

Los campos de bufones de Pría y Arenillas (Asturias). ¿Patrimonio geológico mundial?

The blowholes fields of Pría and Arenillas (Asturias). World geological heritage?

Germán Flor-Blanco^{1,2,*}, Luna Adrados³, Sergio Llana-Fúnez¹, y Viola Bruschi⁴

¹ Departamento de Geología, Universidad de Oviedo, UNESCO IGCP Group 725 Forecasting coastal change. C/ Jesús Arias de Velasco s/n, Oviedo, 33005, Spain.
florgerman@uniovi.es

² Departamento de Geología, Universidad de Oviedo. C/ Jesús Arias de Velasco s/n, Oviedo, 33005, Spain. Grupo GEOCANTABRICA.
llanasergio@uniovi.es

³ Geolag. Geological Tourism, Residencial La Vallina, 20, 4A, San Claudio, 33191, Spain.
info@geolag.com

⁴ Departamento de Ciencia e Ingeniería del Terreno y de los Materiales, E.T.S. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Universidad de Cantabria, Avenida Los Castros s/n, Santander, Spain.
bruschiv@unican.es

*Corresponding author

ABSTRACT

This work highlights the geological heritage of a sector of the eastern Asturian limestone coast, quantitatively and qualitatively characterising the unique morphologies. To this end, an analysis of the main karst-marine landforms observed in these cliffs has been carried out, generating the broadest possible inventory of the morphologies present. Also blowholes are an outstanding feature in the inventory, being represented in two fields, those of Pría and Arenillas, which can be considered the largest concentration sites of these in Europe and possibly in the world. And finally a detailed study of the bedding has been carried out, measuring the directions of development of faults and diaclasses in those contacts with the greatest extension.

On this coast, in addition to karst and karst-marine forms of various types, other types of elements linked to coastal dynamics can be observed, such as beaches and confined estuaries. Some of the forms linked to karst are included in the Spanish Inventory of Places of Geological Interest (IELIG). Given their international relevance, it is proposed that they be included in the Global GEOSITES Project.

Key-words: Limestone cliffs, Asturias, karst, blowholes, geological heritage.

Geogaceta, 74 (2023), 91-94

<https://doi.org/10.55407/geogaceta98280>

ISSN (versión impresa): 0213-683X

ISSN (Internet): 2173-6545

Introducción

El entorno de los "Bufones de Pría y de Arenillas" está situado en el sector oriental de la costa asturiana (Fig. 1). Hay que destacar la importancia geológica y turística del entorno, al estar incluido en la costa mejor preservada de la Península Ibérica, con figuras de protección como "Monumento Natural" en el caso de "Arenillas" y donde sorprende que "Pría" no tenga la misma figura, estando ambas dentro del ZEC y ZEPA de las Rías de Ribadesella y Tina Mayor. Además, éstos han sido inclui-

dos dentro de la Base de Datos de Lugares de Interés Geológico-IELIG (CA037-Pría y CA037b-Arenillas). Tras un minucioso estudio en esta zona y comparando con otras costas cársticas del mundo, junto con la revisión de gran parte de la bibliografía encontrada en esta zona (Cvijic, 1918; Adrados, 2011, Adrados et al., 2014; Flor-Blanco et al., 2022), se ha podido constatar que se trata de la mayor concentración de morfologías de este tipo en Europa y, posiblemente, en el mundo.

Esta costa, eminentemente acantilada con una tendencia ONO-ESE/O-E, se

RESUMEN

Este trabajo pone en valor el patrimonio geológico de un sector de la costa calcárea oriental asturiana, caracterizando cuantitativa y cualitativamente las morfologías singulares. Para ello, se ha realizado un análisis de los principales elementos kársticos-marinos observados en estos acantilados. También se ha generado un inventario lo más amplio posible de las morfologías presentes, en las que destacan los bufones, estando representados en dos campos, el de Pría y el de Arenillas, los cuales pueden considerarse como la mayor concentración de éstos de Europa y posiblemente del mundo. Y finalmente se realizó un estudio detallado de los contactos entre estratos, midiendo las direcciones de desarrollo de fallas y diaclasas en aquellos de mayor extensión.

En esta costa, además de las formas kársticas y kárstico-marinas de varios tipos, pueden observarse otros tipos de elementos ligados a la dinámica litoral como playas y estuarios confinados. Algunas de las formas ligadas al karst están incluidas en el Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG). Dada su relevancia internacional se propone su incorporación al Proyecto Global GEOSITES.

Palabras clave: Acantilados calcáreos, Asturias, karst, bufones, patrimonio geológico.

Fecha de recepción: 05/02/2023

Fecha de revisión: 20/04/2023

Fecha de aceptación: 26/05/2023

Herrero Organero 1989 y Flor y Flor-Blanco, 2013), destacando el trabajo de inventariado y reconstrucción evolutiva a escala local realizado por Adrados (2011) y el de Flor-Blanco et al., (2022).

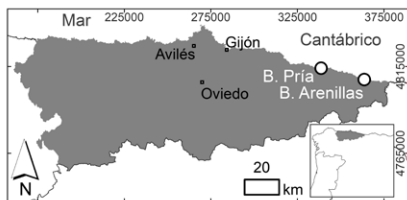


Fig. 1.- Situación de ambos campos de bufones.

Fig. 1. Location of both blowhole fields.

La zona que nos ocupa se caracteriza por la exposición de calizas del Carbonífero Superior, en su mayoría de grano fino, pero también hay formaciones cuarzo-arenitas, de edad ordovícica en la rasa superior (IGME, 2016). Destacar que los bufones estudiados se desarrollan en la Formación Valdeteja (calizas compactas microbiales de tipo *boundstone*), donde la estratificación vertical y con rumbo E-O es mucho menos marcada que en otros tipos de calizas, (Bahamonde et al., 2008).

El control litológico y estructural es fundamental para comprender el desa-

rollo de las distintas formas kársticas, pero es importante tener en cuenta que todas ellas han iniciado su evolución sobre superficies planas denominadas regionalmente "rasas". Estas se encuentran escalonadas, formando hasta siete niveles muy bien conservados en este sector de la costa asturiana y ampliamente estudiadas (Mary, 1983, Flor y Peón, 2004; Flor y Flor-Blanco, 2014, Domínguez-Cuesta et al., 2015; López-Fernández et al., 2020). Además, en un reciente estudio (Flor-Blanco et al., 2022), se han identificado otras unidades bien representadas: lapiaz o *karren*, viseras de erosión (*notchs*), arcos, islotes, cuevas, dolinas/ uvalas, dolinas de colapso inundadas total o parcialmente por el mar, ensenadas sin apenas depósitos, playas y el estuario colmatado de Guadamía.

Otros puntos de interés importantes son: los bufones de Ballota y Santiuste, el complejo kárstico de Cobijero, la playa interior de Gulpiyuri y la franja calcárea llanica, en general, que muestra, en pocos kilómetros, todas las formas evolutivas de una costa calcárea en recesión. Todos ellos constituyen un destacado patrimonio geológico, ya que, en algunos casos, representan ejemplos únicos de morfologías kárstico-marinas bastante vulnerables a las modificaciones natura-

les y humanas. Desde el punto de vista del patrimonio geológico, este sector oriental asturiano debería ser declarado Global GEOSITE por la UNESCO por su estado de conservación y a su singularidad a nivel mundial.

Materiales y métodos

La metodología empleada en este estudio incluye: i) recopilación de capas de información digital topográfica y geológica del Instituto Geológico y Minero de España (IGME-CSIC) ii) fotointerpretación aérea (visor de mapas de Asturias-SITPA-IDEAS, la Fototeca Digital del Instituto Geográfico Nacional-IGN y Google Maps), iii) trabajo de campo consistente en el estudio de las cotas de los niveles de rasa, identificación de formas meso y micro kársticas y su geometría, iv) representación de la estratificación, fallas y diaclasas mediante el programa Stereonet versión 10.1.1, v) creación de una base de datos SIG (ArcGIS v. 10.3), y vi) clasificación genética de las formas y zonas de interés.

Resultados y discusión

Formación y evolución de los bufones

El proceso de evolución se inicia con la formación de una "rasa" costera, caracterizada por una morfología plana causada principalmente por el levantamiento regional, junto con un descenso relativo del nivel del mar que favoreció la activación de los procesos kársticos en condiciones continentales. La disolución kárstica aprovechó fundamentalmente la estratificación de la Fm. Valdeteja y la red de fracturas (ENE-OSO, NO-SE, NNO y NE-SO, principalmente), dando como resultado la mayor parte de las morfologías exokársticas (dolinas, *karren*, etc.).

Posteriormente, el oleaje habría comenzado a erosionar el pie del acantilado y, simultáneamente a la actividad kárstica superficial, los sistemas de drenaje subterráneo produjeron una profusa red kárstica, dando lugar a galerías, cuevas y simas. En la etapa siguiente, los procesos de disolución de las calizas generaron colapsos de las dolinas, mientras que el siguiente estadio corresponde con la erosión del frente del acantilado por parte del oleaje, conectándose las cavidades subverticales con el mar y dando lugar a los bufones, tal y como los conocemos (Fig. 2).

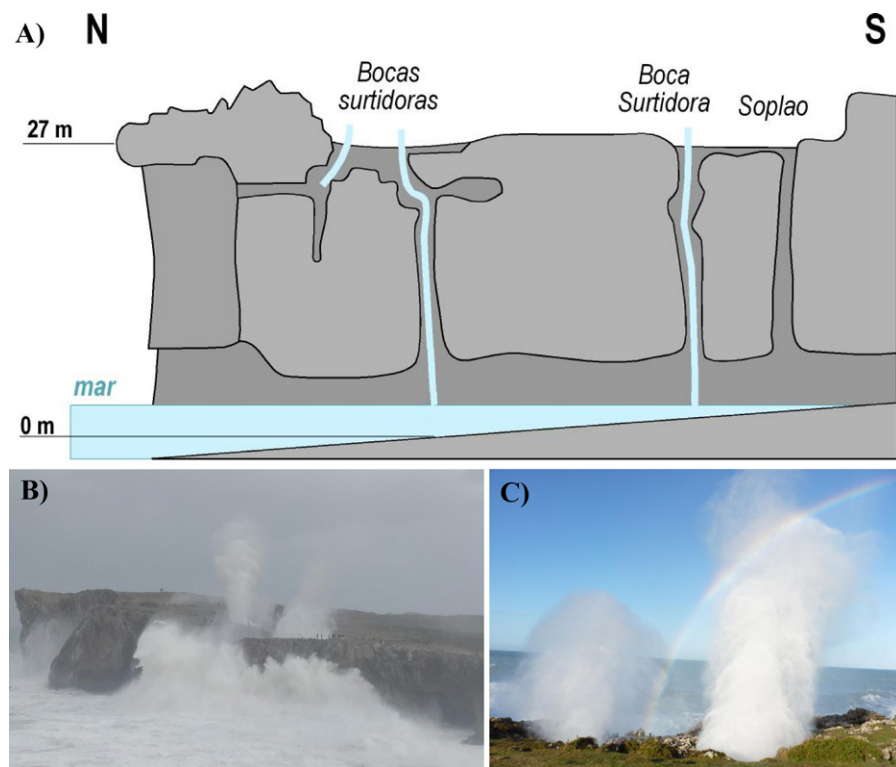


Fig. 2.- A) Modelo conceptual de bufones bien desarrollados (modificado de Adrados, 2011), B) Pría (diciembre 2019), C) Arenillas (marzo 2014).

Fig. 2. A) Conceptual model of well-developed blowholes (modified from Adrados, 2011), B) Pría (December 2019), C) Arenillas (March 2014).

Para nuestro análisis, solo se han tenido en cuenta aquellos bufones de, al menos, 1 metro de diámetro o que fuesen perfectamente visibles en campo, aunque cada vez más aparecen hendiduras y pequeñas dolinas de colapso en donde el sonido de agua al golpear es evidente. Ambas localizaciones están ampliamente modeladas por dolinas de colapso y bufones tapados por vegetación o sedimentos que, en temporales fuertes, se intuyen al abombarse la cubierta vegetal. Sus formas son va-

riables e, incluso, se conjugan varias direcciones de fracturas en su formación (Tabla I).

En el caso de campo de "Pría", se han detectado hasta 21 bufones con formas en planta que van desde subelípticas a irregulares y elongadas, con dimensiones entre 2 m² y 435 m² (Tabla I). En el caso de "Arenillas", la concentración es menor, con 13 morfologías destacables, donde gran parte tienen una forma subelíptica y otras de tipo lenticular, con dimensiones entre 10 m² y 180 m² (Tabla I).

Singularidad del entorno

A lo largo del estudio realizado se han supervisado ortofotos, modelos digitales de terreno, imágenes satelitales y fuentes bibliográficas de aquellas zonas susceptibles a lo largo del mundo donde pudieran concentrarse morfologías similares. Es verdad que ciertas zonas del planeta sí se citan afloramientos puntuales en cotas más bajas. Encontramos ejemplos como Benagil (Algarve), Islas Baleares, sur de Australia, Cerdeña, algunas islas griegas, sur de Tailandia e incluso en otro tipo de litologías de tipo ígneo, como es el caso de Hawaii o Canarias. Se da el caso que, en algunas costas como las de Baja California, el término "blowhole" o bufón se atribuye a grietas estrechas donde se concentra la energía al golpear el oleaje dando lugar a algo parecido a lo que ocurre en nuestros bufones, con lo cual, si esto se extrapolase a la zona de estudio, toda la costa calcárea cantábrica y su número se incrementaría aún más.

Dentro de las zonas de estudio se han resaltado sus singularidades, habiéndose cartografiado y catalogado otro tipo de formas que no dejan de resaltar la espectacularidad del entorno por su elevada concentración en dos áreas no muy extensas (Fig. 3). En toda la zona, el microkarst es ampliamente visible mediante el lapiaz o karren, el cual ha quedado, en gran medida, al descubierto debido al deterioro de la capa vegetal a causa de la gran afluencia turística. En la base de los acantilados se han desarrollado las viseras de abrasión (notch) a cotas variables entre 3 y 4 m. Las dolinas se suceden a lo largo de todo el recorrido en ambas zonas y con distintos grados de evolución: de disolución, de colapso con o sin depósitos, y capturadas o no por el mar. También se suceden los arcos, las ensenadas y aquellas morfologías que ya tienen una componente sedimentaria como: playas supramareales o colgadas, playas arenosas y estuarios con avanzado estado de colmatación (Guadamía y Purón).

Otra de las singularidades a tener en cuenta es a la altura de la culminante, ya que todos están esculpidos en dos rasas distintas a pesar de su cercanía, con alturas que oscilan entre los 17 m y los 45 m, destacando aquellos bufones que se sitúan en valores de altura cercanos al primer caso (Tabla 1). Esto es importante, ya que la mayor parte de los bufones revisados a lo largo del mundo suelen estar a cotas más bajas (< 10 m).

Campo Bufones de Pría				Campo Bufones de Arenillas			
Forma en planta	Superficie (m ²)	Altura (m)	Dirección	Forma en planta	Superficie (m ²)	Altura (m)	Dirección
Subelíptica	25	35	E-O	Subelíptica	50	25	NNE-SSO
Subtriangular	90	35	NE-SO/NO-SE	Lenticular	55	26	N-S
Irregular	35	40	ENE-OSO	Subelíptica	180	27	ENE-SSO
Elongada-estrecha	5	37	NO-SE	Subelíptica	115	22	ENE-OSO
Irregular	105	30	NE-SO	Subelíptica-estrecha	110	18	NE-SO
Elongada-estrecha	15	30	NO-SE	Subelíptica-estrecha	110	18	NE-SO
Elongada-estrecha	15	28	NO-SE	Elongada-lenticular	145	22-23	NE-SO
Subelíptica	80	30	NO-SE	Subelíptica	25	25	E-O
Subelíptica	55	20	E-O	Subelíptica	125	22	E-O
Subelíptica	435	20	NO-SE	Subelíptica	125	25	ENE-OSO
Subelíptica	135	20	NO-SE	Subelíptica	110	25	E-O
Subelíptica	185	22	ENE-OSO	Lenticular	15	29	ENE-OSO
Lenticular	5	17-18	E-O	Lenticular	10	45	E-O
Lenticular-muy estrecha	6.5	18	ENE-OSO				
Irregular	8	17	N-S				
Irregular	3.5	19	ENE-SSO				
Lenticular-muy estrecha	8	17	NNE-SSO				
Lenticular-muy estrecha	2	17	ONO-ESE				
Subelíptica	3.5	22	E-O				
Subelíptica	2.5	22	NE-SO				
Irregular	7	20	NE-SO/NO-SE				

Tabla. I.- Características de ambos campos de bufones.
Table. I.- Features of both blowhole fields.

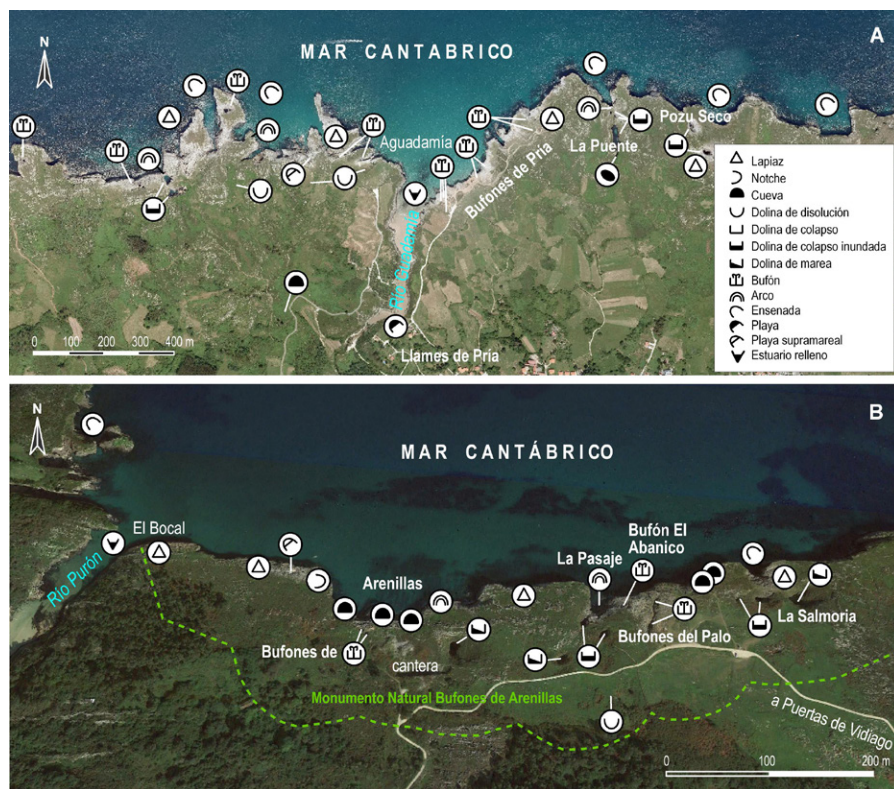


Fig. 3.- Cartografía e inventario de las distintas morfologías en las dos zonas de estudio: (A) Pría y (B) Arenillas
Fig. 3.- Mapping and inventory of the different morphologies in the two study areas: (A) Pría y (B) Arenillas.

Propuestas futuras y conclusiones

Se ha podido cuantificar el número de bufones y sus direcciones de desarrollo. Dadas las singularidades expuestas, se ha solicitado en dos ocasiones al Gobierno del Principado de Asturias su propuesta como "Geoparque Mundial de la UNESCO", pero la respuesta recibida de la administración ha sido negativa. Además, esta sugerencia va ligada a la intención por nuestra parte, de que estos dos campos de bufones sean incluidos dentro de la lista de "Global GEOSITES", siendo un proyecto promovido por el IGME-CSIC, por la Asociación Europea para la Conservación del Patrimonio Geológico (ProGEO) y la Unión Internacional de las Ciencias Geológicas (IUGS) con el co-patrocinio de la UNESCO.

Por otro lado, la gran afluencia de turistas que reciben se ha incrementado en la última década tras el desarrollo de herramientas digitales como el visor "Google Earth". Esto ha llevado a que se haya tenido que hacer una reordenación de accesos, favoreciendo la restricción de vehículos rodados hasta los bufones y la construcción de parkings disuasorios, que han tenido gran éxito en otros parajes protegidos como los de Menorca (Islas Baleares) y Cabo de Gata (Almería).

Desde 2022, la Real Academia de las Ciencias Naturales está planteando una serie de puntos de Geodiversidad, en los que estarían contemplados ambos espacios al considerarse como la mayor concentración en toda Europa y posiblemente del mundo y enclaves únicos a preservar.

Contribución de los autores

Flor-Blanco: Estructura del trabajo, metodología, adquisición de datos,

edición, tablas, revisión del manuscrito, investigación/análisis, coordinación y supervisión.

Adrados: Adquisición de datos, figuras, supervisión y revisión del texto.

Llana-Fúnez: Adquisición de datos, investigación/análisis.

Flor: metodología, adquisición de datos.

Bruschi: Estructura del trabajo y supervisión.

Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado gracias a la Ayuda SV-PA-21-AYUD/2021/51766 financiada por FICYT. Gobierno del Principado de Asturias. Unión Europea. Fondo Europeo de Desarrollo Regional FEDER. Hay que destacar la labor de apoyo de María José Domínguez Cuesta, integrante del equipo de investigación.

Referencias

Adrados, L. (2011). Costa Oriental de Asturias: un paisaje singular: 11 excursiones geológicas por sus playas, acantilados, cuevas y bufones. (Adrados Eds), 304 p.

Adrados, L., Flor-Blanco, G., Domínguez-Cuesta, M.J., Farias Arquer, P. (2014). *El río Aguamía y los bufones de Pría. Geología 2014, Sociedad Geológica de España, guía de campo, 8 p.*

Bahamonde, J. R., Kenter, J. A., Della Porta, G. P., y van Hoeflaken, F. (2008). Facies belts of a Carboniferous carbonate platform (San Antolín-La Huelga section, NE Cantabrian Zone). *Trabajos de geología*, (28), 69-86.

Cvijic, J. (1918). Hydrographie souterraine et évolution morphologique du karst.

Revue de Géographie Alpine, 6(4), 375-426.

Domínguez-Cuesta, M. J., Jiménez-Sánchez, M., González-Fernández, J. A., Quintana, L., Flor, G., y Flor-Blanco, G. (2015). *Geologica Acta: an international earth science journal*, 13(2), 97-106.

<https://doi.org/k6bx>

Domínguez-Cuesta, M. J., Valenzuela, P., Rodríguez-Rodríguez, L., Ballesteros, D., Jiménez-Sánchez, M., Piñuela, L., y García-Ramos, J. C. (2019). Cliff coast of Asturias. En: *The Spanish Coastal Systems: Dynamic Processes, Sediments and Management*. Springer, 49-77.

Flor, G. y Peón, A. (2004). *Geomorfología de NW da península ibérica*, 13-31.

Flor, G., y Flor-Blanco, G. (2013). VII Jornadas de Geomorfología Litoral (Flor y Flor-Blanco, Eds), Oviedo. 40 p.

Flor, G., y Flor-Blanco, G. (2014). En: *Landscapes and landforms of Spain*. Springer, 239-248.

Flor-Blanco, G., Bruschi, V., Adrados, L., Domínguez-Cuesta, M. J., Gracia-Prieto, F. J., Llana-Fúnez, S., y Flor, G. (2022). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 273, 107913. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2022.107913>

Hoyos Gómez, M., y Herrero Organero, N. (1989). El Karst en la Cornisa Cantábrica (Durán, J.J. y López-Martínez, J., eds). Sociedad Española de Geomorfología, 109-120.

López-Fernández, C., Llana-Fúnez, S., Fernández-Viejo, G., Domínguez-Cuesta, M. J., y Díaz-Díaz, L. M. (2020). *Geomorphology*, 364, 107242. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2020.107242>

Mary, G. (1983). *Trabajos de Geología*, (13), 3-37.

Romero, D. y Sendín, M.Á. (1986). *Ería*, 10,123-126.