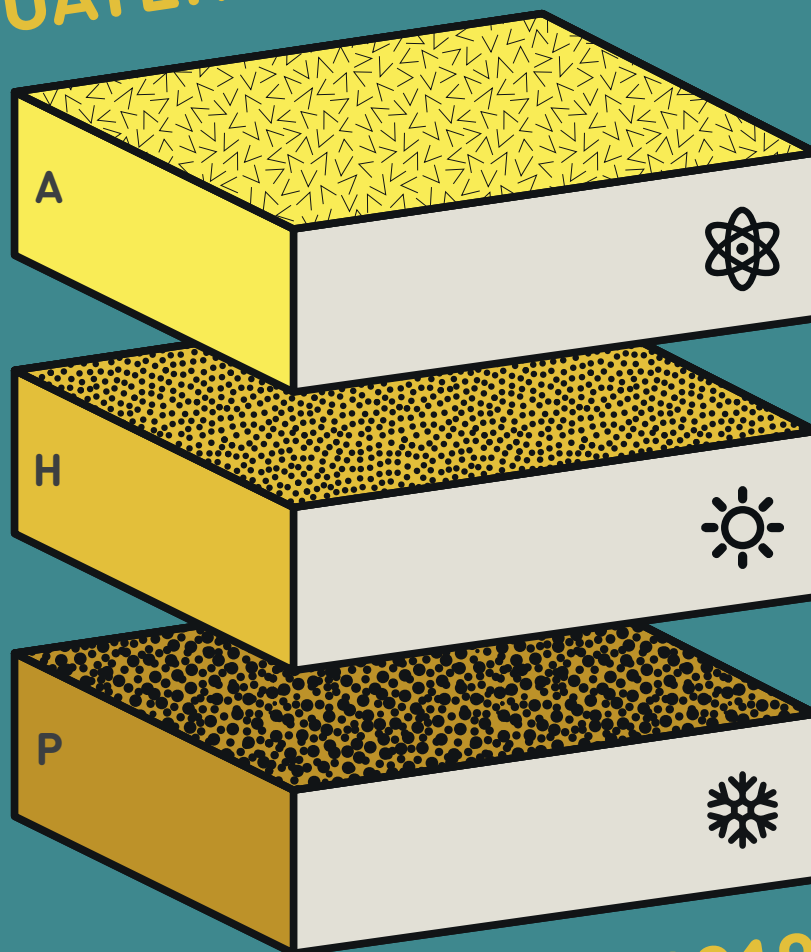


XV REUNIÓN  
NACIONAL de  
CUATERNARIO



**Bilbao 2019**  
1-5 Julio / Uztaila  
Bizkaia Aretoa

LIBRO DE RESÚMENES

# XV REUNIÓN NACIONAL DE CUATERNARIO

Bizkaia Aretoa - Bilbao, 1-5 Julio 2019

## LIBRO DE RESÚMENES



XV REUNIÓN NACIONAL  
CUATERNARIO  
Bilbao 2019



## REAPRETAMIENTO CUATERNARIO DEL ARCO CANTÁBRICO EN EL MANTO DE LA SOBIA (ZONA CANTÁBRICA, NO DE ESPAÑA)

F.J. Fernández-Rodríguez<sup>(1)</sup>, R. Menéndez-Duarte<sup>(1)</sup>, L. Rodríguez-Rodríguez<sup>(1)</sup>, M. Iglesias<sup>(1)</sup>, L. Pando<sup>(1)</sup>

(1) Dpto. Geología, Universidad de Oviedo. C/ Arias de Velasco s/n, 33005 Oviedo, Spain. [fjfernandez@uniovi.es](mailto:fjfernandez@uniovi.es), [ramendez@uniovi.es](mailto:ramendez@uniovi.es), [laurarr@geol.uniovi.es](mailto:laurarr@geol.uniovi.es), [miglesias@geol.uniovi.es](mailto:miglesias@geol.uniovi.es), [lpando@geol.uniovi.es](mailto:lpando@geol.uniovi.es)

**Abstract (Quaternary Cantabrian Arc tightening belonging the Sobia Nappe: Cantabrian Zone, NW Spain):** The Sobia nappe is located westerly of Cantabria Zone. Its symform structure has been bended by the Cantabrian Arc during Variscan orogeny. Carboniferous limestone outcropping along this structure is forming an arcuate mountain range during Alpine orogeny. However, the map of cemented scree and rock-avalanche deposits cut by reverse and lateral faults are evidencing a Quaternary tectonic reactivation. U/Th dating of the calcite coating the blocks within the cemented calcareous avalanche deposits indicating that the avalanche deposits cemented since Marine Isotope Stage (MIS) 9a to MIS 1. Kinematic of the active faults are consistent with the N-S tightening of the Cantabrian Arc. This current tectonic is given a progressive uplift of range ca. 200 m southward.

**Palabras clave:** Tectónica Cuaternaria, Paleoseismicidad, Avalanchas de rocas, Zona Cantábrica

**Key words:** Quaternary tectonic, Palaeoseismicity, Rock-avalanche, Cantabrian Zone

### INTRODUCCIÓN

La Cordillera Cantábrica es la prolongación de la Cordillera Pirenaica hacia el Oeste de la Península Ibérica. Se extiende por todo el margen litoral cantábrico a lo largo de alineaciones montañosas y sierras dispuestas paralelas a la línea de costa y cuya geometría particular está condicionada por las estructuras del basamento, reactivadas durante la orogenia Alpina.

En la Zona Cantábrica, del NO del Macizo Ibérico, aflora fundamentalmente el basamento paleozoico afectado por una tectónica de tipo piel delgada, caracterizada por el desarrollo de cabalgamientos y pliegues relacionados, cuya cinemática Varisca indica una dirección de transporte tectónico hacia el núcleo de su estructura en arco (Fig. 1; Marcos y Pulgar, 1982; Pérez Estaún et al., 1988).

En la actualidad el margen NO de la Península Ibérica es considerado una zona de intraplaca de relativamente baja sismicidad, situado a cientos de kilómetros del margen activo entre las placas africana y euroasiática (p.e. Custodio et al., 2015). Aunque en esta zona los eventos sísmicos son de escasa magnitud y tienen un patrón de dispersión en enjambre, un estudio reciente de sismicidad en la Zona Cantábrica ha registrado, entre 2015 y 2017, 45 eventos de magnitud >2, localizados a profundidades entre 9 y 18 km, en la intersección entre la Falla de León y la de Ventaniella (López-Fernández et al. 2018; Fig. 1). Sin embargo, la escasez de afloramientos mesozoicos y la limitada extensión de las formaciones superficiales cuaternarias, relacionadas fundamentalmente con el glaciario, la dinámica de laderas, y la incisión de la red fluvial (p.e. Menéndez-Duarte et al., 2007; Rodríguez-Rodríguez et al., 2015), dificulta enormemente la observación directa de estructuras cuaternarias en la Zona Cantábrica, por lo que apenas existen referencias (Fernández-Rodríguez et al., 2018).

En este trabajo se presenta la cartografía detallada de las estructuras y las formaciones superficiales de la Sierra de la Sobia, en la Zona Cantábrica. El análisis de la cartografía pone en evidencia el control tectónico del apretamiento reciente de la Falla de León y sus estructuras asociadas en el desencadenamiento de avalanchas rocosas a lo largo de su vertiente occidental.

### LOCALIZACIÓN

La Sierra de Sobia es un cordal calizo de forma arqueada de unos 22 km de longitud que se localiza al SO de Oviedo, separando los valles de Teverga y Tameza hacia el Oeste, de los de Quirós y Trubia hacia el E. Las elevaciones del cordal aumentan progresivamente desde el pico Caldoveiro (1354 msnm) hacia el S hasta el pico Saleras (1778 msnm).

Desde el punto de vista geológico El Manto de la Sobia pertenece a la Unidad de Somiedo de la Zona Cantábrica (Fig. 1; Alonso et al., 2009). Su estructura consiste en un par de pliegues trasversales, el Sinclinal de la Sobia seguido hacia el E del Anticlinal de Proaza, un pliegue de propagación de falla relacionado con el cabalgamiento basal del manto (Bulnes y Aller, 2002). Por el Oeste, el Sinclinal de la Sobia está cortado por la Falla de León que superpuso, en fuera de secuencia, hacia el ENE el Manto de Bodón sobre el de la Sobia (Alonso et al., 2009). Esta interpretación cinemática explica la importante inversión paleogeográfica a ambos lados de esta falla con desplazamiento principal tardi-Varisco.

Las calizas del carbonífero Medio e Inferior que afloran a lo largo de la Sierra de la Sobia representan la expresión en el relieve del núcleo del Sinclinal de la Sobia, cuyo flanco O está cortado por la Falla de León en dirección paralela a su trazado y al del Arco Cantábrico. A lo largo de este contacto se han cartografiado varios depósitos de avalanchas

rocosas de grandes dimensiones. Los frentes de estas avalanchas han llegado a afectar a poblaciones limítrofes como son el caso de Gradura, Entrago, Sobrevilla y Carrea (Fig. 2). En la población de Villa de Sub, localizada en la terminación periclinal meridional del Sinclinal de la Sobía, el último desprendimiento de bloques del escarpe de rotura importante sobre la población, coincidió con un registro sísmico de magnitud 2.0 a 5 km de profundidad, cuyo epicentro fue localizado hacia el O de la población de Bárcena de Quirós por el Instituto Geográfico Nacional el 11 de Enero de 2004 (Evento 446704 del catálogo del 2004).

muestreo para mejorar los errores analíticos por contaminación de Th-detrítico del cemento carbonatado, obteniendo dos dataciones U/Th por espectrometría Alpha en los laboratorios del Instituto de Ciencias de la Tierra Jaume Almera y 3) estudios de estabilidad mecánica de los escarpes de rotura asociados a las avalanchas con cálculo de aceleraciones sísmicas necesarias para desencadenar el proceso.

## RESULTADOS

En la vertiente occidental de la Sierra de la Sobía encontramos numerosas avalanchas rocosas distribuidas a lo largo del contacto entre la Falla de

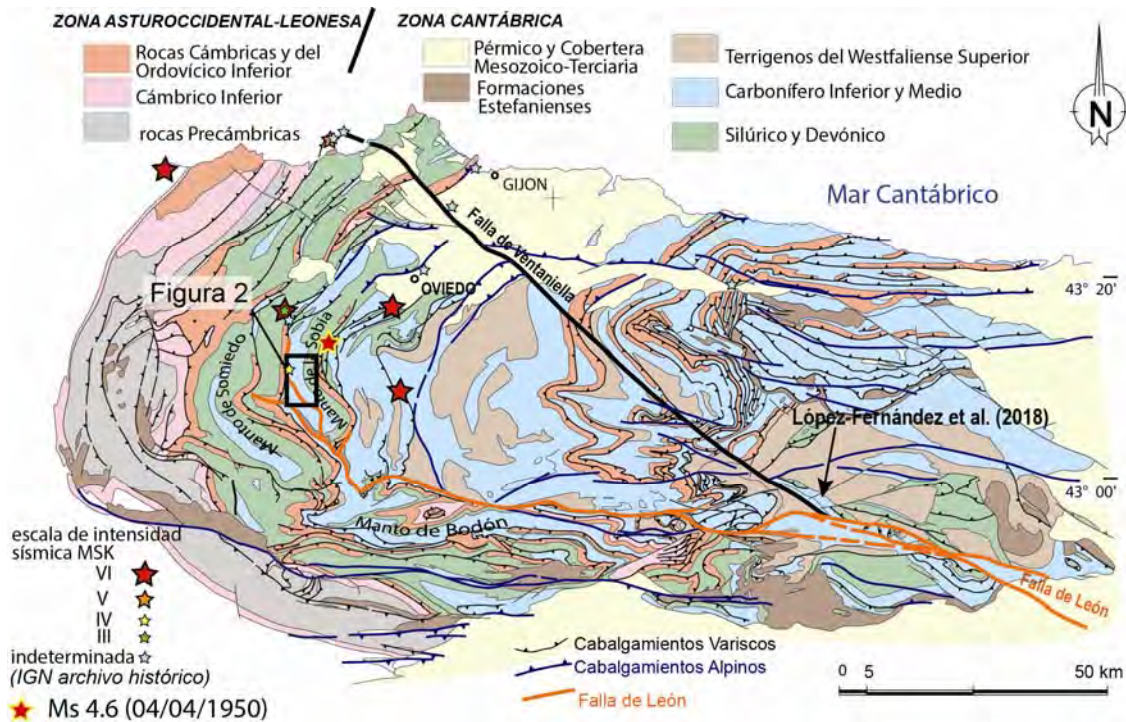


Fig. 1: Mapa geológico de la Zona Cantábrica (tomado de Alonso et al., 2009). Se ha añadido la localización de los registros sísmicos, de acuerdo con el archivo histórico del Instituto Geográfico Nacional. El recuadro muestra la localización de la Fig. 2 y la flecha la zona del trabajo de López-Fernández et al. (2018) citada en el texto

## METODOLOGÍA

Se ha cartografiado la geología y geomorfología de la Sierra de la Sobía (aproximadamente  $17 \times 10^3$  ha a escala 1: 5.000 sobre la base topográfica del modelo digital del terreno de altimetría por laser LiDAR-PNOA para el Principado de Asturias del proyecto de 2012 con paso de malla de 5 m del Instituto Geográfico Nacional (<http://pnoa.ign.es/ortofotos>).

El estudio de las avalanchas de rocas se ha completado con: 1) análisis de distribución de tamaños de bloques en cinco de los depósitos de avalancha, utilizando mosaicos de ortofotografías con una resolución de 10 cm obtenidos con vuelos no tripulados (aeronave de tipo ATYGES FV-8 y georreferenciación GPS con estación LEYCA GS14 GNSS); 2) datación U/Th de los cementos carbonatados de los depósitos de avalancha. Se obtuvieron 5 dataciones U/Th por ICP-MS, en los laboratorios de la Universidad de Minnesota. Una vez obtenidos los resultados se realizó un segundo

León y el flanco occidental del Sinclinal de la Sobía.

Los escarpes de rotura están controlados por un sistema de fracturación de orientaciones longitudinal y transversal al trazado de la Falla de León. Algunas de estas fracturas presentan desplazamientos métricos y estrías asociadas que indican un desplazamiento predominantemente en dirección, tanto en sentido dextro como senestro consistentes con una cinemática de re-apretamiento del arco que define la forma general de la sierra (Fig. 2). Algunas de estas fallas llegan a cortar la traza principal de la Falla de León.

Los estudios de estabilidad mecánica de los escarpes de rotura asociados a las avalanchas indican que estos presentan una configuración estable y que todas las avalanchas estudiadas requieren una aceleración sísmica mínima para iniciar su desencadenamiento.

Los depósitos de las avalanchas, presentan predominantemente formas en abanico, aunque también existen depósitos confinados en los cañones de los cursos fluviales principales, generando una aceleración reciente en la incisión de los cauces, como es el caso de la avalancha de Cueva Güerta a la salida del cañón de la Foz de la Estrechura. Las dimensiones de los depósitos varían desde los  $0,07 \times 10^6 \text{ m}^3$  hasta los  $12,5 \times 10^6 \text{ m}^3$ . Desde la base de los escarpes de rotura hasta el comienzo de los depósitos de avalanchas se observan diferencias de cota que varían entre los 0,10 y los 0,65 km. La distribución de tamaños de bloques es de tipo escalon independiente con dimensiones fractales  $D$  que varían entre 2,41 y 3,97. Los depósitos de mayores dimensiones son acumulaciones complejas de avalanchas donde se llegan a reconocer más de tres avenidas superpuestas. Los depósitos más antiguos suelen estar cementados por cemento carbonatado.

Las edades U/Th de las calcitas cristalizadas en el cemento carbonatado que consolida los bloques de algunos de los depósitos de avalanchas estudiados aportan edades de cementación que van desde los  $278312 \pm 32868$  años hasta los  $9945+1222/-1209$  años, registrando prácticamente todos los periodos interglaciares desde el estadio marino isotópico (MIS) 9a hasta el MIS 1.

edades Cuaternarias, la deformación Varisca del basamento y su reactivación Alpina dando la configuración del relieve actual y el contexto tectónico de margen pasivo de la cornisa Cantábrica, hacen muy improbable la obtención de datos estructurales que prueben la existencia de una actividad tectónica reciente y que permitan evaluar su importancia en el paisaje. Sin embargo, existen datos que apuntan hacia una reactivación del levantamiento del relieve en el Pleistoceno (Álvarez-Marrón et al., 2008), trabajos de geofísica que documentan la presencia de avalanchas submarinas de grandes dimensiones asociados a la prolongación de la Falla de Ventaniella bajo el Mar Cantábrico (Fernández-Viejo et al., 20014), así como el registro de una moderada actividad sísmica reciente concentrada en la intersección de las Fallas de Ventaniella y León (López-Fernández et al., 2018).

El contexto estructural y geomorfológico de la Sierra de la Sobia es ideal para abordar este problema, puesto que desde el punto de vista estructural esta sierra se encuentra limitada por el O por el trazado de la Falla de León, siguiendo la curvatura que describe el Arco Cantábrico, y jalonando este trazado se observan abundantes depósitos de avalanchas rocosas de grandes dimensiones, algunas de las cuales están cortadas por fallas que

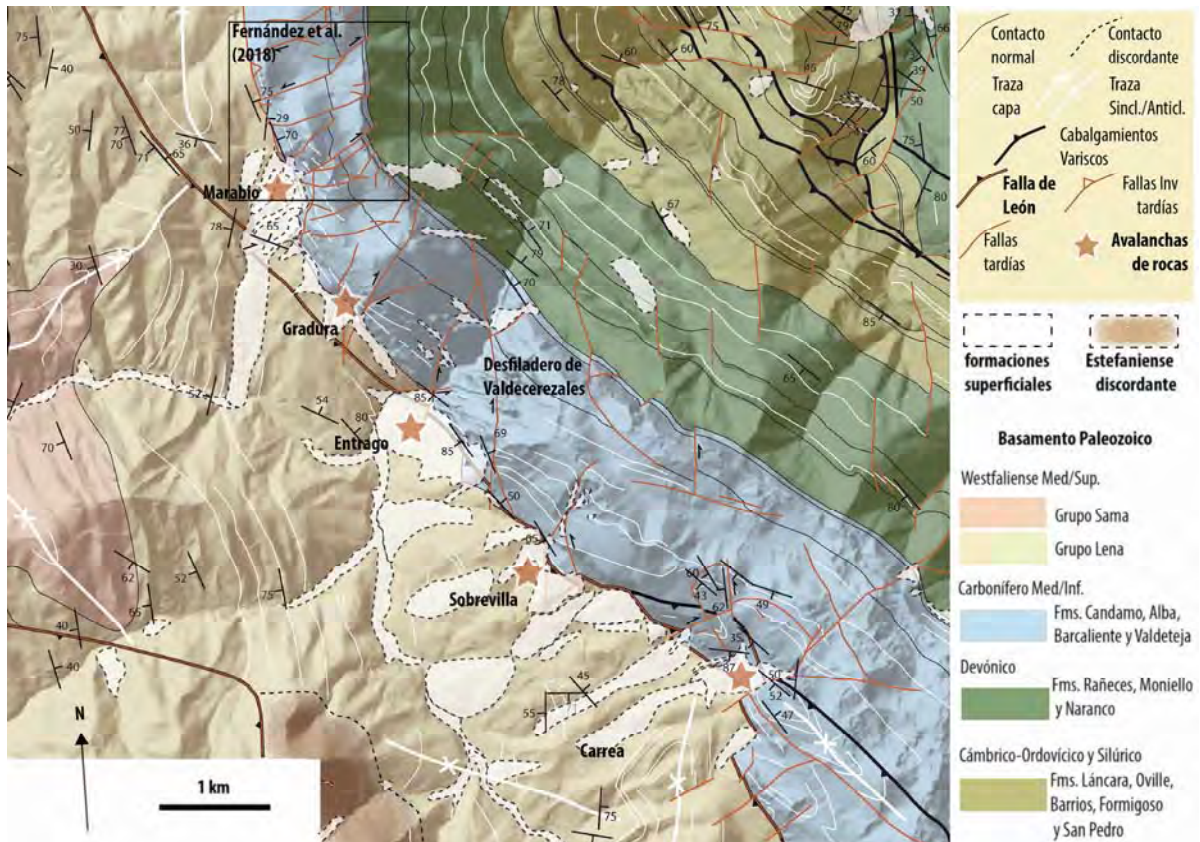


Fig. 2: Mapa geológico de la zona central de la Sierra de la Sobia. En el recuadro se localiza el trabajo de Fernández et al. (2018) mencionado en el texto.

## DISCUSIÓN

La actividad tectónica reciente de la Zona Cantábrica está escasamente documentada, debido a que es muy difícil reconocer las estructuras activas cuaternarias sobre el terreno. Las pequeñas dimensiones de las formaciones geológicas de

indican su actividad tectónica reciente, Como es el caso de la avalancha del Entrago (Fig. 2).

Para intentar datar esta actividad tectónica reciente se ha recurrido al método U/Th en calcitas que cristalizan en el cemento carbonatado que

ocasionalmente aparece cementando los bloques de las avalanchas rocosas. Sin embargo, las edades obtenidas muestran un rango amplio para el periodo Cuaternario que prácticamente abarcan todos los estadios interglaciares desde el MIS 9a hasta hace unos 10.000 años. Estas edades hay que interpretarlas como edades mínimas para la formación de los depósitos. No obstante, la presencia de depósitos de avalanchas rocosas no cementados superpuestos sobre los cementados evidencia la recurrencia reciente de estas estructuras, necesaria para desestabilizar los taludes que configuran los escarpes de rotura. Con el objeto de poder datar estos ciclos de recurrencia reciente de la actividad tectónica se ha hecho un muestreo para la datación por cosmogénicos, cuyos datos se están procesando actualmente.

Esta actividad tectónica reciente ha condicionado la evolución geomorfológica de la zona y en especial la de la incisión de la red fluvial de la cuenca del río San Pedro. Este río presenta varios tramos encañonados, los mayores en el desfiladero de Valdecerezales (Fig. 2) y en la Foz de La Estrechura. En ambas zonas hay una verticalización de las paredes en su tramo inferior de unos 200 m de altura. Esta altura es similar a la máxima elevación que la rasa asturiana (una antigua superficie de abrasión litoral marina emergida) alcanza sobre el nivel del mar actual y creemos que puede ser un levantamiento medio representativo de la reactivación del relieve actual. En la Sierra de la Sobia este levantamiento del relieve se ha ido acomodando progresivamente hacia el S a través de las fallas transversales y la reactivación de estructuras previas Variscas. Además de esta incisión fluvial regional, localmente se reconocen tasas de incisión mucho más altas, en tramos donde los depósitos de las avalanchas de rocas ocluyeron el desagüe del cañón fluvial excavado en las calizas, tal y como ocurre en la avalancha de Cueva Güerta. Estas incisiones locales se han cuantificado en hasta 5 mm/año, a partir de la edad de los cementos carbonatados de las avalanchas y de los metros de incisión del cauce en los depósitos.

## CONCLUSIONES

Se han relacionado la cinemática de fallas inversas y de desgarre que afectan a derrubios de ladera cementados y a depósitos de avalanchas de rocas distribuidas paralelamente al trazado de la Falla de León, a lo largo de la vertiente occidental de la Sierra de la Sobia, con actividad tectónica Cuaternaria en la Zona Cantábrica, consistente con el apretamiento del Arco Astúrico. Las edades U/Th de las calcitas cementando los bloques de los depósitos de avalanchas indican cementaciones desde el estadio isotópico marino (MIS) 9a hasta el MIS 1. El registro geomorfológico de la aceleración de la incisión fluvial como consecuencia del levantamiento reciente del relieve en la Sierra de la Sobia sugiere un levantamiento progresivo hacia el S de unos 200 m

durante el Cuaternario, a través de la reactivación de algunas estructuras Variscas previas que también fueron activas durante la acomodación del levantamiento Alpino.

**Agradecimientos:** Este trabajo ha sido realizado con cargo a los proyectos de investigación MINECO-16-CGL2015-66997-R y FC-GRUPIN-IBI/2018/00076/040. Agradecemos la revisión que la Dra. A. Pascual ha realizado para la edición de este resumen.

## REFERENCIAS

- Alonso, J.L., Marcos, A., Suárez, A. (2009). Paleogeographic inversion resulting from large out of sequence breaching thrusts: The León Fault (Cantabrian Zone, NW Iberia). A new picture of the external Variscan Thrust Belt in the Ibero-Armorican Arc. *Geologica Acta* 7(4), 451-473.
- Álvarez-Marrón, J., Hetzel, R., Niedermann, S., Menéndez-Duarte, R., Marquínez, J. (2008). Origin, structure and exposure history of a wave-cut platform more than 1 Ma in age at the coast of northern Spain: A multiple cosmogenic nuclide approach. *Geomorphology*, 93, 316-334.
- Bulnes, M.; Aller, J. (2002). Three-dimensional geometry of large-scale fault-propagation folds in the Cantabrian Zone, NW Iberian Peninsula. *Journal of Structural Geology*, 24, 827-846.
- Custodio, S., Díaz, N.A., Carriho, F., Gongora, E., Rio, I., Marreiros, C., Morais, I., Alves, P., Matias, L. (2015). Earthquakes in western Iberia: Improving the understanding of lithospheric deformation in a slowly deforming region. *Geophysical Journal International*, 203, 127-145.
- Fernández, F.J., Alonso, J.L., Pando, L. (2018). Evidencias de actividad tectónica cuaternaria en el occidente de la Zona Cantábrica (Puertos de Mariabio, Manto de la Sobia). *Geogaceta*, 64, 3-6.
- Fernández-Viejo, G., López-Fernández, C., Domínguez-Cuesta, M.J., Cadenas, P. (2014). How much confidence can be conferred on tectonic maps of continental shelves? The Cantabrian-Fault case. *Scientific Reports*, 4, 1-6.
- López-Fernández, C., Fernández-Viejo, G., Olona, J., Llana-Fúnez, S. (2018). Intraplate Seismicity in Northwest Iberia along the trace of the Ventaiella Fault: A case for fault intersection a depth. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 108(2), 604-618.
- Marcos, A., Pulgar, J.A. (1982). An approach to the tectonostratigraphic evolution of the Cantabrian foreland thrust and fold belt, Hercynian Cordillera of NW Spain. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen*, 163(2), 256-260.
- Menéndez-Duarte, R., Marquínez, J., Fernández, S. (2007). Incised channels and gully erosion in Northern Iberian Peninsula: Controls and geomorphic setting. *Catena*, 21(2), 267-278.
- Pérez-Estaún, A., Bastida, F., Alonso, J.L., Marquínez, J., Aller, J., Álvarez-Marrón, J., Marcos, A., Pulgar, J.A. (1988). A thin-skinned tectonic model for an arcuate fold and thrust belt: Cantabrian zone. *Tectonics*, 7(3), 517-537.
- Rodríguez-Rodríguez, L., Jiménez-Sánchez, M., Domínguez-Cuesta, M.J., Aramburu, A. (2015). Research history on glacial geomorphology and geochronology of the Cantabrian Mountains, north Iberia (43-42°N77-2°W). *Quaternary International*, 364, 6-21.



**XV REUNIÓN NACIONAL  
CUATERNARIO  
Bilbao 2019**

[www.ehu.eus/xvreunioncuaternario](http://www.ehu.eus/xvreunioncuaternario)  
[xvreunioncuaternario.estrati-paleo@ehu.eus](mailto:xvreunioncuaternario.estrati-paleo@ehu.eus)

eman ta zabal zazu



Universidad  
del País Vasco

Euskal Herriko  
Unibertsitatea



**Unidad de Formación e Investigación  
en Cuaternario: Cambios Ambientales  
y Huella Humana**



**aranzadi**  
zientzia elkartea

SOCIEDAD DE CIENCIAS  
SCIENCE SOCIETY  
SOCIÉTÉ DE SCIENCES



**ASOCIACION ESPAÑOLA PARA EL  
ESTUDIO DEL CUATERNARIO**



**EUSKO JAURLARITZA  
GOBIERNO VASCO**

HEZKUNTZA SAILA  
DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN