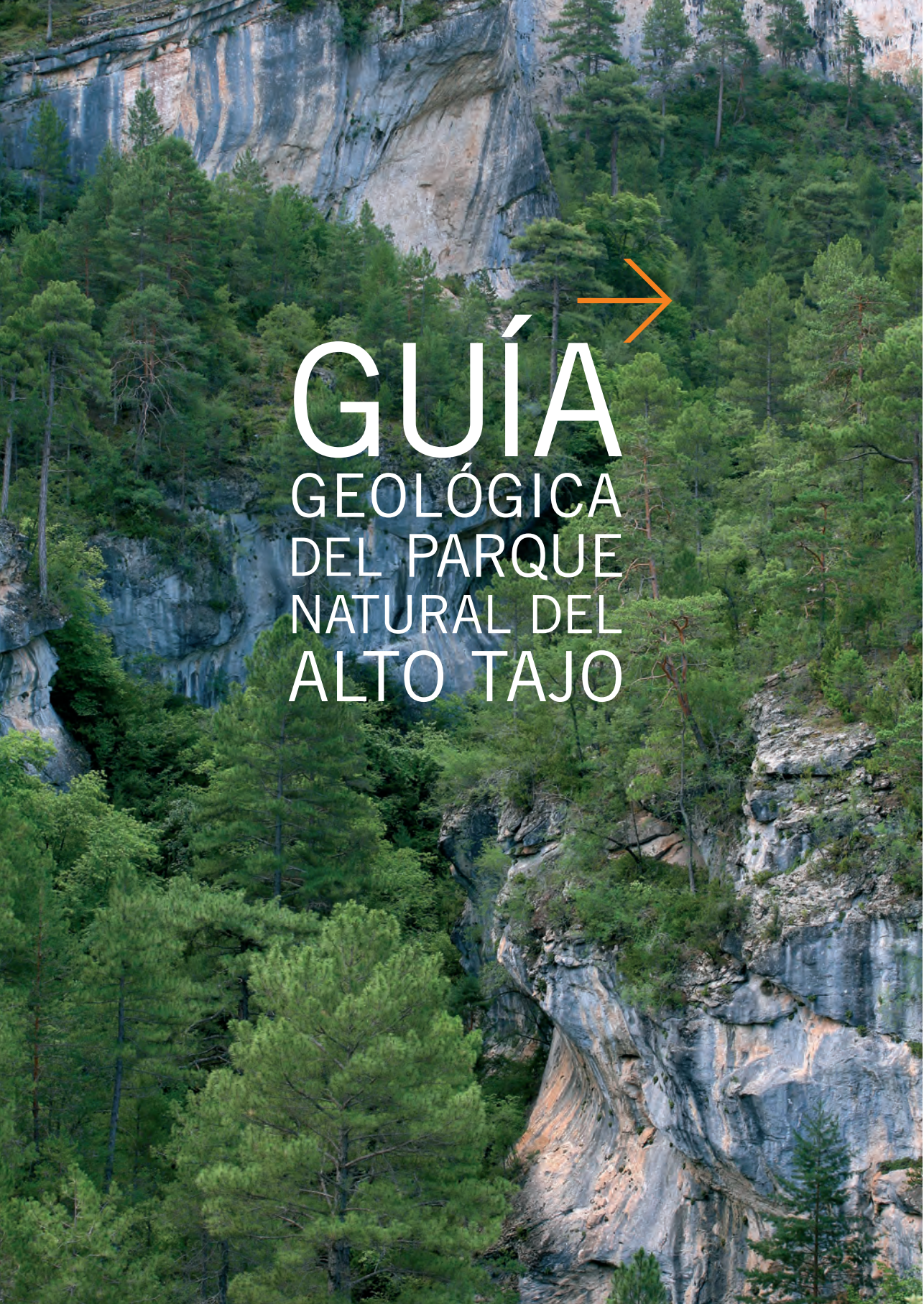


GUÍA

GEOLÓGICA
DEL PARQUE
NATURAL DEL
ALTO TAJO



LUIS CARCAYILLA • RAFAEL RUIZ • ESAÚ RODRÍGUEZ



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.

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:

más!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 más!gráfica, excepto:

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

Mauricio Antón: 26 y 35

Alfonso Sopeña: 43

© Edición: Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha
Primera edición marzo 2008

ISBN: 84-7788-493-4

Depósito Legal: M-???-2008

Imprime: Artegraf

Impreso en España / *Printed in Spain*



GUÍA
GEOLÓGICA
DEL PARQUE
NATURAL DEL
ALTO TAJO

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 a este Año Internacional del Planeta Tierra que acaba de comenzar, y que esperamos que sirva para que la Sociedad adquiera mayor conciencia sobre la fragilidad del Planeta que habitamos.

Los autores



AGRADECIMIENTOS

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.



PRESENTACIÓN

La preocupación por la conservación de la naturaleza es un tema profundamente arraigado en la sociedad actual. La conciencia, creciente día a día, de la necesidad de conservar el medio que nos rodea y dejar una herencia digna a nuestros descendientes, exige de los ciudadanos un papel cada vez más activo y participativo en esta cuestión. Partiendo de la idea de que se protege mejor lo que se conoce y se admira, la divulgación de la naturaleza adquiere un protagonismo especial, al ser la base para un comportamiento adecuado y respetuoso hacia el medio ambiente. En esta línea se enmarca esta *Guía Geológica del Parque Natural del Alto Tajo*, centrada en la divulgación de la geología de uno de los espacios naturales más singulares y valiosos de Castilla-La Mancha: el Parque Natural del Alto Tajo.

El Alto Tajo es una de las joyas de la naturaleza castellano-manchega. Declarado Parque Natural en el año 2000, en él destacan sus valores geológicos y de vegetación, fauna y paisaje, y el buen estado de conservación de los mismos. Es éste un extenso espacio protegido, en el que la conservación y el desarrollo sostenible caminan en armonía, primando sobre otros intereses.

Los paisajes del Alto Tajo siempre sorprenden a quien los visita por primera vez. Y la geología constituye el sustrato sobre el que se asienta la vida y la base natural de estos paisajes. La diversidad geológica del Alto Tajo es la razón primera de los contrastes que podemos gozar. Por ello, conocer la geología de este lugar ayuda 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. Sin embargo, pocas veces se presta atención a los aspectos geológicos que tanto nos pueden aportar. Esta *Guía* pretende subsanar esa carencia, explicando, de manera sencilla, el significado de la geología del Parque Natural del Alto Tajo.

La Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, en su afán por asegurar la protección del medio natural, ha puesto en marcha en los últimos años algunas iniciativas pioneras y modélicas en el campo de la geoconservación. Así, la Ley de Conservación de la Naturaleza incluye mecanismos concretos y específicos para este fin, como la creación de un catálogo de elementos geológicos de protección especial, en el que se recoge un grupo de aquellos representativos de la geodiversidad de la Región, a los que se otorga una protección genérica en todo el territorio de Castilla-La Man-



cha. Por otro lado, fruto de la aplicación de esta ley ha sido la declaración de una veintena de monumentos naturales en los últimos años, así como la protección de otros espacios naturales con una evidente significación geológica. La reciente creación del Organismo Autónomo Espacios Naturales de Castilla-La Mancha contribuirá, sin duda, a facilitar el desarrollo de este proceso de protección de nuestro patrimonio geológico.

Una vez protegidos algunos de los enclaves geológicos más singulares de Castilla-La Mancha, y siendo conscientes de que aún queda trabajo por realizar y camino por recorrer en la geoconservación, la sensibilización y la divulgación adquieren una vital importancia para transmitir a la sociedad el significado de su patrimonio geológico y el interés de su conservación. Por ello, resulta muy grato presentar esta *Guía*, con el ánimo de que sirva para disfrutar de un lugar tan singular de nuestra Comunidad, a través del conocimiento de sus valores naturales y, de forma especial, de su rico y variado patrimonio geológico.

Con la publicación de la *Guía Geológica del Parque Natural del Alto Tajo*, la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha se suma a los actos y actividades del Año Internacional del Planeta Tierra que, con el lema 'Ciencias de la Tierra para la Sociedad', busca que todas las personas tomemos conciencia de los retos de nuestro Planeta y de cómo las Ciencias de la Tierra pueden ayudar a afrontarlos.

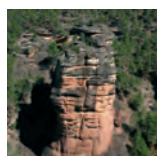
José María Barreda Fontes

Presidente de Castilla-La Mancha



→ 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



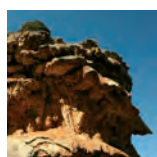
→ 2. GEOLOGÍA DEL ALTO TAJO

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

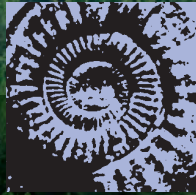
ANEXO 2: Análisis sobre el estado de conservación de los valores naturales de índole geológica y la previsión de su evolución futura frente a los factores de riesgo para su conservación (apartado 3.1 del PORN) 260

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** 266





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.

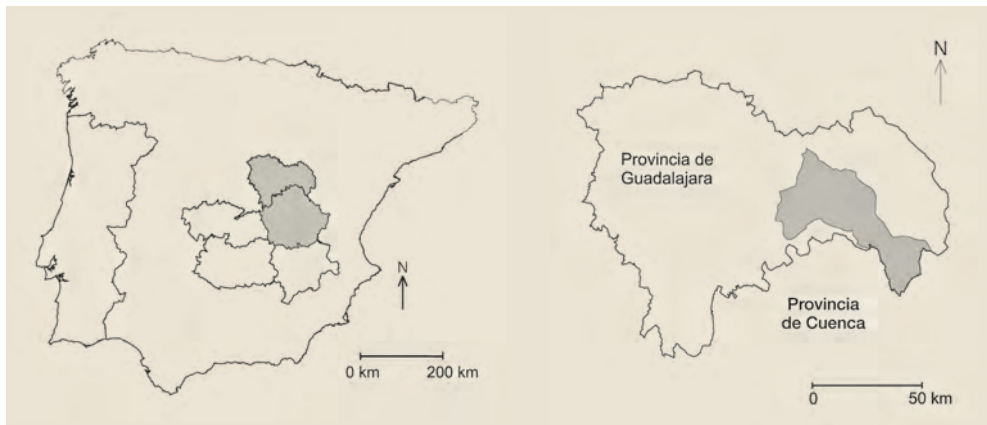


FIGURA 1. Izquierda: mapa de localización de la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha y de las provincias de Guadalajara y Cuenca (en gris). Derecha: mapa de localización del Parque Natural del Alto Tajo y su Zona Periférica de Protección (en gris) en las provincias de Guadalajara y Cuenca.

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 sabinares, 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 relicticos 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.

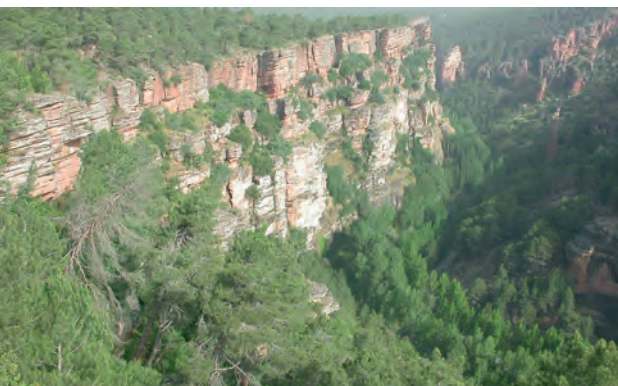
diurno, o la mariposa isabelina, propia de los pinares húmedos de pino silvestre, completan el rápido inventario de las especies de fauna más notables, aunque existen muchas otras.

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 rodenal

Las areniscas y conglomerados rojizos del Triásico inferior, que ocupan la franja noroccidental del Parque Natural, definen una unidad ambiental o paisajística conocida como 'rodenal'. 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 rodenal, 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, bojedas en las laderas más húmedas, guillomares colonizando los derrubios y caos de bloques calizos, o bosquetes de vegetación propia de climas más nórdicos, como tilledas, 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 marajo 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

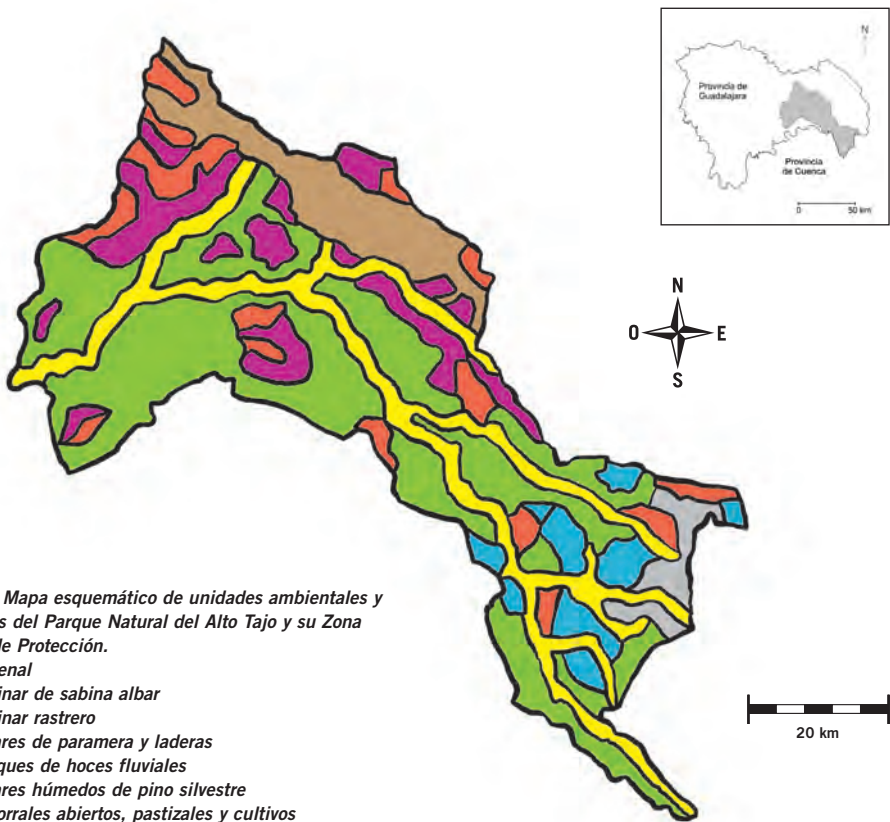
En ocasiones, en los materiales salinos del Triásico superior encontramos manantiales y pozos de aguas salobres, algunos de los cuales han sido aprovechados por el hombre para la instalación de



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

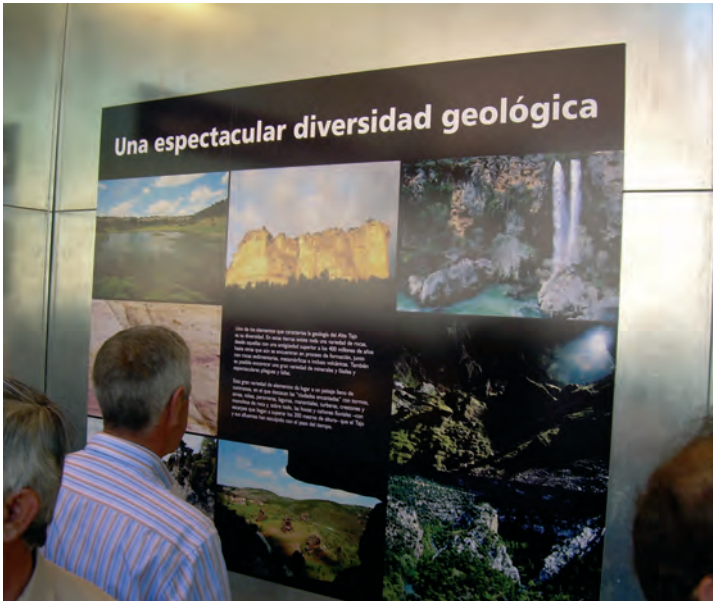


Torreones de roca en las proximidades de Chequilla.

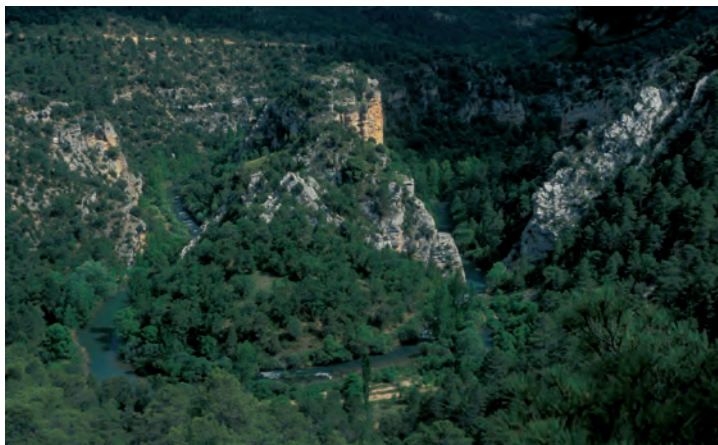
El Parque Natural del Alto Tajo posee unas características geológicas singulares. La importancia de los aspectos geológicos ya fue puesta de manifiesto en el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales que precedió a su declaración, identificándose más de 125 puntos de interés geológico repartidos por 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 Peralejos de las Truchas o del Hundido de Armallones; arenas como las que se pueden encontrar en las cercanías de Poveda, Peñalén, Taravilla y Peralejos; 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 Huerta-hernando 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 fluvio-kárstico 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 ruñiformes. 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'.

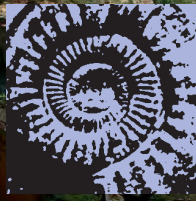
quible y atractiva que permita acercar al visitante al conocimiento del rico patrimonio geológico del Alto Tajo, y ayudarle a entender mejor algunos procesos geológicos que son identificables en el área del Parque Natural.

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.





CAPÍTULO
2

GEOLOGÍA DEL ALTO TAJO



2. 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-

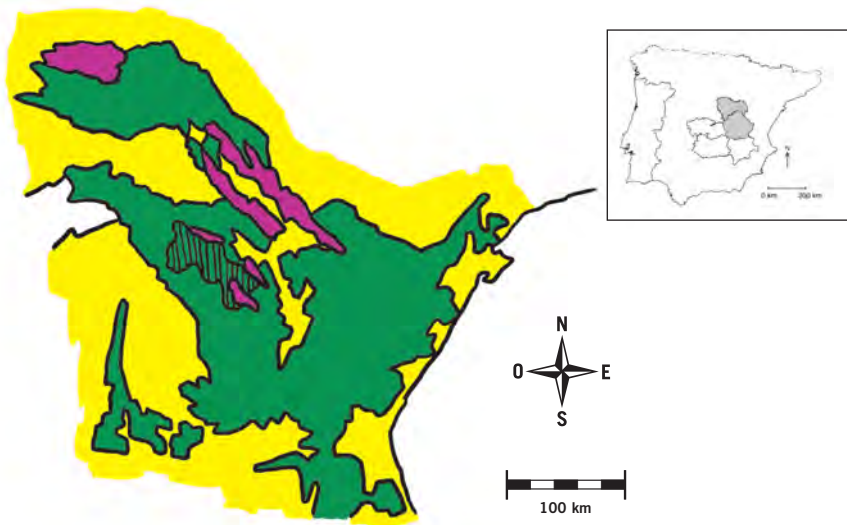


FIGURA 3. Mapa geológico de la Cordillera Ibérica. La zona rallada señala el perímetro del Parque Natural del Alto Tajo y su Zona Periférica de Protección.

- 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

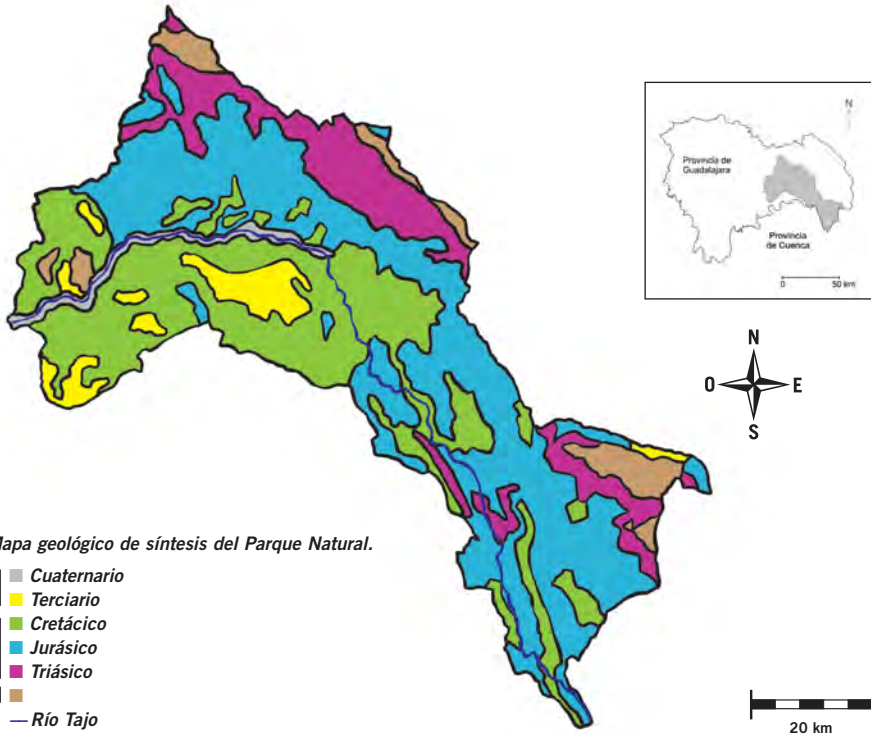


FIGURA 4. Mapa geológico de síntesis del Parque Natural.

- | | |
|------------|---------------|
| CENOZOICO | ■ Cuaternario |
| | ■ Terciario |
| MESOZOICO | ■ Cretácico |
| | ■ Jurásico |
| PALEOZOICO | ■ Triásico |
| | — Río 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).

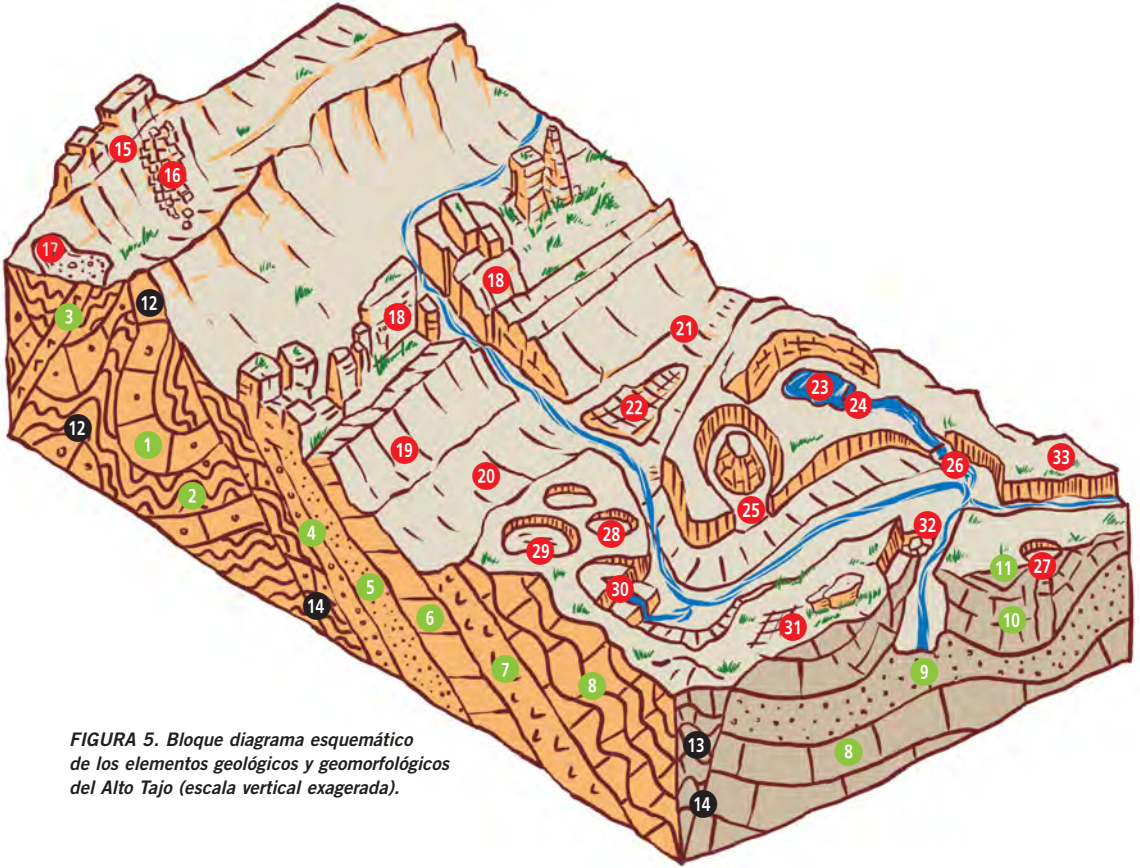


FIGURA 5. Bloque diagrama esquemático de los elementos geológicos y geomorfológicos del Alto Tajo (escala vertical exagerada).

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 Poljé
- 30 Edificio travertínico
- 31 Lapiaz
- 32 Desprendimientos
- 33 Paramera



2. GEOLOGÍA DEL ALTO TAJO

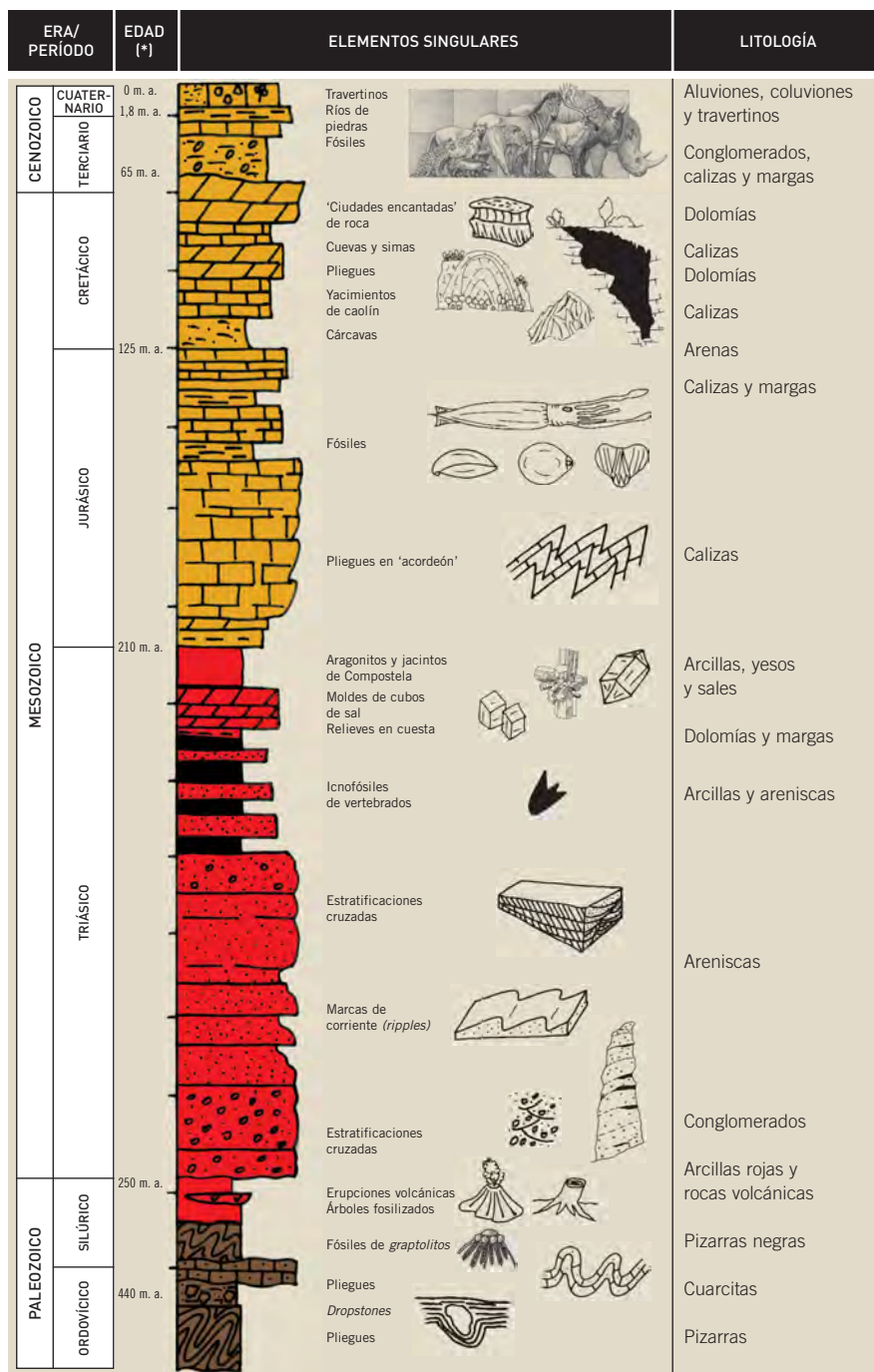
Columna estratigráfica

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*





2. GEOLOGÍA DEL ALTO TAJO









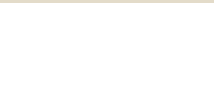


RELIEVE CARACTERÍSTICO	AMBIENTE DE FORMACIÓN	EPISODIO (**)
	Erosión fluvial, karstificación y periglacialismo	6
	Sedimentación en cuencas sedimentarias. Retirada del mar	5
	Sedimentación en un mar tropical poco profundo, que ocupó extensiones mayores que el del Jurásico	4
	Sedimentación en sistemas fluvio-costeros	
	Sedimentación en un mar tropical poco profundo, donde habitaban gran cantidad de organismos	3
	Sedimentación en enormes "salinas naturales"	
	Zona litoral, con influencia de las mareas	
	Sistemas fluviales que evolucionan hacia sistemas meandriformes	1 y 2
	Sistema fluvial de canales entrelazados y carga de fondo arenosa	
	Sistema fluvial de canales entrelazados con carga de fondo de gravas	
	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 silícea (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).



2. GEOLOGÍA DEL ALTO TAJO



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 recristalizado 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

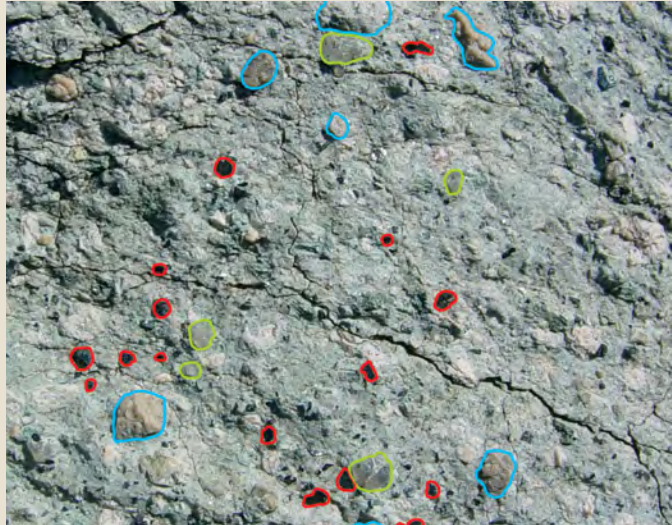
Volcanes en el Alto Tajo

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.



2. GEOLOGÍA DEL ALTO TAJO



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.



2. GEOLOGÍA DEL ALTO TAJO



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 afloran, 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 DOLOMIÁS

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 distinguir las 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.



2. GEOLOGÍA DEL ALTO 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 recubrirlos 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

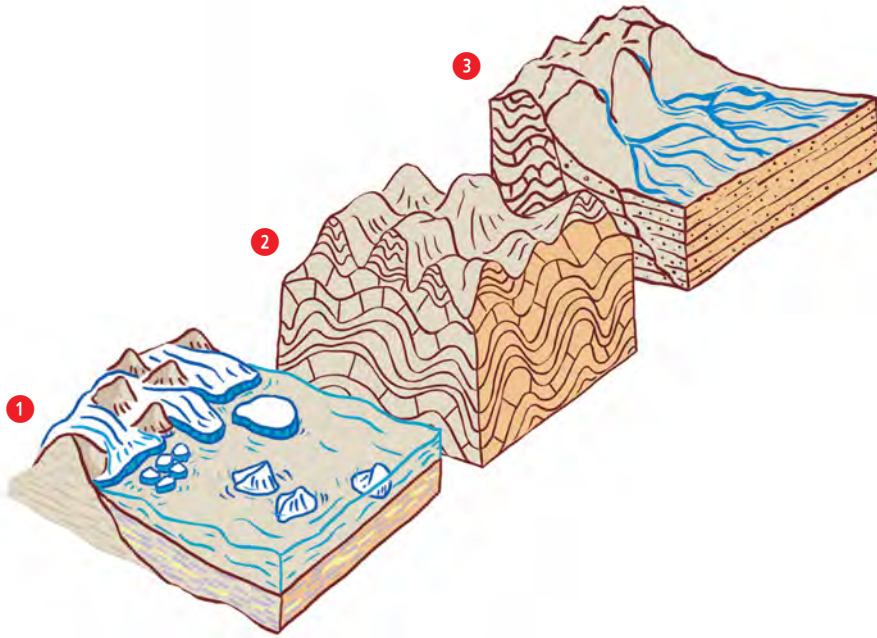
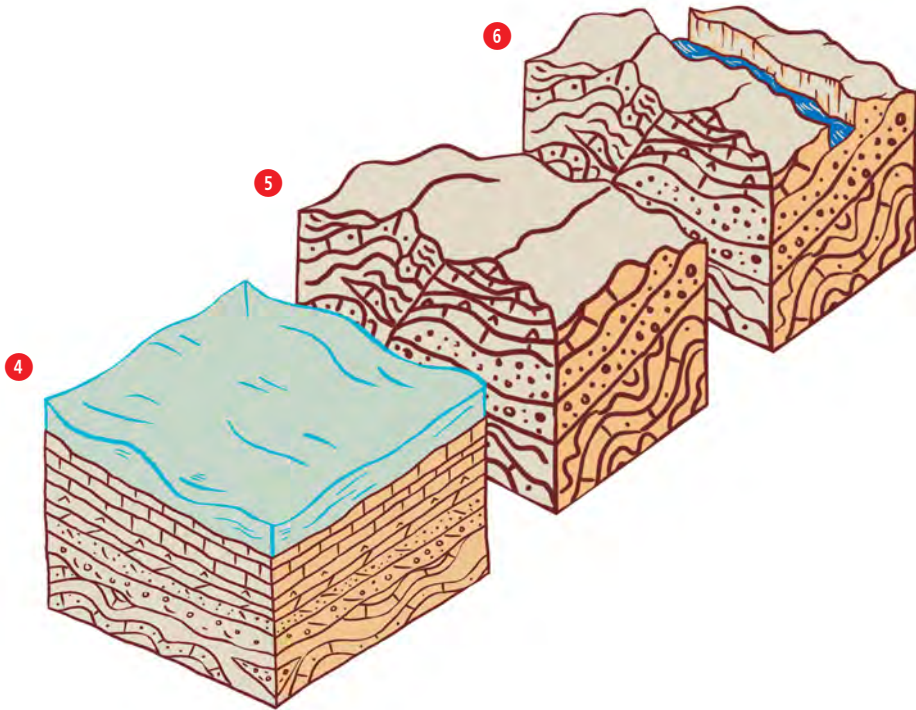


FIGURA 7. Los 6 episodios de la historia geológica del Alto Tajo.

¿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.

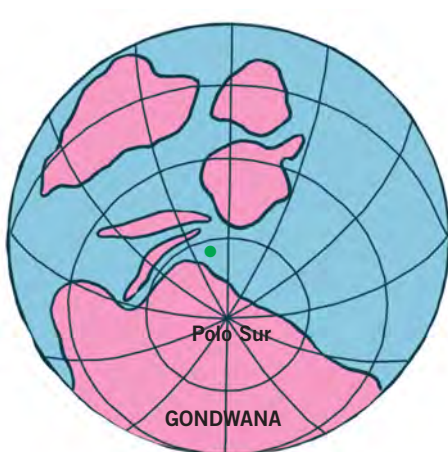


FIGURA 8. Posición aproximada de los continentes en el Ordovícico (hace aproximadamente 450 millones de años): la zona que hoy es la Península Ibérica (punto verde) se situaba cerca del Polo Sur, cerca de una gran continente llamado Gondwana, que agrupaba parte de lo que hoy es África, Sudamérica, Antártida,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

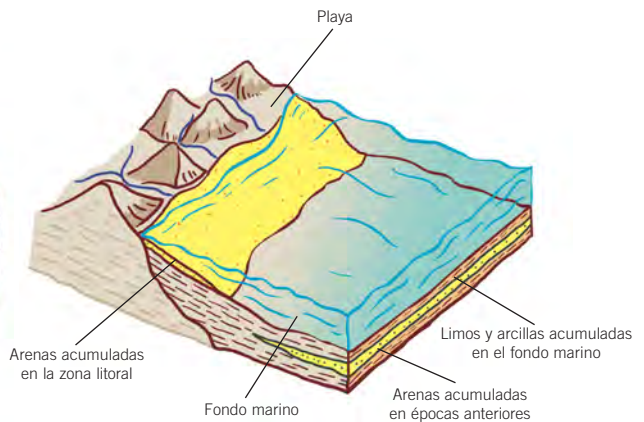


FIGURA 9. Reconstrucción idealizada del ambiente de sedimentación descrito en el episodio 1 (hace aproximadamente 450 millones de años): la erosión de las montañas genera sedimentos arenosos que son transportados por los ríos y se depositan en la parte marina más cercana al continente. Más lejos de la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



3. HISTORIA GEOLÓGICA DEL ALTO TAJO EN SEIS EPISODIOS

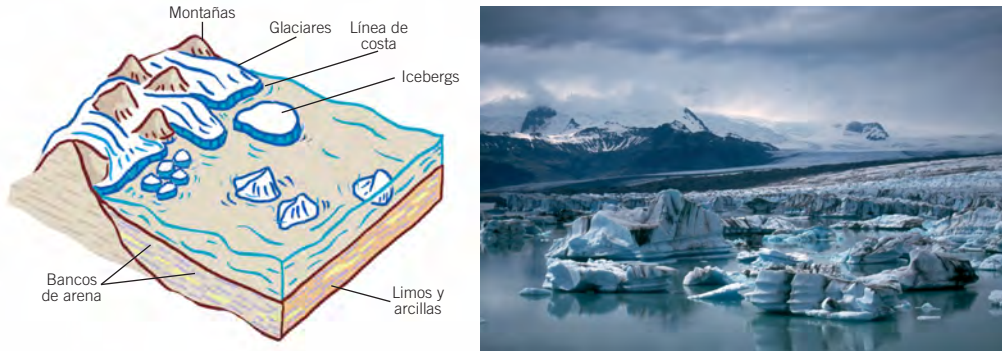


FIGURA 10. Reconstrucción idealizada (izquierda) y fotografía (derecha) del ambiente glaciar que tuvo lugar en la zona hoy ocupada por el Alto Tajo durante la glaciación ordovícica (hace aproximadamente 440 millones de años): los glaciares que cubren los continentes llegan al mar, donde se desgajan grandes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

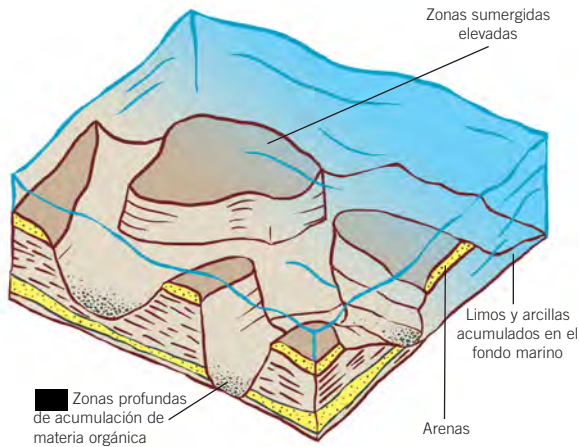


FIGURA 11. Representación idealizada de cómo pudo ser la sedimentación marina en la zona hoy ocupada por el Alto Tajo a comienzos del Silúrico (hace aproximadamente 435 millones de años).

positaba materia orgánica procedente de restos de seres vivos marinos que, debido a esta falta de oxígeno, no se llegaban a descomponer. Este proceso debió llegar a dar origen a depósitos de petróleo y gas pero, debido a procesos posteriores de la evolución geológica regional, no han llegado hasta nuestros días. Sin embargo, en las aguas marinas superficiales la vida era normal y en ellas nadaban y flotaban numerosas especies de organismos. Cuando estos seres vivos morían, caían al fondo marino, donde yacían hasta ser enterrados por los sedimentos que se iban acumulando. Algunos de 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.

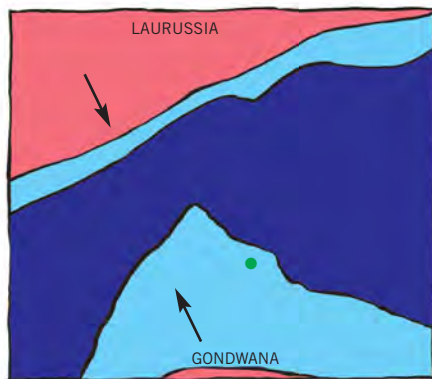


FIGURA 12. Reconstrucción de la posición geográfica de lo que hoy es el Alto Tajo en el Silúrico, hace aproximadamente 430 millones de años.

- 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



3. HISTORIA GEOLÓGICA DEL ALTO TAJO EN SEIS EPISODIOS

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.

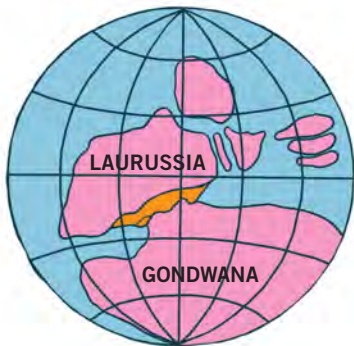


FIGURA 14. Distribución aproximada de los continentes al principio de la orogenia Varisca, hace unos 330 millones de años. El acercamiento de los continentes de Gondwana y Laurussia (comparar con la figura 8) aprisiona los terrenos continentales y marinos situados entre ambos (incluyendo lo que hoy es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



3. HISTORIA GEOLÓGICA DEL ALTO TAJO EN SEIS EPISODIOS

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.

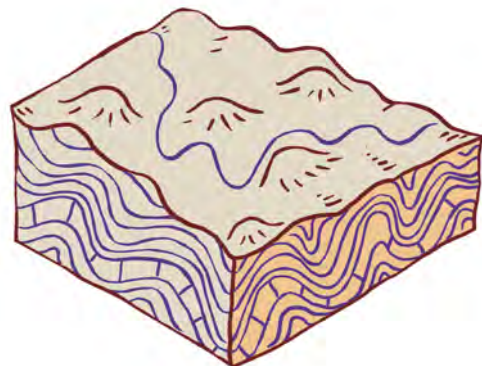


FIGURA 15. El relieve fue arrasado prácticamente por completo por la intensa erosión a principios del Pérmico, hace 300 millones de años.



3. HISTORIA GEOLÓGICA DEL ALTO TAJO EN SEIS EPISODIOS

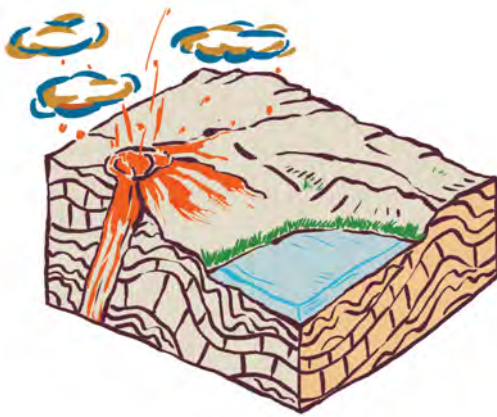


FIGURA 16. Durante el Pérmico, hace aproximadamente entre 280 y 290 millones de años, tuvieron lugar diversas erupciones volcánicas en lo que hoy es el Alto Tajo.

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...

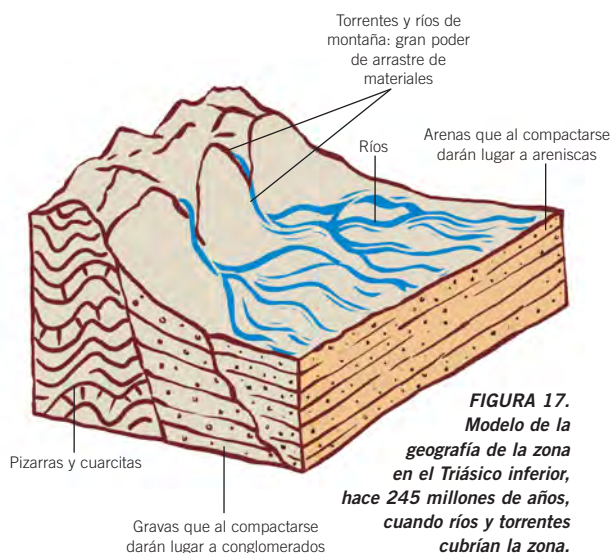
Actualmente podemos observar en el Alto Tajo esas arenas y gravas que arrastraron los ríos hace más de 245 millones de años, durante el Pérmico Superior y Triásico inferior. Constituyen lo que los geólogos denominan Buntsandstein (que en alemán significa areniscas de colores), formado por conglomerados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



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.

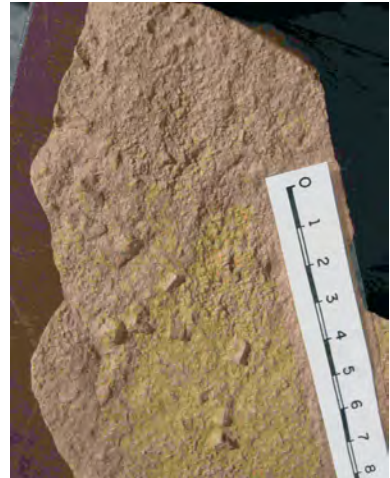


EPISODIO 4

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-

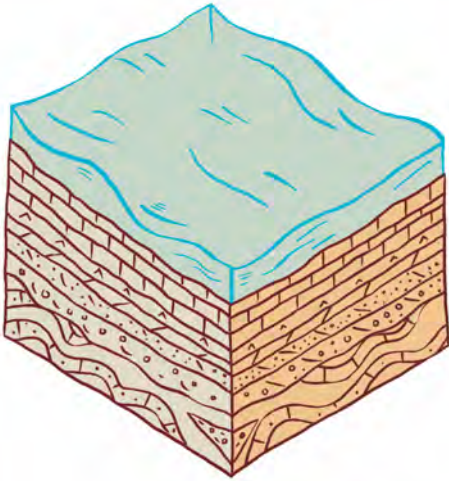


FIGURA 19. Representación de la zona en el Jurásico, cuando un mar poco profundo cubría este lugar.



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

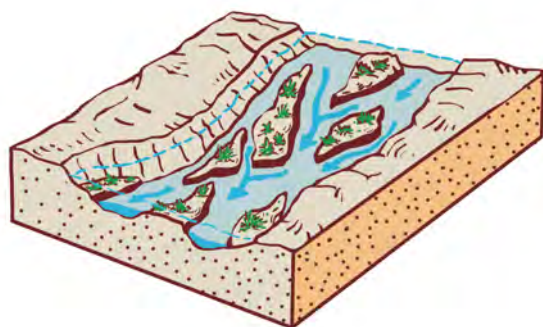


FIGURA 22. Reconstrucción del ambiente de sedimentación en el que se acumularon las arenas de Utrillas, a mediados del Cretácico.



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.

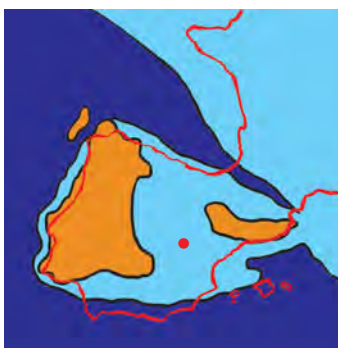
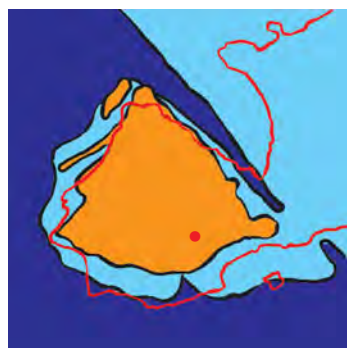


FIGURA 23. Reconstrucción de la paleogeografía de la Península Ibérica a mediados del Cretácico (hace aproximadamente 100 millones de años, izquierda) y a finales de ese mismo periodo (hace aproximadamente 70 millones de años, derecha). Obsérvese cómo a finales del Cretácico (derecha) el mar avanzó inundando 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.

- Tierra emergida
- Mares poco profundos
- Mares más profundos
- Localización actual 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

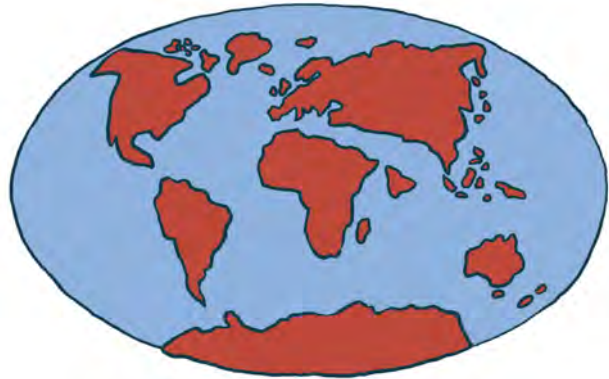


FIGURA 24. Distribución de los continentes a comienzos del Terciario, hace aproximadamente 60 millones de años.

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

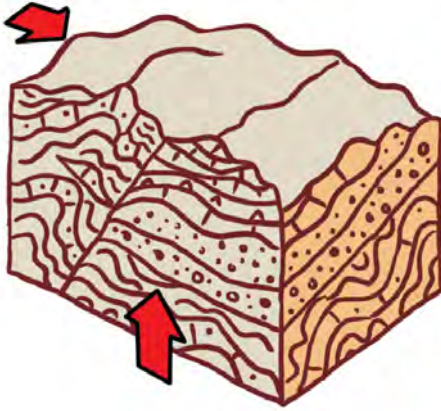


FIGURA 25. En la orogenia Alpina el mar que cubría lo que hoy es el Alto Tajo desapareció, plegándose las rocas en la dirección de las flechas mostradas en el dibujo.

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 esto 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.