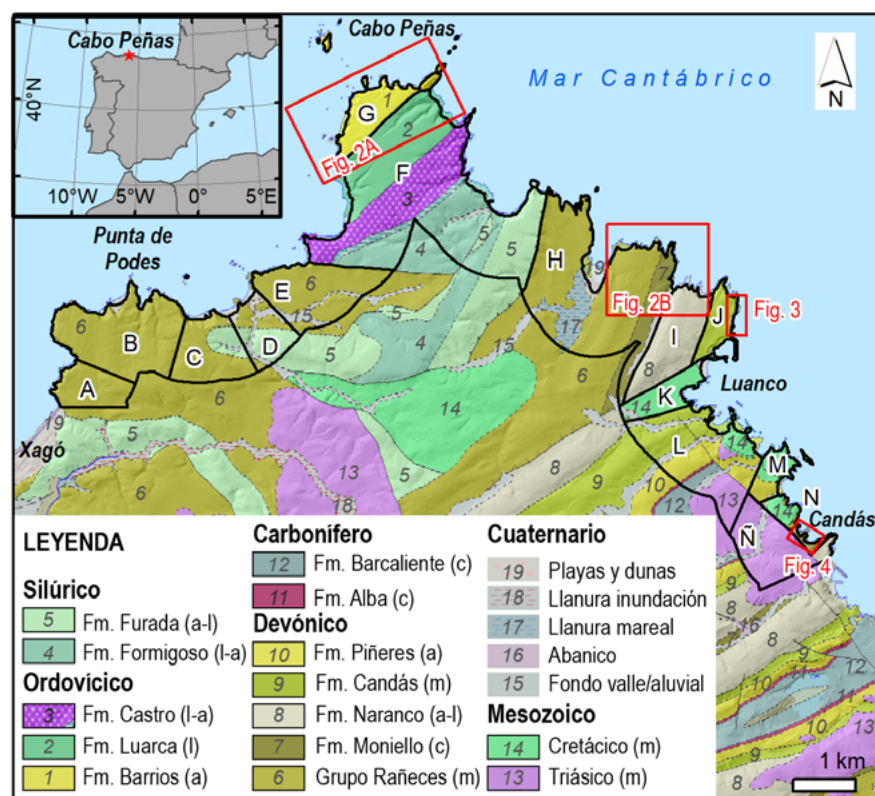


Fig. 1.- Mapa geológico de la zona de estudio con indicación de los 15 tramos de costa (A-Ñ) diferenciados. Clave litología: a, areniscas; l, lutitas; c, carbonatos (calizas, margas, dolomías); m, mixtas (carbonatos + lutitas). Ver figura en color en la web.

Fig. 1.- Geological map of the study area with indication of the 15 differentiated sections (A-Ñ). Lithology key: a, sandstone; l, lutite; c, carbonate (limestone, marl, dolostone); m, mixed (carbonate + lutite). See color figure in the web.

Materiales y métodos

La metodología llevada a cabo en este trabajo ha supuesto la realización de las siguientes tareas: a) recopilación de bases cartográficas previas a partir del repositorio del Instituto Geográfico Nacional (www.centrodedescargas.cnig.es) y del Instituto Geológico y Minero de España (www.infoigme.es); b) fotointerpretación mediante fotografía aérea (vuelos 2006 y 2017), y a través de visores *Google Earth* e *Iberpix*; c) división de la zona de estudio en quince tramos (nombrados A-Ñ, comenzando desde el oeste) teniendo en cuenta: la litología, la presencia de contactos tectónicos, la morfología de la línea de costa, el desarrollo y formas del acantilado y la presencia o no de valles colgados (Fig. 1); d) elaboración de un Modelo Digital de Elevaciones (MDE) a partir de 67 ficheros LIDAR; e) elaboración de modelos digitales derivados de pendientes, orientaciones, sombreado y curvatura; f) cartografía geomorfológica a escala 1:5000 y digitalización en *ArcGIS*, siguiendo una leyenda que recoge formas erosivas y de

depósito agrupadas según el proceso dominante en su génesis; g) obtención de tasas de retroceso de los acantilados, mediante la comparativa, para cada uno de los tramos estudiados, de la posición del elemento recogido como "frente de acantilado activo" entre las ortofotos de 2006 y 2017; h) análisis de perfiles longitudinales de valles fluviales colgados; i) trabajo de campo.

Resultados y discusión

Cartografía geomorfológica

Se han reconocido y cartografiado elementos geomorfológicos correspondientes a formas litorales, de gravedad, fluviales y mixtas (Fig. 2).

Entre las formas asociadas a dinámica litoral, se han delimitado áreas correspondientes a: plataforma de abrasión actual, rasas (+100 m) y acantilados activos. De todas ellas existen buenos ejemplos en el Cabo Peñas. Además, se ha indicado la posición del frente de acantilado activo mediante líneas discontinuas.

Dentro de las formas de gravedad se han cartografiado como formas erosivas cicatrices y lo que se ha denominado en este trabajo "laderas con pendiente relicta". Esta denominación se aplica para aquellos acantilados que presentan únicamente en la parte baja evidencias de actividad reciente, existiendo por encima, porciones de ladera con una pendiente más suave (<50°), con vegetación, como arbustos y árboles de pequeño tamaño, lo que indica cierta estabilidad de la ladera durante un tiempo prolongado. Se desarrollan tanto sobre sustrato siliciclástico (0,35 km²) como calcáreo, donde son más numerosas a pesar de ocupar menor superficie (0,30 km²). Como formas de depósito por gravedad se han identificado buenos ejemplos de desprendimientos, vuelcos, deslizamientos, flujos y movimientos complejos.

Aunque dentro del área que ocupa este trabajo no existe un modelado fluvial predominante, sí se han podido reconocer siete valles colgados de origen fluvial (Fig. 2), que serán descritos posteriormente. Además, se ha incluido un epígrafe de depósitos mixtos originados por la combinación de procesos de gravedad y marinos.

Evolución de los acantilados en el entorno del Cabo Peñas

En la tabla I se muestran los datos de longitud planimétrica retrocedida (m) y tasa de retroceso de los acantilados (m/año) estimada para los puntos más significativos de algunos de los tramos analizados en este apartado. Las tasas de retroceso para dichos puntos oscilan entre los 0,25 y los 2,19 m/año. En apartados posteriores se muestran algunos ejemplos ilustrativos.

Cabe destacar que en el período de tiempo analizado (2006-2017) tuvieron lugar algunos eventos meteorológicos con una repercusión geomorfológica destacable en el litoral estudiado. Así, en junio de 2010 se produjo en Asturias un episodio de precipitación intensa y prolongada durante 10 días que originó numerosas inestabilidades de ladera en toda la región, incluida la costa (Valenzuela *et al.*, 2017; Domínguez-Cuesta *et al.*, 2019). Además, en febrero de 2014 hubo varios episodios encadenados de temporales marítimos que provocaron numerosos desperfectos en la costa.

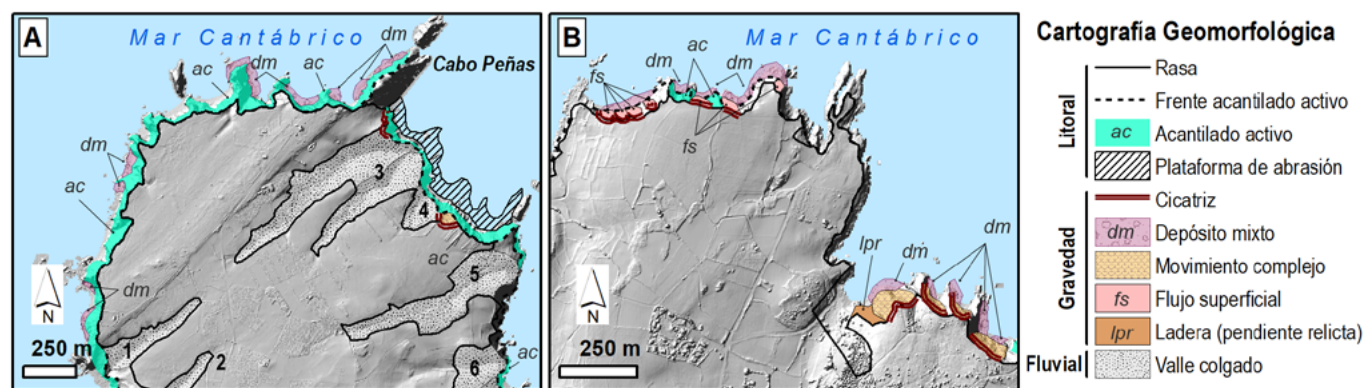


Fig. 2.- Detalles de la cartografía geomorfológica elaborada. A) Entorno del Cabo Peñas. B) Oeste de Luanco. Ver figura en color en la web.
 Fig. 2.- Details of the geomorphological map. A) Peñas Cape surroundings. B) Western Luanco. See color figure in the web.

Retroceso en el acantilado de Luanco

En la figura 3 se muestra un área al norte de Luanco (incluida en el tramo J, Fig. 1), donde la comparativa entre la ortofoto de 2006 y la de 2017 permite apreciar varios cambios en la morfología del litoral. En la parte superior se puede observar cómo en el tiempo transcurrido entre ambas imágenes, el acantilado ha sufrido modificaciones en la forma del escarpe y un retroceso que, en algunos puntos, llega a ser de 24,14 m, siendo en la actualidad mucho más cóncavo hacia la costa y habiendo afectado a algunas de las infraestructuras del entorno. Este retroceso ocurrido en el intervalo de tiempo de 11 años supondría una tasa estimada de retroceso de 1,22 m/año. Es necesario destacar la construcción de un espigón (en la parte inferior de la imagen) en el año 2008 correspondiente al Puerto de Luanco, lo cual podría haber influido en la dinámica del oleaje y, por tanto, afectar al retroceso de los acantilados en esta zona.

Retroceso en el acantilado de Candás

En las proximidades de la localidad de Candás (tramo N, Fig. 1), existe un movimiento en masa complejo activo que actualmente afecta a evaporitas y lutitas triásicas (Fig. 4). El volumen de masa desplazada se estima en más de 3 898 000 m³. La comparación de las ortofotografías de 2006 y 2017 permite apreciar cómo la acción erosiva de cabecera ha experimentado una ampliación significativa, lo que supone una progresión del movimiento hacia el interior, aproximándose la zona de cabecera a alguna de las infraestructuras del entorno. Además, en el año 2017 se puede observar el incremento de los depósitos

acumulados en la parte baja. En conjunto, se aprecia un desplazamiento máximo en cabecera de 13,38 m, por lo que se puede establecer una tasa de retroceso para esta zona de 0,78 m/año (Tabla I).

El movimiento complejo de Candás pone de manifiesto la peligrosidad asociada a condiciones de inestabilidad similares a las que tienen lugar en muchos puntos de la costa asturiana en el entorno del Cabo Peñas.

Valles colgados en el entorno del Cabo Peñas

En el entorno del Cabo Peñas (tramo F, Fig. 1) se han cartografiado 7 valles, cuya longitud media es de 700 m. Todos ellos son valles fluviales colgados presentando su desembocadura a una altura que oscila entre los 5 y los 43 m, respecto al nivel del mar actual y a una distancia máxima estimada de 400 m respecto al nivel del mar más bajo (Tabla II). Se trata de valles con una anchura media de 100 m, desarrollados sobre un sustrato detrítico, con laderas con pendientes de 20-30°.

Dos de ellos presentan drenaje hacia el oeste y los seis restantes hacia el este. Teniendo en cuenta la pendiente y tendencia de los perfiles longitudinales de estos cauces se ha estimado la distancia entre la desembocadura original y la actual. Los valles que vierten al oeste (1 y 2 en Fig. 2) son los que presentan una desembocadura actual de más altitud (43 y 30 m). A la vista de este resultado, se puede proponer la hipótesis de que en esta zona de estudio los acantilados con orientación oeste tienen una velocidad de retroceso mayor que los acantilados orientados hacia el este, lo que estaría en concordancia con lo que se observa actualmente debido a

la mayor incidencia en los acantilados orientados al oeste de los temporales marítimos. En cualquier caso, sería necesario explorar la posibilidad de que los valles fluviales vertientes al oeste tuvieran una menor incidencia sobre el terreno debido a diferencias en la litología de las rocas o las características estructurales del terreno. En todo caso, la existencia de estos valles fluviales colgados sugiere un retroceso costero, probablemente reciente, relacionado con una transgresión marina.

Conclusiones

La costa del entorno del Cabo Peñas es muy heterogénea y su morfología tiene una relación directa con la litología y la estructura de las rocas que la componen. Los elementos geomorfológicos

Tramo	Retroceso 2006 – 2017 (m)	Tasas de retroceso (m/año)
A	5,43	0,49
	2,94	0,27
B	5,96	0,54
	7,76	0,71
	4,04	0,37
I	7,6	0,69
	5,06	0,46
	4,14	0,38
	2,8	0,25
	24,14	2,19
J	14,35	1,30
	7,66	0,70
	8,37	0,76
	11,45	1,04
	13,36	1,21
N	7,97	0,72
	13,38	1,22
	8,70	0,79
	6,95	0,63
	8,00	0,73
	6,46	0,59

Tabla I.- Valores de retroceso planimétrico y tasas de retroceso en diversos puntos de la zona de estudio.

Table I.- Planimetric retreat values and retreat rates at several points in the study area.

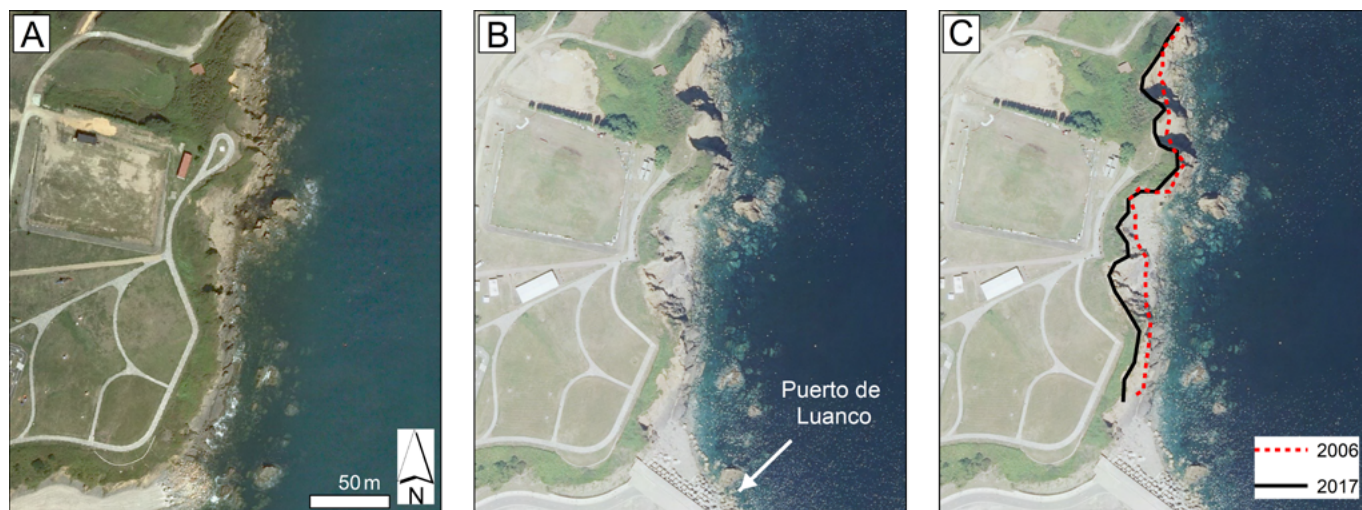


Fig. 3.- Acantilado al norte de Luanco. A) Ortofotografía de 2006. B) Ortofotografía de 2017. C) Posición de las líneas de acantilado activo en 2006 y 2017, respectivamente, sobre la ortofoto de 2017. Ver figura en color en la web.

Fig. 3.- Cliff to the north of Luanco. A) Orthophoto of 2006. B) Orthophoto of 2017. C) Position of the active cliff line in 2006 and 2017 respectively on the orthophoto of 2017. See color figure in the web.

que destacan son la rasa, los acantilados activos, las formas de gravedad y los valles fluviales colgados.

Las formas de gravedad son muy variadas, incluyendo desprendimientos, vuelcos, flujos, deslizamientos y movimientos complejos, que se originan en acantilados con pendientes mayores de 70° y orientaciones preferentemente hacia el oeste.

Se ha podido constatar un retroceso de los acantilados apreciable en toda la zona de estudio, si bien es más acusado en los de orientaciones oeste. En algunas áreas se han detectado valores de hasta 13,38 m, en zonas naturales, y 24,14, en zonas con influencia antrópica entre el año 2006 y 2017, lo que supone tasas de retroceso máximas de entre 1,21 y 2,19 m/año, habiéndose obtenido unos valores medios para ese periodo de 0,57 m/año.

Los perfiles longitudinales de los va-

lles fluviales colgados indican que, en tiempos geológicos recientes, ha habido un retroceso de la línea de costa a una velocidad superior a la de incisión de los valles fluviales.

Valle	Altura desembocadura actual (m)	Distancia horizontal entre desembocadura actual y del pasado (m)
1	43	400
2	30	230
3	9	90
4	28	100
5	5	25
6	12	110
7	19	200

Tabla II.- Parámetros referidos a 7 valles fluviales colgados en los alrededores del Cabo Peñas.

Table II.- Parameters referring to 7 hanging river valleys around Peñas Cape.

En conjunto, las evidencias geomorfológicas identificadas ponen de manifiesto la importancia del retroceso de los acantilados en este sector de la costa cantábrica, tanto en tiempos recientes como en la actualidad.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido desarrollado en el marco de los proyectos de investigación "COSINES" (CGL2017-83909-R, MI-

NECO/AEI/FEDER, UE) y "GEOCAN COSTA" (GRUPIN-IDI-2018-184, Principado de Asturias). Los autores agradecen las sugerencias de Arantza Aranburu y Germán Flor, revisores del manuscrito.

Referencias

- Alonso, J.L., Marcos, A. y Suárez, A. (2009). *Geologica acta* 7 (4), 451-473.
- Álvarez Peña, A. (2002). *Asturies* 13, 20-25.
- Camino Mayor, J. (1995). *Los castros marítimos en Asturias*. RIDEA, Oviedo, 256 p.
- Domínguez-Cuesta, M.J., Valenzuela, P., Rodríguez-Rodríguez, L., Ballesteros, D., Jiménez-Sánchez, M., Piñuela, L. y García-Ramos, J.C. (2019). En: *The Spanish coastal systems. Dynamic processes, sediments and management* (J.A. Morales, Ed.). Springer, Cham, 49-77.
- García Couto, M.A. (2011). *Iberian climate atlas*. Agencia Estatal de Meteorología (España) e Instituto de Meteorología (Portugal), Madrid, 79 p.
- Jiménez-Sánchez, M., Domínguez-Cuesta, M.J., Ballesteros, D., López-Fernández, C., González-Pumariaga, P. y Valenzuela, P. (2019). En: *Libro de resúmenes de la XV Reunión Nacional de Cuaternario*, 79-82.
- Julivert, M. (1971). *American Journal of Science* 270 (1), 1-29.
- Valenzuela, P., Domínguez-Cuesta, M.J., Mora García, M.A. y Jiménez-Sánchez, M. (2017). *Geomorphology* 293, 11-23.

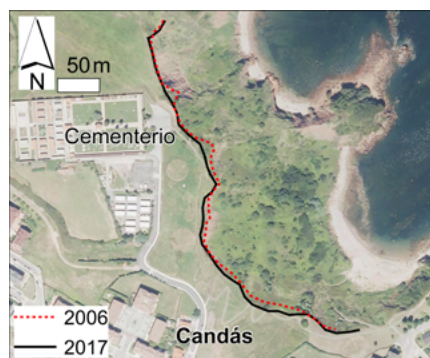


Fig. 4.- Posición de la cabecera del deslizamiento complejo en Candás en 2006 y 2017. Ver figura en color en la web.

Fig. 4.- Position in 2006 and 2017 of the scar of the complex slide in Candás. See color figure in the web.