

## AVANCES EN EL ESTUDIO DE LA ARQUITECTURA ESTRATIGRÁFICA Y FORMACIÓN DE LAS TERRAZAS FLUVIALES DE LOS VALLES CANTÁBRICOS



E. Iriarte <sup>(1,2)</sup>, M. del Val <sup>(2,6)</sup>, M. Arriolabengoa <sup>(2,3)</sup>, Álvarez, I. <sup>(4)</sup>, P. Bilbao <sup>(2,3)</sup>, A. Aranburu <sup>(2,3)</sup>

- (1) Laboratorio de Evolución Humana, Dpto. de Historia, Geografía y Comunicación, Universidad de Burgos. Plaza Misael Bañuelos s/n, Edificio de I+D+i. 09001-Burgos. [eiriarte@ubu.es](mailto:eiriarte@ubu.es)
- (2) Sociedad de Ciencias Aranzadi-Aranzadi Zientzia Elkartea. Zorroagaina, 11. 20014-Donostia-San Sebastián.
- (3) Dpto. Mineralogía y Petrología. Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad del País Vasco (UPV/EHU). B° Sarriena s/n, 48940-Leioa. [arantza.aranburu@ehu.es](mailto:arantza.aranburu@ehu.es); [martin.arriolabengoa@ehu.es](mailto:martin.arriolabengoa@ehu.es); [peru.bilbao@ehu.es](mailto:peru.bilbao@ehu.es)
- (4) Dpto. Expresión Gráfica y Proyectos de Ingeniería. Escuela de Ingeniería de Bilbao, Universidad del País Vasco (UPV/EHU), c/ Pitxitxi 2, 48013-Bilbao. [irantzu.alvarez@ehu.es](mailto:irantzu.alvarez@ehu.es)
- (5) Dpto. Estratigrafía y Paleontología. Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad del País Vasco (UPV/EHU). B° Sarriena s/n, 48940-Leioa. [arantxa.bodego@ehu.es](mailto:arantxa.bodego@ehu.es)
- (6) CENIEH. Paseo Sierra de Atapuerca, 3. 09002-Burgos.

**Abstract (Advancing in the study of stratigraphical architecture and formation processes of fluvial terraces from the Cantabrian valleys):** The Quaternary geomorphological evolution of the fluvial valleys of the Cantabrian Margin is not well known. However, recent advances in dating techniques and obtaining high resolution topography have allowed qualitative advances in its knowledge. This work aims to reflect the state of the art in the framework of the investigation of the Cantabrian fluvial systems. The analysis of the high-resolution topographic data of river basins from Gipuzkoa, Bizkaia and Cantabria provinces has allowed us to identify a common record of potential terrace levels (NTPs) which denotes the presence of a common stratigraphic architecture. That stratigraphic architecture shows differences in the altitudinal distribution of the NTPs, indicating the presence of variations in the palaeoclimatic and/or tectonic processes that controlled the common evolution of the Cantabrian Margin fluvial basins.

**Palabras clave:** Terrazas fluviales, estratigrafía, valles fluviales, Margen Cantábrico

**Key words:** Fluvial terraces, stratigraphy, fluvial valleys, Cantabrian Margin

### INTRODUCCIÓN

La geomorfología de los valles fluviales del margen cantábrico, así como su evolución a lo largo del Cuaternario, no es muy conocida. Apenas hay trabajos de referencia publicados con relación a la caracterización de las distintas series de terrazas y su cronología en los distintos valles fluviales (Mary, 1983; del Val et al., 2015). Este hecho está en parte relacionado a la dificultad de su estudio dado el escaso número y mala calidad de los afloramientos, así como al carácter altamente erosivo de los sistemas fluviales cantábricos, que poseen, en general, un escaso desarrollo de terrazas.

No obstante, en los últimos años, nuevos avances metodológicos y en las técnicas analíticas relacionadas con la obtención de datos topográficos de alta resolución (p.ej. LiDAR) y la aplicación de nuevas técnicas de datación radiométricas (p.ej. ESR) han permitido avances cualitativos en el conocimiento y comprensión de los valles fluviales cantábricos (Val et al., 2015, 2019). Estos avances permiten plantear la discusión entorno a las características y procesos evolutivos que controlaron la formación y evolución de los valles fluviales a mayor escala, siendo éste el objeto de la presente comunicación.

### METODOLOGÍA

El presente trabajo se basa en el análisis de los datos topográficos de alta resolución (resolución

centimétrica) derivados de los datos LiDAR de las cuencas fluviales de las provincias de Gipuzkoa, Bizkaia y Cantabria. Éstos han sido obtenidos de los servidores de información geográfica del Gobierno Vasco y el Gobierno de Cantabria, y han sido analizados mediante distintas rutinas diseñadas e implementadas en un sistema de información geográfica (ArcGIS) para la obtención de áreas de terrazas potenciales (del Val et al., 2015) (Fig. 1).

Al mismo tiempo, este análisis permite también obtener la posible distribución altitudinal (respecto al cauce actual) de los niveles de terrazas potenciales identificados, que es, en general, corroborada después mediante el trabajo de campo; haciendo que sean un buen instrumento para la caracterización preliminar de la arquitectura estratigráfica de las terrazas de los valles fluviales.

### RESULTADOS

Los principales resultados obtenidos para cada una de las cuencas fluviales estudiadas consisten en una cartografía de las distintas áreas de terrazas potenciales y su distribución altitudinal, lo que permite construir un perfil longitudinal de las distintas cuencas fluviales con la distribución de los distintos niveles de terraza potencial (NTP) a lo largo del canal principal (Fig. 2). De la integración de los distintos NTPs obtenidos para las cuencas fluviales analizadas (Fig. 3) se observa que, en general, presentan una distribución similar, es decir,

presentan una arquitectura estratigráfica común, al menos *a priori*. Así se identifican una serie de NTPs coincidentes en prácticamente todas las cuencas que se distribuyen alrededor de cotas a 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 120 y 160 metros ( $\pm 3$  m alrededor de cada cota) por encima del cauce actual (Fig. 3). Cabe resaltar que estos niveles se tratan de niveles potenciales de terraza que habrían de ser corroborados y correlacionados (p. ej. cronocorrelacionados) para poder ser correctamente entendidos e interpretados.

pena discutir las interesantes aportaciones que en el marco de la investigación y discusión del origen y la evolución de los valles fluviales cantábricos pueden derivarse a partir de los resultados planteados:

1. La arquitectura estratigráfica común de los valles fluviales cantábricos analizados denotaría una evolución geomorfológica similar. Es decir, todos habrían evolucionado de manera coetánea y controlados por los mismos procesos geológicos y paleoclimáticos que pautaron los ciclos de agradación/incisión.

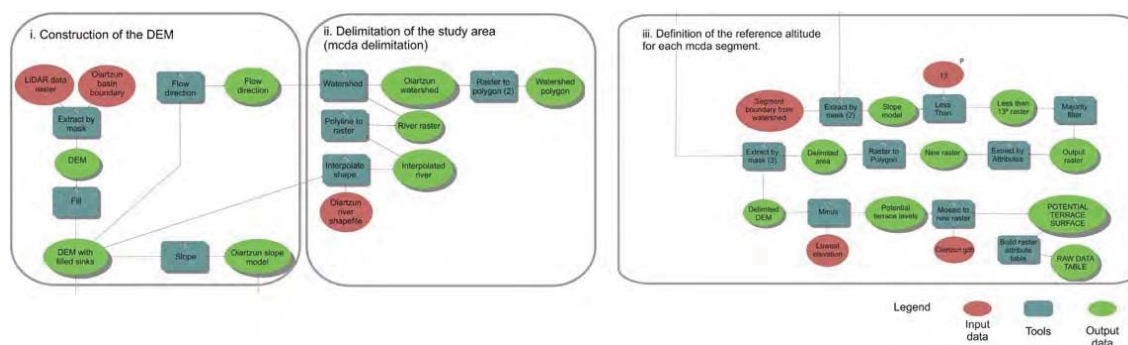


Fig. 1: Diagrama de flujo de la metodología de análisis utilizada (rectángulos azules) y salidas (óvalos verdes). Tomada de del Val et al. (2015).

No obstante, y asumiendo una correcta obtención de los niveles de terraza fluviales principales a través de la metodología expuesta, cabe resaltar ciertas características de los resultados obtenidos:

1. Una *arquitectura estratigráfica común*, pudiéndose identificar y correlacionar secuencias de terrazas fluviales análogas a lo largo de todas las cuencas fluviales analizadas.

2. Existe una diferencia en la distribución altitudinal de los niveles de terraza. Los NTPs más bajos/modernos, entre 5 y 30 m, presentan una distribución altitudinal distribuida a intervalos relativamente cortos, de aproximadamente 5 m. Los niveles de terraza intermedios, entre 30 y 90 m se presentan espaciadas por intervalos de 10 m. Finalmente, los NTPs más elevados, parecen presentar una distribución a intervalos mayores y menos regulares; si bien éstos han de tomarse con precaución dada la escasez e irregularidad de los datos obtenidos.

3. Si tanto la evolución geomorfológica, arquitectura estratigráfica, de los valles fluviales como los procesos que controlaron dicha evolución son similares, cabría plantear que el origen de la red de drenaje del Margen Cantábrico pudiera tener, en general, un origen y causas geológicas comunes.

## DISCUSIÓN

Somos conscientes de que los resultados obtenidos habrían de ser corroborados o matizados mediante trabajo de campo y análisis cronoestratigráficos complementarios que permitan sentar las bases empíricas para la correcta discusión de los datos obtenidos. No obstante, creemos que merece la

2. El hecho de que las terrazas más modernas, y por consiguiente situados a niveles más bajas, estén separadas por intervalos altitudinales menores (ca. 5 m) que las terrazas altas (ca. 10 m) podría denotar un cambio en el tipo y/o frecuencia de procesos que controlaron la evolución de los sistemas fluviales (p. ej. cambios de ciclos de oblicuidad/excentricidad, intervalos estadal/interstadial, etc.). Adicionalmente, la distribución más irregular y espaciada de las terrazas más altas, por encima de los 100 m, podrían denotar cambios en el tipo de procesos geológicos que controlaron la evolución

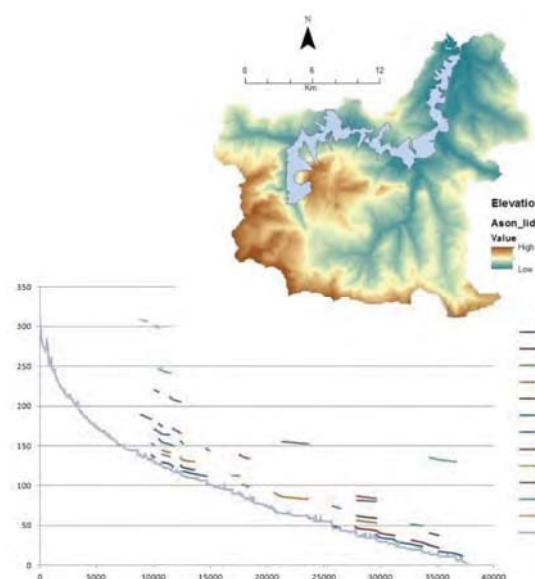


Fig. 2: Ejemplo de los datos obtenidos tras el análisis de los datos topográficos LiDAR. Perfil longitudinal y localización de los distintos NTPs a lo largo del río Asón (Cantabria).

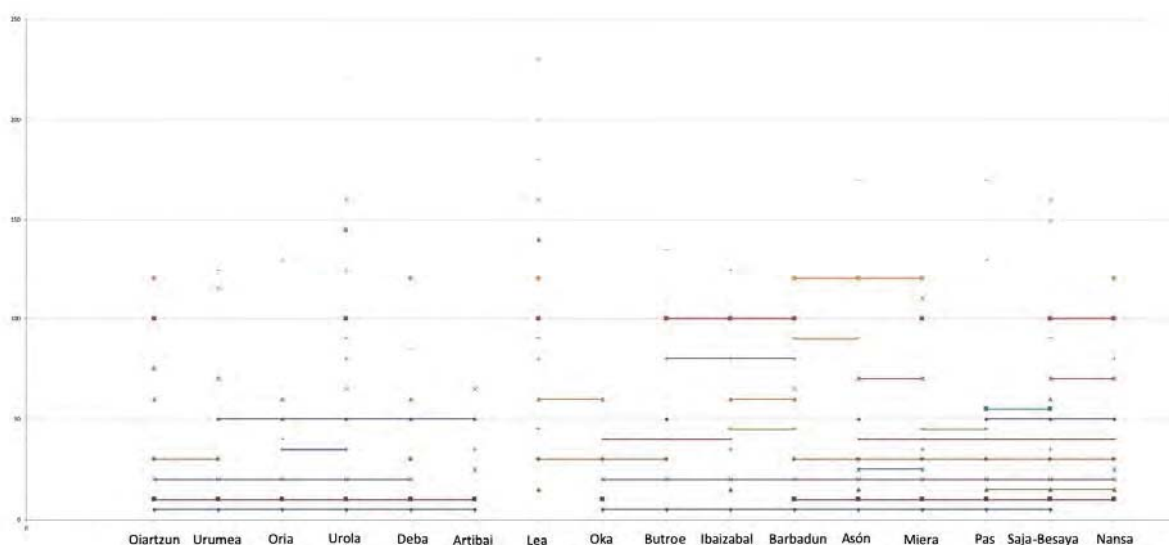


Fig. 3: Distribución de los niveles de terraza potenciales en las distintas cuencas fluviales cantábricas analizadas.

fluvial durante las cronologías más antiguas (p. ej. movimientos tectónicos). En cualquier caso, en esta discusión habría de tenerse en cuenta la preservación diferencial de las terrazas más antiguas y erosionadas que podrían explicar parte de los resultados obtenidos.

3. Respecto al posible origen común de los valles cantábricos, y las causas subyacentes en la formación de la actual red de drenaje del Margen Cantábrico, cabría invocar procesos geológicos a gran escala que afectaron al Margen Cantábrico en su totalidad. Teniendo en cuenta el contexto geológico sería lógico invocar la actuación de procesos tectónicos relacionados con el levantamiento del Margen Cantábrico que en cierta manera habrían de haber afectado de manera uniforme *sensu lato* a la totalidad del área estudiada.

## CONCLUSIONES

El análisis de los datos topográficos de alta resolución derivados de los datos LiDAR de las cuencas fluviales de las provincias de Gipuzkoa, Bizkaia y Cantabria ha permitido identificar una serie de niveles de terraza potenciales a alturas de 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 120 y 160 metros por encima del cauce actual (Fig. 3). Esto supone la presencia de una *arquitectura estratigráfica común*, en la que se observan diferencias en la distribución altitudinal de los NTPs

que podrían denotar variaciones en los procesos que controlaron la evolución conjunta de las cuencas fluviales estudiadas, p. ej. cambios en la frecuencia y/o tipo de procesos climáticos o tectónicos que controlaron los ciclos de agradación/incisión fluvial.

**Agradecimientos:** Los autores expresan su agradecimiento a Eusko Ikaskuntza por la financiación del proyecto “KANTAUDEM: Lurrazalaren Eredu Digitalen bidezko Kantaurialdeko Ibai-arroen eta Kontinente-Plataformaren bilakaera geomorfologikoaren ikerketa” y a Ismael Pérez por su colaboración en el análisis de las cuencas fluviales cántabras.

## REFERENCIAS

- del Val Blanco M., Iriarte E., Arriolabengoa M. y Aranburu A. (2015). An automated method to extract fluvial terraces from LIDAR high resolution Digital Elevation Models: The Oiartzun valley, a case study in Cantabrian Margin. *Quaternary International*, 364, 3-43.
- del Val Blanco M., Duval, M., Medialdea, A., Bateman, M.D., Moreno, D., Arriolabengoa, M., Aranburu, A. e Iriarte E. (2019). First chronostratigraphic framework of fluvial terrace systems in the eastern Cantabrian margin (Bay of Biscay, Spain). *Quaternary Geochronology*, 49, 108-114.
- Mary, G. (1983). Evolución del margen costero de la Cordillera Cantábrica en Asturias desde el Mioceno. *Trabajos de Geología*, 13, pp. 3-35.