



Facultad de Filosofía y Letras
Máster en Recursos Territoriales y Estrategias de Ordenación

Propuestas gráficas de divulgación científica en el Geoparque de Las Loras: algunos ejemplos de geomorfología estructural y kárstica

Graphic proposals for scientific divulgation at Geopark of Las Loras: some examples of structural and karstic geomorphology

Autor/a
Álvaro Lebeña Alcántara

Director/a
Manuel Frochoso Sánchez

Curso 2018 / 2019

17 de junio de 2019

RESUMEN

El objetivo de este Trabajo Fin de Máster es la elaboración de propuestas gráficas, con una finalidad didáctica y divulgativa, de algunos caracteres geomorfológicos del Geoparque de Las Loras. La importancia del patrimonio geológico y geomorfológico es patente por el interés que, desde antiguo, han despertado las formas de relieve estructural de este espacio, especialmente sus sinclinales colgados que forman amplias mesas que dominan el conjunto y las amplias depresiones diapíricas en las que se ha centrado el poblamiento y los usos agrícolas del suelo. Además de este predominio geomorfológico de lo estructural, también las formas del relieve se han modelado por medio de la karstificación, dando lugar a importantes complejos kársticos subterráneos y superficiales. Este trabajo se ha centrado en el estudio de algunas formas exokársticas menores, quizás las menos espectaculares o llamativas, pero sí ampliamente extendidas por el conjunto de Las Loras, los lapiaces.

Con el fin de facilitar el desarrollo del objetivo trazado, la finalidad didáctica y divulgativa, se han elaborado propuestas gráficas que ayuden a comprender las formas y los hechos geomorfológicos, tales como cartografía geomorfológica, bloques-diagrama y un estudio de detalle de lapiaces para las loras de Las Tuerces, Rebolledo de la Torre y Peña Amaya.

Palabras clave: Geoparque, geomorfología, lapiaz, divulgación.

ABSTRACT

The Master's Final Project goal is the elaboration of graphic proposals, with a didactic and informative purpose, of some Geopark of Las Loras's geomorphological characters. The importance of the geological and geomorphological heritage is evident as since ancient times, forms of structural relief have awakened in this space, especially its hanging synclines forming large tables that dominate the whole and the wide diapiric depressions in which settlement and agricultural land uses have been centered. Besides this structural geomorphological predominance, the relief forms have been also modelled by karstification, giving rise to important underground and superficial karstic complexes. This work focuses on the study of some minor exokarst forms, perhaps the less spectacular or striking ones, but widely spread accross all loras, the karren.

In order to facilitate the development of the outlined goal, the didactic and informative purpose, graphic proposals have been prepared to help to understand the geomorphological forms and facts, such as geomorphological cartography, block-diagrams and a detailed study of karren about the loras de Las Tuerces, Rebolledo de la Torre and Peña Amaya.

Key words: Geopark, geomorphology, karren, divulgation.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
1.1. OBJETIVOS	4
1.2. ANTECEDENTES	5
2. ÁREA DE ESTUDIO	6
3. METODOLOGÍA	9
4. EL GEOPARQUE DE LAS LORAS	12
4.1. LA DIDÁCTICA Y DIVULGACIÓN COMO PUESTA EN VALOR DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO	12
4.2. CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS	13
5. PROPUESTAS DE APOYO A LA DIVULGACIÓN DE LAS FORMAS DEL RELIEVE KÁRSTICAS EN LAS LORAS DE REBOLLEDO DE LA TORRE, LAS TUERCES Y PEÑA AMAYA	16
5.1. LA CARTOGRAFÍA GEOMORFOLÓGICA COMO HERRAMIENTA PARA LA EXPLICACIÓN DE LAS FORMAS DEL RELIEVE	16
5.2. LOS BLOQUES-DIAGRAMAS PARA EL ESTUDIO GEOLÓGICO DE LAS LORAS	25
5.3. UNA OBSERVACIÓN A ESCALA DE DETALLE: LOS LAPIACES	31
<i>5.3.1. Definición y clasificación de tipos de lapiaz</i>	31
<i>5.3.2. Atlas de campos de lapiaz en las loras de Rebolledo de la Torre, Peña Amaya y Las Tuercas</i>	37
6. CONCLUSIONES	48
ÍNDICE DE FIGURAS, MAPAS Y TABLAS	49
FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA	50

1. INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETIVOS

La declaración de Geoparque implica la divulgación y puesta en valor del patrimonio geológico y geomorfológico. Por ello, el objetivo de este Trabajo Fin de Máster es aportar propuestas gráficas para divulgar el conocimiento de este tipo de patrimonio en las loras de Peña Amaya, Rebolledo de la Torre y Las Tuerces. La elección de estas tres loras se debe a que cada una de ellas presenta unas dimensiones y altitudes distintas. Sin embargo, éstas mantienen la misma estructura geológica y formas del relieve.

Según la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, un Geoparque es un territorio delimitado que puede localizarse en áreas terrestres, marítimas o subterráneas, que presenta un patrimonio geológico y geomorfológico de gran interés por las formas excepcionales, singulares y únicas (Ley 42/2007:16). Cabe aclarar que un Geoparque no es una figura legal de protección, sino una herramienta de desarrollo social, económico y sostenible del territorio para la promoción del patrimonio mediante la divulgación científica y atracción del turismo (ARGEOL, 2018c). Con ello, se pretende revitalizar las áreas rurales de montaña con menor desarrollo económico. La labor que desempeñan los geoparques se centra en la divulgación del patrimonio geológico, geomorfológico, natural, cultural ecológico y arqueológico. Sus trabajos se orientan al público en general y, especialmente, a la población local.

La divulgación es una herramienta muy valiosa, ya que permite inventariar, estudiar y analizar, desde la investigación científica, las características geológicas y geomorfológicas de un territorio. Además, se actúa responsablemente delimitando y conservando el patrimonio (Santos y Marcos, 2019). Ante su importancia, desde este trabajo se proponen diferentes propuestas gráficas que ayuden a esta labor. Entre estas propuestas se encuentran representaciones gráficas como, por ejemplo, la cartografía geomorfológica y los bloques-diagrama, así como un estudio detallado de lapices. La cartografía geomorfológica es un método de representación que ayuda a divulgar el conocimiento de las formas del relieve a través de una leyenda de símbolos de fácil comprensión. Uno de los problemas que plantea este tipo de representación es la escala de trabajo. Por ello, se ha tomado como referencia la cartografía planteada por Peña Monné en su libro “*Cartografía geomorfológica básica y aplicada*” (Peña Monné *et al.*, 1997b). Se han seguido las pautas que éste propone tanto para la leyenda de símbolos como los colores a escala de representación 1:25.000.

Por otra parte, los bloques-diagrama pueden ser uno de los complementos perfectos a la cartografía geomorfológica como elemento didáctico-divulgativo por el grado de detalle de sus

representaciones. Para ello, se han elaborado bloques-diagrama en los que se ha representado la estructura geológica de estas loras, tomando como referencia las presentaciones gráficas propuestas en el estudio realizado por Martínez de Pisón y Castañón Álvarez “*Evolución del empleo de los bloques-diagramas en la representación gráfica del relieve*” (Martínez de Pisón y Castañón, 2004).

El estudio de los lapiaces requiere de una investigación detallada que establezca una tipología y clasificación de éstos. Por ello, se ha realizado un estudio de tipo de lapiaces en las culminaciones de las loras según la forma o el tamaño, entre otros criterios. Posteriormente, se han clasificado los tipos de lapiaz según su mayor predominancia para poder elaborar un atlas de campos de lapiaz que ayude a explicar las diferencias y similitudes entre loras.

1.2. ANTECEDENTES

Muchos son los estudios que se han realizado sobre la geología y geomorfología a diferentes escalas y en diferentes lugares del mundo. Estos trabajos son parte de investigaciones científicas y trabajos de carácter didáctico-divulgativo. Éstos han sido útiles para determinar cuáles son las propuestas gráficas más adecuadas para divulgar los valores geológicos y geomorfológicos del Geoparque de Las Loras.

Numerosos autores han elaborado diversos trabajos de investigación referentes a la comarca de Las Loras, o se han referido a algunas características físicas de este espacio (García Fernández, 1980; García Fernández, 2006; González Pellejero, 1986; Martínez Arnáiz, 2013). Estos trabajos se han centrado en la evolución del relieve y sus formas, así como la evolución de la red fluvial.

Dentro de las propuestas gráficas que se pueden elaborar como herramienta de divulgación, algunos autores han empleado la cartografía geomorfológica, las representaciones en 3D y los estudios de detalle en sus trabajos de divulgación e investigación. La cartografía geomorfológica ha sido trabajada por diferentes autores en la Cordillera Cantábrica. Todo ello, con el fin de poner en valor los Espacios Naturales Protegidos (ENP) y su geopatrimonio (González Amuchastegui *et al.*, 2014; Rodríguez y Castañón, 2016; Frochoso, 1990).

Otros autores abogan por la elaboración de los bloques-diagrama en sus trabajos para divulgar el conocimiento geológico y geomorfológico. Para ello han elaborado cortes geológicos y representado las formas del relieve en 3D. Este tipo de elaboraciones ya se han tenido en cuenta como herramienta de divulgación en diversos Geoparques, Parques Nacionales y Espacios Naturales Protegidos tanto por diferentes entidades como por investigadores científicos (Robador *et al.*, 2013; Geoparque de Sobrarbe, 2008). Algunas de estas propuestas fueron incluidas en pósteres de congresos, paneles interpretativos, guías y folletos.

La investigación es, también, un importante medio para la divulgación. En este trabajo se ha realizado un estudio de las formas kársticas menores: los lapiaz. Se ha recurrido a autores que, a partir de mediados del siglo XX, elaboraron diferentes estudios de tipos de lapiaz y clasificaciones según su morfología, tamaño y litología (Bögli, 1960; Bögli 1980; Sweeting, 1972; Ford y Williams, 1989). A partir de estos estudios, otros autores han elaborado trabajos de investigación en diferentes áreas del mundo. En España, concretamente, se han desarrollado numerosos ensayos de clasificación de lapiaz tanto en el norte peninsular como en las montañas mediterráneas (Santos y Marquínez, 2005; López Limia, 1985; Soriano, 1985). De esta forma, es posible diferenciar los tipos de lapiaz que se desarrollan en distintas regiones bioclimáticas y a diferentes intervalos altitudinales.

2. ÁREA DE ESTUDIO

El Geoparque de Las Loras se localiza entre las provincias de Palencia y Burgos (Comunidad Autónoma de Castilla y León) (Mapa 2.1). Su extensión es de 957 km² y engloba 16 términos municipales: Aguilar de Campoo, Berzosilla, Alar del Rey, Santibañez de Ecla y Pomar de Valdivia, en la provincia de Palencia; Humada, Montorio, Basconcillos del Tozo, Huérmeces, Rebolledo de la Torre, Sargentos de la Lora, Valle de Sedano, Sotresgudo, Valle de Valdelucio, Úrbel del Castillo y Villadiego, en la provincia de Burgos. En total, cuenta con una población cercana a los 14.000 habitantes.

Este Geoparque fue declarado Geoparque Mundial de la UNESCO el 5 de mayo del año 2017. Se engloba en la *Red Mundial de Geoparques* de la UNESCO, aunque dicha red se fundó, oficialmente, en febrero de 2014. Los objetivos de esta red son garantizar el desarrollo económico, social y cultural mediante la preservación del patrimonio geológico y geomorfológico, así como apoyar la divulgación científica y la investigación (López Caballero, 2016). Actualmente, está compuesta por 147 Geoparques repartidos entre 41 países de los continentes americano, africano, europeo y asiático (GGN, 2019).

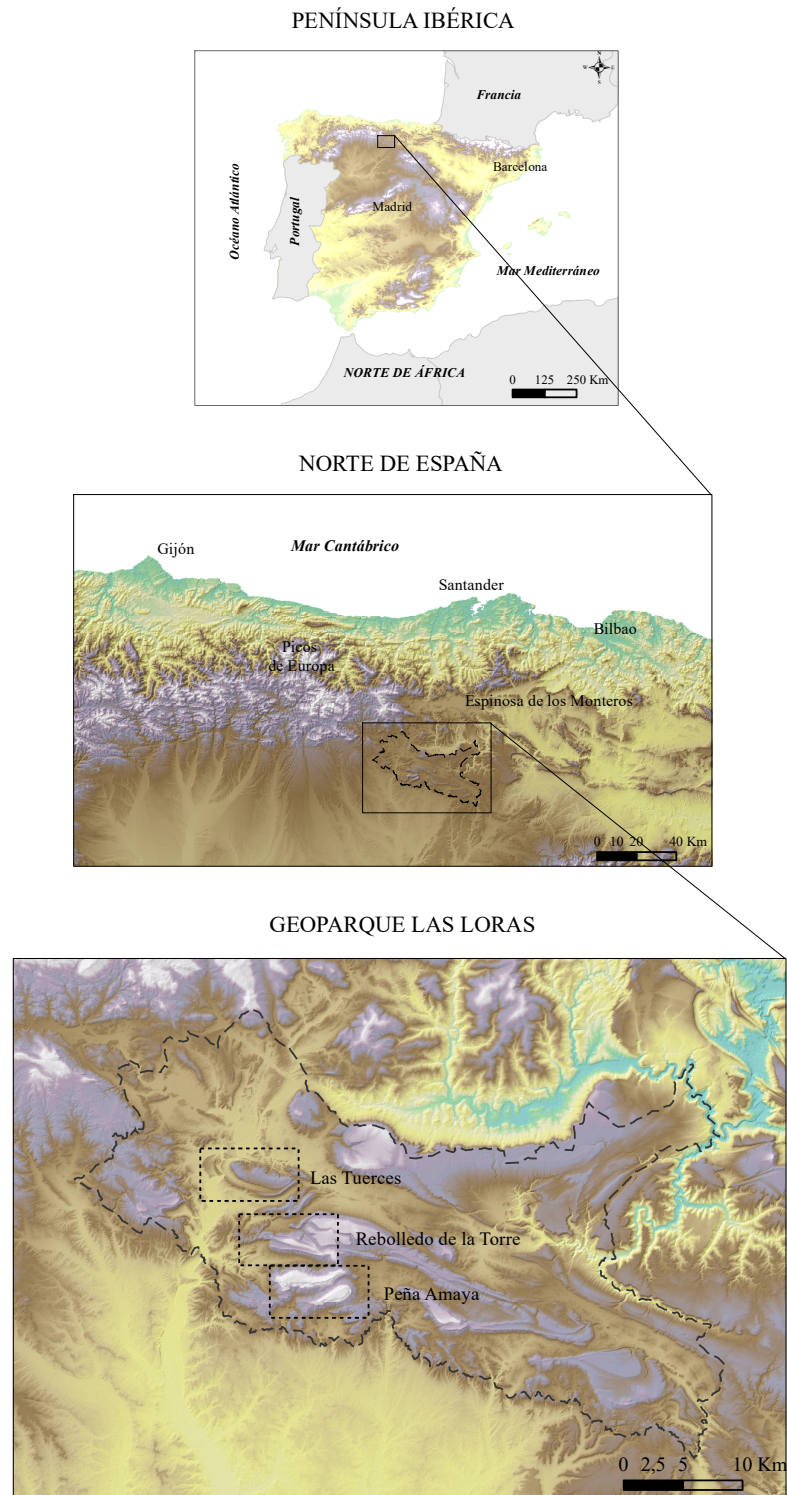
A nivel europeo, el Geoparque de Las Loras pertenece a la *Red Europea de Geoparques*. Esta red se fundó en el año 2010 y engloba un total de 79 Geoparques repartidos por todo el continente europeo (Voth, 2008). Entre las funciones que persigue esta red se encuentran la puesta en valor del patrimonio geológico y geomorfológico dentro de un marco de desarrollo sostenible, además de proponer nuevas zonas de expansión de la red.

A nivel nacional, se encuentra el *Foro Nacional de Geoparques de España*. Éste se fundó en mayo de 2011 y coordina los trabajos que se realizan en los geoparques españoles (EGN, 2018). Engloba un total de 13 geoparques que se encuentran localizados en áreas terrestres (los

geoparques de Sierras Subbéticas, Sobrarbe, Costa Vasca, Parque Natural Sierra Norte de Sevilla, Villuercas-Ibores-Jara, Cataluña Central, Molina-Alto Tajo, Las Loras, Conca de Tremp-Montsec y Montañas do Courel), mientras que los geoparques de Cabo de Gata-Nijar, Isla de El Hierro y Lanzarote y Archipiélago Chinijo se extienden tanto en áreas terrestres como marinas. Como curiosidad, cabe destacar que el Geoparque de Las Loras es el único que se localiza entre dos provincias (Palencia y Burgos). Además, el Geoparque de Las Loras tiene una extensión media, en comparación con el resto de los geoparques españoles. El Geoparque con mayor extensión es el de Molina Alto Tajo (4.520 km²), mientras que Costa Vasca es el de menor (90 km²) (GGN, 2019).

Actualmente, España es el segundo país con mayor número de geoparques del mundo. Sólo se sitúa por delante China con 39 geoparques declarados. Por ello, España es el país con mayor número de geoparques de Europa, seguido de cerca por Italia (10 geoparques).

Mapa 2.1. Localización del Geoparque de Las Loras



Elaboración propia. Fuentes: Modelo Digital del Terreno de las provincias españolas del IGN (2018) E: 1:200.000 y del Modelo Digital del Terreno del IGN (2018) Hojas 107, 108, 109, 133, 134, 135, 165, 166 y 167 E: 1:25.000. Base cartográfica del mapa mundial de ESRI (2006).

3. METODOLOGÍA

Con la realización de este TFM se pretende poner en valor el patrimonio geológico y geomorfológico del Geoparque de Las Loras. Para ello se han elaborado propuestas gráficas de carácter didáctico y divulgativo como la cartografía geomorfológica, los modelos de representación en 3D y un trabajo de investigación en el que se han estudiado, de forma detallada, las formas kársticas menores.

La elaboración del documento se ha llevado a cabo en dos etapas de trabajo: trabajo de gabinete y trabajo de campo (Fig. 3.1). En trabajo de gabinete se ha recopilado bibliografía y las fuentes cartográficas necesarias para la elaboración de las propuestas gráficas. En trabajo de campo se han realizado distintas visitas al Geoparque de Las Loras para realizar el estudio de los lapiazes y contrastar la cartografía geomorfológica, así como sacar fotografías de elementos relevantes para realizar foto-esquemas.

El trabajo de gabinete, se ha organizado en varias fases. La primera ha sido la recopilación de fuentes cartográficas en la que se ha obtenido datos de diferentes organismos como el IGN, IGME e IDE de Castilla y León. Por otro lado, se ha procedido a analizar las características geomorfológicas del Geoparque de Las Loras mediante la búsqueda de información en artículos de divulgación científica publicados tanto por el propio Geoparque de Las Loras como por investigadores como el geógrafo y profesor Jesús García Fernández, en “*Introducción al estudio geomorfológico de Las Loras*” (1980) y “*Geomorfología estructural*” (2006).

En la siguiente fase de trabajo, se ha analizado la didáctica y la divulgación como medio para acercar a la población local y a los visitantes el conocimiento de los valores geológicos y geomorfológicos de este territorio. Para ello, ha sido necesario consultar bibliografía variada como son los artículos publicados por la *Red Mundial de Geoparques* de la UNESCO (GGN), la *Red de Geoparques Europeos* (EGN) y aquellos artículos publicados por los diferentes Geoparques en diferentes revistas.

Una vez obtenida toda la información descrita anteriormente, se procedió a la elaboración de las propuestas gráficas. Éstas se han elaborado para tres loras del Geoparque: Rebolledo de la Torre, Peña Amaya y Las Tuerces. La cartografía geomorfológica es una de las propuestas planteadas y, para su elaboración, se ha tenido en cuenta el “*Mapa Geomorfológico de España del IGME*” (Martín Serrano *et al.*, 2004) y la cartografía adoptada en Francia por Peña Monné en su libro “*Cartografía Geomorfológica Básica y Aplicada*” (Peña Monné, 1997a).

Se ha elaborado la cartografía geomorfológica de la Lora de Rebolledo de la Torre, a una escala intermedia de 1:25.000 con la que poder mostrar en detalle las formas del relieve. Para su

elaboración, se ha realizado un trabajo previo de fotointerpretación mediante el uso del estereoscopio. Los fotogramas utilizados pertenecen a la hoja nº 133 (Prádanos de Ojeda), pasada M nº 10 y 11, y la hoja 134 (Polientes), pasada M nº 1 y 2, ambas del Vuelo Nacional del IGN de 1985. Posteriormente, se digitalizaron las formas del relieve mediante el empleo del software ArcGis con el que, por último, se terminó de elaborar una leyenda de símbolos incluyendo, además de las formas del relieve, la litología predominante. También se han incluido las fracturas y pliegues de las loras de Peña Amaya y Las Tuerces de trabajos anteriores (Lebeña, 2018).

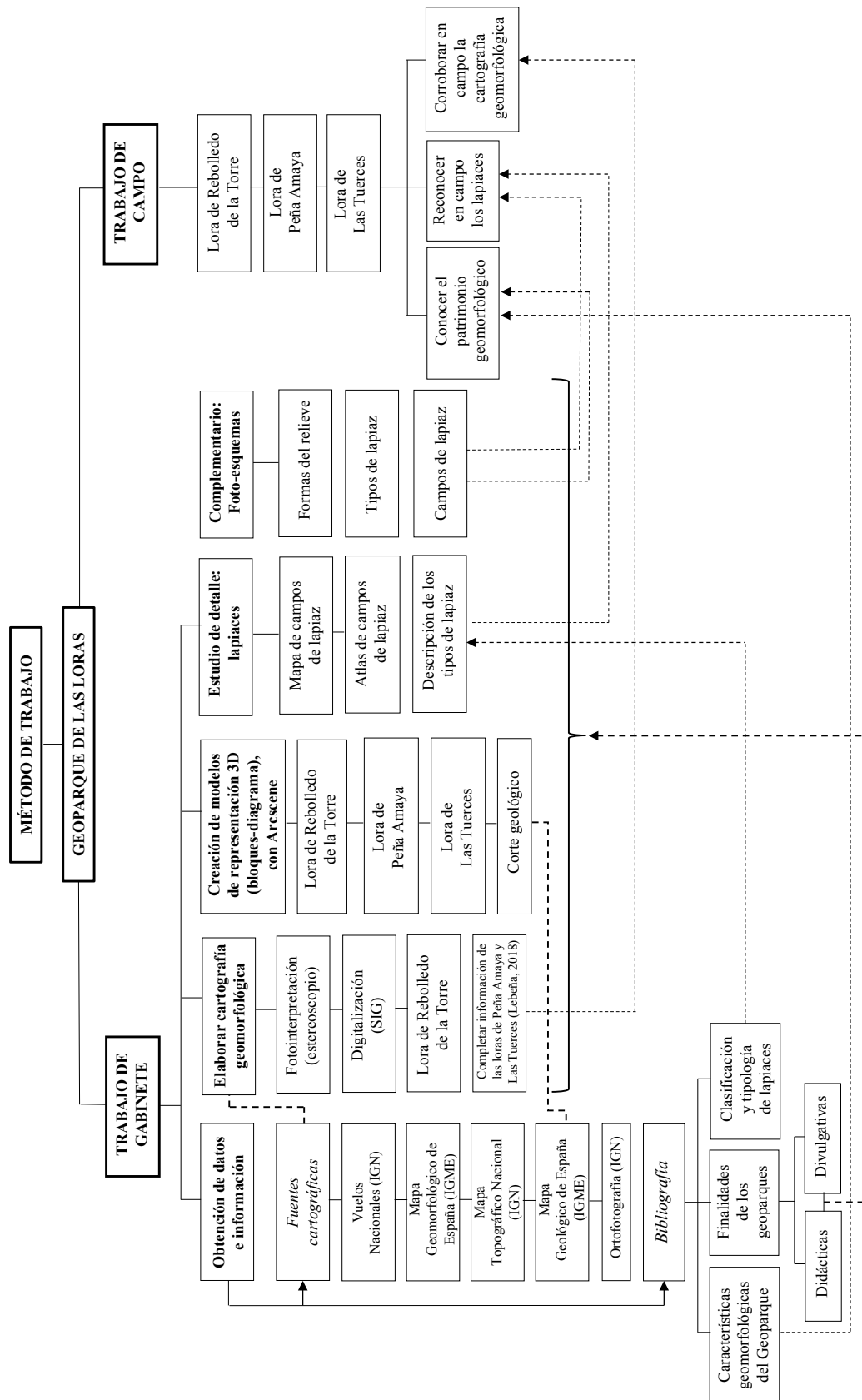
Otra de las propuestas planteadas han sido los bloques-diagrama en 3D. Se ha elaborado una representación en 3D de la Lora de Las Tuerces, Rebolledo de la Torre y Peña Amaya, empleando para su representación el Mapa Geológico de España del IGME y la Ortofotografía del IGN de las hojas 133 (Prádanos de Ojeda), 134 (Polientes) y 166 (Villadiego). Para su elaboración, se ha utilizado el complemento Arcscene del software ArcGis. A estos bloques-diagramas se han acoplado los cortes geológicos de cada lora. Estos cortes van acompañados de su correspondiente leyenda litológica, con el objetivo de relacionar la geología con las formas del relieve.

Por último, se ha realizado un trabajo de investigación de los tipos de lapiaz presentes en las culminaciones de las tres loras citadas anteriormente. Para su elaboración, se ha consultado bibliografía de autores como Bögli (1960), Sweeting (1972), Ford y Williams (1989), además de trabajos científicos elaborados por investigadores de diferentes países. A partir de la información obtenida, se ha establecido una clasificación de tipos de lapiaz según los procesos de disolución que han dado lugar a la morfología de estos lapiaz. Por último, se ha elaborado un mapa de distribución de campos de lapiaz en el que se incluyen todos los muestreos realizados y localizados mediante GPS durante las jornadas de trabajo de campo. El resultado final de esta investigación es un atlas que recoge tanto la descripción como la génesis de cada campo de lapiaz.

Durante la etapa de trabajo de gabinete, se han elaborado foto-esquemas que apoyen la explicación de las formas de relieve, haciendo hincapié en los tipos y campos de lapiaz.

Otra de las etapas de trabajo que se ha llevado a cabo ha sido el trabajo de campo. En ella se han realizado diversas visitas al Geoparque de Las Loras durante las distintas fases del trabajo en las que se ha conocido en profundidad el patrimonio geológico y geomorfológico, se han tomado anotaciones, fotografías y se han localizado los tipos de lapiaz. La última visita se ha llevado a cabo en la Lora de Rebolledo de la Torre para corroborar en campo la cartografía geomorfológica elaborada para corregir cualquier carencia o defecto durante la fotointerpretación o digitalización de esta lora.

Fig. 3.1. Organización de la metodología



Elaboración propia, 2019.

4. EL GEOPARQUE DE LAS LORAS

4.1. LA DIDÁCTICA Y DIVULGACIÓN COMO PUESTA EN VALOR DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO

Desde los primeros pasos que llevó a cabo la Asociación de la Reserva Geológica de las Loras (ARGEOL), entre el 2004 hasta la actualidad, ya siendo Geoparque Mundial de la UNESCO, se ha puesto de manifiesto el interés de divulgación del patrimonio geológico y geomorfológico del Geoparque. Tras un largo recorrido, hoy en día han desarrollado diferentes iniciativas que ayudan a la puesta en valor de este patrimonio.

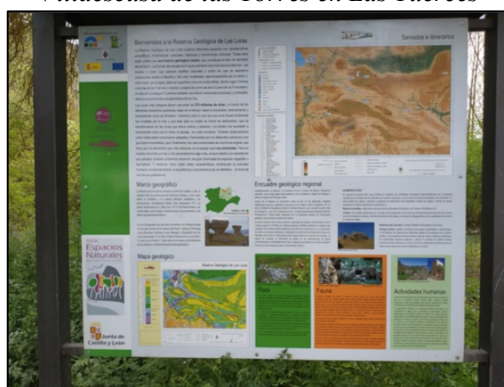
Uno de los primeros materiales elaborados fue un mapa donde se representaban tanto los puntos donde se localizan los Lugares de Interés Geológico (LIG) como el mapa geológico, todo ello acompañado de una tabla donde se especifica la localidad, las características más relevantes de estos lugares y una columna estratigráfica. Los LIG se agrupaban según su interés: geomorfológicos, tectónicos, mineros, edafológicos, estratigráficos y arqueológicos, entre otros (ARGEOL, 2018a).

El Geoparque de Las Loras dispone de varios programas educativos y científicos que se orientan a diferentes colectivos y grupos de edad. Uno de estos programas va destinado a la población local, ya que ésta participa activamente tanto en jornadas de voluntariado como en excursiones, charlas y en la Semana Geológica. El programa orientado a los visitantes, los cuales también son voluntarios ambientales, se centra en el desarrollo de rutas guiadas. Además, se han desarrollado tres programas diferentes destinados a estudiantes. Por un lado, para los alumnos de Educación Secundaria, se ha elaborado una guía didáctica con información general del Geoparque. Mientras que, para investigadores y estudiantes universitarios, se realizan recorridos donde la explicación es más técnica. También existe un programa de Erasmus en el que se hace un intercambio de estudiantes con otros geoparques europeos (ARGEOL, 2018b).

ARGEOL, ha elaborado una *Guía de la Reserva Geológica de Las Loras* para la divulgación del patrimonio geológico, geomorfológico, cultural y natural del Geoparque, que incluye los lugares de mayor interés para la realización de rutas (Diputación de Palencia, 2018).

Todos los años organizan salidas de campo en el que se explica de manera sencilla la geología. Estas salidas reciben el nombre de “*Geolodía*”, y se realizan una vez al año en cada provincia. Los “*Geolodías*” son una iniciativa dirigida a todos

Fig. 4.1. Panel divulgativo en el núcleo de Villaescusa de las Torres en Las Tuerces



Colección propia, 2019.

los públicos en la que se realizan salidas de campo gratuitas guiadas por geólogos que pretenden acercar el conocimiento geológico a la sociedad (Geolodía, 2019).

Fig. 4.2. Visita de voluntarios ambientales a una turbera



Colección propia, 2018.

invasoras (Fig. 4.2).

También se organiza voluntariado ambiental con la colaboración de la Fundación Caja de Burgos y la Obra Social La Caixa (Diario de Burgos, 2014). Éstos tienen como objetivo realizar excursiones por el Geoparque mientras instalan panelería informativa (Fig. 4.1). Además, se elaboran inventarios de zonas de especial interés donde hay turberas, tobas y especies exóticas

El Geoparque tiene previsto dos proyectos de centros para visitantes con cartografía, cartelera y colecciones. Éstos son el “*Museo Geopaleontológico del Geoparque de Las Loras*” (Villadiego, provincia de Burgos) y el centro de exposiciones “*Espacio Arte y Territorio*” (Aguilar de Campoo, provincia de Palencia).

4.2. CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS

El Geoparque de Las Loras se localiza en el dominio periférico del Macizo Asturiano de la región geológica Vasco-Cantábrica de la Cordillera Cantábrica (Sánchez y Salman, 2015). Sus límites de norte a sur, con una distancia de 10 a 15 km, se localizan entre relieves tabulares de la cuenca sedimentaria del Duero y la paramera de La Lora. Sin embargo, sus límites de oeste a este, se enmarcan entre el Río Pisuegra y el Río Urbel, con una distancia de 30 kilómetros de sucesión de fondos de valle y plataformas. En esta comarca se encuentran los materiales de la era Mesozoica, siendo los del periodo Cretácico Superior los que mayor predominio presentan (entre los 83 y 91 Ma) (Tabla 4.1).

La litología predominante en la comarca de Las Loras se clasifica en materiales resistentes calcáreos (calizas y dolomías), deleznable carbonatados (margas), sueltos silíceos (arenas, conglomerados y arcillas) y materiales del Keuper (arcillas, yesos y sal). Los materiales resistentes calcáreos se localizan en las culminaciones de las loras; los materiales deleznable carbonatados en taludes, pasillos ortoclinales y dorsos de cresta; los materiales sueltos silíceos en fondos de valle (ríos y surcos ortoclinales) y los materiales del Keuper en depresiones.

Tabla 4.1. Periodos y edades de los materiales existentes en el Geoparque de Las Loras

Era	Per.	Serie	Piso	Edades (Ma)	Litología
MESOZOICO	CRETÁCICO	Superior	Campaniense	83-72	Calizas y dolomías
			Santoniense	87-83	Calizas y margas
			Coniaciense	88-87	Calizas y dolomías
			Turonense	88-91	Margas, calizas y dolomías
			Cenomaniense	96-91	Calizas y margas
		Inferior	Albiense	108-96	Arenas, arcillas y gravas
			Aptiense	114-108	Arenas y conglomerados silíceos
			Barremiense	116-114	Arenas, conglomerados silíceos y arcillas
			Hauteriviense	122-116	Conglomerados y areniscas
			Valangiense	130-122	Areniscas y conglomerados
	JURÁSICO	Superior (Malm)	Portlandiense	141-135	Margas, calizas y areniscas
			Kimmeridgiense	146-141	Calizas, margas, conglomerados y areniscas
		Medio (Dogger)	Calloviense	160-154	Calizas, margas y margocalizas
			Bathonense	167-160	Lutitas, margas y margocalizas
			Bajociense	176-167	Calizas y margas
			Aaleniense	180-176	Calizas, margas y margocalizas
		Inferior (Lias)	Toarciense	187-180	Calizas y margas
			Pliensbachiense	194-187	Margas y calizas
			Sinemuriense	201-194	Calizas, dolomías y margas
Hettangiense	205-201		Calizas y dolomías		
TRIAS.	Superior	Rethiense	220-205	Arcillas y yesos	

Elaboración propia, a partir del Mapa Geomorfológico de España del IGME (2010) y de la Tabla Cronoestratigráfica Internacional de la Comisión Internacional de Estratigrafía del IUGS (Cohen et al., 2018).

Se trata de un espacio de montaña media con altitudes que oscilan entre los 1.000 y 1.380 m. Según García Fernández (1980), esta comarca destaca por sus sinclinales colgados y la karstificación, que da lugar a desniveles y dimensiones reducidas con pendientes fuertes en poca distancia. Es decir, un relieve enérgico. Se trata de sinclinales complejos que reciben el nombre de loras. Éstas se encuentran separadas por una línea tectónica extensa llamada “Línea de dislocación Lomilla-Castrillo” (Ciry, 1939). Forma un valle en el que, a ambos lados de la fractura, el relieve ha levantado y empujado las loras hacia el sur por los movimientos tectónicos. Ésto ha originado que las culminaciones de las loras tengan una vergencia del flanco septentrional (González Pellejero, 1986).

García Fernández (1980) describe Las Loras como un relieve heredado de evolución morfotectónica. El relieve actual que presentan Las Loras es el resultado de una serie de fases que se remontan al Mioceno. Estos relieves morfotectónicos son producto de la actividad tectónica, la erosión diferencial (entre materiales duros -calizas y dolomías- y materiales blandos -margas y arenas-) y de procesos periglaciares que han empastado y fosilizado el relieve. A finales del Terciario, los derrubios de soliflucción (arcillas) han tapizado las arenas y areniscas albienses, además de las combes.

Según García Fernández (2006), todos estos procesos han dado lugar a un relieve morfoestructural y kárstico compuesto por doce loras y el Páramo de La Lora (1.200 m). La Lora de Monte Carrascal es la que menor altitud tiene y la lora de Peña Amaya es la que mayor altitud presenta (Martínez Arnáiz, 2013). En este relieve destacan dos elementos principales: las combes y los sinclinales colgados. Los sinclinales colgados, con forma de “muela”, son alargados y estrechos. Su culminación es llana y está compuesta de materiales resistentes (calizas y dolomías). Por otro lado, se encuentran las combes de inversión. Se trata de depresiones profundas que han sido excavadas en los materiales blandos del núcleo de los anticlinales (areniscas y arenas albienses). En ocasiones, se puede observar el contacto entre materiales del piso Albiense y materiales del Keuper. Ésto se debe a la tectónica intrusiva que, en las fallas de descomprensión, han favorecido el ascenso de los materiales del Keuper (materiales plásticos menos densos).

En cuanto a las características del relieve, son destacables tres elementos que confieren singularidad al paisaje: las crestas, las bóvedas anticlinales y las depresiones sinclinales. Las crestas han sido originadas por la erosión diferencial entre capas de materiales duros y blandos, dejando en resalte restos de flancos sinclinales o anticlinales. Estos frentes de cresta tienen un espesor variable de calizas del Santoniense (entre 83 y 87 Ma) y calizas y dolomías del Coniaciense y Turoniense (entre 87 y 91 Ma). Además, dichos frentes forman un cantil al que le sigue un talud por donde discurren los arroyos anaclinales sobre materiales deleznable (margas) del Cenomaniense (entre 91 y 96 Ma). Esta sucesión de crestas y pasillos ortoclinales origina un espacio singular.

Las bóvedas anticlinales son afloramientos de un flanco de capa dura del sector interno de los anticlinales que presentan una fuerte pendiente debido a un buzamiento acusado. Estos buzamientos son seguidos en paralelo por arroyos cataclinales (ruz) que discurren por barrancos y ejercen un alto poder erosivo formando incisiones lineales que dan lugar a ojivas (*chevrons*) En las capas blandas que flanquean las bóvedas anticlinales (zonas deprimidas) se forman pasillos ortoclinales de una anchura no superior a los 100 m.

Por último, en las depresiones sinclinales se han acumulado los materiales arrancados de las bóvedas y en donde la red fluvial ha tenido un gran poder erosivo que ha dado lugar a estas áreas deprimidas cuya anchura oscila entre los 200-400 m.

5. PROPUESTAS DE APOYO A LA DIVULGACIÓN DE LAS FORMAS DEL RELIEVE KÁRSTICAS EN LAS LORAS DE REBOLLEDO DE LA TORRE, LAS TUERCES Y PEÑA AMAYA

5.1. LA CARTOGRAFÍA GEOMORFOLÓGICA COMO HERRAMIENTA PARA LA EXPLICACIÓN DE LAS FORMAS DEL RELIEVE

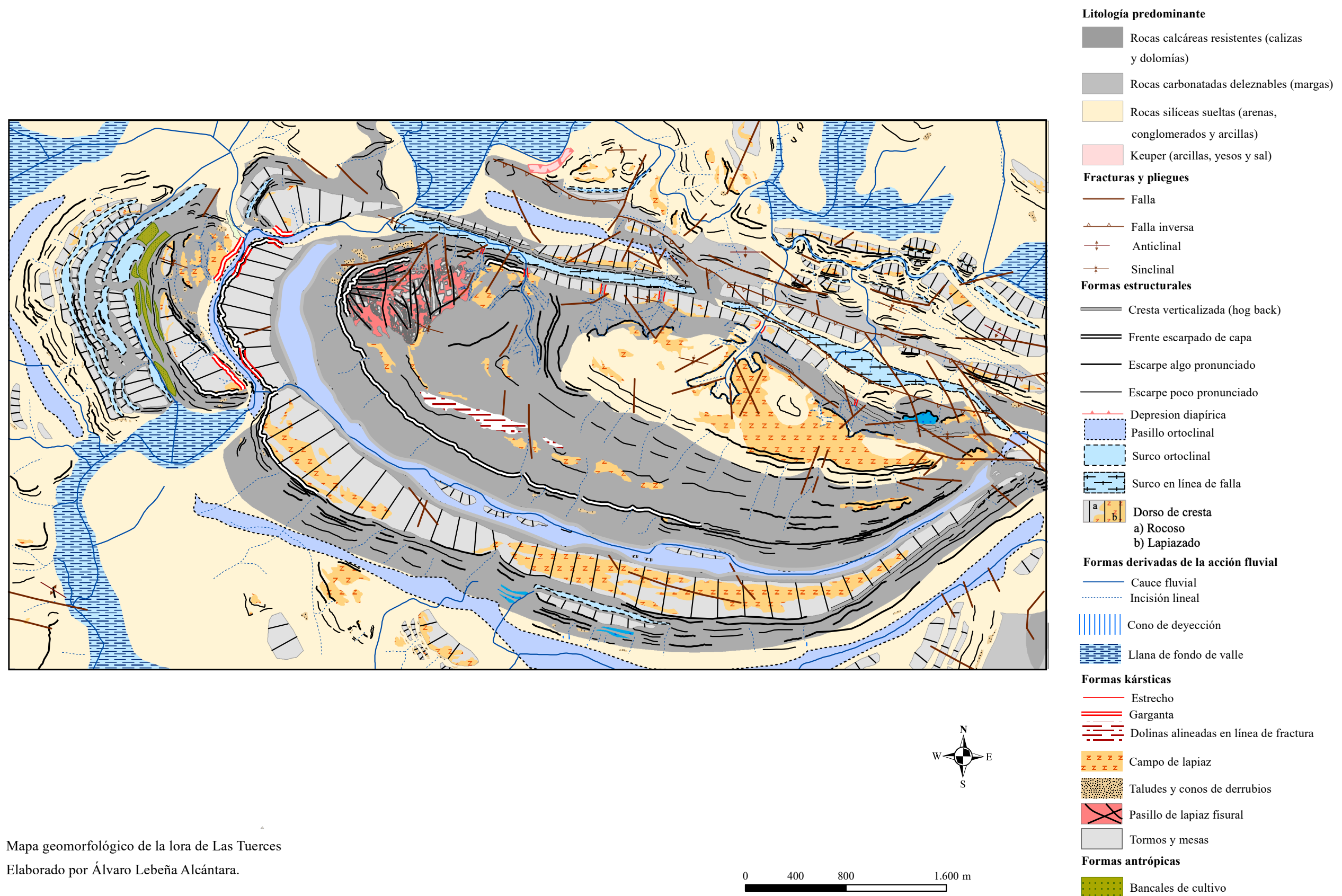
Como se explicaba anteriormente, las loras combinan cuatro tipos de materiales: rocas calcáreas resistentes (calizas y dolomías), rocas carbonatadas deleznales (margas), rocas silíceas sueltas (arenas, conglomerados y arcillas) y materiales del Keuper (arcillas, yesos y sal). Las loras de Rebolledo de la Torre, Las Tuerces y Peña Amaya presentan diferentes formas del relieve. Por un lado, se encuentran las formas estructurales. Éstas se producen por la erosión diferencial entre los materiales duros como las calizas y los materiales blandos como las margas. También se pueden observar formas derivadas de la acción fluvial, cuyo origen se debe al poder erosivo de la red fluvial. Por último, cabe destacar las formas kársticas. Éstas se han originado por la infiltración de agua ácida (agua y dióxido de carbono) por diaclasas, dando lugar a la disolución de la roca caliza.

Para un mejor conocimiento, es necesario estudiar las características geomorfológicas de cada una de estas loras. Las Tuerces se localiza al noroeste de la provincia de Palencia entre los municipios de Aguilar de Campoo, Rebolledo de la Torre y Pomar de Valdivia. Esta lora presenta un relieve moderado cuya culminación se localiza a 1.080 m y el fondo de valle a 900 m. Debido a su importancia, en marzo de 2018, se aprobó el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales (PORN) de los Espacios Naturales de Las Tuerces y Covalagua, cuyo objetivo es ordenar y gestionar los recursos naturales de ambos espacios (Decreto 7/2018). Al año siguiente, se declaró Paisaje Protegido a Las Tuerces, además de Monumento Natural a su red laberíntica de callejones kársticos. El objetivo de esta declaración es proteger tanto el paisaje como su geodiversidad mediante la conservación y protección de los valores paisajísticos, naturales, geológicos y geomorfológicos (Decreto 6/2019).

La culminación del sinclinal de la Lora de Las Tuerces destaca por una serie de formas kársticas y estructurales en rocas calcáreas resistentes -calizas y dolomías- (Mapa 5.1). Esta culminación se encuentra bordeada en el flanco sudoeste por un frente escarpado de capa. Al noroeste destacan los pasillos de lapiaz fisural con tormos y mesas, que ocupan parte del sector nordeste de la culminación. En menor medida, al sudoeste de la lora, se localizan pequeñas dolinas alineadas en línea de fractura.

Un elemento importante a destacar en esta culminación, son las formas derivadas de la acción fluvial. En el flanco norte de la lora se han desarrollado incisiones fluviotorrenciales debido a la

Mapa 5.1. Cartografía geomorfológica de la Lora de Las Tuerces

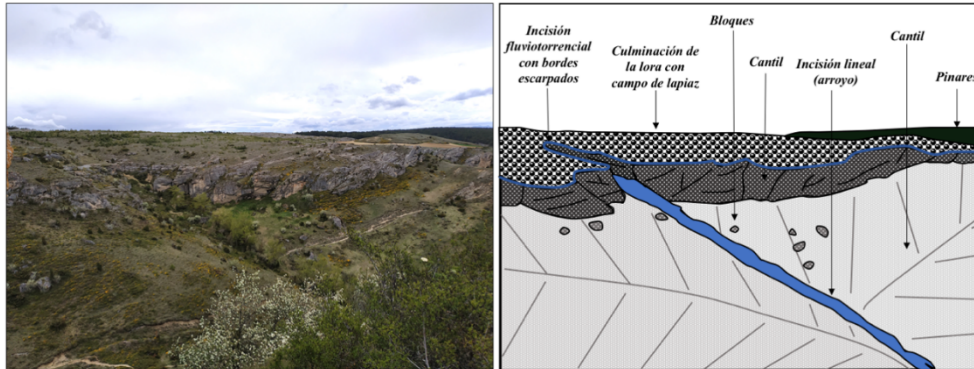


Mapa geomorfológico de la lora de Las Tuerces
Elaborado por Álvaro Lebeña Alcántara.

Elaboración propia, a partir del Vuelo fotogramétrico del IGN (1985), Hoja nº 133 (Prádanos de Ojeda) Pasadas L (nº 9, 10 y 11) y K (nº 9, 10 y 11), Serie: 1:30.000. Mapa Topográfico Nacional de España del IGN (2015), Hoja nº 133, Serie: MTN50. 1:50.000. Ortofotografía del IGN (2017), Hoja nº 133. E:1:50.000. Mapa Geológico y Litológico de Palencia de la IDECYL (2016). E:1: 100.000. Mapa Geomorfológico de España del IGME (2010), Hoja nº 133. E:1:50.000.

fuerza de los torrentes que han excavado la roca caliza y dado lugar a estrechos por los que transcurren los arroyos (Fig. 5.1). En los bordes de estas incisiones quedan en resalte escarpes pronunciados de roca caliza.

Fig. 5.1. Incisión fluviotorrential en el flanco norte de la Lora de Las Tuerces



Colección propia, 2019. Elaboración propia del esquema de las formas del relieve.

Por otro lado, es importante señalar al talud de la Lora de las Tuerces en rocas carbonatadas deleznales. En este talud se localizan incisiones lineales marcadas sobre las margas, por donde se evacua el agua del deshielo y de las precipitaciones desde la culminación hacia los fondos de valle. También destacan los escarpes suaves y los conos de derrubio que, por la gelifración y llamada al vacío de las rocas calizas del cantil, han ocupado este talud que bordea la lora de forma discontinua a lo largo del frente.

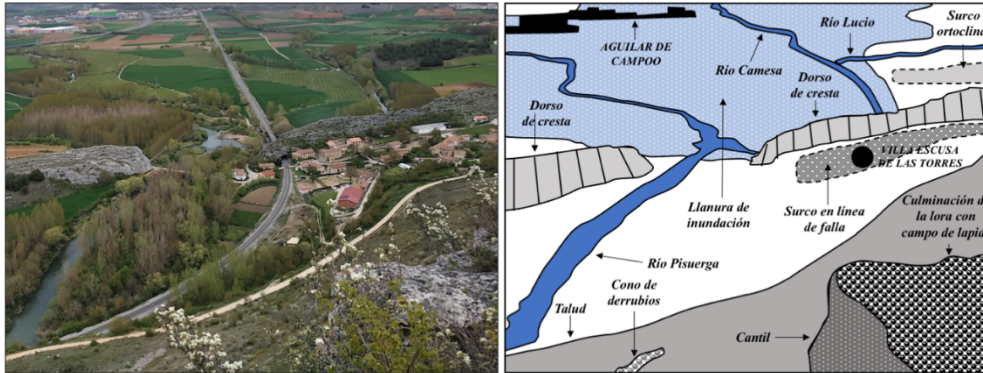
Al noroeste de la lora, en el núcleo de Villaescusa de las Torres, se localizan los dorsos de crestas verticalizadas en rocas calcáreas resistentes (calizas y margas) y el surco en línea de falla en rocas silíceas sueltas (arenas, conglomerados y arcillas). Existe una alternancia de pasillos ortoclinales y dorsos de cresta que ha sido originada por la erosión diferencial entre los materiales duros y blandos, y por los levantamientos producidos por el complejo de fallas que se localizan al nordeste de la lora. Estos dorsos de cresta rodean toda la Lora de Las Tuerces. Especialmente por donde transcurren el Arroyo de los Pradillos y el Río Lucio. Los pasillos ortoclinales atraviesan estos dorsos de cresta, siendo aquel situado en el sudoeste, el que mayor tamaño y longitud presenta.

Muchos de estos dorsos de cresta presentan pequeños campos de lapiaz discontinuos. Por un lado, los dorsos ubicados al noroeste de la lora, donde se localizan los bancales de cultivos en el Monte Cildá. Por otro, el cañón fluvio-kárstico de la Horadada, localizado entre dorsos de cresta al noroeste de la lora. Éste ha sido labrado en materiales duros donde el cauce fluvial del Río Pisuerga ha ido erosionando la roca caliza y excavando un cañón con paredes verticales.

Es necesario hacer referencia a las llanuras de inundación y las depresiones diapíricas. Las llanuras de inundación se localizan al noroeste, sudoeste y sudeste de la Lora de Las Tuerces, en

donde los ríos Pisuerga, Camesa y Lucio han originado una franja de aluviones de cantos y arcillas depositados en las márgenes de los fondos de valle (Fig. 5.2). Por último, los materiales plásticos del Keuper (arcillas, yesos y sal) han ocupado una alargada franja diapírica localizada en el norte de la Lora de Las Tuerces producido por un ascenso de materiales debido a la tectónica.

Fig. 5.2. Formas del relieve que se pueden visualizar desde el flanco norte de la Lora de Las Tuerces



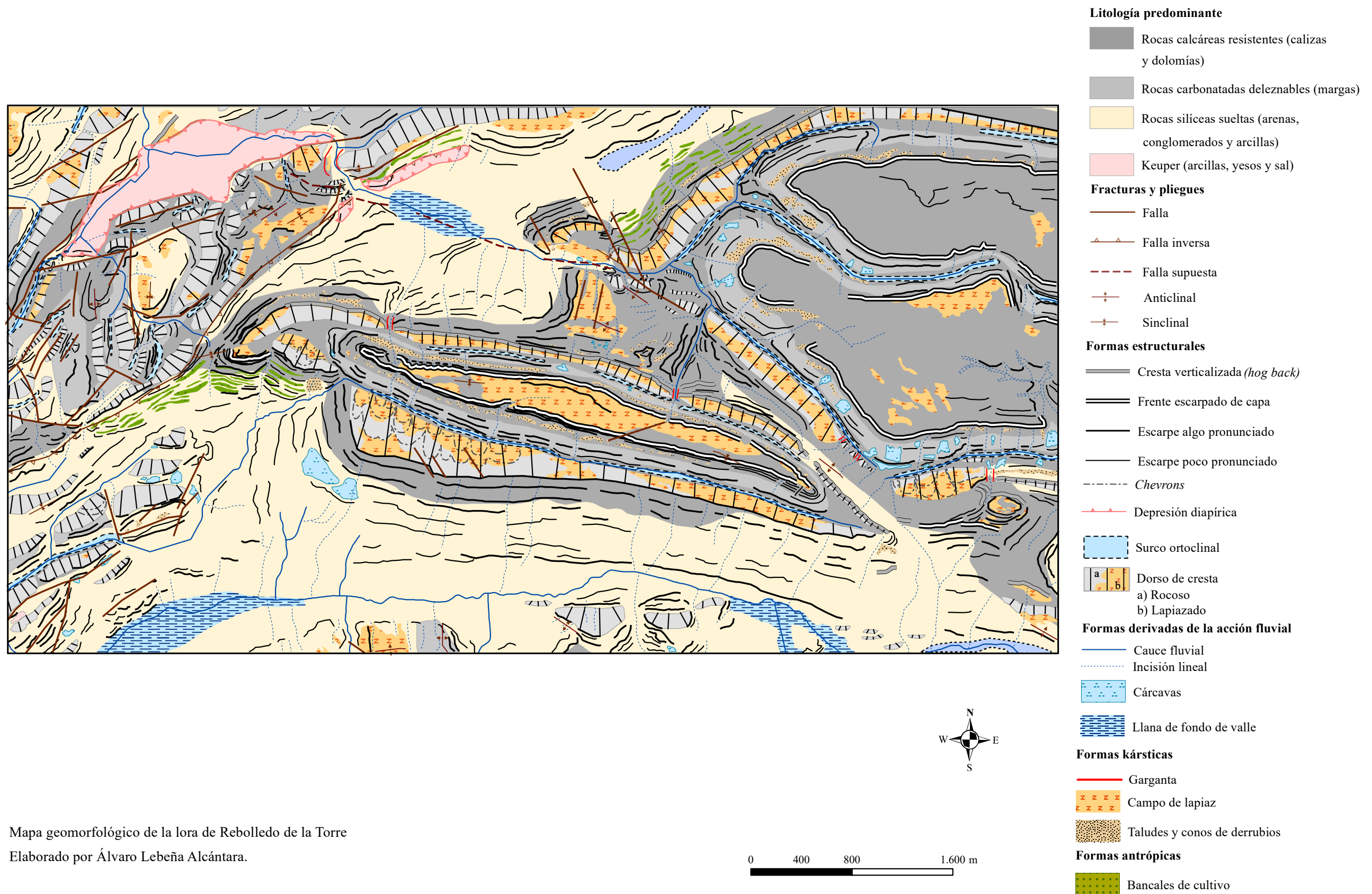
Colección propia, 2019. Elaboración propia del esquema de las formas del relieve.

La lora de Rebolledo de la Torre se localiza al noroeste de la provincia de Burgos, en el municipio que lleva su mismo nombre. Colinda al nordeste con la Lora de Barrio Lucio, al sudeste con la Lora de Albacastro y al noroeste con la Lora de Las Tuerces. Se encuentra dentro de los límites de la ZEPA Humada-Peña Amaya. Presenta un relieve enérgico cuya culminación alcanza los 1.240 m y el fondo de valle los 950 m.

La culminación del sinclinal de la Lora de Rebolledo de la Torre, al igual que el sector más oriental de la Lora de Barrio Lucio (1.197 m), se compone de rocas calcáreas resistentes de gran espesor en la que destaca un frente escarpado de capa que bordea ambas culminaciones (Mapa 5.2). En ellas se localizan tanto campos de lapiaz de gran extensión como escarpes algo pronunciados situados en el flanco norte de la lora.

En muchos de estos frentes escarpados se observan incisiones lineales de pequeños arroyos que han excavado la roca desde la culminación hacia el fondo de valle. En el flanco sur de la Lora de Barrio Lucio, se observa una incisión fluviotorrencial muy marcada en el que la fuerza de los torrentes ha excavado la roca caliza y dado lugar a relieves ahondados. Este mismo proceso se repite en los taludes en donde los arroyos han excavado rocas carbonatadas deleznable como las margas, dando lugar a incisiones que conectan con el Río Odra al este, el Arroyo Sauguillo al sur, Arroyo de Congosto de oeste a sudoeste, Arroyo del Plantío de norte a sudeste y el Arroyo del Campillo al norte.

Mapa 5.2. Cartografía geomorfológica de la Lora de Rebolledo de la Torre

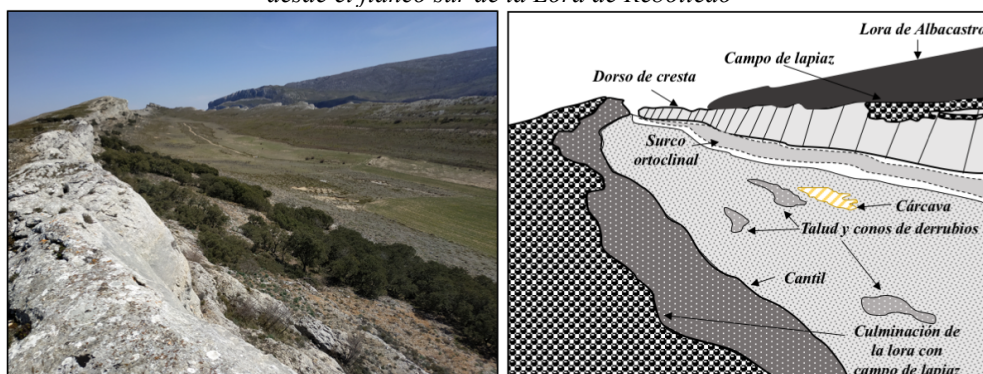


Mapa geomorfológico de la lora de Rebolledo de la Torre
Elaborado por Álvaro Lebeña Alcántara.

Elaboración propia, a partir del Vuelo fotogramétrico del IGN (1985), Hoja nº 133 (Prádanos de Ojeda) Pasadas M (nº 10 y 11), Hoja nº 134 (Polientes), Pasada M (nº 1 y 2), Serie: 1:30.000. Mapa Topográfico Nacional de España del IGN (2015), Hojas nº 133 y 134, Serie: MTN50. 1:50.000. Ortofotografía del IGN (2017), Hojas nº 133 y 134. E:150.000. Mapa Geológico y Litológico de Burgos de la IDECYL (2016). E:1: 100.000. Mapa Geomorfológico de España del IGME (2010), Hojas nº 133 y 134. E:1:50.000.

En los taludes de la Lora de Rebolledo se localizan conos de derrubios procedentes de los cantiles producidos por la gelifracción y llamada al vacío (Fig. 5.3). Al igual que en la Lora de Barrio Lucio, estos conos de derrubios forman mantos continuos y discontinuos. También se pueden observar cárcavas que, en el flanco sudoeste son de mayor tamaño debido a una mayor inclinación del talud. En estos taludes, además, se observan escarpes pronunciados en donde aflora la roca caliza, así como formas antrópicas como los bancales de cultivo que se localizan al nordeste y sudoeste de la Lora de Rebolledo de la Torre.

Fig. 5.3. Ejemplo de algunas formas del relieve que se pueden visualizar desde el flanco sur de la Lora de Rebolledo



Colección propia, 2019. Elaboración propia del esquema de las formas del relieve.

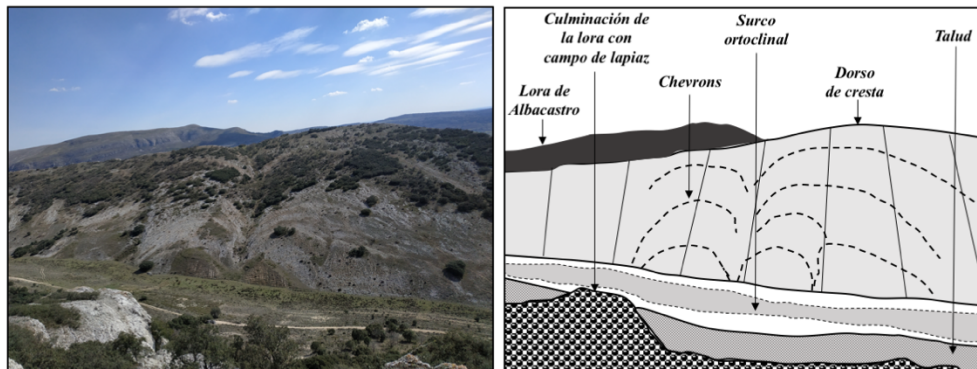
Al noroeste de la Lora de Rebolledo, se observa un campo de fallas producido por movimientos tectónicos en los que, posteriormente, se han desarrollado procesos erosivos por la acción de los arroyos. Ésto dio lugar a un relieve de sucesiones de dorsos de cresta y surcos ortoclinales. Los dorsos de cresta, sobre calizas y dolomías, se localizan alrededor de las loras de Rebolledo y Barrio Lucio, donde se han desarrollado campos de lapiaz y *chevrons* (Fig. 5.4). Estos últimos se localizan al sudoeste y sudeste de la Lora de Rebolledo. Entre los dorsos de cresta hay, además, pequeñas gargantas originadas por la erosión fluvio-kárstica. Entre ellos hay surcos ortoclinales localizados sobre margas y arenas. Éstas son franjas deprimidas de escasa anchura producidos por la erosión diferencial.

En los fondos de valle, sobre rocas silíceas sueltas (arenas, conglomerados y arcillas), se localizan los cauces fluviales sobre los que drenan sus aguas los arroyos de las culminaciones de las loras de Rebolledo de la Torre y Barrio Lucio. También se observan llanuras de inundación fluvial al norte, por donde transcurre el Arroyo del Campillo, y al sudoeste y sudeste de la lora, por donde transcurre el Arroyo el Sauguillo. Se trata de llanuras con una longitud mucho menor que las que se pueden observar al noroeste y sudoeste de la Lora de Las Tuerces. Por último, hay pasillos ortoclinales de unas decenas de metros al norte y sudeste de la Lora de Rebolledo de la Torre.

Debido a las fracturas localizadas en el noroeste de la Lora de Rebolledo de la Torre, los

materiales plásticos infrayacentes del Keuper han ascendido de los núcleos anticlinales y formado depresiones diapíricas de gran longitud, como aquella sobre la que se ubica el núcleo de Pozancos.

Fig. 5.4. Chevrons visualizados desde el flanco sur de la Lora de Rebolledo de la Torre



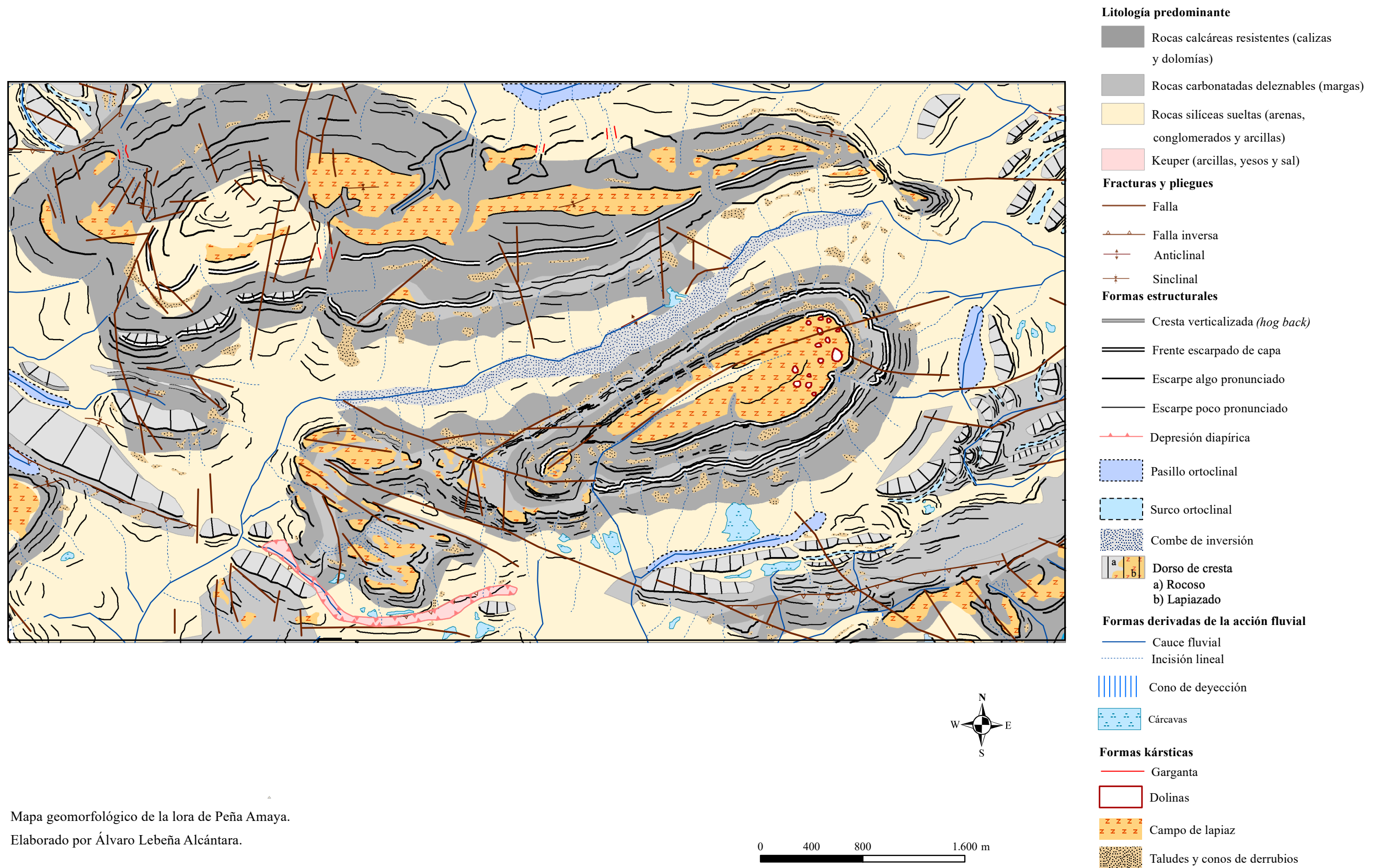
Colección propia, 2019. Elaboración propia del esquema de las formas del relieve.

La Lora de Peña Amaya se localiza al norte de la provincia de Burgos. Concretamente, se encuentra entre los municipios de Sotresgudo y Humada, al sudoeste de la Lora de Las Tuerces, y dentro de los límites de la ZEPA Humada - Peña Amaya. Es, junto a la Lora de Albacastro, uno de los relieves sinclinales con mayor altitud del Geoparque y que presenta diferencia altitudinal entre su culminación y el fondo de valle de casi 400 m (de 1.370 m de la culminación a los 980 m del fondo de valle).

En el sinclinal de la Lora de Peña Amaya, al igual que en el de la Lora de Albacastro, la culminación está compuesta de materiales resistentes como las calizas y dolomías (Mapa 5.3). En el sector noroeste de la culminación de dicha lora, se localizan dolinas de disolución en artesa de tamaños variables (Fig. 5.5). El resto de la culminación está cubierto, sin embargo, por campos de lapiaz. La lora de Peña Amaya está rodeada por un frente escarpado que ha sido erosionado por el agua de precipitación y deshielo que se evacua desde la culminación hacia los fondos de valle. Ha dado lugar a incisiones lineales muy marcadas sobre las calizas de los cantiles. En el caso de la Lora de Albacastro, se observan incisiones fluviotorrenciales muy parecidas a las de la Lora de Las Tuerces en el flanco norte. Dichas incisiones son aún más marcadas debido tanto a la inclinación de la culminación hacia los fondos de valle como a la fuerza de los torrentes.

Tanto en el noroeste de la Lora de Albacastro como en el sudoeste de la Lora de Peña Amaya, las fallas generaron levantamientos y hundimientos que han desencadenado en un relieve abrupto. Este es el caso de la Peña El Castillo, al oeste de Peña Amaya, y la Peña del Cinto, al oeste de la Lora de Albacastro.

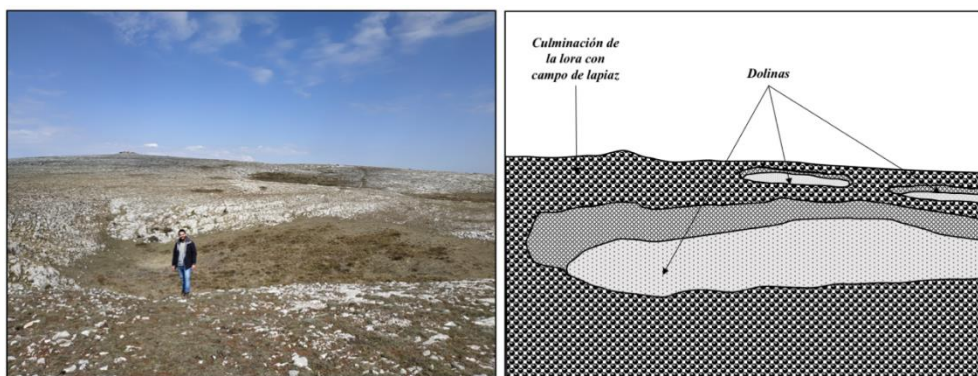
Mapa 5.3. Cartografía geomorfológica de la Lora de Peña Amaya



Mapa geomorfológico de la lora de Peña Amaya.
Elaborado por Álvaro Lebeña Alcántara.

Elaboración propia, a partir del Vuelo fotogramétrico del IGN (1985), Hoja n° 133 (Prádanos de Ojeda) Pasadas M (n° 10 y 11), Hoja n° 134 (Polientes), Pasada M (n° 07, 08 y 09). Vuelo fotogramétrico del IGN (1984) Hoja n° 165 (Herrera de Pisuergra), Pasada J (n° 11 Y 12), Hoja n° 166 (Villadiego) Pasada J (n° 01, 02 y 03), Serie: 1:30.000. Mapa Topográfico Nacional de España del IGN (2015), Hojas n° 133, 134, 165 y 166. Serie: MTN50. 1:50.000. Ortofotografía del IGN (2017), Hojas n° 133, 134, 165 y 166. E: 1:50.000. Mapa Geológico y Litológico de Burgos de la IDECYL (2016). E:1: 100.000. Mapa Geomorfológico de España del IGME (2010), Hojas n° 133, 165 y 166. E:1:50.000.

Fig. 5.5. Dolinas de disolución en artesa en el sector oriental de la culminación de Peña Amaya



Colección propia, 2019. Elaboración propia del esquema de las formas del relieve.

Al igual que en el resto de loras estudiadas, Peña Amaya presenta conos de derrubios que han cubierto tanto de forma continua como discontinua el talud de margas. Concretamente, el talud norte y este de forma continua y, de forma discontinua, el talud sudoeste de la lora (Fig. 5.6). Por otro lado, es posible observar incisiones lineales que conectan con los ríos y arroyos de los fondos de valle. Seguido a este talud, hay un frente escarpado de capa de rocas calizas y dolomías en el que se localizan, también, incisiones lineales que han excavado este cantil. Este frente escarpado es sucedido por un talud de calizas y margas en el que, de nuevo, se observan conos de derrubios que cubren de forma discontinua la lora. Dichos conos de derrubios tienen una gran extensión como consecuencia de la mayor inclinación del talud. Además, hay presencia de cárcavas en el talud sur de la lora, cuyo origen se debe al agua de lluvia que ha erosionado la cubierta vegetal poco arraigada sobre materiales arcillosos, de forma que ha quedado descubierto el suelo y dado lugar a socavones.

En lo que respecta a los dorsos de cresta, éstos se localizan al sudoeste y sudeste de Peña Amaya sobre calizas y margas. Existe una sucesión de pasillos ortoclinales y de dorsos de cresta consecuencia de la erosión diferencial. Al sudeste de Peña Amaya, las fallas inversas han modificado el relieve dando lugar a elevaciones, como puede ser el caso de Peña Ermita.

Sobre materiales silíceos sueltos (arenas, conglomerados y arcillas) se localizan los fondos de valle. Por éstos transcurren los arroyos de Riomance al sur, Sauguillo al norte y los Vallejos al este de Peña Amaya. Además, hay formas estructurales como los surcos ortoclinales, ubicados al sudeste y norte de la lora, o la combe de inversión situada entre Albacastro y Peña Amaya. Ésta forma una depresión profunda debido al excavado de los materiales blandos del núcleo del anticlinal.

Por último, son destacables los materiales del Keuper (arcillas, yesos y sal). Éstos se localizan al sudeste de la Lora de Peña Amaya, donde la tectónica ha facilitado el ascenso de estos materiales infrayacentes ocupando una alargada franja diapírica de oeste a este.

Fig. 5.6. Talud y conos de derrubios en el flanco sur de la Lora de Peña Amaya



Colección propia, 2019. Elaboración propia del esquema de las formas del relieve.

5.2 LOS BLOQUES-DIAGRAMAS PARA EL ESTUDIO GEOLÓGICO DE LAS LORAS

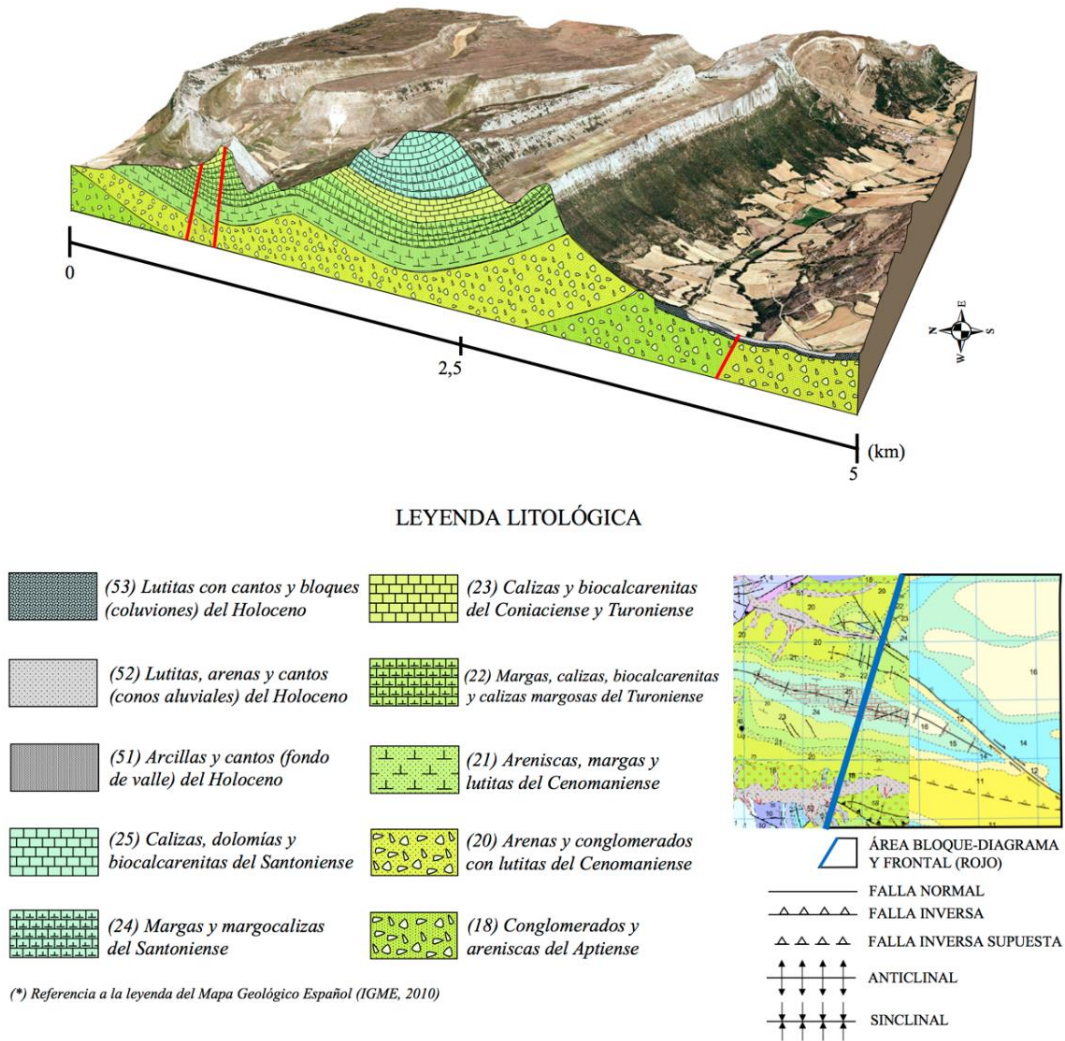
Los bloques-diagrama son una excelente forma de representar los materiales de los que están compuestos las loras estudiadas. Para ello, se representa el relieve que configuran cada una de ellas y un corte geológico que ayuda en la explicación de la composición y resistencia de los materiales, con el fin de relacionar las formas del relieve con la litología. En líneas generales, las tres loras presentan una estructura geológica similar y, en ellas, se pueden apreciar materiales del Triásico, Jurásico y Cretácico, todos ellos pertenecientes a la era Mesozoica.

La Lora de Rebolledo de la Torre está compuesta por materiales mesozoicos, pertenecientes a la serie del Cretácico Superior e Inferior. Éstos se localizan en la culminación de la lora, en los taludes y en los dorsos de cresta. En cambio, los materiales del Cuaternario están presentes en los fondos de valle (Fig. 5.7).

Para ello conviene realizar una explicación de la distribución de los materiales y su importancia en la configuración del relieve actual. En la culminación del sinclinal se encuentran las calizas y dolomías del piso Santoniense (83-87 Ma). Estos materiales son resistentes y presentan grandes dimensiones y espesor. En ellos se desarrollan campos de lapiaz fisural, dolinas e incisiones lineales marcadas en los cantiles.

En los taludes se encuentran las margas y margocalizas pertenecientes al piso Santoniense. Estos materiales son más blandos que las calizas y, por ello, los arroyos que discurren por estos taludes hacia los fondos de valle generan unas incisiones más marcadas que en las rocas calizas. Por otro lado, se encuentran las calizas margosas del piso Coniaciense y Turoniense (88-91 Ma), las cuales han sido elevadas por fallas con dirección sudeste-noroeste. Los surcos ortoclinales han sido excavados sobre margas al sudeste de la lora por el Arroyo de la Reguera y al noroeste por el Arroyo Sauguillo. En ambos casos, al quedar en resalte las rocas calizas, los dorsos de cresta generados bordean la Lora de Rebolledo de la Torre por el flanco norte y sur. Por último, en las

Fig. 5.7. Bloque-diagrama de la estructura geológica de la Lora de Rebolledo de la Torre



Elaboración propia, a partir de la Ortofotografía del Instituto Geográfico Nacional (IGN, 2017) y del Mapa Geológico de España del Instituto Geológico y Minero de España (IGME, 2010) de la Serie: MAGNA50. Hojas nº 133 (Prádanos de Ojeda) y 134 (Polientes) E. 1:50.000.

laderas más próximas a los fondos de valle se encuentran las areniscas, margas y conglomerados, así como lutitas del piso Cenomaniense (91-96 Ma) y Aptiense (108-114 Ma).

En el corte geológico de la Lora de Las Tuerces se observa como en los fondos de valle hay tanto materiales del periodo Jurásico como materiales del Cuaternario. En cambio, la culminación de la lora, los taludes y los dorsos de cresta están compuestos por materiales del Cretácico Superior e Inferior (Fig. 5.8).

En la culminación del sinclinal de la lora se localizan calizas y dolomías del piso Santoniense (83-87 Ma). Al igual que en el resto de las loras del Geoparque, estos materiales presentan grandes dimensiones y espesor. Al noroeste de la culminación destacan corredores kársticos de gran singularidad que solamente se pueden observar en esta lora, mientras que la lora por su flanco norte y sur es bordeada por un frente escarpado de capa. Además de las calizas y dolomías, también destacan en esta culminación las margocalizas y biocalcarenitas del piso Campaniense (83-72 Ma) provocando que, en el flanco norte de esta lora, se localicen unas incisiones fluvio-torrenciales muy marcadas sobre el terreno.

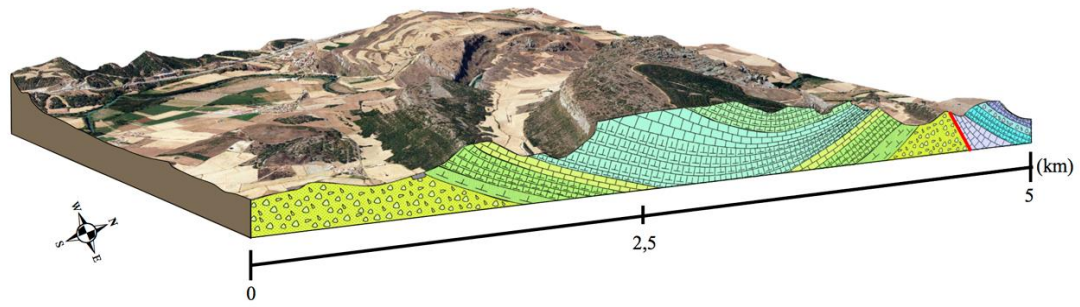
En los taludes se localizan las margas con margocalizas del Santoniense, sobre las que es posible observar incisiones lineales que conectan con el Arroyo de los Pradillos en el fondo de valle a través de surcos ortoclinales. Seguido a estos taludes y fondos de valle, resaltan sobre el terreno los dorsos de cresta en calizas y biocalcarenitas del piso Coniaciense (87-88 Ma) y Turoniense (88-91 Ma), que bordean la lora por el norte y por el sur. En dichos dorsos, se localizan campos de lapiaz cuya extensión es muy variable. En las laderas más próximas a los fondos de valle hay areniscas, arenas margas, lutitas y conglomerados del piso Cenomaniense (91-96 Ma). Al ser materiales deleznable, sobre éstos se han desarrollado incisiones lineales muy marcadas.

Al nordeste de la Lora de Las Tuerces se localizan los materiales pertenecientes al periodo Jurásico: calizas y margas del Portlandiense (135-141 Ma). Dichos materiales han entrado en contacto con los del Cretácico Inferior (piso Cenomaniense) debido a una falla inversa con dirección sudeste-noroeste que ha dado lugar a un levantamiento de la superficie. Destacan los dorsos de cresta, siendo un ejemplo reseñable el Alto de la Cruz. En las laderas se localizan las lutitas y conglomerados del Kimmeridgiense (141-146 Ma), así como margas, margocalizas y calizas del Aalenense (176-180 Ma), Toarciense (180-187 Ma) y Pliensbachiense (187-194 Ma).

En los fondos de valle del sudoeste de la Lora de Las Tuerces se encuentran los materiales del periodo Cuaternario (cantos y arcillas de la serie del Holoceno). Por este fondo de valle trascurren afluentes del Río Monegro.

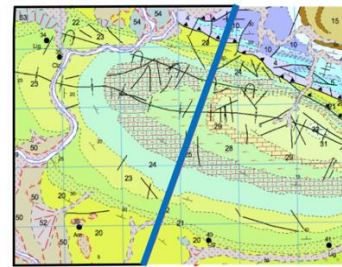
En cuanto al corte geológico de la lora de Peña Amaya, ésta se compone de materiales

Fig. 5.8. Bloque-diagrama de la estructura geológica de la Lora de Las Tuerces



LEYENDA LITOLÓGICA

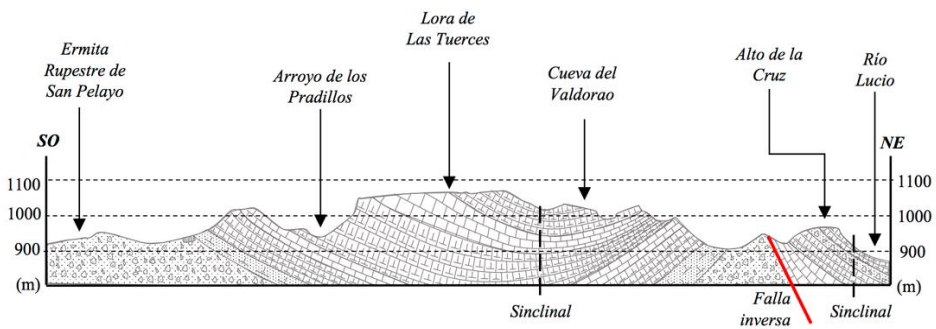
	(51) Arcillas y cantos (fondos de valle) del Holoceno		(21) Areniscas, margas y lutitas del Cenomaniense
	(28) Margas con margocalizas y biocalcarenitas del Campaniense		(20) Arenas y conglomerados con lutitas del Cenomaniense
	(25) Calizas, dolomías y biocalcarenitas del Santiense		(10) Calizas, margas y lutitas del Portlandiense
	(24) Margas con margocalizas del Santiense		(9) Lutitas, conglomerados y areniscas del Kimmeridgiense
	(23) Calizas y biocalcarenita del Coniaciense y Turoniense		(5) Margas, margocalizas y calizas del Aaleniense, Toarciense, Pliensbachiense
	(22) Margas, calizas, biocalcarenitas y calizas margosas del Turoniense		(4) Calizas y dolomías del Sinemuriense y Hettangiense



- ÁREA BLOQUE-DIAGRAMA Y FRONTAL (ROJO)
- FALLA NORMAL
- FALLA INVERSA
- ANTICLINAL
- SINCLINAL

(*) Referencia a la leyenda del Mapa Geológico Español (IGME, 2010)

PERFIL LONGITUDINAL



Elaboración propia, a partir de la Ortofotografía del Instituto Geográfico Nacional (IGN, 2017) y del Mapa Geológico de España del Instituto Geológico y Minero de España (IGME, 2010) de la Serie: MAGNA50. Hojas nº 133 (Prádanos de Ojeda) E. 1:50.000.

infrayacentes del periodo Triásico (*Keuper*), del Jurásico (fondos de valle) y del Cretácico Superior e Inferior como son las culminaciones y taludes de las loras de Peña Amaya y Albacastro (Fig. 5.9).

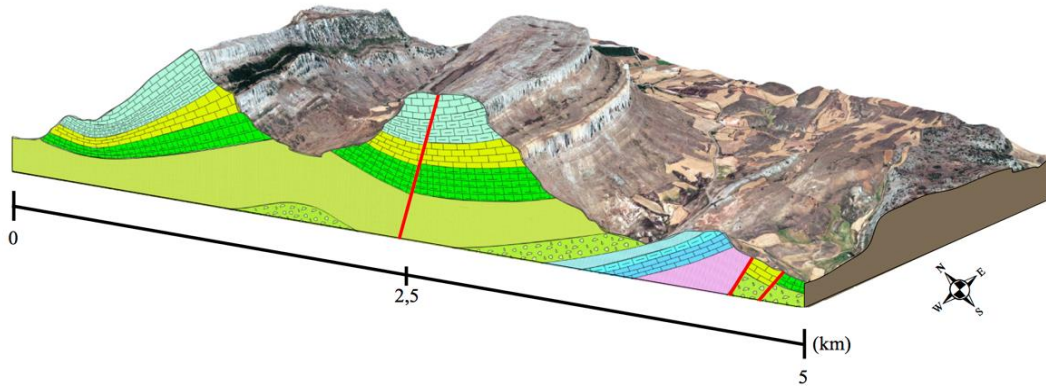
En la culminación de Peña Amaya se localizan con un gran espesor las rocas calizas del piso Santoniense. Destaca una falla con dirección noroeste-sudeste que ha dado lugar a un levantamiento del flanco norte sobre el sur. En esta culminación, se han desarrollado algunas formas kársticas como campos de lapiaz fisurales y dolinas de disolución en artesa. En este caso, la roca caliza es bordeada por un frente escarpado de capa con incisiones verticales en los cantiles. Los taludes están compuestos de margas del piso Santoniense sobre las que se desarrollan las incisiones lineales que conectan con los arroyos y ríos de los fondos de valle. Además, los conos de derrubios aparecen de forma discontinua en el talud del sudoeste y de forma continua en el talud del este y norte.

Por otro lado, hay dos tipos de cantiles. Unos sobre roca caliza del piso Santoniense, y otros sobre materiales de caliza y dolomías blancas de los pisos Coniaciense y Turoniense. Dicho cantil es sucedido por un talud de calizas y margas, también de los pisos Turoniense y Cenomaniense, donde se pueden observar incisiones lineales y conos de derrubios que aparecen de forma discontinua. Éstos ocupan una mayor extensión en comparación con los conos de derrubios de los taludes sobre margas, los cuales se han generado como consecuencia de una mayor inclinación.

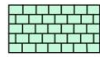


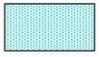

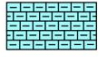




Las arenas, arcillas y gravas del piso Albiense aparecen en el fondo de valle. En cambio, en el flanco sur de la Lora de Peña Amaya, aparecen tanto conglomerados y arenas silíceas del piso Aptiense como arcillas y arenas rojas del Berriasiense. Sobre estos materiales discurren el Arroyo Sauguillo, al noroeste de la Lora de Albacastro, y el Río Gallinas entre las loras de Peña Amaya y Albacastro.

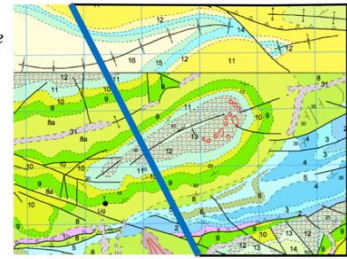
Al sudeste de la Lora de Peña Amaya, sobre las margas de los pisos del Toarciense (180-187 Ma) y Pliensbachiense (180-187 Ma), y sobre las dolomías y calizas de los pisos del Hettangiense (201-205 Ma) y Rethiense (205-220 Ma), se localizan los dorsos de cresta. Además, los materiales infrayacentes del *Keuper* ascendieron por las fracturas de dirección sudeste-noroeste hasta los núcleos de los anticlinales y, posteriormente, levantaron los flancos de las calizas Turonienses formando diapiros.






Fig. 5.9. Bloque-diagrama de la estructura geológica de la Lora de Peña Amaya



LEYENDA LITOLÓGICA

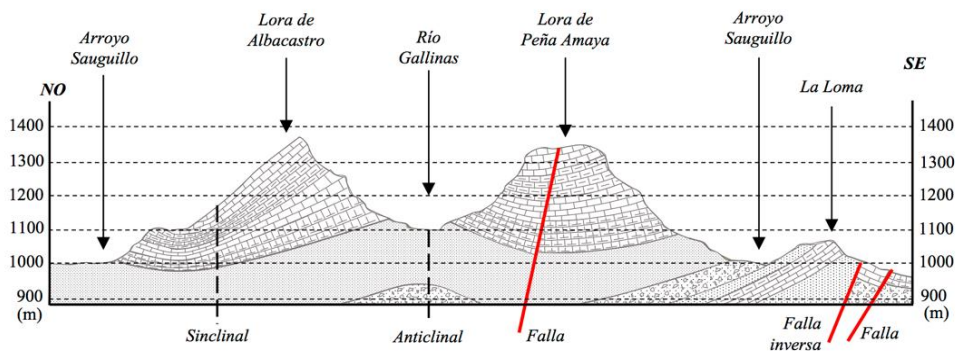
	(12) Calizas del Santoniense		(8) Conglomerados y arenas silíceos del Aptiense
	(11) Margas del Santoniense		(5) Arcillas y arenas rojas del Beriasiense y Malm.
	(10) Calizas y dolomías blancas del Coniaciense y Turoniense		(3) Margas del Toarciense y Pliensbachiense
	(9) Calizas y margas Turoniense y Cenomaniense		(2) Dolomías y calizas del Hettangiense y Rethiense
	(8a) Arenas, arcillas y gravas del Albiense		(1) Arcillas del Keuper



	ÁREA BLOQUE-DIAGRAMA Y FRONTAL (ROJO)
	FALLA NORMAL
	FALLA INVERSA
	ANTICLINAL
	SINCLINAL

(*) Referencia a la leyenda del Mapa Geológico Español (IGME, 2010)

PERFIL LONGITUDINAL



Elaboración propia, a partir de la Ortofotografía del Instituto Geográfico Nacional (IGN, 2017) y del Mapa Geológico de España del Instituto Geológico y Minero de España (IGME, 2010) de la Serie: MAGNA50.Hojas nº 134 (Polientes) y 166 (Villadiego) E. 1:50.000.

5.3 UNA OBSERVACIÓN A ESCALA DE DETALLE: LOS LAPIACES

5.3.1 *Definición y clasificación de tipos de lapiaz*

Una de las características más destacadas del Geoparque de Las Loras son los campos de lapiaz. Éstos configuran un paisaje singular por su diversidad de tipos. Por lapiaz, se entiende un complejo de formas y afloramientos de roca caliza que presenta diferentes morfologías y diferentes tamaños (desde milímetros hasta metros), en función del tipo de caliza, del régimen hídrico y del clima donde se desarrollan (Ginés *et al.*, 2009). Al conjunto de lapiazes se le denomina campo de lapiaz. Diversos factores influyen en su génesis, siendo el más importante el desarrollo en superficie o bajo cubierta vegetal (Bögli, 1980). El proceso por el que se configuran dichos lapiazes se conoce como karstificación. La roca caliza se disuelve por la acción conjunta del agua procedente del deshielo o de las precipitaciones y del dióxido de carbono. Ello da lugar a un compuesto llamado bicarbonato cálcico.

Desde mediados del siglo XX, se ha puesto de manifiesto un mayor interés por clasificar los campos de lapiaz. Son numerosas las clasificaciones de lapiazes elaboradas por distintos autores. Es destacable aquella del alemán Bögli (1960;1980), cuya terminología ha sido aceptada mundialmente y, en la actualidad, es una de las más empleadas en trabajos científicos. Décadas más tarde, fueron otros autores (Sweeting, 1972; Ford y Williams, 1989) quienes se esforzaron en establecer clasificaciones de tipos de lapiaz según otros factores como la morfología, procesos de disolución, pendiente o litología, entre otros. Sin embargo, la clasificación más extendida se centra en si el lapiaz está libre, cubierto o semilibre. De esta forma, los lapiazes libres son aquellos donde el agua del deshielo y de la precipitación, por impacto sobre la roca o por agua estancada o en escorrentía, han disuelto la roca caliza dando lugar a diferentes tipos. Por otro lado, los lapiazes semilibres o cubiertos son aquellos donde ha habido una combinación entre el agua y la materia orgánica, que disuelve y modela estas formas (Ginés, 1990). La principal diferencia entre los lapiazes libres y cubiertos es que, mientras los lapiazes cubiertos son suaves y redondeados, los lapiazes libres presentan formas ásperas y agudas (Gutiérrez Elorza, 2008).

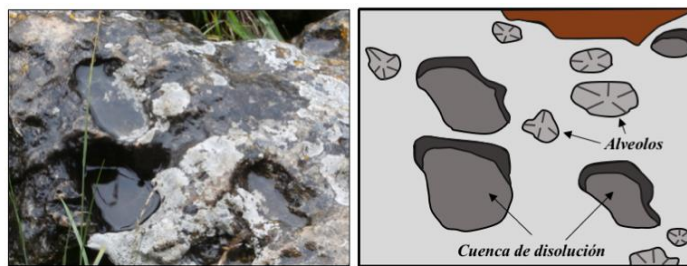
La elaboración de un atlas de clases de lapiaz para las loras de Rebolledo de la Torre, Peña Amaya y Las Tuerces, ha requerido del conocimiento previo de los tipos de lapiaz que se desarrollan en latitudes medias, así como aquel del resto de factores mencionados. Una vez realizado dicho estudio, ha sido posible establecer un total de 14 tipos de lapiaz.

La clasificación de tipos de lapiaz es una fase del trabajo muy compleja. Por ello, la clasificación planteada por la investigadora portuguesa María Luisa Rodrigues es la más conveniente para el área de estudio, ya que pone en relación la morfología con los procesos de disolución (Rodrigues, 2012).

En una primera clasificación, es posible destacar a los lapiaz que presentan forma de alveolos y cuencas de disolución. Este tipo de lapiaz es producto de las aguas estancadas donde se produce un proceso de disolución bioquímico. En esta clasificación se incluyen a las cuencas de disolución (*kamenitzas*), alveolos de pequeño tamaño (*grubchenkarren*), alveolos con forma de panal de abejas (*kavernosenkarren*) y lapiaz en escalonamientos (*trittkarren*).

Las cuencas de disolución (*kamenitzas*) han sido formadas por la precipitación pluvial estancada y que, en acción conjunta con la materia orgánica, ha generado una corrosión en la roca (Ginés *et al.*, 2009; Fig. 5.10). Se

Fig. 5.10. Cuencas de disolución y alveolos pequeños en Las Tuerces



Colección propia, 2019. Elaboración propia.

desarrolla sobre superficies horizontales y tanto en rocas desnudas como rocas cubiertas (Gutiérrez Elorza, 2008). Su profundidad alcanza los 20 cm y un diámetro máximo de 80 cm presentando bordes planos y redondeados (James y Choquette, 1987). Este tipo de lapiaz se localiza en las loras de Rebolledo de la Torre, Peña Amaya y Las Tuerces, aunque su presencia es mayor en Peña Amaya. El tamaño medio observado en las loras estudiadas oscila entre 5 - 29 cm de diámetro y 1,5 - 11 cm de profundidad.

Los alveolos de pequeño tamaño (*grubchenkarren*) presentan unas dimensiones centimétricas con bordes suavizados. Se desarrollan sobre roca desnuda o semicubierta debido a la acción de la materia orgánica - raíces de las plantas, líquenes o musgos- (Bértolo, 2014). Este tipo de lapiaz se puede desarrollar en cualquier tipo de pendiente (Rodrigues, 2012). Es el lapiaz que mayor presencia tiene en las loras de estudio, presentando un diámetro de 1-5 cm.

Fig. 5.11. Alveolos en Las Tuerces



Colección propia, 2019. Elaboración propia.

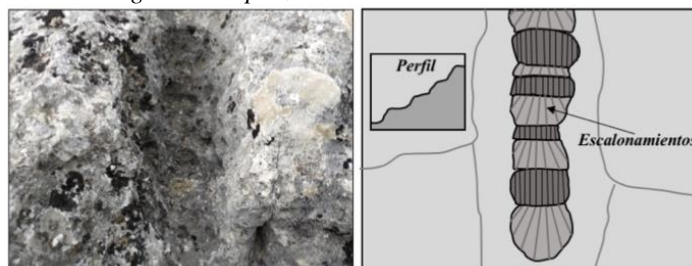
Los alveolos con forma de panal de abeja (*kavernosenkarren*) se han desarrollado por la acción de las gotas de lluvia que han perforado la roca dando lugar a microformas irregulares sobre rocas semicubiertas o desnudas (Fig. 5.11). Su tamaño varía de unos

pocos milímetros a unos pocos centímetros, pudiendo presentar tanto bordes suavizados como agudos. Se desarrolla en superficies poco inclinadas (Bértolo, 2014). Estos alveolos solamente se localizan en la Lora de Las Tuerces con tamaños diversos que oscilan entre los 0,2 mm - 6,5 cm

de diámetro.

Los escalonamientos (*trittkarren*) se han originado por el agua de escorrentía laminada que fluye en superficies horizontales o inclinadas (Veress y Tóth, 2004; Fig. 5.12). Ésto da lugar a

Fig. 5.12. Lapiaz en escalones en Las Tuerces



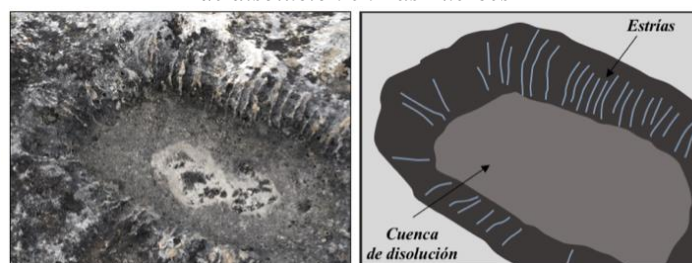
Colección propia, 2019. Elaboración propia.

escalones con crestas agudas que destacan por una cabecera arqueada con fondos planos. Su tamaño varía entre 5 - 20 cm de ancho y 3 - 50 cm de altura, formándose sobre roca desnuda (Gutiérrez Elorza, 2008). En las tres loras, pese a su escasa presencia, presenta un tamaño entre 5 - 11,5 cm de ancho y 27 cm de altura máxima.

Otra de las clasificaciones que se pueden establecer son los tipos de lapiaz con forma de canales, surcos, ranuras o regueros. Estos lapiaces han sido formados por la disolución del agua en escorrentía. A esta clasificación pertenecen los lapiaces en estrías (*rillenkarren*), surcos de forma redondeada (*rundkarren*), meandriformes (*meanderkarren*), formas tubulares y fistulares (*hohlkarren*), canales (*rinnenkarren*) y canales de pared vertical (*wandkarren*).

Los lapiaces de estrías (*rillenkarren*) deben su desarrollo a las aguas superficiales (Fig. 5.13). Éstas bajan por la roca vertical dando lugar a canales paralelos entre sí, con pequeñas oquedades y con forma de “U” (Soriano, 1985). Se desarrollan en roca desnuda, con una profundidad de 1 a 2 cm y una longitud de hasta 50 cm. Sus crestas son rectas y agudas (Gutiérrez Elorza, 2008). Estas estrías solamente se localizan en la Lora de Las Tuerces y se desarrollan en los bordes de las cuencas de disolución.

Fig. 5.13. Estrías desarrolladas en cuenca de disolución en Las Tuerces



Colección propia, 2019. Elaboración propia.

Las observaciones realizadas indican que, en las loras analizadas, la profundidad es de 1 cm y la longitud máxima de 9,5 cm.

Fig. 5.14. Surco redondeado en Peña Amaya



Colección propia, 2019. Elaboración propia.

Los surcos redondeados (*rundkarren*) son un tipo de lapiaz que se origina en suelos ricos en CO_2 , donde la humedad causa la corrosión de la roca. (Ginés *et al.*, 2009; Fig. 5.14). Presentan poca anchura y profundidad, ya que se estima que sólo tienen entre 10-40 cm de anchura y una profundidad máxima de 30 cm. Todo ello sobre rocas cubiertas en superficies inclinadas con crestas suavizadas y redondeadas (James y Choquette, 1987; Gutiérrez Elorza, 2008). Estos surcos están presentes en las tres loras, habiéndose observado que la anchura oscila entre los 11 - 13,5 cm y la profundidad máxima observada es de 14,5 cm.

Fig.5.15. Lapiaz meandriforme en Rebolledo de la Torre



Colección propia, 2019. Elaboración propia.

Los lapiazes meandriformes (*meanderkarren*) se desarrollan por la disolución de agua de escorrentía laminada en los canales, habiendo un mayor desarrollo de la canal conforme aumenta la pendiente (Fornós y

Ginés, 1996; Fig. 5.15). Este tipo de lapiaz se desarrolla sobre rocas semicubiertas y desnudas. Sus canales tienen un desarrollo máximo de 20 cm de largo, mientras que su profundidad apenas alcanza los 2 cm. Además, estos lapiazes presentan bases redondeadas y crestas agudas (Gutiérrez Elorza, 2008). Únicamente se localizan en las loras de Las Tuerces y de Rebolledo de la Torre, donde la longitud observada es de 18 cm y la profundidad varía entre 1,5 - 2 cm.

Fig. 5.16. Formas tubulares y fistulares en Rebolledo de la Torre



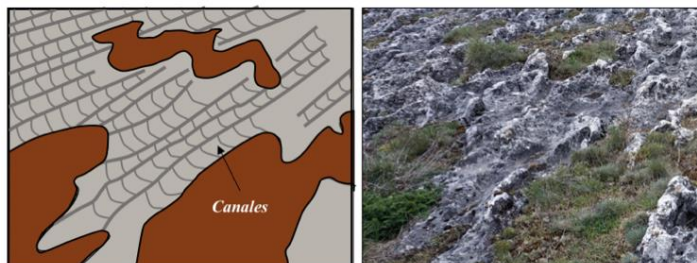
Colección propia, 2019. Elaboración propia.

Los lapiazes con formas tubulares y fistulares (*hohlkarren*) se forman sobre roca cubierta en la que el humus, al saturarse de agua con CO_2 , ejerce una corrosión agresiva (Fig. 5.16). Estos surcos tienen un fondo estrecho y una base ancha con forma redondeada y en brecha (Soriano, 1985). Su tamaño varía desde los 10 cm de altura y de 15 - 100 cm de profundidad. Se desarrolla, principalmente, sobre superficies

inclinadas de roca cubierta o semicubierta (Gutiérrez Elorza, 2008). Estas formas se desarrollan en cualquiera de las tres loras analizadas, con una altura de 7 - 10 cm y una anchura de 5 - 22 cm.

Los lapiaces en canales (*rinnenkarren*) se originan por la escorrentía de las aguas superficiales. Una mayor inclinación del terreno hace que el agua fluya más deprisa, provocando que la anchura de los canales sea mayor, mientras

Fig. 5.17. Canales en Las Tuerces

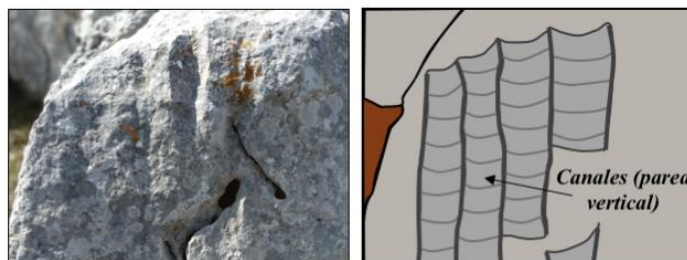


Colección propia, 2019. Elaboración propia.

que la profundidad sea menor (Fig. 5.17). Se desarrollan donde la roca está desnuda o semicubierta. Sus crestas son estrechas, afiladas y agudas. Éstas tienen una anchura inferior a 50 cm, mientras que su profundidad oscila entre 30 – 50 cm (Ginés *et al.*, 2009; Rodrigues, 2012). Estos canales se localizan, únicamente, en la Lora de Las Tuerces con una anchura inferior a 32 cm y una profundidad entre 12 - 18 cm.

Los canales de pared vertical (*wandkarren*) se originan por el agua que fluye por paredes verticales de roca desnuda (Ghobadi *et al.*, 2014; Fig. 5.18). Da lugar a canales paralelos entre sí, con una anchura entre 5 - 12 cm (Veress y Tóth, 2004).

Fig. 5.18. Canales en pared vertical en Peña Amaya



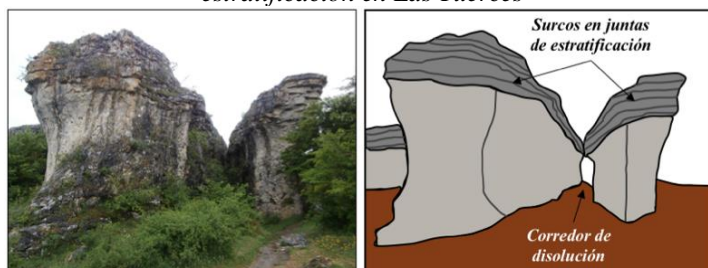
(Colección propia, 2019). Elaboración propia.

Éstas se localizan en la Lora de Peña Amaya con una anchura de 5,5 - 9,5 cm y una longitud de 32 - 47 cm.

Una última clasificación pertenece a los lapiaces con forma de corredores, mesas o ranuras. Éstos se han formado por la acción conjunta de la escorrentía superficial y factores estructurales -juntas de estratificación, fallas y diaclasas-. A este grupo pertenecen los surcos en juntas de estratificación (*schichtfugenkarren*), los corredores de disolución (*bogaz*), lapiaces fisurales (*kluftkarren*) y los lapiaces con forma de crestas y agujas agudas (*spitzkarren*).

Los surcos en juntas de estratificación (*schichtfugenkarren*) se desarrollan transversalmente al plano de la roca desnuda, por la filtración y disolución de las juntas de estratificación (Crispim, 1987; Fig. 5.19). Este ensanchamiento origina unos surcos cuyos bordes están suavizados. La profundidad de éstos oscila entre 5 - 10 cm (Ginés *et al.*, 2009). Las tres loras trabajadas presentan

Fig. 5.19. Corredores de disolución y surcos en juntas de estratificación en Las Tuerces



Colección propia, 2019. Elaboración propia.

Los corredores de disolución (*bogaz*) se forman sobre superficies horizontales donde la disolución ha trabajado las diaclasas haciendo que, posteriormente, se hundan los techos dando lugar a bogaces (Fig. 5.19). El fondo de estos corredores se encuentra, generalmente, cubierto de vegetación. Este hecho hace que, la vegetación y la humedad retenida en el fondo de los corredores, haga que la roca se disuelva y los corredores continúen profundizándose. Su profundidad y anchura puede superar los 2 m (Rodríguez, 2012). Este tipo de lapiaz es característico de la Lora de Las Tuerces, cuya anchura aproximada es de 1- 2 m y su profundidad de 3,5 m.

este tipo de lapiaz. En los tres casos, la profundidad es de 3 a 8,5 cm.

Los corredores de disolución (*bogaz*) se forman sobre superficies horizontales donde la disolución ha trabajado las

Los lapiazes fisurales (*kluftkarren*) se desarrollan tanto en superficies horizontales como inclinada, donde la roca presenta numerosas diaclasas que dan un aspecto enlosado (Fig. 5.20).

El agua explota estas líneas de debilidad y genera fuertes fracturas. De forma similar a la formación de los bogaces, en el fondo de estas fracturas el agua se retiene y, junto a la materia orgánica, éstas se ensanchan y

Fig. 5.20. Lapiaz fisuralen Peña Amaya



Colección propia, 2019. Elaboración propia.

profundizan (López Limia *et al.*, 1985). Su tamaño varía entre unos pocos centímetros hasta más de medio metro de profundidad, presentando bordes suavizados en roca cubierta y bordes marcados en roca desnuda (Gutiérrez Elorza, 2008). Este tipo de lapiaz es el predominante en todas las loras estudiadas, habiéndose observado numerosos ejemplos con profundidades que oscilan entre 8,5 - 36 cm.

Fig. 5.21. Crestas y agujas en Rebolledo de la Torre



Colección propia, 2019. Elaboración propia.

Los lapiazes en forma de crestas y agujas agudas (*spitzkarren*) se desarrollan en las rocas desnudas más fracturadas en juntas de estratificación (Bértolo, 2014; Fig. 5.21). Dan lugar a formas piramidales sobre superficies

inclinadas. La anchura aproximada son 50 cm, mientras que la profundidad oscila entre 40 - 150 cm (Gutiérrez Elorza, 2008; López Limia *et al.*, 1985). Este tipo de lapiaz es visible en Rebolledo de la Torre y Peña Amaya. En ambos casos, la anchura oscila entre 13 - 25 cm y la profundidad entre 45 - 62 cm.

5.3.2 *Atlas de campos de lapiaz en las loras de Rebolledo de la Torre, Peña Amaya y Las Tuerces*

Se ha elaborado un atlas de campos de lapiaz para las loras de Rebolledo de la Torre, Peña Amaya y Las Tuerces. En primer lugar, se han realizado un total de 403 observaciones repartidas por 6,3 km² de superficie. La lora más extensa es Las Tuerces (4,81 km²) aunque no es aquella donde se ha realizado el mayor número de muestreos (129), ya que la cubierta vegetal está muy desarrollada y dificulta la observación de lapiares. En lo que respecta a Peña Amaya y Rebolledo de la Torre, ambas loras presentan una superficie notablemente inferior (0,87 km² y 0,62 km², respectivamente). Sin embargo, el menor desarrollo de vegetación ha permitido que la cifra de observaciones sea bastante elevada en ambos casos, ya que en la Lora de Peña Amaya se han realizado 158 muestreos, mientras que en Rebolledo de la Torre han sido 116.

Se ha anotado el tipo de lapiaz correspondiente a cada muestreo, por lo que es posible determinar cuáles son los más frecuentes. De esta forma, se puede confirmar que hay una gran presencia de lapiares fisulares o *kluftkarren* (41,4% de los muestreos), de alveolos de pequeño tamaño o *grubchenkarren* (16,1%) y de lapiares con formas tubulares y fistulares o *hohlkarren* (10,2%) en las loras analizadas. De igual forma, los tipos de lapiaz menos frecuentes son los escalonamientos o *trittkarren* (0,2%), los lapiares de estrías o *rillenkarren* (0,7%), los lapiares con surcos con perfil en “U” o *rinnenkarren* (1%) y las crestas y agujas, también denominadas *spitzkarren* (1,5%).

Precisamente, la predominancia de tipos de lapiaz ha sido el criterio seguido a la hora de hacer las distintas clasificaciones o campos de lapiaz. Se han establecido un total de 9 áreas en las que se determina cuál es el tipo de lapiaz más frecuente y cuáles son los otros tipos que acompañan, en menor medida, al principal.

A continuación, se muestra la localización de los muestreos realizados, ya clasificados, para las Loras de Rebolledo de la Torre, Peña Amaya y Las Tuerces; así como una descripción del campo de lapiaz y su génesis (Mapa 5.4).

Mapa 5.4. Campos de lapiaz en las culminaciones de las loras de Las Tuerces, Peña Amaya y Rebolledo de la Torre

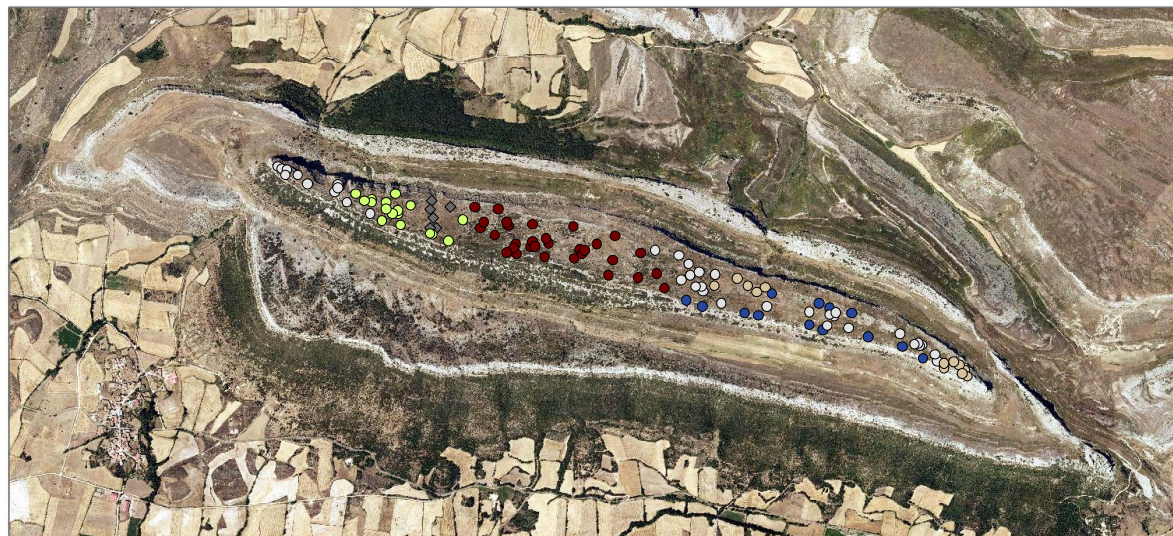
Lora de Las Tuerces



Lora de Peña Amaya

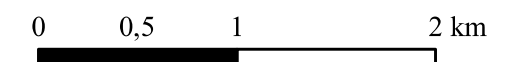


Lora de Rebolledo de la Torre



Tipos de lapiaz predominantes

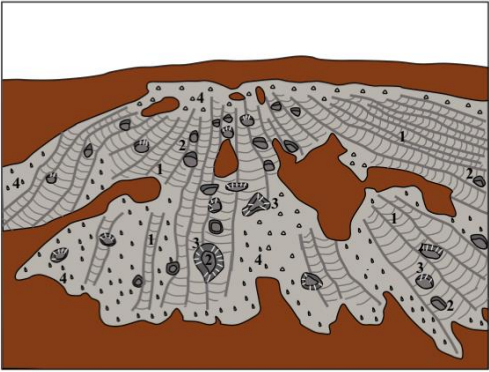
- Escarpes con surcos en juntas de estratificación y lapiaces fisurales
- Lapiaces fisurales descubiertos en superficies de lapiaz cubierto
- Lapiaces fisurales e importante desarrollo de alveolos de pequeño tamaño
- Lapiaces fisurales muy fragmentados
- Llanuras con cuencas de disolución, lapiaces fisurales y gran desarrollo de formas tubulares y fistulares
- Lapiaces en bordes de dolinas de disolución en artesa
- Corredores de disolución
- Canales y cuencas de disolución
- ◆ Lapiaces de crestas y agujas

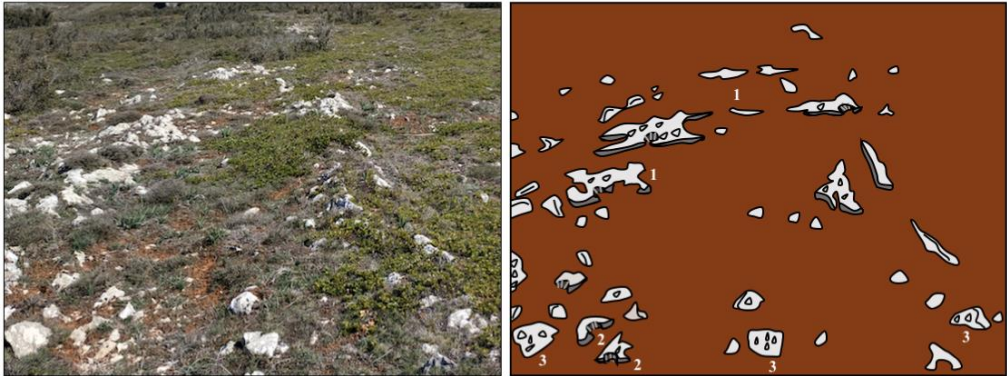


Elaboración propia, a partir de la Ortofotografía del Instituto Geográfico Nacional (IGN, 2017), Hojas nº 133 (Prádanos de Ojeda), 134 (Polientes), 165 (Herrera de Pisuegra) y 166 (Villadiego) E. 1:50.000.


Escarpes con surcos en juntas de estratificación y lapiazes fisurales	
Descripción	<p>Campos de lapiaz localizados en las loras de Rebolledo de la Torre y Las Tuerces, que representan el 9,7% de los muestreos realizados y, más concretamente, el 26,7% de los muestreos realizados en Rebolledo y el 6,2% de los muestreos de Las Tuerces. Existe una alternancia de escarpes de roca caliza con superficies cubiertas de vegetación. Predominan los lapiazes fisurales (<i>kluftkarren</i>), surcos en juntas de estratificación (<i>schichtfugenkarren</i>) y alveolos de pequeño tamaño (<i>grubchenkarren</i>). En menor medida, éstos vienen acompañados de surcos redondeados (<i>rundkarren</i>) y formas meandriformes (<i>meanderkarren</i>). Esta agrupación de tipos de lapiaz se localiza en áreas semicubiertas y libres de vegetación sobre superficies horizontales u otras con una pendiente máxima de 20°.</p>
Génesis	<p>En estos escarpes de roca caliza se desarrollan lapiazes fisurales (<i>kluftkarren</i>) que son originados por líneas de debilidad por las que tanto la precipitación pluvial como el agua del deshielo se infiltra. El agua, junto a la materia orgánica, comienza a corroer la roca dando lugar a fracturas y a un ensanchamiento de las diaclasas. También, es posible observar surcos transversales al plano de la roca (<i>schichtfugenkarren</i>), que han sido originados por la filtración de agua por las juntas de estratificación (Fig. 5.22). Dichas juntas han sido disueltas y ensanchadas.</p> <p>A lo largo de todo el escarpe, se pueden observar alveolos de pequeño tamaño (<i>grubchenkarren</i>) que se han desarrollado por la acción de los líquenes. En menor medida, aparecen otros lapiazes como los surcos redondeados (<i>rundkarren</i>), originados por la humedad existente en suelos ricos en CO², y que ha corroído la roca generando perforaciones. Por último, los lapiazes meandriformes (<i>meanderkarren</i>) se desarrollan por la escorrentía de agua de precipitación provocando la canalización del agua.</p>
<p><i>Fig. 5.22. Campo de lapiaz con un escarpe con surcos en juntas de estratificación en la Lora de Rebolledo de la Torre</i></p>	
<p>1. Lapiaz fisural (<i>kluftkarren</i>); 2. Surcos en juntas de estratificación (<i>schichtfugenkarren</i>); 3. Alveolos de pequeño tamaño (<i>grubchenkarren</i>); 4. Surcos redondeados (<i>rundkarren</i>); 5. Lapiaz meandriforme (<i>meanderkarren</i>). Colección propia, 2019. Elaboración propia.</p>	

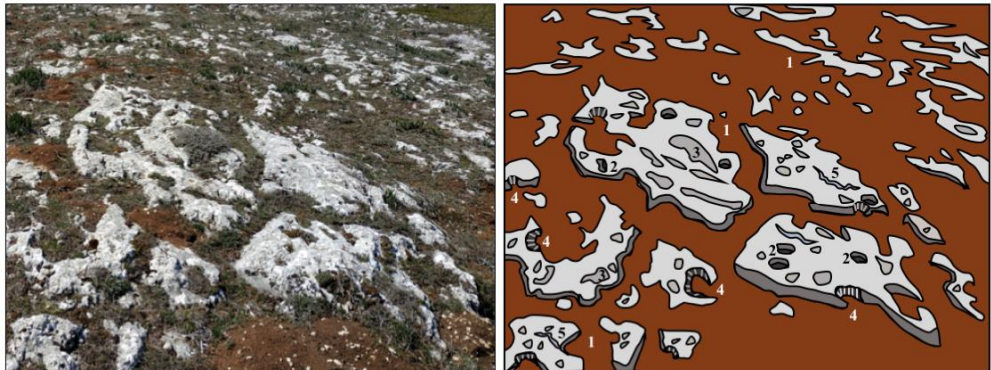
Corredores de disolución	
Descripción	<p>Campos de lapiaz localizados, únicamente, en la Lora de Las Tuerces. Representan el 7,2% de los muestreos realizados en las tres loras y el 22,5% de los muestreos realizados en Las Tuerces. Predominan los corredores de disolución (<i>bogaces</i>), acompañados en menor medida por otros tipos de lapiaz como, por ejemplo, el de alveolos en forma de panal de abeja (<i>kavernosenkarren</i>), canales de pared (<i>wandkarren</i>) o surcos en juntas de estratificación (<i>schichtfugenkarren</i>).</p> <p>En la parte superior de los tormos, se han observado cuencas de disolución (<i>kamenitzas</i>), escalonamientos (<i>trittkarren</i>) y canales (<i>rinnenkarren</i>). Estos tipos de lapiaz se encuentran libres. Únicamente hay vegetación en los pasillos: helechos (<i>Filicopsida</i>), culantrillo menudo (<i>Asplenium trichomanes</i>), lengua de ciervo (<i>Asplenium scolopendrium</i>) y cornijuelo (<i>Amelanchier ovalis</i>).</p> <p>Los techos de estos corredores suelen presentar una inclinación inferior a 10°.</p>
Génesis	<p>Estos corredores de disolución se han formado a partir de lapiaces fisurales (<i>kluftkarren</i>) en los que el agua ha explotado las diaclasas (Fig. 5.23). La precipitación pluvial y nival ha jugado un papel clave al disolver los fondos de las fracturas. De esta forma, se han generado hundimientos con el paso del tiempo. Estos corredores están formados por mesas y tormos. En los bordes de pared vertical de estos tormos, se puede observar el desarrollo de canales (<i>wandkarren</i>) por los que el agua fluye por la pared. Por ellos se evacua tanto la precipitación pluvial como la nieve fusionada desde la culminación de los tormos hasta el fondo de los corredores. En estas paredes verticales, hay presencia de surcos (<i>schichtfugenkarren</i>) que se desarrollan transversalmente al plano de la roca. Por ellos el agua se filtra haciendo que las juntas se ensanchen. En la parte superior de estos corredores están las cuencas de disolución (<i>kamenitzas</i>) que, por el estancamiento del agua de las precipitaciones y la materia orgánica, han corroído la roca dando lugar a estas formas. También hay escalonamientos (<i>trittkarren</i>) y canales (<i>rinnenkarren</i>) originados por el agua de escorrentía que desciende y se canaliza por los corredores.</p>
<p>Fig. 5.23. Corredores de disolución en la Lora de Las Tuerces</p>	
<p>1. Surco en junta de estratificación (<i>schichtfugenkarren</i>); 2. Alveolos en forma de panal de abeja (<i>kavernosenkarren</i>); 3. Canales de pared (<i>wandkarren</i>); 4. Corredor de disolución (<i>bogaz</i>).</p>	
<p>Colección propia, 2019. Elaboración propia.</p>	

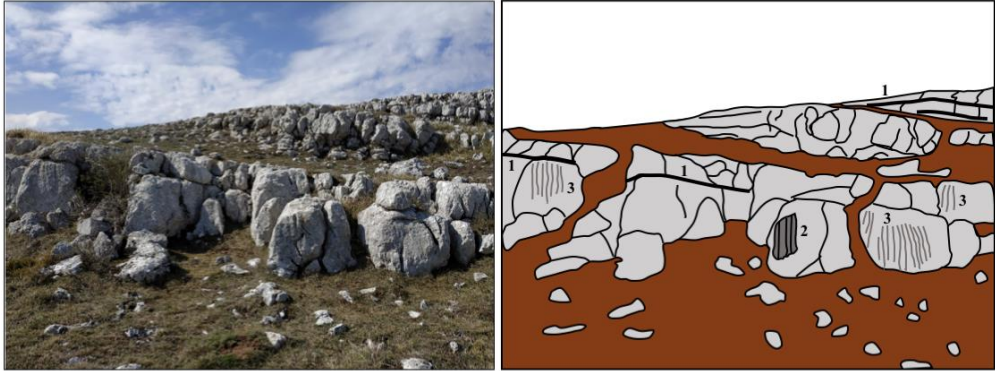
Canales y cuencas de disolución	
Descripción	<p>Campos de lapiaz localizados sólo en la Lora de Las Tuerces. Este tipo de lapiaz representa el 1% de todas las observaciones realizadas, mientras que es el 3,1% de aquellas realizadas en la Lora de Las Tuerces. Predominan lapiaces en canales (<i>rinnenkarren</i>) y cuencas de disolución (<i>kamenitzas</i>), acompañados en menor medida por otros tipos de lapiaz como, por ejemplo, los alveolos de pequeño tamaño (<i>grubchenkarren</i>) y las estrías (<i>rillenkarren</i>). Estos tipos de lapiaz se encuentran libres o semicubiertos y tienden a aparecer sobre superficies inclinadas (20°, aproximadamente).</p>
Génesis	<p>Los canales (<i>rinnenkarren</i>) deben su forma al proceso de disolución que, desde las superficies más elevadas del campo de lapiaz, ha provocado que el agua fluya por la roca y de lugar a canales (Fig. 5.24). Por su inclinación, se han originado surcos de gran tamaño y profundidad, debido, en gran parte, a la aceleración del agua que transcurre por estos canales. En ellas, también se han desarrollado cuencas de disolución (<i>kamenitzas</i>) de gran tamaño formadas por el estancamiento del agua de precipitación pluvial y nival. La acción conjunta de agua y materia orgánica corroe la roca y da lugar a estas formas. En los bordes de éstas, se desarrollan estrías (<i>rillenkarren</i>) que siguen la pendiente de estas cuencas. Este tipo de lapiaz se ha originado por la escorrentía superficial y el agua de fusión que desciende por las irregularidades que presentan las paredes verticales de dichas cuencas. Por la superficie de estos canales (<i>rinnenkarren</i>) se han desarrollado, a su vez, alveolos de pequeño tamaño (<i>grubchenkarren</i>) en los que el líquen que cubre la roca ha sido un factor determinante para su formación.</p>
<p><i>Fig. 5.24. Campo de lapiaz en canales con cuencas de disolución en la Lora de Las Tuerces</i></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>1. Canales (<i>rinnenkarren</i>); 2. Cuencas de disolución (<i>kamenitzas</i>); 3. Estrías (<i>rillenkarren</i>); 4. Alveolos de pequeño tamaño (<i>grubchenkarren</i>). Colección propia, 2019. Elaboración propia.</p>	


Lapiaces fisurales descubiertos en superficies de lapiaz cubierto	
Descripción	<p>Campos de lapiaz localizados en las loras de Peña Amaya, Las Tuerces y Rebolledo de la Torre. Representan el 16,9% de los muestreos realizados, siendo más frecuentes en la Lora de Las Tuerces (31,8%), que en el resto de loras (14,7% en Rebolledo de la Torre y 6,4% en Peña Amaya).</p> <p>Este campo de lapiaz, a diferencia de los demás, destaca por ser una superficie cubierta en la que hay pequeños afloramientos de lapiaz fisural (<i>kluftkarren</i>) y de surcos redondeados (<i>rundkarren</i>). En menor medida, éstos vienen acompañados por alveolos de pequeño tamaño con poco desarrollo (<i>grubchenkarren</i>).</p> <p>Esta superficie puede ser tanto horizontal como inclinada (15°, aproximadamente). Está cubierta por pequeños matorrales pluviformes (<i>Saxifraga cuneata</i>) y de gayuba (<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>), así como de encinas (<i>Quercus rotundifolia</i>) y repoblaciones de pinos silvestres (<i>Pinus sylvestris</i>).</p>
Génesis	<p>Por debajo de la cubierta vegetal se localizan los lapiaces fisurales (<i>kluftkarren</i>). En muchas ocasiones, por la escorrentía del agua en áreas de cierta inclinación, el suelo se ve desprovisto de vegetación (Fig. 5.25). De esta forma, el lapiaz fisural se descubre, presentando un aspecto suave y redondeado.</p> <p>Son las raíces de las plantas y el humus saturado de agua con CO², los que han dado lugar al ensanchamiento de las líneas de debilidad y a la fragmentación. Por este mismo proceso de disolución de la roca caliza, se han originado surcos redondeados (<i>rundkarren</i>) en los que la humedad del humus ha generado perforaciones redondeadas con bordes suavizados separadas entre sí. También aparecen alveolos de pequeño tamaño (<i>grubchenkarren</i>), aunque en un mínimo porcentaje. Solamente se desarrollan sobre las superficies de lapiaz fisural que más tiempo llevan descubiertas. En este caso, los líquenes y pequeños restos de materia orgánica disuelven la roca y dan lugar a este tipo de alveolos.</p>
<p>Fig. 5.25. Campo de lapiaz cubierto con afloramientos de lapiaces fisurales en la Lora de Rebolledo de la Torre</p>	
	
<p>1. Lapiaz fisural (<i>kluftkarren</i>); 2. Surcos redondeados (<i>rundkarren</i>); 3. Alveolos de pequeño tamaño (<i>grubchenkarren</i>). Colección propia, 2019. Elaboración propia.</p>	

Lapiaces fisurales e importante desarrollo de alveolos de pequeño tamaño	
Descripción	<p>Campo de lapiaz localizado, únicamente, en la Lora de Rebolledo de la Torre. De todos los muestreos realizados, esta agrupación de tipos de lapiaz representa el 8,9% de los muestreados realizados. Esta escasa importancia contrasta con el importante peso que tiene en Rebolledo de la Torre (31% de los muestreos realizados en la lora).</p> <p>Predominan los lapiaces fisurales (<i>kluftkarren</i>) y los alveolos de pequeño tamaño (<i>grubchenkarren</i>). En menor medida, aparecen surcos redondeados (<i>rundkarren</i>) y formas tubulares y fistulares (<i>hohlkarren</i>). Se desarrollan sobre superficies horizontales o con cierta inclinación, nunca superior a los 20°, en los que la roca se encuentra cubierta o semicubierta de vegetación, donde la gayuba (<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>) es una especie muy extendida.</p>
Génesis	<p>Campos de lapiaz fisural (<i>kluftkarren</i>) en las que el agua de las precipitaciones y del deshielo se han filtrado por las diaclasas y, junto a la materia orgánica, han disuelto y ensanchado estas líneas de debilidad (Fig. 5.26). Este tipo de lapiaz viene acompañado de alveolos de pequeño tamaño (<i>grubchenkarren</i>) muy desarrollados que se han originado por los líquenes y musgos. Estos últimos, empapados de agua, ejercen una constante corrosión de la roca dando lugar a estas formas. En menor medida, estos lapiaces vienen acompañados de surcos redondeados (<i>rundkarren</i>) que se han desarrollado bajo la cubierta vegetal en suelos húmedos y ricos en CO². También se observan formas tubulares y fistulares (<i>hohlkarren</i>) que se han desarrollado bajo cubierta en la que el humus, junto al bicarbonato cálcico, ha aprovechado las pequeñas imperfecciones de la roca caliza para ejercer una corrosión agresiva.</p>
<p><i>Fig. 5.26. Campo de lapiaz cubierto y semicubierto de lapiaces fisurales y alveolos de pequeño tamaño, en la Lora de Rebolledo de la Torre</i></p>	
<p>1. Lapiaz fisural (<i>kluftkarren</i>); 2. Alveolos de pequeño tamaño (<i>grubchenkarren</i>); 3. Surcos redondeados (<i>rundkarren</i>); 4. Formas tubulares y fistulares (<i>hohlkarren</i>).</p>	
<p><i>Colección propia, 2019. Elaboración propia.</i></p>	

Lapiaces fisurales muy fragmentados	
Descripción	<p>Campo de lapiaz observado en las tres loras. Es el campo de lapiaz más frecuente en Las Tuerces y Peña Amaya (36,4% y 56,3%, respectivamente), mientras que en Rebolledo de la Torre sólo representa el 10,3% de los muestreos realizados. Por tanto, es el campo de lapiaz registrado con mayor frecuencia (36,7% del total de las observaciones realizadas en las tres loras).</p> <p>El tipo de lapiaz predominante es el fisural (<i>kluftkarren</i>) y, en menor medida, se han observado formas tubulares y fistulares (<i>hohlkarren</i>), meandriformes (<i>meanderkarren</i>) y alveolos de pequeño tamaño (<i>grubchenkarren</i>).</p> <p>Este campo de lapiaz se encuentra en áreas semicubiertas, donde pequeños matorrales pluviniformes (<i>Saxifraga cuneata</i>) se desarrollan sobre superficies horizontales.</p>
Génesis	<p>Estos campos de lapiaz fisural (<i>kluftkarren</i>) presentan una fuerte fracturación con numerosas líneas de debilidad (Figura 5.27). Su formación se debe a la retención de la precipitación pluvial y nival en las diaclasas que, junto a la materia orgánica, han corroído y explotado las líneas de debilidad generando fuertes fracturas. Este tipo de lapiaz se acompaña de formas meandriformes (<i>meanderkarren</i>) originados por la escorrentía de aguas laminadas que disuelven la roca y desarrollan canalizaciones. Éstos también van acompañados de formas tubulares y fistulares (<i>hohlkarren</i>), cuya morfología se debe a una agresiva corrosión que da lugar a formas redondeadas y lineales cuyas bases son anchas y sus fondos estrechos. Al igual que ocurre en otros campos de lapiaz, hay presencia de alveolos de pequeño tamaño (<i>grubchenkarren</i>) formados por la acción de los líquenes.</p>
<p>Figura 5.27. Campo de lapiaz fisural en la Lora de Peña Amaya.</p>	
	
<p>1. Lapiaz fisural (<i>kluftkarren</i>); 2. Formas tubulares y fistulares (<i>hohlkarren</i>); 3. Lapiaz meandriforme (<i>meanderkarren</i>); 4. Alveolos de pequeño tamaño (<i>grubchenkarren</i>).</p>	
<p><i>Colección propia, 2019. Elaboración propia.</i></p>	

Llanuras con cuencas de disolución, lapiaces fisurales y gran desarrollo de formas tubulares y fistulares	
Descripción	<p>Campo de lapiaz localizado en las loras de Rebolledo de la Torre y Peña Amaya. Éste tiene un peso intermedio en los muestreos realizados ya que representa el 11,2% de los muestreos totales. Dicho porcentaje coincide con el obtenido para la Lora de Rebolledo de la Torre, mientras que en Peña Amaya el porcentaje asciende a 20,3%.</p> <p>En esta agrupación de tipos predominan el lapiaz fisural (<i>kluftkarren</i>), las cuencas de disolución (<i>kamenitzas</i>) y las formas tubulares y fistulares (<i>hohlkarren</i>). En menor medida, aparecen otros tipos como, por ejemplo, los surcos redondeados (<i>rundkarren</i>) y las formas meandriiformes (<i>meanderkarren</i>).</p> <p>Generalmente, su desarrollo se da en zonas planas donde el suelo se encuentra cubierto o semicubierto por vegetación. En éste, al igual que en otros campos de lapiaz, la gayuba (<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>) ocupa una gran extensión.</p>
Génesis	<p>En este campo de lapiaz predominan los lapiaces fisurales (<i>kluftkarren</i>), así como las cuencas de disolución (<i>kamenitzas</i>), cuyo origen se debe a la corrosión ejercida por la acción de agua sobre las irregularidades de la roca caliza y a la presencia de materia orgánica (Fig. 5.28). A mayor inclinación del terreno, el tamaño de las cuencas es mayor. También hay presencia de lapiaces fisurales de forma tubular y fistular (<i>hohlkarren</i>).</p> <p>Por otro lado, aparecen otros tipos de lapiaz con menor frecuencia. Éstos son los surcos redondeados (<i>rundkarren</i>), cuya forma se debe a la corrosión de la roca caliza por bicarbonato cálcico. Por último, el lapiaz de tipo meandriiforme (<i>meanderkarren</i>) tiene muy poca presencia. En este caso, la corrosión de la roca produce canales por las que fluye el agua.</p>
<p><i>Fig. 5.28. Lapiaces fisurales, cuencas de disolución y formas tubulares y fistulares acompañados de gayuba (Arctostaphylos uva-ursi), en la Lora de Rebolledo de la Torre</i></p>	
	
<p>1. Lapiaz fisural (<i>kluftkarren</i>); 2. Cuencas de disolución (<i>kamenitzas</i>); 3. Formas tubulares y fistulares (<i>hohlkarren</i>); 4. Surcos redondeados (<i>rundkarren</i>); 5. Lapiaz meandriiforme (<i>meanderkarren</i>).</p>	
<p><i>Colección propia, 2019. Elaboración propia.</i></p>	

Lapiaces en bordes de dolinas de disolución en artesa	
Descripción	<p>Campo de lapiaz localizado, exclusivamente, en la Lora de Peña Amaya. Representa sólo el 6,2% de los muestreos realizados en las tres loras, siendo el 15,2% de los muestreos realizados en Peña Amaya. Predominan los lapiaces fisurales (<i>kluftkarren</i>) y los surcos en juntas de estratificación (<i>schichtfugenkarren</i>). En menor medida vienen acompañados de otros tipos de lapiaz como canales de pared (<i>wandkarren</i>) y estrías (<i>rillenkarren</i>). Estos lapiaces se localizan en los bordes escarpados de las dolinas y se encuentran semicubiertos.</p>
Génesis	<p>En los bordes de las dolinas han quedado en resalte las capas calizas (Fig. 5.29). En ellas se han desarrollado lapiaces fisurales (<i>kluftkarren</i>) producidos por precipitación pluvial y el agua de fusión que, junto a la materia orgánica, han dado lugar a una corrosión constante de las líneas de debilidad. Ésto da lugar a un aspecto enlosado de la roca caliza.</p> <p>En los bordes escarpados de estas dolinas, hay surcos (<i>schichtfugenkarren</i>) transversales al plano horizontal de la roca caliza. Dichos surcos tienen su origen en la filtración de agua que ayuda a ensanchar las juntas de estratificación. Los canales de pared (<i>wandkarren</i>) cruzan verticalmente estos surcos en juntas de estratificación. Este hecho se observa, principalmente, en los bordes de las dolinas. En las paredes de los bordes, también se desarrollan estrías (<i>rillenkarren</i>). Sin embargo, a diferencia de los canales de pared, éstos se originan en paredes prácticamente verticales (80°). La corrosión de la caliza por estas paredes, da lugar a surcos con perfil en “U” y crestas agudas y paralelas entre sí.</p>
<p>Fig. 5.29. Campo de lapiaz en el borde de la dolina de disolución en artesa en la Lora de Peña Amaya</p>	
	
<p>1. Surcos en juntas de estratificación (<i>schichtfugenkarren</i>); 2. Canales de pared (<i>wandkarren</i>); 3. Estrías (<i>rillenkarren</i>); 4. Lapiaz fisural (<i>kluftkarren</i>).</p>	
<p><i>Colección propia, 2019. Elaboración propia.</i></p>	

Lapiaces de crestas y agujas	
Descripción	<p>Estos campos de lapiaz se localizan en las loras de Peña Amaya y Rebolledo de la Torre. Esta agrupación de tipos de lapiaz tiene una presencia muy baja (2,2% de los muestreos totales), siendo el campo de lapiaz menos frecuente en Peña Amaya (1,9%) y uno de los más escasos en Rebolledo de la Torre (5,2%).</p> <p>En esta agrupación de tipos, los lapiaces de crestas y agujas (<i>spitzkarren</i>) son los predominantes y tienden a acompañarse de los alveolos de pequeño tamaño (<i>grubchenkarren</i>). Estos tipos de lapiaz se localizan en superficies planas donde la vegetación es poco densa. Las especies más frecuentes observadas en estas áreas son las encinas (<i>Quercus rotundifolia</i>) y la gayuba (<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>).</p>
Génesis	<p>Los lapiaces de crestas y agujas (<i>spitzkarren</i>) se han desarrollado sobre rocas calizas muy fracturadas en superficies horizontales (Fig. 5.30). Este tipo de lapiaz se origina por el crecimiento de las raíces arbustivas y por la presencia de agua ácida sobre las juntas de estratificación que posibilita la fracturación de la roca. Sobre estas rocas fracturadas, se originan, a su vez, alveolos de pequeño tamaño (<i>grubchenkarren</i>) que, por la acción de los líquenes y pequeños musgos que recubren la roca caliza, el agua se retiene con mayor facilidad posibilitando la disolución de la caliza en formas alveolares con bordes suavizados.</p>
<p>Fig. 5.30. Campo de lapiaz de crestas y agujas en la Lora de Rebolledo de la Torre</p>	
	
<p>1. Crestas y agujas (<i>spitzkarren</i>); 2. Alveolos de pequeño tamaño (<i>grubchenkarren</i>).</p> <p>Colección propia, 2019. Elaboración propia.</p>	

6. CONCLUSIONES

El Geoparque de Las Loras se compone de 12 loras y del Páramo de La Lora (1.200 m), cuyo relieve es el resultado de la evolución morfotectónica. Es decir, producto de procesos tectónicos y erosivos a lo largo del tiempo. Todos estos procesos han configurado un relieve enérgico de sinclinales colgados con forma de “muela” y combes, que dan lugar a una sucesión de plataformas y valles con una diferencia altitudinal de poco menos de 500 m.

Al igual que el resto de geoparques de la Red Mundial de la UNESCO, el Geoparque de Las Loras hace especial hincapié en la divulgación científica del patrimonio cultural, natural, etnográfico y arqueológico y, especialmente, del patrimonio geológico y geomorfológico. El objetivo principal es, por tanto, concienciar y sensibilizar, tanto a la población local como a los visitantes, de la importancia de este patrimonio.

Por ello, este trabajo se ha centrado en la importancia y utilidad de los elementos gráficos como un instrumento de apoyo a la divulgación científica. Para ello, se ha elaborado cartografía geomorfológica, foto-esquemas y bloques-diagrama tomando como ejemplo a las loras de Rebolledo de la Torre, Las Tuerces y Peña Amaya. La cartografía geomorfológica es sin duda una de las propuestas más valoradas ya que ésta ayuda a poner en relación a la litología predominante con las formas del relieve. Por otro lado, los bloques-diagrama son útiles para representar en 3D los cortes geológicos de cada lora. Éstos son, además, de gran ayuda para comprender y reconocer la estructura geológica de las loras, así como sus formas de relieve.

Por otro lado, los muestreos realizados en las culminaciones de las loras se han clasificado en función del tipo de lapiaz más frecuente. El elemento gráfico más útil para interpretar los campos de lapiaz establecidos son los foto-esquemas. Éstos simplifican la realidad permitiendo, a su vez, identificar tanto los tipos existentes como estimar la mayor o menor presencia de cada uno de ellos en el campo analizado. Además, la fotografía permite observar cuál es la morfología real del lapiaz.

Estas propuestas gráficas pueden ser de gran utilidad para dar a conocer el patrimonio geológico y geomorfológico del Geoparque de Las Loras a la población que no está familiarizada con los procesos erosivos y morfotectónicos que han labrado el relieve actual. Además, todas estas propuestas pueden aplicarse, no solo al Geoparque de Las Loras, sino a cualquier otro espacio natural que desee poner en valor algún elemento relevante o singular porque es absolutamente necesario conocer las características del territorio para poder conservar los espacios.

ÍNDICE DE FIGURAS, MAPAS Y TABLAS

Figuras

Fig. 3.1. Organización de la metodología	11
Fig. 4.1. Panel divulgativo en el núcleo de Villaescusa de las Torres en Las Tuerces	12
Fig. 4.2. Visita de voluntarios ambientales a una turbera	13
Fig. 5.1. Incisión fluviotorrencial en el flanco norte de la Lora de Las Tuerces	18
Fig. 5.2. Formas del relieve que se pueden visualizar desde el flanco norte de la Lora de Las Tuerces	19
Fig. 5.3. Ejemplo de algunas formas del relieve que se pueden visualizar desde el flanco sur de la Lora de Rebolledo	21
Fig. 5.4. <i>Chevrons</i> visualizados desde el flanco sur de la Lora de Rebolledo de la Torre	22
Fig. 5.5. Dolinas de disolución en artesa en el sector oriental de la culminación de Peña Amaya	24
Fig. 5.6. Talud y conos de derrubios en el flanco sur de la Lora de Peña Amaya	25
Fig. 5.7. Bloque-diagrama de la estructura geológica de la Lora de Rebolledo de la Torre	26
Fig. 5.8. Bloque-diagrama de la estructura geológica de la Lora de Las Tuerces	28
Fig. 5.9. Bloque-diagrama de la estructura geológica de la Lora de Peña Amaya	30
Fig. 5.10. Cuencas de disolución y alveolos pequeños en Las Tuerces	32
Fig. 5.11. Alveolos en Las Tuerces	32
Fig. 5.12. Lapiaz en escalones en Las Tuerces	33
Fig. 5.13. Estrías desarrolladas en cuencas de disolución en Las Tuerces	33
Fig. 5.14. Surco redondeado en Peña Amaya	34
Fig. 5.15. Lapiaz meandriforme en Rebolledo de la Torre	34
Fig. 5.16. Formas tubulares y fistulares en Rebolledo de la Torre	34
Fig. 5.17. Canales en Las Tuerces	35
Fig. 5.18. Canales en pared vertical en Peña Amaya	35
Fig. 5.19. Corredores de disolución y surcos en juntas de estratificación en Las Tuerces	36
Fig. 5.20. Lapiaz fisural en Peña Amaya	36
Fig. 5.21. Crestas y agujas en Rebolledo de la Torre	36
Fig. 5.22. Campo de lapiaz con un escarpe con surcos en juntas de estratificación en la Lora de Rebolledo de la Torre	39
Fig. 5.23. Corredores de disolución en la Lora de Las Tuerces	40
Fig. 5.24. Campo de lapiaz en canales con cuencas de disolución en la Lora de Las Tuerces	41
Fig. 5.25. Campo de lapiaz cubierto con afloramientos de lapiaces fisurales en la Lora de Rebolledo de la Torre	42
Fig. 5.26. Campo de lapiaz cubierto y semicubierto de lapiaces fisurales y alveolos de pequeño tamaño, en la Lora de Rebolledo de la Torre	43
Fig. 5.27. Campo de lapiaz fisural en la Lora de Peña Amaya	44
Fig. 5.28. Lapiaces fisurales, cuencas de disolución y formas tubulares y fistulares acompañados de gayuba (<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>), en la Lora de Rebolledo de la Torre	45
Fig. 5.29. Campo de lapiaz en el borde de la dolina de disolución en artesa en la Lora de Peña Amaya	46

Fig. 5.30. Campo de lapiaz de crestas y agujas en la Lora de Rebolledo de la Torre	47
Mapas	
Mapa 2.1. Localización del Geoparque de Las Loras	8
Mapa 5.1. Cartografía geomorfológica de la Lora de Las Tuerces	17
Mapa 5.2. Cartografía geomorfológica de la Lora de Rebolledo de la Torre	20
Mapa 5.3. Cartografía geomorfológica de la Lora de Peña Amaya	23
Mapa 5.4. Campos de lapiaz en las culminaciones de las loras de Las Tuerces, Peña Amaya y Rebolledo de la Torre	38
Tablas	
Tabla 4.1. Periodos y edades de los materiales existentes en el Geoparque de Las Loras	14

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

- ARGEOL (2018a). *Geoparque Las Loras. Puntos de interés geológico*. UNESCO, European Geoparks Network (EGN). Consultado, en marzo de 2019, en: <http://geoparquelasloras.es/index.php/puntos-de-interes-geologico/>
- ARGEOL (2018b). *Proyecto educativo-científico*. UNESCO, European Geoparks Network (EGN). Consultado, en marzo de 2019, en: <http://geoparquelasloras.es/index.php/proyecto-educativo-cientifico/>
- ARGEOL (2018c). *¿Qué es y qué no es un Geoparque?*. UNESCO, European Geoparks Network (EGN). Consultado, en marzo de 2019, en: <http://geoparquelasloras.es/index.php/pagina-ejemplo/>
- Bértolo, A.F. (2014). *Geoconservação e Geoturismo. Uma Proposta para o Vale da Ribeira do Mogo, Alcobça*. Lisboa: Universidade de Lisboa, Instituto Superior de Agronomía. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em: Arquitetura Paisagista. Consultado, en abril de 2019, en: <https://www.repository.utl.pt/handle/10400.5/8223>
- Bögli, A. (1960). *Kalklösung und Karrenbildung*. Zeitschrift für Geomorphologie, N.F. suppl. 2, 4-21 Berlín.
- Bögli, A. (1980). *Karst Hydrology and Physical Speleology*. Springer Verlag. 284 pp. Berlín.
- Ciry, R. (1939). *Etude géologique d'une partie des provinces de Burgos, Palencia, León et Santander*. Bulletin de la Societé d'Histoire Naturelle de Toulouse, v. 74, 528 pp.
- Crispim, J. (1987). *Os Lapiás do Carso do Algarve*. Publicação Especial nº 8. Lisboa, Sociedade Portuguesa de Espeleologia, pp. 1-7.
- Cohen, K.M.; Finney, S.C.; Gibbard, P.L. y Fan, J.X. (2018). *The ICS International Chronostratigraphic Chart, Episodes*, v. 36, nº. 3, pp. 199-204. Consultado, en febrero de 2018, en: <http://www.stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2016-04SpanishAmerDraft.pdf>
- DECRETO 7/2018, de 28 de marzo de 2018, por el que se aprueba el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales de los Espacios Naturales «Covalagua y Las Tuerces» (Palencia y Burgos). Boletín Oficial de Castilla y León, nº 65, miércoles 4 de abril de 2018, pp.12954-12956. Consultado, en noviembre de 2018, en: <http://bocyl.jcyl.es/boletines/2018/04/04/pdf/BOCYL-D-04042018-2.pdf>
- DECRETO 6/2019, de 21 de marzo de 2019, de declaración del paisaje protegido «Las Tuerces» (Palencia y

- Burgos) y del monumento natural «Laberinto de las Tuerces» (Palencia). Boletín Oficial de Castilla y León, nº 58, lunes 25 de marzo de 2019, pp. 14283-14284. Consultado, en abril de 2019, en: <http://bocyl.jcyl.es/boletines/2019/03/25/pdf/BOCYL-D-25032019-2.pdf>
- Diario de Burgos (2014). *El Voluntariado Ambiental llega a las Loras*. Burgos: Diario de Burgos, Vivir. Edición digital, 12 de agosto. Consultado, en abril de 2019, en: <https://www.diariodeburgos.es/noticia/ZE44AFCE5-CAFE-6BD920F3791BAA13D008/20140812/voluntariado/ambiental/llega/loras>
- Diputación de Palencia (2018). *El Geoparque Mundial Las Loras ya cuenta con una guía propia*. Diputación de Palencia. Consultado, en abril de 2019, en: <https://www.diputaciondepalencia.es/noticia/20181219/geoparque-mundial-loras-ya-cuenta-guia-propia>
- EGN (2018). *European Geoparks*. UNESCO, European Geoparks Network (EGN). Consultado, en marzo de 2019, en: http://www.europeangeoparks.org/?page_id=165
- Frochoso Sánchez, M. (1990). *Geomorfología del valle del Nansa*. Universidad de Cantabria. 277 pp.
- Ford, D.C. y Williams, P.W. (1989). *Karst Geomorphology and Hydrology*. Unwin Hyman Ltd. 601 pp. Londres.
- Fornós, J.J. y Ginés, A. (eds.) (1996). *Karren landforms*. Universitat de les Illes Balears, Palma de Mallorca.
- García Fernández, J. (2006). *Geomorfología estructural*. Alicante: Universidad de Alicante.
- García Fernández, J. (1980). *Introducción al estudio geomorfológico de Las Loras*. Valladolid: Universidad de Valladolid, Departamento de Geografía.
- Geología (2019). *Qué es*. Sociedad Geológica de España. Consultado, en marzo de 2019, en: <https://geologia.es/>
- Geoparque de Sobrarbe (2008). *II Seminario del Geoparque de Sobrarbe: Investigación geológica y los recursos didácticos*. El Geoparque de Sobrarbe-Pirineos. Consultado, en enero de 2019, en: <https://www.geoparquepirineos.com/contenidos.php?niv=1&cla=20A1CDG68&cla2=20B01J5CA&cla3=20B0H53H7&tip=3&idi=1>
- Ghobadi, M.H.; Torabi-Kaveh, M.; Miri, M. y Mahdiabadi, N. (2014). *An introduction to the karst geomorphology of the Bisetun–Taqe Bostan historical region (northeast Kermanshah, Iran) with special emphasis on karst development as a serious threat for the UNESCO World Heritage Site*. Bulletin of Engineering Geology and the Environment, vol. 75, nº 2, pp. 877-879.
- Ginés, A.; Knez, M.; Slabe, T. y Dreybrodt, W. (eds.). (2009). *Karst Rock Features Karren Sculpturing*. ZRC Publishing, Postojna-Ljubljana. Pp. 561.
- GGN (2019). *UNESCO Global Geoparks*. UNESCO Global Geoparks Network, Earth Sciences. Consultado, en junio de 2019, en: <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/earth-sciences/unesco-global-geoparks/list-of-unesco-global-geoparks/>
- González Amuchastegui, M.J.; Serrano, E. y 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, pp. 45-64. Consultado, en diciembre de 2018, en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-34022014000300004&script=sci_arttext&tlng=e
- González Pellejero, R. (1986). *Dinámica de un espacio natural. Los cañones calcáreos del Ebro (Burgos)*. Ería, 10: 5-86. Consultado, en enero de 2019, en: <https://dialnet.unirioja.es/ejemplar/3901>
- Gutiérrez Elorza, M. (2008). *Geomorfología*. Zaragoza: Pearson.
- James, N.P. y Choquette, P.W., 1987. *Paleokarst*. Springer Verlag, Berlin, 415 pp.

- Lebeña, A. (2018). *El Geoparque de Las Loras: propuesta de apoyo a la difusión por medio de la cartografía geomorfológica*. Santander: Universidad de Cantabria, Dpto. de Geografía, Urbanismo y Ordenación del Territorio. Trabajo Fin de Grado.
- Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. BOE, nº 299, de 14 de diciembre de 2007.
- López Caballero, J. (2016). *Los Geoparques Mundiales UNESCO como Estrategias de Desarrollo Territorial*. Leco Berrocal, F. (Ed.). *Territorio y desarrollo rural: Aportaciones desde el ámbito investigador*. Extremadura: Junta de Extremadura; Unión Europea; GEDERUT, pp. 177-194.
- López Limia, B. y López Bermúdez, F. (1985): *Tipos de lapiaz en un karst mediterráneo de montaña (Sierra de Segura, Jaén)*. Papeles de Geografía Física, nº 10, pp. 21-32. Consultado, en febrero de 2019, en: <https://revistas.um.es/geografia/article/view/41961/40341>
- Martín Serrano, A.; Salazar, A.; Nozal, F. y Suárez, A. (2004). *Mapa Geomorfológico de España, Escala a 1:50.000*. Guía para su elaboración. Madrid: IGME, 156 pp.
- Martínez Arnáiz, M. (2013). *Loras y paramera de la Lora en Burgos. El incierto horizonte del desarrollo rural en un espacio de montaña media en recesión demográfica*. Valladolid: Universidad de Valladolid, Tesis doctoral [Inédita].
- Martínez de Pisón, E. y Castañón Álvarez, J.C. (2006). *Evolución del empleo de los bloques-diagramas en la representación gráfica del relieve*. Nicolás Ortega Cantero (ed.), *Imágenes del paisaje*. Madrid: Fundación Duques de Soria, Universidad Autónoma de Madrid, pp. 101-147.
- Peña Monné, J.L. (1997a). *Los mapas geomorfológicos: características y tipos*. Peña Monné, J.L. (Ed.). *Cartografía geomorfológica básica y aplicada*. Logroño: Geoforma.
- Peña Monné, J.L.; Pellicer Corellano, F.; Chueca Cía, J. y Julián Andrés, A. (1997b). *Leyenda para mapas geomorfológicos a escalas 1:25.000/1:50.000*. Peña Monné, J.L. (Ed.). *Cartografía geomorfológica básica y aplicada*. Logroño: Geoforma.
- Robador, A., Samsó, J.M. y Carcavilla, L. (2013). *Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido: Guía Geológica*. En: *Guías Geológicas de Parques Nacionales*. L.R. Rodríguez y A. Robador (Eds.). IGME-OAPN. Editorial Everest, 214 pp.
- Rodrigues, M.L. (2012). *Classificação e tipologia dos lapiaís: contributo para uma terminologia das formas cársticas*. Finisterra, Vol. 47, nº 93, pp. 147-158.
- Rodríguez Pérez, C. y Castañón Álvarez, J.C. (2016). *Modos de representación cartográfica de las unidades de paisaje: revisión y propuestas*, *Ería*, Revista Cuatrimestral de Geografía, 99-100, pp. 14-40. Consultado, en enero de 2019, en: <http://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/10651/39208/1/Modosderepresentaci%C3%B3n.pdf>
- Sánchez, J.A. y Salman, K. (2015). *Proyecto Geoparque Las Loras, una carrera de fondo*. Hilario, A.; Mendia, M.; Monge-Ganuzas, M.; Fernández, E.; Vegas, J.; Belmonte, A. (Eds.). *Patrimonio geológico y geoparques, avances de un camino para todos*. Madrid: IGME, Serie Cuadernos del Museo Geominero, nº 18: 495-500. Consultado, en marzo de 2019, en: <http://www.igme.es/publicaciones/publiFree/Patrimonio%20geol%C3%B3gico%20y%20geoparques,%20Oavances%20de%20un%20camino%20para%20todos.pdf>

- Santos González, J. y Marcos Reguero, A. (2019). *Applying the Geological Heritage in Land Management: Cartography and Management Proposals of Geosites in Burgos Province (Spain)*. *Geoheritage*, v. 11, nº 2, pp. 485-500.
- Santos, R. y Marquínez, J. (2005). *Las formas del lapiaz en el sector norte del Macizo del Cornión, Picos de Europa, en Cuaternario y Geomorfología*, vol. 19 (1- 2), pp. 35-47. Consultado, en febrero de 2019, en: [http://tierra.rediris.es/CuaternarioyGeomorfologia/images/vol19_1_2/Cuaternario19\(1-2\)_03.pdf](http://tierra.rediris.es/CuaternarioyGeomorfologia/images/vol19_1_2/Cuaternario19(1-2)_03.pdf)
- Soriano, M. A. (1985). *Tipos de lapiaz generados en las cercanías de Zaragoza*. *Acta geológica Hispánica*, v. 20, pp. 131-139. Consultado, en febrero de 2019, en: <https://www.raco.cat/index.php/ActaGeologica/article/viewFile/75188/98028>
- Sweeting, M.M. (1972). *Karst Landforms*. The Macmillan Press. 362 pp. Londres.
- Ginés, A. (1990). *Utilización de las morfologías de lapiaz como geoindicadores ecológicos en la Serra de Tramuntana (Mallorca)*. *Endings*, nº 16.
- Veress, M. y Tóth, G. (2004). *Types of meandering karren*. *Z. Geomorph. N.F.*, vol. 48, nº 1, pp. 53-77.
- Voth, A. (2008). *Los geoparques y el geoturismo: nuevos conceptos de valorización de recursos patrimoniales y desarrollo regional*. XI Coloquio Ibérico de Geografía, *La perspectiva geográfica ante los nuevos retos de la sociedad y el medio ambiente en el contexto ibérico*. Alcalá de Henares, Universidad de Alcalá. Consultado, en diciembre de 2018, en: <https://web.ua.es/va/giecryal/documentos/documentos839/docs/xxx-web-6.pdf>

Fuentes cartográficas

- ESRI (2006). *Base cartográfica: mapa mundial*. Consultado, en febrero de 2019.
- IDECYL (2016). *Mapa Geológico y Litológico de Burgos y Palencia*. 1: 100.000. Castilla y León: Infraestructura de Datos Espaciales de Castilla y León (IDECYL).
- IGME (2010). *Mapa Geológico de España*. Serie: MAGNA50, 1:50.000, Hojas nº 107, 108, 109, 133, 134, 165 y 166. Madrid: IGME.
- IGME (2010). *Mapa Geomorfológico de España*. 1:50.000, Hojas nº 133, 134, 165 y 166. Madrid: IGME.
- IGN (2017a). *Modelo Digital del Terreno*. 1:25.000, Hojas nº 107, 108, 109, 133, 134, 135, 165, 166 y 167. Madrid: IGN.
- IGN (2017b). *Modelo Digital del Terreno, Provincias de España*. 1:200.000. Madrid: IGN.
- IGN (2015). *Mapa Topográfico Nacional de España*. Serie: MTN50, 1:50.000, Hojas nº 133, 134, 165 y 166. Madrid: IGN.
- IGN (2017). *Ortofotografía*. 1:50.000, Hojas nº 133 (Prádanos de Ojeda), 134 (Polientes), 165 (Herrera de Pisuerga) y 166 (Villadiego). Madrid: IGN.
- IGN (1984). *Vuelo Nacional*. Serie: 1:30.000, Fecha: 08-1984, Hoja nº 165 (Herrera de Pisuerga), Pasada J (11 y 12); nº 166 (Villadiego), Pasada J (1, 2 y 3). Madrid: IGN.
- IGN (1985). *Vuelo Nacional*. Serie: 1:30.000, Fecha: 04-1985, Hojas nº 133 (Prádanos de Ojeda), Pasadas L (9, 10 y 11), K (9,10 y 11) y M (10 y 11); nº 134 (Polientes), Pasada M (1, 2, 7, 8 y 9). Madrid: IGN.