

Geodiversidad y Biodiversidad en el Parque Nacional de Cabañeros (Ciudad Real-Toledo): la Ruta del Boquerón del Estena



Guía de la Excursión

Juan Carlos Gutiérrez-Marco,
Isabel Rábano y Eduardo Barrón

XIX Bienal RSEHN-UCLM



Septiembre de 2011

XIX Bienal de la Real Sociedad Española de Historia Natural
Universidad de Castilla-La Mancha
Toledo, 7-10 de septiembre de 2011

**GEODIVERSIDAD Y BIODIVERSIDAD EN
EL PARQUE NACIONAL DE CABAÑEROS
(CIUDAD REAL-TOLEDO):
LA RUTA DEL BOQUERÓN DEL ESTENA**

Guía de la Excursión
10 de septiembre de 2011

Juan Carlos Gutiérrez-Marco
Isabel Rábano
Eduardo Barrón

REAL SOCIEDAD ESPAÑOLA DE HISTORIA NATURAL
MADRID
2011

DIRECCIÓN DE LOS AUTORES

Juan Carlos Gutiérrez-Marco,

Instituto de Geociencias (CSIC-UCM), Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid, José Antonio Novais 2, 28040 Madrid. jcgrapto@geo.ucm.es

Isabel Rábano

Museo Geominero, Instituto Geológico y Minero de España, Ríos Rosas 23, 28003 Madrid.
i.rabano@igme.es

Eduardo Barrón

Museo Geominero, Instituto Geológico y Minero de España, Ríos Rosas 23, 28003 Madrid.
e.barron@igme.es

Real Sociedad Española de Historia Natural
www.historianatural.org
email: rsehno@bio.ucm.es

ISBN: 978-84-936677-8-8
Depósito Legal: M-32154-2011

INTRODUCCIÓN

El Parque Nacional de Cabañeros, creado en noviembre de 1995 y ampliado en 2005, tiene una extensión de 40.856 hectáreas y se ubica en el norte de la provincia de Ciudad Real y sur de la de Toledo, dentro del sistema orográfico de los Montes de Toledo (Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha). Es el décimo Parque Nacional español y depende administrativamente de la Junta de Castilla-La Mancha. Desde 1988, su territorio fue reconocido como Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA) por la Unión Europea, y en julio de ese mismo año la Junta de Castilla-La Mancha lo declaró Parque Natural. Ello alteró la intención inicial (1982-1983) de convertir su sector meridional en el campo de tiro más grande de Europa para la aviación militar. En la actualidad, el 55,19 % del territorio del Parque Nacional es de titularidad pública, y el 44,81 % restante de propiedad privada.



Localización geográfica del Parque Nacional de Cabañeros.

Hasta el momento de su declaración como Parque Nacional, no existía en la red española ningún parque representativo de los ecosistemas forestales mediterráneos. Estos ecosistemas no han llegado inalterados a la actualidad: la vegetación y fauna de Cabañeros son el resultado de una compleja trama de relaciones entre el ambiente de la zona (clima, características edafológicas, topografía y red fluvial) y su evolución, más la determinante actividad desarrollada durante siglos por el hombre y los animales domésticos, que comenzó en el Neolítico hace 7.000 años.

Los Montes de Toledo se denominan así porque, entre 1246 y 1835, en su mayor parte pertenecieron a la ciudad de Toledo y, también, porque el término “monte” designaba por aquel entonces cualquier área con vegetación natural susceptible de aprovechamiento directo (madera, carbón, leña, corcho), o bien por ser potencial generadora de otros recursos (arrendamiento a particulares).



Proyección de la superficie del Parque Nacional de Cabañeros y sus principales poblaciones aledañas, sobre la cuadrícula de las hojas 683 (Espino del Rey), 709 (Anchuras), 710 (Retuerta de Bullaque), 734 (Villarta de los Montes) y 735 (Fontanarejo) del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000.

Coincidiendo con este periodo, la vieja metrópoli impuso un rígido sistema fiscal a sus habitantes, que acabaron despoblando la región hasta alcanzar densidades extremas como los 0,05 habitantes por km² actuales en el territorio del Parque Nacional. Como consecuencia añadida, la comarca entera se hizo tristemente célebre por el auge del bandolerismo de mediados del siglo XIX. Los núcleos de población actuales se originaron a partir de los poblados de chozas donde habitaban las cuadrillas de carboneros, pastores, corcheros, apicultores y leñadores, las cuales tenían una forma cónica elevada y cubierta vegetal, de tradición indudablemente prerromana. La construcción de estos habitáculos temporales perduró hasta mediados del siglo pasado y, según algunos eruditos, su existencia misma es la que dio origen al topónimo Cabañeros.

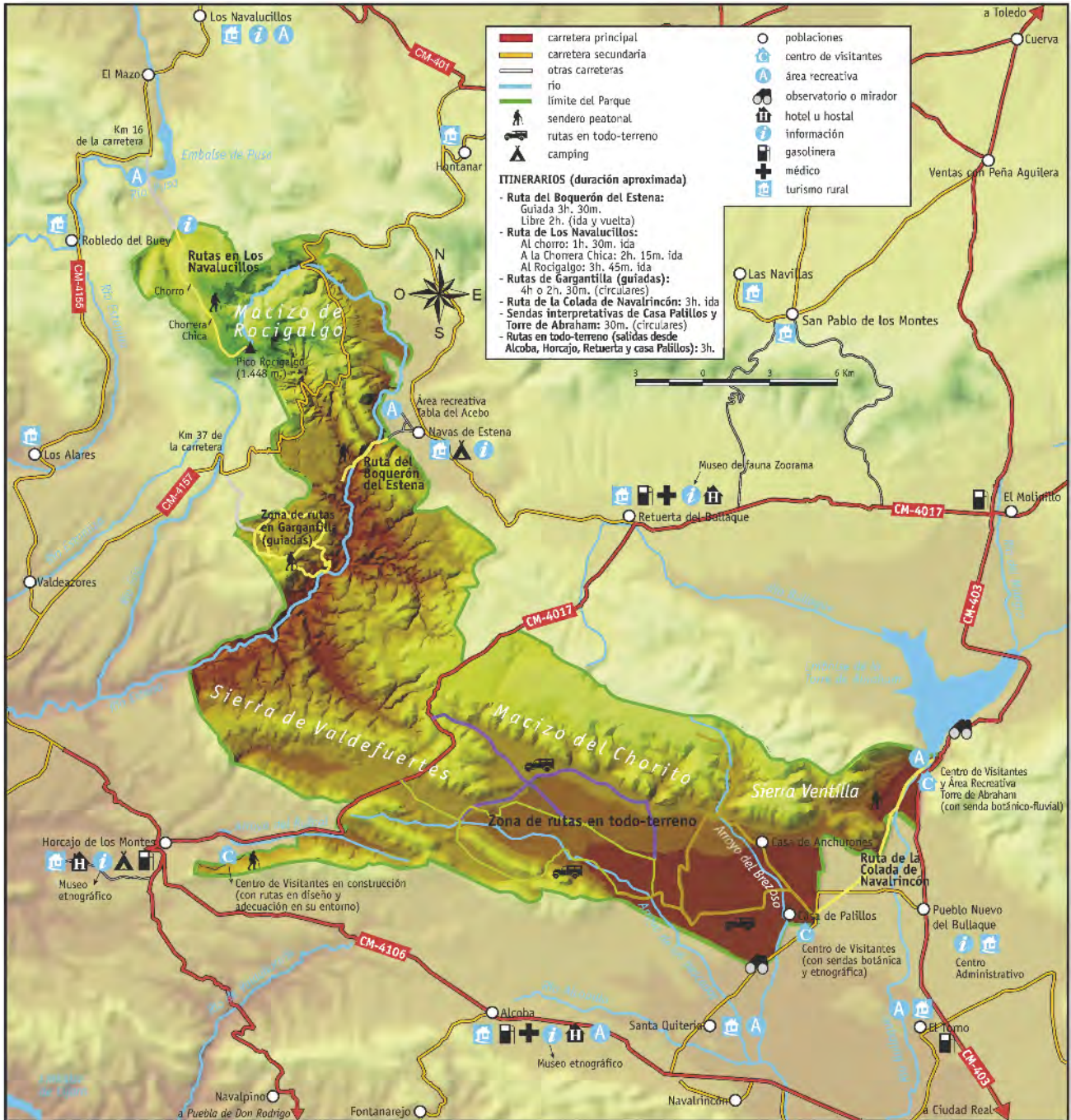
La información básica sobre el Parque puede consultarse en la web:

<http://reddeparquesnacionales.mma.es/parques/cabaneros/index.htm>

El territorio del Parque Nacional de Cabañeros comparte los rasgos geológicos y botánicos comunes a toda la comarca y a gran parte de la Submeseta meridional, razón por la cual el itinerario programado es absolutamente representativo de lo que ocurre en los sectores montañosos del Parque y del pre-Parque.



GEODIVERSIDAD Y BIODIVERSIDAD EN EL PARQUE NACIONAL DE CABAÑEROS (CIUDAD REAL-TOLEDO):
LA RUTA DEL BOQUERÓN DEL ESTENA



▼
6
▲

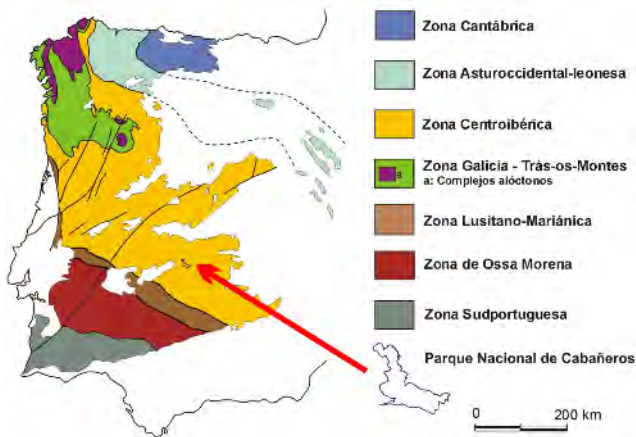
Mapa del Parque Nacional de Cabañeros, editado en 2008 por el Servicio de Publicaciones del Organismo Autónomo Parques Nacionales, con los principales itinerarios de visita.



Panel de la Ruta del Boquerón del Estena (izquierda) y mesa de interpretación en el Camino del Acebo y las Fuentes (derecha), en los alrededores de Navas de Estena.

RASGOS GENERALES DE LA GEODIVERSIDAD DEL PARQUE NACIONAL

Desde el punto de vista geológico, el territorio del Parque se sitúa en la llamada **Zona Centroibérica** del Macizo Hespérico, núcleo rígido de la mitad occidental de la Península, constituido por terrenos antiguos (paleozoicos y precámbricos), que se presentan deformados, metamorizados e intruídos por rocas graníticas, principalmente como consecuencia de la **Orogenia Varisca** (= Hercínica) ocurrida en el Periodo Carbonífero, hace poco más de 300 millones de años.



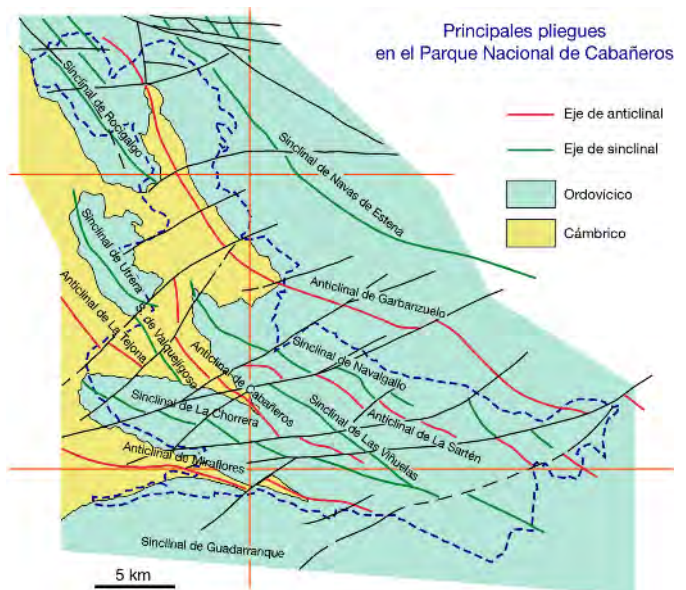
Esquema geológico del Macizo Ibérico, mostrando la ubicación del Parque Nacional de Cabañeros en el seno de la Zona Centroibérica.

El sustrato geológico del Parque comprende, a grandes rasgos, dos grandes conjuntos (San José *et al.*, 1997): por una parte, un **basamento antiguo**, fuertemente deformado, constituido por rocas detríticas formadas en un ambiente marino o litoral, entre finales del Precámbrico y comienzos del Paleozoico inferior (Ediacárico a Ordovícico Medio: aproximadamente entre -550 hasta -460 millones de años) y, por otro, una **cobertera subhorizontal reciente**, de origen continental, vinculada con las crisis climáticas características de fines del Terciario y comienzos del Cuaternario, con una antigüedad inferior a los 3 millones de años.

Estos dos grandes conjuntos rocosos y sedimentarios condicionan netamente el relieve actual de Cabañeros, ya que los materiales paleozoicos son los que forman las áreas montañosas al norte, centro-norte y oeste del territorio, en tanto que la cobertera reciente es la que configura las rañas más típicas del sector suroriental del mismo. La razón estriba en la dureza y resistencia a la erosión que oponen las unidades cuarcíticas paleozoicas, levantadas durante la Orogenia Varisca y, desde entonces, arrasadas varias veces, coincidiendo con **ciclos erosivos** de edad incierta (pre-Triásico, pre-Cretácico Superior y sucesivas etapas durante el Cenozoico, antes de los vinculados con las crisis glaciares del Cuaternario). También existió una fase en la que los relieves rejuvenecieron, fracturándose en grandes bloques durante la **Orogenia Alpina** (ya en el Cenozoico). Pero sus efectos en la comarca no pueden constatar más que por los saltos deducidos,

de hasta 500 m, en las antiguas superficies de erosión, además de en la probable reactivación de antiguas fallas variscas, como denotan los manantiales de aguas mineralizadas profundas, en parte termales (= “baños”), conocidos en los alrededores del Parque Nacional.

Las estructuras geológicas principales del Parque son **grandes pliegues erguidos**, de plano axial subvertical o ligeramente volcados hacia el suroeste, que forman alineaciones sucesivas de sierras con orientación general noroeste-sureste, y cuyo principal elemento constructor son las formaciones cuarcíticas del Ordovícico Inferior. El territorio de Cabañeros se enmarca entre dos de estos grandes pliegues: el Sinclinal de Navas de Estena al norte, con unos 50 km de longitud; y el Sinclinal de Guadarranque al sur, de más de 100 km de extensión. Entre medias se sitúan los cinco anticlinales y seis sinclinales cuyo desarrollo, o terminaciones periclinales, están virtualmente circunscritos al Parque Nacional, pero que pueden integrar, a su vez, estructuras más complejas. Como ejemplo de ello tenemos el Anticlinorio del Chorito, un macizo montañoso fuertemente erosionado, que comprende el extremo oriental del Anticlinal de Garbanzuelo, el Sinclinal de Navalgallo y el Anticlinal de La Sartén.



Traza axial de los principales pliegues variscos y prevariscos en el Parque Nacional de Cabañeros. El Anticlinorio del Chorito (no señalado) comprende de la parte oriental del Anticlinal de Garbanzuelo, el Sinclinal de Navalgallo y el Anticlinal de La Sartén.

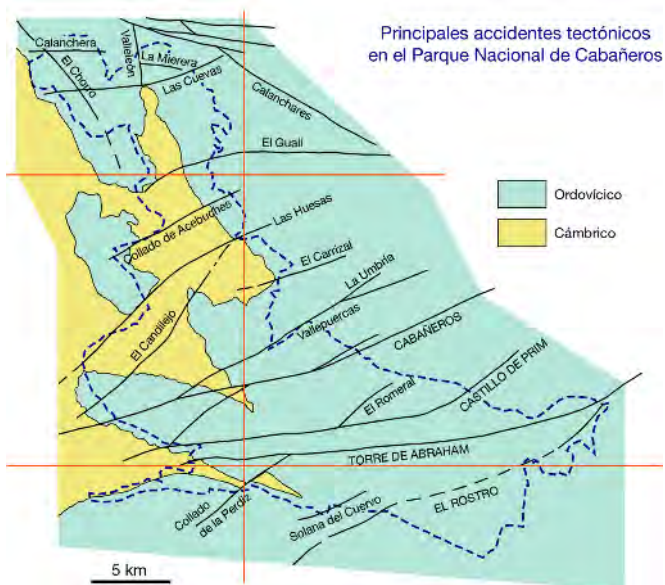
Todos los pliegues del Parque, así como los grandes sinclinales que lo enmarcan, se formaron durante la tercera fase de deformación varisca, si bien en Cabañeros existen importantes ejemplos de pliegues prevariscos, como los que afloran en el núcleo del Anticlinal de Garbanzuelo y los que forman, más al sur, el conjunto anticlinal-sinclinal de La Tejana-Valquejigoso. Los ejes de estos

dos últimos pliegues chocan en dirección con el Sinclinal de La Chorrera, e involucran un evento tectónico de edad Cámbrico Medio-Superior sellado por la **Discordancia Toledánica**. Ésta divide los afloramientos paleozoicos centroibéricos en dos grandes conjuntos, Ordovícico y anteordovícico, claramente delimitados en el Parque Nacional por la *frontera geológica* que supone el contacto Cámbrico-Ordovícico, la cual implica un hiato cronológico que abarca desde el límite entre el Cámbrico inferior-medio, hasta el Tremadociense (Ordovícico basal).



Afloramiento de la Discordancia Toledánica, con Ordovícico reposando angularmente sobre un basamento que en este caso es del Cámbrico inferior (Ovetiense). Margen derecha del río Estena, sección del Boquerón del Estena. La escala está representada por la persona enmarcada en el círculo.

El conjunto de pliegues paleozoicos está afectado por una tectónica de bloques limitada por **fallas**, con movimiento vertical y/o desgarramiento subhorizontal de neta componente sinistral (desplazamiento de los bloques me-



Principales accidentes tectónicos en el Parque Nacional de Cabañeros. Se representan únicamente las fallas con desplazamientos horizontales superiores al medio kilómetro.

ridionales hacia el este). Estos últimos accidentes son los más notables, debido al desplazamiento escalonado que provocan tanto en los ejes de pliegues principales, como en las alineaciones duras de cuarcita que constituyen sus flancos. La edad de la fracturación es posterior al plegamiento, pudiéndose considerar tardovarisca, sin descartar probables reactivaciones durante tiempos alpinos.

La Orogenia Varisca se produjo por el choque de las masas continentales de Gondwana y Laurusia, para formar el supercontinente Pangea. Como consecuencia de ello, los sedimentos marinos paleozoicos proto-ibéricos, situados en la periferia de Gondwana, emergieron para formar una nueva cadena montañosa, desde entonces expuesta a la erosión. La larga y compleja historia erosiva de los materiales paleozoicos del Macizo Ibérico, eliminó también los posibles sedimentos continentales mesozoicos y del Terciario antiguo. En cuanto a los materiales de los periodos Silúrico y Devónico, se sabe con seguridad que se depositaron en toda la Zona Centroibérica y, por tanto, también en Cabañeros. Sin embargo, la geometría local de los pliegues paleozoicos, y sus niveles de arrasamiento, impiden reconocerlos en el Parque Nacional (en contra de lo que afirman algunas guías y publicaciones geográficas), donde desaparecieron por erosión (antigua y moderna).

La denudación diferencial de los pliegues variscos merece también algunas consideraciones. Tanto los anticlinales como los sinclinales, aparecen enmarcados por los materiales cuarcíticos del Ordovícico Inferior que forman sus flancos. Estas unidades resisten bien la erosión y son los principales elementos constructores del relieve, en tanto que los núcleos de los pliegues forman depresiones por estar constituidos mayoritariamente por pizarras, más fácilmente erosionables. Ello configura un **estilo morfoestructural** muy peculiar, que da lugar al denominado relieve **apalachiano** (por su semejanza con el paisaje de los Apalaches, en Norteamérica) donde, partiendo de una penillanura inicial, se genera una alternancia de sierras y valles, por el vaciado erosivo y diferencial de las rocas blandas. El apelativo “apalachiano” o “apalachense”, en el centro de España, debe utilizarse únicamente a efectos geomorfológicos, dado que el estilo tectónico de la cadena montañosa homónima es mucho más complejo (con cabalgamientos y despegues del basamento), que el suave patrón de pliegues y fracturas tardivariscas que caracteriza a los Montes de Toledo.

Testigos del inicio de la dilatada historia erosiva de los relieves montañosos de Cabañeros, son las espléndidas **superficies de erosión** escalonadas, cuyo testimonio más notable se encuentra en el conjunto de “rasos” que coronan el macizo montañoso del Chorito, formando un rígido nivel de cumbres cercano a los 1000 m. Por encima de éste, tan sólo se conservan al noroeste del Parque algunas hombreras erosivas que corresponden a un segundo nivel de cumbres, sobre los 1200 m, muy bien desarrollado en las sierras de San Pablo y Navahermosa. Del mismo emergen los relieves de Rocigalgo y Calamocho (hacia los 1400 m), vestigio probable, a su vez, de la

fragmentación y desnivelado, ya en tiempos alpinos, de las antiguas superficies de erosión mesozoicas. Esta diferencia de 400 m en la altitud de las líneas de cumbres de Cabañeros es atribuida a un gran accidente estructural (alineamiento Las Villuercas-Rocigalgo, equivalente al cabalgamiento Guadalupe-Montánchez de ciertos autores), poco conocido en detalle, pero que tal vez se prolongue en la falla de El Gualí, cuyo bloque septentrional (Rocigalgo) se habría levantado frente al meridional, al que pertenece el resto de las sierras del Parque.



Vista del Anticlinorio del Chorito desde el noreste, mostrando (al fondo) la línea de cumbres casi horizontal ("rasos"), cercana a los 1000 m, correspondiente a una superficie mesozoica de arrasamiento.

En todo caso, la peneplanización de los relieves variscos, que se inicia a finales del Paleozoico y culmina en el Mesozoico, fue seguida por una intensa alteración edáfica durante el Jurásico y Cretácico, dado que Iberia se encontraba entonces en latitudes tropicales. La elevación del terreno consiguiente a la Orogenia Alpina, ocurrida a comienzos del Cenozoico, provoca la erosión diferencial de las rocas más alteradas en la etapa anterior (esencialmente las primitivas pizarras, ablandadas por el calor y la humedad o disgregadas completamente a arcillas), con lo que se genera un *relieve residual* muy parecido al actual, con alternancia de sierras de cuarcitas y valles o depresiones. La tectónica de bloques de finales de los tiempos alpinos, por la que se elevan los macizos de Las Villuercas y Rocigalgo, y emerge el Sistema Central, reactiva de nuevo el relieve y va a predeterminar el relleno de las cuencas y el encajamiento de la red fluvial que vemos en nuestros días.

Las **Rañías** constituyen piedemontes que arrancan de las alineaciones cuarcíticas, y tapizan de un modo casi continuo el núcleo, fuertemente erosionado, de los sinclinales de Navas de Estena, Las Viñuelas y La Chorrera. La débil incisión fluvial permite reconocer aquí su procedencia local, y también su morfología de abanicos aluviales aplanados. La formación de estas suaves rampas pedregosas, tan características del centro y oeste de la Península Ibérica, ha recibido diversas interpretaciones, tanto las relacionadas con crisis climáticas neógeno-cuaternarias (especialmente la del periodo pluvial Villafrankiense), como las vinculadas con accidentes tectónicos bastante recientes, si bien su datación es difícil y sólo hay dos datos disponibles que coinciden en cifrar su edad en torno a los dos millones de años de antigüedad. La tendencia actual varía entre quienes consideran a las

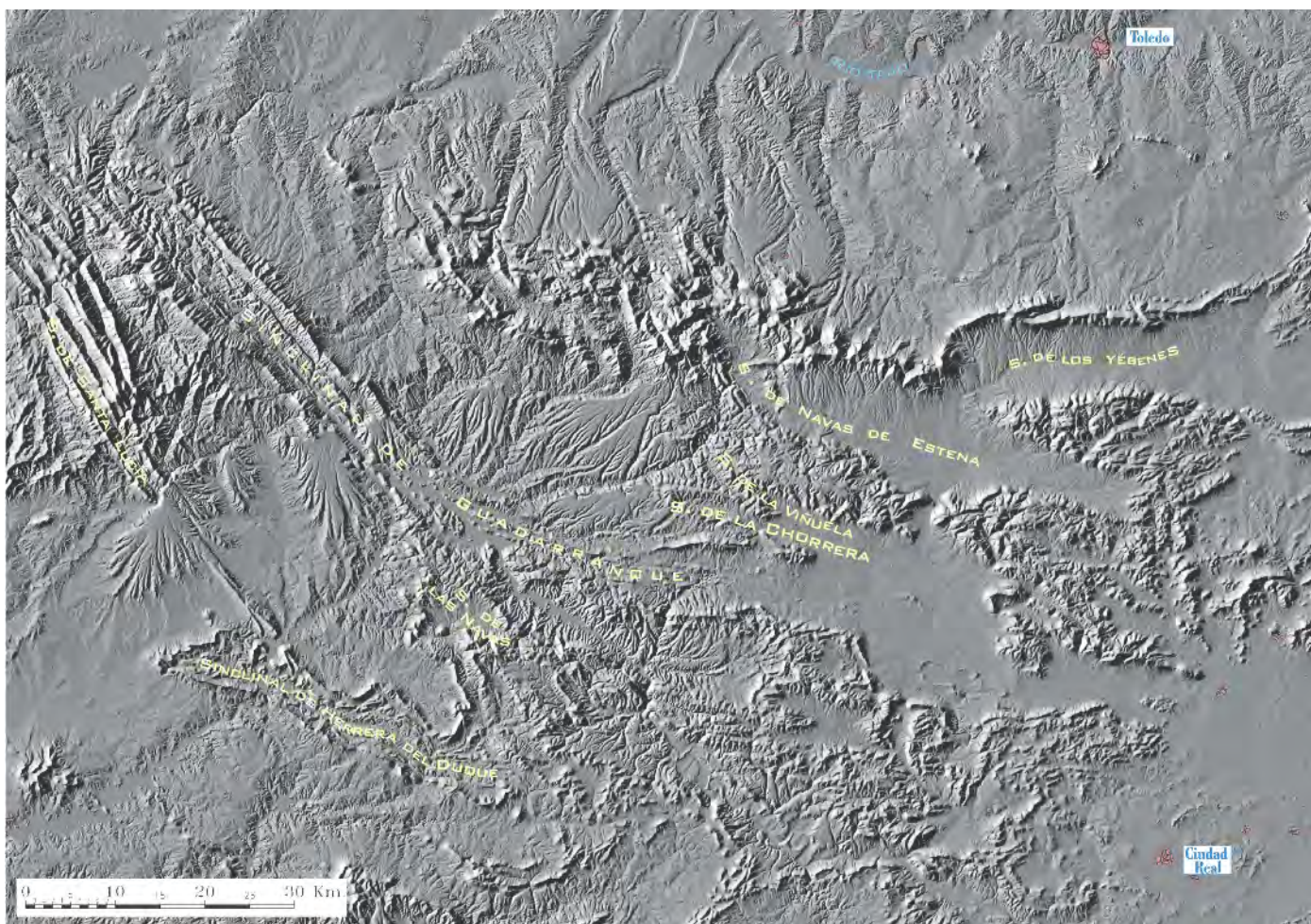
rañas como abanicos sintectónicos, ligados a los últimos movimientos de bloques finalpinos de direcciones béticas; o quienes, a partir de Martín Serrano (1991), relacionan estos depósitos con un punto de inflexión progresivo en la evolución geológica local, datado entre el Mioceno y el Pleistoceno, según el cual las rañas articulan un episodio de relleno sedimentario y otro de disección, que es el que culmina con el encajamiento de la red fluvial actual.

Otros depósitos del Parque, característicos de las fases de clima frío del Cuaternario son los **coluviones**, formados por fragmentos de cuarcita desprendidos por gravedad y por acción del hielo-deshielo, que resultan visibles en las laderas de las alineaciones cuarcíticas y en la periferia de las plataformas de las rañas. Los coluviones de fragmentos sueltos son las **pedrizas** o **canchales**, activos y con desplazamiento, que ocupan extensiones irregulares en las mayores pendientes de los montes cuarcíticos y, con el tiempo, acaban siendo cubiertos por material más fino, sobre el que se fija la exuberante cubierta vegetal.

Desde el punto de vista **hidrográfico**, Cabañeros se enmarca dentro de las cuencas de dos ríos afluentes del Guadiana por su margen derecha: el Bullaque y el Estena. El primero circula sobre la raña sin apenas incidirla y sin generar un valle estable, mientras que el segundo aparece fuertemente encajonado en un **surco intramontañoso**, cuya incisión se suma al relieve, de por sí accidentado, de toda la región occidental de montes. Los depósitos fluviales de terrazas y llanuras de inundación (sin contar los aluviones actuales) se restringen a la cuenca del río Bullaque, y son especialmente extensos en la parte más baja de la llanura suroriental del Parque, que forma parte de la llamada depresión de El Robledo, en donde las dificultades de drenaje se agravaron por un nivel freático casi aflorante durante periodos prolongados.

Según algunos autores, la actual asimetría hidrográfica y orográfica de los ríos Bullaque y Estena tiene su origen en tiempos antiguos, de cuando los ríos de los Montes de Toledo drenaban hacia La Mancha (por entonces un gran lago interior) y, por lo tanto, tenían un nivel de base y retroceso en cabecera muy bajo. Sin embargo los ríos que ya por entonces vertían al Atlántico, tenían una fuerte capacidad erosiva y ahondaron mucho su cabecera, terminando por capturar los antiguos ríos que vagaban hacia el este con escaso drenaje. Así, una misma depresión geológica (el Sinclinal de Navas de Estena) fue alcanzada primero por el oeste, debido a la erosión remontante del río Estena, que formó su propia depresión tras abrirse paso desde el suroeste a través del Boquerón del Estena. Por su parte, el primitivo río Bullaque, que en principio fluía hacia el este, fue capturado mucho más tarde por el retroceso de cabecera de otro río, que remontaba desde el sur, y que logró penetrar en el centro de la antigua depresión intramontañosa, abriéndose paso a través del portillo de la Torre de Abraham.

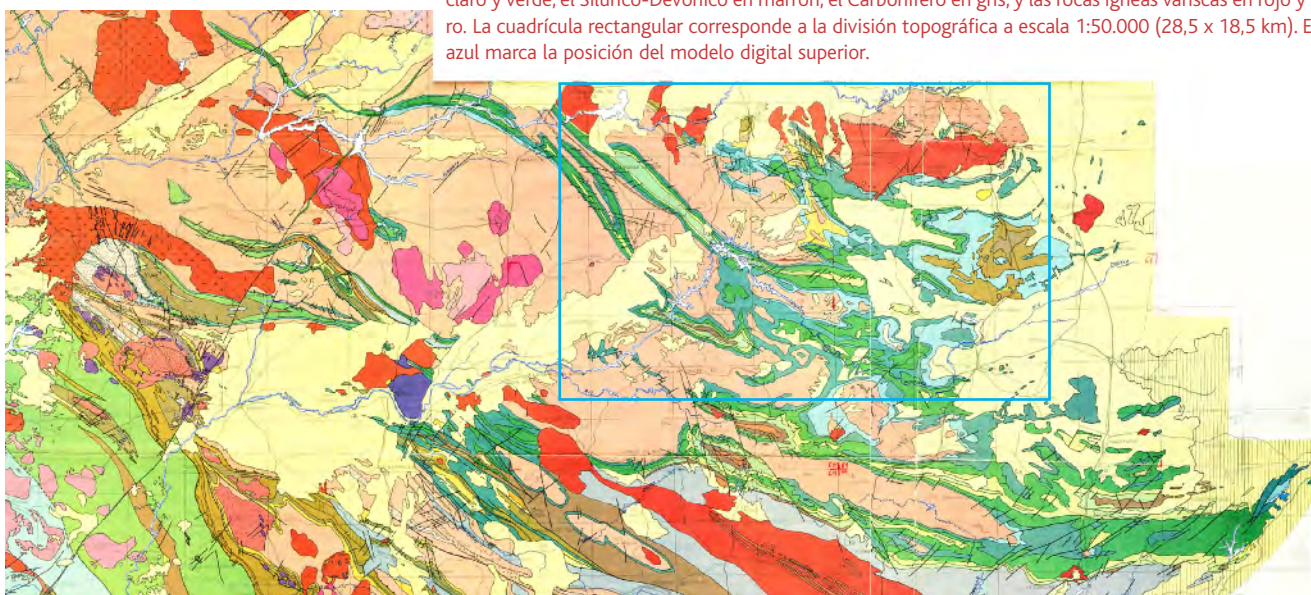
GEODIVERSIDAD Y BIODIVERSIDAD EN EL PARQUE NACIONAL DE CABAÑEROS (CIUDAD REAL-TOLEDO):
LA RUTA DEL BOQUERÓN DEL ESTENA



10

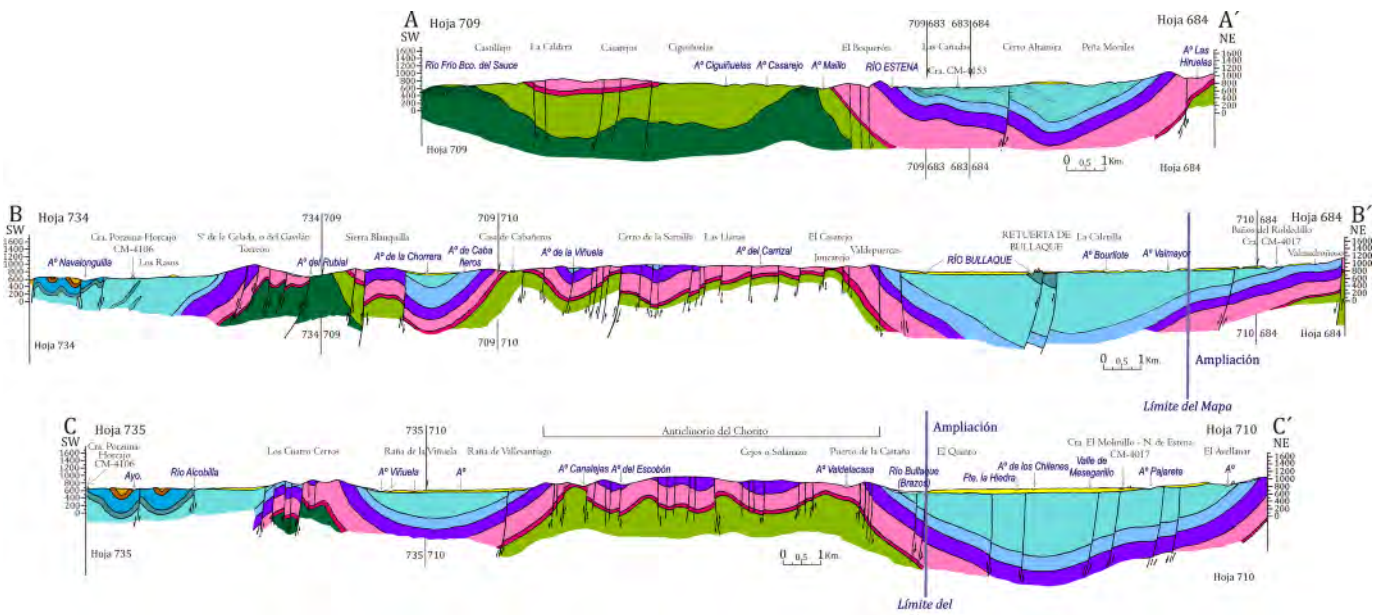
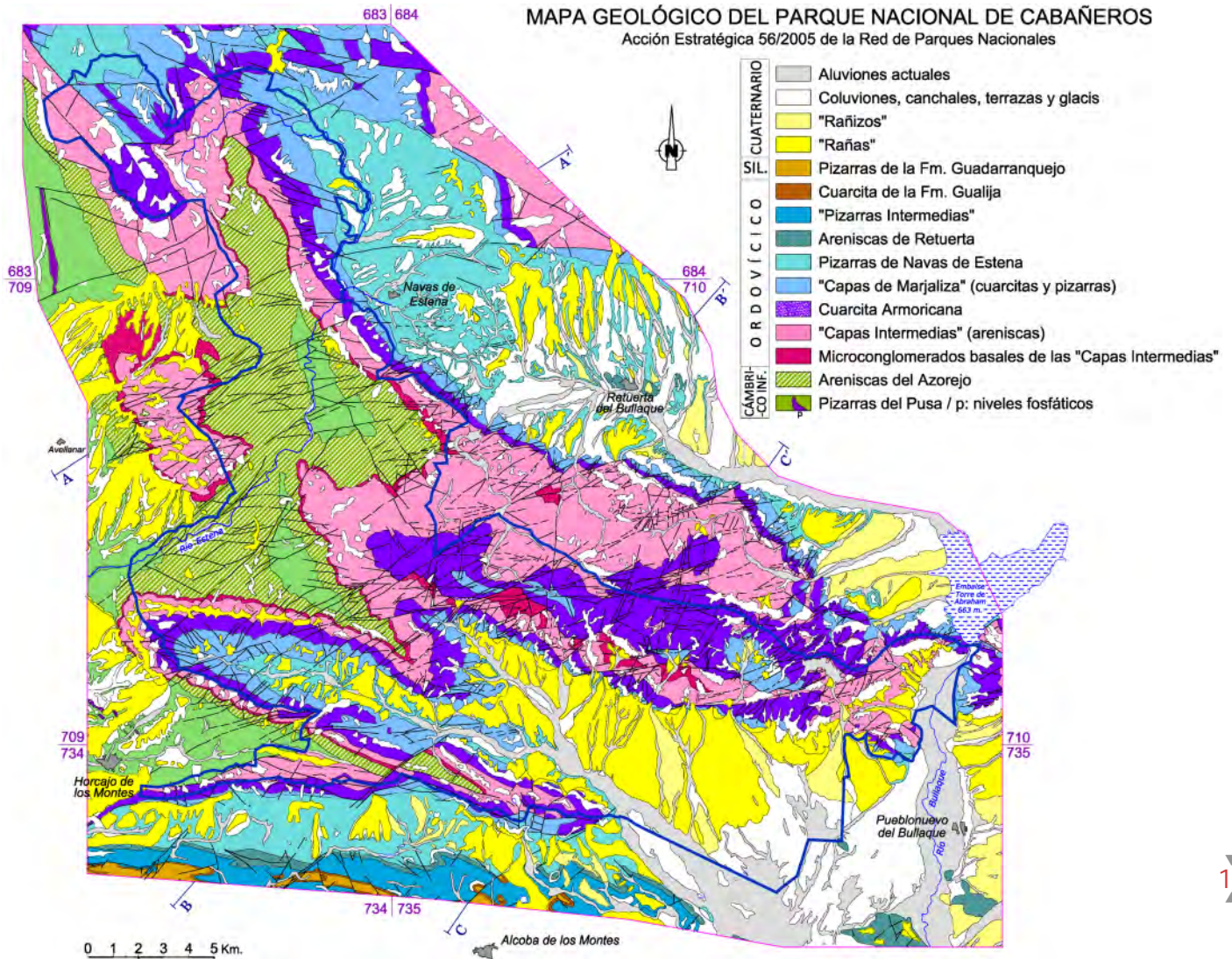
Relieve del Parque Nacional de Cabañeros y áreas aledañas comprendidas entre Guadalupe (Cáceres), Toledo y Ciudad Real. Se distinguen las alineaciones montañosas formadas por la Cuarcita Armórica, que delimitan las principales estructuras sinclinales, así como los grandes abanicos aluviales (rañas), disectados profundamente por la red fluvial en toda la mitad occidental del mapa (modelo digital del terreno preparado por A. Pieren).

Esquema geológico simplificado de un sector de la Zona Centroibérica meridional y el norte de la Zona de Ossa Morena (esquina inferior izquierda), para mostrar la traza de los principales pliegues variscos. Las rocas sedimentarias preordovícicas figuran en rosa pálido y el Cámbrico en tonos marrones. El Ordovícico se representa en azul claro y verde; el Silúrico-Devónico en marrón, el Carbonífero en gris, y las rocas ígneas variscas en rojo y rosa oscuro. La cuadrícula rectangular corresponde a la división topográfica a escala 1:50.000 (28,5 x 18,5 km). El recuadro azul marca la posición del modelo digital superior.



MAPA GEOLÓGICO DEL PARQUE NACIONAL DE CABAÑEROS

Acción Estratégica 56/2005 de la Red de Parques Nacionales



Mapa geológico del Parque Nacional de Cabañeros y sus alrededores, acompañado por tres cortes (A-A', B-B' y C-C') transversales a las principales estructuras geológicas. El mapa es una versión reducida del original, digitalizado a escala 1:50.000.

RASGOS GENERALES DE LA BIODIVERSIDAD DEL PARQUE NACIONAL

Los Montes de Toledo forman parte de la denominada **Iberia seca**, que se caracteriza por una distribución irregular de las precipitaciones, que alcanzan sus máximos en otoño e invierno, y sequía en la estación estival. Más concretamente, en el territorio del Parque Nacional de Cabañeros se encuentran representados dos pisos bioclimáticos típicos de la región mediterránea: de una forma mayoritaria el **mesomediterráneo**, que se caracteriza por un acentuado estrés hídrico en verano, encontrándose el **supramediterráneo** (con heladas frecuentes en invierno y temperaturas veraniegas elevadas) restringido en el Parque a localizaciones serranas o a barrancos y desfiladeros. Las lluvias primaverales y otoñales llegan a totalizar más de 650 mm anuales. Suele nevar alguna vez al año, normalmente entre diciembre y abril.

La vegetación que se desarrolla en el parque corresponde al denominado **bosque y matorral mediterráneo**. Está caracterizada por presentar una gran resistencia a la sequía que se pone de manifiesto por su carácter leñoso, aparatos radiculares extensos, adaptaciones perennifolias que dan lugar a formaciones vegetales sombrías, y hojas esclerófilas con estomas hundidos y gran cantidad de tricomas. Corológicamente, Cabañeros se encuentra incluido en la provincia Luso-Extremeña, sector Toledano-

Tagano, subsector Oretano. En total, se han identificado en el Parque Nacional unas 740 especies de plantas vasculares. Las familias mejor representadas son las compuestas (Asteraceae), las gramíneas (Poaceae) y las leguminosas (Fabaceae) con más de 60 especies cada una, siendo los terófitos y los hemicriptófitos los biotipos más abundantes.

El origen del bosque mediterráneo hay que buscarlo en una flora antigua de tipo subtropical, denominada **paleotropical** por los paleontólogos, que se desarrolló en el área mediterránea durante el Paleógeno. Esta flora era típica de climas húmedos, muy diferentes a los actuales, y estaba caracterizada por bosques de hoja lauroide (**laurisilvas**) integrados mayoritariamente por laureles, encinas y palmeras. A partir del Plioceno, debido a la formación del istmo de Panamá y al desarrollo de las corrientes del Golfo y el Labrador en el océano Atlántico, se instauró en toda la zona mediterránea un régimen climático similar al actual. De esta manera, las plantas de las laurisilvas tuvieron que adaptarse a un clima templado, frío y seco, o desaparecer. Hoy en día, la mayor parte de los elementos mediterráneos actuales proceden de estas laurisilvas: encinas (*Quercus ilex*), alcornoques (*Quercus suber*), madroños (*Arbutus unedo*),



Aspecto del río Estena. Se puede observar la vegetación rupícola compuesta fundamentalmente por fresnos de hoja pequeña (*Fraxinus angustifolia*). En las laderas escarpadas del cerro con afloramientos rocosos, destaca un matorral integrado fundamentalmente por jara pringosa (*Cistus ladanifer*).

laureles (*Laurus nobilis*), loros (*Prunus lusitanica*), brezos (*Erica* spp.), etc., que se empobrecieron debido a la extinción de muchos elementos subtropicales como palmeras, alcanforeros, acebos, myrsiniáceas, myricáceas, etc. Sin embargo, en el bosque mediterráneo también hay algunos elementos caducifolios que proceden de climas septentrionales, en donde había una mayor humedad, como el fresno de hoja pequeña (*Fraxinus angustifolia*), el piruétano (*Pyrus boungeana*) y el arce de Montpellier (*Acer monspessulanum*).

Concretamente, la vegetación actual más característica y extendida en el Parque Nacional corresponde a los denominados **encinares luso-extremeños**. Estos bosques, que están caracterizados por la encina (*Quercus ilex* subsp. *ballota*), son muy biodiversos, y su sotobosque aparece integrado por distintas especies de cistáceas (jaras), ericáceas (brezos) y leguminosas (retamas, genistas). En las umbrías suelen abundar alcornoques (*Quercus suber*) y quejigos (*Quercus faginea* subsp. *broteroi*), así como madroños (*Arbutus unedo*) y labiérnagos (*Phillyrea angustifolia*). Entre las plantas lianoides hay que destacar a la vid (*Vitis vinicola* var. *sylvestris*) y a las madreselvas (*Lonicera* spp.). En algunas zonas del Parque las encinas y los alcornoques llegan a hibridar produciendo unos árboles (*Quercus x morisii*) que se denominan popularmente **mestos**.

La presencia de elementos caducifolios suele estar restringida en los ecosistemas mediterráneos a los cauces de los ríos y arroyos. En Cabañeros estos cauces, que en muchos casos son de carácter temporal, están poblados por **bosques de ribera** constituidos por fresnos de hoja pequeña (*Fraxinus angustifolia*) y sauces (*Salix atrocinerea* y *S. salvifolia*). Otras especies no estrictamente riparias como el roble (*Quercus pyrenaica*) y el quejigo, enriquecen estas formaciones. En los tramos inferiores de los cursos de agua también aparece representado el aliso (*Alnus glutinosa*).

Este Parque Nacional también es reseñable ya que actúa como lugar de refugio de especies **eurosiberianas** (propias del norte de la Península Ibérica y de gran parte de Europa, en donde el clima es templado y húmedo) como son el tejo (*Taxus baccata*), el abedul (*Betula pendula* subsp. *fontqueri* var. *parvibracteata*), el acebo (*Ilex aquifolium*), el arraclán (*Frangula alnus*) y el mostajo (*Sorbus torminalis*). Estas plantas llegaron a los Montes de Toledo huyendo de los hielos que se desarrollaron en el Hemisferio Norte durante las glaciaciones del Cuaternario. Cuando comenzó el período interglaciar en el que ahora nos encontramos, quedaron acantonadas en lugares restringidos, con condiciones ambientales supramediterráneas que permitieron su supervivencia, como ocurre en las laderas de umbría del desfiladero del Boquerón del Estena (**bosque relicto**).



Bosque supramediterráneo localizado en situaciones de umbría, compuesto principalmente por quejigos (*Quercus faginea*) y melojos (*Quercus pyrenaica*), con la presencia de elementos relictos eurosiberianos como abedules (*Betula pendula* subsp. *fontqueri* var. *parvibracteata*) y tejos (*Taxus baccata*).

Los bosques del Parque Nacional de Cabañeros han sido modificados profundamente por la actividad del hombre. Así, se han cortado brezos y podado encinas para la obtención de carbón, se han adeshado grandes extensiones de terreno, como la raña, debido a actividades ganaderas y agrícolas, se ha repoblado con especies forestales alóctonas como el pino resinero, y se han incendiado algunas zonas para facilitar el acceso al monte de ganaderos y cazadores.

La **fauna mediterránea** sufrió los mismos avatares que la flora. En la Península Ibérica se han desarrollado comunidades adaptadas a la fenología mediterránea, con picos de actividad metabólica en otoño y primavera, y de reposo durante el invierno y el estío. Esta fauna está con seguridad empobrecida y modificada por la acción del clima y del hombre. Así, en la actualidad no existe ninguna representación de grandes bóvidos, perisodáctilos y carnívoros; pero aparecen animales que han estado ligados al hombre y que posteriormente se han naturalizado en estos ecosistemas, como la jineta (*Genetta genetta*) o la rata común (*Rattus norvegicus*). Aunque las poblaciones de invertebrados que se encuentran en el parque son muy interesantes y algunas especies son raras a escala peninsular (como las almejas de agua dulce, género *Unio*; la araña *Buthus occitanus*; o la mariposa del madroño, *Charaxes jausius*), son los vertebrados los que han atraído más la atención de los naturalistas y conservacionistas. Así, la gran abundancia de ciervos (*Cervus elaphus*) que se puede observar en la raña del parque, llevó a algunos medios de comunicación a calificarle de “Serengeti español”.

blación de águila imperial ibérica (*Aquila adalberti*) y de cigüeña negra (*Ciconia nigra*).



Vegetación mesomediterránea en situaciones de solana. En primer término se observan plantas de la orla arbustiva de las formaciones riparias del Estena con zarzamoras (*Rubus ulmifolius*) y brezos (*Erica arborea*). Por detrás, destacan fresnos de hoja pequeña (*Fraxinus angustifolia*) y sauces (*Salix atrocinerea*). Sobre los cerros se pueden observar carrascas (*Quercus ilex*), es decir, encinas que presentan un porte arbustivo al desarrollarse sobre rocas en donde el suelo no tiene suficiente profundidad para que crezcan de forma arbórea.

Desde el punto de vista de la avifauna, Cabañeros posee uno de los puntos de cría del buitre negro (*Aegypius monachus*) más importante del mundo, con más de 100 parejas reproductoras. También es importante la po-

Panel interpretativo de los tres bosques (mediterráneo, relictos y de ribera) que concurren en la ruta del Boquerón del Estena, con detalle de algunas singularidades botánicas o de su fauna fluvial.

LA RUTA DEL BOQUERÓN DEL ESTENA

El camino que discurre a lo largo de la garganta fluvial del río Estena es el lugar más transitado de las seis rutas pedestres y tres senderos interpretativos (botánicos o etnográficos) establecidos en los alrededores de los centros de visitantes del Parque Nacional.

La ruta del Boquerón es una ruta de acceso libre o guiado, en el segundo caso a cargo de la Oficina de Información Turística del pueblo de Navas de Estena (Ciudad Real). El acompañamiento de guía-intérprete es gratuito, sujeto a reserva previa en el Centro Administrativo del Parque (tel. 926 783 297). El recorrido de ida y vuelta comprende 10 km desde el pueblo (3 h 30 min.) y 6 km (2 h 30 min.) desde el aparcamiento contiguo a la linde del Parque Nacional.

Desde abril de 2011, la Ruta del Boquerón del Estena cuenta con paneles informativos, mesas de interpretación y postes de señalización, que contemplan las singularidades geológicas, botánicas, zoológicas y etnográficas más destacadas de esta ruta pedestre.

Para aquellos interesados en profundizar en la naturaleza en las gargantas montañosas del Parque Nacional, se recomienda complementar la visita al Boquerón con la realización de la Ruta del Chorro de los Navalucillos, ubicada en el extremo noroccidental del Parque. Se trata de un itinerario pedestre con acceso libre o guiado (cita previa en el tel. 926 783 297), señalizado con postes y paneles informativos, que posee dos destinos intermedios de gran espectacularidad (cascadas del Chorro y la Chorrera Chica), así como un destino final (cima del Rocigalgo) con 680 m de desnivel sobre el punto de partida (16 km entre ida y vuelta, 7 h en total). El acceso parte del km 16 de la carretera a Robledo del Buey, desde donde desciende una larga y sinuosa pista de tierra, poco apta para el tránsito con turismo normales, que finaliza en la linde del Parque.

LA BIOTA ACTUAL

La acción erosiva del río Estena, que forma parte de la cuenca del Guadiana y se encuentra en la zona occidental del Parque, ha producido una de las gargantas fluviales más importantes de la Submeseta Sur. No obstante, se trata de un río típicamente mediterráneo que transcurre por un cauce muy encajonado, sufre crecidas estacionales muy marcadas debido a lluvias torrenciales, y también estiajes en los que queda casi sin corriente, reducido a un conjunto de pozas que sirven de refugio a la fauna acuática. Este río se encuentra en un estado óptimo de conservación, ya que no presenta regulación artificial de su caudal por la construcción de presas o la extracción abusiva de agua, ni se han introducido en él de forma masiva especies exóticas. Así, conserva su fauna endémica de peces, anfibios y reptiles. Asimismo, tiene una boyante población de mirlos acuáticos (*Cinclus cinclus*), martines pescadores (*Alcedo atthis*) y de nutrias (*Lutra lutra*). Estas últimas controlan la población de cangrejo americano (*Procambarus clarkii*) que existe en el río, impidiendo que

se convierta en una plaga y afecte a las especies autóctonas de peces y anfibios.

Los **peces** de agua dulce de los ríos de la Península Ibérica están adaptados a la estacionalidad mediterránea y soportan durante el verano aguas calientes, estancadas, con bajo contenido en oxígeno. Entre estos se encuentran el jarabugo (*Anaocypris hispanica*), la colmilleja (*Cobitis paludica*) y el cacho (*Leuciscus pyrenaicus*), además de los barbos cabecicorto (*Barbus macrocephalus*) y comizo (*Barbus comiza*), el calandino (*Squalius alburnoides*), la pardilla (*Rutilus lemmingii*) y la boga (*Chondrostoma polylepis*). Casi todos son endemismos de la Península Ibérica y se encuentran amenazados de extinción por la transformación de los ríos y la introducción de especies foráneas como el black-bass (*Micropterus salmoides*), el lucio (*Esox lucius*) o el cangrejo americano.

Entre los **anfibios** del Estena hay que destacar ocho especies, entre las que se encuentran los tritones endémicos *Triturus boscai* (tritón ibérico) y *Triturus pigmeo* (tritón pigmeo). También se pueden encontrar distintas especies de ranas (*Rana perezi*, *Hyla* spp.), sapos (*Bufo* sp., *Pelobates* sp.) y otros urodelos como el gallipato (*Pleurodeles waltl*) y la salamandra común (*Salamandra salamandra*). Entre los **reptiles** acuáticos destaca el galápago leproso (*Mauremys leprosa*) y la culebra de agua (*Natrix maura*).

La **vegetación** acuática del Estena está caracterizada por la presencia del llantén de agua (*Potamogeton polygonifolius*) y por plantas herbáceas anfibias como las espadañas (*Typha latifolia*), el lirio amarillo (*Iris pseudoacorus*), el esparganio (*Sparganium erectum*), así como diferentes ciperáceas, juncáceas, gramíneas, etc. En sus riberas crecen fresnos de hoja pequeña y sauces de la asociación *Ficario ranunculoides* - *Fraxineto angustifolia*. De forma adicional también se encuentran quejigos y arraclanes (*Frangula alnus*). En el sotobosque de estas formaciones podemos encontrar vides, zarzamoras (*Rubus ulmifolius*), clemátides (*Clematis* sp.), epilobios (*Epilobium* sp.), colas de caballo (*Equisetum* sp.) y helechos reales (*Osmunda regalis*), entre otras muchas plantas.

La altitud máxima sobre el nivel del mar de la ruta del Boquerón de Estena es de unos 672 m. En las laderas de solana aparece representada la asociación *Pyro bourgeanae* - *Quercetum rotundifoliae quercetosum faginae* que corresponde a un encinar con quejigos. Domina la encina y en lugares con cierta humedad aparecen los quejigos y algún alcornoque disperso. También aparecen arbolillos como la cornicabra (*Pistacia terebinthus*). Por lo general, estos encinares se quemaban en el pasado para alimentar a las muchas cabezas de ganado, alrededor de 25.000, que había en lo que hoy es el Parque Nacional. Por esta razón, normalmente encontramos un matorral de sustitución con una baja densidad de árboles, integrado por la jara pringosa (*Cistus ladanifer*), la aulaga (*Genista hirsuta*), el cantueso (*Lavandula stoechas*) y el romero (*Ros-*

marinus officinalis), de la asociación fitosociológica *Genisto hirsutae-Cisteto ladaniferi*.

Por su parte, en las umbrías vuelve aparecer en zonas bajas el *Pyro bourgeanae - Quercetum rotundifoliae quercetosum faginae* con un mayor número de quejigos, por tener más humedad, y arces de Montpellier (*Acer monspessulanum*), durillos (*Viburnum tinus*), mostajos (*Sorbus terminalis*), escasos alcornoques y madre selvas. Por encima de esta asociación se encuentra la *Sorbo terminali - Quercetum pyrenaicae* que son los melojares (bosques de *Quercus pyrenaica*) con mostajos que se encuentran en los fondos de valle y en vaguadas cerradas donde la humedad edáfica es alta. Acompañando a éstos se encuentra la peonía (*Peonia broteroi*) y el helecho común (*Pteridium aquilinum*). Esta comunidad se califica de residual y en ella también se pueden integrar abedules (*Betula pendula* subsp. *fontqueri* var. *parvibracteata*), acebos (*Ilex aquifolium*), tejos (*Taxus baccata*), madroños (*Arbutus unedo*) y brezos (*Erica* spp.). Es interesante destacar la presencia de ejemplares del enebro de la miera (*Juniperus oxycedrus*) en la proximidad de caminos y pistas forestales. Su presencia está ligada a la presencia de ganado doméstico, ya que presentan una dispersión endozoócora de sus semillas. Esto quiere decir que el animal come sus bayas y las semillas de éstas no sólo no son degradadas en el aparato digestivo de estos animales, sino que son transportadas por estos a otros lugares, en donde tras salir junto con sus heces fecales pueden germinar y producir un nuevo individuo.

▼
16
▲

Entre estas formaciones vegetales no es raro encontrar a la lagartija colirroja (*Acanthodactylus erythrurus*) y al lagarto ocelado (*Lacerta lepida*); además son comunes algunas aves insectívoras y frugívoras como el mirlo (*Turdus merula*), el petirrojo (*Erithacus rubecula*) y el pinzón común (*Fingilla coelebs*). Entre las rapaces hay que destacar al azor (*Accipiter gentilis*) y al águila calzada (*Aquila pennatus*) que nidifican en las masas forestales. Los mamíferos están principalmente representados por el corzo (*Capreolus capreolus*), cérvido de pequeño porte que vive en zonas forestales, el jabalí (*Sus scrofa*) y el ciervo común (*Cervus elaphus*), muy abundantes en todo el Parque. La frecuente presencia de estos mamíferos provoca la proliferación de las garrapatas (*Ixodes* spp.) que son arácnidos que se alimentan de su sangre.

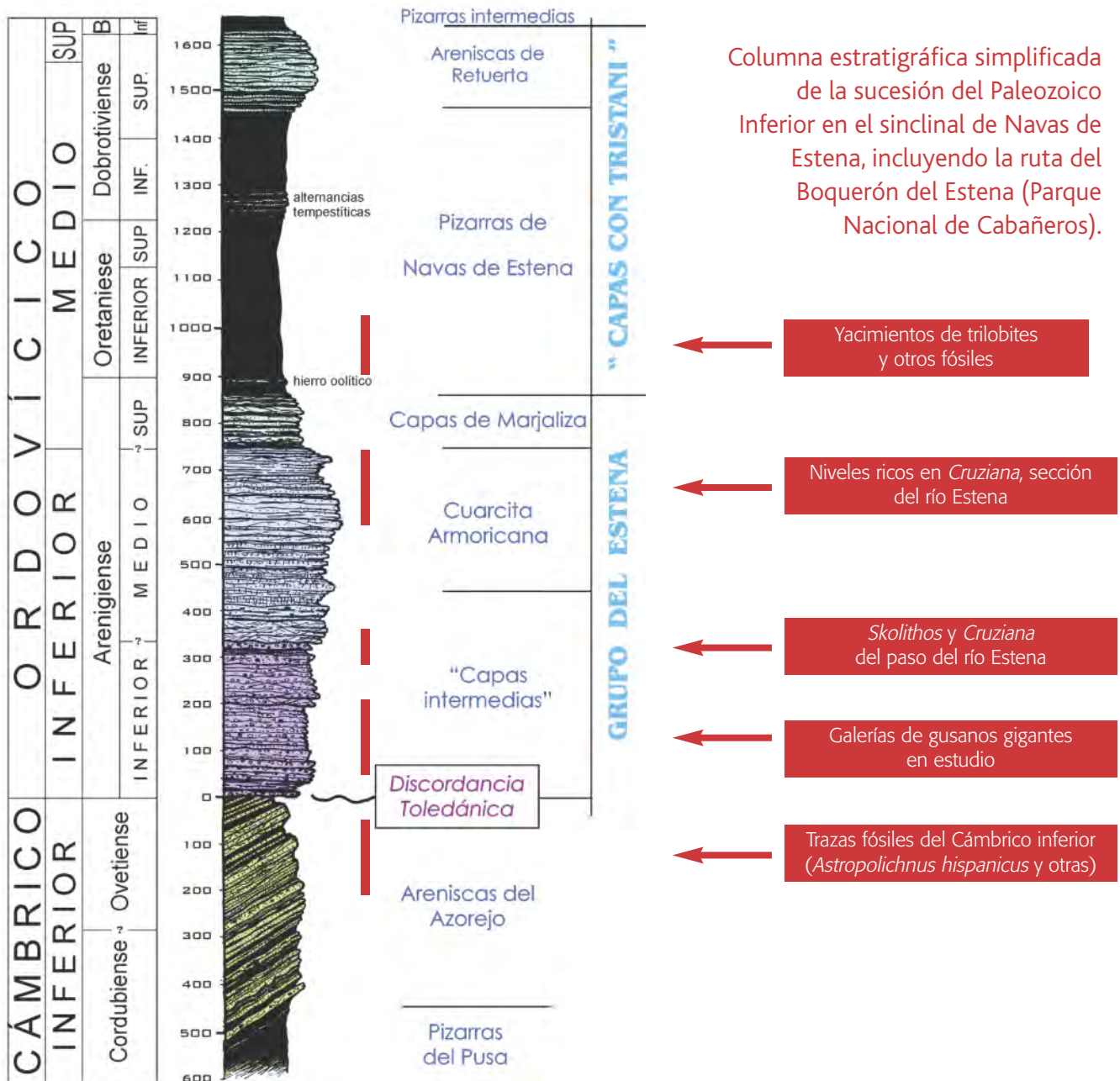
En las formaciones rocosas como son las Torres del Estena se pueden encontrar interesantes comunidades de plantas rupícolas. Además de líquenes y musgos, son comunes algunas plantas de los géneros *Sedum*, *Saxifraga* y *Digitalis*. En las partes más húmedas de estos roquedos se pueden encontrar algunos helechos del género *Asplenium*. Entre las aves que en ellos cuelgan sus nidos está el avión roquero (*Ptyonoprogne rupestris*) y la golondrina dáurica (*Cecropis daurica*). En algunas zonas escarpadas del Parque existen nutridas colonias de buitres leonados (*Gyps fulvus*) que, junto con las del buitre negro (*Aegypius monachus*), forman grandes bandadas que a veces sobrevuelan el desfiladero del Boquerón del Estena.

ASPECTOS GEOLÓGICOS

La ruta del Boquerón del Estena brinda un corte geológico continuo de las formaciones del Ordovícico Inferior y Medio del flanco suroccidental del sinclinal de Navas de Estena, así como de parte de la sucesión del Cámbrico inferior situada por debajo de la Discordancia Toledánica. También introduce variados aspectos relacionados con la sedimentación marina, la preservación de huellas fósiles, el desarrollo de foliaciones y brechas tectónicas, y la formación de recubrimientos de ladera muy característicos (pedrizas o *canchales*).

En los alrededores del Parque Nacional, el itinerario parte de las Pizarras de Navas de Estena y avanza en sentido geológico desde los materiales comparativamente más jóvenes (Ordovícico Medio) hasta los más antiguos (Ordovícico Temprano y Cámbrico, separados por la discordancia angular antes citada). Por lo tanto las distintas unidades se irán estudiando de techo a muro, en orden inverso al que fueron depositadas, para recomponer al final un esquema ordenado de la historia geológica, que comprende dos ciclos de sedimentación marina separados por sendos ciclos de plegamiento y erosión.

La unidad más moderna de la sucesión paleozoica local son las **Pizarras de Navas de Estena**, que alcanzan un espesor considerable (500-800 m) en el sinclinal homónimo y son muy fosilíferas. Se trata de lutitas oscuras masivas, de coloración gris azulada a negruzca en corte fresco, con fuerte pizarrosidad y foliación de plano axial. A pocos metros de la base presentan una intercalación centimétrica de hierro sedimentario (originalmente de textura oolítica), continua en todo el sinclinal, vinculada con una interrupción sedimentaria (paraconformidad) intra-Ordovícico Medio. El abundante registro paleontológico ha permitido datar con gran precisión los distintos tramos de la unidad pizarrosa, correspondientes a los pisos Oretaniense y Dobrotiviense del Ordovícico Medio mediterráneo, el primero de los cuales tiene su estratotipo internacional al sureste de Navas de Estena, en las propias lindes del Parque. No obstante, las pizarras situadas bajo el horizonte ferrífero inferior son todavía de edad Arenigiense superior (Dapingiense a Darriwiliense basal de acuerdo con la escala global). Los fósiles encontrados en las pizarras de Navas de Estena pertenecen a diversos grupos de invertebrados marinos propios de la zona nerítica, tales como artrópodos (trilobites y ostrácodos), moluscos (bivalvos, rostroconchas, gasterópodos y cefalópodos), braquiópodos (calcíticos y organofosfáticos), equinodermos (diploporitos, homalozoos, crinoideos y ofiuroides), hemicordados planctónicos (graptolitos), hiolítidos, cnidarios (conuláridos), briozoos y poríferos, de los que se llevan identificados en total más de 250 especies, a las que hay que sumar abundantes microfósiles de pared orgánica (quitinozoos, acritarcos) y algunos icnofósiles (coprolitos, estructuras bioerosivas y trazas diversas de remoción del sedimento). Casi todos los microfósiles de invertebrados se hallan en estado de moldes (por disolución de las conchas y caparazones origi-



Columna estratigráfica simplificada de la sucesión del Paleozoico Inferior en el sinclinal de Navas de Estena, incluyendo la ruta del Boquerón del Estena (Parque Nacional de Cabañeros).

Yacimientos de trilobites y otros fósiles

Niveles ricos en *Cruziana*, sección del río Estena

Skolithos y *Cruziana* del paso del río Estena

Galerías de gusanos gigantes en estudio

Trazas fósiles del Cámbrico inferior (*Astropolichnus hispanicus* y otras)

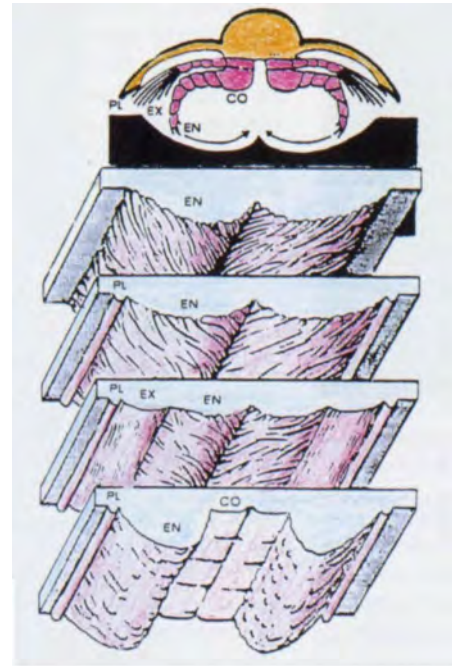
nales), aunque sus huecos fueron mineralizados en algunos casos (“casts” de hierro en moluscos, trilobites y braquiópodos; rellenos de cloritas y arcillas blancas en graptolitos) y los microfósiles están por lo general mal conservados, debido al leve metamorfismo regional que afecta a las rocas de este sector. La compactación diagenética (por carga sedimentaria) afectó relativamente poco a los restos fósiles de invertebrados, que mantienen buena parte de su relieve original, en especial los encontrados en el interior de nódulos silíceos.

Por debajo de las Pizarras de Navas de Estena se desarrollan las llamadas **Capas de Marjaliza**, unidad consistente en una alternancia bastante regular de cuarcitas, areniscas y pizarras micáceas en bancos delgados, que alcanza cerca de 200 m de espesor total. En su parte inferior se reconoce de forma esporádica un nivel centimétrico de carácter lumaquélco y microconglomerático, con alta proporción de conchas fragmentadas de

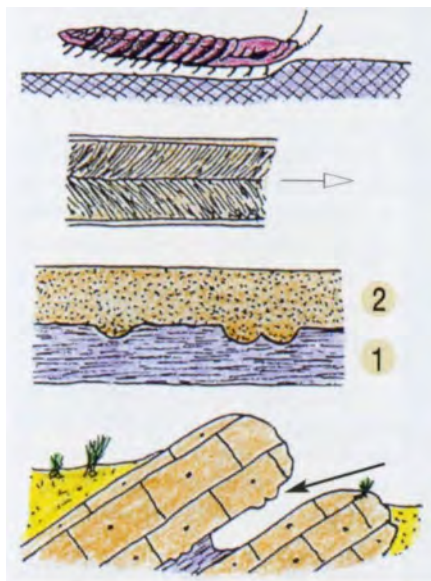
lingúlidos y minerales pesados radioactivos. El escaso registro paleontológico (braquiópodos quitinofosfáticos, bivalvos, trilobites, icnofósiles) señala una edad Arenigiense (Floiense a Dapingiense basal) para el conjunto de la unidad, cuyo ambiente de depósito corresponde a medios submareales dentro de una plataforma siliciclástica dominada por tormentas. La impronta de estas últimas se reconoce en numerosas estructuras sedimentarias como la estratificación cruzada “hummocky” (mamelonar), y las secuencias tempestíticas con remoción violenta del sustrato, removilización turbulenta del material, decantación y retoque final por oleaje.

En tránsito gradual rápido bajo las Capas de Marjaliza, se halla la formación conocida como **Cuarcita Armórica**, denominada así por su descubrimiento y gran extensión en el Macizo Armórico francés (regiones de Bretaña y Normandía). Esta unidad constituye también una de las formaciones del Ordovícico Inferior más dis-

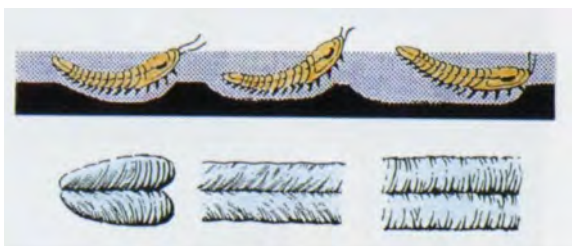
tintivas y fáciles de reconocer en casi toda la Península Ibérica, donde localmente recibe otras denominaciones (formaciones Barrios *p.p.*, Eo del Grupo Los Cabos, Alto Rey, Santa Justa, Marao, Serra do Brejo, etc.). En la Zona Centroibérica, la Cuarcita Armoricana compone alineaciones montañosas que se extienden, entre otros lugares, hasta el paso de Despeñaperros (Jaén) o sur de Alange (Badajoz). Desde el punto de vista litológico, la unidad está formada por gruesos bancos de cuarcitas claras de aspecto masivo, que alternan con paquetes delgados de areniscas micáceas tableadas, en los que se reconocen abundantes estructuras sedimentarias propias de ambientes litorales, con neto predominio de icnofósiles y bioturbación desarrollados alternativamente tanto en el plano horizontal (icnofacies de *Cruziana*), como en el vertical (icnofacies de *Skolithos*). El espesor total de la formación se acerca a los 250-275 m en el flanco sur del sinclinal, donde la potencia individual de algunos bancos de cuarcita supera a veces los 2 m, por lo que no es de extrañar que esta unidad sea el principal elemento constructor del relieve en la región de los Montes de Toledo. La edad Arenigiense medio (Floiense) de la Cuarcita Armoricana está acreditada por la presencia de numerosos icnofósiles y raros restos de braquiópodos y palinómorfos.



Variaciones en las pistas excavadas por trilobites, según los elementos intervinientes del caparazón dorsal (en naranja: PL, pleuras distales o puntas genales) o ventral (en rosa: EN, endopoditos; EX, exopoditos; CO, coxa).



Esquema de la formación de huellas bilobuladas de tipo *Cruziana*, con relleno de arena que, tras la litificación, aparece exhumado en relieve inverso en la cara inferior (flecha) de los bancos de areniscas o cuarcitas.



Esquema de las técnicas de excavación según la posición del cuerpo, en un animal con las patas anteriores más desarrolladas que las posteriores. Se consideran trazas isoclinas (horizontal, izquierda), opistoclinas (cabeza arriba, centro) y proclinas (cabeza abajo, derecha), así como los icnofósiles resultantes.



Ejemplar de *Tumblagoodichnus?* isp. (arriba a la izquierda), visto por su cara inferior, un semirrelieve tal vez generado por un artrópodo anfibio de gran tamaño, hallado en la Cuarcita Armoricana.

La sucesión del Ordovícico Inferior se continúa por debajo de la Cuarcita Armoricana con las llamadas “**Capas Intermedias**”, una potente sucesión (de hasta 500-600 m de espesor) formada por alternancias de areniscas, cuarcitas y limolitas en bancos, cuya característica más llamativa es la coloración rojiza a púrpura clara que presentan en afloramiento, además de la frecuente bioturbación (vertical y horizontal) y las abundantes estructuras sedimentarias (rizaduras y estratificaciones cruzadas de ambientes costeros). En su parte inferior existen además frecuentes intercalaciones de niveles conglomeráticos, con pequeños cantos redondeados (0,5 a 2 cm de diámetro) y naturaleza variada (cuarcita filoniana, cuarcitas y areniscas cámbricas, pizarras, grauvacas, liditas, feldespatos y rocas carbonatadas). La matriz del conglomerado es arenosa, micácea y a veces arcósica, destacando también

por su coloración rojiza o vinosa. La gran mayoría de estas intercalaciones microconglomeráticas se depositaron en ambientes marinos circalitorales. Desde el punto de vista cronoestratigráfico, las “Capas Intermedias” se atribuyen al Arenigiense inferior (Floiense inferior), y contienen esencialmente icnofósiles, entre ellos las famosas galerías horizontales con revestimiento activo e indicios de movimientos peristálticos del organismo productor, atribuidas a “gusanos gigantes”.



Excavaciones producidas por gusanos gigantes en la parte inferior de las “Capas Intermedias”, con detalles de su aspecto original (abajo a la izquierda), algunas constricciones (abajo centro) y otro ejemplar con fuerte curvatura (abajo a la derecha). Sección del Boquerón del Estena.

El registro icnológico de las unidades del Ordovícico Inferior en su conjunto (“Capas Intermedias”, Cuarcita Armoricana y Capas de Marjaliza), abunda especialmente en sus tramos heterolíticos (alternancias de estratos duros y blandos), donde predominan las huellas horizontales. *Cruziana* son las clásicas huellas bilobuladas con estriación en V, conservadas generalmente como hiporrelieves convexos en la base de los bancos de cuarcita, y que suelen atribuirse a la actividad de trilobites. Además de cinco tipos diferentes de *Cruziana*, en las cuarcitas abundan notablemente otras trazas horizontales como *Monomorphichnus* y *Diplichnites* (arañazos de artrópodos al caminar sobre el fondo, en series simples o dobles asimétricas), *Planolites* y *Palaeophycus* (huellas tubulares cortas, con o sin revestimiento de la galería), *Didymaulichnus* (pequeña pista bilobulada de superficie lisa), *Rusophycus* (huella ovalada de reposo de trilobites) y *Arthropycus* (relieve unilobulado, de sección cuadrangular y marcas transversas). En otros tramos de la sucesión predominan, por el contrario, las estructuras verticales, siendo las más frecuentes *Skolithos* (agrupaciones de tubos rectos que pueden superar el metro de longitud e intersectar estratos consecutivos), *Monocraterion* (tubos verticales revestidos por un sedimento impregnado por mucus, que le con-

fiere un aspecto anular en corte transversal), *Arenicolites* (tubos en U simples), *Diplocraterion* (tubos en U con conexión transversa) y *Daedalus* (estructura cónica compleja, desarrollada en el interior de las capas de cuarcita, y que se reconoce normalmente en secciones paralelas al plano de estratificación).



Estratos de arenisca de las “Capas Intermedias”, con madrigueras verticales de *Skolithos linearis* Haldeman, deformando la laminación sedimentaria.

Por debajo de la **Discordancia Toledánica**, materializada en la Ruta del Boquerón del Estena por una vistosa discordancia angular, la sucesión preordovícica visitable se restringe a las **Areniscas del Azorejo**, asignadas al Cámbrico inferior. Esta unidad se encuentra formada por unos 600 m de areniscas cuarcíticas pardas o amarillentas, bien estratificadas, que alternan con lutitas y limolitas oscuras, a veces predominantes en tramos de cierto espesor. En las areniscas se reconocen estructuras sedimentarias propias de ambientes marinos costeros (rizaduras de oleaje o de corriente, estratificaciones cruzadas), así como abundantes señales de actividad orgánica (trazas fósiles). De su registro icnológico destaca una estructura anular ornada por crestas radiales, dispuestas en torno a un área central deprimida o cilíndrica. Se trata de *Astropolichnus hispanicus*, interpretado como la huella de anclaje de un celentéreo de hábitos parecidos a determinadas anémonas marinas actuales, que viven semienterradas en sustratos firmes. Este icnofósil es importante porque su aparición coincide aproximadamente con la de los trilobites más antiguos, y es utilizado para fijar la base del piso Ovetiense (Cámbrico inferior) en el suroeste de Europa. Además de *Astropolichnus*, en las Areniscas del Azorejo se han encontrado marcas de desplazamiento lateral de artrópodos sobre el sustrato (*Monomorphichnus* y *Diplichnites*), primitivas *Cruziana* y *Rusophycus* (huellas de reposo), trazas unilobuladas complejas (el intraestratal *Psammichnites gigas*), marcas de pacerura (*Oldhamia*, *Agrichnium?*), así como un amplio cortejo de huellas dejadas por seres vermiformes desconocidos (paralelas, oblicuas o perpendiculares a la estratificación: *Gordia*, *Cochlichnus*, *Planolites*, *Phycodes*, *Torrowangea*, *Treptichnus*, *Skolithos*, *Diplocraterion*, *Monocraterion*, etc.).

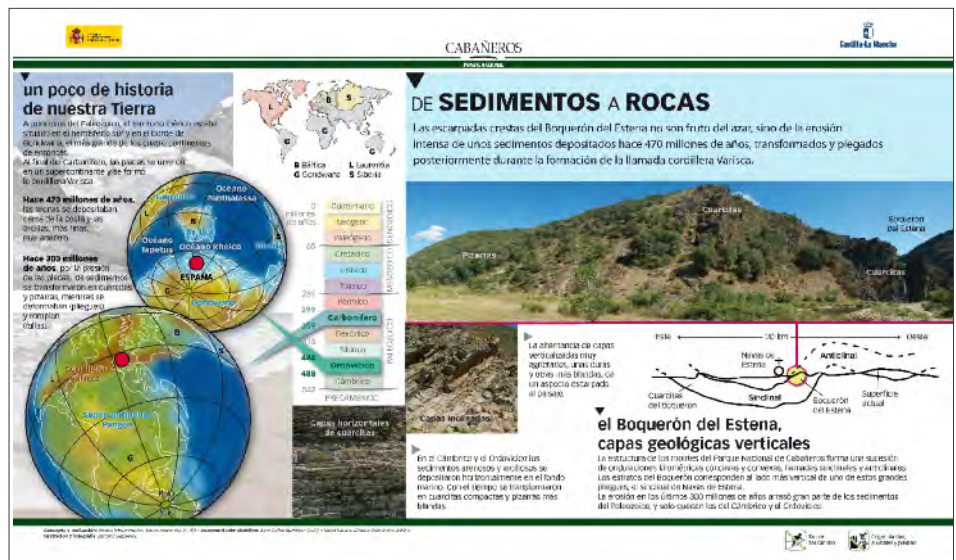


Iconofósiles de la Formación Azorejo (Cámbrico inferior). Arriba a la izquierda, espirrelieve de *Astropolichnus hispanicus*; id. derecha, *Psammichnites gigas* (relieve endostratal); abajo, hiporrelieve de *Astropolichnus* y reconstrucción de la huella con su pedúnculo central de anclaje

▼
20
▲

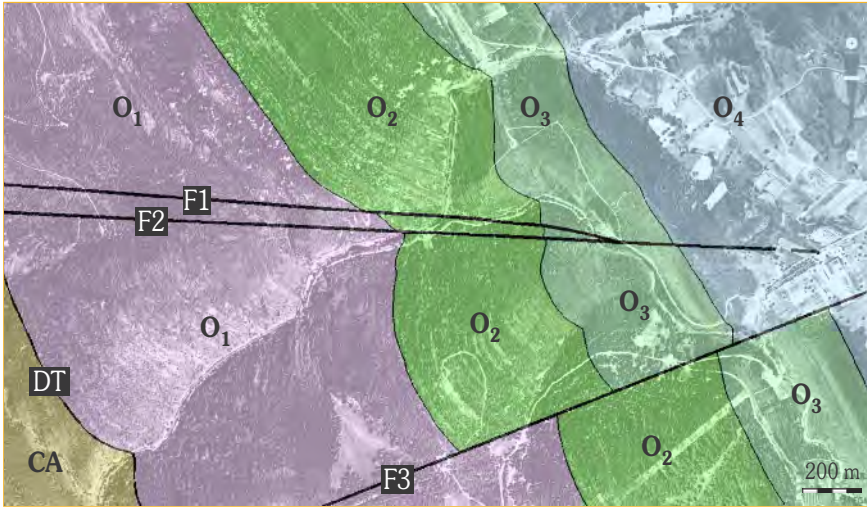
En síntesis, la historia geológica de la sección visitable en la ruta pedestre, se inicia en ambientes marinos en torno al límite Precámbrico-Cámbrico, cuando las Areniscas del Azorejo formaban parte de una sucesión litoestratigráfica que comprende variadas unidades del Cámbrico inferior (de más antigua a más moderna, las formaciones Pusa, Azorejo, Los Navalucillos y Cortijos). Entre el Cámbrico medio y el Tremadociense (Ordovícico Inferior), los materiales neoproterozoicos y los de la sucesión precedente se ven sometidos a un suave plegamiento y son ampliamente erosionados. La transgresión marina del Ordovícico (Arenigiense o Floiense basal) deposita en la horizontal nuevos sedimentos sobre el basamento neoproterozoico-cámbrico, con lo que se forma la Discordancia Toledánica. La profundización progresiva en el ambiente de sedimentación hace que los materiales costeros y predominantemente arenosos del Ordovícico Inferior se vean sucedidos por la sedimentación nerítica arcillosa de las Pizarras de Navas de Estena. La se-

dimentación paleozoica prosigue en toda la Zona Centroibérica durante el Ordovícico Superior, Silúrico, Devónico y Carbonífero Inferior, que fueron completamente arrasados en el área de los Montes de Toledo, por la erosión subsiguiente a la Orogenia Varisca, ocurrida hace aproximadamente hace 300 millones de años durante el Carbonífero, y que condujo a la formación de los principales pliegues y fallas que afectan a las rocas precámbrico-paleozoicas.



Panel paleogeográfico y estratigráfico en el Camino del Acebo y de Las Fuentes.

GEODIVERSIDAD Y PATRIMONIO GEOLÓGICO EN LA SECCIÓN FLUVIAL DEL BOQUERÓN DEL ESTENA



Mapa Geológico simplificado de las unidades paleozoicas

Símbolos

- O₄ - Pizarras de Navas de Estena (Ordovícico Medio)
- O₃ - Capas de Marjaliza (Ordovícico Inferior-Medio)
- O₂ - Cuarcita Armoricana (Ordovícico Inferior)
- O₁ - "Capas Intermedias" (Ordovícico Inferior)
- CA - Areniscas del Azorejo (Cámbrico Inferior)
- DT - Discordancia Toledánica
- F1 - Falla del Chorrillo
- F2 - Falla de las Torres
- F3 - Falla del Collado de Acebuches

Lugares de interés geológico y paisajístico en la Geo-Ruta del Boquerón del Estena.

1 Congregación de Cruziana (huellas de trilobites) en la base de un gran estrato de cuarcita, y detalle de algunos icnofósiles

2 Rizaduras de oleaje (ripple marks)

3 Brecha de falla (Torres del Estena)

4 Cruziana (icnitas aisladas)

5 Skolithos (huellas de madrigueras verticales)

6 Galerías excavadas por gusanos gigantes

7 Discordancia Toledánica (izq. Cámbrico vertical, der. Ordovícico inclinado)

8 Astropolichnus (anclaje de anémone de arena)

Crestones de Cuarcita Armoricana de la Sierra de Fuente Fria

Casa Rural Boquerón de Estena

Ermita

Mirador de Tirapanes

Paso arroyo del Chorrillo

Paso del río Estena

Fuente

Mirador de la ermita: vista hacia el suroeste

200 m

M.A.R.M.
FEGA
SIGPAC

CABAÑEROS
PARQUE NACIONAL

Proyecto de Investigación
052/2009

ITINERARIO DE LA EXCURSIÓN

Salida de Toledo a las 8:30 h. Parada corta a tomar café (15 min) en Las Ventas con Peña Aguilera. Recorrido en bus hasta Navas de Estena (Ciudad Real).

PARADA 1, inicio de la ruta (puente de entrada al Parque, próximo al aparcamiento):

G Introducción a la geología del parque y al corte geológico de la sucesión del Cámbrico y Ordovícico que brinda la garganta del río Estena. Presentación de la columna estratigráfica y reconocimiento morfológico del contacto Capas de Marjaliza-Cuarcita Armoricana al suroeste de la ermita Virgen de la Antigua.

B Introducción al bosque mediterráneo y a sus aspectos florísticos y corológicos. Se hará hincapié en la historia de la evolución de la vegetación en el Parque Nacional debido a la acción antrópica.

PARADA 2 (valle del arroyo del Chorrillo)

G Reconocimiento de una pequeña falla (falla del Chorrillo), cuya brecha cataclástica crea un relieve parecido a un “muro romano” (de *opus caementicium*), que interrumpe el rumbo de los estratos de cuarcita (Cuarcita Armoricana). En el camino a la parada 3, observación de rizaduras de oscilación, en el seno de la Cuarcita Armoricana, generadas en un ambiente marino costero.

B Se comenta la principal asociación fitosociológica de la ruta, *Pyro bourgeanae - Quercetum rotundifoliae quercetosum faginae*, centrándose en la distinción entre quejigos y encinas, y su relevancia en la vegetación.

PARADA 3 (Torres del Estena)

G Detalle de una brecha de falla (falla de las Torres) que cementa fragmentos triturados de cuarcita, teñida por minerales de hierro y manganeso (pirolusita). En el lado opuesto del río, crestas formadas por la Cuarcita Armoricana y aspectos de su estratificación. En el tránsito a la parada siguiente, el camino atraviesa un canchal o pedriza, una de las formaciones superficiales más notorias de los Montes de Toledo, generada por la gelifración de cuarcitas, contemporánea a la última glaciación del Cuaternario.

B Observación de plantas rupícolas y sus adaptaciones ecológicas para resistir insolación y sequedad. Presentación de los melojares y las plantas que los acompañan, entre ellas los helechos comunes y los brezos.

PARADA 4 (risco Tirapanes)

G Panorámica de la confluencia del arroyo del Chorrillo con el río Estena. Alineación de las Torres del Estena siguiendo el trazado de la falla homónima. Secuencialidad de la Cuarcita Armoricana y principales ni-

veles icnológicos. Observación con prismáticos de la huella de *Tumblagoodichnus? isp.*, imputada a la actividad de un artrópodo anfibio gigante.

B Descripción del aspecto de la vegetación ripícola del río Estena, en donde se desarrolla la asociación fitosociológica *Ficario ranunculoides - Fraxineto angustifolia*. Explicación de la explotación del bosque y matorral mediterráneo por cabreros y carboneros durante gran parte del siglo pasado, y anecdotario del lugar.

PARADA 5 (alrededores de la fuente -agua potable-)

G Observación de trazas fósiles (hiporrelieves convexos de *Cruziana*), en la base de un banco de cuarcita. Discusión sobre sus organismos productores, el tipo de actividad reflejada en la huella, y requerimientos para su preservación.

B Importancia de fuentes y manantiales como refugio de plantas con necesidades hídricas, tanto fisiológicas como reproductivas, y como abrevaderos de fauna en la región mediterránea. Se incidirá también en el valor de los árboles maduros y de las formaciones de arbustos espinosos, en la preservación de la fauna.

PARADA 6 (inmediaciones del puente sobre el río Estena)

G En el descenso y antes del cruce del río, observación de depósitos tempestíticos (capas de areniscas, con laminaciones trastocadas por su densa colonización oportunista por organismos filtradores, que generaron madrigueras verticales del tipo *Skolithos* -¿obra de foronídeos?-). Estos estratos duros con *Skolithos* y estratificación cruzada mamelonar (*hummocky*), alternan con otras capas generadas por flujos gravitacionales, relativamente más blandas por erosión diferencial, y cuyo aspecto isótropo se produjo por la bioturbación en masa debida a organismos sedimentívoros. Los icnofósiles generados en el plano horizontal son más raros, pero la base de una capa cuarcítica conserva varias *Cruziana* in situ, con nítidos relieves marcados en la huella bilobulada, por los apéndices ventrales del organismo productor.

B Observación de las pozas del río Estena con sus interesantes comunidades piscícolas, endémicas de la Península Ibérica, que se encuentran en peligro de extinción. En los márgenes del río se podrán encontrar ejemplares del helecho real (*Osmunda regalis*). Sobre la vegetación arbórea se observan vides silvestres (*Vitis vinicola* var. *sylvestris*).

Parada 7 (mesa de interpretación botánica)

B En la ladera de umbría del desfiladero se reconoce la asociación fitosociológica *Sorbo terminali - Quercetum pyrenaicae*, en donde aparecen elementos relictos del Cuaternario como *Betula pendula* subsp. *parvibracte-*

ata, *Taxus baccata*, *Ilex aquifolium* y *Sorbus torminalis*. En esta parada podemos diferenciar las distintas asociaciones fitosociológicas del bosque mediterráneo, así como la vegetación ribereña. Desde este punto se observan algunos ejemplares de las especies relictas eurosiberianas que se refugian en Cabañeros.

G Las capas de cuarcita y microconglomerados que asoman al camino, permiten reconstruir antiguos pasajes en las corrientes marinas que transportaban arena, atendiendo a la morfología general de los estratos y a su granulometría y laminación cruzada interna.

PARADA 8 (mesa de interpretación paleontológica)

G Superficie con madrigueras fósiles de grandes dimensiones (>11 m de longitud y 20-25 cm de anchura), generadas por organismos de cuerpo blando y movimiento peristáltico (los famosos “gusanos gigantes” de Cabañeros).

B Desde el punto de vista botánico podemos observar algunas especies interesantes como son la cornicabra (*Pistacia terebinthus*) y el arce de Montpellier (*Acer monspessulanum*). El primero tiene antepasado de origen paleotropical, mientras que el segundo procede de plantas que se originaron en zonas boreales.

PARADA 9 (río Estena, aguas abajo)

G Discordancia Toledánica (ex “Sárdica -sensu lato-”) entre el Ordovícico Inferior (inclinado) y el Cámbrico inferior (vertical), con sus implicaciones tectónicas, eustáticas y paleogeográficas.

PARADA 10 (recorrido opcional de 300 m, hasta fin del camino)

G Reconocimiento de la sucesión del Cámbrico Inferior (areniscas y pizarras de la Formación Azorejo), que incluye niveles con rizaduras de oleaje, icnofósiles de anémonas de arena (anclajes de *Astropolichnus hispanicus*) y madrigueras horizontales entrelazadas (*Psammichnites gigas*): la observación de esta última huella exige la ascensión (no demasiado exigente) a un pequeño risco.

Culminada la visita, se retorna a pie al autobús (3,5 km, aprox. 60 min), aparcado en las pizarras fosilíferas del Ordovícico Medio (Pizarras de Navas de Estena). El punto de almuerzo se localiza al suroeste del pueblo de Navas de Estena, bien en la Casa Rural del Boquerón de Estena (para las personas con reserva, tel. 689125108) o bien en pic-nic (área recreativa del Acebo, a 200 m).

Si de regreso hubiera tiempo e interés por parte de los participantes, se realizaría una parada corta en Retuerta del Bullaque (Ciudad Real) para visitar una casa particular, construida con bloques de Cuarcita Armoricana, que preservan abundantes icnofósiles (*Cruziana*, *Daedalus*, *Diplo-*

plocraterion, *Skolithos*, etc.) en magnífico estado de conservación.

Agradecimientos

La Real Sociedad Española de Historia Natural agradece a la Dirección del Parque Nacional de Cabañeros, las facilidades y permisos obtenidos para la realización de esta excursión. La actividad se inscribe en el Proyecto “Geodiversidad e Itinerarios Geológicos en el Parque Nacional de Cabañeros”, correspondiente a la Acción Estratégica 052/2009 de la Red de Parques Nacionales (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino). La presente guía compila diversas figuras pertenecientes a los trabajos de Gutiérrez-Marco et al. (2002, 2010, 2011), además de reproducir parte del folleto oficial y paneles interpretativos instalados en la ruta del Boquerón del Estena por el Parque Nacional de Cabañeros.

Bibliografía

- Almodóvar, M.A. 2009. Gastronomía paleozoica. *Vinos y Restaurantes*, 86, 84-85.
- Baeza Chico, E., De Frutos Sanz, C., Gutiérrez-Marco, J.C. & Rábano, I. 2008. Realización de una gran réplica icnológica en las cuarcitas del Ordovícico Inferior del Parque Nacional de Cabañeros (Castilla-La Mancha): aspectos técnicos y aplicaciones. En Ruiz-Omeñaca, J.I., Piñuela, L. & García-Ramos, J.C. (Eds.): *Libro de Resúmenes XXIV Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología*. Museo del Jurásico de Asturias, Colunga, 19-20.
- Barriga, J. C., Lassaletta, L. & Moreno, A.G. 2010. Ground-living spider assemblages from Mediterranean habitats under different management conditions. *The Journal of Arachnology*, 38, 258-269.
- Barrón, E., Rivas-Carballo, M. R., Postigo-Mijarra, J.M., Alcalde-Olivares, C., Vieira, M., Castro, L., Pais, J. & Valle-Hernández, M. 2010. The Cenozoic vegetation of the Iberian Peninsula: A synthesis. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 162, 382-402.
- Centro Nacional de Información Geográfica. 2010. *Guía del Parque Nacional de Cabañeros*. Instituto Geográfico Nacional, Madrid, serie Guías de Parques Nacionales de España, 13, 77 pp. + mapa.
- Costa Tenorio, M., Morla Juaristi, C. & Sainz Hollero, H. 2005. *Los bosques ibéricos: una interpretación geobotánica*. Ed. Planeta, Barcelona, 4ª ed. 597 pp.
- Cunha, C. & Doadrio, I. Evidencias de un nuevo complejo híbrido unisexuado del género *Squalius* (Teleostei, Cyprinidae) en el río Estena (Parque Nacional de Cabañeros): una aproximación filogenética. En Ramírez, L. & Asensio, B. (Eds.): *Proyectos de investigación en parques nacionales: 2006-2009*. Organismo Autónomo Parques Nacionales, Serie investigación en la red, vol. 3. Madrid, 357-375.
- Díaz, M., Alonso, C.L., Arroyo, L., Bonzal, R., Muñoz, A. & Smit, C. 2007. Desarrollo de un protocolo de seguimiento a largo plazo de los organismos clave para el funcionamiento de los bosques mediterráneos. En Ramírez, L. & Asensio, B. (Eds.): *Proyectos de investigación en parques nacionales: 2003-2006*. Organismo Autónomo Parques Nacionales, Serie investigación en la red, vol. 1. Madrid, 29-51.
- Doadrio, I. 1997. Ictiofauna. En García Canseco, V. (coord.): *Parque Nacional de Cabañeros*. Ed. Ecohábitat, Madrid, 155-176.
- Elvira, B., Almodóvar, A., Nicola, G.G. & Almeida, D. 2007. Impacto de los peces y cangrejos introducidos en el Parque Nacional de Cabañeros. En Ramírez, L. & Asensio, B. (Eds.): *Proyectos de investigación en parques nacionales: 2003-2006*. Organismo Autónomo Parques Nacionales, Serie investigación en la red, vol. 1. Madrid, 181-193.
- Gallardo Millán, J.L., Lorenzo Álvarez, S., Sánchez Vizcaíno, J., Higuera Higuera, P.L., Mansilla Plaza, L., Rábano, I. & Gutiérrez-Marco, J.C. 2003. Paisajes Geológicos de Ciudad Real. En Nuche, R. (Ed.): *Patrimonio Geológico de Castilla-La Mancha*, 613 págs. ENRESA, Madrid, 130-203.
- González Martín, J.A. & Vázquez González, A. 1992. *El medio natural en Castilla-La Mancha*. Segunda Edición. Servicio de Publicaciones de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, 710 pp.
- Gutiérrez-Marco, J.C. & Rábano, I. 1999. Paleontología del Neoproterozoico y Paleozoico Inferior de Castilla-La Mancha. En Aguirre, E. &

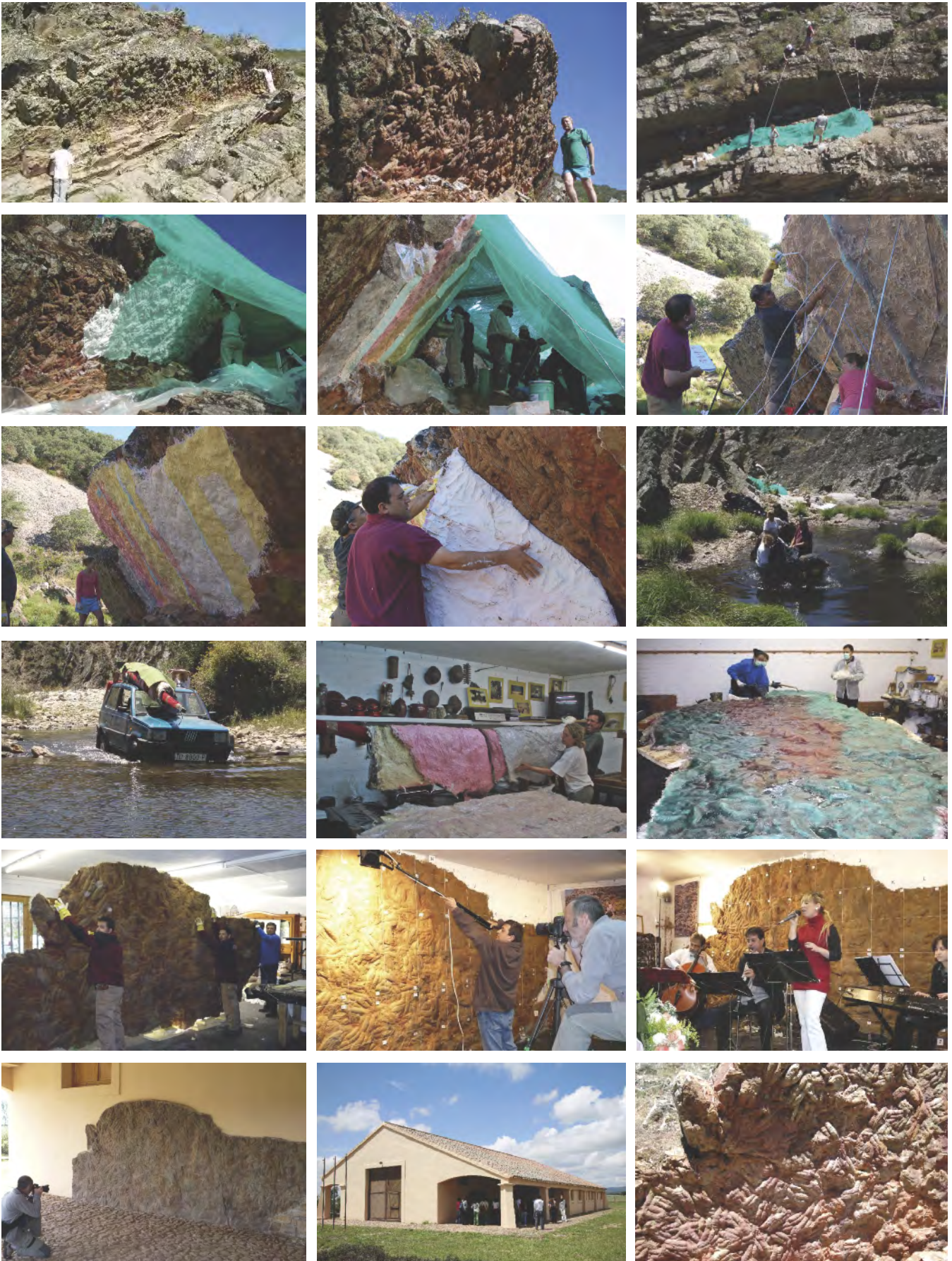
GEODIVERSIDAD Y BIODIVERSIDAD EN EL PARQUE NACIONAL DE CABAÑEROS (CIUDAD REAL-TOLEDO):
LA RUTA DEL BOQUERÓN DEL ESTENA

- Rábano, I. (Eds.): *La huella del pasado: fósiles de Castilla-La Mancha*. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, Serie "Patrimonio Histórico. Arqueología de Castilla-La Mancha", nº 16, Toledo, 25-50.
- Gutiérrez-Marco, J.C., Mansilla Plaza, L., Rábano, I., & García-Bellido, D.C. 2011. *Ordovician stratigraphy and paleontology of the province of Ciudad Real*. ISOS Field Trip Guide, May 12th-13th, 2011. 11th International Symposium on the Ordovician System, Madrid, 18 pp.
- Gutiérrez-Marco, J.C., Pieren, A.P., Rábano, I. & Reyes-Abril, J. 2008. Novedades paleontológicas del Ordovícico en el Parque Nacional de Cabañeros (Castilla-La Mancha). *Geogaceta*, 44, 91-94.
- Gutiérrez-Marco, J.C., Rábano, I., Liñán, E., Gozalo, R., Fernández Martínez, E., Arbizu, M., Méndez-Bedia, I., Pieren Pidal, A. & Sarmiento, G.N. 2008. Las sucesiones estratigráficas del Paleozoico inferior y medio del Macizo Hespérico. En García-Cortés, A. (Ed.): *Contextos Geológicos españoles. Una aproximación al patrimonio geológico español de relevancia internacional*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 31-43.
- Gutiérrez-Marco, J.C., Rábano, I., Sá, A.A. & Baeza Chico, E. 2009. Patrimonio icnológico del Cámbrico y Ordovícico en el Parque Nacional de Cabañeros (Castilla-La Mancha). En Florido Laraña, P. & Rábano, I. (Eds.): *X Congreso Internacional sobre Patrimonio Geológico y Minero, Coria, Resúmenes de las Sesiones Científicas*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 41-42.
- Gutiérrez-Marco, J.C., Rábano, I., San José, M.A. de & Pieren, A.P. 2002. *Parque Nacional de Cabañeros: un pasado marino de hace 500 millones de años*. Instituto Geológico y Minero de España e Instituto de Geología Económica (CSIC-UCM), Madrid, 16 pp.
- Gutiérrez-Marco, J.C., San José Lancha, M.A. de, Pieren Pidal, A.P., Rábano, I., Baeza Chico, E., Sá, A.A., Perejón Rincón, A. & Sarmiento, G.N. 2010. Geología y Paleontología del Parque Nacional de Cabañeros. En Ramírez, L. & Asensio, B. (Eds.): *Proyectos de investigación en parques nacionales: 2006-2009*. Organismo Autónomo Parques Nacionales, Serie investigación en la Red, vol. 3. Madrid, 29-54.
- Guzmán López-Ocón, J.N. 1997. Mamíferos. En García Canseco, V. (coord.): *Parque Nacional de Cabañeros*. Ed. Ecohábitat, Madrid, 225-268.
- Instituto Tecnológico Geominero de España (Ed.). 1989. *Mapa y Memoria Explicativa de la Hoja nº 709 (Anchuras) del Mapa Geológico de España esc. 1:50.000 (2ª Serie)*. Madrid, 66 pp.
- Instituto Tecnológico Geominero de España (Ed.). 1989. *Mapa y Memoria Explicativa de la Hoja nº 710 (Retuerta del Bullaque) del Mapa Geológico de España esc. 1:50.000 (2ª Serie)*. Madrid, 39 pp.
- Jiménez García-Herrera, J. 1997. Avifauna. En García Canseco, V. (coord.): *Parque Nacional de Cabañeros*. Ed. Ecohábitat, Madrid, 191-224.
- Jiménez García-Herrera, J. 2004. *Guía de Visitantes del Parque Nacional de Cabañeros*. Organismo Autónomo Parques Nacionales, Madrid, 115 pp.
- Marcos García, M.A. & Ricarte Sabater, A.R. 2009. Los Sífidos (Diptera: Syrphidae) saproxílicos como indicadores del estado de conservación del Parque Nacional de Cabañeros. En Ramírez, L. & Asensio, B. (Eds.): *Proyectos de investigación en parques nacionales: 2005-2008*. Organismo Autónomo Parques Nacionales, Serie investigación en la Red, vol. 2. Madrid, 201-213.
- Martín Serrano, A. 1991. La definición y el encajamiento de la red fluvial actual sobre el Macizo Hespérico en el marco de su geodinámica alpina. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 4, 337-351.
- Martín Serrano, A. & Molina, E. 1989. Montes de Toledo y Extremadura. En: *Mapa del Cuaternario de España esc. 1:1.000.000*. Instituto Tecnológico Geominero de España, Madrid, 187-200.
- Martín Serrano, A. & Nozal Martín, F. 2006. Red fluvial, raias y relieves apalachianos del Macizo Ibérico. En García-Cortés, A. (Ed.): *Contextos Geológicos españoles. Una aproximación al patrimonio geológico español de relevancia internacional*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 184-191.
- Moreno, F., Vegas, R. & Marcos, A. 1976. Sobre la edad de las series ordovícicas y cámbricas relacionadas con la discordancia "sárdica" en el anticlinal de Valdelacasa (Montes de Toledo, España). *Breviora Geologica Asturica*, 20, 8-16.
- Olmedo, G. 1997. Anfibios y reptiles. En García Canseco, V. (coord.): *Parque Nacional de Cabañeros*. Ed. Ecohábitat, Madrid, 177-190.
- Perea, D.F. & Perea, R. 2008. *Vegetación y flora de los Montes de Toledo*. Guía de Campo. Ed. Covarrubias, Toledo, 291 pp.
- Pillola, G.L., Leone, F., Gámez-Vintaned, J.A., Liñán, E., Dabard, M.P. & Chauvel, J.-J. 1994. The Lower Cambrian ichnospecies *Astropolichnus hispanicus*: palaeoenvironmental and palaeogeographic significance. *Bolletino della Società Paleontologica Italiana*, Spec. vol. 2, 253-267.
- Rábano, I. 1990. Trilobites del Ordovícico medio del sector meridional de la Zona Centroibérica española. *Publicaciones Especiales del Boletín Geológico y Minero*, Madrid, 233 pp.
- Sainz Hollero, H. & Sánchez de Dios, R. 2011. La diversidad de los paisajes españoles. *Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural [2ª época]*, 9, 109-155.
- Sánchez del Álamo, C., Sardineró, S., Vouso, V., Hernández Palacios, G., Pérez Badía, R. & Fernández-González, F. 2011. Los abedulares del Parque Nacional de Cabañeros: sistemática, demografía, biología reproductiva y estrategias de conservación. En Ramírez, L. & Asensio, B. (Eds.): *Proyectos de investigación en parques nacionales: 2006-2009*. Organismo Autónomo Parques Nacionales, Serie investigación en la Red, vol. 3. Madrid, 275-309.
- San José Lancha, M.A. de, Gutiérrez-Marco, J.C. & Rábano, I. 1997. Geología y Paleontología. En García Canseco, V. (coord.): *Parque Nacional de Cabañeros*. Ed. Ecohábitat, Madrid, 51-76.
- San José Lancha, M.A. de, Peláez Pruneda, J.R., Vilas Minondo, L. & Herranz Araujo, P. 1974. Las series ordovícicas y preordovícicas del sector central de los Montes de Toledo. *Boletín Geológico y Minero*, 85, 21-31.
- San José, M.A. de, Rábano, I., Herranz, P. & Gutiérrez-Marco, J.C. 1992. El Paleozoico inferior de la Zona Centroibérica meridional. En Gutiérrez-Marco, J.C., Saavedra, J. & Rábano, I. (Eds.): *Paleozoico Inferior de Ibero-América*. Universidad de Extremadura, Madrid, 505-521.
- Sánchez del Álamo, C., Sardineró, S., Vouso, V., Hernández Palacios, G., Pérez Badía, R. & Fernández-González, F. 2011. Los abedulares del Parque Nacional de Cabañeros: sistemática, demografía, biología reproductiva y estrategias de conservación. En Ramírez, L. & Asensio, B. (Eds.): *Proyectos de investigación en parques nacionales: 2006-2009*. Organismo Autónomo Parques Nacionales, Serie investigación en la Red, vol. 3. Madrid, 275-309.
- Seilacher, A. & Gámez-Vintaned, J.A. 1995. *Psammichnites gigas*: Ichological expression of the Cambrian Explosion. En Cherchi, A. (Ed.): *Sixth Paleobenthos International Symposium*, Cagliari, 151-152 [traducido al español en Palacios, T. & Gozalo, R. (Eds.): *XII Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología*, Badajoz 1996, 111-113].
- Vaquero de la Cruz, J. 1993. Flora del Parque Natural de Cabañeros (Montes de Toledo, Ciudad Real). *Ecología*, 7, 79-111.
- Vaquero de la Cruz, J. 1997. Flora vascular y vegetación. En García Canseco, V. (coord.): *Parque Nacional de Cabañeros*. Ed. Ecohábitat, Madrid, 95-154.
- Vidal, G., Palacios, T., Gámez-Vintaned, J.A., Díez Balda, M.A. & Grant, S.W.F. 1994. Neoproterozoic-early Cambrian geology and palaeontology of Iberia. *Geological Magazine*, 131, 729-765.



Reproducción de un sello de correos emitido en 2008, que ilustra la garganta del Boquerón y las Torres del Estena, como paisaje emblemático de los Montes de Toledo.

GEODIVERSIDAD Y BIODIVERSIDAD EN EL PARQUE NACIONAL DE CABAÑEROS (CIUDAD REAL-TOLEDO):
LA RUTA DEL BOQUERÓN DEL ESTENA



Secuencia del proceso de moldeado *in situ* de una gran superficie icnológica con *Cruziana* en el río Estena, mediante la obtención de un negativo en silicona con aditivos tixotrópicos (para que no se descuelgue de la superficie extraplomada), reforzado por carcasas plásticas en paneles, con armazón metálico, y positivado final del molde en resina epoxy, cargada con pigmentos y envarillada en fibra de vidrio. Las fotografías inferiores corresponden, respectivamente, a la copia destinada a los estudios paleontológicos (Navas de Estena), y a la instalada en el Centro de Interpretación de Casa Palillos (acceso por Pueblonuevo del Bullaque).

PARADA OPCIONAL: LA “CASA ICNOLÓGICA” EN RETUERTA DEL BULLAQUE



Esta casa fue construida con rocas de la Cuarcita Armoricana derivadas de pedrizas ubicadas en la Sierra del Chorito, y la particular sensibilidad de su propietario hizo que los icnofósiles quedasen dispuestos *hacia el exterior* de los muros, rompiendo con la tendencia tradicional de la zona.



Corte geológico del sinclinal de Navas de Estena a la altura de Retuerta del Bullaque, localidad edificada sobre el altozano formado por las areniscas del límite Ordovícico Medio-Superior. La Discordancia Toledánica pone en contacto con el Ordovícico las Pizarras del Pusa y las Areniscas del Azorejo al suroeste del corte, mientras que en el noreste sobreyace la Caliza de los Navalucillos (Cámbrico) y afloran rocas ígneas variscas, que son posteriores al plegamiento de todo el conjunto.



Detalle de algunos icnofósiles de las icnofacies de *Skolithos* y *Cruziana*. A la izquierda, *Daedalus desglandi* (Rouault) y *Daedalus halli* (Rouault), con las secciones transversales de esta huella cónica en la roca (debajo). A la derecha, un bloque con tres ejemplares de *Cruziana goldfussi* (Rouault) en el que se ve la secuencia de su producción (la traza más completa es también la más moderna, porque profundiza y corta a las anteriores –en sentido genético-).



Colaboran

