

# geología 10

Zaragoza



**Geología** es una iniciativa que surgió en Aragón en el año 2005. Desde entonces se celebra anualmente en distintas localidades de España.

Su espíritu es **acercar la Geología a las personas** realizando una excursión de un día en una zona de singular significado geológico.

Entre las posibilidades existentes en la provincia de Zaragoza, la región de Nuévalos - Parque Natural del Monasterio de Piedra destaca por su gran diversidad geológica y belleza paisajística. Es, además, un enclave excepcional para conocer cómo se forman las tobas.

## Nuévalos-Parque Natural del Monasterio de Piedra: el entorno geológico y la formación de tobas en el río Piedra



TRIÁSICO

CUATERNARIO  
(Tobas)

25 abril 2010

# EL ENTORNO GEOLÓGICO: ARCHIVO DE UNA HISTORIA DE 550 MA

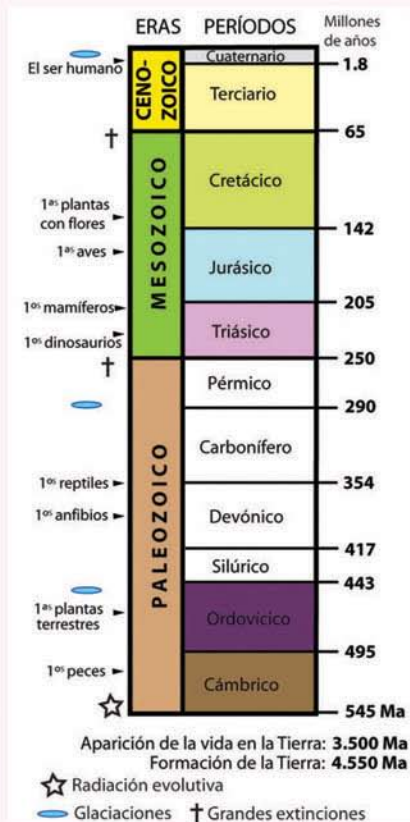
El río Piedra, a lo largo de su recorrido desde Cimballa hasta su desembocadura en el río Jalón, atraviesa diversas formaciones rocosas de la Cordillera Ibérica que permiten descifrar una historia que, aunque incompleta, abarca casi 550 Ma a lo largo de tres eras geológicas: Paleozoico, Mesozoico y Cenozoico. Constituye, pues, una región privilegiada por su diversidad geológica, pero también por su belleza paisajística, uno de cuyos elementos más destacados es el Parque Natural del Monasterio de Piedra.

En este contexto, el área del Monasterio de Piedra-Nuévalos representa, además, un enclave excepcional por las posibilidades que ofrece para conocer el proceso de formación de las tobas durante el Cuaternario (1,8 Ma - actualidad). Entre el paraje de Lugar Nuevo-Los Bancales y Nuévalos existen numerosos depósitos tobáceos que son testimonio de la actividad del río Piedra como agente constructor de rocas. Asimismo, como el proceso de formación de tobas continúa hoy, el entorno del Monasterio de Piedra es un lugar idóneo para aprender cómo se genera este tipo de roca caliza. Por todo ello, este sector constituye un recurso no sólo turístico y cultural, sino también didáctico y científico del máximo valor.

## Breve historia geológica de la región

Las rocas más antiguas de esta zona de la Cordillera Ibérica son areniscas, cuarcitas y pizarras del **Cámbrico** y **Ordovícico**, dispuestas en estratos formados a partir de lechos de sedimentos arenosos y arcillosos que se depositaron en llanuras mareales y plataformas marinas. En algunos estratos se conservan estructuras onduladas de diferentes tamaños causadas por la acción del oleaje. En el Paleozoico superior, estas rocas se plegaron y fracturaron (Orogenia Hercínica) y, además, se produjeron erupciones que formaron algunas rocas volcánicas (p. ej., cerca de Castejón de las Armas).

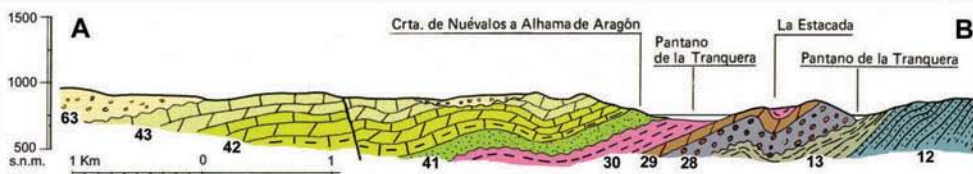
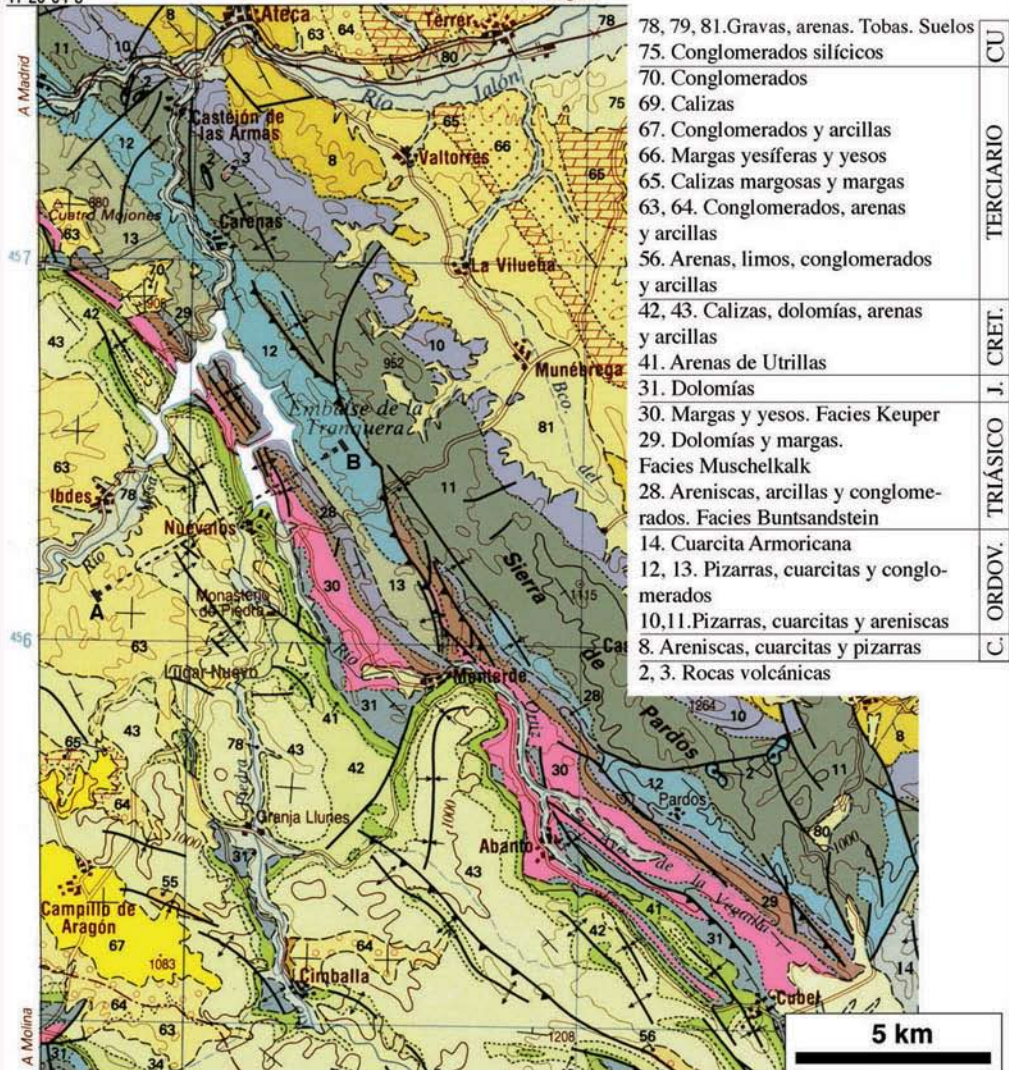
En el Mesozoico la diversidad de unidades litológicas es mayor; algunas son distinguibles fácilmente en el paisaje por su color y/o contrastada resistencia a la erosión. El **Triásico** destaca por una sucesión de tres unidades características: areniscas, arcillas y conglomerados rojos de origen fluvial (Facies Buntsandstein), calizas y dolomías grises de ambiente marino somero (Facies Muschelkalk), y arcillas y yesos de tonos rojos y verdosos, de zonas costeras salinas (Facies Keuper). El **Jurásico**, con escasa representación en este sector, consiste en calizas, dolomías y carnioles, de ambiente marino.



41°20'04"5

60

A Zaragoza



Mapa geológico (ITGE, 1991) y corte geológico adaptado de IGME (1983)



*Conglomerados y areniscas del Triásico (Facies Buntsandstein)*

El **Cretácico** se distingue por extensos y potentes conjuntos de arenas blancas y amarillas de origen eólico y fluvial, y de calizas y dolomías formadas en ambiente marino. Precisamente son estas formaciones carbonatadas cretácicas, junto con las minoritarias jurásicas, las que albergan el acuífero regional que alimenta al río Piedra.

Las unidades del **Terciario** son todas de origen continental: conglomerados, areniscas y arcillas depositadas en abanicos aluviales, y calizas lacustres.

En el Mesozoico y Terciario nuevas etapas de deformación afectaron a las unidades existentes: primero mediante extensión (Triásico y Cretácico inferior) y después, desde el Cretácico superior, por compresión (Orogenia Alpina). Como resultado, las unidades rocosas se plegaron, fracturaron y elevaron por encima del nivel del mar, de modo que en el Terciario toda la región estaba emergida. Las áreas más elevadas se erosionaron y constituyeron la fuente de los materiales detríticos que dieron lugar a depósitos terciarios (abanicos aluviales). Fue entonces cuando se formó la Cordillera Ibérica, con alineación NO-SE, en la que se integra la zona del Piedra.

En el **Cuaternario** se produjo una etapa de fuerte incisión de la red fluvial que labró valles y gargantas, dejando al descubierto las unidades rocosas enterradas. El río Piedra captó el sistema acuífero que albergan las unidades carbonatadas del Cretácico y Jurásico. A partir de entonces se formaron los depósitos aluviales y tobáceos que jalonan su valle.

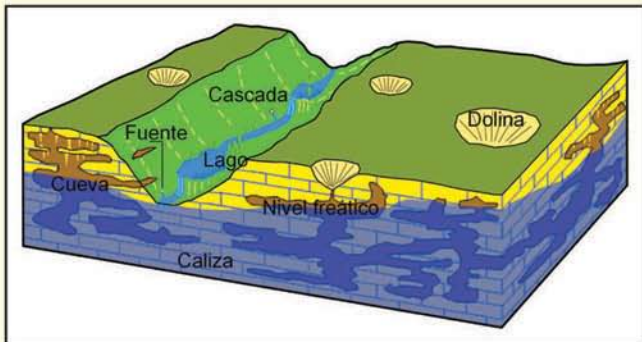
## LAS TOBAS DEL RÍO PIEDRA: UN SISTEMA DE FORMACIÓN DE ROCA CALIZA QUE SIGUE VIVO

### ¿Qué son las tobas? ¿Cómo se forman?

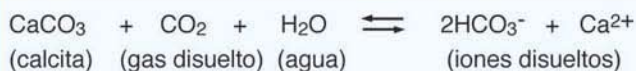
Las tobas son rocas calizas porosas y ligeras constituidas por el mineral calcita (carbonato cálcico,  $\text{CaCO}_3$ ). Se forman por precipitación de calcita sobre sustratos orgánicos (musgos, algas, carrizos, juncos, etc.) en ríos, lagos y manantiales.

El requisito principal es que el agua esté saturada en iones bicarbonato y calcio disueltos, como generalmente sucede con el agua superficial que circula sobre terrenos calcáreos o la procedente de acuíferos desarrollados en rocas carbonatadas.

En el sector del río Piedra, estas condiciones favorables se iniciaron en el Cuaternario y perduran en la actualidad. El acuífero formado por las calizas y dolomías del Jurásico y Cretácico superior descarga a través de diversos manantiales, como los actuales de Cimballa y la Fuente de la Salud.



La reacción esencial que gobierna la precipitación de la calcita es:



La precipitación de la calcita depende de la temperatura (su ascenso favorece la saturación en este mineral) y de la pérdida de CO<sub>2</sub> disuelto en el agua, que aumenta el pH. La desgasificación puede producirse de forma mecánica (turbulencia) y biológica (las plantas acuáticas extraen CO<sub>2</sub> del agua para realizar la fotosíntesis). Por ello, los lechos con desniveles (saltos, cascadas) y colonizados por flora acuática son muy propicios para la formación de tobas.

### La sedimentación actual de tobas: el Parque del Monasterio de Piedra

La formación de tobas es activa en la actualidad, por lo que es posible analizar los procesos que la controlan y extrapolar los resultados al registro fósil. Estos hechos constituyen buena parte del interés científico de su estudio: conocer las condiciones ambientales (hidrológicas, sedimentarias y climáticas) de su formación.

En muchos puntos del río Piedra, en particular dentro del recinto del Parque, existen zonas con distintas características morfológicas (sustratos subhorizontales, saltos, cascadas) y, por tanto, de flujo rápido o lento, y biológicas (variada biota acuática). Su combinación da lugar a distintos ambientes en los que se forman diferentes tipos de tobas.

Desde 1999, un equipo de investigadores de la Universidad de Zaragoza estudia las características hidroquímicas y sedimentarias del río Piedra. Cada seis meses (diciembre y junio) se toman y analizan muestras de agua para conocer su composición química estacional. Además, se realizan medidas in situ de la velocidad, profundidad, temperatura, pH y conductividad del agua. Para el estudio de la sedimentación se han instalado sustratos artificiales (**tabletas** calizas de 25x15x2 cm) en distintos ambientes.



Las tabletas se recogen cada seis meses (en marzo y septiembre); se mide el espesor y peso del sedimento acumulado semestralmente y se realizan análisis sedimentológicos y químicos. Una semana después, las tabletas se vuelven a colocar en su sitio hasta el siguiente semestre.

Los resultados obtenidos señalan que el agua es rica en bicarbonatos (250-310 mg/L) y calcio (70-110 mg/L), y su pH es 7,8-8,5. La sedimentación de tobas aumenta con la velocidad y turbulencia del agua. Los valores máximos se dan en las zonas de alta velocidad de flujo colonizadas por cianobacterias y en las cascadas con musgos, donde se llega a medir 1,6 cm/año. Además, en todos los ambientes hay mayor desarrollo tobáceo en los períodos cálidos (primavera+verano) que en los frescos (otoño+invierno): la temperatura y el mayor número de horas con luz en los días de primavera y verano favorecen el desarrollo de las plantas.



**Zonas con fuerte velocidad de agua**, en tramos con poca pendiente y en pequeños saltos (Baño de Diana y antes del salto de la Cola de Caballo). Carecen de plantas macroscópicas, pero abunda la microflora acuática (cianobacterias). Se forman depósitos de tobas en finas capas (estromatolitos).



*Estromatolitos*



*Trinidad*



**Pequeños saltos y cascadas escalonadas** (Trinidad, Iris, Chorreaderos) con musgos, algas filamentosas y otras plantas, que son cubiertos por calcita. Se forman depósitos porosos con fuerte inclinación.



*Tobas de musgos*



**Zonas remansadas o con baja velocidad de agua**, generalmente aguas arriba de saltos y cascadas (antes de la Cascada Caprichosa). El sedimento consiste en fragmentos de tobas (tamaño gravilla, arena y limo). Estas zonas pueden estar parcialmente colonizadas por plantas (cañas, espadañas, liliáceas, etc.) cuyas partes sumergidas son cubiertas por calcita.



**Cascadas con salto vertical** (Requijada, Caprichosa, Cola de Caballo); en las zonas de menor flujo viven musgos y tallos colgantes, que son cubiertos por calcita. Originan montículos



de musgos y cortinas de tallos colgantes (como viseras).

**Cuevas** (Gruta Iris) desarrolladas detrás de los saltos de agua y bajo las viseras. En las cuevas, el agua que se infiltra desde arriba produce estalactitas y estalagmitas.

## Las tobas fósiles

Durante el Cuaternario se sucedieron etapas frías (glaciares) y cálidas (interglaciares). Las diversas técnicas de datación aplicadas a las tobas del río Piedra fechan estos depósitos entre los 340.000 años (Pleistoceno superior) y 750 años (Holoceno, óptimo climático medieval). Su mejor desarrollo tuvo lugar preferentemente durante etapas cálidas.

Entre el paraje de Lugar Nuevo-Los Bancales y Nuévalos existen extensos y potentes depósitos de tobas, cuyo espesor puede alcanzar 75 m. Dentro de ellos se intercalan niveles detríticos que representan momentos de incisión fluvial en los que cesó la sedimentación tobácea.

En las tobas se identifican los sustratos orgánicos que fueron cubiertos por calcita: musgos, algas, tallos verticales, tallos rotos de diversos tamaños, etc. También existen estromatolitos (depósitos laminados microbianos), arenas de granos calizos y calizas con gasterópodos. Estos componentes pueden configurar depósitos con geometrías y estructuras características de cascadas, represamientos, zonas palustres, zonas de cauce con flujo rápido, etc.

En conjunto, las tobas cuaternarias se formaron en un sistema fluvial escalonado, similar al actual, pero con cascadas-barreras y represamientos que podían alcanzar dimensiones considerables.



UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA



ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEOLOGOS



AYUNTAMIENTO DE NUÉVALOS



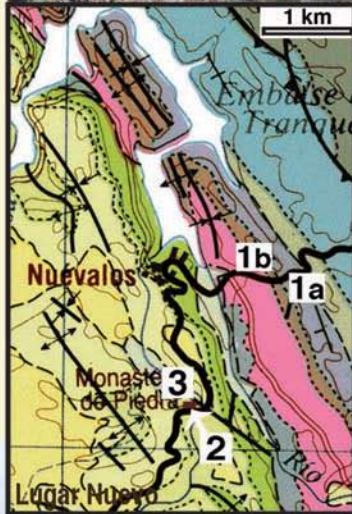
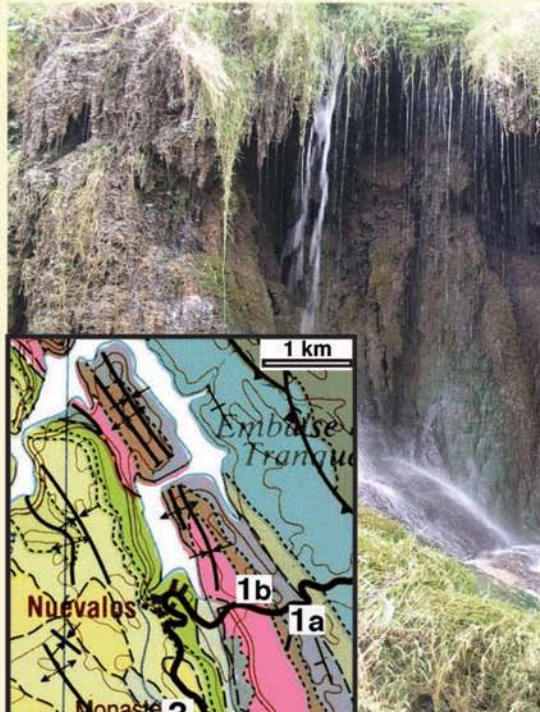
SOCIEDAD GEOLOGICA DE ESPAÑA



MONASTERIO de PIEDRA



Instituto Geológico y Minero de España



**25 abril 2010**

**Lugar de encuentro:** 10h en la gasolinera de Nuévalos

**Parada 1:** Alrededores de Nuévalos

**Parada 2:** 11:30-12h. Ermita La Blanca

**Parada 3:** 12-12:30h. Parque Natural del Monasterio de Piedra



**Autores:** C. Arenas, G. Pardo, M. Vázquez-Urbez, L. Auqué, C. Sancho y C. Osácar. (Universidad de Zaragoza)

**Impresión:** Gráficas Vela. Zaragoza.  
**Depósito Legal:** Z-1635-2010