

Procesos de gravedad y hallazgos paleontológicos en La Costa de los Dinosaurios (Asturias, N España)

Gravity processes and palaeontological discoveries on The Dinosaur Coast (Asturias, N Spain)

Lucía López-Toyos¹, María José Domínguez-Cuesta¹ y Laura Piñuela²

¹ Departamento de Geología. Universidad de Oviedo. C/ Jesús Arias de Velasco s/n, 33005. Oviedo, España. lucia.lopez.toyos@gmail.com; dominguezmaria@uniovi.es

² Museo del Jurásico de Asturias. La Rasa de San Telmo, s/n, 33340. Colunga. lpinuela.muja@gmail.com

ABSTRACT

A geomorphological characterization of the Tazones Lighthouse surroundings has been carried out in order to analyze its incidence in the evolution of a section of The Dinosaur Coast and in the paleontological heritage. Fieldwork and photointerpretation have been performed to elaborate a geomorphological map of a 1.13 km² area that includes marine, gravity and fluvial forms. In addition, the analysis of the historical evolution of the environment by means of aerial photographs and orthophotographs available since 1984, have been carried out. The presence of cracks and escarpments since 1984 has revealed the instability of the area. The gravity processes have facilitated the discovery and recovery of up to 32 Jurassic vertebrate fossils along the Tazones Lighthouse Tracksite, although there is also evidence of losses of fossil heritage due to the negative repercussion of this kind of phenomena.

Key-words: Gravity processes, Coast retreat, Geological heritage, Tazones Lighthouse, The Dinosaur Coast.

RESUMEN

En este trabajo se ha llevado a cabo una caracterización geomorfológica del entorno del Faro de Tazones, con el fin de analizar la incidencia de los procesos de gravedad en la evolución de un tramo de la Costa de los Dinosaurios y en el patrimonio paleontológico. Para ello, se ha realizado trabajo de campo y de fotointerpretación con el fin de elaborar un mapa geomorfológico de un área de 1,13 km² que recoge formas marinas, de gravedad y fluviales. Además, se ha llevado a cabo un análisis de la evolución histórica del entorno mediante fotografías aéreas y ortofotografías disponibles desde 1984. Se ha constatado la gran inestabilidad de la zona, con presencia de grietas y escarpes/cicatrices cada vez más abundante desde 1984. Estos movimientos han facilitado el hallazgo y recuperación de hasta 32 fósiles de vertebrados jurásicos en el Yacimiento del Faro de Tazones, aunque también se tiene constancia de pérdidas de patrimonio fósil, debido a la repercusión negativa de los fenómenos de gravedad.

Palabras clave: Procesos de gravedad, Retroceso acantilados, Patrimonio geológico, Faro de Tazones, Costa de los Dinosaurios.

Geogaceta, 70 (2021), 15-18
ISSN (versión impresa): 0213-683X
ISSN (Internet): 2173-6545

Fecha de recepción: 14/01/2021
Fecha de revisión: 23/04/2021
Fecha de aceptación: 28/05/2021

Introducción

El litoral Cantábrico presenta una costa marcadamente rocosa y acantilada en la que son frecuentes los movimientos en masa de distintas dimensiones y tipologías (Domínguez-Cuesta *et al.*, 2019). La propia orografía de la zona litoral, junto con la presencia de un clima húmedo y la incidencia de oleajes de rangos superiores a 4 m, unos 40 días al año, provocan que la actividad por fenómenos de gravedad sea abundante, favoreciéndose el retroceso costero que, en algunas zonas, llega a presentar tasas de entre 1,2 y 2,2 m/año (Domínguez-Cuesta *et al.*, 2020a).

La costa asturiana presenta una litología variada, predominando las rocas silíceas en la zona occidental, las mixtas en la central (entorno y este del Cabo Peñas) y las calcáreas en la oriental. En el tramo de costa desde las inmediaciones de la ciudad de Gijón hasta 2 km al este de la localidad de Ribadesella, afloran de forma casi continua rocas del Jurásico,

en muchas de las cuales aparecen hue-

reptiles coetáneos. La climatología templado-húmeda de Asturias favorece la

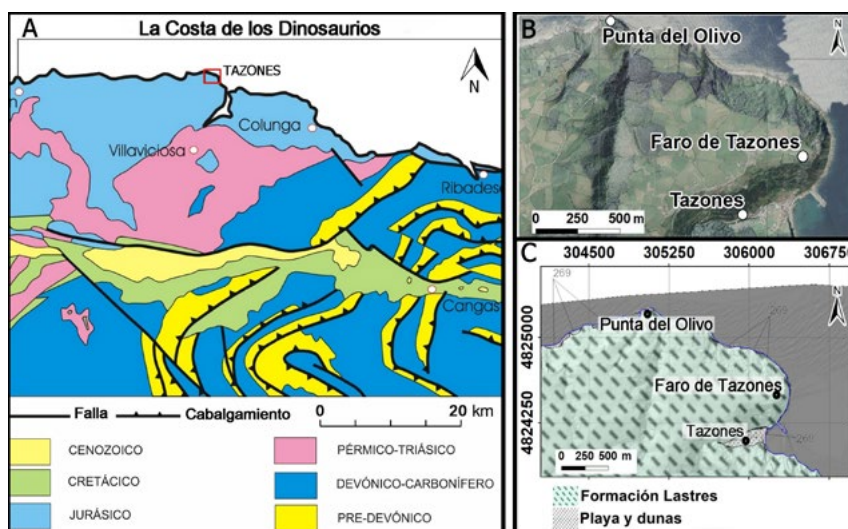


Fig. 1. A. Situación de la zona de estudio en el contexto del mapa geológico de la costa oriental de Asturias (modificado a partir de García-Ramos y Gutiérrez Claverol, 1995). **B.** Detalle de la zona de estudio. **C.** Detalle de cartografía geológica de la zona de estudio (Pignatelli *et al.*, 1972). Ver la figura en color en la web.

Fig. 1. A. Study area location in the context of the geological map of the Eastern coast of Asturias (modified from García-Ramos and Gutiérrez Claverol, 1995). B. Detail of the study area. C. Detail of the geological map of the study area (Pignatelli *et al.*, 1972). See color figure in the web.

proliferación de la vegetación lo que, en ocasiones dificulta las labores propias de distintas disciplinas geológicas, como la cartografía o prospección paleontológica, entre otras. Esto hace que las áreas litorales sean las más idóneas para llevar a cabo observaciones geológicas, entre ellas la búsqueda de material paleontológico.

Así, desde el Museo del Jurásico de Asturias (MUJA), que cumple una función determinante en la recuperación e interpretación del patrimonio paleontológico desde que abrió sus puertas en el año 2004, se realizan prospecciones sistemáticas fundamentalmente en los acantilados mesozoicos mencionados. En este sentido, cada año la actividad geomorfológica por procesos de gravedad ejerce una doble función positivo/negativa, poniendo al descubierto nuevos ejemplares o bien haciendo desaparecer hallazgos previos que no habían podido ser recuperados del acantilado, como ocurre en el acantilado que se localiza al oeste de la localidad de Tazones (López-Toyos, 2019). En el entorno del Faro de Tazones, existe un movimiento en masa activo que ha provocado la aparición de numerosas grietas de varios metros de profundidad y abertura, cuya evolución ha sido monitorizada por investigadores del Departamento de Geología de la Universidad

de Oviedo en el marco del proyecto COSINES desde junio de 2018 (Domínguez-Cuesta *et al.*, 2020b).

En este contexto, se ha planteado este trabajo que persigue los siguientes objetivos: 1) identificar los procesos geomorfológicos y, en concreto, los procesos de gravedad que tienen lugar en el entorno del Faro de Tazones; 2) caracterizar su actividad y analizar su evolución y contribución al retroceso de los acantilados; 3) estimar su incidencia en el hallazgo/pérdida del patrimonio paleontológico presente en las rocas del acantilado.

Área de Estudio

La zona estudiada presenta una longitud de 2,36 km y una superficie de 1,13 km². Se localiza en las proximidades del Faro de Tazones, siendo el tramo de costa comprendido entre el Puerto de Tazones, al Este, y la Punta del Olivo, al Oeste, en el concejo de Villaviciosa (Asturias), dentro de la llamada "Costa de los Dinosaurios" (Fig. 1). Constituye un sector del litoral asturiano de unos 57 km de longitud, comprendido entre Gijón y Ribadesella, en el que abundan huellas y restos óseos de dinosaurios y de otros reptiles jurásicos, reconocido como Monumento Natural (Decreto 45/2001 de 19 de abril, BOPA 106, 9 de mayo de 2001) y Zona

Especial de Conservación Yacimientos de Icnitas (ES1200047) dentro de la Red Natura 2000 (Decreto 170/2014, de 29 de diciembre; BOPA 3, 5 de enero de 2015).

El clima es marcadamente oceánico, con precipitaciones frecuentes de valores promedio anuales de 1.152 mm/año y temperatura de 13.2° C en la zona oriental asturiana (estación meteorológica de Llanes, AEMET, 2019). El registro de temporales marítimos que causan una importante erosión en las zonas litorales muestra una marcada estacionalidad con máximos en invierno y una variabilidad interanual significativa (Izaguirre *et al.*, 2011).

Desde el punto de vista geológico, el área de estudio se encuentra dentro de la Cobertera Mesozoico-Terciaria de la Zona Cantábrica (Julivert *et al.*, 1972). En la totalidad de la zona estudiada aflora la Formación Lastres (360/15-17°) (Fig. 1C), constituida por alternancias de areniscas grises y beige (por alteración), lutitas y margas que constituyen un antiguo sistema deltaico de dominio fluvial con orientación NE (García-Ramos y Aramburu, 2010). Por otra parte, en la zona se conoce la presencia de antiguas galerías mineras de azabache (Monte Carreño, 2004). Los números de indicio 568/85/14/24 y 568/85/14/25 registrados en el inventario realizado por Bahamonde *et al.* (1986) se corresponden a los más próximos a la zona de estudio.

Materiales y métodos

Las tareas llevadas a cabo en este trabajo han sido las siguientes: a) Recopilación de información cartográfica a partir de los archivos del Instituto Geográfico Nacional (www.centrodedescargas.cnig.es), en concreto, fotografías áreas de los años 1984 (Vuelo Nacional), 1989 (Vuelo de Costas), 2002 (Vuelo Quinquenal), 2011 y 2017 (Plan Nacional de Ortofotografía Aérea, PNOA), cuyas escalas oscilan entre 1:5.000 y 1:30.000. Procedentes de este mismo recurso, se han utilizado además las ortofotografías de los vuelos de 1997-2003, 2006, 2009, 2011, 2014 y 2017, con un tamaño de píxel de 25 cm; b) elaboración de cartografía geomorfológica mediante fotointerpretación y utilización de visores cartográficos 3D (Iberpix y Google Earth), recogiendo tanto formas erosivas como de depósito clasificadas en función de su génesis en formas fluviales, de gravedad o marinas; c) consulta y extracción de información

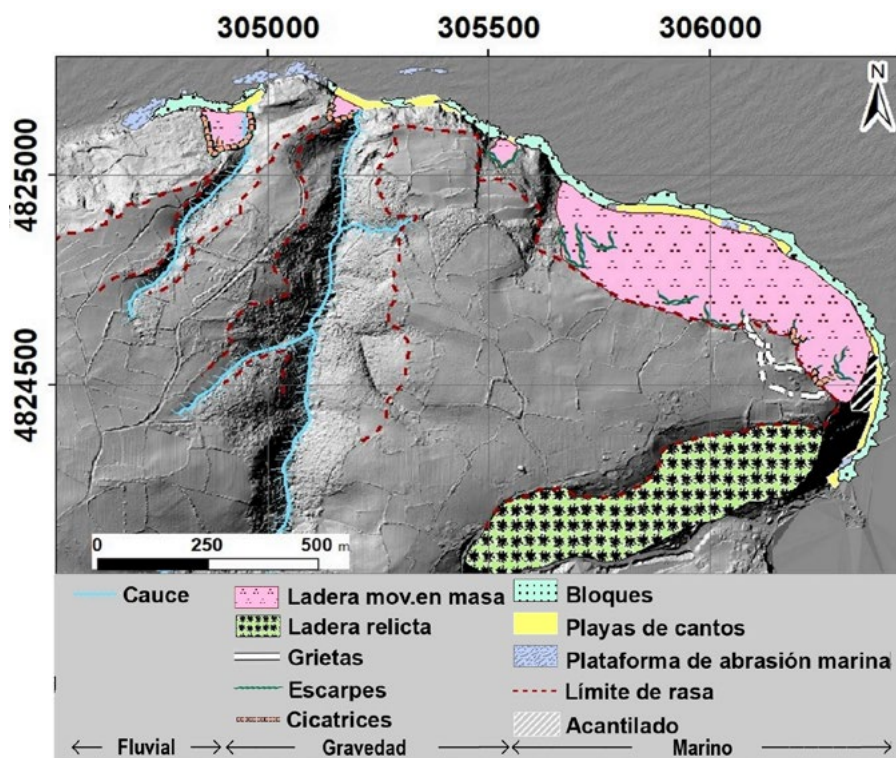


Fig. 2. Mapa geomorfológico de la zona de estudio. Ver la figura en color en la web.
Fig. 2. Geomorphological map of the study area. See color figure in the web.

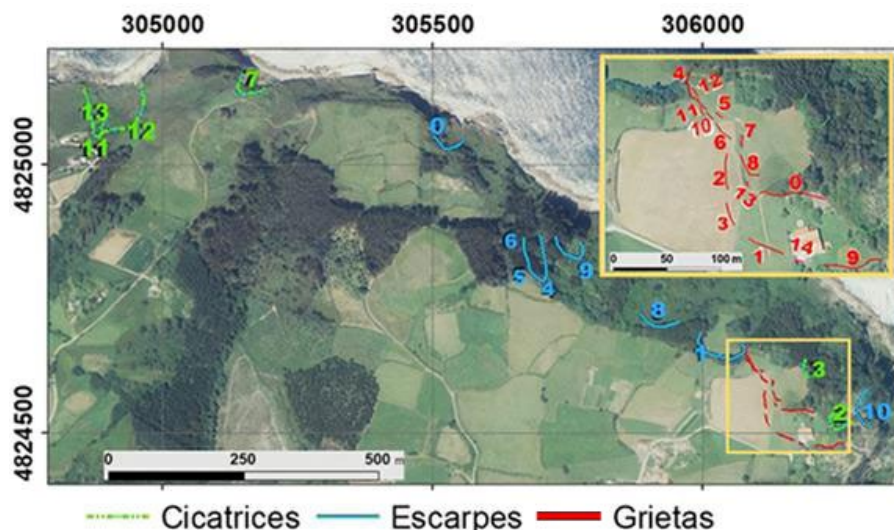


Fig. 3. Elementos lineales relacionados con procesos de gravedad en la zona de estudio. Ver la figura en color en la web.

Fig. 3. Line elements related to gravity processes in the study area. See color figure in the web.

de la base de datos del MUJA, d) gestión de la información mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG), creación de un Modelo Digital de Elevaciones (MDE), a partir de los ficheros LIDAR, y definición de elementos vectoriales: polígonos y líneas.

Resultados y discusión

Descripción de mapa geomorfológico

En la Figura 2 se muestra la representación cartográfica de las formas reconocidas.

En lo que respecta a las de origen marino, se ha distinguido: superficie de rasa, a una cota que oscila entre 110 y 120 m de altura respecto al nivel actual del mar y representada por su límite más próximo a la costa; plataforma de abrasión marina; acantilado activo, así como formas de depósito correspondientes a playas de cantos.

En relación a las formas de gravedad, se han reconocido 14 grietas y 13 escarpes (representados en la Figura 3), de los cuales 6 se han clasificado como cicatrices, por conservar aún el material desplazado. Además, se han diferenciado movimientos en masa y acumulaciones de bloques y cantos, como formas de depósito.

La presencia de un 68,71% de superficie ocupada por bloques, frente a un 31,29% de playa de cantos, refleja la actividad geomorfológica por procesos de gravedad predominante en la zona estudiada. Una parte de las laderas se ha considerado "con pendiente relictas", entendiéndose éstas como tramos de los

acantilados con una pendiente que no se corresponde con el momento actual erosivo del mismo, siendo un perfil heredado de algún momento del pasado.

En cuanto a las formas fluviales, los cauces reconocidos se corresponden con 2 valles colgados, que se localizan en la zona occidental del área de estudio (Fig.2).

Análisis histórico de las formas

La observación de las ortofotografías y fotografías aéreas de los distintos años, ha permitido llevar a cabo un estudio de la evolución de las formas originadas por procesos de gravedad. En la Figura 4 se resumen los resultados obtenidos y se puede observar cómo hay 3 grietas (números 1, 6 y 14) que aparecen desde los fotogramas correspondientes al año 1984, primer año revisado. El resto de grietas han ido presentándose a lo largo de los años y, desde su aparición inicial es posible su visualización en años posteriores, a excepción de algunos años debido a la calidad de la fotografía.

Únicamente en el caso de la grieta 14, su observación no es posible a partir de 2011 debido a una intervención humana, tapando la misma mediante hormigón para subsanar los daños en el acceso a un restaurante existente en el entorno.

En lo que respecta a los escarpes y cicatrices, comienzan siendo visibles 8 en el primer año de estudio, y su presencia es cada vez más numerosa con el transcurso de los años. Cabe destacar que la existencia de escarpes/cicatrices ha sido más abundante que la de las

grietas. Las grietas relacionadas con el movimiento en masa del Faro de Tazones siguen dos direcciones principales, E-O y NO-SE.

Por otro lado, en la visualización de las fotografías aéreas principalmente de 1989, se observan algunos puntos que se consideran como las formas iniciales de las grietas que se pueden ver hoy en día y que, en algunos trabajos se han interpretado como zonas de subsidencia relacionadas con los indicios mineros indicados por Monte Carreño (2004) y Bahamonde *et al.*, (1986) y cuyas direcciones de trazado coinciden con las principales de las grietas originadas.

Nº Grieta	Grietas							
	Fotografía aérea				Ortofoto			
	1984	1989	2002	2006	2009	2011	2014	2017
0	✓	✗	✗	✗	✗	⊖	✓	✓
1	✓	✓	✓	⊖	⊖	✓	✓	✓
2	✗	✗	✗	✓	⊖	✓	✓	✓
3	✗	⊖	⊖	✓	⊖	✓	✓	✓
4	✗	⊖	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓
6	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
7	✗	✗	⊖	⊖	✓	✓	✓	✓
8	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓
9	⊖	✓	✓	✓	⊖	⊖	✓	✓
10	✗	✗	✗	✓	⊖	⊖	✓	✓
11	✗	✗	✗	⊖	⊖	✓	⊖	✓
12	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓
13	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✓
14	✓	✓	⊖	✓	✓	✗	✗	✗

✓ Presente ✗ No presente ⊖ No visible/No se identifica

Nº Escarpe	Escarpes y Cicatrices							
	Fotografía aérea				Ortofoto			
	1984	1989	2002	2006	2009	2011	2014	2017
0	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2	✓	✓	⊖	✓	✓	✓	✓	✓
3	✓	✓	✓	⊖	✓	✓	✓	✓
4	✓	✓	✓	⊖	⊖	✓	✓	✓
5	✗	✓	✓	⊖	⊖	✓	✓	✓
6	✗	✗	✓	⊖	⊖	✓	✓	✓
7	⊖	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
8	⊖	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
9	✗	✗	✓	⊖	✓	✓	✓	✓
10	✗	✗	✗	✗	⊖	✗	⊖	✓
11	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
12	✓	✓	✓	✓	⊖	⊖	✗	✓
13	⊖	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

✓ Presente ✗ No presente ⊖ No visible/No se identifica

Fig. 4. A. Presencia de las distintas grietas detectadas en la zona estudiada en los fotogramas y ortofotos desde 1984. B. Presencia de los diferentes escarpes y cicatrices detectados en la zona estudiada en los fotogramas y ortofotos desde 1984. Ver la figura en color en la web.

Fig 4. A. Presence of the different cracks detected in the study area studied in the frames and orthophotos since 1984. B. Presence of the different scarps and scars detected in the area studied in the frames and orthophotos since 1984. See color figure in the web.

Grado de incidencia de los movimientos en masa sobre el patrimonio paleontológico

Debido al importante movimiento en masa existente en la zona más próxima al Faro de Tazones, el área se considera uno de los principales puntos visitados por el equipo de investigación del MUJA, debido a la estrecha relación que guarda este tipo de actividad con la recuperación de material paleontológico en el yacimiento del Faro de Tazones.

A partir de la consulta realizada en la Base de Datos del MUJA, se constató el hallazgo en dicho yacimiento de 32 elementos atribuidos a reptiles (31 de ellos desde 1996 hasta la actualidad), de los cuales 23 pertenecen a dinosaurios. Dentro de dichos elementos, 26 son icnitas, 5 dientes y un fragmento de hueso.

Sin embargo, la presencia de estos movimientos no siempre tiene una repercusión positiva en los restos fósiles, puesto que en ocasiones causan su desaparición. En aquellos casos en que las superficies con huellas y rastros que estaban *in situ* a lo largo de "La Costa de los Dinosaurios" parecieron mostrar cierta estabilidad y durabilidad en el tiempo, fueron señalizados por el Gobierno del Principado de Asturias en 1997. Desde esta fecha se han perdido dos superficies con huellas de dinosaurios: el yacimiento de Oles, localizado al W de la zona de estudio, y parte del yacimiento del Faro de Tazones. Estas pérdidas están directamente relacionadas con la actividad por procesos de gravedad en los acantilados.

Conclusiones

En los 1,13 km² de área estudiada en el entorno del Faro de Tazones se han cartografiado 0,16 km² de ladera con movimientos en masa y en el acantilado se ha

delimitado un área de 0,13 km² de ladera con pendiente relictas. El predominio de las acumulaciones de bloques, frente a las playas de cantos, refleja la actividad geomorfológica por procesos de gravedad predominante en el conjunto de la zona estudiada.

El análisis histórico de las fotografías aéreas y ortofotografías ha permitido constatar que la presencia de formas como grietas y escarpes/cicatrices ha sido cada vez más abundante, creciendo en longitud y en número desde 1984.

La presencia de fenómenos de inestabilidad de ladera en los acantilados del Faro de Tazones ha facilitado la aparición de numeroso material fósil, habiendo llegado a encontrarse 32 elementos atribuidos a reptiles, de los cuales 23 pertenecen a dinosaurios. Los procesos de gravedad también han causado la destrucción de 2 yacimientos con material único: uno en la zona de estudio y otro muy próximo al oeste.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido desarrollado en el marco del proyecto de investigación "COSINES" (CGL2017-83909-R, MINECO/AEI/FEDER, UE).

Las autoras agradecen las sugerencias de Germán Flor y otro revisor anónimo.

Referencias

AEMET (2019). *Agencia Estatal de Meteorología*. Disponible en: http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/vigilancia_clima/analisis_estacional?k=ast [29 de Junio 2019].
Bahamonde, J., Cossio, J., Muñoz de la Nava, P. y Cembranos, V. (1986). *Posibilidades de Azabaches en Asturias*. 2 Vol. IGME, Madrid. 104 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* (Morales, J.A., Ed.). Springer, 49-77.
Domínguez-Cuesta, M.J., Ferrer Serrano, A., Rodríguez-Rodríguez, L., López-Fernández, C. y Jiménez-Sánchez, M. (2020a). *Geogaceta* 68, 63-66.
Domínguez-Cuesta, M.J., González-Pumariega, P., Valenzuela, P., López-Fernández, C., Herrera, F., Mora, M., Meléndez, M., Marigil, M.A., Espadas, C., Cuervas-Mons, J., Pando, L. y Jiménez-Sánchez, M. (2020b). *Geophysical Research Abstracts*, EGU2020-10175.
García-Ramos, J.C. y Aramburu, C. (2010). Las sucesiones litorales y marinas del Jurásico Superior. Acantilados de Tereñes (Ribadesella) y de la playa de La Griega (Colunga). *Guía de campo (excursión B), V Congreso del Jurásico de España*. 64 p.
García-Ramos, J.C. y Gutiérrez Clavel, M. (1995). En: *Geología de Asturias* (Aramburu, C. y Bastida, F., Eds.). Ediciones Trea, 247-258.
Izaguirre, C.F.J., Méndez, M., Menéndez, I.J. y Losada, I.J. (2011). *Geophysical Research Letters*, 38, L10607.
Julivert, M., Fomboté, J.M. y Nabais Conde, L.E. (1972). *Mapa Tectónico de la Península Ibérica y Baleares*. 1.000.000. Memoria. IGME, 1-113.
López-Toyos, L. (2019). *Evolución de la Costa de los Dinosaurios (Asturias). El entorno del Faro de Tazones*. Trabajo Fin de Grado, Universidad de Oviedo. 20 p.
Monte Carreño, V. (2004). *El azabache. Piedra mágica, joya, emblema jacobeo*. Editorial Picu Urriellu, 188 p.
Pignatelli, R., Giannini, G., Ramírez del Pozo, J., Beroiz, C. y Barón, A. (1972). *Mapa Geológico de España*. 1:50.000, n° 15 (Lastres).