



Guía geológica del Parque Natural del Alto Tajo





GUÍA

GEOLÓGICA
DEL PARQUE
NATURAL DEL
ALTO TAJO

Quedan rigurosamente prohibidas, sin la autorización escrita de los titulares del copyright, bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimientos, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático.

Guía geológica del Parque Natural del Alto Tajo / L. Carcavilla, R. Ruiz, E. Rodríguez, auts. – Madrid: Instituto Geológico y Minero de España, 2011.

267 pgs; ils: 24 cm

ISBN: 978-84-7840-868-9

1. Libro Guía. 2. Itinerario-excurción; 3. Paisaje, 4. Río Tajo. 5. Castilla-La Mancha. 6. Parque Natural. I. Carcavilla, L.; II. Ruiz, R.; III. Rodríguez, E. 551 (460.281)

Autores:

Luis Carcavilla, Rafael Ruiz y Esaú Rodríguez

Colaboradores:

José Luis Barrera, Juan José Durán, Jerónimo López, Javier Martín Chivelet y José Francisco Martín Duque

Diseño y maquetación:

mas!gráfica

Créditos de fotografías:

David Santiago, Luis Carcavilla, Esaú Rodríguez, Rafael Ruiz, María del Puy Berrio, Raquel Ibáñez, Ángel Vela, Juan Carlos Gutiérrez-Marco, José Francisco Martín Duque, Alfredo Chavarría y Paula Callejo

Créditos de figuras:

Todas las figuras Luis Carcavilla y mas!gráfica, excepto:

Esaú Rodríguez y mas!gráfica: 18, 22, 31, 38, 39, 45, 48, 50, 53, 55, 56.

Mauricio Antón: 26 y 35

Alfonso Sopeña: 43

Esta guía recibió en el año 2009 el Primer Premio en la categoría

Soporte en papel en el Concurso Ciencia en Acción

Primera edición: 2008

Segunda edición: 2011

© de la presente edición: Instituto Geológico y Minero de España

C/Ríos Rosas 23, 28003 Madrid

www.igme.es

NIPO: 474-11-018-6

ISBN: 978-84-7840-868-9

Imprime: Advantia

Impreso en España/ *Printed in Spain*

Para erratas, sugerencias o comentarios dirigirse a l.carcavilla@igme.es

GUÍA GEOLÓGICA DEL PARQUE NATURAL DEL ALTO TAJO



Luis Carcavilla
Rafael Ruiz
Esaú Rodríguez

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA



2011

Pues el Alto Tajo no es una suave corriente entre colinas, sino un río bravo que se ha labrado a la fuerza un desfiladero en la roca viva de la alta meseta. Y todavía corroe infatigable la dura peña saltando en cascada de un escalón a otro, como los que han dado nombre a aquella hoz. Sí, el esfuerzo del río continúa: lo demuestra el aspecto caótico de obra a medio hacer, con los desplomes de tierra al pie de los acantilados, las enormes peñas rodadas desde lo alto hasta en medio del cauce, la rabia de las aguas y su espumajeo constante. El río bravo sigue adelante, prefiriendo la soledad entre sus tremendos murallones.

José Luis Sampedro

El río que nos lleva

A Puy, por estar siempre ahí.

Luis

A Nuria, Lucía y Eva, por compartir conmigo su alegría.

Rafa

A mis dos niñas, Silvia y Llum.

Esaú

Y a nuestros padres.



Esta Guía pretende ser una herramienta para descubrir la Geología del Parque Natural del Alto Tajo. No está escrita para geólogos, sino para personas que tengan inquietud por conocer mejor este espacio natural. Somos conscientes de que nos hemos dejado en el tintero multitud de explicaciones interesantes, de afloramientos significativos y de aspectos por desarrollar, e incluso asumimos ciertas imprecisiones necesarias para hacer el texto más sencillo, que esperamos que los especialistas vean con benevolencia. Escribimos esta guía como nuestra modesta aportación al Año Internacional del Planeta Tierra que se celebró entre los años 2008 y 2010, y que esperamos que sirva para que la Sociedad adquiera mayor conciencia sobre la fragilidad del Planeta que habitamos. En esta segunda edición no hemos cambiado prácticamente nada con respecto a la versión original, salvo algunas pequeñas erratas. Esperamos que sirva para nuevas personas descubran el increíble valor del patrimonio geológico del Alto Tajo, y a desentrañar el significado de sus paisajes, de su historia e incluso de sus gentes, dotando al paisaje actual de la inabarcable dimensión del tiempo geológico. Una dimensión temporal de millones de años a la que puede dar vértigo asomarse, pero que, convenientemente explicada, permite entender la posición del hombre en un planeta que continúa su evolución.

Los autores



Esta guía es la culminación del proyecto Geo-rutas del Parque Natural del Alto Tajo, en el cual han participado numerosas personas que nos han ayudado a llevarlo a buen puerto.

De manera especialmente significativa queremos agradecer la enorme ayuda prestada por un grupo de geólogos de prestigio que han colaborado revisando total o parcialmente el texto de la guía y aportando numerosas sugerencias que han mejorado sustancialmente el resultado final. Ellos son Jerónimo López (Universidad Autónoma de Madrid), Juan José Durán (Instituto Geológico y Minero de España), José Francisco Martín Duque (Universidad Complutense de Madrid), Javier Martín Chivelet (Universidad Complutense de Madrid) y José Luis Barrera (Colegio de Geólogos). Les consideramos co-autores de esta guía, y valoramos enormemente su implicación y el esfuerzo que han hecho para encontrar, en sus apretadas agendas, tiempo suficiente para revisar minuciosamente el texto de la guía.

Además, queremos agradecer el apoyo que, de manera constante, nos ha prestado Juan Carlos Gutiérrez-Marco, como la parte más visible del grupo de investigadores que él mismo coordina del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, el Instituto Geológico y Minero de España y la Universidad Complutense de Madrid. El día de la inauguración de las Geo-rutas fue para nosotros un lujo y un apoyo inestimable contar con su presencia y con la de Isabel Rábano, Agustín Pieren y Pedro Herranz. También Alfonso Sopeña (Universidad Complutense de Madrid) prestó su apoyo en las fases iniciales del proyecto.

También queremos expresar nuestro agradecimiento al equipo de investigadores del proyecto PANAGU, liderado por Álvaro García-Quintana, de la Universidad Complutense de Madrid, en el cual también participan otros investigadores de la citada Universidad, del Instituto Geológico y Minero de España, de la Universidad Autónoma de Madrid, de la Universidad de Alcalá de Henares y del Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Cuando el proyecto de las Geo-rutas estaba dando sus primeros pasos tuvimos la enorme suerte de contar con su presencia en el Parque durante tres días, lo que nos permitió mejorar notablemente la idea del proyecto, ayuda que posteriormente continuó en la fase de diseño de elementos interpretativos. De manera especial queremos agradecer la ayuda prestada por Andy Godfrey quien, desde su dilatada experiencia, nos proporcionó ideas magníficas para enriquecer los paneles e incluso nos envió artículos y fotografías desde Estados Unidos para su inclusión en los materiales del proyecto.

Numerosas personas han apoyado este proyecto, tanto en la Consejería de Medio Ambiente y Desarrollo Rural como en su Delegación Provincial de Guadalajara. En especial queremos agradecer el papel de Antonio Solís, anterior Director-Conservador del Parque Natural del Alto Tajo, quien creyó en este proyecto y lo puso en marcha. También queremos destacar la colaboración de Raquel Ibáñez, Ángel Vela, Alfredo Chavarría, Charo Baños y Julio Salamanca desde la



Delegación Provincial y el apoyo al proyecto de Carlos Serrano, David Sánchez, Javier Martín, Miguel Ángel Rubio, Mari Carmen Frontaura y José Ignacio Nicolás, desde la Consejería.

También queremos agradecer, de manera muy especial, la ayuda prestada por los Agentes Medioambientales de las comarcas del Alto Tajo, con los que compartimos muchas jornadas de campo y que no dudaron en poner a nuestra disposición su conocimiento de la zona para el diseño de las rutas y, lo que es mejor aún, su entusiasmo por este proyecto.

Gran parte del trabajo de las Geo-rutas se ha llevado a cabo en Tragsatec. Por ello, queremos agradecer el papel que en este proyecto han jugado Juan Carlos Bartolomé, Lourdes Tejero, Lola Jurado y Nacho Muñoz, en especial este último por su minuciosa revisión de dibujos y textos.

A Juan Manuel Monasterio, director de Museos de Molina de Aragón, por su predisposición y ayuda. A los hermanos Jesús y Pascual Alba, que han apoyado el proyecto desde el principio aportando, además, su toque creativo como artesanos. A David Santiago, por sus maravillosas fotografías. A Luis Molina y también a Agustín Escudero y José Luis Paniagua (más!gráfica) como diseñadores y a Carlos Alonso y a María de Hijas (Alfar del Monte) como ceramistas, que se han implicado de forma especial en este proyecto.

Y por último, pero no menos importante, queremos agradecer la inestimable ayuda y paciencia infinita de numerosos compañeros, amigos y familiares que, sin ser expertos en geología, leyeron pacientemente los paneles, folletos y esta guía, con el ánimo de sugerir cambios que hicieran más atractivos sus contenidos.

En esta segunda edición queremos agradecer los esfuerzos realizados para que haya sido posible la reedición del este libro a Ángel Vela, Director del Parque Natural del Alto Tajo y al Comité Editorial del Instituto Geológico y Minero de España (IGME), en especial a Luis Laín, quien promovió la idea de la reedición.



En el año 2008 fue publicada la primera edición de esta Guía Geológica del Parque Natural del Alto Tajo. Desde entonces, este libro se ha convertido en una referencia de la divulgación geológica en los espacios protegidos españoles. De hecho, en el año 2009 fue galardonada con el primer premio en la modalidad “soporte en papel” del certamen internacional ‘Ciencia en Acción’, lo que la acredita como el mejor libro iberoamericano de divulgación científica de ese año. Es el primer libro de divulgación geológica que consigue este prestigioso galardón, demostrando que la Geología, bien contada, puede ser tan atractiva e interesante para el público general como cualquier otra disciplina científica.

No es de extrañar que esta segunda edición corra a cargo del Instituto Geológico y Minero de España (IGME), institución que tengo el honor de dirigir. Este organismo público de investigación, en su calidad de servicio geológico nacional, incluye entre sus funciones el estudio del patrimonio geológico y su divulgación a través del Área de Investigación en Patrimonio Geológico y Minero. Una divulgación que es una necesidad de cara a permitir a los ciudadanos el acceso a información básica sobre uno de los rasgos destacados de nuestro patrimonio natural. Sólo se valora lo que se comprende y, por ello, la divulgación del patrimonio geológico es esencial para asegurar su preservación a largo plazo y para permitir a los ciudadanos el disfrute de su valor y exclusividad.

Uno de los rasgos del Parque Natural del Alto Tajo que más llama la atención de sus visitantes es la elevada naturalidad de sus paisajes, poco o nada transformados por la acción del hombre. Paisajes tan contrastados como el del profundo cañón del Tajo, los crestones cuarcíticos de la Sierra, las extensas parameras calizas, las hoces de areniscas y conglomerados del rodénal, o los extensos fondos de valle y saladares. La Geología juega un papel esencial en la formación de todos ellos. Y para que los visitantes pudieran establecer este nexo entre Geología y paisaje fue escrita esta *Guía Geológica*. Pero también para que pudieran descubrir el valor del patrimonio geológico del Parque Natural, a veces muy evidente pero que, en muchos otros casos, pasa desapercibido para los ojos de los no especialistas.

Pocos espacios naturales españoles atesoran un patrimonio geológico tan singular como el Parque Natural del Alto Tajo. El valor del patrimonio geológico en él contenido es muy elevado, y de hecho atesora en su territorio dos de los 144 lugares geológicos españoles de relevancia internacional seleccionados en el proyecto internacional *Global Geosites*. Pero además, si algo destaca en la Geo-



logía del Parque Natural es su increíble geodiversidad, origen de la variedad de sus paisajes tan contrastados, y representada por la diversos tipos de litologías, el amplio intervalo cronoestratigráfico representado, por la presencia de yacimientos minerales y paleontológicos notables, de estructuras tectónicas sobresalientes y de una gran variedad de formas de modelado.

Si el Parque Natural es un lugar de referencia por el valor de su patrimonio geológico, también lo es por las iniciativas puestas en marcha para su divulgación. Esta guía culmina el proyecto 'Georutas del Alto Tajo', donde nueve rutas autoguiadas de interpretación geológica permiten conocer los lugares de interés geológico más destacados del Parque Natural. Inauguradas en el año 2006, las Geo-rutas son visitadas cada año por más personas, y tienen su complemento en los cuatro centros de interpretación existentes en el Parque Natural.

La reedición de esta Guía Geológica quiere ser celebrado también con la presentación oficial de la candidatura del Señorío de Molina-Alto Tajo para su declaración como Geoparque por la UNESCO. Esta iniciativa aúna la divulgación del patrimonio geológico con su conservación y la puesta en marcha de propuestas de desarrollo local. Se trata de un reconocimiento del que el Parque Natural del Alto Tajo es sin duda merecedor, y de una línea de gestión del patrimonio geológico que ofrece oportunidades a los científicos, a los visitantes y a la población local.

Por último, sólo me queda animaros a recorrer el Parque Natural del Alto Tajo de la mano de esta *Guía Geológica* y descubrir sus paisajes, su patrimonio geológico, su fauna y vegetación. Estoy segura que no os defraudarán.

Rosa de Vidania Muñoz

Directora del Instituto Geológico y Minero de España.



→ 1. INTRODUCCIÓN

El Parque Natural del Alto Tajo.....	17
Las raíces del paisaje del Alto Tajo.....	20
Una geodiversidad excepcional	24
La interpretación y divulgación del patrimonio geológico.....	27



→ 2. GEOLOGÍA DEL ALTO TAJO

Marco regional: ¿Dónde se ubica geológicamente el Alto Tajo?	32
Geología del Alto Tajo: a modo de introducción	33
Rocas del Alto Tajo	38
Pizarras: las rocas más antiguas del Alto Tajo.....	40
Cuarцитas: rocas duras y resistentes	42
Dacitas: volcanes en el Alto Tajo	44
Areniscas y conglomerados: curiosas esculturas naturales	46
Arcillas y yesos: rocas blandas y salinas.....	48
Margas, calizas y dolomías: las rocas más abundantes del Alto Tajo.....	50
Arenas: un importante recurso geológico.....	52
Travertinos (tobas calcáreas): rocas en proceso de formación	54



→ 3. HISTORIA GEOLÓGICA DEL ALTO TAJO EN SEIS EPISODIOS

EPISODIO 1. En el fondo de un gélido mar (Paleozoico inferior)	60
EPISODIO 2. La Gran Cordillera (Paleozoico superior)	64
EPISODIO 3. Antiguos ríos que hoy son rocas (inicio del Mesozoico).....	67
EPISODIO 4. La gran inundación (Mesozoico).....	69
EPISODIO 5. En movimiento otra vez (Terciario).....	73
EPISODIO 6. El paisaje actual (Cuaternario)	74



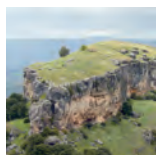
→ 4. GEOMORFOLOGÍA DEL ALTO TAJO:

El paisaje geológico del Alto Tajo	78
Cañón fluvial del río Tajo	82
Otras hoces y barrancos fluviales	84
Dolinas y uvalas (torcas)	86
Poljés	87
Lapiaces y megalapiaces (ciudades encantadas).....	88
Travertinos (tobas calcáreas).....	90
Lagunas.....	92
Cavidades kársticas (simas y cuevas).....	93
Pedreras y ríos de bloques.....	94
Desprendimientos	96
Cárcavas.....	98
Páramos o parameras.....	100
Monolitos y torreones.....	102



→ 5. GUÍA DE LAS GEO-RUTAS DEL PARQUE NATURAL DEL ALTO TAJO

Mapa de distribución	106
Introducción	108
GEO-RUTA 1 Ocentejo-Hundido de Armallones.	
“En el interior del cañón”	112
GEO-RUTA 2 Valle de Los Milagros-Salinas de San Juan.	
“Rocas, vegetación y paisaje”	122
GEO-RUTA 3 Cobeta-Barranco del Arandilla.	
“El hombre y los recursos geológicos”	136
GEO-RUTA 4 Puente de San Pedro-Mirador de Zaorejas.	
“El agua: escultora del paisaje”	150
GEO-RUTA 5 Barranco de La Hoz-Cuevas Labradas.	
“Un viaje hacia el mar”	162
GEO-RUTA 6 Villanueva de Alcorón-Peñalén.	
“Un difícil equilibrio”	182
GEO-RUTA 7 Laguna de Taravilla-Salto de Poveda-Peralejos.	
“Los caminos del agua”	198
GEO-RUTA 8 Checa-Chequilla.	
“Secretos escondidos en las rocas”	214
GEO-RUTA 9 Sierra de Orea.	
“Un mosaico de geodiversidad”	232



→ 6. GEOCONSERVACIÓN

Geoconservación en el Parque Natural del Alto Tajo.....	248
Otras iniciativas de geoconservación en Castilla-La Mancha	252

→ ANEXOS

ANEXO 1: Listado de lugares de interés geológico y geomorfológico de conservación prioritaria recogidos en el PORN y PRUG del Parque Natural del Alto Tajo	258
ANEXO 2: Análisis sobre el estado de conservación de los valores naturales de índole geológica y la previsión de su evolución futura frente a los factores de riesgo para su conservación (apartado 3.1 del PORN)	260
ANEXO 3: Medidas normativas y de gestión en materia de geoconservación definidas en el PRUG del Parque Natural del Alto Tajo	262
ANEXO 4: Elementos geológicos y geomorfológicos de protección especial incluidos en la Ley 9/1999 y en el PRUG del Parque Natural del Alto Tajo.....	265

→ BIBLIOGRAFÍA





1

CAPÍTULO

INTRODUCCIÓN



1. INTRODUCCIÓN

El Parque Natural del Alto Tajo

El Parque Natural del Alto Tajo es un extenso espacio natural vertebrado por el río Tajo y sus afluentes de cabecera, en el corazón del Sistema Ibérico. Su excepcional valor ambiental motivó la declaración de Parque Natural en el año 2000 sobre un territorio de 105.721 ha, que abarca 36 términos municipales de la provincia de Guadalajara y dos de la de Cuenca. A esta superficie se suma la de la Zona Periférica de Protección del Parque Natural, con más de 70.000 ha, conformando así uno de los espacios naturales protegidos más extensos de la Península Ibérica, caracterizado por el alto valor y el excelente estado de conservación de sus recursos naturales.

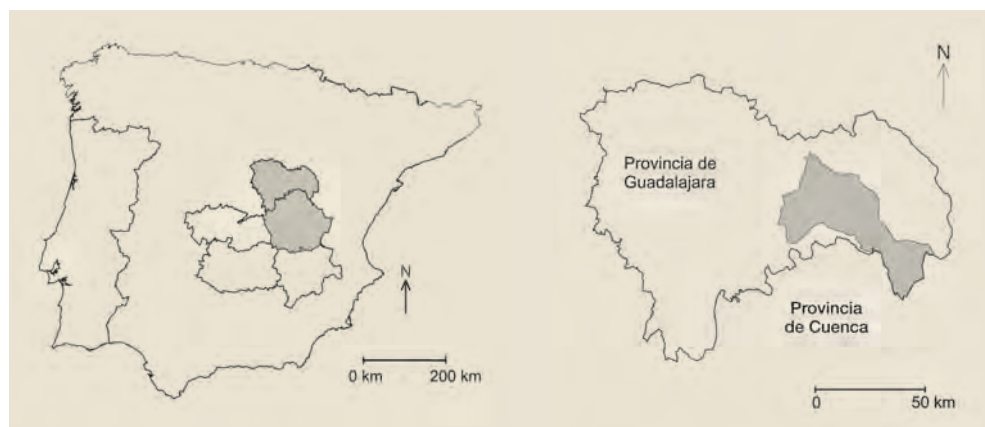


FIGURA 1. Izquierda: mapa de localización de la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha y de las provincias de Guadalajara y Cuenca (en gris). Derecha: mapa de localización del Parque Natural del Alto Tajo y su Zona Periférica de Protección (en gris) en las provincias de Guadalajara y Cuenca.

En el Parque Natural del Alto Tajo podemos encontrar unidades ambientales y paisajísticas muy diversas: cursos fluviales, bosques de ladera, hoces y roquedos, parameras y espacios abiertos. Pero todos estos ecosistemas presentan un común denominador: el gran valor de los elementos geológicos, las formaciones vegetales, la flora, la fauna y los paisajes que conforman.

Más de tres cuartas partes del territorio del Parque Natural están cubiertas por masas naturales de bosques, entre los que encontramos valiosos sabinars, pinares de pino silvestre, laricio, rodeno y carrasco, quejigares, encinares, rebollares y, en el caso más frecuente, bosques mixtos en que se mezclan especies de coníferas y frondosas. Flanqueando los cursos fluviales se asientan valiosos bosques riparios con sauces, chopos y fresnos y, en los lugares más húmedos y frescos, descubrimos enclaves florísticos de excepcional valor, con bosquetes relícticos de flora eurosiberiana en los que se mezclan avellanos, tejos, tilos, acebos, mostajos y abedules. En el entorno de las salinas y en las turberas también se encuentran numerosas especies vegetales singulares.



*Vista del cañón del
Tajo, en las
proximidades del
Puente de San Pedro.*



Los diversos grupos faunísticos están bien representados en el Alto Tajo, destacando la comunidad de rapaces rupícolas que anida en las hoces y cortados rocosos, con valiosas poblaciones de águila perdicera, águila real, halcón peregrino, alimoche y buitre leonado. En el grupo de las aves también son importantes la comunidad de rapaces forestales y la de aves passeriformes. Entre los mamíferos destacan las poblaciones de especies como la nutria y el topillo de Cabrera; las de carnívoros como el gato montés, la gineta y la garduña; herbívoros como el corzo, el ciervo y la cabra montés; y omnívoros como el tejón o el jabalí. En el grupo de la ictiofauna destaca la población de trucha autóctona y, en el de los invertebrados, la de cangrejo autóctono de río, que encuentra en los cursos fluviales del Alto Tajo uno de sus últimos reductos. Diversos lepidópteros como el pavón

*Formaciones de
bosque de ribera en el
río Tajo.*





1. INTRODUCCIÓN



El águila perdicera encuentra un hábitat idóneo para la nidificación en las paredes calcáreas del cañón del Tajo.

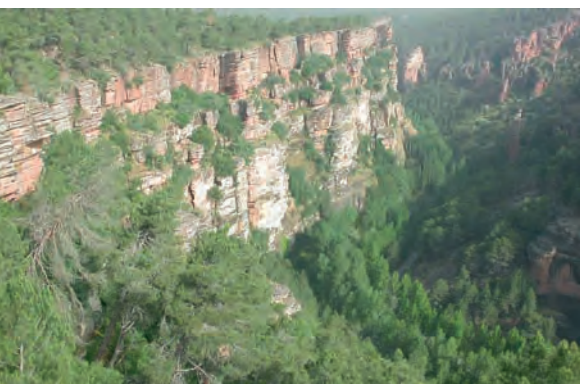
diurno, o la mariposa isabelina, propia de los pinares húmedos de pino silvestre, completan el rápido inventario de las especies de fauna más notables, aunque existen muchas otras.

Esta gran diversidad y riqueza en especies de fauna y flora y en formaciones vegetales se explica, entre otros factores, por la variedad de litologías (tipos de rocas) y de suelos que encontramos en el Parque Natural del Alto Tajo, un espacio natural caracterizado por su excepcional geodiversidad.

Las raíces del paisaje del Alto Tajo

La geología tiene un extraordinario valor en el Alto Tajo, además de ser un aspecto esencial en la configuración de sus paisajes. Constituye la base que sustenta el resto de elementos naturales, determinando la existencia de uno u otro tipo de vegetación, o la prevalencia de un determinado grupo faunístico o de una especie sobre otras.

Así, las diversas unidades ambientales y paisajísticas presentes en el Parque Natural guardan una estrecha relación con determinados tipos de rocas. Entre las unidades más representativas figuran las siguientes:



Pinares de pino rodeno o resinero sobre las areniscas del Triásico inferior, en el Barranco de la Hoz.

El rodrenal

Las areniscas y conglomerados rojizos del Triásico inferior, que ocupan la franja noroccidental del Parque Natural, definen una unidad ambiental o paisajística conocida como 'rodrenal'. En ella encontramos bosques mixtos de pino rodeno o resinero y roble marojo o rebollo, con sotobosque de jara estepa. Estas especies encuentran en el sustrato ácido que confieren al suelo estas rocas, el medio óptimo para desarrollarse. También en el rodrenal, las hoces labradas por los ríos Gallo y Arandilla presentan



gran cantidad de repisas debido a la erosión diferencial de las capas de areniscas y conglomerados, ofreciendo un hábitat idóneo para la nidificación de las rapaces rupícolas, como águila real, halcón peregrino, buitre leonado o alimoche.

El sabinar de sabina albar

Las rocas más abundantes en el Parque Natural son calizas cretácicas y jurásicas, que dan origen a diversas unidades ambientales. En las parameras calizas a una cota media de 1.300 metros de altitud, donde las condiciones de extrema continentalidad del clima, la elevada pedregosidad y la escasez de suelo no permiten el desarrollo de bosques de otras especies, encontramos el sabinar de sabina albar (*Juniperus thurifera*). Se trata de una unidad paisajística de gran entidad en el Parque Natural, que ocupa más de 23.000 ha, principalmente en sus sectores noroccidental y central.

El sabinar rastrero

También sobre sustrato calizo y margoso, pero ya en las parameras más altas y frías del piso oromediterráneo que se extienden por el sureste del Parque, en Sierra Molina, encontramos otra de las principales unidades ambientales del Alto Tajo: el sabinar rastrero. La peculiar forma que adquieren las matas de sabina rastrera (*Juniperus sabina*) al desarrollarse, definen un paisaje peculiar, conocido como ‘piel de leopardo’.



Sabinar rastrero con pino silvestre en Sierra Molina (Checa).

Los pinares de paramera

Finalmente, en las parameras calizas y en las laderas de las hoces también calizas, donde el suelo ha alcanzado un mayor desarrollo, encontramos otra de las principales unidades ambientales del Alto Tajo: los pinares de pino laricio, pino silvestre y pino carrasco, este último en las zonas más cálidas y de menor cota. Estas masas boscosas se presentan en ocasiones como pinares puros y, otras veces, en mezcla con quejigos, encinas o sabinas albares.



Pinares de pino laricio en la paramera y el cañón del Tajo en Zaorejas.



1. INTRODUCCIÓN



Bosquete de vegetación eurosiberiana, con tilos, mostajos y olmos de montaña, en Peralejos de las Truchas.

Los bosques de hoces fluviales

Las hoces y los cañones fluviales excavados sobre calizas jurásicas y cretácicas, con más de 100 km de recorrido en el Parque, constituyen una de sus unidades ambientales y paisajísticas más características. Además de los pinares, quejigares y bosques mixtos ya comentados que se desarrollan en las laderas, encontramos especies de flora rupícola en los farallones de calizas jurásicas, bojadas en las laderas más húmedas, guillomares colonizando los derrubios y caos de bloques calizos, o bosquetes de vegetación propia de climas más nórdicos, como tiledas, ocupando los enclaves más húmedos de las laderas de umbría, al pie de los desfiladeros calizos.

Los pinares húmedos de pino silvestre

Las rocas paleozoicas (cuarcitas y pizarras) afloran, principalmente, en el sector oriental del Parque. Este sustrato silíceo, ya en el piso supramediterráneo, da lugar a la unidad ambiental de los pinares húmedos de pino silvestre, con mezcla de roble marojo o rebollo, extendiéndose por algunas de las zonas de mayor altitud del Parque.



Fondo de valle cultivado sobre arcillas del Keuper, en Megina.

Matorrales abiertos, pastizales y cultivos

Las margas y yesos del Triásico superior afloran en diversas zonas del Parque Natural, ocupando generalmente los fondos de valles y dando lugar a suelos fértiles. Por ello, sobre este sustrato se desarrollan los cultivos, alternando con pastizales y matorral espinoso.

Los hábitat singulares: saladares y turberas

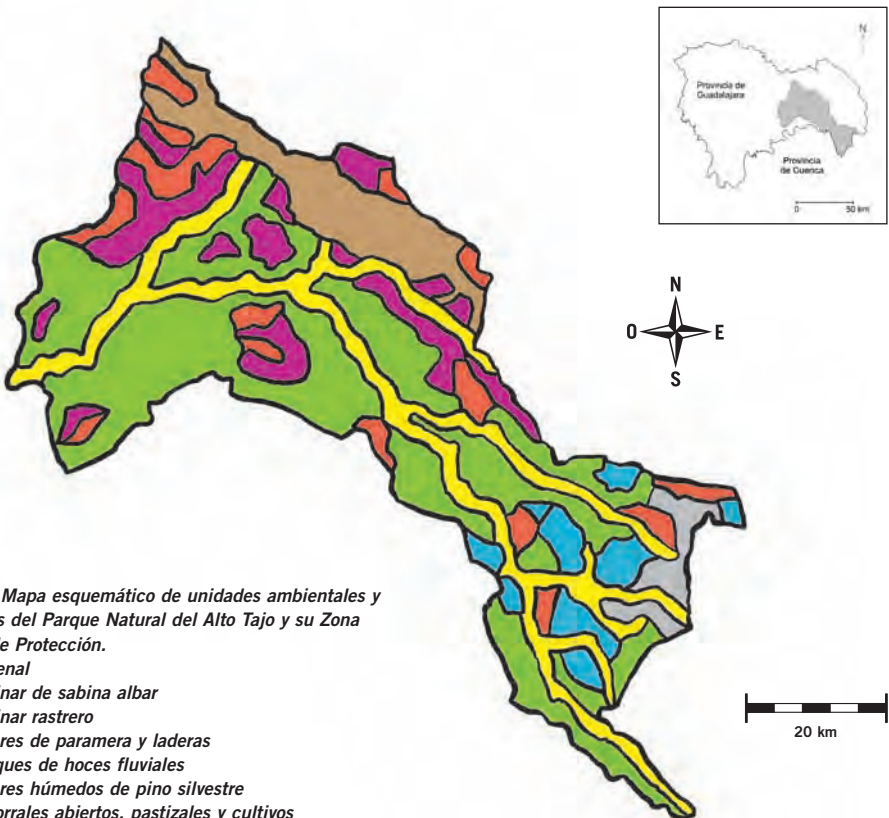
En ocasiones, en los materiales salinos del Triásico superior encontramos manantiales y pozos de aguas salobres, algunos de los cuales han sido aprovechados por el hombre para la instalación de



salinas, en cuyo entorno se localizan pequeños enclaves de flora halófila. Finalmente, otras unidades ambientales de menor entidad por su reducida extensión, presentes en el Parque, son las turberas, los humedales con su flora higrófila asociada, y otros enclaves singulares, como las formaciones de *Astragalus granatensis* asociadas a los afloramientos volcánicos de dacitas que se localizan en Orea y Alcoroches.



Vegetación halófila en las salinas de Armallá (Tierzo).





1. INTRODUCCIÓN

Una geodiversidad excepcional

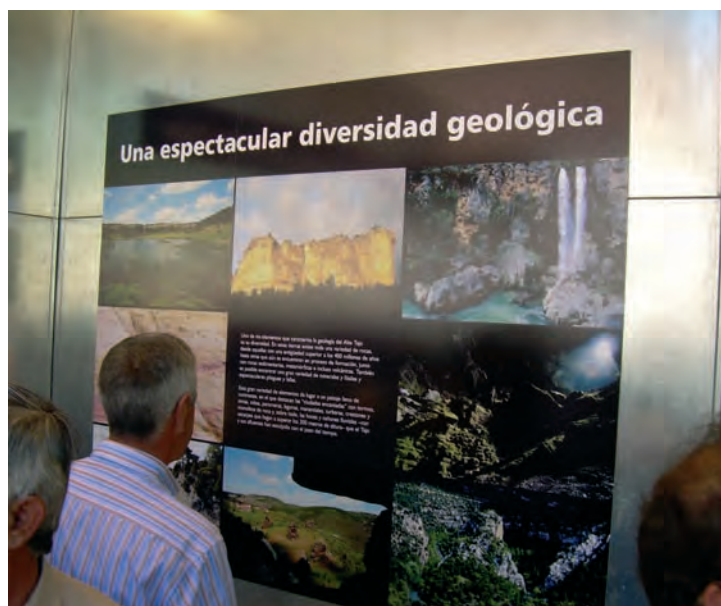


Torreones de roca en las proximidades de Chequilla.

El Parque Natural del Alto Tajo posee unas características geológicas singulares. La importancia de los aspectos geológicos ya fue puesta de manifiesto en el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales que precedió a su declaración, identificándose más de 125 puntos de interés geológico repartidos por el territorio del espacio natural protegido. Además, numerosos trabajos científicos han resaltado el interés de algunos de los elementos geológicos del Alto Tajo.

No es fácil encontrar en la Península Ibérica un espacio natural tan diverso desde el punto de vista geológico como el Alto Tajo. En primer lugar, destaca la presencia de series estratigráficas representativas de los periodos geológicos Silúrico, Ordovícico, Triásico inferior, Jurásico y Cretácico superior. Se trata de un conjunto de aflora-

mientos de notable interés científico, que hacen que el Alto Tajo sirva como referencia estratigráfica a nivel regional, nacional e incluso internacional.



Panel sobre la diversidad geológica del Parque Natural, en el Centro de Interpretación "Dehesa de Corduente".



Vista del meandro que describe el Tajo en Villar de Cobeta (Zaorejas).

También la diversidad de rocas es excepcional, con abundantes afloramientos de pizarras y cuarcitas en la Sierra de Orea y en el entorno de Checa; conglomerados y areniscas que se pueden observar en Chequilla o en los cañones del río Gallo y del Arandilla; calizas y dolomías que forman las parameras de Villanueva de Alcorón, Zaorejas, Armallones y Peñalén; los impresionantes escarpes de Perales de las Truchas o del Hundido de Armallones; arenas como las que se pueden encontrar en las cercanías de Poveda, Peñalén, Taravilla y Perales; e incluso rocas volcánicas que, aunque poco abundantes, están presentes cerca de las localidades de Orea y Alcoroches. También hay una importante diversidad en minerales. Destaca la presencia de dos minerales singulares: el aragonito y el cuarzo de la variedad denominada jacinto de Compostela. El nombre del primero, usado internacionalmente, proviene de Molina de Aragón, donde fue identificado por primera vez. Cerca de Cobeta y Villar de Cobeta, en los yesos triásicos, es posible encontrar ejemplares de ambos tipos de minerales.

A esto hay que añadir la presencia de espectaculares pliegues, fallas y otras estructuras tectónicas que muestran cómo actuaron los esfuerzos tectónicos, a lo largo de la historia geológica, en este lugar. Buenos ejemplos son los pliegues en acordeón de Cuevas Labradas, los formados en pizarras y cuarcitas que son visibles en la carretera entre Checa y Orea, los presentes en el talud de la carretera entre Poveda y Taravilla, o los pliegues de las Hoces del Ablanquejo, entre Huertahernando y Canales del Ducado.



Paraje del 'Castillo de Alpetea', en la confluencia de los cañones de los ríos Gallo y Tajo.



1. INTRODUCCIÓN



Pliegues 'en acordeón' junto al curso del río Gallo, en Cuevas Labradas.

La riqueza paleontológica del Alto Tajo también es importante. Destaca uno de los yacimientos más importantes de la Península Ibérica de fósiles de graptolitos (animales marinos del Paleozoico), en pizarras cercanas a la localidad de Checa. Pero también es posible encontrar fósiles de especies marinas del Jurásico y Cretácico, muy distintas de los organismos que actualmente colonizan los mares.

A todo ello hay que sumar una gran riqueza de elementos geomorfológicos, que proporcionan a este espacio protegido un excepcional interés de cara a la divulgación e interpretación. Además del cañón fluvioikárstico del río Tajo que da nombre al Parque Natural, destacan otros cañones que ríos como el Arandilla, el Gallo y el Hoz Seca, han labrado sobre areniscas y calizas. También son relevantes las manifestaciones kársticas como cavidades, dolinas, *poljés*, surgencias y 'ciudades de piedra' o relieves ruiniiformes. Entre ellos, destacan la Cueva del Tornero (la de mayor recorrido de la provincia de Guadalajara y una de las más importantes del centro peninsular, con más de 11 km explorados), el *poljé* del Cubillo y las 'ciudades de piedra' de Hoya del Espino y de los Calares del Claro. También destacan los edificios travertínicos (tobas) de grandes dimensiones, como los del Puente de San Pedro o La Escaleruela. A esto hay que sumar la presencia de lagunas de agua



Paredones calcáreos del Hoz Seca en el paraje 'El Molatón' (Checa).



salobre, como La Salobreja, salinas (como las de Armallá en Tierzo, las de San Juan en Saelices de la Sal, las de Terzaga y las de La Inesperada en Ocentejo), turberas y ríos de bloques y otras manifestaciones de ambientes periglaciares.

La interpretación y divulgación del patrimonio geológico

Uno de los objetivos del Parque Natural del Alto Tajo, definido en la Ley 1/2000 de declaración del Parque, es la divulgación de sus valores naturales, los usos y aprovechamientos tradicionales y los recursos culturales y tradiciones de sus pueblos. También se establece el objetivo de informar a los visitantes sobre las posibilidades de disfrute en la naturaleza que este espacio les ofrece, siempre de forma respetuosa con ella.

Con tal fin se han puesto en marcha diversos proyectos que conforman la oferta interpretativa del Parque Natural, a través de la cual se pretende fomentar un turismo que busque, en su visita, combinar las actividades de ocio y turismo activo en la naturaleza, con el conocimiento de los valores del Alto Tajo. Siempre bajo la máxima de que conocer la naturaleza es un paso previo para valorarla y respetarla.



Inauguración de las Geo-rutas del Parque Natural del Alto Tajo, en junio de 2006.



1. INTRODUCCIÓN

En el año 2006 entraron en funcionamiento los dos primeros centros de interpretación de la naturaleza en el Parque Natural del Alto Tajo. En el primero de ellos, ubicado en Corduente, se dan a conocer sus principales unidades ambientales o paisajísticas (cursos fluviales, bosques, hoces y roquedos, parameras y espacios abiertos), dedicando diversos elementos interpretativos (columna estratigráfica realizada con rocas reales, maqueta kárstica, maqueta de hoces, paneles, etc.), a la divulgación del patrimonio geológico del Alto Tajo. El segundo Centro, localizado en Orea, está dedicado más específicamente a los usos tradicionales en el Parque Natural.

Asimismo, se han equipado diversas rutas temáticas que muestran el patrimonio etnográfico del Parque Natural, itinerarios faunísticos, sendas botánicas y, en junio de 2006, se establecieron nueve itinerarios de interpretación de la geología del Parque, bautizados con el nombre de 'Geo-rutas'.

Quizá uno de los hechos que proporciona mayor singularidad a este espacio natural protegido, desde el punto de vista geológico, sea el rico y variado patrimonio que presenta, lo que permite al público visitante observar una gran diversidad de elementos, muchos de los cuales poseen un alto

potencial didáctico. Este hecho facilita la labor de diseñar un material interpretativo centrado en los aspectos geológicos. Si a esto se suma que el Alto Tajo presenta unas características geológicas muy espectaculares, se tiene como resultado un espacio natural ideal para poner en marcha iniciativas de interpretación centradas en la geología.

Las Geo-rutas, con más de 120 km de recorrido y 91 elementos interpretativos de apoyo (paneles, placas de cerámica, áreas experimentales y folletos), son nueve itinerarios que han sido concebidos con un carácter muy divulgativo, dirigidos a un público general. Con las Geo-rutas se pretende transmitir una información ase-



Visitantes recorriendo una de las Geo-rutas.



Exposición de fósiles y minerales del Alto Tajo en el Centro de Interpretación 'Dehesa de Corduente'.

quible y atractiva que permita acercar al visitante al conocimiento del rico patrimonio geológico del Alto Tajo, y ayudarle a entender mejor algunos procesos geológicos que son identificables en el área del Parque Natural.

Este libro pretende contribuir a la divulgación del patrimonio geológico del Alto Tajo, introduciendo al lector en el conocimiento de la historia geológica de este espacio natural y de sus valores geológicos, apoyándose para ello en la descripción de las Geo-rutas del Parque Natural. Por último, se comentan las medidas adoptadas para la conservación del patrimonio geológico en Castilla-La Mancha y, de forma más concreta, en el Alto Tajo. ●



Panel instalado en el Mirador de Zaorejas.





2 CAPÍTULO

GEOLOGÍA DEL ALTO TAJO



Introducción

Uno de los principales rasgos que caracterizan la geología del Alto Tajo es su diversidad. Ésta viene dada por la presencia de numerosos tipos de rocas de muy diversas edades, así como por una gran variedad de formas del relieve, fósiles, minerales, estructuras tectónicas y muchos otros aspectos geológicos, que se formaron en los diferentes episodios que constituyen la historia geológica de la zona. Por ello, una visita al Alto Tajo permite descubrir multitud de rasgos geológicos diferentes, muchos de los cuales pasan inicialmente desapercibidos y que, sólo tras entender su origen, se nos revelan como enclaves singulares. Y hay tantos lugares así en el Parque Natural que, seguramente, una visita no sea suficiente. Utilizando esta guía como ayuda, podremos descubrir una nueva dimensión en los paisajes del Alto Tajo, tan contrastados y tan atractivos a la vez, que esconden numerosos tesoros, algunos más evidentes de apreciar que otros.

Marco regional: ¿Dónde se ubica geológicamente el Alto Tajo?

El Alto Tajo se sitúa en la Cordillera Ibérica, una cadena montañosa con una longitud superior a los 400 km y una anchura máxima de 200 km. En el sector donde se ubica el Alto Tajo, la Cordillera Ibérica está formada fundamentalmente por rocas de edad mesozoica (ver figura 3), en su mayoría calcáreas, aunque también hay extensas zonas con areniscas y conglomerados. De forma me-

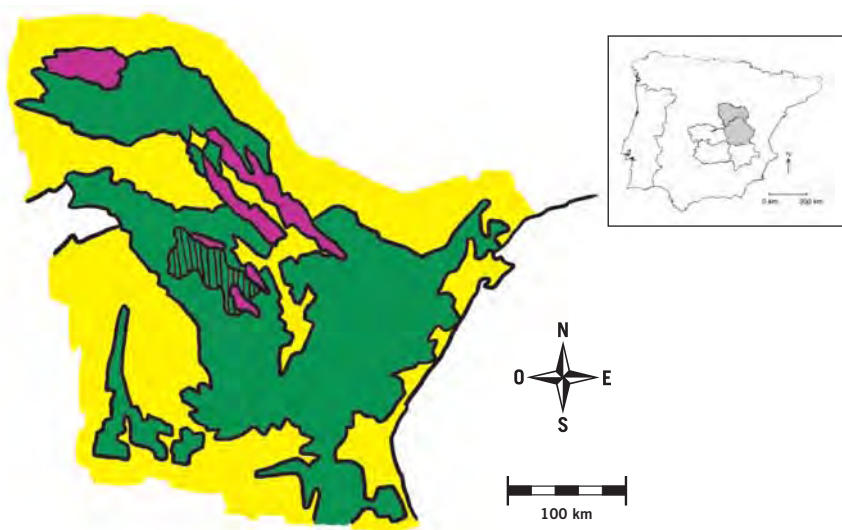


FIGURA 3. Mapa geológico de la Cordillera Ibérica. La zona rallada señala el perímetro del Parque Natural del Alto Tajo y su Zona Periférica de Protección.

- Mesozoico
- Paleozoico



nos abundante, en algunos lugares del Parque Natural aparecen rocas más antiguas, que la tectónica y la erosión han dejado al descubierto. Se trata de rocas metamórficas como pizarras y cuarcitas que, además, constituyen la zona más elevada del Parque Natural. Todas estas rocas aparecen plegadas y fracturadas por diversos fenómenos tectónicos ocurridos a lo largo de su historia geológica, responsables de la configuración geológica actual del Alto Tajo. También se pueden encontrar en el Parque rocas más modernas e incluso rocas que se están formando hoy en día. En la figura 3 podemos ver un mapa geológico simplificado de la Cordillera Ibérica y en la figura 4 otro del Parque Natural del Alto Tajo.

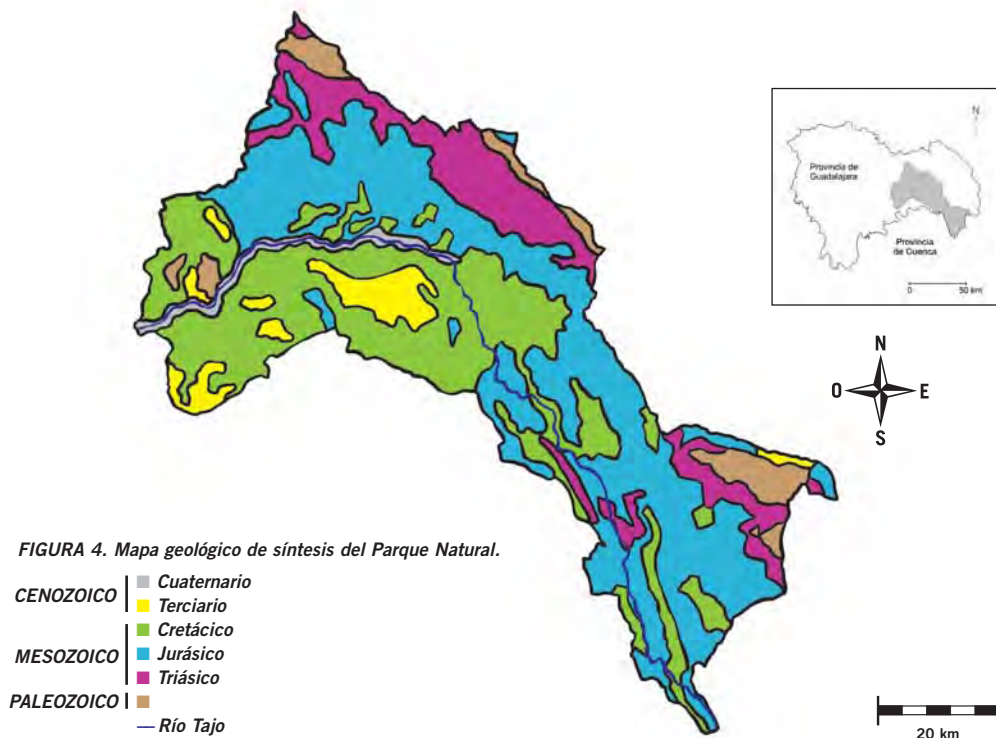
Geología del Alto Tajo: a modo de introducción

Esta guía describe los principales rasgos geológicos del Alto Tajo. Pero, a modo de introducción, podemos consultar la figura 4, en la que se muestra la edad y el tipo de rocas presentes en el Parque Natural, para hacernos una idea de su distribución. En los siguientes capítulos se describe con más detalle, pero en el mapa se aprecia que en el Alto Tajo aparecen tres grandes unidades geológicas:

- Rocas del Paleozoico (ver figura 4): aparecen en sectores puntuales, el más extenso en la sierra de Orea. Son las rocas más antiguas del Parque Natural, fundamentalmente pizarras y cuarcitas, aunque también encontramos algún pequeño afloramiento de rocas volcánicas.
- Rocas del Mesozoico: son las más abundantes en el Parque Natural, cubriendo un alto porcentaje del mismo. Por ello, se han dividido en tres grupos en función de su edad:
 - Rocas del Triásico: principalmente areniscas y conglomerados sobre los que la erosión ha labrado profundos cañones fluviales y curiosas morfologías. En este grupo también se incluyen arcillas con yesos que ocupan el fondo de muchos valles y que son la causa de la existencia de manantiales salinos.
 - Rocas del Jurásico: en su mayoría son calizas y dolomías, algunas de ellas con gran contenido fosilífero. El río Tajo, al igual que varios de sus afluentes, han labrado en ellas profundas hoces y cañones.
 - Rocas del Cretácico: fundamentalmente arenas caoliníferas que suponen un importante recurso económico en la zona, y calizas y dolomías que aparecen en la parte alta de los escarpes de los cañones.
- Rocas del Cenozoico: son las menos abundantes, aunque juegan un importante papel en el paisaje. En ellas se puede distinguir entre las rocas del Terciario (en su mayoría arenas y conglomerados) y las del Cuaternario (principalmente travertinos), relacionadas sobre todo con procesos que tienen lugar en las laderas y en los ríos y manantiales.



2. GEOLOGÍA DEL ALTO TAJO



Estratos calcáreos en posición vertical, debido a los plegamientos sufridos durante la orogenia Alpina (Rambla Malilla, Checa).

La disposición de estas rocas no es casual. Su distribución, tal y como podemos ver en la figura 4, responde en gran parte a la combinación de procesos erosivos y tectónicos (los relacionados con las deformaciones sufridas por las rocas, especialmente plegamiento y fracturación). La mayoría de los pliegues y fallas del Alto Tajo se formaron en dos episodios concretos de la historia de la Tierra, en los que el movimiento de las placas tectónicas cambió el aspecto general de la zona. Estos episodios, descritos con más detalle en el capítulo de historia geológica de esta guía, se denominan orogenias, y fueron la Varisca y la Alpina. Como norma general, los pliegues que podemos observar en el Alto Tajo en rocas como cuarcitas y pizarras, se deben al efecto de la orogenia Varisca, mientras que los que vemos en calizas y dolomías se deben a la orogenia Alpina. Algunos lugares privilegiados para observar pliegues en las rocas originados por la orogenia Alpina son el Hundido de Armallones (Geo-ruta 1), el Barranco de Cuevas Labradas (Geo-ruta 5, paradas 9 y 10), los alrededores de la Laguna de Taravilla (Geo-ruta 7, paradas 3 y 5), y la Hoz del Tajuelo, en el entorno de Poveda de la Sierra. Los pliegues más espectaculares procedentes de la orogenia Varisca, los podemos contemplar en el talud de la carretera que comunica Checa y Orea (Geo-ruta 8).

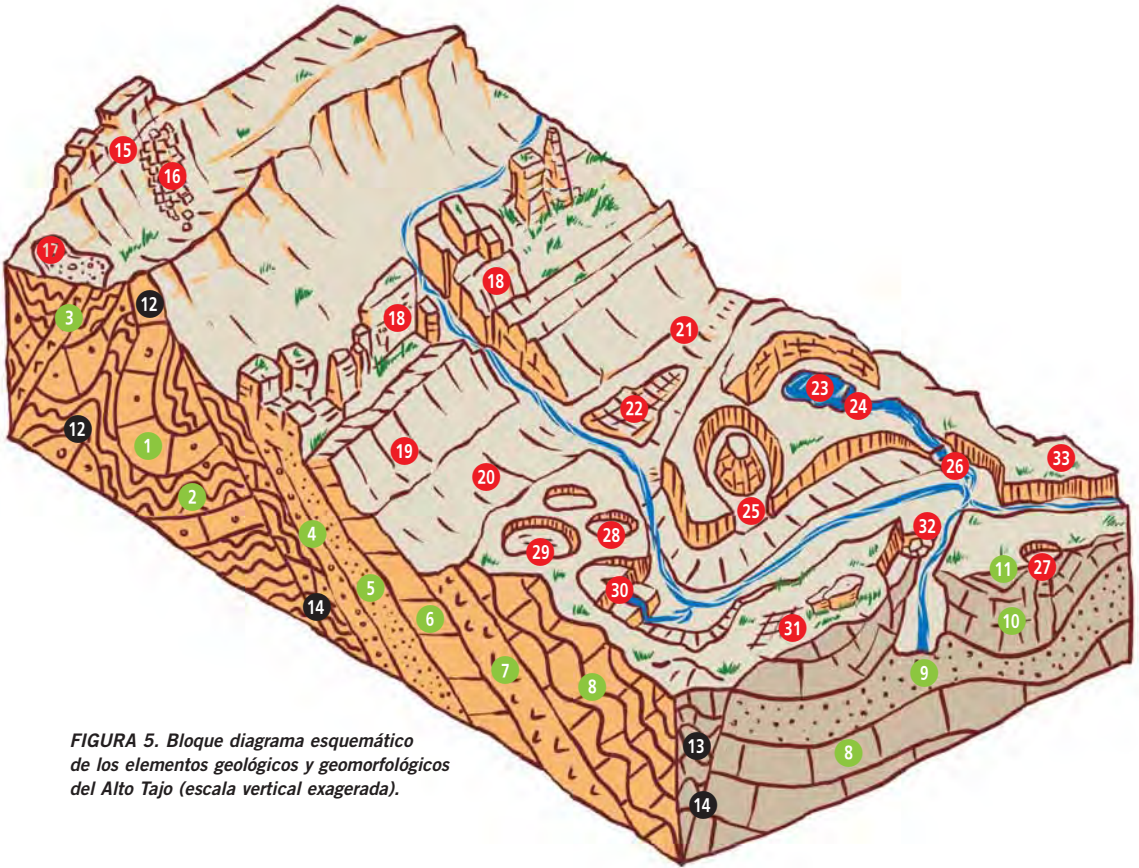


FIGURA 5. Bloque diagrama esquemático de los elementos geológicos y geomorfológicos del Alto Tajo (escala vertical exagerada).

LITOLOGÍA

- 1 Cuarcitas
- 2 Pizarras
- 3 Dacitas
- 4 Conglomerados (Buntsandstein)
- 5 Areniscas (Buntsandstein)
- 6 Calizas y dolomías (Muschelkalk)
- 7 Arcillas y yesos (Keuper)
- 8 Calizas y dolomías (Jurásico)
- 9 Arenas (Cretácico inferior)
- 10 Calizas y dolomías (Cretácico Superior)
- 11 Conglomerados y arenas (Neógeno)

ELEMENTOS ESTRUCTURALES

- 12 Pliegues de la orogenia Varisca
- 13 Pliegues de la orogenia Alpina
- 14 Falla

ELEMENTOS GEOMORFOLÓGICOS

- 15 Crestones cuarcíticos
- 16 Río de bloques
- 17 Afloramiento de rocas volcánicas
- 18 Monolitos y torreones
- 19 Relieve en cuesta
- 20 Valle de fondo plano
- 21 Manantial salobre
- 22 Salina
- 23 Laguna
- 24 Barrera tobácea
- 25 Meandro abandonado
- 26 Cascada
- 27 Caverna kárstica
- 28 Dolina
- 29 Polje
- 30 Edificio travertínico
- 31 Lapiaz
- 32 Desprendimientos
- 33 Paramera



2. GEOLOGÍA DEL ALTO TAJO

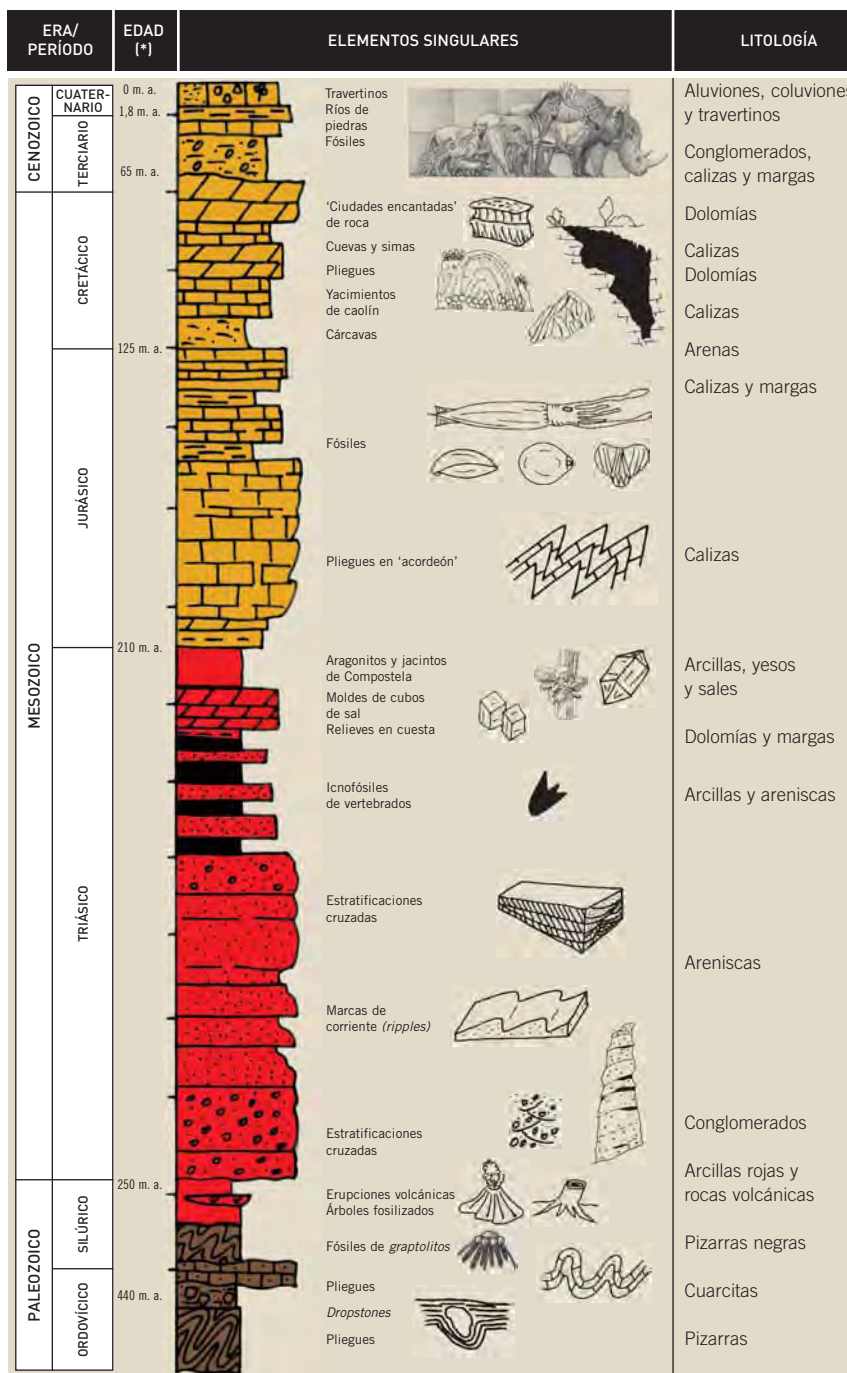
Columna estratigráfica

Para poder afrontar su estudio, los geólogos han dividido la historia de la Tierra en diferentes intervalos de tiempo. Cada una de estas subdivisiones se conoce con un nombre propio y se le asigna un color para su representación en los mapas geológicos. La unidad básica de medida del tiempo geológico es un millón de años, pudiendo tener cada época o período una duración que va desde varios cientos de millones de años, a menos de un millón de años.

La figura 6 muestra las rocas presentes en el Parque Natural. A este tipo de representaciones se le denomina columna estratigráfica, porque recoge, de manera ordenada y en forma de columna, la serie de estratos de roca presentes en un lugar. Las rocas más antiguas se ubican en la parte inferior, mientras que las más modernas ocupan la parte superior. La columna refleja la sucesión de rocas que una persona vería si hiciera un agujero en el suelo, incorporando información fundamental como el espesor de cada tipo de rocas, los fósiles que se pueden encontrar en ellas, etc. Y se llama sucesión ideal porque la erosión y los procesos tectónicos provocan que, casi siempre, esta sucesión de capas se vea interrumpida, de manera que falten estratos o incluso que alguno de ellas se repita. En esta columna se muestra, además, otra información útil como el tipo de paisajes que dan las rocas o los procesos geológicos que participaron en su formación.

* m.a.= millones de años

** descritos en el Capítulo 3





RELIEVE CARACTERÍSTICO	AMBIENTE DE FORMACIÓN	EPISODIO (**)
	Erosión fluvial, karstificación y periglaciarrismo	6
	Sedimentación en cuencas sedimentarias. Retirada del mar	5
	Sedimentación en un mar tropical poco profundo, que ocupó extensiones mayores que el del Jurásico	4
	Sedimentación en sistemas fluvio-costeros	
	Sedimentación en un mar tropical poco profundo, donde habitaban gran cantidad de organismos	
	Sedimentación en enormes “salinas naturales”	3
	Zona litoral, con influencia de las mareas	
	Sistemas fluviales que evolucionan hacia sistemas meandriformes	
	Sistema fluvial de canales entrelazados y carga de fondo arenosa	
	Sistema fluvial de canales entrelazados con carga de fondo de gravas	1 y 2
	Erupciones volcánicas puntuales de tipo explosivo	
	Sedimentos con muchos fósiles acumulados en el fondo marino	
	Sedimentos litorales transformados en cuarcitas	
	Sedimentos acumulados en el fondo marino durante una glaciación	

FIGURA 6.



2. GEOLOGÍA DEL ALTO TAJO

2.3. Rocas del Alto Tajo

En el Alto Tajo se pueden encontrar una gran diversidad de rocas, con diferentes orígenes, edades, formas, colores, texturas, composición, contenido fosilífero o resistencia a la erosión. Ésta es una de las razones de que el Parque Natural presente paisajes tan contrastados, con formas del relieve muy distintas entre unos y otros sectores del Parque.

A continuación se describen los principales tipos de rocas presentes en el Alto Tajo. Además, en el área experimental de Checa (Geo-ruta 8, parada 1), se puede observar una colección de las rocas más destacadas del Alto Tajo, con diferentes muestras que nos permiten apreciar su diferente aspecto en campo, en una muestra pulida y con una lupa de diez aumentos. También podemos ver una muestra de estas rocas en la columna estratigráfica con rocas reales instalada en el Centro de Interpretación del Parque Natural 'Dehesa de Corduente'.



Columna estratigráfica en el Centro de Interpretación "Dehesa de Corduente", donde además se expone una pequeña colección de fósiles y minerales.



Exposición de rocas en el área experimental de la Geo-ruta 8 (parada 1) en las proximidades de Checa.

En la figura 6 (página 36) se puede consultar la columna estratigráfica del Alto Tajo, en la que se representan, de más antiguas a más modernas, las rocas que aparecen en el Parque Natural y algunas curiosidades relacionadas con ellas.

Para saber más sobre fósiles, es recomendable la visita al Museo de la Vida de Molina de Aragón, que cuenta con una magnífica colección.



Detalle de unas pizarras.

PIZARRAS

Las rocas más antiguas del Alto Tajo

Las pizarras son las rocas más antiguas que podemos encontrar en el Alto Tajo. Se formaron hace más de 450 millones de años durante el Paleozoico inferior (ver figura 6). Las pizarras están formadas mayoritariamente por cristales de minerales como la mica y el cuarzo, pero tan pequeños, que son imposibles de distinguir a simple vista.

Las pizarras del Alto Tajo tienen su origen en el mar que hace millones de años cubrió esta zona. Durante más de 70 millones de años se fueron acumulando lentamente en el fondo marino pequeñas partículas de fangos arcillosos, junto con gran cantidad de materia orgánica. El espesor de sedimentos fue tal, que el propio peso del material acumulado provocó la compactación y transformación de las arcillas en pizarras, mediante un proceso de metamorfismo poco intenso. Como las transformaciones sufridas no fueron muy intensas, se han podido conservar en la roca ciertas es-



estructuras sedimentarias y algunos fósiles contenidos en los fangos marinos originales, que han permitido estudiar y conocer las condiciones ambientales del pasado.

Las pizarras están formadas por finas láminas que se pueden separar fácilmente al golpearlas. Esta propiedad, llamada pizarrosidad, es habitual y característica de estas rocas. En algunos casos, la acción combinada de la pizarrosidad y la fracturación de las rocas provoca que las pizarras se presenten, más que como una roca compacta, como una aparente acumulación de pequeños fragmentos alargados, conocidos con el nombre de estructura en ‘patatas fritas’.

Este tipo de roca se reconoce en campo por su color negro oscuro, que se asemeja al del carbón, aunque lo normal es que al alterarse tomen un color marrón. Suele originar relieves con pendientes suaves o moderadas, en los que se instalan pequeños arroyos irregulares. El suelo que generan es de composición silíceo (suelos ácidos).

En las pizarras del Alto Tajo es posible encontrar fósiles de unos antiguos organismos, hoy extinguidos, llamados graptolitos. De hecho, en la localidad de Checa se localiza un yacimiento paleontológico de relevancia internacional. Las pizarras del Ordovícico allí presentes contienen millones de fósiles de graptolitos, que vivían flotando en el mar. Se reconocen por parecer marcas o trazos blancos, con perfil aserrado, ‘pintados’ en las pizarras negras.

¿Dónde encontrarlas en el Parque Natural del Alto Tajo?

Las pizarras, al igual que las cuarcitas, aparecen en el entorno de Checa y en la sierra de Orea, en el extremo oriental del Parque, y en Santa María del Espino, en la cabecera del valle de Los Milagros. En las Geo-rutas 2, 8 y 9 podrás observarlas en detalle.

En la parada 1 de la Geo-ruta 8 encontrarás un panel que aporta más información sobre los graptolitos, y también en la página 218 de esta guía.



Afloramiento de pizarras (color negro) con numerosos cantos de cuarcita (marrón).



Espectacular pliegue en cuarcitas. Carretera de Checa a Orea.

CUARCITAS

Rocas duras y resistentes

Junto con las pizarras, las cuarcitas son las rocas más antiguas que aparecen en el Alto Tajo. Se formaron durante el Paleozoico inferior, en un intervalo comprendido entre 450-410 millones de años antes de la actualidad (ver figura 6). Las cuarcitas aparecen intercaladas entre pizarras.

Están formadas por granos de arena rica en cuarzo que, por efecto del metamorfismo, han recrystalizado dando lugar a una masa compacta y muy resistente en la que no es posible distinguir los granos originales. Si bien la cuarcita es de color blanco cuando su composición es pura, es mucho más frecuente encontrarla de color rosáceo o marrón, debido a la abundante presencia de óxidos de hierro.

Tanto las cuarcitas como las areniscas rojizas del Alto Tajo están formadas por pequeños granos de cuarzo. Por tanto, tienen una composición similar, pero muestran importantes diferencias: en el caso de las cuarcitas el metamorfismo ha soldado los granos de mineral, que son indistinguibles a simple vista, mientras que en las areniscas, que no han sufrido metamorfismo, los granos de cuarzo son perfectamente identificables.



Las cuarcitas del Alto Tajo tienen un remoto origen marino. Corresponden a acumulaciones de arena formadas en playas y zonas marinas poco profundas (ver episodio 1 del capítulo 3). El metamorfismo soldó los granos de cuarzo y los transformó en cuarcitas, permitiendo que se conservaran algunas estructuras sedimentarias y, excepcionalmente, ciertos fósiles contenidos en las arenas originales.

La cuarcita es una roca altamente resistente a la erosión. Por ello es frecuente encontrarla dando lugar a crestones y resaltes rocosos. Sin embargo, en algunos lugares de La Sierra, las cuarcitas aparecen plegadas como si fueran de plastilina. Cuesta imaginar las enormes fuerzas que actúan en el interior de la Tierra, capaces de deformar una roca tan dura y resistente. La solución es muy sencilla: el tiempo geológico y las altas presiones a las que se encuentran sometidas las rocas en el interior de la corteza terrestre facilitan enormemente este tipo de deformación.



La Sierra de Orea está labrada en cuarcitas.

Las cuarcitas son fácilmente reconocibles en campo porque aparecen asociadas a las pizarras, originando torreones rocosos que destacan en los suaves relieves de pizarras. La cuarcita suele estar recubierta por característicos líquenes, lo que falsea su color natural. El suelo que generan, al igual que en el caso de las pizarras, es de composición silíceo (suelos ácidos).

¿Dónde encontrarlas en el Parque Natural del Alto Tajo?

Las cuarcitas, como las pizarras, aparecen en la sierra de Orea, en el extremo oriental del Parque. El Cerro de San Cristóbal, el segundo punto más alto del Parque Natural, está formado por cuarcitas, al igual que el río de piedras del arroyo del Enebral (paradas 1 y 2 de la Geo-ruta 9).

¿SABIAS QUE...

...Las cuarcitas que se pueden visitar en los alrededores de Checa (parada 3 de la Geo-ruta 8) se formaron al finalizar una importante glaciación que tuvo lugar hace 444 millones de años. Diferentes restos fósiles encontrados en las pizarras cercanas así lo confirman.



Afloramiento de rocas volcánicas de Alcoroches.

DACITAS

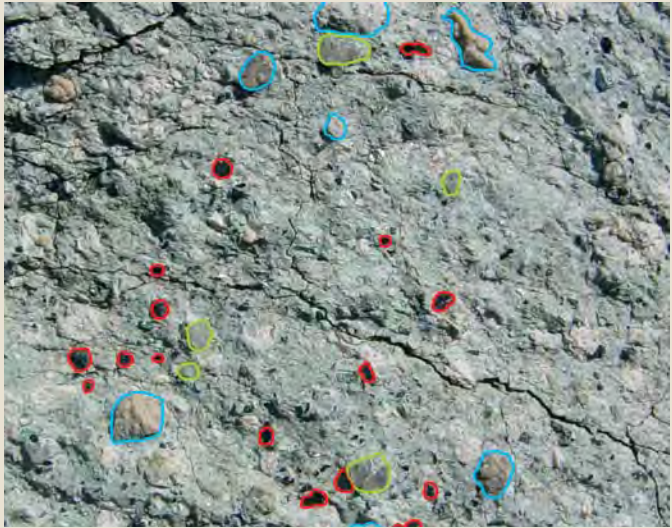
Volcanes en el Alto Tajo

En el Alto Tajo no son muy abundantes las rocas de origen volcánico. De hecho sólo aparecen en las sierras de Orea y Alcoroches, y los afloramientos son poco extensos y no dan lugar a ninguna forma de relieve especialmente característica. Incluso para la mayoría de las personas este tipo de rocas pasan desapercibidas. Sin embargo, tienen una importancia geológica muy notable porque ayudan a descifrar algunos acontecimientos de la historia geológica del lugar. De hecho, su origen se sitúa en las erupciones volcánicas que tuvieron lugar en un pequeño valle hace aproximadamente 270 millones de años.

Las rocas volcánicas presentes en este lugar se llaman dacitas. La dacita es una roca ígnea volcánica: ígnea, porque procede de un magma, y volcánica porque el magma se enfrió y consolidó en la superficie. Están compuestas mayoritariamente por pequeños cristales de minerales como



cuarzo, feldespatos y micas. Esta composición es muy similar a la del granito, pero con un origen diferente: el granito se forma en el interior de la corteza terrestre, por lo que se enfría lentamente y da tiempo a que se formen cristales. Sin embargo, como hemos comentado, la dacita se enfría en la superficie (es la lava emitida por un volcán), por lo que el enfriamiento es rápido y los cristales son de muy pequeño tamaño.



Minerales principales de una dacita: ○ mica, ○ cuarzo, ○ feldespato.

¿Dónde encontrarlas en el Parque Natural del Alto Tajo?

Las dacitas afloran en la carretera que une Orea con el camping. La Geo-ruta 9 centra sus paradas 7 y 8 en ese lugar, pudiendo observar, a pie de carretera, las rocas volcánicas. En las cercanías de Alcoroches también podemos encontrar rocas volcánicas.

Otros ejemplos en Castilla-La Mancha

Afloramientos parecidos al de Orea los encontramos en la Microrreserva de los Cerros Volcánicos de La Miñosa y en Canales de Molina, ambos en Guadalajara. Afloramientos volcánicos mucho más recientes y de otra naturaleza pueden visitarse en el Campo de Calatrava, donde varios de los edificios volcánicos existentes han sido declarados Monumento Natural. Y en Albacete se encuentra el Monumento Natural del Pitón Volcánico de Cancarix.

PARA SABER MAS...

...sobre las dacitas y los afloramientos volcánicos en el Alto Tajo: capítulo 3, página 66, y capítulo 5, página 243 de esta guía.



Detalle de areniscas.



Detalle de conglomerados (escala en centímetros).

ARENISCAS Y CONGLOMERADOS

Curiosas esculturas naturales

Las areniscas y conglomerados son rocas sedimentarias formadas por la acumulación y cementación de fragmentos de otras rocas. El tamaño de estos fragmentos es lo que se utiliza para clasificarlas: en los conglomerados los fragmentos de roca tienen un tamaño superior a 2 milímetros, y en las areniscas, inferior a ese tamaño.

Los conglomerados y las areniscas del Alto Tajo se formaron fundamentalmente durante el Triásico inferior, hace algo más de 245 millones de años. Dan lugar a una formación geológica muy característica denominada Buntsandstein, que en alemán significa ‘areniscas de varios colores’. En muchos lugares a estas areniscas se las conoce con el nombre popular de ‘rodeno’. Es una roca muy característica que aparece en diversas zonas de la Península Ibérica.

Los fragmentos de rocas que forman los conglomerados y areniscas del Alto Tajo son mayoritariamente de cuarcita. Esto quiere decir que las antiguas montañas formadas por cuarcitas fueron intensamente erosionadas, y los fragmentos ‘arrancados’ fueron transportados por los ríos hasta acumularse en este lugar. La posterior cementación de los granos y cantos de cuarcita daría lugar a las areniscas y conglomerados. Su estudio ha permitido identificar que el sistema de transporte de estos fragmentos fue fluvial. Pero no en ríos como los que estamos acostumbrados a ver en España, sino en sistemas fluviales mucho más activos y grandes. Por ejemplo,



los conglomerados se formaron en sistemas torrenciales con gran capacidad de transporte de sedimentos (y, por tanto, caudales altamente energéticos) típicos de ambientes tropicales. Por su parte, las areniscas se acumularon en los cauces y márgenes de ríos de enormes dimensiones.

Las areniscas y conglomerados son fácilmente reconocibles en el Alto Tajo por su color rojizo. Al depositarse en condiciones climáticas tropicales, el hierro contenido en los sedimentos se oxidaba fácilmente, tiñendo de un intenso color rojizo las rocas. Originan relieves escarpados y valles fluviales de paredes verticales, con multitud de repisas producidas por la erosión diferencial de las capas. La presencia de fracturas y líneas de debilidad favorece la erosión y la formación de llamativos monolitos y torreones.

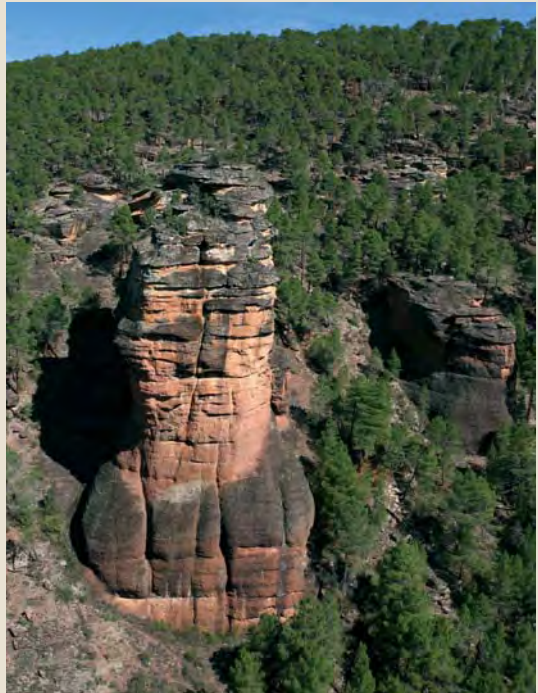
Estas rocas originan un sustrato ácido, donde se asienta la unidad ambiental denominada 'rodenal', que tiene el pino rodeno, el roble marojo y la jara estepa como especies características.

¿Dónde encontrarlas en el Parque Natural del Alto Tajo?

Se pueden identificar en diversos lugares como el Valle de los Milagros (Geo-ruta 2), Barranco del Arandilla (Geo-ruta 3), Barranco de la Hoz (Geo-ruta 5), Chequilla (Geo-ruta 8) y Peñas Rubias (Geo-ruta 9).



Detalle de un conglomerado en el que se aprecian los cantos redondeados de cuarcita.



Relieve característico de zonas donde aparece este tipo de rocas. Barranco de la Hoz, en Ventosa.



Dos tipos de yesos diferentes que se pueden encontrar en el Alto Tajo.

ARCILLAS Y YESOS

Rocas blandas y salinas

Muchos de los fondos de valle del Alto Tajo están formados sobre arcillas, margas y yesos. Se trata de una formación geológica llamada Keuper (pronunciado ‘coiper’). Su nombre (al igual que ocurría con las areniscas y conglomerados del Buntsandstein, descritos en la página anterior) proviene de investigadores alemanes, que fueron los primeros en estudiarla.

El Keuper está formado por arcillas, margas, yesos y otras sales, todas ellas rocas sedimentarias. Dan lugar a una formación con predominio de colores rojizos, pero también violetas, morados, verdes e incluso negros. De hecho, la palabra Keuper hace referencia en alemán a los diferentes colores que caracterizan a esta formación geológica. Estos materiales se depositaron hace aproximadamente 230 millones de años, en el Triásico superior. En esa época, y durante unas decenas de millones de años, la zona fue algo así como una enorme salina comunicada con el mar. El clima árido facilitaba la evaporación del agua y la acumulación de depósitos de sal, siendo éste el origen de los yesos y sales del Keuper.

La formación salina del Keuper es muy importante en la circulación de las aguas subterráneas del Alto Tajo, ya que actúa de nivel prácticamente impermeable, favoreciendo la formación de fuentes y manantiales. Por otro lado, es la responsable de lagunas salobres y fuentes saladas, que el hombre aprovechó para la construcción de salinas de interior como las presentes en Saelices de la Sal, Armallá, Terzaga y Ocentejo.



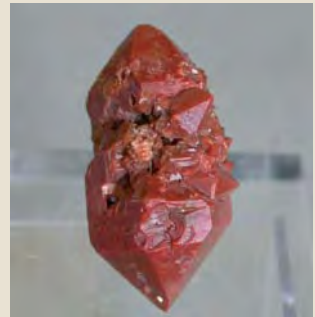
Los yesos y arcillas del Keuper suelen encontrarse formando los fondos de algunos valles, proporcionando a la tierra un color rojo intenso muy característico, que permite su identificación a simple vista. La mezcla de arcillas, yesos y sales proporciona a los campos unas particularidades interesantes desde el punto de vista agrícola, siendo frecuente que, en los lugares donde afloren, se instalen cultivos.

En estas arcillas es frecuente encontrar dos minerales singulares: el aragonito y el jacinto de Compostela. El aragonito es un mineral que fue descubierto en la comarca de Molina de Aragón en el siglo XVIII. En 1788, el prestigioso geólogo alemán Werner lo bautizó con el nombre de aragonito, al suponer que Molina pertenecía a Aragón, lo que sólo ocurrió durante un periodo de cinco años, en el siglo XIII. Si bien sus colores más frecuentes son el blanco y el grisáceo, en el Alto Tajo es habitual encontrarlo de color rojizo. Los cristales de aragonito a menudo están maclados, es decir, que dos o más cristales aparecen juntos, orientados simétricamente con respecto a un eje o un plano. Tiene un hábito pseudohexagonal, es decir, que las maclas formadas por varios cristales del mineral crecen formando prismas hexagonales casi perfectos, con tamaños de habitualmente oscilan entre 1 y 10 cm. Como curiosidad, las conchas y esqueletos de muchos organismos, como algunos moluscos y corales, están formados por aragonito, pero con cristales de tamaño microscópico.



Detalle de un aragonito.

Los jacintos de Compostela son una variedad de cuarzo (SiO_2) de color rojizo. Es habitual encontrarlos formando cristales con forma de prismas hexagonales bipiramidales, es decir, un prisma con una pirámide en cada extremo, unidas por la base. Como el aragonito, también es frecuente encontrarlos en las arcillas y yesos del Keuper, aunque su tamaño es mucho menor (en el Alto Tajo lo habitual es que sean inferiores a los 5 mm). El color rojo de esta variedad de cuarzo se debe al contenido en óxidos de hierro incluidos en su estructura cristalina.



Detalle de un jacinto de Compostela.

¿Dónde encontrarlas en el Parque Natural del Alto Tajo?

En muchos lugares del Parque Natural aparecen las arcillas y yesos del Keuper. Por ejemplo, en las proximidades de Valsalobre y Saelices de la Sal (reciben ese nombre precisamente por las sales de esta formación geológica), Riba de Saelices o Armallá. Además, la Geo-ruta 3, en sus paradas 2 y 3, visita lugares donde se pueden encontrar yesos y otros minerales.



Detalle de un afloramiento de margas.



Detalle de un afloramiento de calizas.

MARGAS, CALIZAS Y DOLOMÍAS

Las rocas más abundantes del Alto Tajo

Son tres tipos de rocas diferentes pero que guardan mucha relación entre sí. En conjunto son las rocas más abundantes del Alto Tajo, en especial las calizas y dolomías, que cubren una gran extensión del Parque Natural. Son rocas sedimentarias formadas fundamentalmente por carbonato cálcico, en concreto por un mineral llamado calcita.

La mayoría de las calizas, dolomías y margas presentes en el Alto Tajo se formaron en el Mesozoico (concretamente entre 230 y 65 millones de años antes de la actualidad). En gran parte de este periodo geológico el Alto Tajo estuvo cubierto por un mar tropical poco profundo en el que se producía la precipitación de carbonato cálcico. Ese carbonato es el que dio lugar a las calizas, que posteriormente se transformarían en dolomías, y a las margas. Por ello, es fácil identificar en las calizas restos fósiles de organismos que vivieron en aquellos mares mesozoicos.

Las calizas pueden tener diferentes orígenes, pero las del Alto Tajo se formaron principalmente en el mar, por la actividad biológica de las algas fotosintéticas y por la acumulación de conchas y otros restos de seres marinos. En función de si se formaron en la orilla del mar, en un arrecife o en fondos más profundos, la roca caliza presenta características diferentes. Por ejemplo, en cada una de estas situaciones ofrece una textura concreta y aparecen unos tipos de fósiles que nos infor-



man de las condiciones ambientales del momento en que se formó la roca caliza.

La composición química de la calcita, mineral mayoritario de las calizas, es CaCO_3 (carbonato cálcico). Cuando cristaliza suele aparecer formando agrupaciones de cristales, tapizando huecos en las rocas calizas y dolomíticas, dando lugar a geodas. Pueden presentar colores muy variados: transparentes, traslúcidos, blancos o amarillento a marrón, siempre en tonalidades suaves. La coloración de los cristales se debe a su contenido en impurezas como arcilla, óxidos de hierro, etc. La forma y tamaño de los cristales pueden ser muy variados, siendo en el Alto Tajo más frecuentes los tamaños menores a 1 cm.



Paredes calcáreas en el cañón del Hoz Seca. Paraje 'El Molatón' (Checa).

Las dolomías son rocas de apariencia similar a las calizas. Tanto que, a simple vista, es prácticamente imposible distinguirlas entre sí. La principal diferencia entre ambas es la composición química, ya que la caliza está compuesta por carbonato cálcico y la dolomía por carbonato cálcico-magnésico. Además, la mayoría de las dolomías se forman por transformación de las calizas ya existentes. Una consecuencia importante del paso de caliza a dolomía es que la mayoría de los fósiles se transforman hasta quedar casi irreconocibles.

Por último, las margas son rocas calcáreas con un alto contenido en arcilla, lo que les confiere unas propiedades concretas, como el ser más blandas que las calizas y más fácilmente erosionables, por lo que no suelen dar lugar a relieves notables.

Estas rocas dan lugar a paisajes muy contrastados: desde superficies planas en las parameras, a paredes verticales en los cañones y hoces fluviales o paisajes kársticos, en función de los procesos geológicos que las hayan modelado. Generan suelos básicos o neutros.

¿Dónde encontrarlas en el Parque Natural del Alto Tajo?

Afloran en muchos lugares del Alto Tajo. Te recomendamos la Geo-ruta 5, ya que sus últimas paradas se centran en describir aspectos relacionados con margas, calizas y dolomías, o la Geo-ruta 7, que discurre por el interior del cañón calcáreo del Tajo.



Detalle de las arenas de Utrillas con sus características tonalidades.

ARENAS

Un importante recurso económico

En diversos lugares del Parque Natural afloran arenas, rocas de origen sedimentario que, en este caso, están formadas mayoritariamente por granos de cuarzo y, en menor concentración, por una variedad de arcilla llamada caolín.

Estas rocas se formaron durante el Cretácico inferior, hace aproximadamente 100 millones de años. En aquella época el Alto Tajo estaba cubierto por un mar poco profundo, en el que desembocaban numerosos ríos. En estas zonas fluviales, litorales y de transición entre el mar y el continente, los ríos transportaban y acumulaban grandes cantidades de estas arenas blancas.

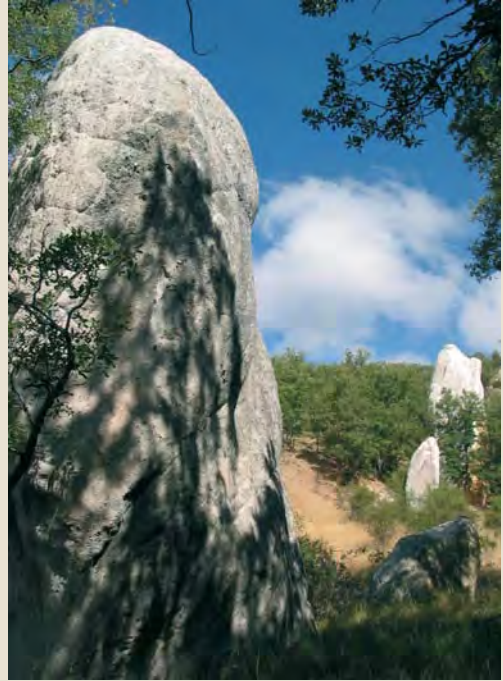
Los geólogos denominan a estas arenas ‘de Utrillas’, ya que en esta localidad de Teruel afloran grandes espesores de este tipo de rocas. También las podemos encontrar en diversos lugares de



otras provincias como Cuenca, Zaragoza o Albacete, entre otras. Pero es importante matizar que las arenas de Utrillas no presentan las mismas características en todos los lugares, pudiendo observarse diferencias en su composición, espesor e incluso edad, aunque su apariencia a simple vista sea muy similar.

En campo, las arenas de Utrillas son fácilmente reconocibles por su mayoritario color blanco en el que se intercalan tramos verdosos, azulados, morados y rojizos. Al tratarse de una roca poco consolidada, es propensa a la formación de espectaculares cárcavas y torrenteras naturales.

Un aspecto importante de estas arenas es que constituyen un recurso geológico con numerosas aplicaciones industriales, por lo que han sido (y aún hoy lo son) explotadas en muchos lugares. El interés se centra en los granos de cuarzo, utilizados para fabricación de vidrio y otros muchos usos industriales. Pero también en las arcillas arenosas, utilizadas como desengrasantes para la lana. Fundamentalmente se explotan los niveles ricos en caolín, utilizados por la industria farmacéutica y cosmética, así como para la construcción, fabricación de porcelanas, estucado de papel y otros usos.



Afloramiento de arenas en el paraje 'Los Blancos' (Peralejos de las Truchas).

¿Dónde encontrarlas en el Parque Natural del Alto Tajo?

Los mejores lugares para observarlas son las cercanías de Peñalén y Poveda, donde las explotan o las han explotado industrialmente en diversas canteras. La Geo-ruta 6 dedica cuatro paradas a describirlas y a plantear la problemática ambiental y social que lleva aparejada su explotación.

¿SABIAS QUE...

...la diferencia entre las areniscas y las arenas es que las primeras están cementadas y las segundas no. La arenisca (ver página 46) constituye una roca compacta y en cambio las arenas, aunque a veces estén algo compactadas, se disgregan fácilmente.



Edificio travertínico: los travertinos van precipitando cubriendo los depósitos de años anteriores. El resultado es la formación de una gran acumulación de toba calcárea que se denomina 'edificio'.

TRAVERTINOS (TOBAS CALCÁREAS)

Rocas en proceso de formación

Los travertinos, también llamados tobas calcáreas, son las rocas más recientes del Alto Tajo. Incluso algunas de ellas están actualmente en proceso de formación. Se originan como resultado de la precipitación del carbonato cálcico disuelto en el agua existente en cauces de ríos o en el entorno de manantiales.

En la formación de la toba participan diversos procesos físicos y químicos, si bien también puede ser fundamental la intervención de ciertos seres vivos, en especial los musgos y otros tipos de plantas. Al realizar su actividad metabólica (fotosíntesis), liberan gran cantidad de oxígeno que es el desencadenante de la reacción de precipitación de la calcita disuelta en el agua. Este mineral termina por recubrírlos de una fina capa blanquecina. Con el tiempo, los restos vegetales se des-



Detalle del molde de un tronco sobre el cual precipitó el travertino: con el tiempo la madera se descompone y desaparece, quedando un hueco en la toba calcárea con la forma del tronco.



componen, quedando como resultado una roca muy porosa en la que son fácilmente reconocibles los moldes de hojas y ramas.

Las tobas calcáreas o travertinos son formaciones geológicas muy frágiles. En especial los que están en proceso de formación, es decir, aquellos en los que en algún momento del año la circulación de agua permite la precipitación de carbonato cálcico. Los travertinos que ya no están en periodo de formación se denominan inactivos y son fácilmente reconocibles en campo por la ausencia de vegetación ligada a la presencia de agua y por su color gris anaranjado. Es frecuente que en un edificio travertínico haya sectores activos y zonas inactivas.

¿Dónde encontrarlos en el Parque Natural del Alto Tajo?

Los travertinos alcanzan un excepcional desarrollo en el Alto Tajo, sobre todo los que dan lugar a cascadas. Algunos ejemplos son La Escaleruela (Geo-ruta 4), el Puente de San Pedro (Geo-ruta 4), el entorno de la Laguna de Taravilla (Geo-ruta 7), o el Hundido de Armallones (Geo-ruta 1). Es muy recomendable la visita a la Aguaspeña, en Checa (Geo-ruta 8), donde el Ayuntamiento ha instalado una pasarela que permite recorrer el travertino. ●

¿SABIAS QUE...

...visitar un edificio travertínico activo es una magnífica manera de observar con nuestros propios ojos el proceso de formación de una roca.





HISTORIA GEOLÓGICA DEL ALTO TAJO EN SEIS EPISODIOS



3. HISTORIA GEOLÓGICA DEL ALTO TAJO EN SEIS EPISODIOS

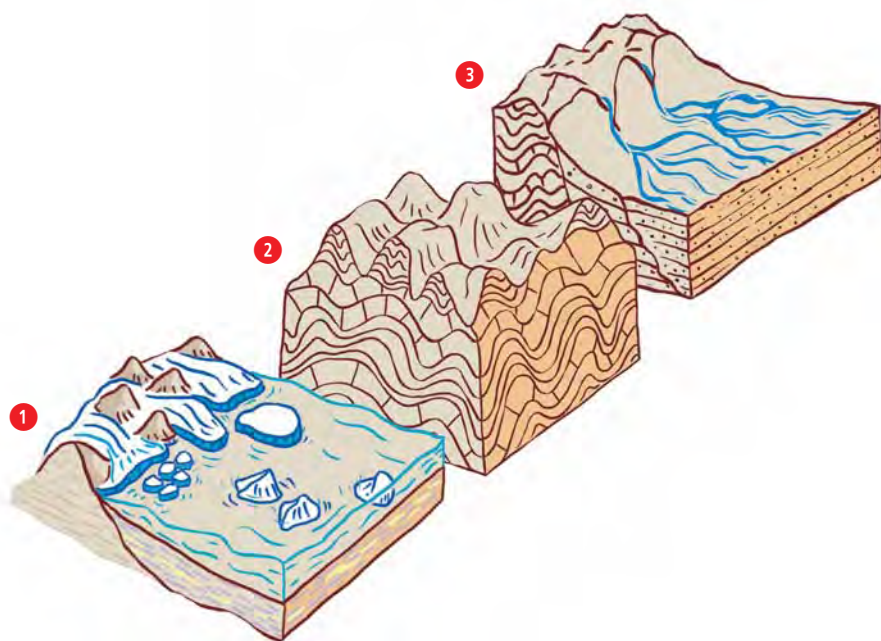
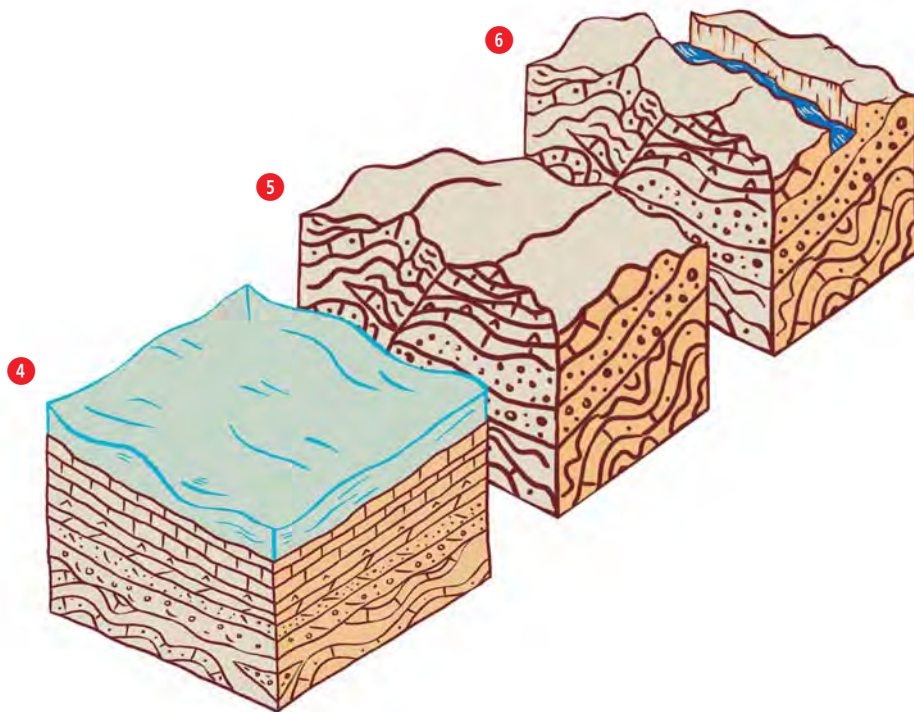


FIGURA 7. Los 6 episodios de la historia geológica del Alto Tajo.

¿Sabías que esta zona fue antiguamente un profundo mar en el que flotaban icebergs? ¿O que hubo volcanes en lo que hoy es el Alto Tajo? ¿Y que en épocas geológicas pasadas hubo aquí arrecifes de coral de un mar tropical repleto de seres vivos? Éstos son sólo algunos ejemplos de la azarosa historia geológica de esta región llena de episodios sorprendentes, de los cuales sólo las rocas y los fósiles nos quedan como testigos.

La historia geológica del Alto Tajo se remonta en el tiempo más de 450 millones de años hacia el pasado. En este largo periodo de tiempo ha cambiado mucho su aspecto y los organismos que lo han habitado. Es una larga historia en la que se han sucedido los cambios, mostrando que el planeta está en continua evolución. Eso sí, cambios a escala de tiempo geológico, que a nosotros nos parecen muy lentos y remotos, pero que son fundamentales para entender el paisaje actual del Alto Tajo.

Reconstruir esta dilatada historia geológica no es tarea fácil. Las rocas guardan información que permite deducir este remoto pasado y que sirve para entender el paisaje actual. Por ello, los geólogos estudian las rocas para poder extraer información que permita interpretar los episodios geoló-



gicos acontecidos en este lugar. Pero esta historia no ha quedado registrada completamente, sino que faltan datos de largos periodos de tiempo para los que hay que deducir lo acontecido, estudiando la geología de otras regiones a veces muy alejadas. Es como reconstruir un enorme puzzle del que faltan algunas piezas. Aún así, conocemos bastante sobre la historia geológica del Alto Tajo, pero es muy probable que, en el futuro, nuevas investigaciones proporcionen más información e incluso puedan ofrecer algunas sorpresas importantes.

A grandes rasgos, la historia geológica del Alto Tajo se puede resumir en seis episodios que reflejan momentos clave en su evolución geológica. Se trata, en su mayoría, de acontecimientos que tuvieron lugar hace muchos millones de años, cuando la Tierra era notablemente diferente a lo que vemos hoy día. Por ejemplo, los continentes tenían una disposición diferente a la actual, el clima también era distinto y vivían organismos hoy extinguidos. De hecho el Alto Tajo no existía como tal, sino que se formó a partir de las rocas originadas en estos seis episodios. Con ayuda de la escala de tiempo geológico (ver figura 6), podemos recorrer esta larga historia de continuos cambios de la que nosotros, hoy en día, estamos viendo el final... por ahora, porque la evolución del planeta continúa.



EPISODIO 1

En el fondo de un gélido mar (Paleozoico inferior)

La historia geológica del Alto Tajo se inicia en el Paleozoico inferior, hace aproximadamente 450 millones de años. En esa época, la zona en la que hoy se sitúa el Alto Tajo estaba cerca del Polo Sur y cubierta por el mar, en cuyas frías aguas vivían gran cantidad de organismos. Se trataba de organismos muy primitivos y, en su mayoría, poco parecidos a los actuales: los primeros seres similares a los peces acababan de aparecer y tenían el cuerpo cubierto de placas óseas a modo de armadura.

En el fondo del mar se acumulaban sedimentos (miles de metros de espesor de arcillas y limos) y más cerca de la costa arenas que, a lo largo del tiempo, fueron lentamente depositándose en el fondo marino. Estos sedimentos procedían de la intensa erosión que tenía lugar en las zonas terrestres (emergidas), y que eran transportados por los ríos hasta el mar, donde eran movilizados por las corrientes marinas.

Con el paso del tiempo el clima fue cambiando: una glaciación cubrió de hielo el continente y enfrió aún más el agua del mar. Este cambio térmico fue tan radical que provocó la extinción de aproximadamente la mitad de las especies que entonces vivían en los mares.

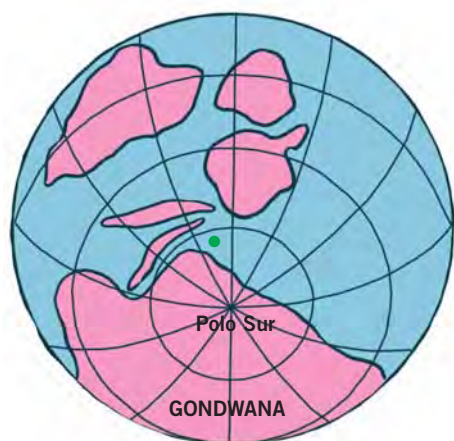


FIGURA 8. Posición aproximada de los continentes en el Ordovícico (hace aproximadamente 450 millones de años): la zona que hoy es la Península Ibérica (punto verde) se situaba cerca del Polo Sur, cerca de una gran continente llamado Gondwana, que agrupaba parte de lo que hoy es África, Sudamérica, Antártida, Australia, India y Europa.

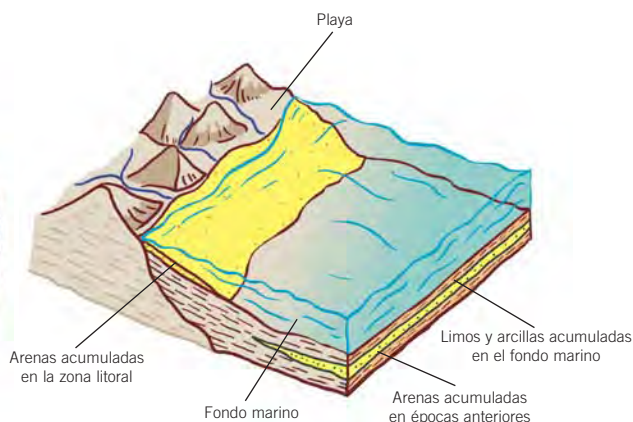


FIGURA 9. Reconstrucción idealizada del ambiente de sedimentación descrito en el episodio 1 (hace aproximadamente 450 millones de años): la erosión de las montañas genera sedimentos arenosos que son transportados por los ríos y se depositan en la parte marina más cercana al continente. Más lejos de la orilla, se acumulan fangos y limos arcillosos.

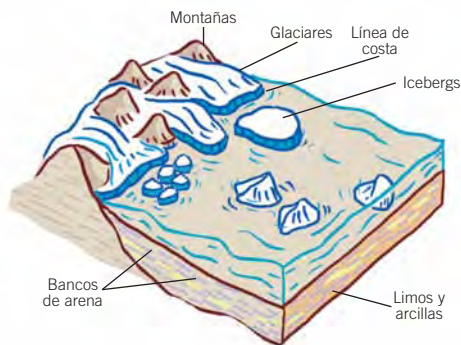


FIGURA 10. Reconstrucción idealizada (izquierda) y fotografía (derecha) del ambiente glaciar que tuvo lugar en la zona hoy ocupada por el Alto Tajo durante la glaciación ordovícica (hace aproximadamente 440 millones de años): los glaciares que cubren los continentes llegan al mar, donde se desgajan grandes porciones de hielo que vagan flotando por el mar (icebergs) fundiéndose poco a poco.

Esta glaciación, que tuvo lugar a finales del Ordovícico, duró aproximadamente 20 millones de años. Mientras tanto, se puede decir que lo que ahora es el Alto Tajo pasó este largo ‘invierno’ bajo el mar. Mientras, en tierra firme, los glaciares cubrían el gran continente de Gondwana (ver figuras 8 y 10). Algunos de estos glaciares llegaban hasta la orilla del mar, donde se desprendían grandes masas de hielo (llamadas icebergs) que quedaban vagando a la deriva en el océano. Los icebergs no sólo estaban formados de hielo, sino que también contenían fragmentos de rocas que los glaciares habían erosionado en tierra firme. Las masas de hielo, al ir flotando en el mar a merced de las corrientes, se iban alejando del continente y se adentraban en mar abierto, hacia zonas más cálidas donde el hielo del iceberg se iba fundiendo, cayendo al fondo del mar esos fragmentos de rocas contenidos en el hielo. Actualmente podemos encontrar algunas de esas rocas, denominadas ‘dropstones’ y, en Checa, podemos ver un magnífico ejemplo de uno de ellos (si bien hay infinidad más en los alrededores, aunque no tan fáciles de identificar).

Al acabar la glaciación, justo en el paso entre el Ordovícico y el Silúrico, hace 435 millones de años, el panorama cambió. El clima fue haciéndose cada vez más cálido y, poco a poco, los mares volvieron a rebosar de vida, al igual que los continentes, que empezaron a ser colonizados por helechos y otras plantas. En las zonas profundas del océano seguían acumulándose enormes espesores de lodos y arcillas, mientras que en las zonas litorales, menos profundas, se sedimentaban arenas arrastradas hasta el mar por los ríos. Además, al fundirse los hielos de los glaciares, el nivel del mar subió mucho, inundando extensas áreas próximas a la costa. Este océano tenía una peculiaridad: debido, probablemente, a que el mar presentaba un fondo irregular, la circulación de las corrientes submarinas no era fácil. Esto impedía que el agua del mar se movilizara y se mezclara, provocando que en los fondos marinos casi no existiera oxígeno. Así, los fondos marinos eran oscuros, tóxicos y, por tanto, casi carentes de vida. En ellos se de-

3. HISTORIA GEOLÓGICA DEL ALTO TAJO EN SEIS EPISODIOS

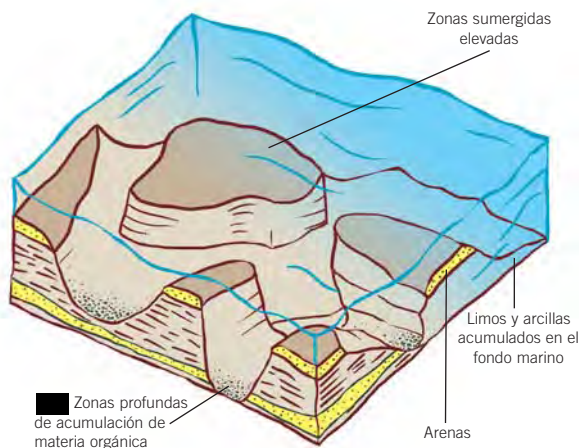


FIGURA 11. Representación idealizada de cómo pudo ser la sedimentación marina en la zona hoy ocupada por el Alto Tajo a comienzos del Silúrico (hace aproximadamente 435 millones de años).

Estos seres quedaron conservados en las rocas en forma de fósiles, que hoy podemos fácilmente encontrar en el campo.

De todos los organismos que vivían en aquel océano del Paleozoico inferior, lleno de vida, los que mejor fosilizaron en este lugar fueron unos raros seres vivos llamados graptolitos. Se trataba de unos pequeños organismos planctónicos que vivían formando colonias. Eran muy abundantes, estando presentes en prácticamente todos los océanos y mares de la época. Imaginarse cómo eran los graptolitos no es fácil, principalmente porque en la actualidad no hay ningún organismo que se les parezca, ya que este grupo se extinguió hace más de 300 millones de años. Pero, además, sólo fosilizó una parte de su cuerpo, por lo que ha sido preciso deducir cómo era el resto.

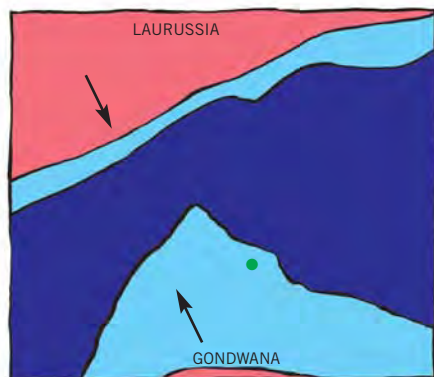


FIGURA 12. Reconstrucción de la posición geográfica de lo que hoy es el Alto Tajo en el Silúrico, hace aproximadamente 430 millones de años.

- Continentes (tierra emergida)
- Posición aproximada del Alto Tajo
- Océano
- Mares poco profundos

Las flechas indican la dirección en la que se iban moviendo los continentes

Cerca de la localidad de Checa se conservan abundantes fósiles de graptolitos contenidos en unas pizarras negras. En este yacimiento se han encontrado restos fosilizados de más de 60 especies diferentes de graptolitos. Su estudio muestra extinciones, apariciones y sucesiones evolutivas entre especies, lo que permite definir una sucesión ordenada de la evolución de los graptolitos, e incluso asignar una edad a las rocas. Así, en otros lugares donde sólo aparezcan unas pocas especies, por comparación con este yacimiento, se puede establecer en qué momento se formaron las rocas.

Con el paso de miles de años se acumuló en el fondo oceánico un importante volumen de fangos arcillosos. Su propio peso y la existencia de presiones y temperaturas moderadamente elevadas provocó que estos fangos se transformaran en pizarras, que hoy vemos en el Alto Tajo en la zona de 'La Sierra', y en las cuales se conservan fósiles de graptolitos y de otros organismos como trilobites.



Fósiles de graptolitos encontrados en pizarras del Alto Tajo. Escala en centímetros.



Pizarras negras en las inmediaciones de Checa, formadas a finales del episodio 1, hace 430 millones de años.

SI QUIERES SABER MAS SOBRE ESTE EPISODIO...

...En el entorno de Checa y Orea verás numerosas pruebas que avalan esta historia. Cerca de Checa podrás ver el 'dropstone' (Geo-ruta 8, parada 3) que evidencia la existencia de icebergs que flotaban en el océano. Si te diriges desde Checa en dirección a Orea, verás a ambos lados de la carretera unas pizarras de color intensamente oscuro. Son el reflejo de los fondos marinos tóxicos donde la materia orgánica no se descomponía, lo que dio a las pizarras ese peculiar color negro. Y también cerca de Checa (Geo-ruta 8, parada 1), podrás encontrar un panel con información acerca de los fósiles de graptolitos.



EPISODIO 2

La gran cordillera (Paleozoico superior)

En el Alto Tajo no hay registro de las rocas formadas en los siguientes 130 millones de años, de los periodos llamados Devónico y Carbonífero. Esto quiere decir que las rocas formadas en ese periodo fueron posteriormente erosionadas hasta hacerlas desaparecer. Así que, para reconstruir los episodios acontecidos en aquella época, es necesario recurrir a rocas formadas en ese periodo, pero que aparecen en otros lugares. Lo que sí podemos buscar son evidencias de cambios geológicos producidos en esta época, que afectaron a las rocas formadas en el episodio anterior. Eso es, precisamente, lo que encontramos, de manera excepcional, en las rocas del Alto Tajo.

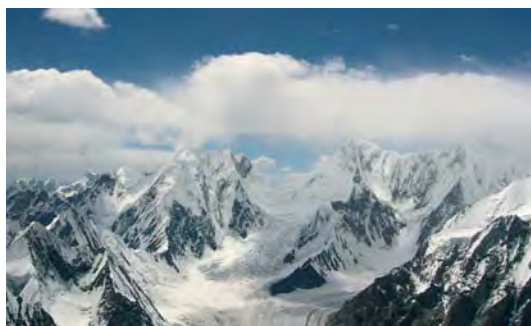


FIGURA 13. Una gran cordillera se formó en el Paleozoico superior, durante la orogenia Varisca, que se prolongó durante más de 50 millones de años.



FIGURA 14. Distribución aproximada de los continentes al principio de la orogenia Varisca, hace unos 330 millones de años. El acercamiento de los continentes de Gondwana y Laurussia (comparar con la figura 8) aprisiona los terrenos continentales y marinos situados entre ambos (incluyendo lo que hoy es el Alto Tajo), creando una cadena montañosa (naranja).

Hace aproximadamente 320 millones de años se inició una intensa transformación en la superficie terrestre: el levantamiento de una gran cordillera montañosa. Como se puede observar en la figura 14, el acercamiento de diferentes placas litosféricas produjo la colisión de continentes y cerró el mar que se abría entre ellos. Como resultado se formó una cadena de montañas, en la denominada orogenia Varisca (también llamada Hercínica). Esta antigua cordillera, tan importante como las más grandes cadenas montañosas de hoy en día (como el Himalaya o los Andes), ocupó parte de lo que hoy es Europa, norte de África y América del Norte, que entonces estaban unidos en un mismo continente. Durante esta orogenia se plegaron y fracturaron las rocas ya existentes (entre ellas las formadas en el Episodio 1),

que se ‘arrugaron’ y se levantaron por efecto de la compresión. Tal intensidad alcanzaron las fuerzas tectónicas que llegaron a deformar totalmente rocas tan duras como las cuarcitas, como si fueran de plastilina.

Hoy en día podemos ver estos pliegues porque la erosión y, de manera puntual, la acción del hombre, los han dejado al descubierto. Pero el plegamiento se produce en el interior de la corteza terrestre, donde las presiones y temperaturas que alcanzan las rocas son mucho mayores que en la superficie. Los geólogos han podido calcular a qué profundidad se formaron este tipo de pliegues y, de esta manera, deducir que las cuarcitas y pizarras que hoy vemos en la superficie formaron el núcleo de una gran cordillera de varios miles de metros de altura: un Himalaya de hace 300 millones de años.

Una vez formada esta gran cordillera, los procesos erosivos empezaron a realizar su trabajo. Y alcanzaron tal eficacia, que llegaron a hacer desaparecer casi por completo las montañas hercínicas, dejando casi en la superficie el núcleo de la cordillera. Pero no fue un proceso rápido; se prolongó durante más de 20 millones de años, al cabo de los cuales el paisaje se transformó intensamente, dando como resultado un relieve casi llano, con suaves colinas y pequeños valles.

En el Alto Tajo no son muy abundantes las rocas formadas en el Pérmico, el siguiente periodo geológico, una época en la que se sucedieron espectaculares procesos geológicos. Por eso, las rocas de esta edad que aparecen en el Parque Natural y su entorno tienen un valor excepcional, ya que revelan rápidos cambios en la superficie terrestre. El clima era cada vez más árido y la erosión continuaba su intenso trabajo. El relieve era suave, con colinas entre las que se intercalaban pequeñas lagunas y valles poco profundos. Y fue precisamente en uno de esos valles donde, hace aproximadamente 280 millones de años, tuvo lugar una pequeña erupción volcánica. En realidad no fue una, sino va-



Ejemplo de los pliegues en cuarcitas formados en la orogenia Varisca que podemos ver en el Alto Tajo.

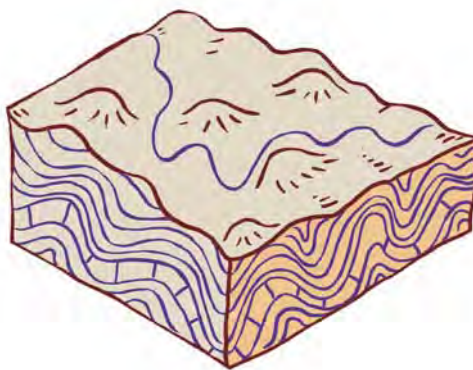


FIGURA 15. El relieve fue arrasado prácticamente por completo por la intensa erosión a principios del Pérmico, hace 300 millones de años.



3. HISTORIA GEOLÓGICA DEL ALTO TAJO EN SEIS EPISODIOS

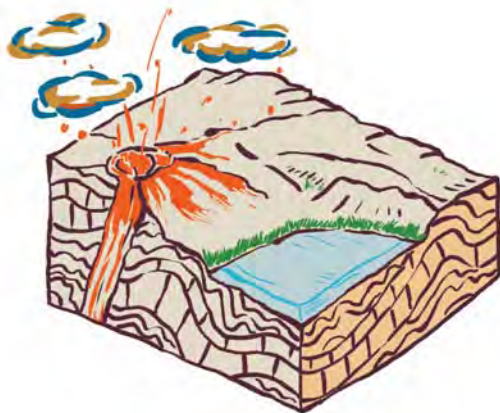


FIGURA 16. Durante el Pérmico, hace aproximadamente entre 280 y 290 millones de años, tuvieron lugar diversas erupciones volcánicas en lo que hoy es el Alto Tajo.

rias erupciones intercaladas con momentos de calma volcánica. Las lavas y cenizas expulsadas del interior terrestre rellenaron un pequeño valle y pueden verse hoy en día, convertidas en rocas, cerca de la localidad de Orea y en otros lugares más o menos cercanos de las provincias de Guadalajara y Teruel.

Erupciones relativamente similares a éstas ocurrieron en otros lugares cercanos hace aproximadamente 290 millones de años. En la Sierra de Aragoncillo, diversas erupciones volcánicas generaron gran cantidad de cenizas y lavas que, rápidamente, cubrieron una zona boscosa. Por un conjunto de complejas reacciones químicas, el silicio contenido en el

magma penetró en la madera por los mismos conductos por los que circulaba la savia. Esto provocó la fosilización casi perfecta de los árboles, que se transformaron en un mineral llamado xilópalo. Una particularidad que hace especiales a estos árboles fosilizados es que se conservan en su posición original, siendo posible observar sus raíces y el suelo en el que se sujetaban, a diferencia de otros árboles, que fosilizaron tras haberse caído y haber sido transportados (por ríos) a otro lugar, generalmente el fondo de un lago (ver figura 57, en la página 243).



Árboles petrificados: la madera se transforma en un mineral llamado xilópalo, facilitando su fosilización.

SI QUIERES SABER MAS SOBRE ESTE EPISODIO...

...Puedes encontrar ejemplos de pliegues formados en la orogenia Varisca o Hercínica en diversos lugares del Parque Natural. Pero los más espectaculares los puedes ver en el talud de la carretera que une Checa y Orea (en la parada 2 de la Geo-ruta 8 encontrarás un panel explicativo de estos pliegues). Si lo que quieres ver son las rocas volcánicas, acércate a las paradas 7 y 8 de la Geo-ruta 9.



EPISODIO 3

Antiguos ríos que hoy son rocas (inicio del Mesozoico)

El final del Paleozoico y comienzo del Mesozoico trajo importantes cambios: tuvo lugar la extinción más importante de la historia de los seres vivos sobre la Tierra. Hace 255 millones de años comenzó una extinción que acabó con el 96% de las especies que habitaban el planeta. Los geólogos piensan que una crisis de biodiversidad tan importante, que duró alrededor de cinco millones de años, no se debió a una sola causa, sino a la combinación de varios factores climáticos, a erupciones volcánicas e incluso a impactos de meteoritos.

Con respecto al paisaje, el aspecto casi llano con el que acabó la etapa anterior fue transformado por nuevos movimientos tectónicos en la corteza terrestre. Imaginemos un paisaje en el que, al pie de las nuevas montañas, se extendían amplios valles donde se acumulaban sedimentos procedentes de la erosión de los relieves próximos (cuencas sedimentarias). El clima era caluroso y con pocas lluvias pero, cuando llovía, lo hacía con gran intensidad, permitiendo la formación de torrentes y ríos capaces de arrastrar gran cantidad de sedimentos. No se trataba de ríos y torrentes como los que vemos en la actualidad en el Alto Tajo, sino de enormes cursos fluviales que recorrían amplios valles, los cuales cubrían grandes extensiones y arrastraban miles de toneladas de arenas y gravas.

La erosión ejercida por este sistema fluvial fue muy intensa. Tanto que, poco a poco, fue erosionando o ‘desgastando’ las zonas montañosas y acumulando arenas y gravas en las cuencas sedimentarias. Y así durante casi 10 millones de años, hasta que el relieve volvió a ser casi llano y los ríos perdieron su fuerza erosiva. De nuevo, la paciente e incansable labor de la erosión pudo con casi todo...

Actualmente podemos observar en el Alto Tajo esas arenas y gravas que arrastraron los ríos hace más de 245 millones de años, durante el Pérmico Superior y Triásico inferior. Constituyen lo que los geólogos denominan Buntsandstein (que en alemán significa areniscas de colores), formado por conglomerados y areniscas de color rojizo. Estas rocas, resultado de la compactación de las arenas y gravas que arrastra-



Ríos con numerosos canales y que arrastraban toneladas de sedimentos en zonas semi-áridas, como el de la imagen, cubrieron lo que hoy es Alto Tajo a comienzos del Triásico, hace aproximadamente 245 millones de años.



3. HISTORIA GEOLÓGICA DEL ALTO TAJO EN SEIS EPISODIOS

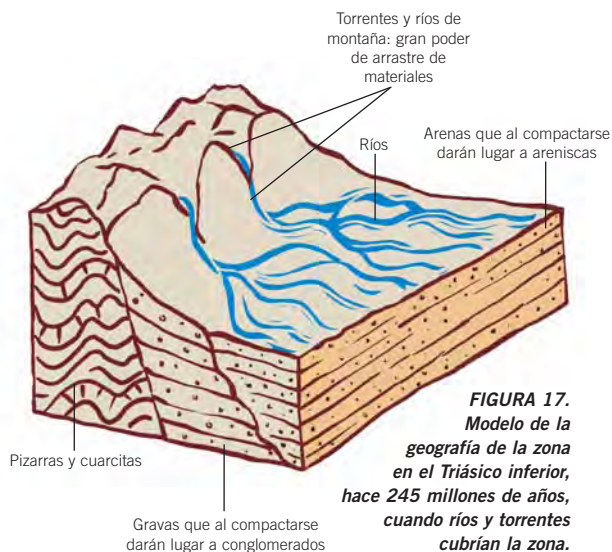


FIGURA 17.
Modelo de la
geografía de la zona
en el Triásico inferior,
hace 245 millones de años,
cuando ríos y torrentes
cubrían la zona.

ron aquellos torrentes y ríos, aparecen en muchos otros lugares de provincias como Cuenca, Teruel, Valencia, Castellón o Soria, e incluso en otros países como China y Canadá, lo que indica que esas zonas también estaban recorridas por estos enormes ríos. Cuesta imaginar una red fluvial de esas dimensiones. Hoy en día no existe nada igual en el mundo.

Las rocas formadas en este periodo guardan detalles de cómo eran aquellos ríos y torrentes, en qué dirección fluían, con qué periodicidad sufrían riadas o cómo era la vegetación que

crecía en sus orillas. Si recorremos la Geo-ruta 5 podremos encontrar en las areniscas moldes de raíces de las plantas de estas riberas, o incluso marcas de la corriente del río que, a modo de 'olas petrificadas', muestran cómo fluía el agua (ver página 69).



Detalle de las areniscas (izquierda) y los conglomerados (derecha) formados en este episodio, a principios del Triásico.

SI QUIERES SABER MAS SOBRE ESTE EPISODIO...

...En la Geo-ruta 5 (Barranco de la Hoz-Cuevas Labradas), varias paradas explican más acerca de cómo eran los cursos fluviales del Triásico, que dieron lugar a las areniscas y conglomerados que vemos hoy en día. Anímate a recorrer la ruta y aprenderás a reconocer antiguos ríos que hoy son rocas. En las Geo-rutas 2, 3, 8 y 9 también encontrarás buenos ejemplos de las areniscas y conglomerados formados en este episodio de la historia de la Tierra.



EPISODIO 4

La gran inundación (Mesozoico)

El responsable de los siguientes cambios fue el mar. Desde el Este, el mar antecesor del Mediterráneo, llamado mar de Tethys, fue inundando el continente durante el Triásico medio. Como quedaban pocas montañas que la erosión no hubiera arrasado, el mar se abrió camino sin dificultad, cubriéndolo todo. Fue una gran inundación en la que el avance del mar fluctuaba con el tiempo, con épocas de avance (transgresión marina), épocas de retroceso (regresión marina) y momentos de estabilidad del nivel del mar.

Durante un periodo de tiempo relativamente largo, el avance del mar se estabilizó, de forma que la línea de costa se situó de manera más o menos estable en zonas cercanas a lo que hoy es el Alto Tajo. Era un mar tropical poco profundo, separado del mar abierto por barreras de arrecifes que impedían la llegada a la playa del fuerte oleaje. Las rocas que se formaron en este ambiente eran calizas generadas por la actividad de unas algas fotosintéticas (estromatolitos), y por la acumulación de restos de otros seres marinos que allí vivían. Las rocas calcáreas formadas durante este periodo quedaron bien representadas en el Alto Tajo y son conocidas como facies Muschelkalk (que en alemán significa ‘calizas con conchas’).



Moldes de cubos de sal, en los sedimentos litorales del comienzo del Episodio 4. Escala en centímetros.

Con el paso del tiempo, la conexión de esta zona litoral con el mar abierto se cerró parcialmente. El resultado fue la creación de una enorme balsa de agua marina poco profunda que, a consecuencia del clima árido, poco a poco se evaporaba antes de que se volviera a inundar. Era como una enorme laguna de agua salada de fondo plano, que funcionaba como una gran salina natural, en la que precipitaban sales y yesos junto con arcillas. A los depósitos

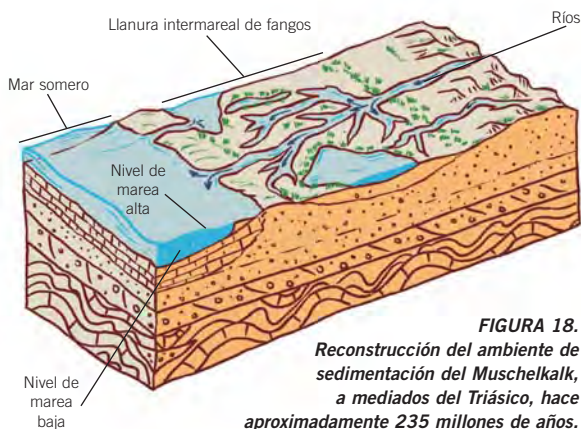


FIGURA 18.
Reconstrucción del ambiente de sedimentación del Muschelkalk, a mediados del Triásico, hace aproximadamente 235 millones de años.



3. HISTORIA GEOLÓGICA DEL ALTO TAJO EN SEIS EPISODIOS



Enormes extensiones de sales cubren el fondo de esta laguna (izquierda) y las rocas que en ella se encuentran (derecha), algo similar a lo que debió ocurrir en esta zona a finales del Triásico, hace aproximadamente 220 millones de años.

rocosos formados en estas 'gigantescas salinas' del Triásico superior, se les conoce con el nombre de facies Keuper. Hoy podemos verlos en numerosos valles del Alto Tajo y en otros lugares de muchas provincias españolas, lo que demuestra que fue un proceso generalizado que afectó a una gran extensión de la Península Ibérica. Estos depósitos constituyen un recurso geológico que el hombre ha utilizado para extraer sal mediante salinas de interior, como las que encontramos en algunos lugares del Alto Tajo.

Ya en el Jurásico, el nivel del mar volvió a ascender, dejando inundada toda la zona casi de manera continua durante los siguientes 70 millones de años. A diferencia del gélido océano del Paleozoico (ver episodio 1), esta vez se creó un mar tropical, de aguas cálidas, transparentes y poco profundas. Numerosos organismos habitaban en este mar, siendo fácil encontrar hoy en día fósiles de sus caparazones o de partes óseas de su cuerpo. Las zonas continentales, no muy alejadas de aquí, eran poco montañosas, y en ellas los dinosaurios 'campaban a sus anchas' entre una densa vegetación. El clima era tropical, cálido y húmedo, con temperaturas medias anuales aproximadamente 10°C más altas que en la actualidad. A pesar de que el Jurásico fue en esta zona un periodo sin grandes cambios geológicos, el nivel del mar fluctuaba periódicamente, aunque casi nunca la profundidad del mar superaba en este lugar unas decenas de metros. En estos fondos marinos bien oxigenados y luminosos se formaron importantes espesores de rocas calcáreas que, hoy en día, forman las paredes de muchos cañones y barrancos del Alto Tajo.

El nivel del mar seguía fluctuando, a veces más alto y a veces más bajo. Así que lo que hoy es el Alto Tajo correspondía en ocasiones a zonas de arrecifes y, en otras, a fondos más profundos o incluso a zonas casi superficiales afectadas por las mareas.

A mediados del Cretácico (Mesozoico superior), pequeños movimientos tectónicos provocaron que el nivel del mar bajara lo suficiente como para que el Alto Tajo volviese a ser una zona emer-

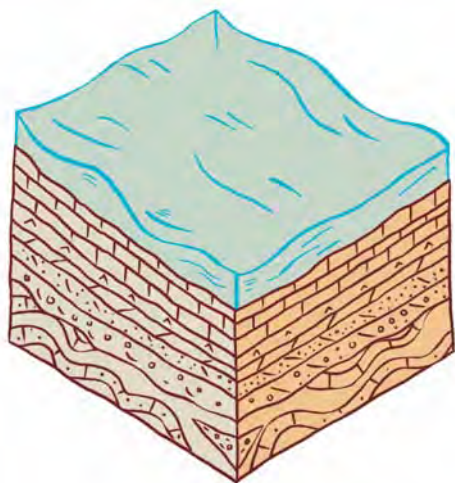


FIGURA 19. Representación de la zona en el Jurásico, cuando un mar poco profundo cubría este lugar.



FIGURA 20. Reconstrucción de la Península Ibérica hace 200 millones de años, a comienzos del Jurásico: la mitad oriental de la Península se encuentra sumergida bajo un mar poco profundo (tan sólo unas decenas de metros). En rojo, el perfil actual de la Península Ibérica. El punto marca la posición del Alto Tajo.

- Tierra emergida
- Mares poco profundos
- Localización actual del Alto Tajo

gida. Concretamente se trataba de una zona fluvial en la que se notaba la influencia del cercano mar. La corriente del agua transportaba y depositaba gran cantidad de arenas que, hoy en día, podemos ver en muchos afloramientos del Alto Tajo. Son conocidas por los geólogos como ‘arenas de Utrillas’, ya que son muy abundantes en los alrededores de un pueblo así llamado de la provincia de Teruel. El clima, en ese momento, era subtropical y la vegetación muy abundante, en especial en las orillas de los ríos y de las zonas pantanosas. La intensa humedad favoreció la transformación de los feldespatos contenidos en las arenas de Utrillas, formándose los depósitos de caolín que hoy en día suponen un importante recurso económico.

A partir de entonces, hace aproximadamente 85 millones de años, el nivel del mar comenzó a subir de nuevo, inundándolo todo. A mediados-finales del Cretácico el ascenso fue tal que superó los



Imagen de un mar poco profundo actual, como el que pudo haber en lo que hoy es el Alto Tajo en el Jurásico.



FIGURA 21. Distribución de los continentes en el Jurásico superior, hace aproximadamente 150 m.a.



3. HISTORIA GEOLÓGICA DEL ALTO TAJO EN SEIS EPISODIOS

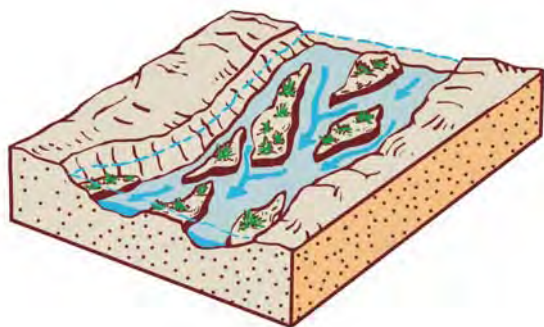
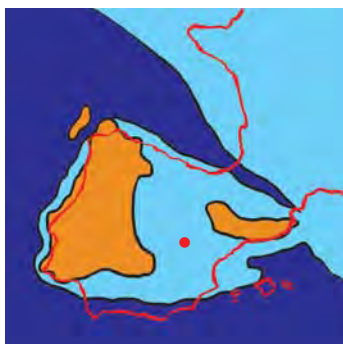
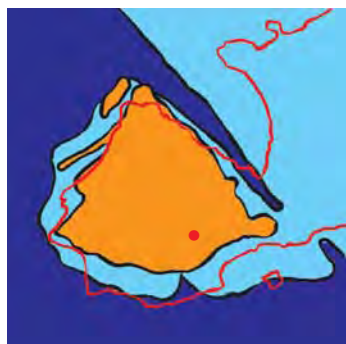


FIGURA 22. Reconstrucción del ambiente de sedimentación en el que se acumularon las arenas de Utrillas, a mediados del Cretácico.



Imagen actual de las llamadas arenas de Utrillas, con sus característicos colores que las hacen fácilmente reconocibles en el campo.

niveles anteriores, cubriendo aún más territorio que durante el Jurásico. El clima siguió siendo cálido, favoreciendo la formación de calizas que hoy podemos ver en las parameras y en las paredes del cañón del Tajo. Un periodo de relativa calma que duró aproximadamente 30 millones de años, en los que el Alto Tajo volvió a ser un tranquilo fondo marino tropical.



■ Tierra emergida ■ Mares poco profundos ■ Mares más profundos
● Localización actual del Alto Tajo

FIGURA 23. Reconstrucción de la paleogeografía de la Península Ibérica a mediados del Cretácico (hace aproximadamente 100 millones de años, izquierda) y a finales de ese mismo periodo (hace aproximadamente 70 millones de años, derecha). Obsérvese cómo a finales del Cretácico (derecha) el mar avanzó inundando zonas que ni siquiera habían estado bajo las aguas en el Jurásico (ver figura 18). En rojo el perfil actual de la Península Ibérica. El punto marca la posición del Alto Tajo.

SI QUIERES SABER MAS SOBRE ESTE EPISODIO...

...En la Geo-ruta 5 (Barranco de la Hoz-Cuevas Labradas) varias paradas explican más acerca de cómo eran los mares y playas del Mesozoico. Incluso podrás encontrar abundantes fósiles de los organismos que habitaron estos océanos, pero límitate a observarlos.

La Geo-ruta 2, visita las salinas de Saelices de la Sal y la Geo-ruta 3 recorre valles en que aflora la Formación de arcillas y yesos del Keuper.

En la Geo-ruta 6, en el entorno de Peñalén, podemos ver buenos ejemplos de afloramientos de Arenas de Utrillas, al igual que en la Muela de Ribagorda, en Peralejos de las Truchas.



EPISODIO 5

En movimiento otra vez (Terciario)

En el paso del Mesozoico al Terciario llegaron nuevos cambios a esta zona, que parece no haber descansado nunca. Hace unos 55 millones de años comenzaron a sentirse en el Alto Tajo los efectos de una nueva orogenia, denominada Alpina. Las placas tectónicas africana y euroasiática iniciaron su acercamiento. Entre ambas se situaba la placa de Iberia que, en su mayoría, correspondería a lo que hoy es la Península Ibérica. El resultado de este aprisionamiento

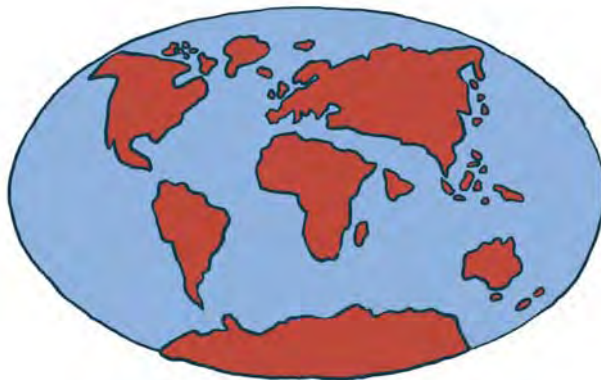


FIGURA 24. Distribución de los continentes a comienzos del Terciario, hace aproximadamente 60 millones de años.

fue, de manera similar a lo ocurrido en el episodio 2, la formación de nuevas cadenas de montañas, entre ellas los Pirineos, la Cordillera Bética o la Cordillera Ibérica (donde se sitúa el Alto Tajo). Debido a las intensas fuerzas tectónicas, los sedimentos y rocas existentes se transformaron y plegaron, como podemos ver en el Hundido de Armallones o cerca de Cuevas Labradas.

El proceso de formación de una cadena montañosa es muy lento, comparado con la escala de tiempo a la que el hombre está acostumbrado. Además, en las orogenias el plegamiento se produce en pulsos o fases, de manera que se alternan periodos de deformación con periodos de calma.

El momento álgido tuvo lugar hace unos 25 millones de años y se prolongó durante dos millones de años, en los que el paisaje cambió sustancialmente. En primer lugar se produjo la retirada del tranquilo mar tropical, de manera que desde entonces la zona que hoy es el Alto Tajo ya nunca ha vuelto a estar bajo el océano. En segundo lugar, debido a los grandes esfuerzos tectónicos, lentamente se fueron elevando nuevos



Ejemplo de los espectaculares pliegues formados en calizas durante la orogenia Alpina, en lo que hoy es el Alto Tajo.



3. HISTORIA GEOLÓGICA DEL ALTO TAJO EN SEIS EPISODIOS

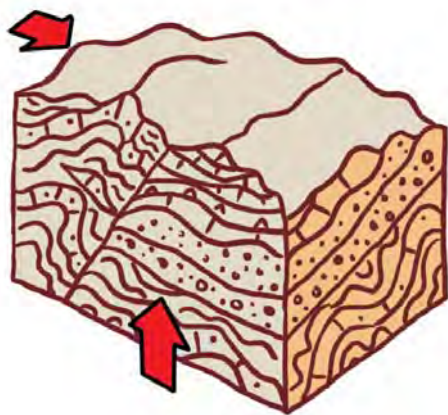


FIGURA 25. En la orogenia Alpina el mar que cubría lo que hoy es el Alto Tajo desapareció, plegándose las rocas en la dirección de las flechas mostradas en el dibujo.

relieves, que pronto empezaron a ser erosionados. Nuevos ríos y torrentes arrastraban los sedimentos erosionados en las montañas y los depositaban en zonas deprimidas alejadas de ellas (cuencas sedimentarias) donde, a menudo, había lagos poco profundos. Las rocas formadas en este periodo (conglomerados) no son muy abundantes en el Alto Tajo y no suelen dar lugar a relieves muy significativos, pero son importantes para reconstruir la evolución tectónica de la zona. Se pueden ver, por ejemplo, en algunas zonas cercanas a Zaorejas.

SI QUIERES SABER MAS SOBRE ESTE EPISODIO...

...Lo mejor es acercarse a ver los espectaculares pliegues y fallas que se formaron en este periodo. Te recomendamos la Geo-ruta 1 que recorre el Hundido de Armallones, la penúltima parada de la Geo-ruta 5, en Cuevas Labradas, donde un área experimental te ayudará a entender mejor cómo se formaron los pliegues, o el entorno de Poveda de la Sierra, así como los pliegues que se pueden ver recorriendo la Geo-ruta 6, en el entorno de la Laguna de Taravilla.

EPISODIO 6

El paisaje actual (Cuaternario)

El periodo geológico actual se denomina Cuaternario. Comenzó hace aproximadamente 1,8 millones de años. En este tiempo la erosión ha seguido desgastando las montañas aunque, como vemos, todavía le queda mucho trabajo por hacer. Los ríos han sido uno de los agentes erosivos más eficaces, entre ellos el Tajo. Prueba de ello es el profundo cañón que el río, haciendo honor a su nombre, ha labrado en las calizas y dolomías. También son de gran importancia los barrancos y hoces de los ríos Hoz Seca, Cabrillas, Bullones, Gallo, Arandilla y Salado.

En el Cuaternario se han formado la mayoría de los rasgos del relieve que hoy vemos en el Alto Tajo: cañones fluviales, cárcavas, cuevas, dolinas, tobas, lagunas, parameras, etc., y formaciones periglaciares como pedreras y turberas. También en este periodo geológico ha sido cuando el hombre prehistórico comenzó a ocupar esta región, en la que coexistió con animales hoy extinguidos.



FIGURA 26. Reconstrucción de la fauna existente en las proximidades de la Cueva de los Casares hace aproximadamente 14.000 años, cuando el hombre prehistórico habitaba esta zona (dibujo de Mauricio Antón).

En el Cuaternario se han alternado épocas de climas similares al actual, con otras mucho más frías. En los periodos de glaciación vivieron en el Alto Tajo animales adaptados al frío, como mamuts, rinocerontes lanudos, castores o marmotas. Pero también otras especies de épocas más cálidas como leones de las cavernas, y animales antepasados de los actuales caballos, hienas y leopardos. Todo ésto lo sabemos porque los paleontólogos han encontrado sus restos fósiles y porque el hombre prehistórico los grabó hace entre 14.000 y 10.000 años en las paredes de las cuevas, como la Cueva de los Casares (Riba de Saelices). Son, o mejor dicho, somos los últimos habitantes de una región cuya historia geológica comenzó nada menos que hace varios cientos de millones de años, y a la que le queda todavía una larga historia por delante. ●

SI QUIERES SABER MAS SOBRE ESTE EPISODIO...

...Cualquier lugar del Parque Natural que visites te estará dando información sobre el Cuaternario. Pero los lugares más interesantes serán aquéllos que te permitan observar el trazado del río Tajo, como el mirador de Zaorejas (Geo-ruta 4), el Hundido de Armallones (Geo-ruta 1) o la pista que recorre el Tajo (Geo-ruta 7). También es interesante acercarse a ver algunos de los espectaculares edificios travertínicos, ya sea en La Escaleruela (Geo-ruta 4), el Puente de San Pedro (Geo-ruta 4) o la Aguaspeña (Geo-ruta 8), entre otras. En la Geo-ruta 9 encontraremos buenos ejemplos de pedreras y de turberas, originadas durante el Cuaternario.

Es muy recomendable la visita al interior de la Cueva de los Casares (Geo-ruta 2), a un par de kilómetros de Riba de Saelices, para la cual es necesario reservar hora con antelación, a través de la Delegación Provincial de Cultura.





4

CAPÍTULO

GEOMORFOLOGÍA DEL ALTO TAJO



4. GEOMORFOLOGÍA DEL ALTO TAJO



Panorámica de la Hoz del Tajo desde el mirador de Zaorejas.

El paisaje geológico del Alto Tajo

Los elementos geológicos constituyen el almacén del paisaje, el soporte sobre el que se desarrolla la vida y sobre el que el hombre lleva a cabo sus actividades. Conocer la resistencia y composición de las rocas, los procesos geológicos que actuaron y actúan hoy en día, el clima, los usos que el hombre ha dado al suelo y otros factores, permiten entender mejor el paisaje de una región. La geomorfología es la rama de la geología que se dedica al estudio de las formas del relieve, así que su conocimiento es fundamental para identificar las líneas maestras del paisaje del Alto Tajo.

La diversidad geomorfológica del Alto Tajo es excepcional. En el Parque Natural podemos encontrar gran variedad de elementos del terreno con diferentes orígenes, ya sea la acción fluvial, la disolución de las rocas, procesos gravitatorios que actúan en las laderas, la repetición de ciclos de hielo-deshielo, etc. Lagunas, pedreras, dolinas, cuevas, hoces, cañones, torreones, páramos, amplios fondos de valle, travertinos (tobas calcáreas) y un sinfín de formas del terreno se reparten por la superficie del Parque Natural.



Maqueta que muestra las formas kársticas presentes en el Alto Tajo. Centro de Interpretación del Parque Natural “Dehesa de Corduente”.

Para describir los elementos geológicos más representativos del Parque Natural, se han agrupado en función de su origen, con el fin de que sea más fácil entender cómo se formaron. Además, el capítulo de las Geo-Rutas contiene información complementaria y la descripción de otros elementos geomorfológicos singulares.

Los elementos de origen fluvial presentan un importante desarrollo en el Parque Natural. De hecho, el río Tajo es el elemento vertebrador de este espacio protegido y por eso le da nombre. El río Tajo y sus afluentes forman una intrincada red de cursos fluviales que, a menudo, están profundamente encajados (de ahí la palabra ‘tajo’), dando lugar a espectaculares barrancos, hoces y cañones que suman más de cien kilómetros de recorrido. Pero el conjunto de elementos fluviales del Parque muestra una amplia diversidad, con sectores profundamente encajados frente a amplios valles, tramos lineales que alternan con marcados meandros y repentinos cambios de dirección en el río, o cascadas frente a remansos, todo ello condicionado por la geología. Además, destaca la existencia de lagunas y turberas, elementos relacionados con la dinámica



4. GEOMORFOLOGÍA DEL ALTO TAJO



Laguna de la Salobreja (Orea), ubicada en el fondo de una depresión kárstica.

fluvial y caracterizados por su alto valor ecológico, cuya descripción se incluye en el capítulo de las Geo-rutas.

Observando los diferentes sectores del río Tajo, podremos obtener información acerca de la resistencia de las rocas por las que discurre, la existencia de fallas o pliegues, cómo evolucionan las laderas y paredes que delimitan el cañón, qué caminos recorre el agua subterránea o los procesos



que actúan en el progresivo encajamiento del río, lo que proporciona otra dimensión a nuestra visita al Parque Natural.

Otros elementos que adquieren especial relevancia en el Parque por su desarrollo son los de origen kárstico. Con la palabra karst se denomina al conjunto de procesos, formas del terreno y paisajes relacionados con la disolución y precipitación de las rocas. El karst es típico de aquellos lugares donde afloran rocas con alta capacidad de disolución, como las calizas, dolomías o yesos, y donde la circulación de agua, superficial o subterránea, permite su disolución. Pero para que la disolución y precipitación sean eficaces y el karst alcance un desarrollo importante no sólo es necesaria la presencia de rocas solubles; también es determinante la participación de otros factores, como la disponibilidad de agua en forma de lluvia y nieve, la temperatura ambiental y del agua, o la fracturación de las rocas.

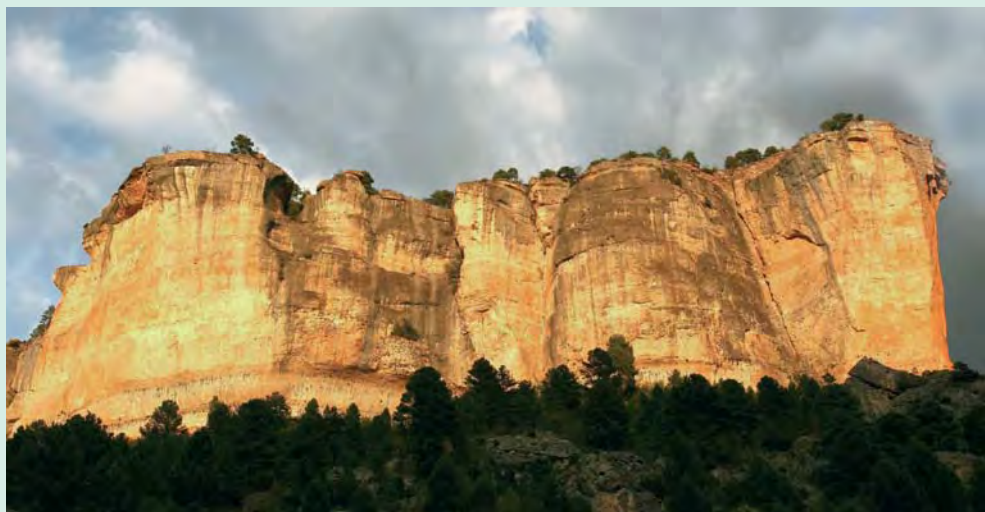
La palabra karst procede de Eslovenia, donde este tipo de modelado alcanza un espectacular desarrollo. También tienen origen esloveno algunas palabras utilizadas para denominar a las formaciones de origen kárstico que, por eso, tienen nombres tan raros como *poljés* o *kamenitzas*.

El desarrollo de procesos kársticos está desigualmente presente en el Alto Tajo, dependiendo de los factores que favorecen y condicionan su formación, fundamentalmente la presencia de agua. En principio, los elementos kársticos pueden dividirse en dos grandes grupos: los formados por la disolución de las rocas y los originados por la precipitación del carbonato cálcico. Además, los hay superficiales y subterráneos (denominados exo o endokársticos). De todos ellos hay excelentes ejemplos en el Parque Natural.

Entre los elementos formados por efecto de la disolución de las rocas, destacan las dolinas (torcas), *poljés*, megalapiaces (llamados popularmente ‘ciudades encantadas de roca’) y las cavidades (cuevas y simas). Por otro lado, entre los formados por la precipitación destacan los travertinos (tobas calcáreas) que, en el Alto Tajo, alcanzan un desarrollo espectacular. Y, aunque no muy abundantes, también existen en el Alto Tajo algunas formas de precipitación subterránea denominadas espeleotemas, como son las estalactitas, estalagmitas, columnas, coladas y otras.

Otro grupo importante de elementos geológicos presentes en el Alto Tajo son las formas típicas de vertientes y laderas. Estos procesos actúan conjuntamente con otros, como la erosión fluvial, kárstica, etc., definiendo los rasgos geomorfológicos que caracterizan el paisaje del Alto Tajo.

A continuación se describen los elementos geomorfológicos más representativos del Parque Natural, pero no son los únicos: en el capítulo de las Geo-rutas (capítulo 5 de esta guía) se han descrito otros elementos singulares.



Escarpes calcáreos del cañón del Tajo en Peralejos de las Truchas.

CAÑÓN FLUVIAL DEL RÍO TAJO

Elemento de origen fluvial

Es el elemento principal del Parque Natural y a lo largo de su recorrido presenta aspectos muy distintos. En algunos lugares posee un trazado rectilíneo, frente a otras zonas de recorrido sinuoso y meandriforme; también se alternan tramos profundamente encajados que dan lugar a auténticos cañones, en contraste con zonas anchas con amplias vegas. Hay tramos con aguas rápidas y turbulentas, alternando con sectores de aguas tranquilas. Si, además, tenemos en cuenta cómo cambia el aspecto de la vegetación en las riberas y orillas en cada estación, el cañón del Tajo se convierte en un paisaje en continuo cambio, en el cual la geología juega un importante papel.

Aunque las rocas calcáreas presentes en las paredes del cañón se depositaron hace más de cien millones de años, el cañón se formó en épocas mucho más recientes, durante el Cuaternario. Tanto es así, que el encajamiento del río se puede considerar como uno de los episodios más recientes de la dilatada historia geológica del Alto Tajo (episodio 6 del capítulo 3 de esta guía).

El cañón del Alto Tajo se encaja, principalmente, en rocas carbonáticas: calizas, dolomías y margas. Por ello, al poder erosivo del río hay que sumar la capacidad que tiene el agua para disolver ciertos tipos de rocas, en este caso de naturaleza calcárea. Su formación, por tanto, responde a un origen mixto, denominado fluvio-kárstico, ya que combina estos dos procesos: la erosión mecánica y la disolución.



El recorrido del cañón muestra el poder erosivo del río, que aprovecha la presencia de fallas o de rocas más fácilmente erosionables para hacer más eficaz su trabajo, y los procesos de disolución kárstica que actúan en el cauce y en las laderas del cañón. El propio trazado del río responde a la presencia de fallas y otras estructuras tectónicas que facilitan el avance del río y el progreso de su acción erosiva, de manera que casi siempre la tectónica aporta las claves para entender por qué un tramo del río es más lineal, por qué

hay cascadas y saltos de agua, o por qué el río traza un marcado giro y cambia de dirección. Por otro lado, las paredes rocosas del cañón sirven como privilegiados escaparates que muestran la disposición de las rocas, permitiéndonos observar pliegues y fallas que serían difíciles de contemplar de otra manera, como ocurre con el espectacular pliegue del Hundido de Armallones. Los geólogos utilizan estos lugares idóneos para la observación, con el fin de descifrar los procesos que han actuado a lo largo del tiempo y así reconstruir la historia geológica del lugar.



Maqueta del cañón del Tajo expuesta en el Centro de Interpretación de la Dehesa de Corduente.

La morfología del cañón refleja las diferentes características de las rocas que lo forman. Así, en algunos lugares los escarpes están formados por estrechos bancos de caliza que asemejan un enladrillado, mientras que en otros son anchos estratos de más de 20 metros de espesor que originan paredes verticales e incluso, a veces, presentan un perfil extraplomado, como ocurre en las cercanías de Peralejos de las Truchas. Por el contrario, donde aparecen rocas menos consistentes (como margas y arenas), el valle del Tajo presenta un perfil transversal con laderas de menor pendiente, cubiertas por vegetación.

¿Dónde visitarlo en el Parque Natural del Alto Tajo?

Un tramo espectacular del cañón y fuertemente encajado es el Hundido de Armallones (Geo-ruta 1). También podemos contemplar el cañón desde el mirador de Zaorejas (Geo-ruta 4), o en la pista que recorre el Tajo en varios tramos (Geo-rutas 4 y 7), desde el Puente de San Pedro, en Zaorejas, hasta el Puente del Martinete, en Peralejos de las Truchas.

¿SABIAS QUE...

...El Tajo presenta interés en muchos tramos de su recorrido. En Portugal existe un Geoparque llamado Naturtejo (www.naturtejo.com), en el que se desarrollan numerosas actividades culturales, didácticas y recreativas, que tienen a la geología de este sector del río Tajo como protagonista.



Escarpes en el cañón del Arandilla.

OTROS BARRANCOS Y HOCES FLUVIALES

Elemento de origen fluvial

El curso alto del río Tajo se caracteriza por formar una intrincada red de cañones y hoces fluviales labrados sobre diferentes tipos de rocas.

Un cañón fluvial es un tramo de río delimitado por vertientes abruptas con fuertes desniveles e incluso escarpes verticales. El río aprovecha fracturas que afectan a las rocas que forman el sustrato y las laderas del cañón, y el aspecto y desarrollo de estas vertientes depende en gran medida del tipo de roca existente. Con la palabra hoz se suele denominar, de manera popular, un cañón fluvial que sigue un trazado sinuoso con numerosas curvas llamadas meandros.

Entre los cañones fluviales presentes en el Alto Tajo destacan los originados por los ríos Gallo y Arandilla, en los barrancos de la Hoz y del Montesino, respectivamente. En ambos casos, un hoy apacible río ha excavado una espectacular hoz sobre las areniscas y conglomerados rojizos del Triásico inferior. La erosión fluvial, junto con diferentes procesos de evolución de vertientes o laderas, han ido labrando a lo largo de miles de años estos barrancos, dando lugar a dos de los enclaves más singulares y bellos del Parque Natural.

La característica principal y que más llama la atención en los cañones fluviales de la Hoz y del Arandilla es el color rojizo y el aspecto escalonado de sus paredes. Esto se debe a que las paredes del cañón están formadas por capas o estratos de roca con diferente dureza que presentan distinta resistencia a la erosión, originándose multitud de entrantes y salientes, repisas y zonas hundidas. Son frecuentes los desprendimientos de bloques, así como la formación de monolitos y torres. Estas características hacen que las paredes del barranco sean un lugar ideal para la nidificación de aves rupícolas, además de generar hábitats especiales para el crecimiento y desarrollo de especies vegetales y animales, en muchos casos protegidas.

Otros cañones fluviales destacados en el Alto Tajo son los producidos por los ríos Hoz Seca, Cabriillas, Bullones y Ablanquejo. A diferencia de los anteriores, éstos se desarrollan mayoritariamente



sobre rocas carbonáticas (calizas, dolomías y margas), con unas características morfológicas distintas. Al igual que ocurre en el cañón del Tajo, estas hoces se originan por la combinación de procesos de erosión fluvial y de karstificación pero, al ser ríos de menor caudal, los procesos fluviales presentan menor desarrollo. Un caso excepcional es el cañón del río Hoz Seca que, además de formar parte de un complejo sistema kárstico, presenta un cañón de grandes dimensiones. Y es que este río posee un gran caudal, sobre todo en su tramo inferior, lo que ha dado origen al dicho popular: 'el Tajo lleva la fama y el Hoz Seca el agua'.

La mayoría de estos cañones se originan sobre calizas y dolomías tableadas (con capas de espesores métricos a decimétricos), lo que origina valles con paredes verticales y, en algunos casos, escalonadas o en forma de graderío. Los procesos de disolución kárstica suelen ser frecuentes, dando lugar a la formación de cuevas o relieves ruñiformes. Por último, es fácil ver en las paredes de los barrancos llamativos pliegues y fallas producidos por las fuerzas tectónicas.



Barranco del Cubillo (Checa), labrado en rocas calcáreas.

¿Dónde encontrarlos en el Parque Natural del Alto Tajo?

Puedes visitar los cañones fluviales formados sobre areniscas y conglomerados del Barranco del Montesino o del Arandilla (Geo-ruta 3) y del Barranco de la Hoz (Geo-ruta 5). Para conocer hoces sobre rocas carbonáticas, además del cañón del Tajo ya descrito, puedes visitar la Hoz Seca, en Checa, las hoces del Cabrillas, en Megina y Taravilla, o las hoces del Ablanquejo, en Huertaherrando y Canales del Ducado, entre muchas otras.



DOLINAS Y UVALAS (TORCAS)

Elemento de origen kárstico

Popularmente conocidas con el nombre de ‘torcas’, las dolinas son depresiones cerradas de contornos subcirculares y dimensiones variables, que oscilan de algunos metros cuadrados a varias hectáreas. Se forman por la progresiva disolución de calizas y dolomías o por el hundimiento de cavidades cercanas a la superficie. También pueden originarse por la disolución de yesos, aunque este último caso no está presente en el Alto Tajo.

En función de su origen, las dolinas pueden presentar bordes suaves o escarpados, así como fondos planos o en forma de embudo, y encontrarse estacional o permanentemente inundadas. Las dolinas a menudo sirven de embudo y colector de aguas superficiales que se introducen bajo tierra, alimentando la circulación de las aguas subterráneas. Las uvalas se forman por la unión (coalescencia) de varias dolinas cercanas, dando lugar a una depresión más o menos extensa, con forma lobulada.



FIGURA 27. Esquema de la formación de una uvala, por la unión de dos dolinas.

Las dolinas y uvalas pueden presentarse aisladas o en conjuntos, formando lo que los geólogos denominan ‘campos de dolinas’. Éstos suelen estar asociados a alineaciones (fracturas, ejes de plegamiento, etc.) a lo largo de los cuales se ve favorecida la disolución de las rocas calcáreas. La fracturación de las rocas es, por tanto, un factor fundamental que condiciona el desarrollo de las dolinas y uvalas, y de muchos otros rasgos kársticos.

¿Dónde encontrarlas en el Parque Natural del Alto Tajo?

Las dolinas son abundantes en las parameras de Zaorejas y Villanueva de Alcorón (Geo-ruta 6). Desde la carretera que une ambas localidades podrás ver varias.

¿SABÍAS QUE...

...Muchas dolinas y uvalas del Alto Tajo tienen en su fondo la entrada de una cavidad que conecta las formas kársticas superficiales y subterráneas, cuyo origen está estrechamente relacionado.



POLJÉS

Elemento de origen kárstico

Un *poljé* es una amplia depresión de fondo plano, formada por efecto de la disolución y condicionada frecuentemente por la tectónica. A simple vista parece un valle fluvial o una planicie, pero se diferencia de éstos en que el *poljé* es una depresión cerrada, como una enorme dolina pero donde las aguas son drenadas subterráneamente. En su formación se combinan factores relacionados con la composición de las rocas y su susceptibilidad a la disolución, así como con la presencia de pliegues y fallas y otros tipos de discontinuidades tectónicas.

Su fondo plano está cubierto, a menudo, por arcillas de descalcificación (residuo sólido insoluble) que conservan bien la humedad, por lo que con frecuencia en dichos fondos se emplazan cultivos o praderas naturales. Los *poljés* poseen laderas escarpadas o suaves y, en ocasiones, un pequeño curso de agua estacional circula por su fondo hasta llegar a un sumidero, denominado '*ponor*', donde el agua se infiltra y pasa a circular por galerías subterráneas. En el fondo de los *poljés* a veces quedan relieves residuales, llamados '*hums*'.

En los *poljés* el nivel freático suele estar próximo a la superficie, lo que hace que en determinadas épocas del año se inunden dando lugar a extensas lagunas poco profundas. En el Alto Tajo esto no es habitual, pero sí la formación de pequeñas zonas encharcadas que no ocupan todo el fondo del *poljé*, pero que dan lugar a la formación de pequeñas lagunas.

¿Dónde encontrarlos en el Parque Natural del Alto Tajo?

Hay varios *poljés* en el Parque Natural, pero uno de los más accesibles e interesantes es el del Cubillo (Geo-ruta 8), en Checa. En él podrás ver algunas lagunas estacionales que se forman en su interior y el sumidero (*ponor*) que recoge la circulación del agua superficial.



Fondo del poljé del Cubillo, cerca de Checa.

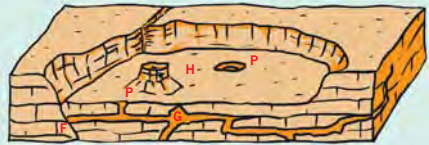


FIGURA 28. Representación de la formación de un poljé y elementos habituales en ellos. H: relieve residual o hum, P: sumidero o ponor, G: galerías subterráneas, F: falla.



Los callejones de los megalapiaces pueden llegar a ser muy estrecho y largos.

LAPIACES Y MEGALAPIACES (‘CIUDADES ENCANTADAS’)

Elemento de origen kárstico

Un lapiaz es un conjunto de acanaladuras y oquedades, con frecuencia de varios centímetros de longitud y profundidad, que se forman en las rocas solubles (de composición carbónica o salina) debido a procesos de disolución. En el Alto Tajo prácticamente la totalidad de los lapiazes se desarrollan sobre calizas y dolomías. Cuando los procesos de disolución actúan a gran escala, afectando a una extensión y un espesor de rocas notables durante un tiempo prolongado, el lapiaz puede adquirir dimensiones considerables, dando lugar a lo que se denomina un megalapiaz. Debido a su aspecto laberíntico y a las caprichosas formas que adquieren las rocas, estos megalapiaces son conocidos popularmente con el nombre de ‘ciudades encantadas de roca’.

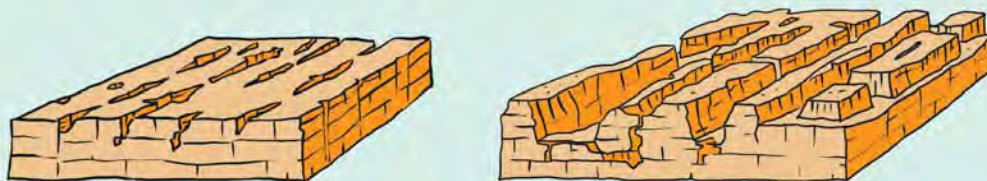


FIGURA 29. Esquema de la evolución de un lapiaz. En una primera etapa (izquierda) el agua va agrandando por disolución una serie de fracturas o líneas de debilidad, formándose una serie de surcos alargados. Según va evolucionando el karst (derecha), los surcos se van ensanchando formando pasillos y callejones que, al agrandarse, terminan uniéndose, creando un paisaje laberíntico.

Los megalapiaces son relieves de aspecto ruiniforme, en los que unos pocos restos de roca quedan como testigos de la formación rocosa desaparecida por efecto de la erosión y disolución. Los bloques de roca adquieren formas de ‘tormos’ o ‘setas’ (más estrechos en la base y anchos en la parte superior), torreones y puentes de roca, mientras que los pasillos o callejones que independizan los bloques de roca se denominan ‘bogaces’.

La fracturación de las rocas es un factor fundamental para el desarrollo de cualquier tipo de lapiaz, pero especialmente en el caso de los megalapiaces. Cuando visitamos una de estas ciudades encantadas, podemos observar cómo muchos de los callejones que independizan bloques de roca tienen direcciones paralelas, indicándonos las direcciones de fracturación en las que la disolución es más eficaz.

¿Dónde encontrarlos en el Parque Natural del Alto Tajo?

Curiosamente, en el Alto Tajo no son muy abundantes ni los lapiazes ni los megalapiaces, pero se pueden encontrar magníficos ejemplos de estos últimos en las parameras de la Hoya del Espino (Geo-ruta 6), en Peñalén. También en las cercanías de la Sima de Alcorón, pero escondidos entre el pinar, siendo algo difíciles de localizar.

¿SABIAS QUE...

...Las ciudades encantadas del Alto Tajo constituyen relieves que, aunque están en parte activos, son reflejo de procesos que actuaron con más intensidad en el pasado. Incluso gran parte del modelado, especialmente los pasillos o bogaces, se produjeron bajo una capa de suelo, que luego fue arrastrado por la erosión, dejando al descubierto este caprichoso relieve.



TRAVERTINOS (TOBAS CALCÁREAS)

Elemento de origen kárstico

Los elementos kársticos descritos hasta ahora son producto fundamentalmente de la disolución. Sin embargo, los travertinos, también conocidos como tobas calcáreas, son rocas formadas por la precipitación del carbonato cálcico en condiciones subaéreas, asociadas a aguas que han circulado a través de rocas carbonáticas.

Las tobas calcáreas pueden formar acumulaciones de gran espesor y, por ello, a menudo se habla de edificios travertínicos o edificios tobáceos. Si la circulación de agua es permanente, el crecimiento del travertino es continuo, como ocurre en la cascada del Campillo, la fuente de Las Tobas o en la toba de La Aguaspeña. Sin embargo, si el flujo de agua es estacional, el travertino crece año tras año coincidiendo con la temporada húmeda, precipitando el carbonato cálcico sobre las tobas ya formadas el año anterior. Este caso lo podemos ver en algunos lugares como el barranco del Ciño Negro o la cascada de la Escaleruela.

Las tobas o travertinos en el Alto Tajo corresponden, fundamentalmente, a terrazas y cascadas. Cuando las terrazas travertínicas están asociadas al encajamiento de un río, dan lugar a



Edificio travertínico del Campillo, con formación de tobas calcáreas de cascada.

una serie de edificios tobáceos escalonados relativamente extensos y de techo plano. El río, a medida que se va encajando en el valle, hace que el nivel descienda dejando la toba colgada y permitiendo la formación de un nuevo travertino en un nivel topográfico más bajo. Un ejemplo muy claro lo tenemos en los edificios travertínicos del Puente de San Pedro, visibles desde el Mirador de Zaorejas. Cada uno de los escalones o terrazas travertínicas corresponden a un nuevo encajamiento del río Tajo. Por otro lado, los travertinos en cascada son aquellos asociados a un salto de agua. Generalmente presentan forma de visera.

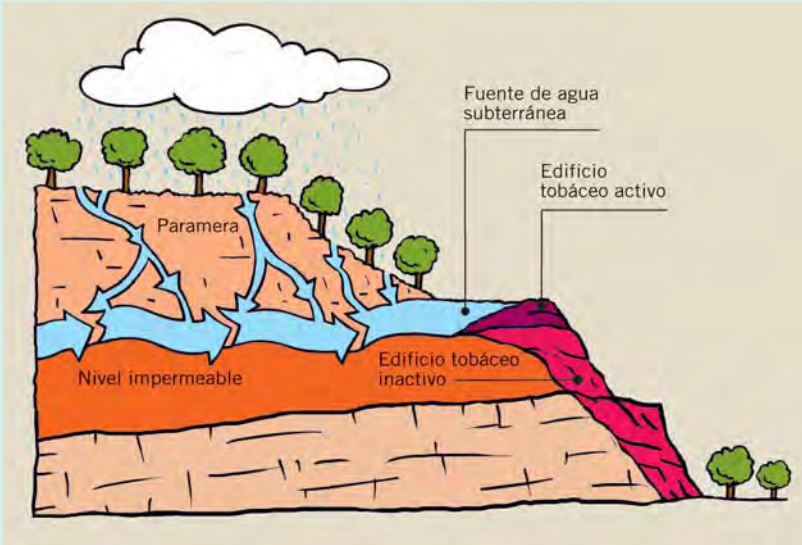


FIGURA 30. Esquema de la formación de un determinado tipo de travertinos: el agua infiltrada en el subsuelo encuentra un nivel impermeable y, al no poder seguir infiltrándose, sale a la superficie en una surgencia o manantial. Al salir, precipita el carbonato cálcico contenido en el agua, formándose la toba.

Un caso particular de formación de travertinos son los que se generan transversalmente a los cauces de ríos y arroyos de aguas carbonatadas. A veces se originan represas naturales por la acumulación de restos vegetales en el cauce del río, sobre el que precipita el carbonato cálcico disuelto en el agua. El resultado es un pequeño dique que, poco a poco, va creciendo en altura y espesor, dando al río un aspecto escalonado con pequeñas lagunillas naturales de menor o mayor tamaño. Puedes ver un ejemplo en el río Arandilla, cerca de la ermita del Montesino.

¿Dónde encontrarlos en el Parque Natural del Alto Tajo?

Los travertinos alcanzan un excepcional desarrollo en el Alto Tajo, sobre todo los que dan lugar a cascadas. Algunos ejemplos los encontramos en La Escaleruela y en el Puente de San Pedro (Geo-ruta 4), en el entorno de la Laguna de Taravilla (Geo-ruta 7) y en el Hundido de Armallones (Geo-ruta 1). Es muy recomendable la visita a La Aguaspeña, en Checa (Geo-ruta 8), donde el Ayuntamiento ha instalado una pasarela que permite recorrer el travertino.



Carbonato cálcico recubriendo raíces y tallos de la vegetación.



Laguna de Taravilla o de La Parra, la más extensa del Parque Natural.

LAGUNAS

Elemento de origen kárstico

Las pocas lagunas presentes en el Parque Natural tienen orígenes diferentes, aunque todos ellos están ligados a procesos kársticos. De una forma u otra, dichos procesos son los causantes de la depresión en que se asienta la laguna, del origen del agua que la alimenta, o de la represa o dique causante de que el agua se embalse.

La laguna más importante del Parque Natural es la de Taravilla o laguna de La Parra, con una superficie de 2,1 hectáreas y una

profundidad de unos 13 metros. Esta laguna está alimentada por aguas subterráneas y superficiales. Una barrera de travertinos (tobas) hace de represa y da lugar, en época de crecida, a una bonita cascada.

La laguna de La Salobreja, en Orea, se sitúa en una gran depresión de origen kárstico. Al asentarse sobre una formación rocosa con alto contenido en sales y yesos (Keuper, ver página 48), el agua es rica en sales, lo que da nombre a la laguna.

Por último, en el Alto Tajo se encuentran tres tipos más de lagunas de origen kárstico: las formadas en el interior del *poljé* del Cubillo (ver descripción en la parada 7 de la Geo-ruta 8); una pequeña lagunilla de aguas turquesas formada en la cabecera del barranco de Ciño Negro, asociada a un manantial de agua subterránea, y la laguna de Valtablado del Río, muy próxima a esta localidad, que ocupa el fondo de una dolina.

¿Dónde encontrarlos en el Parque Natural del Alto Tajo?

La Geo-ruta 7 comienza junto a la Laguna de Taravilla. La Geo-ruta 4 visita la pequeña laguna situada en el Barranco de Ciño Negro, en Zaorejas. Y la Geo-ruta 9 y la Ruta de senderismo nº11 visitan la Laguna de La Salobreja, cerca de Orea. También puedes visitar la pequeña laguna de origen kárstico de Valtablado del Río.



CAVIDADES KÁRSTICAS (SIMAS Y CUEVAS)

Elemento de origen kárstico

Las formas kársticas también se desarrollan en el subsuelo. Es lo que se denomina endokarst, y las cavidades del Alto Tajo, muy abundantes, constituyen un buen ejemplo de ello.

Las cavidades se forman por el paulatino ensanchamiento de conductos subterráneos al circular agua por ellos. La disolución de la roca carbónica, junto con el colapso y arrastre de material, es lo que provoca el progresivo crecimiento de la cavidad. Esta disolución se realiza a favor de líneas y planos de discontinuidad o debilidad de la roca que, poco a poco, van agrandándose hasta dar lugar a una serie de conductos que llegan a formar una auténtica red de galerías subterráneas. Por lo tanto, la fracturación es también un factor esencial en el desarrollo del endokarst.



A veces pequeños agujeros en la superficie del suelo, esconden cavidades con más de 150 metros de profundidad.

A menudo se distingue entre cavidades con desarrollo mayoritario de galerías horizontales, llamadas cuevas, y cavidades con desarrollo vertical, llamadas simas. Un ejemplo de las primeras es la cueva del Tornero, cerca de Checa. Esta cavidad es la más importante de toda la provincia de Guadalajara, con más de 11 km de recorrido explorado. En sus largas galerías se pueden observar numerosas estalactitas y estalagmitas. También son importantes la cueva de los Casares, en la Riba de Saelices, y la cueva de la Hoz, en Santa María del Espino, ambas con acceso restringido por albergar en su interior valiosos grabados rupestres del Paleolítico. Pero la cavidad más accesible del Parque Natural es la Sima de Alcorón, acondicionada para su visita (aunque es necesario llevar linterna). Al ser una sima, su desarrollo es fundamentalmente vertical. Cerca de ella se encuentran otras simas que incluso superan los 200 metros de profundidad. Son auténticos ‘pozos naturales’ que los pastores de la zona cubrían con ramas para evitar que las ovejas cayeran al interior.

¿Dónde encontrarlas en el Parque Natural del Alto Tajo?

Ya se ha comentado que son muchas las cavidades del Alto Tajo, pero la mayoría de ellas requieren equipamiento especial para recorrerlas. Aún así, puedes visitar una sima en el área recreativa de la Sima de Alcorón (Geo-ruta 6, parada 1), donde unas escaleras permiten el acceso, siendo recomendable llevar una linterna y ropa de abrigo.

Para visitar la cueva del Tornero, a no ser que se disponga de material específico y experiencia, se recomienda contratar los servicios de alguna de las empresas de turismo activo que operan en el Parque.



El río de piedras del arroyo del Enebral, cerca de Orea.

PEDRERAS Y RÍOS DE BLOQUES

Elemento de evolución de vertientes

En las laderas de las montañas de la zona de La Sierra del Alto Tajo es frecuente encontrar acumulaciones de bloques de rocas, generalmente pizarras y cuarcitas. Popularmente se denominan canchales, pedreras o pedrizas, si bien el término técnico utilizado es el de coluvión. Esta acumulación de materiales se debe a la caída o desprendimiento directo de las rocas desde los crestones rocosos próximos, o a la presencia de bloques de roca que han sufrido un cierto transporte y que terminan por depositarse al pie de los relieves.



Vista lateral del arroyo del Enebral.

Un tipo de coluvión presente en el Alto Tajo son los ríos de bloques o corrientes de bloques, popularmente conocidos como ‘ríos de piedras’. Se forman por la acumulación de bloques de cuarcita que recubren el fondo de un valle estrecho de montaña. Los presentes en la sierra de Orea son formas periglaciares relictas, es decir, inactivas, reflejo de un periodo más frío que el actual. De hecho casi todas estas morfologías presentes en la Sierra tienen una orientación norte, donde el efecto del frío es más intenso.

La fragmentación de la roca madre original en bloques se debe fundamentalmente a la sucesión de ciclos de hielo-deshielo, como los que se dan entre el día y la noche. El agua se infiltra en pequeñas grietas entre los bloques de roca y, al congelarse, aumenta su volumen, formándose una cuña de hielo que termina por romper la dura roca. La repetición de este proceso miles de veces provoca la rotura del bloque en otros más pequeños.

¿Dónde encontrarlos en el Parque Natural del Alto Tajo?

Puedes visitar el río de bloques del arroyo del Enebral, sobre cuarcitas, en las proximidades de Orea (Geo-ruta 9, parada 1). Probablemente sea uno de los mejores de Castilla-La Mancha.

¿SABIAS QUE...

...El espesor máximo de la acumulación de bloques en el río de piedras de Orea no supera los cuatro metros. Por su fondo, en el contacto entre los bloques y el suelo, discurren arroyos de agua que, en períodos húmedos, pueden oírse cuando se camina sobre los bloques.



Desprendimiento reciente en las proximidades de Torete.

DESPRENDIMIENTOS

Elemento de evolución de vertientes

Debido a que el Alto Tajo cuenta con más de 100 km de cañones y barrancos, los desprendimientos y caídas de bloques son relativamente frecuentes. Las paredes de los cañones están formadas por capas de roca de distinta composición y dureza, que responden de diferente manera a la erosión. Cuando ésta actúa con mayor intensidad sobre la base de una pared de roca, o sobre capas más blandas, provoca que se formen viseras y escarpes en voladizo. Si este proceso continúa, la parte superior del escarpe se vuelve inestable y cae, tapizando la ladera de bloques de roca que antes formaban el escarpe. Esto provoca lo que se denomina ‘caos de bloques’, ya que confiere a la ladera un aspecto caótico, al quedar cubierta de bloques de roca de diferente tamaño. A estos depósitos se les denomina, de manera general, coluviones. Cuando estos materiales aparecen ordenados en capas de distinta granulometría (dando lugar a una especie de estratificación) se denominan *grezes litées*, los cuales son bastante comunes en el Alto Tajo.

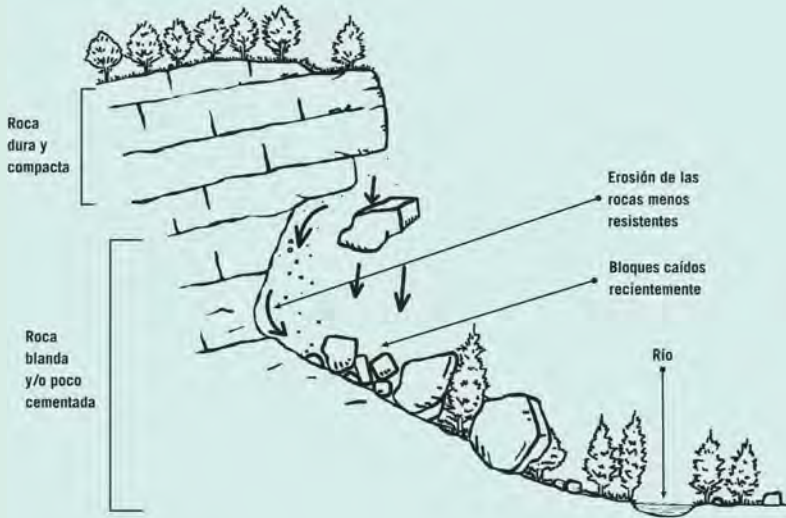


FIGURA 31.
Esquema de la formación de un coluvión como resultado del desprendimiento de la parte alta de las cornisas.

En el Alto Tajo los desprendimientos suelen ser de rocas calcáreas, areniscas y conglomerados, que son las rocas en las que los ríos han labrado profundos cañones. Algunos de estos desprendimientos son muy recientes, y nos muestran que la evolución geológica del Alto Tajo continúa hoy en día.

¿Dónde encontrarlos en el Parque Natural del Alto Tajo?

Uno de los desprendimientos más espectaculares del Parque Natural se sitúa en el Hundido de Armallones (Geo-ruta 1). Además, puedes contemplar caos de bloques al pie de los farallones del cañón del Tajo, visibles en la carretera de Peralejos de las Truchas al Puente de Martinete (Geo-ruta 7), a la entrada del Valle de Los Milagros (Geo-ruta 2), y en el camino a la Ermita del Montesino (Geo-ruta 3), entre muchos otros.



Cárcavas excavadas en arenas en las cercanías de Peñalén.

CÁRCAVAS

Elemento de evolución de vertientes

Conocidas también con el nombre de ‘terreras’. Se forman cuando, en las laderas formadas por materiales poco cohesionados (como es el caso de las arcillas o las arenas), se encajan numerosos regueros que ejercen una fuerte erosión lineal. El proceso se acelera cuando las precipitaciones son torrenciales y la vegetación escasa.

Las cárcavas dan lugar a una red de drenaje muy densa, pero poco profunda: un laberinto de regueros en una ladera. Estos terrenos poco consolidados adquieren así una topografía muy quebrada, con presencia de afilados interfluvios que separan vallejitos de pequeñas dimensiones que, frecuentemente, poseen fondos planos o en uve.



*Regueros labrados
en arenas.*

En su formación son determinantes cuatro factores: la intensidad de las precipitaciones, la cohesión de las rocas, la pendiente y la densidad de la cubierta de vegetación. Cuanto mayor es la pendiente de la ladera y más intensas las precipitaciones, y menor la cohesión de las rocas y la cobertura vegetal, las cárcavas adquieren un mayor desarrollo.

En el Alto Tajo se forman fundamentalmente sobre las arenas caoliníferas, en especial en aquellas zonas donde las actividades extractivas en distintos tiempos históricos y las explotaciones industriales más recientes, han eliminado la vegetación y han formado taludes con pendientes poco estables. Estas cárcavas resultan muy llamativas en campo, tanto por su morfología como por su colorido.

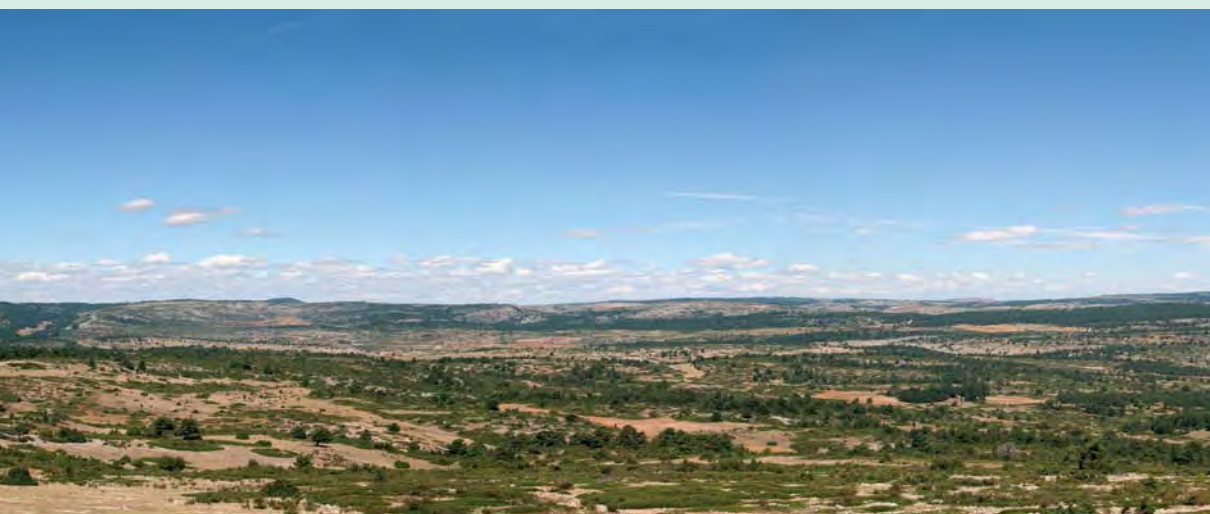
¿Dónde encontrarlas en el Parque Natural del Alto Tajo?

Las cárcavas más espectaculares y con mayor desarrollo del Parque Natural las podemos contemplar en la Muela de Ribagorda, en Peralejos de las Truchas, y en los alrededores de Peñalén (Georuta 6, parada 6).

¿SABIAS QUE...

...Debido a que los terrenos acarcavados son, con frecuencia, incultivables e intransitables, en inglés reciben el nombre de *bad-lands* o 'malas tierras'.

En Peralejos de las Truchas se pueden adquirir postales con formas erosivas de la cárcava de Ribagorda, lo que indica que existe una percepción de su alto valor estético y natural, y que constituye uno de los símbolos del municipio.



Paramera con pino silvestre y sabina rastrera en Sierra Molina (Checa).

PÁRAMOS O PARAMERAS

Elementos litológico-estructurales

Las parameras son amplias extensiones de relieve prácticamente horizontal que, a modo de mesetas, coronan la parte alta de muchos valles. En el Alto Tajo los páramos o parameras ocupan grandes extensiones, generalmente cubiertas de pinos, sabinas albares, sabinas rastreras o, cuando el suelo es más escaso (litosuelos), de matorral de cambrón y aliaga. El relieve horizontal se debe a que, casi siempre, las rocas calcáreas que forman las parameras se encuentran formando capas horizontales. En algunos casos, la erosión fluvial ha individualizado pequeños fragmentos de paramera (mesas), que reciben nombres como ‘muelas’ (por su similitud con las mismas, condicionada por el hecho de ser pequeños sinclinales colgados) y también ‘castillejos’, por su similitud con fortalezas.

Las parameras del Alto Tajo son de naturaleza carbonática (calizas y dolomías del Jurásico y Cretácico) y, en muchas de ellas, los procesos kársticos antes descritos tienen especial desarrollo. En ocasiones, las parameras pueden incluso estar intensamente horadadas por infinidad de simas, dolinas o lapiaces (en cuyo caso puede encontrarse el descriptivo topónimo de ‘palancares’, como en el área de Peñalén-Poveda). Tanto es así que, en algunas parameras, no hay valles bien definidos ni cursos de agua como tales, porque el agua de lluvia se infiltra en el subsuelo directamente por las cavidades y grietas, que actúan a modo de sumideros. Por ello, uno de los rasgos que me-



Por lo tanto, lo que define estas planicies es la ausencia de corrientes de agua en superficie. Por el mismo motivo, la intensa infiltración del agua es una característica que hace singulares a las parameras del Alto Tajo, ya que no todos los páramos presentan un desarrollo kárstico tan singular.

La ausencia de relieves, unido a que en muchas ocasiones la vegetación puede llegar a ser densa, hace que no sea fácil orientarse en las parameras. Por ello, adentrarse en estos espacios requiere cierta capacidad de orientación y mucha precaución.



Paisaje característico de las formaciones de sabinar rastrero en las parameras de Sierra Molina.

¿Dónde visitarlos en el Parque Natural del Alto Tajo?

Como se ha comentado, los páramos ocupan grandes extensiones en el Alto Tajo. El entorno de Zaorejas, Villanueva de Alcorón y Peñalén, son buenos lugares para conocer las parameras. Igualmente, en el sector noroccidental del Parque (Ablanque, Cobeta, Olmeda de Cobeta, etc.), encontramos grandes extensiones de sabinar de sabina albar sobre parameras.

¿SABIAS QUE...

...Debido a la ausencia de relieves que impidan la circulación del aire, las parameras son lugares muy expuestos a la acción del viento. Además, corresponden a zonas topográficamente elevadas y, por tanto, más frías que los fondos de los valles. De hecho, la definición original de páramo en el Diccionario de la Real Academia de la Lengua es la de un terreno yermo, raso y desabrigado, muy frío y desamparado. En las parameras de Molina de Aragón y Alto Tajo se han registrado algunas de las temperaturas mínimas históricas de España, cercanas a los -30°C . Pero también se han registrado aquí las mayores variaciones térmicas en un solo día, con más de 30° grados de diferencia entre el día y la noche.



MONOLITOS Y TORREONES

Elementos litológico-estructurales



Monolitos en arenisca en Chequilla.

La erosión, a menudo, da lugar a la formación de rocas con aspectos curiosos. Por eso es frecuente oír hablar de ‘ciudades encantadas’ o de ‘laberintos’ de roca. Un ejemplo son los monolitos, torreones y callejones que se forman en rocas como las areniscas, conglomerados, calizas o dolomías. La diferencia entre los formados en los diversos tipos de rocas, estriba en que los procesos que dan lugar a su formación son distintos. En rocas detríticas, como las areniscas y conglomerados, la formación de torreones y monolitos se debe a procesos erosivos, en los que se combinan la disgregación de la roca, con intervención de las raíces de las plantas, y la acción de arrastre del agua. En rocas carbonáticas, como las calizas y dolomías, el factor esencial en la for-

mación de los relieves es la disolución de las rocas (karstificación). Pero, tanto en unas como en otras, un factor determinante es la fracturación del macizo rocoso y la existencia en las rocas de líneas y planos de debilidad (diaclasas) por los que la erosión o la disolución progresa con mayor eficacia (ver figura 32).

Los monolitos y torreones son uno de los resultados más llamativos de estos procesos. Cuando en la zona coexisten dos o más sistemas de fracturación, la erosión progresa formando una red de pasillos con diversas direcciones que terminan por independizar bloques y torreones. Cuando predomina una dirección de fracturación, a favor de ella se generan altos torreones y largos farallones, en los que las aves rupícolas aprovechan para instalar sus nidos.

En las paredes de algunos de estos monolitos es posible encontrar unas curiosas oquedades que reciben el nombre de *taffoni*. Se trata de pequeños agujeros que se desarrollan en las paredes ro-



cosas como resultado de la lenta disgregación de los granos de mineral que componen la roca.

¿Dónde visitarlos en el Parque Natural del Alto Tajo?

Un magnífico ejemplo de monolito es El Huso, a la entrada del Barranco de la Hoz en Ventosa (Geo-ruta 5), o los Puntales de los Milagros, en el valle del mismo nombre en La Riba de Saelices (Geo-ruta 2). También son espectaculares los torreones de la ‘ciudad encantada de Chequilla’ (Geo-ruta 8), los de Peñas Rubias en Orea (Geo-ruta 9), o los presentes en el Barranco del Arandilla (Geo-ruta 3). Buenos ejemplos de *taffoni* se pueden observar en Chequilla (Geo-ruta 8) y en Orea (Geo-ruta 9).



FIGURA 32. Esquema de diaclasas y estratos.

Otros ejemplos en Castilla-La Mancha:

Los relieves sobre areniscas y conglomerados están muy bien desarrollados en diversos lugares de la región. La Sierra de Talayuelas (Cuenca) o el Monumento Natural de la Sierra de Caldereros (Guadalajara) son buenos ejemplos.



Taffoni desarrollados sobre areniscas.