



Valoración del patrimonio geomorfológico de un sector del Parque Natural de Arribes del Duero (Bajo Sayago, Zamora)

Assessment of the Geomorphological Heritage of the Natural Park of Arribes del Duero (Bajo Sayago, Zamora)

Marino Alfonso, J.L.; Poblete Piedrabuena, M.Á.; Beato Bergua, S.

Dpto. de Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Oviedo,
Campus de El Milán, C/Amparo Pedregal s/n, 33011-Oviedo (Asturias), Spain. jolumarino@gmail.com

Resumen

Se efectúa una valoración del patrimonio geomorfológico del Parque Natural de Arribes del Duero, concretamente, en un sector de la comarca zamorana del Bajo Sayago que tiene una extensión de unas 6.000 ha, a partir de la aplicación de varios métodos relacionados con el análisis de Lugares de Interés Geomorfológico (LIGm) en espacios naturales protegidos. Como resultado se han identificado nueve geomorfositos de los cuales tres, esto es, Peña Gazón y valle de Peña la Galga, Las Barrancas y finalmente Cerro de San Miguel, alcanzan una valoración global sobresaliente. A partir de la evaluación de los valores científicos, culturales y de uso y gestión de cada LIGm se establecen propuestas orientadas a su gestión, que pasan mayoritariamente por la interpretación del patrimonio geomorfológico enfocado al aprovechamiento geoturístico y educativo. La buena accesibilidad, el excelente estado de conservación y el escaso riesgo de degradación convierten dichos Lugares de Interés Geomorfológico en recursos patrimoniales útiles para el desarrollo local sostenible.

Palabras clave: Patrimonio geomorfológico; Lugares de Interés Geomorfológico; Recursos geopatrimoniales; Evaluación de recursos naturales; Parque Natural de Arribes del Duero; Zamora.

Abstract

An assessment of the geomorphological heritage of the Natural Park of Arribes del Duero is carried out in a sector of the zamoran region of Bajo Sayago, which has an extension of about 6,000 ha, from the application of several methods related to the analysis of geomorphosites in protected natural spaces. As a result nine geomorphosites have been identified, of which three Peña Gazón and valle de Peña la Galga, Las Barrancas and finally Cerro de San Miguel reached an outstanding global assessment. According to their scientific, cultural and use and management values, guidelines have been established for each geomorphosite. In most cases,



the geomorphological heritage is oriented towards geotourism and education, favored by the accessibility, the good state of conservation and the low risk of degradation that exists in all geomorphosites. In this way, geomorphosites become high value heritage resources to local sustainable development.

Key words: Geomorphological Heritage; Geomorphosites; Geoheritage Resources; Natural Resource Evaluation; Arribes del Duero Natural Park; Zamora.

1. Introducción

Las áreas naturales en España abarcan una superficie aproximada de 7 millones de hectáreas repartidas entre más de 1.900 espacios protegidos bajo la legislación nacional y autonómica, lo que representa el 12,9% del territorio nacional y el 27% si incluimos la Red Natura 2000 (Europarc-España, 2014). Dentro de la gran variedad de figuras de protección existentes en España, de las cuales una treintena de categorías han sido promovidas por las comunidades autónomas (Florido y Lozano, 2005), la más empleada para preservar elementos o conjuntos singulares de valor geomorfológico ha sido la de Monumento Natural (Martín-Duque *et al.*, 2010). No obstante, se recurre a la de Parque Natural cuando se trata de superficies más extensas, de modo que como señalan Carcavilla *et al.* (2007) los elementos geológicos y geomorfológicos juegan un papel esencial en el 80% de los mismos. Pese a ello, debemos subrayar que en la mayoría de estos espacios los Planes de Ordenación de los Recursos Naturales (PORN) no incluyen ningún análisis y diagnóstico de tales recursos patrimoniales, situación que se agrava todavía más si tenemos en cuenta que la mitad de los parques naturales protegidos carecen además de Planes Rectores de Uso y Gestión (PRUG) (Europarc-España, 2014).

Así pues, el inventario y la valoración de los Lugares de Interés Geomorfológico (LIGm) son instrumentos fundamentales para paliar estas deficiencias y efectuar una adecuada ordenación y gestión de tales recursos (Gray, 2004). Los LIGm, también denominados geomorfositos, se pueden definir como formas y asociaciones de formas de relieve de especial interés monumental, escénico, ecológico, pe-

dagógico o científico, que son esenciales en la configuración morfológica y en la dinámica y evolución de los espacios naturales (Panizza y Piacente, 1993, 2003; Reynard, 2005).

Las primeras propuestas metodológicas de análisis de geomorfositos se deben a Panizza (1992, 2001) y, en especial, a Grandgirard (1995, 1997, 1999), quien realmente desarrolla un sistema de evaluación del valor científico de los geomorfositos (llamados inicialmente geotopos) basado en criterios tales como la rareza, la integridad, la representatividad, así como el valor paleogeográfico. No obstante, es indudable que tales planteamientos metodológicos tienen sus antecedentes en el Land Research Survey del CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization) que puso en marcha el método conocido como “reconocimiento de territorios” desarrollado por C.S. Christian en Australia a partir de 1946 (Christian, 1952, 1958). En España, este tipo de estudios son relativamente recientes y están orientados al inventario y la descripción de lugares de interés geomorfológico (Serrano *et al.*, 2006; González Trueba, 2006), la evaluación de la geodiversidad y su aplicación territorial (Serrano y Ruiz, 2007), al desarrollo de métodos para la organización de información geomorfológica encauzada a la ordenación y gestión de espacios naturales (Martín-Duque *et al.*, 2010, 2012), y la valoración del patrimonio geomorfológico para una mejor gestión ambiental y planificación territorial de espacios protegidos y singulares (Serrano y González Trueba, 2005; González Trueba y Serrano, 2008; Dóniz, 2009; Serrano *et al.*, 2009; Dóniz *et al.*, 2010; Bercera, 2013; González Amuchastegui *et al.*, 2014).

Cabe mencionar también la relevancia de ciertas iniciativas a nivel nacional como es el caso del Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG). El propósito del IELIG es crear una infraestructura de conocimiento del patrimonio geológico español que permita identificar áreas o enclaves de interés pertenecientes a las unidades geológicas más representativas de España. Hasta la fecha se han declarado a nivel nacional 1.437 LIGs (Aymerich *et al.*, 2014). En concreto, Arribes del Duero está inventariado como LIG (Código CI056) dentro de la unidad geológica denominada “Depósitos y formas de modelado de origen fluvial y eólico”, y su interés principal es geomorfológico. En cuanto a la difusión y valoración de su patrimonio debemos subrayar la propuesta de un Geoparque internacional (Goy *et al.*, 2010) y el uso de las nuevas tecnologías, esto es, itinerarios digitales, globos virtuales, vuelos y mapas en 3D (Goy *et al.*, 2013; Martínez-Graña *et al.*, 2015).

Las investigaciones geomorfológicas sobre el espacio natural protegido de Arribes del Duero son limitadas y se tratan de aproximaciones generales al contexto morfoestructural (Biro y Solé, 1954; Solé, 1958, 1978; Salazar y Portero, 2010). Un estudio más detallado es el realizado por Martín-Serrano (1988) sobre la evolución geomorfológica de un borde del Macizo Hespérico en la región occidental zamorana, que incluye en su zona de trabajo el extremo septentrional de los Arribes del Duero (hojas nº 367 y 368 del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50:000). No obstante, el área analizada aquí se encuentra inmediatamente al Sur, en concreto dentro de la hoja nº 395. Destaca también la publicación por el IGME de la hoja nº 423 (contigua a la anterior por el Sur) del Mapa Geomorfológico de España a escala 1:50.000 y la memoria explicativa que lo acompaña (Sanz y Rubio, 2000). Recientemente se han llevado a cabo avances muy significativos sobre la tasa de incisión fluvial del río Duero y la edad de las superficies de erosión, a través del análisis de perfiles longitudinales, la aplicación de índices geomorfológicos y la realización de dataciones cosmogénicas de las superficies de erosión. En concreto, Antón *et*

al. (2012) estiman una tasa de incisión de 2-3 mm año⁻¹ durante los últimos 100 ka y edades de exposición de 300 ka para la superficie erosiva de Homomula (764 m), de 62-78 ka para la superficie de El Rostro (530-522 m) y de 27-37 ka para la de Saucelle (287-285 m), todas ellas en Salamanca.

El objetivo de este trabajo consiste en caracterizar, inventariar, seleccionar y valorar los LIGm del sector sayagués del Parque Natural de Arribes del Duero, con la finalidad de contribuir a diagnosticar el estado y las potencialidades de tales recursos, y servir de base para la aplicación de una adecuada planificación, gestión y uso de los mismos. Máxime si tenemos en cuenta que el Parque Natural de Arribes del Duero, declarado el 11 de abril de 2002, todavía no dispone de Plan Rector de Uso y Gestión y su PORN carece de un estudio en profundidad del patrimonio geomorfológico, razón por la cual su gestión tampoco ha sido planteada.

2. Área de estudio

La zona de estudio se corresponde con el Parque Natural de Arribes del Duero, cuyas dimensiones superan las 100.000 ha, razón por la cual se ha seleccionado un sector representativo perteneciente a la Tierra de Sayago (Figura 1). Se trata de un territorio del Suroccidente de la provincia de Zamora emplazado al Oeste de la región castellano-leonesa, en concreto, entre el embalse de Miranda do Douro, al N, y la localidad de Pinilla de Fermoselle, al Sur. Cuenta con una gran personalidad geográfica por su singularidad paisajística y carácter de área marginal y marginada, con unos límites claramente definidos por accidentes físicos muy marcados. Así, adopta la disposición de una estrecha banda, de 3-4 km de anchura (sólo 1-2 km en la parte meridional) y 20 km de longitud, paralela al cauce del río Duero en su margen izquierda con una extensión total aproximada de 60 km², esto es, de unas 6.000 ha.

Dentro de Sayago se diferencia una subcomarca conocida como el “Bajo Sayago”, com-

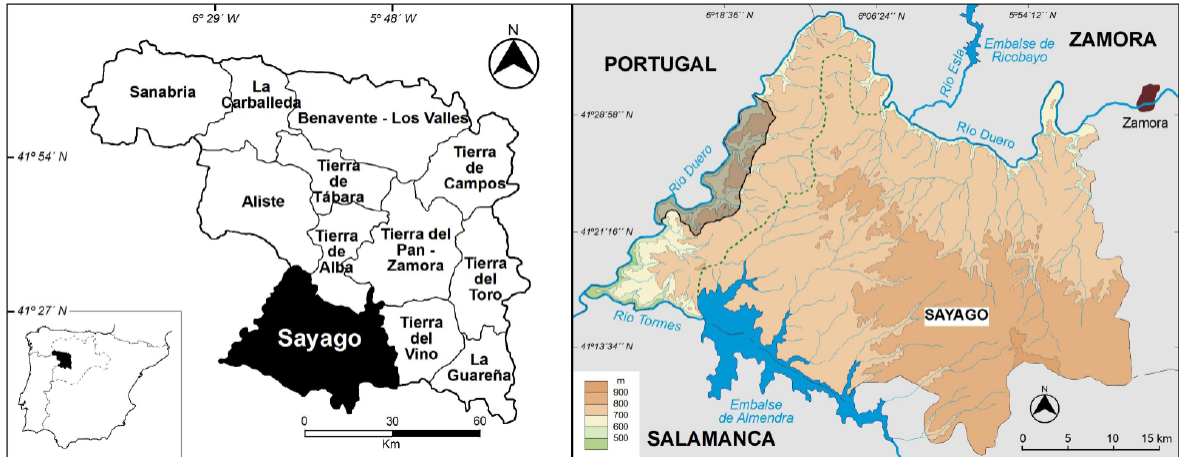


Figura 1: Localización del área de estudio dentro del Parque Natural de Arribes del Duero: comarcas administrativas de Zamora y mapa hipsométrico de Sayago.

Figure 1. Location of the study area within the Natural Park of Arribes del Duero: Zamora's regions and hypsometric map of Sayago.

puesta por los municipios ribereños del Duero (Martín Ferrero, 1997). Aquí, el relieve suave y monótono de la penillanura desciende bruscamente hacia el cauce del río, generando una garganta fluvial. Las escarpadas vertientes de esta garganta, conocidas localmente como arribes, arribas o arribanzos, se prolongan por la provincia de Salamanca, definiendo un territorio perfectamente individualizado del resto de la Cuenca del Duero, y un área muy singular dentro de la geografía peninsular. Los valores paisajísticos de este espacio han motivado su inclusión, desde 2002, en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Castilla y León bajo la figura de Parque Natural, y recientemente en junio de 2015 ha sido declarado por la UNESCO, junto a otros espacios protegidos, Reserva de la Biosfera Transfronteriza de la Meseta Ibérica.

Desde el punto de vista geológico, Los Arribes del Duero forman parte del extremo nordeste de la Zona Centroibérica del Macizo Hespérico, cercana pues a la Zona de Galicia-Tras-Os-Montes, en la que destacan dos grandes dominios litológicos: el de Ollo de Sapo, al N, compuesto por porfiroides y gneises glandulares; y el Dominio del Complejo Esquistograuváquico, al S, formado por una potente serie terrígena metasedimentaria (Martínez Catalán *et al.*, 2004). Sendos dominios son

de edad preordovícica y afloran mayoritariamente en la mitad septentrional. Por último, hay que añadir una unidad, de naturaleza plutónica, que intruye en su mayoría durante la Orogenia Varisca y predomina en la parte meridional conformando el gran batolito de Sayago. Se distinguen dos tipos de facies de granitoides a tenor del tamaño de grano (Díaz y Fernández, 2000): por un lado, los granitos de grano medio-grueso que ocupan el sector suroccidental y forman un berrocal de bolos de tamaño métrico y grandes dorsos de ballena; de otro, los granitos de grano fino, entre Fornillos de Fermoselle y Palazuelo de Sayago, que originan un gran berrocal pero de pequeños bolos.

Morfoestructuralmente, el espacio natural protegido de Arribes del Duero se enmarca dentro de la penillanura granítica zamorano-salmantina, labrada a expensas del zócalo cristalino paleozoico de la Meseta. Esta vasta penillanura únicamente aparece interrumpida por el profundo y estrecho escobio resultante del encajamiento del río Duero. Esta peculiar configuración geomorfológica explica también la excepcionalidad climática de Los Arribes del Duero, esto es, su microclima, que reside únicamente en su régimen térmico, pues las precipitaciones son similares a las de la penillanura circundante (García Fernández,

1986; Calonge, 1990; Marino, 2004). Esto se plasma en un invierno templado, sin heladas, seguido de un verano largo y caluroso con medias del orden de 27°C (julio y agosto), muy por encima del umbral de los 20°C.

El cálido microclima de las escarpadas vertientes facilita el desarrollo de una vegetación termófila rica en especies típicamente mediterráneas (encina, enebro de la miera y cornicabra), formando manchas boscosas que conviven con centenarios sistemas de cultivo en bancale (viñedo, olivar y almendro). Por su parte, sobre la fría y antropizada penillanura se extiende un tradicional espacio agrario en el que se intercalan cultivos y prados entre cortinas de piedra, pastos de valle y montes adehesados con vegetación tanto mediterránea como subatlántica, esto es, encinares, alcornocales, quejigares y rebollares (Marino *et al.*, 2014).

En lo que respecta a los usos del suelo, cabe destacar en el paisaje actual la impronta de una actividad tradicional agrosilvopastoril. Hasta bien entrada la década de 1970 predominaba en la comarca de Sayago una economía en la que agricultura y ganadería eran interdependientes y donde la alimentación de los animales se realizaba mayoritariamente a través del pastoreo. La agricultura se llevaba a cabo en las tierras de labor cerradas y particulares cercanas al pueblo. Allí se sembraban cereales forrajeros, nabos, patatas y algunos productos hortícolas. En las tierras comunales del arribanzo se cultivaba centeno hasta la misma orilla del Duero. Por su parte, la ganadería se practicaba en los prados inmediatos al pueblo y, sobre todo, en los valles (pastos ribereños) y montes comunales. Se trataba fundamentalmente de ovejas y cabras. En el último medio siglo, los cambios acaecidos en las actividades agrarias han sido el total abandono de las prácticas agrícolas en las tierras del común y la especialización ganadera, que sigue pastoreando en valles y montes comunales. Sin embargo, el proceso de envejecimiento y despoblamiento ha descendido considerablemente la presión sobre el territorio, lo que ha provocado una importante

regeneración de la vegetación en los montes comunales (Marino *et al.*, 2016).

3. Metodología

El método empleado para la valoración del patrimonio geomorfológico se basa en los trabajos desarrollados desde 2005 por diversos miembros del Grupo de Investigación Reconocido "PANGEA", adscrito a la Universidad de Valladolid. Así, ya se han aplicado y validado por dicho equipo de trabajo metodologías para el inventario y valoración de lugares de interés geomorfológico en otros espacios naturales protegidos. El procedimiento diseñado por este grupo de investigadores se fundamenta en una triple valoración de los LIGm, en la que se evalúan por separado sus valores científicos o intrínsecos (puramente geomorfológicos), culturales o añadidos (que suman valores a los elementos naturales) y de uso y gestión (Serrano *et al.*, 2009). La aplicación de esta metodología siempre se ha llevado a cabo sobre la totalidad o una gran parte del espacio natural protegido: el Macizo Central de los Picos de Europa (Serrano y González Trueba, 2005; González Trueba, 2006; González Trueba y Serrano, 2008), el área de Tiermes Caracena (Serrano *et al.*, 2006), el Parque Natural de las Hoces del Alto Ebro y Rudrón (Serrano *et al.*, 2009) y el Parque Natural de Valderejo (González Amuchastegui *et al.*, 2014). Esta utilización a escala regional conlleva, no obstante, una selección sucinta de los lugares de interés geomorfológico, y a veces sesgada por los conocimientos previos que se tienen de los espacios naturales en cuestión.

Por tanto, para adaptar este método de trabajo a una escala local es necesario realizar previamente un inventario y una clasificación de las formas del relieve pormenorizada y jerarquizada en niveles, a partir de los cuales se selecciona de forma objetiva los LIGm. Al respecto, sobresale el sistema de adquisición e inventario de información geomorfológica aplicado por Martín-Duque *et al.* (2010, 2012) en los espacios naturales de Covalagua y Las Tuerces (Palencia), como parte integrante de

una herramienta de planificación orientada a la gestión del espacio protegido. Esta forma de catalogar la información geomorfológica atiende a un criterio ecológico y paisajístico y está dirigida a garantizar una respuesta homogénea de los aspectos abióticos ante la ordenación, el uso y la gestión como espacio natural.

En definitiva, se han conjugado ambos sistemas para desarrollar una metodología de trabajo a escala local y aplicable en cualquier espacio natural que consta de seis fases:

- 1ª) Caracterización geomorfológica y elaboración del mapa geomorfológico. Una vez seleccionada el área de estudio se lleva a cabo el reconocimiento de las formas del relieve y se elabora el mapa geomorfológico detallado a escala 1:25.000. En concreto, durante el trabajo de campo se realizaron levantamientos de croquis morfológicos que posteriormente fueron contrastados con la información obtenida a partir de la fotointerpretación de imágenes aéreas del Vuelo Nacional de España (1980-1986) y de las ortofotografías digitales del PNOA de 2014. Finalmente, el diseño y la digitalización de las diversas formas de relieve se efectuó mediante Corel-Draw GSX7. El sistema de proyección de coordenadas utilizado ha sido el ETRS89 DATUM y UTM 30.
- 2ª) Inventario de las formas del relieve y clasificación geomorfológica. Tras la realización del mapa geomorfológico se procede al inventario y clasificación de las formas y procesos en niveles jerarquizados (conjuntos, unidades y elementos). El elemento básico lo constituye la unidad geomorfológica homogénea a la que se le asigna un código numérico (arábigo). Las unidades geomorfológicas puestas en relación engloban varias formas del relieve que aportan contexto al paisaje, definiendo de este modo los conjuntos geomorfológicos que se identifican mediante un código numérico (romano). Por último, las unidades geomorfológicas pueden caracterizarse por formas del relieve singulares, definidas como elementos geomorfológicos de interés que se distinguen con un código alfabético (Martín-Duque *et al.*, 2010, 2012).
- 3ª) Selección de los Lugares de Interés Geomorfológico. Se trata de distinguir las formas del relieve más reseñables y su clasificación en lugares o elementos y en singulares o representativos, para establecer a continuación el listado definitivo de LIGm. Se definirán como lugares aquellas formas del relieve con mayor complejidad y extensión superficial, mientras que el tratamiento de elemento se reducirá a formas simples e individualizadas. Cuando sean formas excepcionales se designarán los lugares o elementos como singulares, mientras que serán representativos cuando se trate de una forma significativa entre otras muchas de similares características (Serrano *et al.*, 2009).
- 4ª) Descripción de los principales valores de los LIGm. Para cada espacio catalogado se redacta una ficha descriptiva en la que se sintetizan los aspectos fundamentales desde el punto de vista de sus valores geomorfológicos (tipo de LIGm, génesis, morfología, dinámica, cronología, interés y atribución del LIGm) como de aquellos otros relacionados con su posible uso y gestión, a saber, contenido cultural, accesibilidad, grado de interés, estado de conservación, usos actuales, comunicaciones, infraestructuras, impactos y situación legal (González Trueba, 2006).
- 5ª) Evaluación de los LIGm. Se aplica una triple puntuación por separado en cada uno de los LIGm elegidos: valores intrínsecos o científicos (puramente geomorfológicos), valores añadidos o culturales (paisajísticos, culturales, didácticos, científicos y turísticos) y valores de uso y gestión, esto es, su potencialidad como recurso patrimonial (González Trueba, 2006; Serrano *et al.*, 2009; Becerra, 2013; González Amuchastegui *et al.*, 2014).

Los valores intrínsecos o científicos evaluados son: la génesis (procesos que han intervenido en su formación), las morfoestructuras (número de formas que componen el LIGm), las formas de erosión (procesos que evidencian la erosión), las formas de acumulación (procesos de acumulación), las dinámicas heredadas y los procesos actuales (elementos heredados testigos de procesos del pasado y funcionales), la cronología (periodos o fases genéticas representadas), la litología (tipos de rocas y depósitos reconocidos), las estructuras geológicas y las sedimentarias (número de estructuras visibles). Por cada elemento reconocido en cada uno de los valores estudiados se asigna 1 punto hasta un máximo de 5. Posteriormente, la puntuación total obtenida de 50 puntos se barema sobre 10 para compararla con los otros.

Por lo que respecta a los valores añadidos o culturales, se examinan: la consideración escalar paisajística y estética, los elementos patrimoniales (monumentos, yacimientos, poblaciones, construcciones populares, elementos etnológicos, etc.), los aspectos culturales (mitos, leyendas, literatura, pintura, etc.), las fases históricas de uso y ocupación, los contenidos pedagógicos y docentes, los niveles educativos, las áreas científicas con valor significativo, la representatividad científica, los contenidos turísticos (histórico-artístico, activo como excursionismo u otros, paisajísticos, carteles-paneles explicativos, esparcimiento-relax, etc.) y la capacidad de atracción turística. Como en el caso anterior, se otorga un punto por cada elemento hasta un máximo que varía entre 5 y 10 según el tipo de elemento. La calificación total obtenida es de 70 puntos y también se equipara finalmente a 10.

Los valores de uso y gestión considerados han sido: accesibilidad, fragilidad, vulnerabilidad, intensidad de uso, riesgo de degradación, impactos, condiciones de observación, límites de cambio aceptables, servicios y equipamientos y potencial

económico. Para su evaluación se emplea una escala del 0 al 2, representado el 2 un valor positivo que facilita su uso y el 0 un negativo que dificulta su gestión. La cifra máxima alcanza los 20 puntos y se calcula sobre 10.

- 6ª) Valoración de los LIGm a partir de la calificación lograda. Se analizan los guarismos y a tenor de ellos se ofrece una orientación de uso y gestión del LIGm. Por último, según los valores conseguidos se establece una clasificación en tres tipos de LIGm: de alto valor, cuando la calificación es superior a 7, medio cuando se halla entre 7 y 3,5 y finalmente bajo cuando sea inferior a 3,5 (González Trueba, 2006).

4. Resultados

4.1. Caracterización geomorfológica y elaboración del mapa geomorfológico

Desde el punto de vista geomorfológico, los Arribes del Duero se encuadran dentro de la penillanura granítica zamorano-salmantina, una gran superficie de erosión poligénica resultado del arrasamiento de la cordillera herciniana ibérica. Presenta una forma alomada u ondulada, derivada de unos procesos erosivos protagonizados por la alteración, el lavado y la erosión fluvial bajo unas condiciones templado-húmedas. Se trata, además, de un ejemplo de conjunto multicíclico y escalonado, resultado de un descenso relativo del nivel de base, rejuvenecimiento de la red y reactivación del paisaje (Vidal y Twidale, 1998). Dentro de los límites del espacio natural protegido se han identificado seis niveles erosivos distribuidos suavemente escalonados hacia el Oeste como consecuencia del basculamiento de la Meseta hacia el Atlántico y, por tanto, con edades posteriores al Oligoceno (Sanz y Rubio, 2000).

En el Bajo Sayago se han reconocido y cartografiado tres de esos niveles, de distinta edad y posición topográfica. Se corresponden con los niveles más modernos, toda vez que están

situados a menor altitud y mayor cercanía al río Duero, que marca el actual nivel de base. La más antigua de las superficies de erosión, de edad finimiocena y en una posición topográfica superior, aparece al Nordeste de Fornillos de Fermoselle sobre el Cerro de La Jebra, que con 765 m alcanza la máxima cota del área analizada. Este altozano representa un pequeño retazo de un nivel de superficie de erosión que se extiende de manera más amplia hacia el Este y Sureste, esto es, hacia el interior de la penillanura, a una altitud constante de 780-760 m. Un nivel inferior se encaja del orden de los 20-30 m bajo el anterior que, *grosso modo*, constituye el último gran escalón de la superficie de erosión poligénica. Se extiende topográficamente entre los 750-680 m de altitud a modo de estrecha banda paralela al curso del Duero, entre este río y el nivel de superficie erosiva anterior, mostrando el paulatino proceso de encajamiento de la red fluvial actual, con la que se halla fuertemente relacionada. Por su posición topográfica entre la superficie de erosión finimiocena y las terrazas holocenas del río Tormes a su salida del embalse de Almendra, se le atribuye una edad plio-pleistocena (Sanz y Rubio, 2000). La última superficie de erosión aparece, ya de forma discontinua y muy estrechamente relacionada con el encajamiento del Duero, bajo el nivel anterior a una altitud de 640-660 m. Por su posición topográfica entre el nivel plio-pleistoceno e inmediatamente por encima de las exiguas terrazas cuaternarias del río Tormes, se adscribe al Pleistoceno (Sanz y Rubio, 2000). Los retazos más importantes están emplazados en los principales meandros del Duero, concretamente en Pinilla de Fermoselle (paraje de El Peñín) y en Mámoles (paraje de El Raso), por lo que queda patente la ligazón entre el proceso de modelado de la superficie de erosión y la fase definitiva de encajamiento del río Duero. Lo mismo sucede con otros pequeños fragmentos como los presentes en Peña Gazón (Torregamones de Sayago), Peña el Águila (Cozcurrita) y El Cortorrón (Mámoles). Al ser el último escalón de la superficie de erosión poligénica y por su estrecha vinculación con el encajamiento definitivo del Duero está en contacto directo

con la línea de cambio brusco de pendiente que separa la penillanura y la garganta fluvial. La edad de esta debe ser, por tanto, inmediatamente posterior al último nivel y su estado actual debe ser bastante reciente, es decir, Holoceno (Sanz y Rubio, 2000).

Sobre el monótono perfil de la penillanura tan sólo destacan topográficamente y de manera más o menos aislada algunos relieves residuales a modo de montes-isla, también denominados inselbergs. Se originan por erosión diferencial y pueden estar asociados a diversos sistemas morfoclimáticos. En la penillanura zamorano-salmantina su edad de formación se inscribe entre las de las superficies erosivas que las acotan, abarcando ampliamente el Neógeno. A partir de la tipología establecida para el sector salmantino de la penillanura (Sanz y Rubio, 2000), se han identificado cuatro tipos de montes-isla o inselbergs: lineales, de cumbre plana, cónicos y dómicos.

Los montes-isla lineales se definen como relieves residuales rectilíneos de resistencia, conocidos localmente como sierros. El único reseñable aparece unido a un dique de cuarzo presente en el paraje de El Carrascalico (entre las localidades de Fariza y Mámoles), con más de 1 km de longitud y dirección NO-SE.

Por otro lado, los montes-isla de cumbre plana se distinguen por conservar en su parte cacuminal un nivel pretérito terciario, que comportándose a modo de coraza no se ve afectado por la erosión fluvial, quedando en resalte. Este hecho se puede observar en el paraje de Valduyán, al Oeste de Fornillos de Fermoselle, donde los depósitos oligocenos han permanecido impertérritos sobre un zócalo paleozoico que iba siendo incidido y desmantelado (por el arroyo de la Setera y del Perero a levante y poniente respectivamente), sobresaliendo por encima de este último.

A diferencia de los anteriores, los montes-isla cónicos se suelen desarrollar allí donde un elemento estructural genera una resistencia puntual a la erosión. En el Teso de la Calera, al Norte de Pinilla de Fermoselle, una capa de caliza cristalina ofrece una resistencia puntual

respecto al resto de los materiales metamórficos que configuran la superficie de erosión pleistocena. En el Cerro de la Ermita de San Miguel, también en las inmediaciones de Pinnilla de Fermoselle, son los materiales graníticos los que tienen una resistencia mayor que los metamórficos de la superficie de erosión pleistocena sobre la que se elevan.

Por otro lado, los montes-isla dómicos presentan una litología semejante a los materiales circundantes y se singularizan por un aspecto más redondeado y pendientes menos pronunciadas que el resto de los inselbergs. Por lo tanto su origen, a diferencia de los otros, no obedece a una erosión diferencial de tipo litológico, sino a mantenerse relativamente alejado de los cauces fluviales. Por ejemplo, en el Cerro de la Ermita del Castillo (término municipal de Fariza) la fracturación ha guiado el encajamiento de los arroyos y despunta la zona interior. En otros casos, estos montes-isla constituyen pequeños resaltes aislados entre arroyos a modo de interfluvios y al borde del cambio brusco de pendiente que delimita la garganta fluvial del Duero. Por último, este tipo de inselbergs domina las zonas de berrocal conformando cerros graníticos elevados sobre valles o pasillos de arenización adaptados a fracturas a donde van a parar los materiales denudados.

Frente a todo este conjunto de formas heredadas aparece otro exhumado recientemente por una joven red fluvial, que ha desmantelado parte de las alteritas que fosilizaban la superficie de erosión poligénica y resultado de un modelado original: los berrocales graníticos. Este paisaje se caracteriza por una gran complejidad que se manifiesta en su aspecto exterior caótico fruto de la interferencia de varios procesos que originan un rosario de formas de modelado, entre las que se distinguen las macroformas graníticas (lancharas, bolos y torres), resultado de la exhumación de los distintos niveles más o menos arenizados, y las microformas graníticas (pilas, acanaladuras, cuevas, tafoni, rocas pedestal y bloques hendidos) modeladas posteriormente sobre las primeras (Figura 2).

Para finalizar, y respecto a las formas derivadas en sentido estricto de las acciones fluviales, se diferencian las de acumulación, desarrolladas sobre la penillanura (pequeñas llanuras aluviales y exiguas terrazas), y las de erosión, esculpidas sobre las escarpadas vertientes de la garganta fluvial del Duero (valles en V, marmitas de gigante, cascadas, rápidos y barrancos de incisión lineal). Estos últimos progresan rápidamente sobre la penillanura a partir de la feroz erosión remontante llevada a cabo por los arroyos desde el nivel de base establecido por el propio Duero.

Tras un exhaustivo trabajo de campo necesario para realizar el estudio geomorfológico, se ha elaborado el mapa geomorfológico detallado a escala 1:25.000 (Figura 3), cuyo diseño se basa en el sistema cartográfico francés, en concreto, el método RCP nº 77 (Recherche Coopérative sur Programme) del Centre National de la Recherche Scientifique (Joly, 1997). En dicho mapa se representan: las litologías del basamento paleozoico (fundamentalmente gneises y granitos), las formas estructurales derivadas del roquedo, tres niveles de superficies de erosión labradas sobre la penillanura y las formas y depósitos de origen fluvial correspondientes a la cuenca media del río Duero. En particular, se han reconocido sobre el terreno y cartografiado un fragmento de la superficie de erosión de edad finimiocena y hasta 10 retazos del nivel más reciente, esto es, pleistoceno. El resto está dominado por un nivel intermedio de edad plio-pleistocena que se extiende de modo generalizado. También se han inventariado los siguientes tipos de inselbergs: uno rectilíneo localizado en El Carrascalico, otro de cumbre plana (Valduyán), 5 cónicos y 70 dómicos. Las formas graníticas presentan una gran diversidad, entre las cuales destacan los dorsos de ballena (52) y los nubbins (48), recubiertos en muchos casos por piedras caballerías (29). Menos frecuentes son los domos (1), los tors (7) y los alveolos de arenización (4), que sirven de emplazamiento a varios pueblos. Por último, respecto a las formas y depósitos de origen fluvial sobresalen en número los barrancos de incisión lineal sobre la garganta fluvial (165) y en belleza



Figura 2: Imágenes de algunas de las formas del relieve más destacadas del área de estudio. A: Penillanura zamorano-salmantina. B: Bolos graníticos. C: Domo granítico. D: Garganta fluvial del Duero E: Pilancones.

Figure 2. Pictures of some of the most outstanding landforms of the study area. A. Zamorano-salmantina Peneplain. B. Nubbins. C. Bornhardt. D. Duero Gorge. E. Gnammas.

paisajística las cascadas y los rápidos de agua (4). En total se han utilizado 23 símbolos para plasmar todas las formas estructurales y de modelado mencionadas.

4.2. *Inventario de las formas del relieve y clasificación geomorfológica*

Concluido el mapa geomorfológico de la zona de estudio se procede a la clasificación geomorfológica del inventario, la cual es jerárquica y se realiza siguiendo tres niveles: unidades, conjuntos y elementos. En concreto, se han identificado 15 unidades, cada una

de las cuales guarda relación con una forma del relieve con representatividad territorial (Tabla 1). Dos conjuntos geomorfológicos: I. Llanuras erosivas; II. Cortado fluvial con vertientes escarpadas (Tabla 2). Y, finalmente, 16 elementos que aportan un nivel adicional de información y no son específicos de cada unidad, sino que pueden desarrollarse sobre varias de ellas (Tabla 3).

Una vez organizada la información geomorfológica, fundamental para la posterior selección de los LIGm, se ha estructurado también la documentación que hace referencia a la diversidad geológica y a la evolución genética de

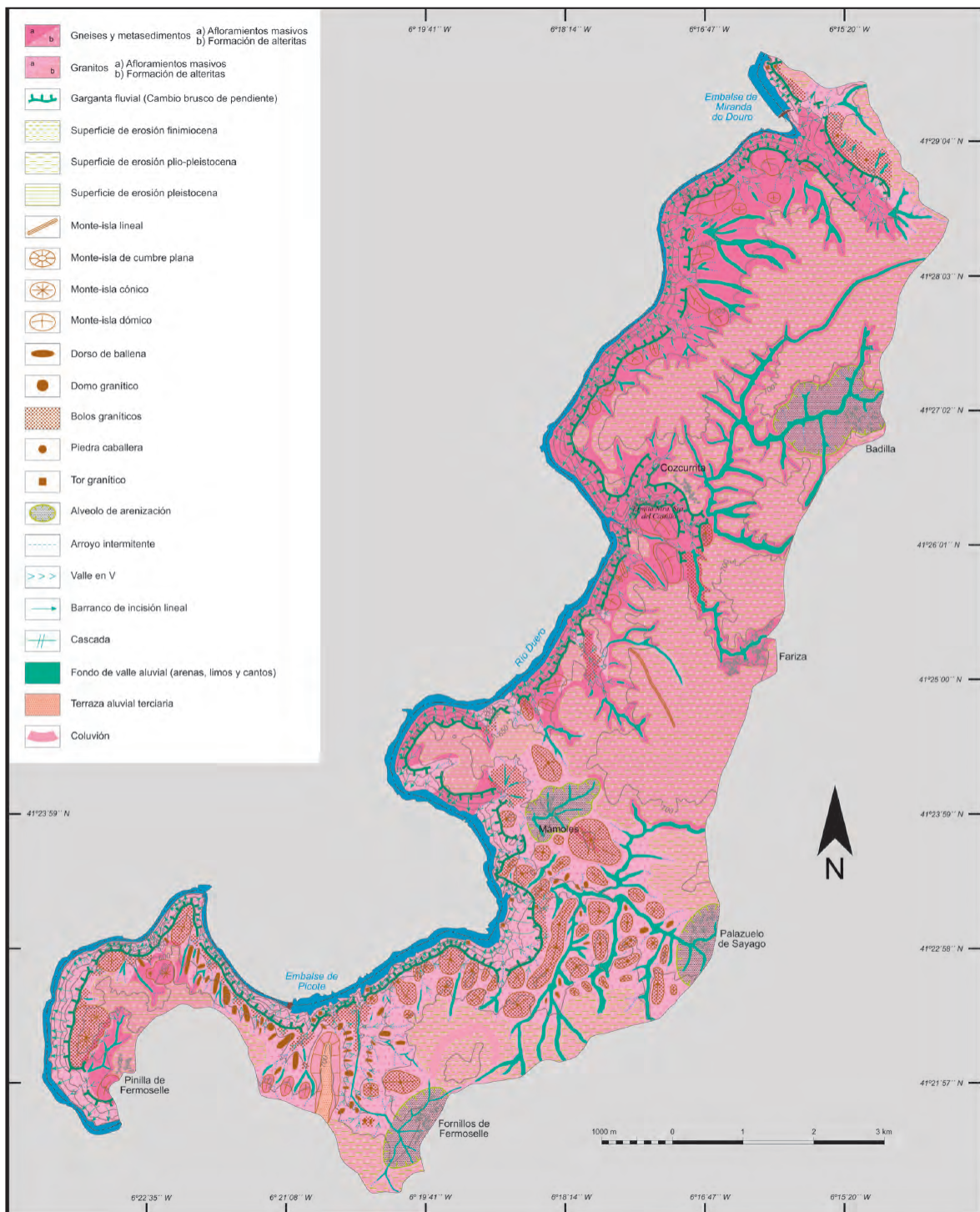


Figura 3: Mapa geomorfológico del área de estudio seleccionada dentro del Parque Natural de Arribes del Duero.
 Figure 3. Geomorphological map of the selected study area within the Natural Park of Arribes del Duero.

Tabla 1: Clasificación geomorfológica del inventario. Unidades geomorfológicas homogéneas.

Table 1. Geomorphic classification of the inventory. Geomorphic units.

Código	Denominación (tipo de terreno)	Terminología geomorfológica		Denominación local
		Internacional	Español	
1	Llanura erosiva (Nivel I)	Penepplain	Superficie de erosión (finimiocena)	Llanuras
2	Llanura erosiva (Nivel II)	Penepplain	Superficie de erosión (plio-pleistocena)	Llanuras
3	Llanura erosiva (Nivel III)	Penepplain	Superficie de erosión (pleistocena)	Llanuras
4	Relieve residual largo y estrecho	Inselberg	Monte-isla lineal	Sierros
5	Relieve residual aplanado	Inselberg	Monte-isla de cumbre plana	Oteros
6	Relieve residual cónico	Inselberg	Monte-isla cónico	Tesos, Tesicos
7	Relieve residual cóncavo	Inselberg	Monte-isla cóncavo	Cerros, Cabezas, Picones
8	Caos de bloques graníticos	Boulder field	Berrocal	Barrocales
9	Depresiones ovaladas	Alveoles alteration	Alveolo de arenización	Navas
10	Depresiones lineales	Depression alteration	Pasillo de arenización	Navas
11	Valles pequeños estrechos y alargados	Cut	Valle en V	Barrancas, Regatos, Colagas
12	Llanuras fluviales	Foodplain	Fondo de valle aluvial	Riberas
13	Depósitos aluviales terciarios colgados	Terraces	Terraza aluvial terciaria	Oteros
14	Laderas recubiertas por derrubios	Colluvium	Coluvión	Cuestas
15	Cortado fluvial con vertientes escarpadas	Gorge	Garganta fluvial	Fayas, Costas, Cuestas

las formas del relieve. El objetivo de esta tarea es doble: por un lado, completar el inventario estrictamente geomorfológico con criterios paisajísticos realizado anteriormente; y por otro, clasificar la geodiversidad para llevar a cabo en la fase correspondiente una evaluación objetiva de todos los valores científicos en cada uno de los LIGm. Para esta operación se ha seguido la propuesta metodológica desarrollada por Serrano y Ruiz (2007) en la comarca de Tierras Caracena (Soria).

La diversidad geológica está compuesta por dos elementos: tectónicos y litológicos. Los elementos tectónicos derivan aquí de la orogénesis varisca que dio lugar a diversas estructuras antiguas: fracturas, anticlinales, domos y cuerpos intrusivos sintectónicos. Al margen queda una estructura acinal ligada a una etapa de calma tectónica posterior (Oligoceno).

Los litológicos están ordenados siguiendo un criterio cronológico, de tal forma que se agrupan las rocas por grupos o series y se ordenan cronológicamente de más antiguas a más modernas (Tabla 4).

La clasificación de la evolución morfológica del relieve se ha hecho tomando como referencia las unidades geomorfológicas homogéneas establecidas anteriormente (Tabla 1). Se han añadido algunos elementos geomorfológicos de interés, en concreto, los asociados a las formas fluviales erosivas, puesto que el resto (las derivadas del modelado granítico) se incluyen dentro de la unidad geomorfológica del barrocal. Siguiendo un criterio cronológico se han colocado todas las formas del relieve desde la edad más antigua a la más reciente, y se han añadido los caracteres fundamentales para cada una de ellas (Tabla 5).

Tabla 2. Clasificación geomorfológica del inventario. Conjuntos geomorfológicos.

Table 2. Geomorphic classification of the inventory. Geomorphic groups.

Código	Denominación (tipo de terreno)	Terminología geomorfológica		Denominación local
		Internacional	Español	
I	Llanuras erosivas	Peneplain	Penillanura	Llanuras
II	Cortado fluvial con vertientes escarpadas	Gorge	Garganta fluvial	Arribes, Arribas, Arribanzos

Tabla 3. Clasificación geomorfológica del inventario. Elementos geomorfológicos de interés.

Table 3. Geomorphic classification of the inventory. Geomorphic elements of interest.

Código	Denominación (tipo de terreno)	Terminología geomorfológica		Denominación local
		Internacional	Español	
A	Grandes y compactos afloramientos subhorizontales de granito	Bornhardts	Dorsos de ballena	Lastras, Lastrones, Lanchares
B	Grandes y compactos afloramientos curvos de granito	Bornhardts	Domos graníticos	Lastras, Lastrones, Lanchares
C	Pequeños residuales graníticos acastillados	Castle koppies	Rocas acastilladas	Torres
D	Colinas recubiertas por bolos graníticos	Nubbins	Bolos graníticos	Bolos
E	Bolo granítico cacuminal	Tor	Piedra caballera	Bolos
F	Pedestal de una piedra caballera	Plinth	Plinto	-
G	Torres ruiformes	Tors	Torres graníticas	Torricas
H	Concavidades ovoides sobre superficies graníticas subhorizontales	Weathering pits, Gnammas	Pilas o pilancones	Pilacas
I	Surcos sobre superficies graníticas subverticales	Grooves	Acanaladuras	-
J	Cavidades rocosas	Caves	Cuevas	Cuevos
K	Oquedades rocosas	Tafoni	Tafoni	Viseras, Solapos
L	Pilares graníticos con forma de seta	Mushroom rocks	Rocas pedestal	Setas
M	Bloques graníticos separados en dos	Split blocks	Bloques hendidos	-
N	Pilas fluviales	Kettles	Marmitas de gigante	Cadozos
O	Salto de agua	Waterfalls	Cascadas y rápidos	Cachón, Cachonera
P	Incisiones lineales sobre las vertientes de la garganta fluvial	Linear incision ravine	Barrancos de incisión lineal	Regatos, Regateras, Colagas

Tabla 4. Diversidad geológica.
Table 4. Geologic diversity.

1. TECTÓNICA Y ESTRUCTURA			
Tectónica	Orogenia hercínica	Estructuras antiguas	
Estructuras	Fracturas tardihercínicas	1ª familia de fallas NO-SE a O-E	
		2ª familia de fallas NE-SO a NNE-SSO	
	Anticlinales	Antiforme de fase III Chaves-Miranda do Douro	
	Aclinales	Cobertera oligocena	
	Otras	Domo gneísico del Tormes Sills y diques	
2. ELEMENTOS LITOESTRATIGRÁFICOS			
CRONOLOGÍA Y SERIES O GRUPOS		LITOLOGÍA	
Precámbrico-Cámbrico	Serie gneísica		Gneises glandulares biotíticos, gneises glandulares leucocráticos y gneises de glándulas dispersas
	Serie metasedimentaria	Unidad inferior	Migmatitas, metatexitas y diatexitas
		Unidad superior	Pegmatitas, anfibolitas, metapelitas y rocas de skarn
	Granitoides prehercínicos		Granitos porfídicos
Paleozoico-Hercínico	Granitoides		Leucogranitos de grano fino y leucogranitos de grano medio-grueso
	Rocas ígneas básicas e intermedias		Tonalitas, dioritas y monzonitas
	Rocas filonianas		Diques de cuarzo, aplitas y pegmatitas
Cenozoico	Oligoceno		Conglomerados, arenas y lutitas
Cuaternario	Pleistoceno		Aluviones y coluviones
	Holoceno		Aluviones y coluviones

Tabla 5. Génesis y diversidad de las formas de relieve.
Table 5. Genesis and diversity of landforms.

EDAD	FORMAS		CARACTERES
Oligoceno	Fluviales	Terraza aluvial	Aterrazamiento culminante sobre depósitos terciarios del primitivo río Tormes
Mioceno	Erosivas	Superficie de erosión I	Retazo presente en la parte más elevada de la zona de estudio
Mioceno-Plioceno	Erosivas	Monte-isla lineal	Modelado sobre diques de cuarzo
		Monte-isla de cumbre plana	Modelado sobre depósitos oligocenos
		Monte-isla cónico	Modelado sobre materiales puntualmente más resistentes
		Monte-isla dómico	Asociado a nubbins (colinas recubiertas por bolos graníticos)
Plioceno-Pleistoceno	Erosivas	Superficie de erosión II	Dominante en la zona de estudio
Pleistoceno	Erosivas	Superficie de erosión III	Muy poco representada
Pleistoceno-Holoceno	Graníticas	Berrocal	Gran diversidad de formas graníticas
		Alveolo de arenización	Asociado a fracturas
		Pasillo de arenización	Asociado a fracturas
	Fluviales	Garganta fluvial	Profundo encajamiento del río Duero que ha originado las escarpadas vertientes conocidas como arribes
		Valles en V	Encajamientos de los arroyos tributarios del Duero en sus tramos finales
		Marmitas de gigante	En valles en V sobre granitos y gneises
		Cascadas y rápidos	Desarrolladas en el cambio brusco de pendiente entre la penillanura y los arribes
	Laderas	Coluvión	Articula niveles de superficie de erosión
Barrancos de incisión lineal		En las vertientes escarpadas de la garganta fluvial	
Holoceno	Fluviales	Fondo de valle aluvial	Ocupan los fondos de los valles sobre la penillanura

4.3. Selección de LIGm en el Parque Natural de los Arribes del Duero

La selección de los Lugares de Interés Geomorfológico se ha realizado tomando en consideración criterios de representatividad y singularidad, diferenciando cuatro tipos de LIGm a tenor de la combinación entre lugares o elementos y representativo o singular.

A partir de la clasificación geomorfológica del inventario y siguiendo los criterios de representatividad y singularidad, se han elegido nueve Lugares de Interés Geomorfológico (Figura 4) que destacan por los valores reconocidos de forma detallada durante la fase de trabajo de campo. En ellos están representados todos los niveles jerárquicos establecidos en la fase de inventario (Tabla 6). En concreto, se han distinguido cinco lugares representativos y un lugar singular, así como un elemento singular y dos elementos representativos, con diferentes morfologías y tamaños en función de sus características geomorfológicas.

4.4. Descripción de los principales valores de los Lugares de Interés Geomorfológico

La descripción de los Lugares de Interés Geomorfológico recoge los aspectos esenciales del espacio catalogado como LIGm desde el punto de vista de sus valores geomorfológicos como aquellos otros relacionados con su

posible uso y gestión. Para cada LIGm escogido se ha realizado una ficha descriptiva (Tabla 7), elaborada a partir de una propuesta aplicada por Serrano y González Trueba (2005) y González Trueba (2006) en el Parque Nacional de los Picos de Europa.

Los LIGm nº 1 (“Peña Gazón y valle de Peña la Galga”) y nº 2 (“Las Barrancas”) constituyen sendos lugares representativos de la garganta fluvial del Duero, encajada del orden de 250 m sobre la penillanura. Los arroyos de Peña la Galga y el Pisón, respectivamente, salvan el brusco cambio de pendiente labrando un profundo y estrecho valle, donde son frecuentes los saltos de agua (pequeñas cascadas y rápidos) y las marmitas de gigante, a la vez que exhuman berrocales y otros relieves residuales (nubbin granítico de El Castillo y gneísico de El Modorro). En el interior de la garganta fluvial se originan tors (Torrica del Castiello) y grandes paredes graníticas verticales (Peña del Dos).

Por su parte, los LIGm nº 5 (“Los Barrocales”), nº 7 (Dorsos de ballena y domos graníticos) y nº 9 (“Cerro de San Miguel”) son lugares representativos de las formas graníticas. El primero está compuesto por colinas estrechas y alargadas recubiertas por bolos graníticos de gran tamaño (nubbins) y separadas entre sí por pasillos de arenización adaptados a líneas de debilidad estructural; suelen estar corona-

Tabla 6. Listado de Lugares de Interés Geomorfológico.

Table 6. Geomorphosites list.

Nº LIG	Nombre	Códigos geomorfológicos			Tipo de LIG
		Unidades	Conjuntos	Elementos	
1	Peña Gazón y valle de Peña la Galga	15, 11, 3, 8	I, II	D, E, G, P	Lugar representativo
2	Las Barrancas	15, 11, 2, 7, 8	I, II	O, N, D, E, P	Lugar representativo
3	Sierro del Carrascalico	4, 14, 2	II	-	Elemento representativo
4	Lastras de Aguas Bravas	15, 12, 8	I	O, G	Elemento singular
5	Los Barrocales	8, 10, 9, 12	II	D, E, F, H, I, J, K, L, M	Lugar representativo
6	Terraza terciaria de Valduyán	13, 5, 14, 1	II	-	Lugar singular
7	Dorsos de ballena y domos graníticos	8	I, II	A, B, C, H, I, J, K, L, M	Lugar representativo
8	Teso de la Calera	6, 3, 14	II	-	Elemento representativo
9	Cerro de San Miguel	7, 3, 15, 14	I, II	D, H, I, J, K, L, M	Lugar representativo

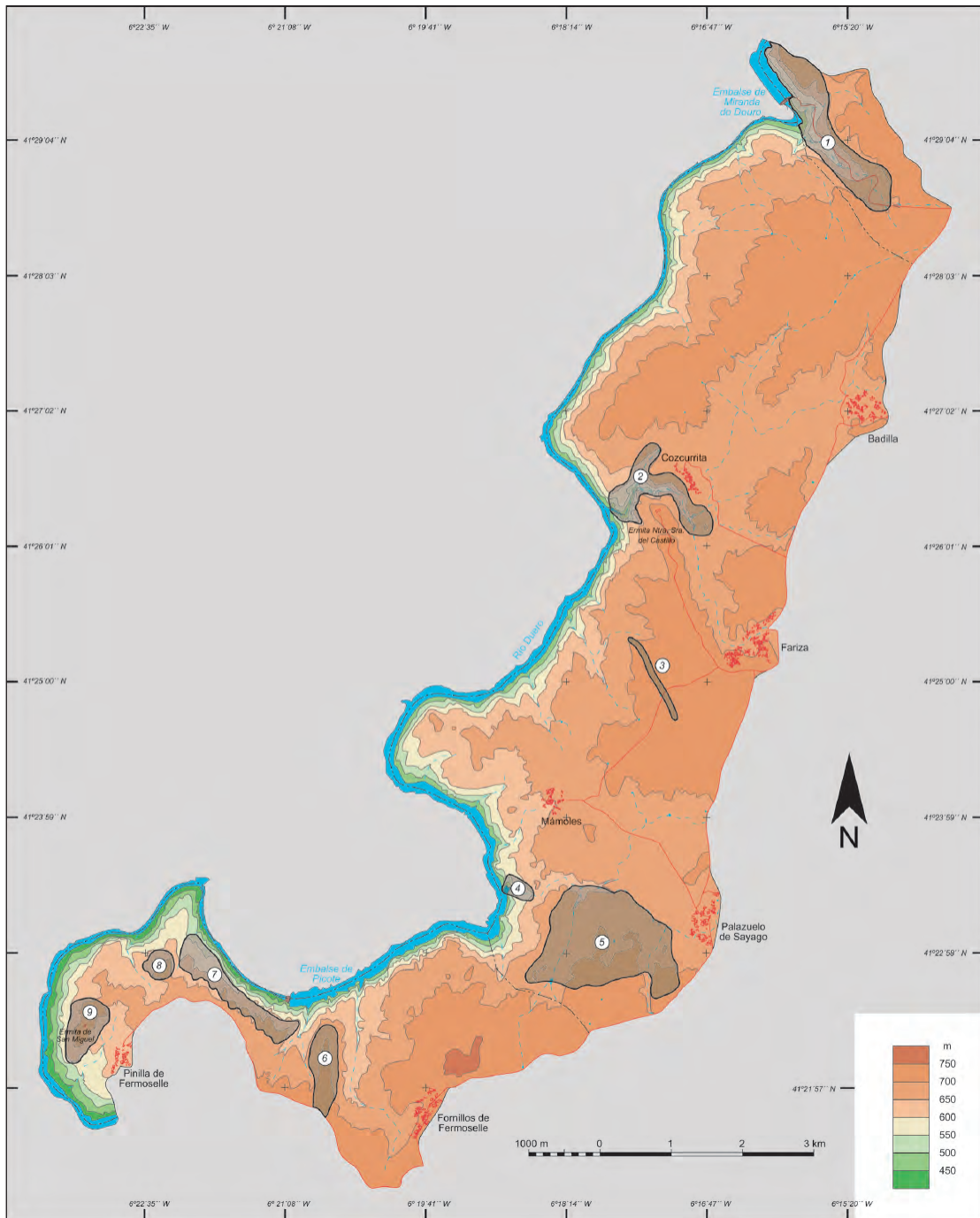


Figura 4: Mapa de localización e inventario de los Lugares de Interés Geomorfológico. 1. Peña Gazón y valle de Peña la Galga. 2. Las Barrancas. 3. Sierra del Carrascalico. 4. Lastras de Aguas Bravas. 5. Los Barrocales. 6. Terraza terciaria de Valduyán. 7. Dorsos de ballena y domos graníticas entre Fornillos de Fermoselle y Pinilla de Fermoselle. 8. Teso de la Calera. 9. Cerro de San Miguel.

Figure 4. Map of location and inventory of geomorphosites. 1. Peña Gazón and valley of Peña la Galga. 2. Las Barrancas. 3. Sierra del Carrascalico. 4. Lastras de Aguas Bravas. 5. Los Barrocales (The Boulder Field). 6. Tertiary terrace of Valduyan. 7. Whale backs and bornhardts between Fornillos de Fermoselle and Pinilla de Fermoselle. 8. Calera Inselberg. 9. San Miguel Inselberg.

Tabla 7. Modelo de ficha descriptiva de los Lugares de Interés Geomorfológico.

Table 7. Geomorphosites description card model.

Lugar de Interés Geomorfológico: Descripción			
Identificación	Nombre:	Lugar:	Nº:
Situación	Tº municipal:	Coordenadas:	Altitud:
Geomorfología	Tipo		
	Génesis		
	Morfología: Descripción, morfoestructuras, erosión, sedimentación.		
	Dinámica		
	Cronología		
	Interés principal		
	Interés secundario		
	Atribución del LIG		
	Usos	Contenido cultural	
Accesibilidad			
Grado de interés			
Estado de conservación			
Usos actuales			
Comunicaciones			
Infraestructuras			
Impactos			
	Situación legal		
Mapa de localización del LIGm dentro del área de estudio		Mapa geomorfológico de detalle del LIGm y su entorno inmediato	

dos por una piedra caballera apoyada sobre un plinto. En el segundo, la morfología de los dorsos de ballena obedece al predominio de un diaclasado subhorizontal, mientras que la de los domos graníticos responde a un diaclasado curvo, siendo frecuente la presencia de residuos de denudación de losas convexas. También, sobre todas las superficies graníticas es frecuente el desarrollo de pilas, acanaladuras, cuevas y tafoni, así como la existencia de rocas pedestal y bloques hendidos. Por último, el “Cerro de San Miguel” representa un monte-isla dómico recubierto de bolos graníticos, que se ha originado al mantenerse relativamente alejado de los cauces fluviales, cuyo encajamiento sigue la fracturación tardihercínica.

Los LIGm nº 3 (“Sierro del Carrascalico”) y nº 8 (“Teso de la Calera”) son elementos representativos de afloramientos litológicos que sobresalen sobre el monótono perfil de la penillanura. El primero se trata de un monte-isla largo y estrecho asociado a un dique de cuarzo con más de 1 km de longitud y dirección NO-SE, mientras que en el segundo una capa de caliza cristalina de 15 m de espesor ofrece una resistencia puntual respecto al resto de los materiales metamórficos que sostienen la superficie de erosión. Con la intrusión de los granitoides esta banda fue sometida a un metamorfismo de contacto que originó rocas de skarn, entre las que se encuentran minerales como el granate, la limonita, la turmalina, la rubelita, la lepidolita, la verberita o la purpurita.

La peculiaridad de la “Terraza terciaria de Valduyán” (LIGm nº 6) viene determinada por la presencia de materiales depositados por el primitivo río Tormes en forma de surco NO-SE durante el inicio del basculamiento de la Meseta hacia el Atlántico, pasando la cuenca terciaria del Duero de un régimen endorreico a otro exorreico. En concreto, se trata de una serie sedimentaria detrítica de materiales arcósicos de tonalidades rojizas y verdosas (conglomerados, arenas y lutitas) de edad oligocena y dispuesta de forma discordante sobre el roquedo paleozoico. Estos depósitos tienen un espesor máximo aflorante de 30 m y presentan un aterramiento terciario culminante.

Para finalizar, el LIGm nº 4 “Lastras de Aguas Bravas” es un elemento singular al tratarse de una cascada de más de 20 m de altura y sucesivos rápidos de agua, formados allí donde el arroyo de La Rivera cambia súbitamente de perfil cuando abandona la penillanura y se adentra en la garganta fluvial. La línea del cambio brusco de pendiente que delimita ambas unidades geomorfológicas coincide con el límite de la onda erosiva remontante de este arroyo desde el Duero.

4.5. Evaluación de los Lugares de Interés Geomorfológico

Una vez definido el listado de Lugares de Interés Geomorfológico se procede a su evaluación a través de una ficha dividida en tres

bloques, cada uno de los cuales se corresponde con un grupo de valores (intrínsecos, añadidos y de uso y gestión). En los dos primeros grupos se recurre para su evaluación al sistema binario, de tal forma que los valores existentes reciben el valor 1 y los inexistentes el 0, sin ponderación subjetiva de unos sobre otros. En el tercer bloque, se utiliza una escala semicuantitativa (valoraciones de alto, medio o bajo) que sirve de complemento a la valoración global. Al baremar la puntuación obtenida sobre 10 se puede efectuar una rápida comparación entre las cifras (Tabla 8).

Respecto a los valores intrínsecos, ningún LIGm alcanza un valor científico alto. Este hecho se explica fundamentalmente por la homogeneidad morfoestructural, al tratarse en esencia de una porción del zócalo granítico (penillanura zamorano-salmantina) incidida por un profundo encajamiento fluvial que progresivamente ha ido desmantelando a partir de la joven red fluvial las alteritas que fosilizan la penillanura y exhumando a la vez el característico paisaje de berrocal. Por consiguiente, la mayoría de los LIGm poseen un valor científico medio. Los LIGm que alcanzan una mayor puntuación científica (media-alta, entre 5 y 7) son, por este orden, los números 2, 1, 9, 7 y 5.

Los valores añadidos presentan una mayor diversidad en cuanto a resultados se refiere. Los LIGm que alcanzan una mayor calificación cul-

Tabla 8. Valoración de los Lugares de Interés Geomorfológico.

Table 8. Geomorphosites valuation.

Nº	Nombre	Tipo	Valoración			
			Intrínseca	Añadida	De uso y gestión	Global
1	Peña Gazón y valle de Peña la Galga	LR	5,8	8	9,5	7,8
2	Las Barrancas	LR	6	8,8	9,5	8,1
3	Sierro del Carrascalico	ER	3,4	3,4	8	4,9
4	Lastras de Aguas Bravas	ES	3,8	7,4	8,5	6,6
5	Los Barrocales	LR	5,2	7,4	8	6,9
6	Terraza terciaria de Valduyán	LS	4,6	7,7	9,5	7,3
7	Dorsos de ballena y domos graníticos	LR	5,2	5	7,5	5,9
8	Teso de la Calera	ER	4,2	4,9	8	5,7
9	Cerro de San Miguel	LR	5,6	8	9,5	7,7

tural (alta) son, por este orden, los números 2, 1, 9 y 6. En todos los casos se trata de LIGm con núcleos de población en su interior o en sus inmediaciones, lo que incrementa notablemente el número de elementos patrimoniales. A su elevado valor también contribuye la consideración escalar paisajística y estética, importante por cuanto se trata de lugares enclavados en la garganta fluvial del Duero.

Por último, el potencial de uso y gestión en todos los LIGm es alto. En la mayoría de los LIGm la accesibilidad es muy buena. La baja fragilidad de los elementos geomorfológicos permite un alto valor de uso en todos los LIGm. De hecho, la vulnerabilidad es prácticamente nula al no haber en el entorno elementos que puedan producir cambios irreversibles. La frecuentación de estos lugares es muy moderada, por lo que en general, el riesgo de degradación es mínimo. Los únicos impactos reseñables son los incendios puntuales que se producen en verano. Las condiciones de observación presentan el valor más bajo puesto que en la mayoría de los casos, por las características fisiográficas, debe hacerse en un área cercana. Además, hay servicios y equipamientos próximos que facilitan su uso, por lo que el potencial económico como recurso turístico es muy elevado. Sin duda que en todos estos aspectos positivos influyó notablemente la declaración de este espacio como Parque Natural en el año 2002, ya que desde entonces se han acometido importantes trabajos para mejorar la accesibilidad, controlar los usos, reducir y restaurar los impactos y crear infraestructuras turísticas que potencian el desarrollo sostenible.

4.6. Valoración de los LIGm a partir de la puntuación obtenida

Los resultados obtenidos en la fase de evaluación evidencian la importancia que el patrimonio geomorfológico tiene en el Parque Natural de Arribes del Duero. Sin duda, la geodiversidad de este espacio protegido deriva de su singular configuración geomorfológica. A ello se añaden los valores culturales,

aun más importantes pues la puntuación conseguida es bastante más alta. En este caso, la relevancia de estos elementos está vinculada al carácter de área marginal y marginada en la que se inscribe esta comarca, que ha permitido la preservación de un rico y variado patrimonio vinculado a la explotación eficiente de los recursos naturales. Por último, el potencial de uso y gestión es elevadísimo por el excelente estado de conservación del paisaje tradicional.

A partir de la interrelación entre los tres parámetros de valoración se obtiene una clasificación de tres tipos de LIGm (Tabla 9):

- 1º) Lugares de Interés Geomorfológico con valor intrínseco medio-alto, valor extrínseco alto y valor de uso y gestión alto. Se incluyen en este grupo los LIGm nº 1, 2, 5, 7 y 9. Se trata de los lugares más sobresalientes y con un mayor potencial de uso. Los elevados valores científicos se complementan con un importante añadido cultural, por lo que estamos ante los lugares idóneos para la materialización de propuestas de interpretación del patrimonio geomorfológico orientadas a su aprovechamiento didáctico y geoturístico. Del mismo modo, debe gestionarse adecuadamente el flujo de visitantes y la intensidad de uso para evitar una pérdida de valores.
- 2º) Lugares de Interés Geomorfológico con valor intrínseco medio-bajo, valor extrínseco alto y valor de uso y gestión alto. A este grupo pertenecen los LIGm nº 4 y 6, donde el interés científico desciende ligeramente pero se mantiene el cultural. Por tanto, actuarían a modo de complemento de los anteriores.
- 3º) Lugares de Interés Geomorfológico con valor intrínseco medio-bajo o bajo, valor extrínseco medio-bajo o bajo y valor de uso y gestión alto. Los LIGm nº 3 y 8 resultan los menos atractivos y los que presentan un mayor número de impactos, por lo que las acciones deben ir encami-

Tabla 9. Síntesis de los grupos de Lugares de Interés Geomorfológico en función de sus valores intrínsecos (I), extrínsecos (E) y de uso y gestión (G): valor alto (superior a 7), valor medio (entre 7 y 3,5) y valor bajo (inferior a 3,5) (Basada en González Trueba, 2006).

Table 9. Synthesis of the groups of geomorphosites according to their intrinsic (I), extrinsic (E) and use and management (G) values: high value (greater than 7), average value (between 7 and 3.5) and low value (less than 3.5) (Based on González Trueba, 2006).

Grupos por valoración	LIGm	Valores		
		I	E	G
Valor intrínseco medio-alto Valor añadido alto o medio-alto Valor de uso y gestión alto	Nº 2. Las Barrancas	6	8,8	9,5
	Nº 1. Peña Gazón y valle de Peña la Galga	5,8	8	9,5
	Nº 9. Cerro de San Miguel	5,6	8	9,5
	Nº 5. Los Barrocales	5,2	7,4	8
	Nº 7. Dorsos de ballena y domos graníticos	5,2	5	7,5
Valor intrínseco medio-bajo Valor añadido alto o medio-alto Valor de uso y gestión alto	Nº 6. Terraza terciaria de Valduyán	4,6	7,7	9,5
	Nº 4. Lastras de Aguas Bravas	3,8	7,4	8,5
Valor intrínseco medio-bajo o bajo Valor añadido medio-bajo o bajo Valor de uso y gestión alto	Nº 8. Teso de la Calera	4,2	4,9	8
	Nº 3. Cerro del Carrascalico	3,4	3,4	8

nadas hacia su recuperación y control del flujo.

Por último, tomando como criterio de clasificación la valoración global (media de los tres grupos de valores), se pueden establecer tres grupos de LIGm: tres de ellos sobresalientes por sus valores globales (nº 2, 1 y 9), cuatro con valores medios (nº 6, 7, 5 y 4) y dos de menor importancia por su especialización temática (nº 8 y 3).

5. Discusión y Conclusiones

Como señalan Durán y Carcavilla (2010) los ríos en roca constituyen un tipo de sistemas fluviales de gran interés patrimonial, al combinar un alto valor geológico, ambiental y ecológico. Dentro de los ríos en rocas, tallados y encajados en litologías duras silíceas, Los Arribes del Duero conforman uno de los sistemas de encajamiento fluvial más espectacular de la Península Ibérica, debido a la magnitud tanto de su longitud (si se tiene en cuenta además del río principal sus principales afluentes se superan los 200 km), como de su profundidad (en algunos sectores se llegan a alcanzar los 500 m de desnivel). Además, las gargantas fluviales presentan la peculiaridad

de localizarse en el tramo medio-bajo del río Duero, frente a otros encajamientos que se emplazan en los tramos altos de los ríos, y por tanto entre montañas y no en medio de la llanura como lo hacen Los Arribes del Duero. A escala peninsular, tan sólo serían comparables dentro del área silícea con los cañones del Sil y con el tramo internacional del Tajo. Sin embargo, ni uno ni otro llegan a las dimensiones del encajamiento del Duero: el río Sil se encajona del orden de los 500 m a lo largo de 35 km entre las provincias de Lugo y Ourense, mientras que el río Tajo no llega a alcanzar los 200 m de encajamiento durante 50 km aproximadamente de frontera entre España y Portugal. Otras gargantas fluviales protegidas como espacios naturales en áreas silíceas, pero de dimensiones mucho menores, son la de Los Infiernos, Despeñaperros y los desfiladeros de Monfragüe (Fig. 5). Este hecho pone de relevancia la singularidad de este espacio dentro de la geografía peninsular, a lo que se añade el peculiar régimen térmico derivado de la configuración geomorfológica que se traduce en notables modificaciones en la distribución de la vegetación y en la introducción de cultivos en bancales.

La metodología empleada para el análisis del patrimonio geomorfológico ha permitido se-

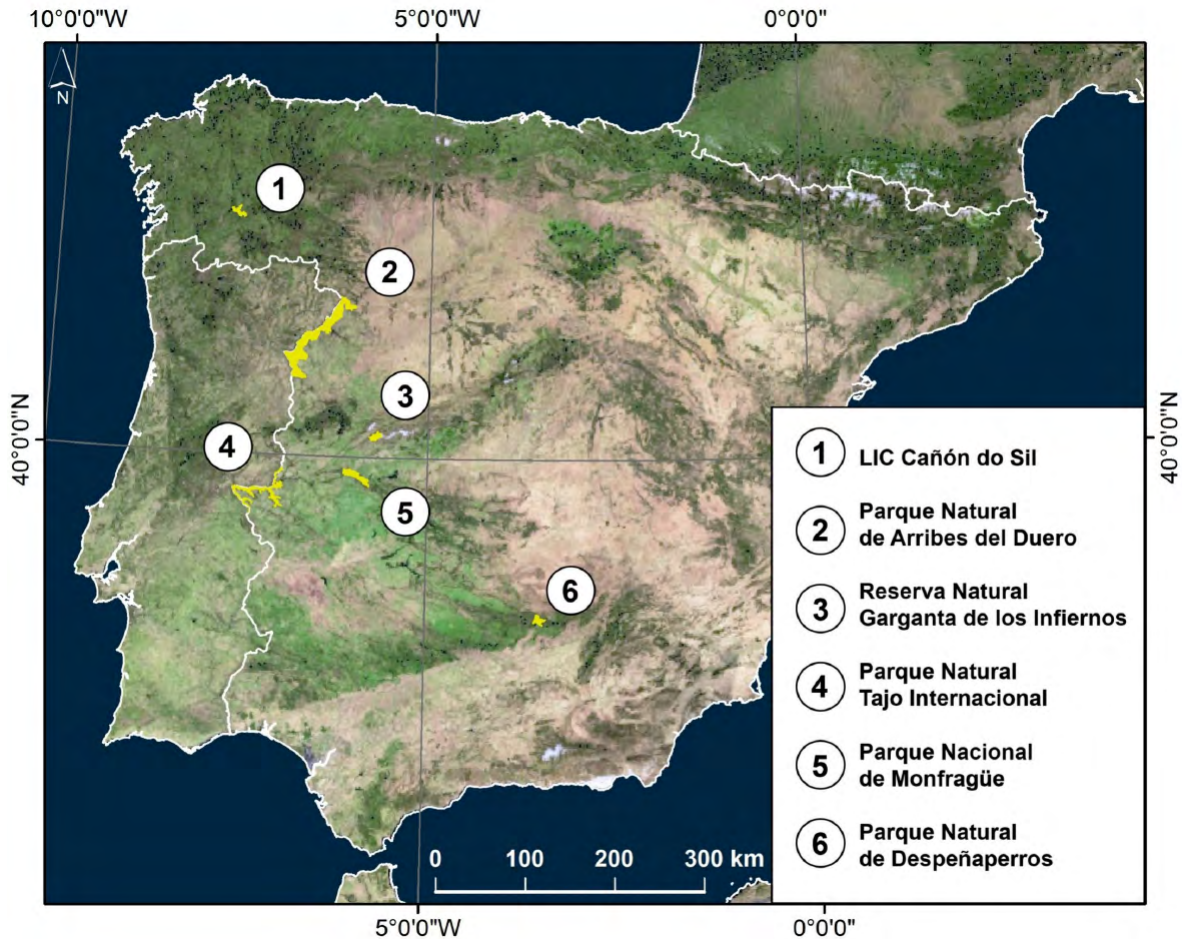


Figura 5. Repertorio de gargantas fluviales labradas sobre rocas duras silíceas protegidas como espacios naturales.
 Figure 5. Repertory of gorges carved out on siliceous hard rock protected as natural spaces.

leccionar y valorar nueve Lugares de Interés Geomorfológico en una superficie aproximada de 6.000 ha, que representa menos del 6% del total de la extensión del Parque Natural de Arribes del Duero. Este dato demuestra la enorme potencialidad de los recursos geopatrimoniales en este espacio protegido, como ya han reseñado otros autores que demandan la incorporación del Parque Natural de Arribes del Duero, junto a su vecino portugués el Parque Natural do Douro Internacional, a la Red Internacional de Geoparques (Goy *et al.*, 2010).

Por otro lado, la adaptación metodológica efectuada a partir de los trabajos del Grupo de Investigación Reconocido “PANGEA”

(Serrano, E., González Trueba, J. J., González Amuchastegui, M. J., entre otros) ha permitido aplicar a escala local un método de inventario y valoración concebido en principio para la totalidad del espacio natural protegido en cuestión (escala regional). En concreto, se ha mejorado el método incluyendo una fase de trabajo previa a la selección, descripción y evaluación de los LIGm. Esta fase previa parte, como en cualquier metodología de análisis y valoración del patrimonio geomorfológico, de un análisis exhaustivo de las formas del relieve, sintetizado gráficamente en un mapa geomorfológico de detalle a escala 1:25.000, y conlleva en última instancia la clasificación en niveles jerarquizados del inventario geomorfológico. Para esta labor, el trabajo

desarrollado por Martín-Duque *et al.* (2010, 2012), como parte integrante del equipo interdisciplinar que participó en la elaboración del Plan de Ordenación de los Recursos Naturales (PORN) de Covalagua y Las Tuerces (Palencia), se ha manifestado de gran utilidad por su carácter aplicado a la ordenación, uso y gestión del espacio natural. La inclusión de esta novedad en el método de partida ha permitido, en primer lugar, llevar a cabo una selección objetiva de LIGm, siguiendo criterios de representatividad y singularidad. En segundo lugar, si extrapolamos los resultados obtenidos a toda la superficie que ocupa el espacio natural protegido de Arribes del Duero se podría llegar a superar ampliamente el centenar de LIGm seleccionados, lo que demuestra las posibilidades del método como generador de recursos de utilidad turística, educativa y ambiental.

En definitiva, el conjunto metodológico así concebido permite su aplicación sistemática en cualquier espacio natural a una escala local, convirtiéndose en una herramienta útil con la que conocer, proteger y divulgar recursos territoriales para su puesta en uso y valor como potencialidades económicas que permitan el desarrollo sostenible de áreas rurales deprimidas como la comarca de Sayago

Agradecimientos

Deseamos expresar nuestra gratitud por los comentarios y sugerencias realizados por José Francisco Martín-Duque y un revisor anónimo, que han contribuido a mejorar el texto. Por último, queremos señalar que Salvador Beato Bergua disfruta de un contrato de investigación predoctoral con la Universidad de Oviedo gracias al programa FPU del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (FPU 14/03409).

Bibliografía

Antón, L.; Rodés, A.; De Vicente, G.; Pallàs, R.; García-Castellanos, D.; Stuart, F.M.; Braucher, R.; Bourlès, D. (2012). Quantification of flu-

- vial incision in the Duero Basin (NW Iberia) from longitudinal profile analysis and terrestrial cosmogenic nuclide concentrations. *Geomorphology*, 165-166, 50-61. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2011.12.036>
- Aymerich, M.; Ruiz, B.; Villares, J.M. (2014). *Informe 2013 sobre el estado del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad en España*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid, 300 pp.
- Becerra, R. (2013). *Geomorfología y geopatrimonio de los volcanes magmáticos de la Región Volcánica del Campo de Calatrava*. Tesis Doctoral. Universidad de Castilla La Mancha, Ciudad Real, 822 pp.
- Biro, P.; Solé, L. (1954). Recherches morphologiques dans le Nord Ouest de la Péninsule Ibérique. *Mem. et Doc. Centr. de Doc. Cartogr. et Geogr.*, 4, 11-61.
- Calonge, G. (1990). La excepcionalidad climática de los Arribes del Duero. *Ería. Revista de Geografía*, 14, 45-59.
- Carcavilla, L., López-Martínez, J.; Durán, J.J. (2007). *Patrimonio geológico y geodiversidad: investigación, conservación, gestión y relación con los espacios naturales protegidos*. Instituto Geológico y Minero de España, Serie Cuadernos del Museo Geominero 7, Madrid, 360 pp.
- Christian, C.S. (1952). Regional land surveys. *Journal Australian Institute Agriculture Science*, 18(3), 140-143.
- Christian, C.S. (1958). The concept of Land Units and Land Systems. *Proceedings of the Ninth Pacific Science Congress*, 20, 74-81.
- Díaz, A.; Fernández, J. (2000). *Rocas ígneas hercínicas, Hoja de Famoselle (423)*. Mapa Geológico de España escala 1:50.000, 2ª Serie (MAGNA). Instituto Tecnológico Geominero de España, Madrid.
- Dóniz, F.J. (2009). Patrimonio geomorfológico de los volcanes basálticos monogénicos de la Caldera de Gairía-Malpaís Chico y el Malpaís Grande en la isla de Fuerteventura (Canarias, España). *Nimbus*, 23-24, 89-103.
- Dóniz, F.J.; Becerra, R.; Guillén, C.; González, E.; Escobar, E. (2010). Patrimonio geomorfológico del complejo volcánico de La Corona del Lajial (El Hierro, Islas Canarias, España). En: *Avances de la geomorfología en España, 2008-2010: Actas de la XI Reunión Nacional de Geomorfología: Solsona: 20-24 de septiembre de 2010*. (X. Úbeda; D. Vericat; R.J. Batalla, eds.). Sociedad Española de Geomorfología, Solsona, 361-364.

- Durán, J.J.; Carcavilla, L. (2010). Los ríos en roca como elementos del patrimonio geológico. En: *Patrimonio geológico: los ríos en roca de la Península Ibérica* (J.A. Ortega; J.J. Durán, eds.). Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 11-16.
- Europarc-España (2014). *Anuario 2013 del estado de las áreas protegidas en España*. Editorial Fundación Fernando González Bernáldez, Madrid, 108 pp.
- Florido, G.; Lozano, P.J. (2005). Las figuras de protección de los espacios naturales en las comunidades autónomas españolas: una puesta al día. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 40, 57-81.
- García Fernández, J. (1986). *El clima de Castilla y León*. Ámbito, Valladolid, 370 pp.
- González Amuchastegui, M.J.; Serrano, E.; González, M. (2014). Lugares de interés geomorfológico, geopatrimonio y gestión de espacios naturales protegidos: el Parque Natural de Valderejo (Álava, España). *Revista de Geografía Norte Grande*, 59, 45-64. <https://doi.org/10.4067/S0718-34022014000300004>
- González Trueba, J.J. (2006). *El Macizo Central de los Picos de Europa: geomorfología y sus implicaciones geocológicas en la alta montaña cantábrica*. Tesis Doctoral, Universidad de Cantabria, Santander, 819 pp.
- González Trueba, J.J.; Serrano, E. (2008). La valoración del patrimonio geomorfológico en espacios naturales protegidos. Su aplicación al Parque Nacional de los Picos de Europa. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 47, 175-194.
- Goy J.L., González-Delgado JA, López-Plaza M, Preto Gomes E., Alencáo A., Zazo C., Cruz R., Martínez-Graña A. M., López Moro J., Sousa L, De Villota I., De Bustamante I., Sanz J., García-Meléndez E., Civis J., Carnicero A., Barrera I. & Carral P. (2010). "Arribes Del Duero" (Spain, Portugal): Possibilities for the first Iberian cross-border Geopark. First Meeting of ProGeo Regional Working Group SW Europe (France, Italy, Portugal and Spain). Geoevents, Geological Heritage and the role of the IGCP. 15-18 Septiembre 2010. Caravaca de la Cruz (Spain).
- Goy, J.L., Martínez-Graña, A.M., Sanz, J., Cruz, R., Andrés, C., De Bustamante, I.; Zazo, C.; González-Delgado, J.A., y Martínez-Jaraiz, C. (2013). Inventario y Catalogación del patrimonio geológico de los Espacios naturales del Sur de Castilla y León (Salamanca-Ávila, España). En: *Patrimonio Geológico, un recurso para el desarrollo: Actas de la X Reunión Nacional de la Comisión de Patrimonio Geológico: Segovia: 10-15 de junio de 2013*. (J. Vegas; A. Salazar; E. Díaz Martínez; C. Marchán). Instituto Geológico y Minero de España, Cuadernos del Museo Geominero nº 15, Madrid, 389-400.
- Grandgirard, V. (1995). Méthode pour la réalisation d'un inventaire de géotopes géomorphologiques. *Ukpik, Cahiers de l'Institut de géographie de Fribourg*, 10, 121-137.
- Grandgirard, V. (1997). Géomorphologie et gestion du patrimoine naturel. La mémoire de la Terre est notre mémoire. *Geographica Helvetica*, 2, 47-56. <https://doi.org/10.5194/gh-52-47-1997>
- Grandgirard, V. (1999). L'évaluation des géotopes. *Geologia Insubrica*, 4, 59-66.
- Gray, M. (2004). *Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature*. John Wiley & Sons, Chichester, 434 pp.
- Joly, F. (1997). *Glossaire de géomorphologie. Base de données sémiologiques pour la cartographie*. Armand Colin, París, 325 pp.
- Marino, J.L. (2004). El paisaje vegetal de los Arribes del Duero zamoranos. *Actas del III Congreso Español de Biogeografía*. Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco, Urdabai, 443-450.
- Marino, J.L.; Poblete, M.A.; Ruiz-Fernández, J.; Beato, S.; García, C.; Gallinar, D. (2014). El Parque Natural de Arribes del Duero: análisis y cartografía de las unidades de paisaje. En: *Biogeografía de Sistemas Litorales. Dinámica y Conservación: Actas del VIII Congreso Español de Biogeografía: Sevilla: 23-26 de septiembre de 2014*. (R. Cámara; B. Rodríguez; J.L. Muriel, eds.). Universidad de Sevilla y AGE, Sevilla, 405-408.
- Marino, J.L.; Poblete M.Á.; Beato, S. (2016). Los enebrales de *Juniperus oxicedrus* L. en Cozcurrita (Parque Natural de Arribes del Duero, Zamora): distribución, caracterización fitosociológica y dinámica en relación con los usos. En: *Avances en Biogeografía. Áreas de distribución: entre puentes y barreras: Actas del IX Congreso Español de Biogeografía: Estrecho de Gibraltar: 1-10 de septiembre de 2016*. (J. Gómez; J. Arias; J.A. Olmedo; J.L. Serrano, eds.). Editorial de la Universidad de Granada y Tundra Ediciones, Granada, 465-473.
- Martín-Duque, J.F.; Caballero, J.; Carcavilla, L. (2010). Organización de información geomorfológica orientada a la ordenación y gestión de espacios naturales. El caso de Covalagua

- y Las Tuerces (Palencia, España). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. Sec. Geol.*, 104 (1-4), 71-92.
- Martín-Duque, J.F.; Caballero, J.; Carcavilla, L. (2012). Geoheritage Information for Geoconservation and Geotourism Through the Categorization of Landforms in a karstic Landscape. A Case Study from Covolagua and Las Tuerces (Palencia, Spain). *Geoheritage*, 4, 93-108. <https://doi.org/10.1007/s12371-012-0056-2>
- Martín Ferrero, M.Á. (1997). El Bajo Sayago: una subcomarca zamorana en el Parque Natural de Los Arribes del Duero. *Anuario del Instituto de Estudios Zamoranos Florián de Ocampo*, 14, 397-403.
- Martín-Serrano, A. (1988). *El relieve de la región occidental zamorana. La evolución geomorfológica de un borde del Macizo Hespérico*. Instituto de Estudios Zamoranos, Zamora, 311 pp.
- Martínez-Graña, A.M.; Goy, J.L.; Cimarra, C. (2015). 2D to 3D geologic map transformation using virtual globes and flight simulators and their applications in the analysis of geodiversity in natural areas. *Environmental Earth Sciences*, 73, 8023-8034. <https://doi.org/10.1007/s12665-014-3959-1>
- Martínez Catalán, J.R.; Martínez Poyatos, D.; Bea, F. (coords.) (2004). Zona Centroibérica. En: *Geología de España* (J.A. Vera, ed.). Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 68-128.
- Panizza, M. (1992). Sulla valutazione dei beni ambientali. *Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia*, 42, 479-484.
- Panizza, M. (2001). Geomorphosites: concepts, methods and examples of geomorphological survey. *Chinese Science Bulletin*, 46, 4-5. <https://doi.org/10.1007/BF03187227>
- Panizza, M.; Piacente, S. (1993). Geomorphological assets evaluation. *Zeitschrift für Geomorphologie N. F.*, 87, 13-18.
- Panizza, M.; Piacente, S. (2003). *Geomorfologia culturale*. Pitagora Editrice, Bologna, 350 pp.
- Reynard, E. (2005): Géomorphosites et paysages. *Géomorphologie: relief, processus, environnement*, 3, 181-188. <https://doi.org/10.4000/geomorphologie.338>
- Salazar, A.; Portero, G. (2010). Los Arribes del Duero. En: *Patrimonio geológico: Los ríos en roca de la Península Ibérica* (J.A. Ortega, ed.). Publicaciones del Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, Serie Geología y Geofísica, 4, 337-404.
- Sanz, M.A.; Rubio, J.C. (2000). *Memoria explicativa del Mapa Geológico de España. E. 1:50.000. Fermoselle (423)*. Instituto Tecnológico Geominero de España, Madrid, 109-118.
- Serrano, E.; González, J.J. (2005). Assessment of geomorphosites in natural protected areas: the Picos de Europa National Park (Spain). *Géomorphologie: relief, processus, environnement*, 3, 197-208. <https://doi.org/10.4000/geomorphologie.364>
- Serrano, E.; González, M.J.; Ruiz, P.; González, J.J. (2009). Gestión ambiental y geomorfología: valoración de los lugares de interés geomorfológico del Parque Natural de las Hoces del Alto Ebro y Rudrón. *Cuaternario y Geomorfología*, 23 (3-4), 65-82.
- Serrano, E.; Ruiz, P.; Arroyo, P.; González, J.J. (2006). Lugares de interés geomorfológico. Inventario y valoración aplicada al área de Tiermes Caracena (Provincia de Soria). En: *Geomorfología y territorio: Actas de la IX Reunión Nacional de Geomorfología: Santiago de Compostela: 13-15 de septiembre de 2006*. Universidad de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, 963-976
- Serrano, E., Ruiz, P. (2007). Geodiversidad: concepto, evaluación y aplicación territorial. El caso de Tiermes Caracena (Soria). *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 45, 79-98.
- Solé, L. (1958). Observaciones sobre la edad de la penillanura fundamental de la Meseta española en el sector de Zamora. *Breviora Geológica Asturica*, 2, 3-8.
- Solé, L. (1978). La meseta y sus rebordes. En: *Geografía General de España* (L. Sóle; M. de Terrán, eds.). Ariel, Barcelona, 47-82.
- Vidal, J.R.; Twidale, C.R. (1998). *Formas y paisajes graníticos*. Universidade Da Coruña, A Coruña, 411 pp.