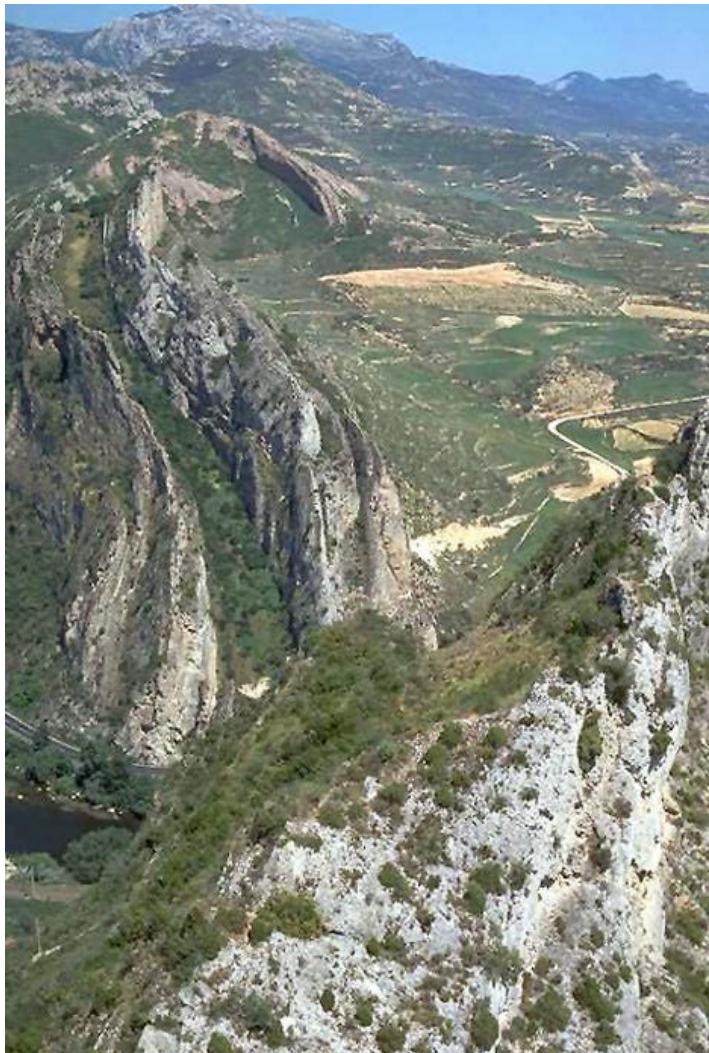


## EL KARST: CUEVAS, SIMAS Y DOLINAS

Pellicer Corellano, Francisco



El conjunto de formas desarrollado sobre una masa de rocas solubles dan al paisaje un aspecto muy singular. Tanto es así que desde finales del siglo pasado se ha hablado de paisaje kárstico y han sido, desde entonces, numerosísimos los trabajos dirigidos a desentrañar sus incógnitas. En la actualidad, además de amplia información sobre las regiones kársticas de todo el mundo, disponemos de una terminología muy precisa y de técnicas y métodos renovados que hacen del karst un objeto de estudio preciado, tanto para la comunidad científica como para la sociedad necesitada de la ordenación de sus recursos naturales.

El término karst, como la mayoría de los nombres con que se denominan sus formas, tiene su origen en los Balcanes. Se refiere a un tipo de paisaje, extendido por diversas partes del planeta, modelado por la disolución de las rocas calizas por el agua. La terminología, aunque al principio resulta extraña por su origen serbocroata, ha sido aceptada internacionalmente. Así que presenta la ventaja de que "dolina", "la piaz" o "polje" significan lo mismo en todas las lenguas del mundo.

El relieve sobre rocas calizas suele ser muy expresivo: escapes vigorosos, crestas agudas, estructuras y formas bien definidas. La barra calcárea de Anguiano, las crestas de los Montes Obarenes o las Ode Haro son buenos ejemplos. La superficie del paisaje del karst suele presentarse bastante seca y salpicada de hoyas, grietas, acanaladuras y aristas afiladas. El agua se infiltra rápidamente, los ríos y barrancos pueden perder buena parte de su caudal e incluso llegar a desaparecer al atravesar los macizos calcáreos. El agua circula subterráneamente a través de conductos intrincados y galerías y finalmente emerge a la superficie en las fuentes. Pueden distinguirse, por lo tanto, tres partes: las formas de absorción que son las más visibles porque se encuentran en superficie; las formas de conducción y reserva subterránea que sólo en determinados casos pueden ser visitadas por los espeleólogos y excepcionalmente por el público; y finalmente las formas de emisión: los manantiales.

El modelado kárstico se encuentra muy bien representado en La Rioja. Se localiza coincidiendo, como es lógico, con los afloramientos de rocas solubles, fundamentalmente calizas y en algún caso yesos, que forman el reborde montañoso de la Cordillera Ibérica en contacto con la Depresión del Ebro. Hoyas, leneras, cuevas, simas y fuentes se encuentran a menudo en esta estrecha franja de terreno.

## **1. LAS ROCAS KARSTIFICABLES EN LA RIOJA**

Existen en La Rioja dos conjuntos de especial interés bajo el punto de vista kárstico: las calizas y las evaporitas. Ambas litologías de origen químico presentan todo un muestrario de formas de disolución.

Las calizas, originadas a partir de la precipitación de carbonato cálcico, son de origen marino y se formaron durante el periodo jurásico de la Era Secundaria. La evolución geológica ha confinado estas rocas en el reborde de la Cordillera Ibérica, en contacto con la Depresión del Ebro. Aparecen como un cordón más o menos discontinuo desde Valgañón y Ezcaray hasta Anguiano entre el macizo paleozoico de la Demanda y los conglomerados marginales del borde meridional de la cuenca sedimentaria del Ebro. El afloramiento más extenso e importante por el modelado kárstico se centra en torno a Torrecilla en Cameros, prolongándose hacia el Sur hasta Gallinero y Ortigosa. Asoma también en las fosas tectónicas de Nieve-Ventrosa y Viniegra de Abajo- Canales de la Sierra y en la base de la Sierra de Urbión. En el reborde de Cameros, forma la Sierra de la Laguna y se prolonga hacia el Este hasta Santa Engracia, aflora localmente en Robres del Castillo y arma los relieves de Arnedillo, Préjano y Muro de Aguas.

Las evaporitas se extienden en La Rioja acompañando los afloramientos del Keuper que, como las calizas jurásicas, asoman en numerosos puntos del frente de la Cordillera Ibérica en contacto con las formaciones detríticas del borde sur de la Depresión del Ebro. A diferencia de las calizas, ocupan posiciones deprimidas debido a la facilidad que presentan estas facies para la erosión en relación con las litologías enmarcantes. El sector más representativo se encuentra entre Ribafrecha y Lagunilla del Jubera. En algunos sectores de la Depresión del Ebro afloran yesos terciarios que solo ofrecen formas kársticas menores, fundamentalmente lapiaces.

## 2. EL PROCESO DE DISOLUCIÓN

La disolución es un proceso que ocasiona el desmoronamiento de la red cristalina de los minerales que forman la roca -cloruros, sulfatos, bicarbonato cálcico-, en gran parte por el agua de lluvia que actúa como portadora de gases atmosféricos ( $\text{CO}_2$  y  $\text{O}_2$  sobre todo), junto con ácidos y otros productos orgánicos, incorporados en su recorrido superficial, lo que aumenta su agresividad química.

La disolución es efectiva sólo en rocas evaporitas -cloruros y sulfatos-. La calcita, por el contrario, es poco soluble en el agua de lluvia; sin embargo, es disuelta con facilidad por aguas cargadas de ácido carbónico ( $\text{CO}_3\text{H}_2$ ), según la siguiente fórmula:

$$\text{CO}_3\text{Ca} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2(\text{CO}_3\text{H}^-) + \text{Ca}^{++}$$

El  $\text{CO}_2$  es más abundante en aguas frías- procedentes de la fusión nival, por ejemplo-, en aguas sometidas a presión- el agua que rellena un pequeño conducto subterráneo- y en aguas cargadas de soluciones ácidas procedentes de la actividad biológica de las bacterias y las plantas en los suelos.

Las aguas acidificadas permanecen algún tiempo en el suelo en contacto con la roca inalterada y penetran en la masa rocosa a través de los planos de sedimentación y de fractura (fallas y diaclasas). De este contacto entre elementos químicos básicos - la roca - y ácidos - las aguas - surgen los procesos de disolución que dan a las rocas formas muy variadas pero siempre llamativas.

La velocidad de génesis y las dimensiones del proceso de disolución no dependen sólo de la litología, sino de toda una serie de factores como son la estructura geológica, el clima, la hidrología, la cubierta vegetal o el tiempo durante el cual la roca ha quedado

expuesta a la actividad erosiva del disolvente. Si bien todos estos hechos condicionan el desarrollo de una determinada morfología kárstica, el factor clave es el litológico.

### **3. EL MODELADO KÁRSTICO EN LA RIOJA**

El modelado es fundamentalmente exokárstico, es decir, predominan las formas externas, fácilmente reconocibles en el terreno. Estas nos ponen de manifiesto otras, prácticamente inexploradas del karst interno de las que conocemos sólo una pequeña parte como las cuevas del Valle del Iregua entre las que destacan las de Ortigosa. Las formas exokársticas más comunes son los lapiaces y las dolinas.

Los lapiaces responden a modelados de dimensiones centimétricas, siendo las acanaladuras, las oquedades, los alveólos y los peldaños las formas más frecuentes. La pendiente, los planos de estratificación, la aparición de redes profusas de diaclasas o las propias irregularidades texturales de la caliza favorecen la génesis de estas formas, que incluso en algunos casos aparecen ligadas a situaciones criptokársticas, como los lapiaces tubulares, cuyos huecos han sido abiertos bajo cubierta edáfica, lo que indica su condición de formas heredadas.

Los tipos de lapiaces más frecuentes en La Rioja son:

- Las acanaladuras, o *Rillenkarrren*, desarrolladas sobre superficies desnudas y en pendiente. Son formas subactuales que a veces muestran indicios de un funcionamiento mediocre.

- Los tubos verticales y las perforaciones, también conocidos en la comunidad científica con los términos alemanes *Holhkarren* o *Kavernbsekarren*. Estos se han generado bajo cubierta edáfica y afloran por exhumación. Son formas heredadas.

- Los lapiaces estructurales, o *Kluftkarrren*, se han desarrollado por ampliación de fracturas y diaclasas y por ello se presentan como una retícula de grietas.

Cuando la disolución dirigida por diaclasas y fracturas genera formas de dimensiones métricas se denomina bogaz o *Karstgasse*. Esta forma, bastante frecuente en los karst riojanos, se encuentra perfectamente desarrollada en el cerro de Peñalba en Canales de la Sierra.

Las dolinas son depresiones cerradas de dimensiones moderadas, entre 10 y 1000 m de diámetro, de forma groseramente circular, que suelen aparecer agrupadas en "campos" o "familias", en relación con líneas de diaclasas o fallas, siendo perfectamente clara la relación entre la red de fracturación y los ejes de dolinas. La topografía groseramente plana de las plataformas calcáreas, como en el interfluvio del Najarilla e Iregua, sector Anguiano Torrecilla de Cameros, se convierte en uno de los factores que propician la aparición de los campos de dolinas -Los Gamellones-, donde el agua se infiltra por las fracturas ensanchándolas y dejando el fondo de la depresión generada ocupado por material residual, insoluble, normalmente arcillas de descalcificación.

El segundo requisito imprescindible para la génesis del karst es la cuantía de la precipitación, que en el ámbito de los afloramientos calizos supera los 700 mm anuales. Además una parte llega en forma de nieve y proporciona aguas de fusión muy corrosivas por su elevado contenido en CO<sub>2</sub>. De aquí la idea de una karstificación funcional en la mayor parte de los macizos kársticos riojanos, siendo sus formas más significativas herencia probable del Plioceno Superior pero relativamente activas en la actualidad.

#### **4. EL CAMPO DE DOLINAS DE LOS GAMELLONES**

La plataforma de los Gamellones corresponde al tramo calizo de la Sierra del Serradero, ubicada al Oeste de Torrecilla de Cameros y que forma el interfluvio de los ríos Najarilla e Iregua. Desde el punto de vista morfológico forma una planicie fusiforme de 6 Km de longitud por 1200 m de anchura máxima, elevada a 1200 m de altitud.

Desde el punto de vista geológico se halla en el borde meridional de la Depresión del Ebro, justamente en el eje jurásico que separa las dos grandes unidades de la Cordillera Ibérica en el sector riojano: el macizo paleozoico de la Demanda y el conjunto weáldico de Cameros. En este espacio se cruzan las direcciones tectónicas hercinianas y alpinas formando un damero tectónico de fracturas que ha dirigido la génesis y evolución kárstica del macizo. Los materiales aflorantes son calizas oolíticas y órgano-detríticas del Dogger, calizas masivas y claras de los Llanos de la Turquilla y calizas oscuras y mejor estratificadas en el cerro de los Gamellones.

Sobre el afloramiento calcáreo plegado y fallado se modela una superficie de erosión finiomiocena que fue fosilizada por depósitos pliocenos y posteriormente

exhumada. La superficie de erosión presenta una gran riqueza de formas exokársticas. Sin duda es el paisaje kárstico más importante de La Rioja.

En los parajes de El Somo se encuentran muestras de lapiaz estructural guiado por planos de discontinuidad en la masa rocosa: planos de sedimentación y sobre todo de diaclasamiento. Son formas actualmente funcionales. Sobre la facies clara de El Somo y Llano de la Turquilla se desarrollan preferentemente lapiaces tubulares que, generados bajo cubierta edáfica, afloran en superficie por la erosión del suelo. Lapiaces de canalillos y meandriformes se encuentran en las paredes desnudas de la roca, preferentemente en las laderas de las dolinas.

Las dolinas forman un conjunto espléndido por su elevado número, sus formas y su disposición del conjunto. Se han detectado 181 dolinas de más de 20 m de diámetro. La densidad es de 45 dolinas por Km<sup>2</sup>. Son dolinas pequeñas, asociadas frecuentemente formando uvalas rectilíneas que pueden alcanzar 250 m. La profundidad oscila entre los 6 y 12 m.

La mayoría de las dolinas presentan una clara disimetría de vertientes. El borde noroccidental es abrupto, la roca aflora desnuda y labrada por lapiaces. La nieve barrida por el viento se acumula y persiste en esta vertiente. Las aguas de fusión activan el proceso de disolución y a través de los ponors o sumideros de las dolinas desaparecen de la superficie para alimentar el acuífero interno del karst. En la vertiente opuesta, por el contrario, el suelo cubierto de un grueso tapiz herbáceo cubre la ladera. Los abultamientos de la hierba muestran la eficaz circulación solifluidal del suelo y la succión del mismo por los sumideros. La disimetría descrita se debe a la diferencia de la eficacia de los procesos de disolución. Si en el primer caso las aguas de fusión nival favorecen el proceso, en el segundo son todavía más eficaces por el mayor poder corrosivo de las aguas cargadas de ácidos húmicos generados en el suelo.

En cuanto a su disposición planimétrica, sorprende el alineamiento de los agrupamientos de dolinas y uvalas, dirigidas sin duda por las líneas de fractura que facilitan la infiltración de las aguas y estimulan los procesos de disolución.

Cronológicamente, las dolinas de los Gamellones corresponden al Cuaternario, siendo particularmente activos los procesos en los periodos fríos, siempre que el hielo no los bloquee. En la actualidad es un karst claramente funcional, si bien ha tenido fases evidentemente más activas.

Otras dolinas significativas se encuentran a unos 1000 m al Norte de Nestares y tienen la particularidad de estar parcialmente inundadas. A 2000 m al Suroeste de Torrecilla se encuentra así mismo una dolina con un diámetro que supera los 100 m en forma de cubeta, es decir, de fondo piano y escarpes poco pronunciados. En el extremo septentrional de la misma se abre una dolina más reciente de una decena de metros de anchura con forma de embudo, relacionada sin duda con un colapso kárstico por hundimiento de una cavidad interna. Los manantiales son muy abundantes en las laderas bajas de la sierra. El Iregua en este tramo circula en un canon fluviokárstico que deja al descubierto antiguas galerías subterráneas. Algunas son practicables y dan acceso a cuevas con galerías cubiertas de estalactitas y estalagmitas. Incluso algunas fueron ocupadas por los primeros pobladores de la región y han guardado restos arqueológicos de sus habitantes hasta nuestros días.

## 5. EL BOGAZ DE PEÑALBA

El bogaz probablemente mejor desarrollado de La Rioja se localiza en el cerro de Peñalba, a 1389 m de latitud y a unos 1000 m al Oeste de Canales de la Sierra en el límite provincial con Burgos.

El bogaz de Peñalba se ha desarrollado sobre un afloramiento de rocas calizas del jurásico inferior y medio (Lías superior-Dogger inferior). La estructura corresponde a un pequeño horst (bloque de la corteza terrestre elevado entre fallas o fracturas) constituido por las citadas calizas, rodeado por otras rocas más recientes del jurásico superior (Malm) y Cretácico inferior (Berriasiense) conocidas como Facies Purbek-Weald.

El macizo de Peñalba está afectado por una red ortogonal de fracturas y diaclasas que forman pianos de discontinuidad en la masa caliza; este hecho propicia la permeabilidad de fisura; es decir, facilita la infiltración de las aguas y la acción corrosiva de las mismas que se manifiesta en la progresiva ampliación de las fisuras hasta convertirlas en auténticos corredores o pasillos conocidos con el nombre de bogaz. El aspecto es aparentemente artificial. La caliza se dispone en bloques cúbicos, macizos de paredes

perfectamente lisas y planas, separados por pasillos de geometría muy regular y rellenos de arcillas rojas de calcificación. En algunas partes, las arcillas han sido llevadas por la erosión y quedan los dados gigantes de caliza destacados como un pequeño pueblo fantasma.

## **6. DOLINAS DE ZENZANO**

Zenzano es una pequeña localidad al Sur de las Peñas de Leza a la que se puede acceder por un camino carretero desde Lagunilla de Jubera. Próximas al núcleo de Zenzano se encuentran dos grandes dolinas de hundimiento modeladas sobre calizas del jurásico superior. La primera se encuentra a 800 m al Oeste y tiene forma cónica o de embudo. La segunda se halla a 1500 m al Noroeste y tiene forma cilíndrica.

## **7. CANON FLUVIOKÁRSTICO DEL LEZA**

Entre Leza de río Leza y Soto en Cameros, el río atraviesa el afloramiento de calizas jurásicas y labra un profundo y espectacular canon fluviokárstico de más de 200 m de profundidad por 5 km de longitud. Este fenómeno es muy común en los terrenos calizas, donde las aguas inciden eficazmente sobre el lecho rocoso dejando las vertientes cortadas en vertical. Aguas arriba y abajo de este tramo, los materiales aflorantes son menos resistentes y permiten el ensanchamiento del valle.

## **8. EL KARST EN YESOS DE RIBAFRECIÀ-LAGUNILLA**

También las rocas evaporíticas, resultado de la precipitación de sulfatos y cloruros, son disueltas por el agua, y a velocidades mayores que las carbonatadas. La solubilidad del sustrato yesoso permite la aparición de formas kársticas de tipo lapiaz presentes en cualquier afloramiento, de dolinas como la de Lagunilla y surgencias saladas.

## **9. LAS CUEVAS DE ORTIGOSA**

Las cuevas de Ortigosa formadas en las calizas del Dogger (jurásico medio) son la manifestación más accesible de los relieves subterráneos del karst de La Rioja. El sistema kárstico interno esta formado por una red de galerías y salas, controladas en gran medida por la estructura (fallas, diaclasas, planos de estratificación) y relacionadas con el exterior a través de simas y los mencionados ponors o sumideros. Las galerías conectan entre sí a menudo a través de sifones y tienen numerosas ramificaciones.

**El karst: cuevas, simas y dolinas**

Las infiltraciones procedentes del exterior, frecuentemente a presión y cargadas de soluciones de bicarbonato cálcico, se descomprimen al llegar a las salas, pierden por ello la capacidad de retener el CO<sub>2</sub> y precipitan la calcita formando estalactitas que cuelgan de las bóvedas, estalagmitas con base en el suelo y columnas cuando ambas se juntan. Las más conocidas y apreciadas por los turistas son las cuevas de la Paz y la Viña, ambas visitables. Otras destacables son las cuevas de la Salita, del Tejón, de las Mujeres, la Tajadilla... Hay además numerosas simas.

En un entorno mas amplio, dentro del Valle del Iregua, se localizan las cuevas del Tragaluz en el término municipal de Pinillos, de San Bartolomé o sima del Maestro en Nestares, Cueva Lobrega en Torrecilla de Cameros y las cuevas de Peñamiel en Nieva de Cameros. Muchas de ellas sirvieron de vivienda o lugar de enterramiento a los pobladores prehistóricos y han aportado valiosos restos arqueológicos.