

Los yacimientos paleontológicos del Jurásico de la Sierra de Albarracín (Rama Castellana de la Cordillera Ibérica): aspectos estratigráficos y patrimoniales

Fossil sites in the Jurassic of the Sierra de Albarracín (Castilian branch of Iberian Cordillera, Spain): main stratigraphical and heritage points

Guillermo MELÉNDEZ¹, Sixto FERNÁNDEZ-LÓPEZ², Celia SORIA LLOP¹
Isabel PÉREZ URRESTI¹, Julia BELLO¹, Graciela DELVENE¹,
María José COMAS-RENGIFO², Antonio GOY², Elena CLEMENTE¹
y Montserrat RODRÍGUEZ MORA¹

1. Dpto. de Geología (Paleontología), Universidad de Zaragoza, C/ Pedro Cerbuna 12, 50009 Zaragoza. e-mail: gmelende@posta.unizar.es
2. Dpto. de Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense, 28040 Madrid. e-mail: sixto@geo.ucm.es

RESUMEN

Los yacimientos paleontológicos del Jurásico en la Sierra de Albarracín (Teruel) presentan un especial interés tanto científico, por la importancia y diversidad de los grupos fósiles representados y el desarrollo de las unidades estratigráficas, como patrimonial, por la excelencia de los afloramientos y su riqueza fosilífera, e histórico, por la gran tradición de estudios llevados a cabo desde el siglo XIX. En el presente trabajo se analizan los aspectos estratigráficos y patrimoniales de ocho de ellos, seleccionados por su riqueza paleontológica y su valor patrimonial, incluyendo la descripción de su contenido paleontológico, la evaluación de los riesgos y las posibles medidas de protección de los mismos.

El gran interés del registro fósil ha llevado a la definición de muchos nuevos taxones en esta región, como es el caso de los braquiópodos *Aulacothyris iberica* u *Homoeorhynchia meridionalis*, y de algunos taxones de ammonites, como los géneros *Albarracinites*, *Microbajocisphinctes* o *Melendezia*. Por otra parte, el conjunto de rasgos patrimoniales que convergen en la Sierra de Albarracín, unido al hecho de encontrarse en un marco paisajístico

de gran belleza, ha llevado a la Administración a una toma de conciencia en lo referente a la necesidad de protección y conservación del patrimonio histórico y cultural, y a la declaración de una parte de la sierra como Parque Cultural.

El proyecto de gestión patrimonial, cultural y turística iniciado recientemente en la Sierra de Albarracín, con la participación del Gobierno de Aragón y otras instituciones (Dinópolis) aún en fase embrionaria, contempla la creación de un parque temático de carácter eminentemente recreativo y turístico, aprovechando los recursos paleontológicos de la provincia. Un correcto planteamiento de este proyecto permitirá, sin duda, la integración en el mismo de los trabajos de investigación, por un lado, y la protección del patrimonio paleontológico por otro.

Palabras clave: patrimonio paleontológico, yacimientos paleontológicos, Jurásico, Cordillera Ibérica, Sierra de Albarracín, Teruel, España.

ABSTRACT

The Jurassic fossil sites of Sierra de Albarracín (Teruel, E Spain) present a special interest from both the scientific and historical point of view, due to the importance and diversity of fossil groups represented and the good development of the stratigraphic units. This has traditionally favoured the production of important stratigraphical and palaeontological studies since early XIXth century. Also from the heritage point of view, they are specially appreciated due to the excellence of outcrops and wealth of fossil sites. The present study offers a general overview of the heritage value of eight selected sites on the basis of their fossil content, in order to evaluate their current risks of destruction and proposed measures of protection.

The great interest of the fossil record has led to the definition of many new taxa in this region, as it is the case of brachiopods *Aulacothyris iberica* and *Homoeorhynchia meridionalis*, and of ammonite genera *Albarracinites*, *Microbajocisphinctes*, and *Melendezia*. On the other hand, heritage features and other values such as the impressive landscape, have prompted a general public concern on the protection of the scientific, historical and cultural heritage of the area, leading to its nomination as the recently created protective feature of Cultural Park.

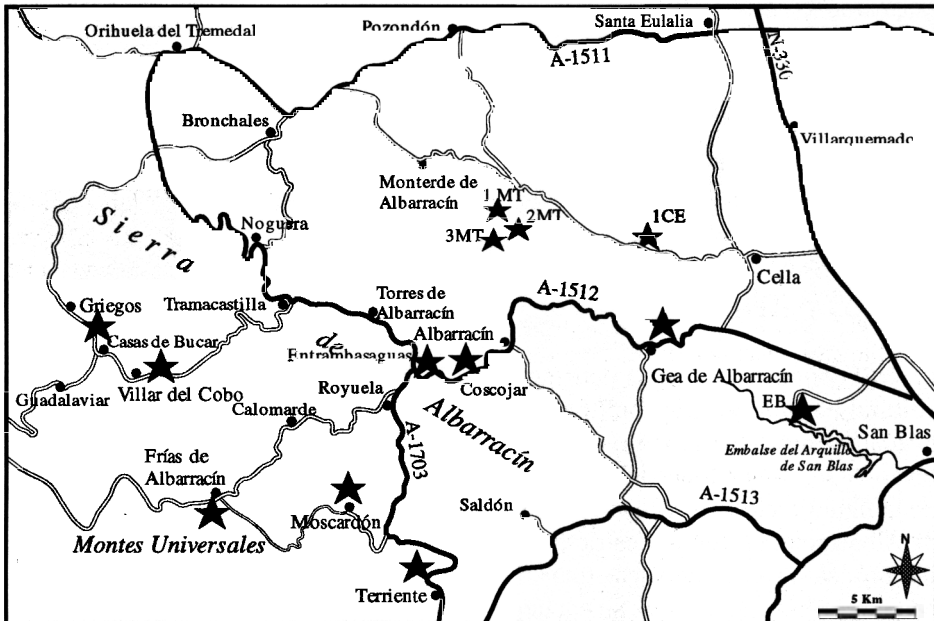
A newly projected touristic and cultural programme in the province of Teruel, known as *Dinópolis*, still in an embrionic phase of development, seeks the creation of a recreational area across the province, based on the potential use of the touristic attraction of palaeontological sites and remains. In this context, Albarracín has been designated one of the main sites of this thematic park. An appropriate approach of this cultural/touristic programme should allow the integration in it of research work, on one side, and of palaeontological heritage protection programmes on the other.

Keywords: palaeontological heritage, fossil sites, Jurassic, Iberian Range, Sierra de Albarracín, province of Teruel, Spain.

Introducción

Los yacimientos jurásicos de la Sierra de Albarracín (sector suroccidental de la Cordillera Ibérica) presentan un valor especial desde el punto de vista del patrimonio paleontológico debido al excelente desarrollo y exposición de las unidades estratigráficas y a la gran riqueza fosilífera de los mismos. Por este motivo, los es-

tudios sobre el Jurásico de esta región han constituido una tradición, desde mediados del siglo XIX, entre los geólogos europeos. Asimismo, las sucesiones de invertebrados han constituido la fuente de numerosos estudios de carácter bioestratigráfico y de monografías paleontológicas, debido a su riqueza y variedad fosilífera, constituyendo la base para la definición de nuevos taxones. Por otra parte, la espectacularidad de los afloramientos y yacimientos fosilíferos y la belleza del paisaje a lo largo del valle del río Guadalaviar han hecho de la Sierra de Albarracín un punto de referencia básico en la preocupación y concienciación de la Administración sobre la protección del patrimonio natural. Estos yacimientos son: Entrambasaguas, Moscardón, El Coscojar, Griegos, Terriente, Albarracín, Frías de Albarracín, Gea de Albarracín y Villar del Cobo, Cella, Arquillo de San Blas y Masada Toyuela (fig. 1), y presentan una serie de riesgos potenciales y reales de destrucción o deterioro que son analizados y que se encuentran valorados en la figura 2.



★ Situación de los yacimientos paleontológicos del Jurásico

Figura 1. Mapa de situación de la Sierra de Albarracín (provincia de Teruel) y localización de los yacimientos descritos en el texto. Clave de algunos afloramientos, CE: Cella; EB: Embalse del Arquillo de San Blas; MT: Masada Toyuela.

INTENSIDAD DEL RIESGO ⇐		escaso		medio		alto		grave
YACIMIENTOS								
Entrambasaguas								
Moscardón								
El Coscojar								
Griegos								
Terriente								
Frias de Albarracín								
Gea de Albarracín								
Albarracín								
Villar del Cobo								
Masada Toyuela								
Cella								
Arquillo de San Blas								
	erosión	explot. mineras	urbanización	obras públicas	vertederos	expolio	suscept. expolio	vulner. expolio
FACTORES DE RIESGO								

Figura 2. Análisis patrimonial. Evaluación de los factores de riesgo que afectan a los afloramientos descritos en el texto del Jurásico de la Sierra de Albarracín (Teruel).

Rasgos patrimoniales

El conjunto de rasgos patrimoniales, de carácter geológico, paleontológico, cultural e histórico, que confluyen en la Sierra de Albarracín, ha llevado a las autoridades del Departamento de Cultura del Gobierno de Aragón a declarar el entorno de los alrededores de Albarracín como área protegida, con la denominación de la figura recientemente constituida de Parque Cultural. Así, el Parque Cultural de Albarracín, en sentido estricto, sólo incluye el valle formado en los materiales del Buntsandstein (areniscas rojas, formación conocida en la región con el nombre de rodeno), en los que se encuentran importantes yacimientos arqueológicos y pinturas rupestres. La mayor parte de la extensión de la Sierra de Albarracín, sin embargo, está formada por materiales jurásicos y cretácicos. Las cumbres más elevadas, por encima de los 1.400 o 1.500 m están formadas por macizos paleozoicos. Las formaciones y el modelado del Cuaternario constituyen también rasgos prominentes de la sierra: desde glaciares hasta depósitos de ladera y taludes de depósitos estratificados. Todo esto constituye un conjunto de elementos de especial interés geológico, paleontológico y geográfico que, con toda seguridad, deberán ser tenidos en cuenta para una próxima ampliación del Parque Cultural de Albarracín.

Iniciativas de gestión

Entre las diversas iniciativas de gestión patrimonial, cultural y turística iniciadas en la Sierra de Albarracín, ocupa una posición destacada la propuesta a instancias del Gobierno de Aragón (a través del Instituto Aragonés de Fomento, en coordinación con el Departamento de Cultura y Turismo) y otras instituciones sociales, conocida con el llamativo nombre de Dinópolis. Este proyecto está dirigido en la actualidad por un patronato, formado por representantes de las instituciones mencionadas, las cuales se agrupan en la denominada Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel. El objetivo de este proyecto es crear un gran parque temático de carácter eminentemente turístico y de contenido paleontológico, con la sede central en la ciudad de Teruel, pero extendido por toda la provincia. Su idea central sería el aprovechamiento y la explotación, con fines recreativos y culturales, del inmenso caudal que representa el patrimonio paleontológico de la provincia.

En este contexto, la Sierra de Albarracín constituye uno de los núcleos fundamentales de este proyecto. En los próximos años está prevista la creación de un centro de recepción e interpretación en la localidad de Albarracín, en donde será posible acceder a reproducciones de los yacimientos y de aspectos diversos del importante patrimonio paleontológico de la región, incluyendo la organización de rutas turísticas de contenido paleontológico.

Pese a su carácter netamente recreativo y turístico, el proyecto de Dinópolis presenta un innegable interés por la posibilidad de armonizar los aspectos paleontológicos y patrimoniales en el conjunto de la Sierra de Albarracín, coordinando la realización de trabajos científicos y la difusión social, así como el interés y la preocupación por el patrimonio paleontológico.

Antecedentes

Los yacimientos paleontológicos del Jurásico de la Sierra de Albarracín han llamado la atención de los geólogos desde tiempos antiguos por su extraordinaria riqueza fosilífera. Esta es también la razón de los numerosos estudios geológicos y paleontológicos realizados desde mediados del siglo XIX. Los estudios de carácter bioestratigráfico, basados principalmente en las sucesiones de ammonídeos, comenzaron en la segunda mitad del siglo XIX con trabajos de diverso detalle. Los principales autores de este período son: Rodríguez (1851), el primero en reconocer el Jurásico Inferior y Superior (Oxfordiense) en los alrededores de Albarracín; Verneuil y Collomb (1853), quienes en una extensa monografía sobre la geología de la Península Ibérica confirmaron estos datos y aportaron numerosas precisiones bioestratigráficas; Vilanova y Piera (1863) dio un paso más adelante al describir numerosos yacimientos jurásicos en Albarracín y en los sistemas montañosos cercanos en la provincia de Teruel.

La gran monografía de Mallada (1885) sobre las especies fósiles citadas en España ha sido un trabajo clásico en el cual se sintetiza una gran parte de los conocimientos paleontológicos de España a finales del siglo XIX. La mayoría de los afloramientos citados por este autor en la Sierra de Albarracín fueron estudiados por autores posteriores, pasando a convertirse en puntos clásicos del Jurásico de la región.

No obstante, la monografía estratigráfica más importante de este período la constituyó sin duda el trabajo de Dereims (1898). Este autor en su trabajo *Recherches géologiques dans le sud de l'Aragón* estableció claramente una primera sucesión bioestratigráfica de la totalidad del Jurásico en el área de Albarracín y los alrededores. Este autor caracterizó mediante ammonites y otros grupos fósiles todos los períodos del sistema Jurásico (con la sola excepción del Aalenense) y la mayoría de las unidades bioestratigráficas (biozonas oppelianas) establecidas en aquellos tiempos. La exactitud en las determinaciones de los ammonoideos y la precisión demostrada en la caracterización de las sucesivas unidades bioestratigráficas hacen de su trabajo una monografía de corte moderno para aquellos tiempos y un trabajo fundamental de referencia para las posteriores investigaciones durante el siglo XX.

En la primera mitad de este siglo, son pocos los trabajos estratigráficos que pueden citarse. La mayor parte de los estudios, llevados a cabo principalmente por autores alemanes y franceses, son trabajos de carácter geológico general y estructural. La primera monografía estratigráfica que actualizaría los datos estratigráficos del Jurásico sería la de Riba (1959). Este autor, en su *Estudio geológico de la Sierra de Albarracín*, aparte de realizar un estudio estratigráfico detallado de todos los sistemas, incluido el Jurásico, aportó un mapa geológico de detalle muy preciso que, aún hoy en día constituye una muy valiosa información (Meléndez *et al.*, 2000).

Estudios recientes

Los trabajos estratigráficos en las décadas de los 60 y 70 fueron llevados a cabo principalmente por autores alemanes y franceses, centrándose en intervalos estratigráficos progresivamente más concretos. Los trabajos más relevantes son los de: Geyer (1965a), sobre las formaciones coralinas del Jurásico Superior; Hinkelbein (1969), quien ofrece una revisión general de la estratigrafía del Triásico y Jurásico de Albarracín; Geyer (1965b), Behmel y Geyer (1966), sobre las sucesiones de ammonites del Lías cerca de Albarracín; Tintant y Viillard (1970), quienes establecen una amplia correlación entre las unidades del Jurásico Medio-Superior en toda la región; Meléndez (1973) y Viillard (1973), en dos importantes monografías, correlacionan y extienden las unidades estratigráficas del Jurásico hacia el oeste (Serranía de Cuenca) y hacia el sur (Valencia). El Khoudary (1974) lleva a cabo un detallado estudio estratigráfico y paleontológico (principalmente sobre

foraminíferos) en las unidades del Jurásico Superior de las diferentes áreas de la Sierra de Albarracín.

Desde 1975 los trabajos desarrollados, en su mayoría de carácter bioestratigráfico, sedimentológico y paleontológico son realizados principalmente por autores españoles, de las universidades de Madrid y Zaragoza y también, en menor medida, de otras universidades y centros de investigación: Fernández-López (1976; 1985); Fernández-López *et al.* (1978); Gómez (1979); Giner (1980); Giner y Barnolas (1981); Comas-Rengifo (1985); Martín y Fernández (1985); Meléndez (1989); Fernández-López (1987); Aurell (1990) y Bádenas (1999 a, b). En un contexto más amplio, estos autores (Bádenas y Aurell, 1999) realizan una síntesis litoestratigráfica y paleogeográfica general del Jurásico Superior (Kimmeridgiense) en el margen oriental de la placa ibérica, discutiendo las variaciones de las unidades en la Sierra de Albarracín.

Otros trabajos recientes, de carácter más sintético, en relación con el patrimonio geológico de esta área, se deben a Meléndez *et al.* (1999a, b).

Estratigrafía del Jurásico

La estratigrafía del Jurásico y el análisis de las importantes sucesiones de amonites en la región de Albarracín y alrededores ha sido el principal objetivo de la mayor parte de los autores mencionados en los antecedentes (v. más arriba). Algunos autores, como Dereims (1898), Riba (1959) y otros, ofrecieron ya una visión precisa de la sucesión estratigráfica de las unidades del Jurásico. Los sucesivos trabajos llevaron al establecimiento de un marco bio y cronoestratigráfico preciso sobre la base de las sucesiones de Ammonoideos, que ha podido ser correlacionado estrechamente con las escalas estándar definidas en otras áreas europeas (sur de Alemania, Inglaterra y Francia).

Jurásico Inferior

Los ambientes sedimentarios reconocidos para la totalidad de las unidades del Jurásico son predominantemente marinos, típicos de plataforma carbonatada, desarrollados en el margen oriental del Macizo Ibérico, y sometidos periódicamente a procesos cíclicos transgresivos y regresivos. El marco litoestratigráfico general para el Jurásico de la Cordillera Ibérica central y meridional fue completado por Goy *et al.* (1976) para el Jurásico Inferior, y por Gómez y Goy (1979) para el Jurásico Medio y Superior. En el primer trabajo los autores reconocían en el Jurásico Inferior dos grandes grupos litoestratigráficos que comprendían un total de seis formaciones. El Grupo Renales, inferior, que incluía tres unidades carbonatadas de marcado carácter dolomítico y en las que la secuencialidad permitía reconocer una progresiva instalación de las condiciones marinas: la Fm. Imón, entre 15 y 20 m de espesor, de carácter transicional, formada por dolomías tableadas grises y de

edad Retiense a Jurásico basal; la Fm. Cortes de Tajuña (40-60 m) formada por una sucesión alternante de evaporitas y dolomías que en afloramiento suelen presentar un aspecto masivo y oqueroso (carniolas). Esta unidad suele asociarse con dudas al Hettangiense. Estas dos unidades afloran ampliamente en los alrededores de Albarracín, formando abruptos relieves al ser cortadas por el río Guadalaviar. La Fm. Cuevas Labradas (80 a 140 m) está formada por una potente sucesión de calizas dolomíticas en bancos masivos con intercalaciones de margas más frecuentes hacia la parte superior, en donde los grupos fósiles (bivalvos, braquiópodos) comienzan a ser también más frecuentes. El mejor afloramiento de esta unidad se encuentra en la sección de El Coscojar. Su edad comprendería el Sinemuriense y, en parte, el Pliensbachiense basal (Carixiense p.p.).

El Grupo Ablanquejo comprende tres formaciones de carácter calcáreo y margoso con un rico contenido fosilífero que denota unas condiciones marinas más abiertas: ammonites, belemnites, braquiópodos, bivalvos, crinoides, foraminíferos y nannoplancton. La Fm. Cerro del Pez, formada por un intervalo margoso (6-10 m) con aún escasos bivalvos, braquiópodos y ammonites. Su edad suele ser Pliensbachiense inferior. La Fm. Barahona, formada por calizas bioclásticas estratificadas en bancos masivos e irregulares, con un espesor no superior a 15-20 m en este sector. El contenido fosilífero de esta unidad es alto aunque los ammonites son escasos. Su edad es generalmente Pliensbachiense superior (Dome-riense), encontrándose en algunas áreas el límite con el Toarciense en su parte superior. La Fm. Turmiel comprende un potente tramo margoso, de varias decenas de metros (30-40 m) en este sector, que pasa progresivamente a una ritmita de calizas y margas hacia la parte superior. Su edad comprende desde el Toarciense inferior hasta el límite con el Aalenense en la parte superior. Su alto contenido fosilífero y las ricas sucesiones de ammonites han permitido reconocer y establecer biozonaciones detalladas para este intervalo. Algunos afloramientos en la Sierra de Albarracín, como el de Entrambasaguas, son conocidos clásicamente desde el siglo XIX y han sido descritos por numerosos autores.

Jurásico Medio

Los materiales del Jurásico Medio y Superior forman el denominado Grupo Turia (Gómez y Goy, 1979). En su definición original, este conjunto litoestratigráfico comprendía cuatro formaciones básicas, que a lo largo de los últimos veinte años se ha visto ligeramente modificado por autores sucesivos.

La Fm. Chelva comprende un potente conjunto carbonatado de espesor muy variable, entre pocas decenas de metros (en el sector nororiental de la Cordillera Ibérica) hasta valores próximos a 300 m en el sector oriental-meridional o incluso superiores, en Albacete. En la Sierra de Albarracín su espesor oscila entre 80 y 100 m. Su edad abarca el Jurásico Medio, desde el Aalenense hasta el límite entre el Jurásico Medio y Superior (Fernández-López, 1976, 1985; Fernández-López *et al.*, 1978; Gómez, 1979; Meléndez, 1989; Aurell, 1990). Esta unidad comprende numerosos tramos litológicos generalmente de calizas tableadas o masivas, con

una gran diversidad de facies y de espesor, incluyendo calizas micríticas, bioclásticas, oolíticas y bioconstruidas, en general bastante fosilíferas, que hablan de una gran diversidad de ambientes sedimentarios de plataforma carbonatada externa en la región durante el Jurásico Medio (Fernández-López, 1976, 1985, Meléndez *et al.*, 1999b).

Desde el punto de vista patrimonial tienen un especial interés las construcciones biohermales de espongiarios desarrolladas en las biozonas Humphriesianum y Niortense, especialmente visibles en Moscardón, y las sucesiones de ammonoideos reconocidas especialmente en el Bajociense inferior. Un especial interés presentan algunos taxones de ammonites definidos en distintas áreas de la Sierra de Albarracín: el género *Melendezia* Fernández-López; especie-tipo *M. aenigmatica* Fernández-López, definido en la sección de Cella; la especie *Trimarginia ibérica* Fernández-López, definida en la sección del Embalse de San Blas; la especie *Bajocisphinctes mouterdei* Fernández-López y el género *Microbajocisphinctes* Fernández-López, también de la sección del Embalse de San Blas, y el género *Albarracinites*, especie-tipo *A. albarracinensis* Fernández-López, definido en la sección de Masada Toyuela. También son especialmente destacables los niveles fosilíferos del Calloviense inferior en todo el sector.

El límite Calloviense-Oxfordiense se localiza en el techo de la unidad, dentro de un nivel característico de calizas bioclásticas con oolitos ferruginosos, definido formalmente como la Capa de oolitos ferruginosos de Arroyofrío. Este nivel, de espesor generalmente decimétrico (20-50 cm), así como el intervalo infrayacente correspondiente al Calloviense inferior, se encuentra ampliamente extendido en toda la Sierra de Albarracín, formando un intervalo muy fosilífero de excepcional interés patrimonial y objeto frecuente de expolio.

Jurásico Superior

El término superior de esta unidad carbonatada, definido inicialmente como miembro de la Fm. Chelva (Mb. Calizas con esponjas de Yátova) fue reconocido posteriormente como formación independiente: Fm. Yátova, por distintos autores (Giner, 1980; Salas, 1987; Aurell, 1990). Comprende un conjunto de espesor relativamente constante en este sector (12-15 m) de calizas micríticas y bioclásticas, aspecto en ocasiones irregular con estratificación masiva; muy fosilíferas, con abundantes espongiarios y otros grupos fósiles: ammonites, bivalvos, braquiópodos, crinoideos, belemnites. Su edad es Oxfordiense medio a superior (Fernández-López *et al.*, 1978; Corbalán y Meléndez, 1989; Meléndez, 1989).

La Fm. Sot de Chera comprende un conjunto relativamente uniforme de margas grises a azuladas con niveles ocasionales de margocalizas o calizas margosas algo más compactas. Su espesor varía entre 15 y 25 m en las distintas localidades. Normalmente contiene ammonites escasos a frecuentes en las intercalaciones de margocalizas. Los núcleos piritosos de éstos pueden encontrarse dentro de las margas. En ocasiones pueden encontrarse también los apticus de éstos. La edad de esta

unidad es Oxfordiense superior, desde la parte inferior de la Biozona Planula hasta la parte inferior de la Biozona Galar. Además de los ammonites son frecuentes también los belemnites, braquiópodos, bivalvos, gasterópodos, serpúlidos y corales ahermatípicos (Meléndez *et al.*, 1980).

Durante el Kimmeridgiense inferior el incremento en el aporte de terrígenos se deja notar, especialmente en la región más occidental, en donde se desarrolla una unidad margosa, más potente (hasta 100 m) con un mayor contenido en elementos siliciclásticos. Esta unidad, especialmente reconocible en el sector de los Montes Universales, entre las localidades de Frías de Albarracín, Terriente y Jabaloyas, se correspondería con la parte inferior de la Fm. Loriguilla y fue definida con el nombre de Margas de Frías por diversos autores: El Khoudary (1974), Hernández *et al.* (1983, 1985), Aurell, (1990) Bádenas (1999 a, b), Bádenas y Aurell (1997). En dicha unidad los niveles con ammonioideos son escasos mientras que predominan niveles con asociaciones de grupos característicos de ambientes más restringidos: bivalvos, gasterópodos, corales, equinoideos, ostrácodos y foraminíferos.

Hacia la parte oriental y suroriental esta unidad pasa progresivamente a la Fm. Loriguilla en su facies típica. Hacia la parte superior deja paso a un conjunto de calizas predominantemente oolíticas y bioclásticas, descritas primero por Villena (1971) y definidas formalmente después por Aurell (1990) como Fm. Pozuel, en el sector de Sierra Menera. Dicha unidad está formada principalmente por un conjunto de barras oolíticas y oncolíticas que muestran estratificación cruzada a gran escala y progradan hacia la parte central de la plataforma, sobre la Fm. Loriguilla. Su edad, aunque difícil de precisar, es probablemente Kimmeridgiense superior (p.p.) Su espesor oscila entre 55-60 m en la parte occidental de la Sierra de Albarracín y en Sierra Menera (donde se encuentra la localidad-tipo) y 8-10 m en la parte oriental de la Sierra de Albarracín.

La última unidad del Jurásico en este sector lo constituye un conjunto de formaciones coralinas biohermales que pueden formar edificios (pináculos) de espesor métrico (hasta 12-15 m) presentando afloramientos de gran interés en las proximidades de Jabaloyas (Meléndez *et al.*, 1999). Esta unidad muestra una gran variedad de facies, desde los biohermos hasta calizas bioclásticas, oolíticas, peloidales, oncolíticas, margas y areniscas. Los edificios biohermales han sido objeto de descripciones detalladas por numerosos autores: Geyer (1965a), Giner (1980), Giner y Barnolas (1981), Fezer (1988), Bádenas (1999 a, b), Bádenas y Aurell (1997). Su edad, aunque difícil de precisar, ha sido estimada por los distintos autores (Fezer, 1988), como Kimmeridgiense superior a Tithónico inferior.

Descripción de los yacimientos

Albarracín

Dentro del término municipal de Albarracín, cerca de los puntos kilométricos 18 y 19 de la carretera de Gea de Albarracín a Albarracín, cabe destacar la existencia de dos afloramientos donde se encuentran bien representados los materiales del Jurásico Inferior (en parte) y Medio. En las proximidades de la ciudad de Albarracín, en la denominada Peña del Cingle, se encuentra una de las secciones más completas y clásicas del Jurásico Inferior.

Antecedentes

Los materiales del Jurásico Inferior y Medio de los alrededores de Albarracín fueron estudiados por Riba (1959), Behmel y Geyer (1966), Hinkelbein (1969, 1975), Geyer *et al.* (1974), Comas-Rengifo (1985; en la sección próxima de El Coscojar), Fernández-López (1985) y Fernández-López y Gómez (1990).

Descripción

El Jurásico Inferior de Albarracín fue descrito en el afloramiento de la Peña del Cingle por Riba (1959). El autor distingue un total de seis tramos litológicos para el Jurásico Inferior, que se corresponden a grandes rasgos con las formaciones Cuevas Labradas a Turmiel, y que presentan un espesor aproximado de 130 m (Lám. 1, fig. 1).

La Fm. Cuevas Labradas comprende un tramo inferior de calizas dolomíticas grises en bancos regulares de orden métrico, con un espesor de 50 m y un tramo superior de calizas de aspecto litográfico (20 m).

Las formaciones Cerro del Pez y Barahona comprenden un total de 30 m de espesor. El autor destaca su litología clásica: margas grises y calizas bioclásticas arenosas y organógenas. Por encima, la Fm. Turmiel (30 m) en la que el autor distingue tres tramos de 10 m cada uno, dos tramos margosos inferiores y un tramo superior formado por calizas tableadas.

El Jurásico Medio (Aalenense y Bajociense) ha sido descrito por Fernández-López (1985) en los afloramientos denominados 18AL y 19AL, a lo largo de la carretera de Gea de Albarracín a Albarracín (p. 661, fig. 98). Es en el kilómetro 19 donde las calizas de la Formación Chelva presentan mejores condiciones de acceso, aunque en el corte del kilómetro 18 (18AL) la sucesión es más completa y es más comparable con la estudiada en Gea de Albarracín. Las margas y margocalizas de la Formación Turmiel se caracterizan por su buena exposición, así como por un elevado contenido fósil representado por grupos como braquiópodos (rinconélidos, terebratulidos), bivalvos, belemnites y ammonites. En estas secciones el techo del Toarciense superior está formado por un tramo de 1 m de espesor de calizas margosas que contienen ammonites, y está delimitado en su parte supe-

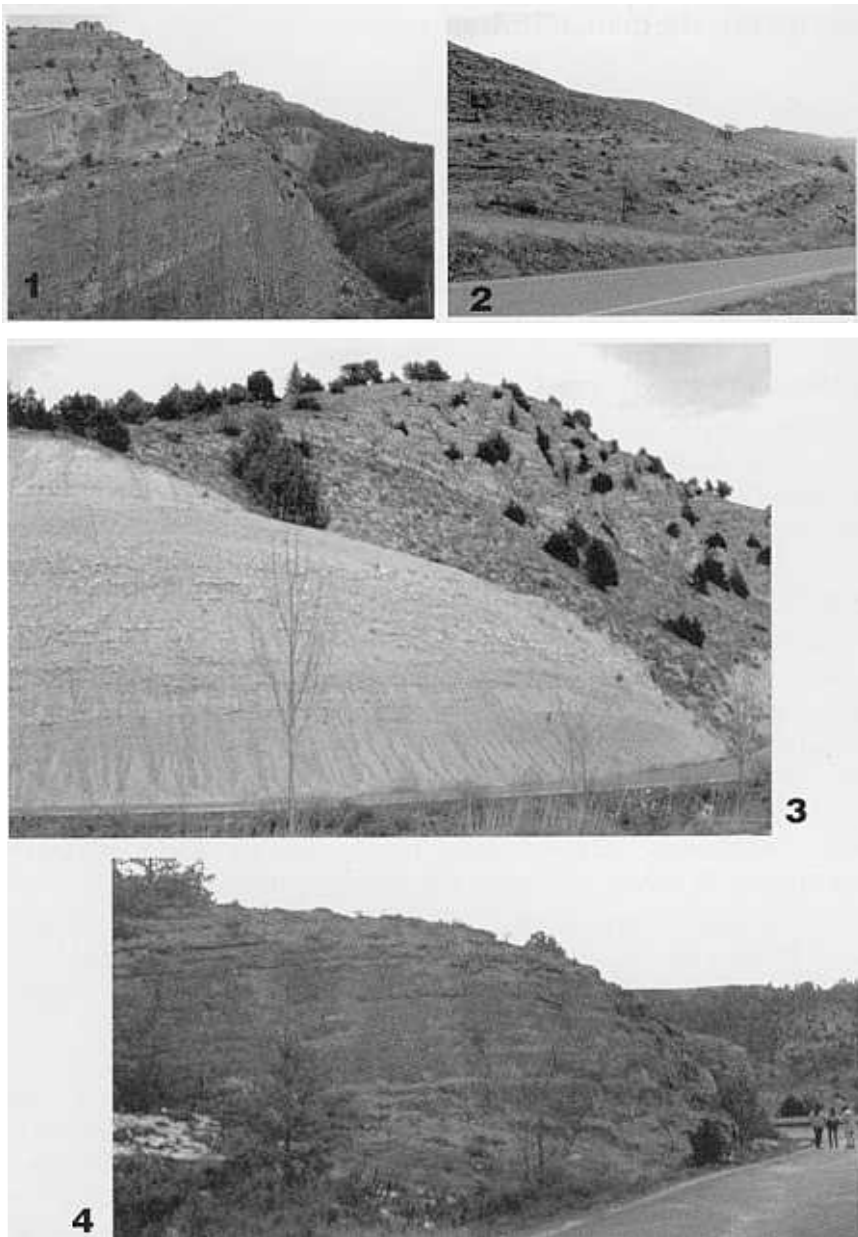


Lámina 1. Fig. 1: Albaracín: vista general de los materiales del Jurásico Inferior y Medio en la sección de la Peña del Cingle. Fig. 2: El Coscojar: sección del Jurásico Inferior. Parte superior de la Fm. Cuevas Labradas y aspecto general de las formaciones Cerro del Pez y Barahona. Fig. 3: Entrambasaguas: aspecto general de los materiales de la Fm. Turmiel (Toarciense). Fig. 4: Terriente: vista general de la Fm. Yátova (Jurásico Superior; Oxfordiense).

rior por una superficie de removilización, ferruginosa localmente con perforaciones biogénicas, que materializa el límite Lías-Dogger.

Los materiales del Aaleniense comprenden unos 7 m de calizas nodulosas con ammonites, corales, crinoides, bivalvos y braquiópodos. Los 5 m inferiores corresponden a la Biozona Murchisonae y los 2 m superiores a la Biozona Concavum. En la base se detecta, en este sector, una laguna estratigráfica que afecta al menos a las biozonas Pseudoradiosa y Aalensis, del Toarciense superior, y Opalinum, del Aaleniense inferior. El Bajociense comienza con calizas biodetríticas con oolitos ferruginosos y/o fosfáticos (4 a 5 m: Biozona Discites), para continuar hacia techo con calizas microcristalinas localmente biodetríticas o con delgados interstratos margosos (15 m: biozonas Laeviuscula y Sauzei). A techo se observa un tramo de calizas microcristalinas con nódulos de sílex, dispuestas en capas gruesas con delgados interstratos biodetríticos, y que corresponde ya a la Biozona Humphriesianum.

Evaluación de riesgos

Los principales riesgos que pueden afectar a estos yacimientos, dada su amplia extensión y su situación al borde de la carretera serían, fundamentalmente, la destrucción o afección por realización de obras públicas, y el expolio en los niveles fosilíferos de los materiales de la Formación Turmiel.

Medidas de protección

Las medidas posibles de protección podrían incluir la señalización informativa y disuasoria de la existencia de medidas legales contra el expolio. Dicha señalización puede realizarse de una manera general en las localidades de Gea de Albarracín y Albarracín, dentro del contexto de las actividades de gestión social que puedan planificarse en el Parque Cultural de Albarracín. En principio no son yacimientos que estén gravemente amenazados, de no ser por la realización de obras en la carretera. Por otra parte, el expolio por aficionados, en los niveles fosilíferos de la Fm. Turmiel, puede ser controlado en cierta medida con una labor de vigilancia activa por parte del Servicio de Protección de la Naturaleza (SEPRONA) como ya se hace habitualmente. La prevención de la destrucción de niveles fosilíferos por ensanche del trazado de la carretera podría llevarse a cabo mediante la exigencia de informes de impacto ambiental y patrimonial.

Sección de El Coscojar

Este afloramiento se localiza en el punto kilométrico 3,3 de la carretera que va de Albarracín a Torres de Albarracín. Corresponde a la hoja n.º 566 (Cella). Al afloramiento se accede a través de un camino particular. Las buenas condiciones de exposición permiten la diferenciación y el estudio y muestreo detallado de los materiales de las formaciones Barahona, Turmiel y Chelva. Debido a esto, la sección de El Coscojar ha sido conocida y descrita como una sección clásica para el Jurásico Inferior de esta región por numerosos autores desde finales del siglo XIX.

Antecedentes

El primer autor que hace referencia a este corte es Calvo (1895). Behmel y Geyer (1966) realizan un estudio detallado de la estratigrafía y el contenido fósil del Lías de Albarracín, y en especial de este corte. Con posterioridad este trabajo ha sido motivo de fuerte controversia entre diversos autores por discrepancias en aspectos taxonómicos y bioestratigráficos (Dubar *et al.*, 1970; Mouterde, 1970; Geyer, 1971; Marin y Toulouse, 1972; Schmidt-Effing, 1972; Goy, 1974; Wiedenmayer, 1980; Comas-Rengifo, 1985).

Descripción

De base a techo los distintos autores, especialmente Comas-Rengifo (1985), han diferenciado un conjunto de ocho tramos litológicos que se corresponden con las formaciones Cuevas Labradas, Cerro del Pez, Barahona y Turmiel, del Jurásico Inferior (Sinemuriense a Toarciense superior) en este afloramiento (Lám. 1, fig. 2).

Fm. Cuevas Labradas:

1. Calizas litográficas grises con algunos niveles bioclásticos y calizas dolomíticas, bien estratificadas. Dichos niveles se caracterizan por la presencia de bivalvos, equinodermos y foraminíferos aglutinantes (4 m).
2. Calizas litográficas y calizas bioclásticas, gris-beige, de aspecto masivo. En los últimos metros suelen terminar con un nivel con concentración de bioclastos (bivalvos, radiolas de equinodermos, crinoides y foraminíferos), intensa bioturbación y una superficie superior ferruginizada. En la última capa son frecuentes los pectínidos y ostreidos (12 m).

Fm. Cerro del Pez:

3. Margas grises y margocalizas con intercalaciones de calizas margosas fosilíferas; superficies de los estratos ligeramente irregulares. El contenido fósil comprende bivalvos, braquiópodos, ammonites y equinodermos (5 m).
4. Alternancia irregular de calizas margosas fosilíferas y margas y/o margocalizas con superficies de estratificación ligeramente irregulares (2,5 m). Los fósiles son menos abundantes que en el tramo anterior: bivalvos, braquiópodos y equinodermos.

Fm. Barahona:

5. Calizas bioclásticas nodulosas con intercalaciones de margas y/o margocalizas con intensa bioturbación. Dicho tramo se caracteriza por la presencia de bivalvos, belemnites, crinoides, braquiópodos, gasterópodos, equinodermos y foraminíferos (8,5 m).
6. Calizas bioclásticas con escasas intercalaciones de margas grises. Las superficies de estratificación son irregulares. El contenido fósil incluye bivalvos, belemnites, braquiópodos y equinodermos (4 m).

7. Calizas bioclásticas con algunas intercalaciones de margas y/o margocalizas, con bioturbación y superficies de estratificación irregulares (9 m). A techo del tramo se encuentran diversas superficies ferruginizadas. Contienen bivalvos, equinodermos, gasterópodos, foraminíferos, ostrácodos, crinoideos, belemnites, braquiópodos y escasos ammonites.

Fm. Turmiel:

8. Margas grises con intercalaciones de calizas margosas fosilíferas. Las superficies de los estratos son irregulares y hacia la base presentan aspecto noduloso e intensa bioturbación. Contienen frecuentes bivalvos, braquiópodos, belemnites y escasos ammonites (3,5 m).

Estimación del interés paleontológico y del valor patrimonial

La sección de El Coscojar ha sido conocida tradicionalmente como una de las secciones características del Jurásico Inferior de este sector de la Cordillera Ibérica por su abundante contenido fósil y diversidad de grupos taxonómicos. Entre los géneros más representativos citados por los diferentes autores destacan los siguientes:

- Braquiópodos: *Rhynchonella*, *Terebratula*, *Homoeorhynchia*, *Lobothyris*, *Quadratirhynchia*, *Furcirhynchia*, *Zeilleria*, *Spiriferina* y *Aulacothyris*.
- Ammonoideos: *Paltechioceras*, *Fuciniceras*, *Protogrammoceras*, *Bouleiceras*, *Dactylioceras*, *Arietoceras*, *Hildoceras*, *Mercaticeras*, *Phymatoceras* y *Hammatoceras*.
- Nautiloideos: *Eutrephoceras*.
- Bivalvos: *Pholadomya*, *Liogryphaea*, *Aequipecten*, *Gervilleia*, *Chlamys*, *Plagiostoma*, *Ctenostreon*, *Modiola*, *Pinna*, *Arctostrea*, *Lima*, *Plicatula*, *Pseudoisocardia*, *Venus*, *Goniomya*, *Lopha*, *Trigonia*, *Entolium*, *Pharomytilus*, *Trichites*, *Pleurotomaria* y *Nucula*.
- Icnofósiles: *Rhizocorallium* y *Zoophycos*.
- Equinodermos: *Isocrinus* y *Balanocrinus*.
- Gasterópodos: *Natica*.
- Belemnites: *Belemnopsis*.
- Serpúlidos: *Serpula*.

Evaluación de riesgos

Una ampliación del camino privado podría afectar a los niveles fosilíferos situados en su margen, correspondientes a las formaciones Cerro del Pez y Barahona. En el caso de llevarse a cabo dichas obras, éstas tendrían que ser supervisadas por personal técnico especialista en paleontología. Asimismo, la existencia de construcciones en este punto ha propiciado la utilización del área donde se si-

túan los niveles inferiores de la Fm. Barahona como zona de vertido de escombros particulares.

En la carretera, las posibles obras de ensanche o acondicionamiento afectarían inevitablemente a los materiales de la Fm. Cuevas Labradas. Desde el punto de vista estrictamente paleontológico esto no sería grave dado el bajo contenido fósil de esta unidad. No obstante, existiría un impacto patrimonial, paisajístico y geológico, sobre una sección clásica para el Jurásico Inferior de este sector.

Por último, hay que citar el riesgo de expolio inherente a todo yacimiento paleontológico de fácil acceso. En este caso los niveles más afectados han sido los de la Fm. Barahona, por ser los más fosilíferos y los que muestran una mayor accesibilidad en su afloramiento. Los materiales de la Fm. Turmiel, al aflorar en un punto más alto de la ladera y en peores condiciones, han sido menos afectados que en el caso de la sección de Entrambasaguas (v. más adelante).

Medidas de protección

Las principales medidas de protección de este yacimiento incluirían la limpieza previa de la zona donde han sido vertidos los escombros. Asimismo, la prohibición mediante señales disuasorias tanto de la ubicación de vertederos como de la recogida ilegal de fósiles. Igualmente sería necesario evitar el ensanche del camino sin el control de personal cualificado, y reclamar la realización de informes previos sobre impacto paleontológico en el caso de ensanche o acondicionamiento de la carretera, con objeto de evitar afecciones claramente destructivas como las realizadas en el afloramiento de Gea de Albarracín.

Por último, este afloramiento podría incluirse como ejemplo de materiales representativos del Jurásico Inferior y del Jurásico Medio de la Sierra de Albarracín (fotografías, vídeo, folletos explicativos y otros materiales de difusión).

Sección de Entrambasaguas

Esta sección se sitúa entre los puntos kilométricos 6 y 7 de la carretera que va de Albarracín a Torres de Albarracín, en la confluencia del río Guadalaviar con el de la Fuente del Berro. Corresponde a la hoja n.º 566 (Cella).

Antecedentes y descripción (Lám. 1, fig. 3)

La sección de Entrambasaguas fue descrita por Riba (1959), quien estudió desde el punto de vista estratigráfico y paleontológico los materiales del Jurásico Inferior (tramos 1 a 3) y del Jurásico Medio (tramo 4):

1. Calizas en bancos gruesos sin contenido fósil apreciable.
2. Calizas arenosas organógenas que contienen braquiópodos, bivalvos y belemnites.

3. Margas arcillosas grises con intercalación de bancos calcáreos que se hacen más frecuentes hacia la parte superior. Es el tramo más fosilífero, presenta belemnites, ammonites, bivalvos, braquiópodos y crinoides (22 m).
4. Calizas compactas con nódulos de sílex del Jurásico Medio (Bajociense: 25-30 m).

Behmel y Geyer (1966) realizaron un estudio exhaustivo del contenido fósil de los distintos tramos diferenciados del Lías y de la base del Dogger en este mismo afloramiento. Más recientemente, Hernández *et al.* (1983) describen las unidades del Lías y del Dogger de la Sierra de Albarracín, destacando el perfil de Entrambasaguas, donde se encuentran representadas las siguientes unidades:

1. *Formación Cuevas Labradas*. Se distinguen dos tramos, uno inferior de dolomías brechoides grises con algunos niveles oolíticos y bioclásticos, de aspecto masivo, alternando con niveles de calizas y calizas dolomíticas bien estratificadas. El tramo superior lo forman calizas, calizas arenosas y oolíticas y calizas margosas de aspecto noduloso de color gris a gris amarillento, con presencia ocasional de costras ferruginosas y niveles de removilización.
2. *Formaciones Cerro del Pez y Barahona*. La primera formación presenta poca potencia, estando constituida por margas grises con ammonites y braquiópodos. La Fm. Barahona está formada por calizas bioclásticas arenosas, grises y pardo-amarillentas con algún nivel intercalado de calizas margosas. A techo, limitados por costras ferruginosas, se diferencian varios niveles con alta concentración de fósiles (crinoideos, moluscos y braquiópodos).
3. *Formación Turmiel*. Margas verdosas con niveles de calizas margosas y arenosas. En la parte superior se encuentran calizas tableadas de aspecto noduloso con intercalaciones de margas. Las margas contienen abundantes restos de ammonites y braquiópodos.
4. *Formaciones Chelva y Yátova*. Esta serie comienza con un primer tramo de calizas tableadas y calizas arenosas con nódulos de sílex, entre las que se intercalan algunos interestratos margosos. Por encima alternancia de dolomías arenosas, margas y calizas en bancos regulares. Estos dos tramos (Fm. Chelva) se caracterizan por la presencia de ammonites, crinoides, braquiópodos, foraminíferos y microfilamentos. La Formación Yátova se compone de calizas margosas de aspecto masivo, noduloso y brechoide con abundantes esponjas y nódulos de pirita, además de crinoides, algas, ostrácodos y ammonites.

Estimación del interés paleontológico y del valor patrimonial

La sección de Entrambasaguas tiene un indudable interés estratigráfico por la buena representación de los materiales del Jurásico Inferior y Medio y la base

del Jurásico Superior. El afloramiento se caracteriza por la buena exposición y continuidad de los materiales, así como por su riqueza paleontológica. En este yacimiento los géneros característicos en cada formación son:

- *Formación Cuevas Labradas*
Braquiópodos: *Rhynchonella* y *Terebratula*.
Bivalvos: *Nucula*, *Chlamys*, *Liogryphaea*, *Entolium*, *Aequipecten* y *Mytilus*.
Equinodermos: *Isocrinus*.
- *Formación Cerro del Pez*
Braquiópodos: *Rhynchonella*.
Bivalvos: *Chlamys*, *Aequipecten* y *Pholadomya*.
Equinodermos: *Isocrinus*.
Icnofósiles: *Rhizocorallium*.
- *Formación Barahona*
Braquiópodos: *Rhynchonella*, *Terebratula*, *Spiriferina*, *Quadratrhyndia*, *Homeorhynchia* y *Lobothyris*.
Bivalvos: *Aequipecten*, *Gryphaea*, *Pholadomya*, *Chlamys* y *Gervilleia*.
Equinodermos: *Isocrinus*.
Icnofósiles: *Rhizocorallium*.
- *Formación Turmiel*
Ammonoideos: *Fucinieras*, *Protogrammoceras*, *Hildoceras*, *Arietoceras*, *Coeloceras*, *Dactylioceras* y *Phymatoceras*.
Nautiloideos: *Paracenoceras*.
Gasterópodos: *Natica*.
Bivalvos: *Trigonia*, *Aequipecten*, *Nucula*, *Pseudomelania*, *Arctostrea*, *Liogryphaea*, *Plagiostoma*, *Ctenostreon*, *Plicatula*, *Pholadomya*, *Liostrea*, *Pinna*, *Grammatodon*, *Chlamys*, *Pharomytilus*, *Entolium* y *Lima*.
Braquiópodos: *Rhynchonella*, *Terebratula*, *Homoeorhynchia*, *Lobothyris*, *Quadratrhyndia*, *Furcirhyndia* y *Aulacothyris*.
Icnofósiles: *Rhizocorallium* y *Chondrites*.
Belemnites: *Belemnopsis*.
Equinodermos: *Isocrinus*.
Serpúlidos: *Serpula*.
- *Formación Chelva*
Ammonoideos: *Graphoceras*, *Ludwigella*, *Emileia*, *Witchellia*, *Bradfordia*, *Stephanoceras*, *Itinsaites*, *Teloceras*, *Oppelia*, *Infraparkinsonia*, *Caumontisphinctes*, *Leptosphinctes* y *Cleistosphinctes*.
Braquiópodos: *Sphaeroidothyris*.

Evaluación de riesgos

Los principales riesgos que pueden afectar al yacimiento serían el ensanche de la carretera con posible destrucción de niveles fosilíferos de la Formación Turmiel. En caso de realizarse dichas obras debería efectuarse un seguimiento por per-

sonal técnico especializado en Paleontología. Asimismo, existe un elevado riesgo de expolio, especialmente en los materiales de la Fm. Turmiel, muy fosilíferos, que afloran al nivel de la carretera, próximos a un área de descanso.

Medidas de protección

En el caso de efectuarse obras en la carretera, se propone realizar una excavación de urgencia. Asimismo sería necesaria la exigencia de informes previos de impacto ambiental y patrimonial (paleontológico y geomorfológico) en el caso de realizar cualquier tipo de obra pública en la carretera. Es preciso mencionar la presencia de importantes depósitos de ladera estratificados (*grèzes litées*, Meléndez *et al.*, 1999), que se han visto afectados por recientes ensanches en el trazado de la carretera. Se propone también, como medidas preventivas contra el expolio y la erosión de los tramos margosos, que afloran junto a la carretera, el vallado y la protección del margen norte de la carretera en el tramo que afecta a los materiales de la Formación Turmiel.

Este punto puede tomarse como ejemplo representativo de la alternancia de calizas y margas fosilíferas de la parte superior de la Fm. Turmiel (folletos, esquemas, fotografías, etc., como material de difusión).

Terriente

Entre el sector de Royuela y el de Arroyo Cerezo-Hontanar, al SW de Albarracín, los materiales jurásicos presentan un excelente desarrollo por encima de las unidades triásicas que afloran en Royuela. Mientras que las unidades del Jurásico Inferior afloran más ampliamente entre Albarracín y Royuela, hacia el sur, entre Moscardón, Terriente, Arroyofrío y Jabaloyas, las unidades del Jurásico Medio y Superior afloran ampliamente formando amplios sinclinales (muelas), coronadas ocasionalmente por las sucesiones cretácicas. Los excelentes afloramientos distribuidos por toda la región conforman un conjunto de secciones y yacimientos fosilíferos de excepcional interés para el estudio del Jurásico. La buena exposición de las diferentes unidades ha llevado a los autores a seleccionar algunos puntos como localidad-tipo de unidades estratigráficas, como es el caso de Arroyofrío, Terriente o Jabaloyas. El conjunto de todos los yacimientos paleontológicos de interés de este sector requeriría de un trabajo monográfico independiente de detalle. En este trabajo se describirá únicamente los afloramientos situados en las proximidades del pueblo de Terriente.

El corte está situado en el punto kilométrico 17 a 17,5 de la carretera TE-911, que une Royuela con Terriente y Toril, cerca del punto conocido como Corral Alto. Los materiales de las fms. Chelva, Yátova, y Sot de Chera (parte) afloran en el margen S de la carretera y se encuentran ampliamente desarrollados también en la ladera, al N de la carretera. Todos los afloramientos se encuentran en la hoja 589 de Terriente.

Antecedentes

Las primeras referencias publicadas sobre el Jurásico de Terriente son las de Calvo (1895). Geyer (1965a) realiza una descripción de la estratigrafía y paleontología del Jurásico Superior, centrándose en el estudio de las unidades con corales, situadas en posición equivalente a la parte inferior de la Fm. Loriguilla. El Khoudary (1974) estudia los perfiles jurásicos de Frías de Albarracín, Moscardón y Terriente entre otros, estableciendo dataciones con microfauna. Giner (1980) estudia este perfil prestando especial atención al período de desarrollo arrecifal.

Corbalán (1986) describe la sucesión estratigráfica y paleontológica entre el Bathoniense superior y el Kimmeridgiense inferior en un afloramiento situado en las inmediaciones del pueblo, en el barranco del Porcalizo. Posteriores autores (Aurell y Bádenas, 1995; Bádenas y Aurell, 1997) estudian el Kimmeridgiense de este sector, centrándose especialmente en la descripción e interpretación de las facies y definiendo un nuevo miembro dentro de la Fm. Loriguilla (Miembro Terriente).

Descripción (Lám. 1, fig. 4)

En la sección del Corral Alto afloran los materiales de la Fm. Chelva (parte superior), la Capa de Oolitos Ferruginosos de Arroyofrío, y la Fm. Yátova. La base del perfil pertenece a la parte superior de la Formación Chelva (Bathoniense superior-Calloviense), constituida esencialmente por calizas micríticas (biomicritas; calizas *wackestone* bioclásticas ocasionalmente con filamentos) con superficies de estratificación irregulares. El contenido fósil es relativamente abundante: ammonites, belemnites, bivalvos, braquiópodos. A techo de esta unidad se encuentran dos capas de caliza microcristalina (biomicrita) con oolitos ferruginosos (Capa de Oolitos Ferruginosos de Arroyofrío) limitados por varias superficies ferruginosas irregulares.

La Fm. Yátova comienza en el Oxfordiense medio, y se caracteriza por calizas con esponjas e intercalaciones de margas más frecuentes hacia techo. Las superficies de estratificación son irregulares. Se reconocen abundantes fósiles de ammonites, equinodermos, braquiópodos, bivalvos y crinoides, mientras que los belemnites son más escasos.

Los materiales de la Fm. Sot de Chera están representados por margas grisbeige masivas, con escasas intercalaciones de calizas margosas. El escaso contenido fósil de la formación está representado casi exclusivamente por ammonites.

En este perfil, situado 1 km al N de Terriente (sección del barranco del Porcalizo), ha sido definido el Miembro Terriente dentro de la Formación Loriguilla por Aurell y Bádenas (1995; v. también, Bádenas, 1999 a, b). Este término litológico se extiende entre las localidades de Terriente y Masegoso e incluye bioconstrucciones calcáreas en forma de pequeños pináculos y facies oncolíticas. Se trata de calizas *framestone* con clastos heterométricos de corales, chaetétidos y estromatopóridos. En menor proporción aparecen bioclastos de bivalvos, gasterópodos, briozoos, equinodermos, serpúlidos y algas solenoporáceas. Se encuentran

también otros organismos cementantes (briozoos y serpúlidos) y perforantes (bivalvos y esponjas). Las facies interarrecifales son calizas *rudstone*, oncolíticas con bioclastos, dispuestas en bancos que se acuñan lateralmente y cuyo contacto con los pináculos es neto.

Interés paleontológico y valor patrimonial

En esta localidad existen dos afloramientos de interés. En la sección del Corral Alto afloran los materiales de las formaciones Chelva (parte superior), Yátova y Sot de Chera. Los niveles del techo de la Fm. Chelva y de la Capa de Arroyofrío afloran ampliamente a lo largo del margen de la carretera, presentando una muy buena exposición y una gran riqueza fosilífera. A techo de la Fm. Chelva, debajo de la capa de oolitos ferruginosos, se encuentra un nivel de removilización con abundantes belemnites que muestran orientación debida a corrientes. Todos estos rasgos hacen de este yacimiento un punto de especial interés, sometido a riesgos evidentes de destrucción (por su proximidad a la carretera) y de expolio por coleccionistas.

El estudio de este yacimiento se encuentra aún en fase incipiente. El contenido taxonómico de las distintas unidades es aún muy aproximativo. De un modo general, los géneros reconocidos son:

- *Formación Chelva* (Bathoniense)
Ammonoideos: *Oxycerites*, *Procerites* y *Homoeoplanulites*.
- *Formación Chelva* (Calloviense)
Ammonoideos: *Hecticoceras*, *Macrocephalites*, *Bullatimorphites* y *Homoeoplanulites*.
- *Formación Chelva* (Capa de Oolitos Ferruginosos de Arroyofrío)
Ammonoideos: *Hecticoceras*, *Rehmania*, *Peltoceratoides*, *Perisphinctes* (*Otosphinctes*) y *Prososphinctes*.

Aparte de los ammonoideos, la Fm. Chelva, en este tramo superior, muestra un contenido alto en braquiópodos, bivalvos, belemnites y filamentos.

- *Formación Yátova* (Oxfordiense)
Ammonoideos: *Sowerbyceras*, *Trimarginites*, *Ochetoceras*, *Glochiceras*, *Pasendorferia*, *Perisphinctes* (*Otosphinctes*), *Perisphinctes* (*Dichotomosphinctes*), *Perisphinctes* (*Dichotomoceras*), *Larcheria* y *Euaspidoceras*.

En la Fm. Yátova, son abundantes también los espongiarios y crinoides. Son frecuentes, aunque más escasos, los braquiópodos, bivalvos, belemnites, serpúlidos y briozoos.

- *Formación Sot de Chera* (Oxfordiense-Kimmeridgiense)
Ammonoideos: *Glochiceras*, *Taramelliceras* (*Metahaploceras*), *Orthosphinctes*, *Subnebrodites* y *Sutneria*.

Evaluación de riesgos

El primer afloramiento, debido a sus condiciones de fácil acceso y buena exposición, es susceptible de un grave riesgo de expolio. Asimismo, un ensanche de la carretera supondría la destrucción de los niveles fosilíferos del Calloviense y de la Capa de Oolitos Ferruginosos de Arroyofrío en este punto. La erosión es también un factor de riesgo por la meteorización intensa que experimentan estas capas en el margen de la carretera. Por otra parte, la ubicación de escombreras, construcciones y/o la apertura de nuevos caminos podrían afectar al afloramiento del barranco del Porcalizo, situado en las inmediaciones de Terriente.

Medidas de protección

El interés de los niveles fosilíferos que afloran en el margen de la carretera y el grave riesgo de destrucción que les afecta justificarían la realización de una excavación de urgencia en este yacimiento (Corral Alto), para extraer el material de los niveles más fosilíferos del Calloviense y del Oxfordiense inferior, más afectados por la erosión y las obras. En cualquier caso siempre sería necesaria la exigencia de informes de impacto ambiental, patrimonial y paleontológico en los trabajos, obras públicas y planes de concentración parcelaria en los términos municipales del área.

Se sugiere la extracción de bloques de estos niveles (especialmente de los niveles con concentraciones de belemnites), que podrían ser incluidos como parte del material de exposición en un posible centro de interpretación en Albarracín relacionado con el desarrollo del proyecto del Conjunto Paleontológico de Teruel. Como medida alternativa o complementaria se puede contemplar el acondicionamiento *in situ* del yacimiento mediante la cobertura o el techado de los puntos más afectados y la instalación de paneles y una mesa explicativa. En caso de ser posible, se recomendaría el vallado del afloramiento y el acondicionamiento de la carretera. Por último, sería también interesante instalar una señalización informativa y disuasoria con advertencia de la aplicación de medidas legales para evitar el expolio de los niveles fosilíferos.

Ambos yacimientos deberían quedar representados en el material didáctico expuesto y distribuido en el posible centro interpretativo de Albarracín (fotografías, vídeo, paneles interpretativos, folletos explicativos, etc.). El yacimiento del barranco del Porcalizo, no obstante, requiere aún la realización de estudios paleontológicos de detalle.

En principio, la unidad formada por las bioconstrucciones (Miembro Terriente) no presenta riesgos de afección o de destrucción inmediatos. No obstante, dado su valor fundamentalmente geológico y paisajístico, es necesario mantener la atención sobre posibles afecciones derivadas de la instalación de escombreras o vertederos en los alrededores de los pueblos, construcciones de granjas o de otro tipo de naves, ensanche o trazado de caminos, etc.

Moscardón

La localidad de Moscardón se encuentra unos 20 kilómetros al SW de Albarracín y 8 kilómetros al S de Royuela. Se accede a ella por el camino asfaltado que une la carretera de Royuela a Toril, y Arroyofrío con la que va desde Royuela a Frías de Albarracín y a la ruta del Alto Tajo. En las inmediaciones del pueblo, los materiales del Jurásico Inferior y Medio son cortados por el profundo barranco del Arroyo de El Castellar, ofreciendo unos extensos afloramientos de gran interés estratigráfico y paleontológico, así como de gran belleza paisajística. Los afloramientos de Moscardón se encuentran en el límite entre las hojas 565 de Traga-cete y 588 de Zafrilla.

Antecedentes

La bibliografía existente sobre el Jurásico de Moscardón es muy extensa, destacándose los trabajos de Dereims (1898), Tintant y Viillard (1970), Viillard (1973), El Khoudary (1974), Fernández-López (1976, 1977, 1985), Fernández-López *et al.* (1978), Giner (1980), Giner y Barnolas (1979), Meléndez *et al.* (1980), Corbalán (1986), Fezer (1988), Meléndez (1989), Aurell (1990), Cariou *et al.* (1991), Aurell y Bádenas (1995) y Bádenas y Aurell (1997) que tratan distintos aspectos de la estratigrafía y paleontología del Jurásico Medio y Superior. Estos autores han descrito de forma detallada distintos afloramientos, todos ellos situados dentro de un área a lo largo del barranco de El Castellar, cercano al pueblo.

Descripción (Lám. 2, fig. 1)

Formación Chelva

Los materiales del Jurásico Medio comienzan con un nivel de condensación (0,1 a 0,2 m) con concentraciones locales de óxidos de hierro que corona los niveles de la Fm. Turmiel, y cuya atribución al Aaleniense es incierta. Por encima se disponen los materiales de la Fm. Chelva, que en esta localidad presentan un espesor de 92 m. En la parte inferior de esta formación se encuentran calizas (biomicritas a biopelosparitas) con superficies de estratificación irregulares, mal definidas y con niveles de removilización frecuentes. Sobre ellas hay un tramo de micritas y pelmicritas bien estratificadas que presentan un nivel de removilización a techo. Estos materiales corresponden al Bajociense inferior y contienen ammonites, bivalvos, belemnites, braquiópodos y crinoides. Los últimos materiales del Bajociense inferior están representados por calizas (micritas y biomicritas) masivas o en capas nodulosas, que hacia techo se disponen en capas gruesas con nódulos de sílex abundantes. En este tramo superior son frecuentes los espongiarios, que pueden formar bioconstrucciones con relieves de varios metros de altura, y los ammonites de gran talla.

El Bajociense superior está representado por una alternancia de calizas, calizas margosas y margas, que pasan a techo a calizas biodetríticas, para culminar

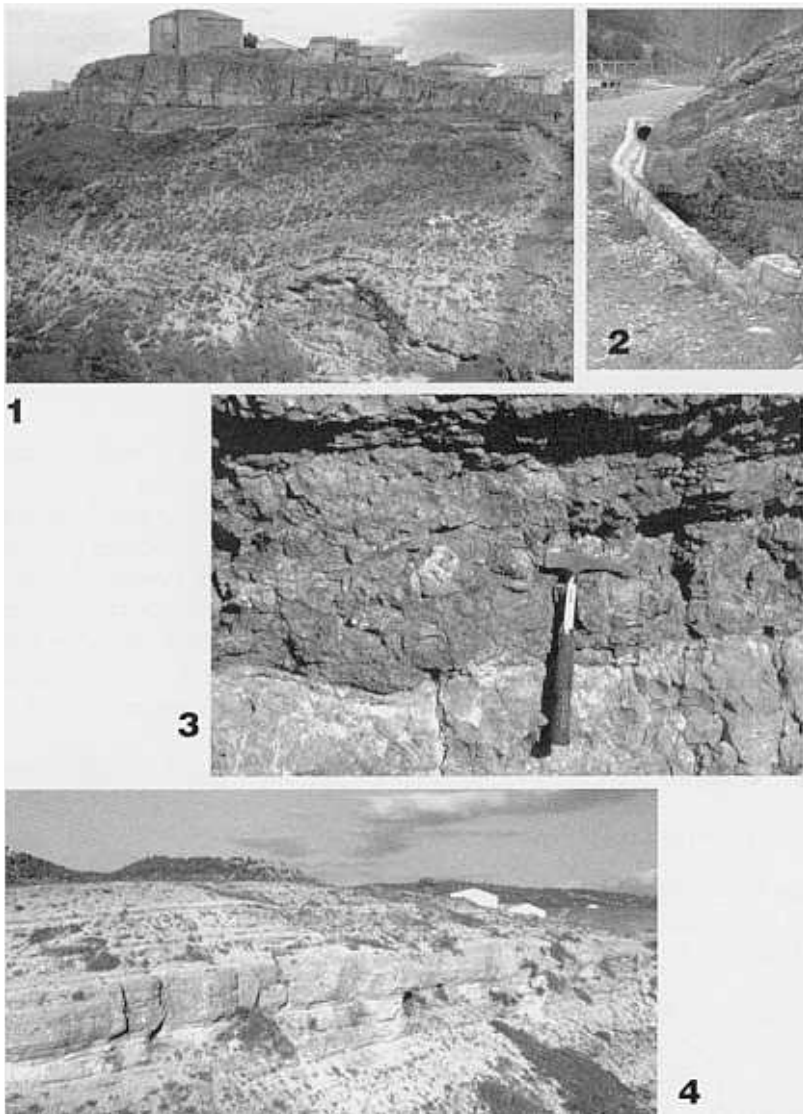


Lámina 2. Fig. 1: Moscardón: vista general de la Fm. Chelva (Jurásico Medio) mostrando el desarrollo de bioconstrucciones de espongiarios (Biozona Niortense). Fig. 2: Moscardón: aspecto de las canalizaciones realizadas en la confluencia de los barrancos de El Castellar y de El Recuenco. Fig. 3: Frías de Albarracín: detalle del nivel de oolitos ferruginosos (Capa de Oolitos Ferruginosos de Arroyofrío). Se puede observar la superficie inferior irregular, y la presencia de fósiles de ammonites (moldes parciales) reelaborados, que presentan discontinuidad litológica y textural entre el relleno y la roca sedimentaria que los contiene. Fig. 4: Frías de Albarracín: vista general de las formaciones Chelva (parte superior) y Yátova, en la que se puede reconocer el tramo inferior, de calizas en bancos masivos, con espongiarios (Oxfordiense medio).

en un nivel de removilización. Los grupos fósiles más frecuentes comprenden: crinoides, equinoideos, braquiópodos, belemnites y ammonites. Destaca de forma especial la existencia de biohermos y biostromos de espongiarios en los materiales de la Biozona Niortense.

Los materiales del Bathoniense comprenden 7 m de calizas micríticas grises, algo bioclásticas, con intercalaciones margosas. La sucesión del Calloviense, muy incompleta, abarca únicamente el Calloviense inferior. Comprende un conjunto de capas irregulares de calizas micríticas algo bioclásticas con microfilamentos, con superficies de estratificación netas. En conjunto componen un tramo de 1 m de espesor. La capa superior es un banco de 0,7 m de caliza bioclástica amarillenta, muy fosilífera, que puede presentar carácter lumaquélico. Su contenido fosilífero es abundante y comprende: ammonites, belemnites, bivalvos, gasterópodos y braquiópodos, siendo frecuentes las estructuras de bioturbación.

Capa de Oolitos Ferruginosos de Arroyofrío

Esta unidad comprende una sucesión condensada de 0,2 a 0,45 m de espesor de calizas rojizas microcristalinas (oobiomicrocristas) con oolitos ferruginosos abundantes, formando varias capas lenticulares con escasa continuidad lateral. Las superficies de estratificación inferior y superior son irregulares. Los fósiles se encuentran generalmente fragmentados, incluyendo ammonites, belemnites, braquiópodos, bivalvos y espongiarios frecuentes. El límite Jurásico Medio-Superior se manifiesta en una discontinuidad máxima intraoolítica a la que se encuentra asociada una laguna estratigráfica cuya amplitud bioestratigráfica abarca desde la Biozona Gracilis (en parte) del Calloviense inferior, a la Biozona Claromontanus, del Oxfordiense inferior o quizás Plicatilis, del Oxfordiense medio.

Formación Yátova (11 m)

El resto del Oxfordiense medio y el Oxfordiense superior se presenta en facies de calizas *wackestone*, relativamente bioclásticas, fosilíferas, con espongiarios, típicas de la Fm. Yátova, dispuestas en bancos irregulares, más masivos hacia la base y tableados, con intercalaciones de margas hacia el techo. El contenido fósil de estos materiales comprende: espongiarios y crinoides abundantes; ammonites, bivalvos, braquiópodos y belemnites frecuentes; serpúlidos, gasterópodos y briozoos más escasos.

Por encima de esta unidad, el Oxfordiense terminal y el Kimmeridgiense se encuentran representados en las formaciones suprayacentes: margas de la Fm. Sot de Chera (15 a 20 m), la unidad margosa denominada Margas de Frías (60 a 70 m de potencia en esta localidad), y la unidad de calizas oolíticas de la Fm. Pozuel, cuya potencia en este sector alcanza entre 40 y 50 m. En las margas de la Fm. Sot de Chera, de color gris-azulado, es relevante la presencia de núcleos, y ejemplares de pequeña talla, de ammonites piritosos. Los primeros metros de esta unidad corresponden aún al Oxfordiense terminal (Biozona Planula). Hacia la parte superior se observa un aumento de intercalaciones de calizas margosas, en ocasio-

nes algo arenosas, con frecuentes superficies ferruginosas y señales de bioturbación. Las facies oolíticas se caracterizan por presentar una bioturbación intensa, y por la alta concentración de fragmentos de vegetales y bioclastos dispersos (principalmente ostreidos, foraminíferos, corales, equinodermos y gasterópodos).

Estimación del interés paleontológico y del valor patrimonial

Los extensos afloramientos del Jurásico Medio y Superior de Moscardón presentan unas excelentes condiciones de exposición, elevada riqueza paleontológica y fácil accesibilidad. Todo ello, unido a su interés geológico y paisajístico, además de su proximidad al centro de la población, hace de estos yacimientos un lugar propicio para su divulgación didáctica en un posible centro de interpretación local. El contenido fósil es elevado, siendo bien conocidos los biohermos y biostromos de espongiarios del Bajociense (biozonas *Humphriesianum* a *Niortense*), las esponjas de la Fm. Yátova y los ammonites, estando este último grupo representado por los siguientes géneros:

Formación Chelva (Bajociense)

Docidoceras, Sonninia, Bradfordia, Emileites, Emileia, Pelekodites, Witchellia, Zugophorites, Strigoceras, Otoites, Labyrinthoceras, Epalxites, Stephanoceras, Cadomoceras, Chondroceras, Toxamblyites, Protoecotraustes, Itinsaites, Normannites, Poecilomorphus, Oppelia, Oecotraustes, Teloceras, Dorsetensia, Lissoceras, Sphaeroceras, Stenmatoceras, Leptosphinctes, Caumontisphinctes, Infraparkinsonia, Orthogarantiana, Stenoceras, Garantiana, Cleistosphinctes, Bigotites, Spirocera, Bajocisphinctes, Prorsisphinctes, Pseudogarantiana, Parkinsonia y Lobosphinctes.

Formación Chelva (Bathonense)

Procerites, Siemiradzka, Paroecotraustes, Bullatimorphites, Rugiferites, Cadomites, Oxycerites, Sphaeroptychius, Trolliceras, Oecotraustes, Wagnericeras, Bomburites, Parapatoceras, Homeoplanulites, Choffatia y Prohecticoceras.

Formación Chelva (Calloviense)

Bullatimorphites, Macrocephalites, Parapatoceras, Oxycerites, Prohecticoceras, Hecticoceras, Reineckeia, Reineckeites, Homoeoplanulites, Grossouvria, Strungia, Chanasia, Holcophylloceras, Dolikephalites, Kellawaisites y Jeanneticeras.

Formación Chelva, Capa de Oolitos Ferruginosos de Arroyofrío (Calloviense-Oxfordiense inferior)

Holcophylloceras, Bomburites, Dolikephalites, Kamptokephalites, Pleurocephalites, Proplanulites, Peltoceras, Peltoceratoides, Reineckeia, Reineckeites, Kellawaisites, Grossouvria, Choffatia, Hecticoceras, Chanasia, Jeanneticeras, Perisphinctes (Otosphinctes) y Euaspidoceras.

Formación Yátova (Oxfordiense)

Sowerbyceras, *Holcophylloceras*, *Taramelliceras* (*Proscaphites*), *Trimarginites*, *Glochiceras* (*Glochiceras*), *Glochiceras* (*Coryceras*), *Glochiceras* (*Lingulaticeras*), *Pasendorferia*, *Sequeirosia*, *Perisphinctes* (*Kranaosphinctes*), *Perisphinctes* (*Otosphinctes*), *Perisphinctes* (*Dichotomosphinctes*), *Perisphinctes* (*Dichotomoceras*), *Perisphinctes* (*Perisphinctes*), *Larcheria*, *Euaspidoceras*, *Ochetoceras*, *Epipeltoceras*, *Microbiplices*, *Orthosphinctes* y *Miroosphinctes*.

Formación Sot de Chera (Oxfordiense terminal)

Sowerbyceras, *Glochiceras* (*Glochiceras*), *Glochiceras* (*Coryceras*), *Glochiceras* (*Lingulaticeras*), *Taramelliceras* (*Metahaploceras*), *Subnebrodites*, *Physodoceras*, *Orthosphinctes*, *Orthosphinctes* (*Ardescia*), *Orthosphinctes* (*Lithacosphinctes*), (?) *Progeronia* y *Protophites*.

Evaluación de riesgos

Recientemente se ha llevado a cabo la construcción de canalizaciones y obras hidráulicas que afectan a niveles fosilíferos del Jurásico Medio y Superior en la cabecera del barranco (Lám. 2, fig. 2). Otros riesgos que afectarían a los materiales del Oxfordiense serían los derivados del ensanche de la carretera que une Moscardón con Frías de Albarracín. Igualmente, afectaría a los yacimientos la apertura de nuevos caminos vecinales y la ubicación de vertederos. El yacimiento presenta asimismo un grave riesgo de expolio debido a su buena accesibilidad y su proximidad a la localidad.

Medidas de protección

Las principales acciones para proteger estos yacimientos incluirían, en primer lugar, evitar la realización y/o ampliación de obras públicas sin la supervisión de personal cualificado. Para ello sería necesario exigir un informe previo de impacto ambiental y paleontológico ante la realización de cualquier obra pública o en los planes de concentración parcelaria. Sería interesante asimismo, de cara a una futura utilización social y didáctica de los yacimientos, la señalización informativa y disuasoria del yacimiento, informando de su interés científico y advirtiendo de la prohibición de realizar excavaciones o recolecciones no autorizadas de fósiles, así como incrementar la vigilancia sobre los puntos fosilíferos.

Entre las posibles medidas de difusión didáctica se encontrarían la creación de un centro de interpretación en la localidad de Moscardón, o de mesas explicativas en las proximidades de los afloramientos más relevantes, donde se muestre parte del contenido fósil así como paneles informativos. Asimismo, se contempla la posibilidad de incluir este punto dentro de una ruta paleontológica didáctica y la construcción de un mirador desde el cual puedan observarse los biohermos de espongiarios del Bajociense, y la ubicación en este punto de una mesa de interpretación. Este proyecto requiere la limpieza de vertederos incontrolados y la canalización de aguas residuales.

Frías de Albarracín

En las proximidades de Frías de Albarracín pueden reconocerse extensos afloramientos de las unidades del Jurásico Medio (parte superior de la Fm. Chelva) y Superior (formaciones Yátova, Sot de Chera, Loriguilla y Pozuel), a lo largo del barranco del Águila y del barranco de la Cañadilla. Las unidades basales del Jurásico Superior se sitúan al SW de esta localidad, desde el barranco de las Cañadillas hasta la cumbre de un cerro margoso (Fm. Sot de Chera) que está adosado al flanco occidental de este pueblo. Las calizas oolíticas de la Fm. Pozuel afloran formando el resalte de los cerros de la denominada Hoya de Vicente, al NW del pueblo de Frías. La sección se encuentra en las hojas 565 de Tragacete y 588 de Zafrilla, y se puede seguir ascendiendo por el barranco de las Cañadillas hacia el NW.

Antecedentes

Las primeras citas sobre el Jurásico de esta localidad se deben a De Verneuil y Collomb (1853). Posteriormente Riba (1959) y Geyer (1965 a) realizan un estudio bioestratigráfico y paleontológico del Jurásico Medio y Superior. El Khoudary (1974) realiza un estudio bioestratigráfico de este corte basado en las asociaciones de microfósiles. Giner (1980) estudia este perfil prestando especial atención al desarrollo de episodios arrecifales (Kimmeridgiense inferior). Posteriormente, con motivo de la realización de la hoja cartográfica de Teruel 1:200.000, Gómez y Martín (en Hernández *et al.*, 1985) describen las facies y las unidades estratigráficas del Jurásico Medio y Superior en esta localidad reconociendo la Fm. Margas de Frías como un equivalente lateral de la Fm. Loriguilla. Corbalán (1986) describe la sucesión estratigráfica y paleontológica del Bathoniense superior-Kimmeridgiense inferior en dos afloramientos próximos, en el barranco del Águila. El Jurásico Superior es tratado por Aurell (1990) y más concretamente, las facies arrecifales y oolíticas, por Aurell y Bádenas (1995), y por Bádenas (1999 a, b).

Descripción (Lám. 2, figs. 3 y 4)

La serie (parte superior de la Fm. Chelva) se inicia con las calizas micríticas grises fosilíferas *wackestone*, con filamentos, del Bathoniense, que contienen frecuentes ammonites, belemnites, braquiópodos y bivalvos. Siguen 3 m, en dos tramos bien diferenciados de 1,5 m de calizas amarillentas *wackestone* más bioclásticas con filamentos y con frecuentes fósiles de ammonites, belemnites, bivalvos y braquiópodos. Este tramo se encuentra coronado por una superficie de discontinuidad irregular, perforada y con costras ferruginosas, sobre la que se sitúa la Capa de Oolitos Ferruginosos de Arroyofrío. Se trata de un nivel de escasa potencia (35 a 50 cm) con desarrollo local de costras ferruginosas y oolitos ferruginosos de hasta 2 mm de diámetro, bien clasificados y dispersos, siendo la matriz micrítica bioclástica. Su contenido fosilífero comprende frecuentes ammonites, belemnites, bivalvos y braquiópodos; equinodermos, espongiarios, y foraminíferos y ostrácodos son más escasos (Lám. 2, fig. 3).

La Fm. Yátova está constituida por calizas micríticas (biomicritas: calizas *wackestone* bioclásticas y fosilíferas) con espongiarios (12 m). Se disponen en bancos masivos hacia la base, aumentando las intercalaciones margosas hacia techo. Contiene abundantes espongiarios, crinoides, ammonites, braquiópodos, bivalvos y belemnites (Lám. 2, fig. 4).

En la base de la unidad suprayacente (Fm. Sot de Chera) se encuentra un conjunto de margas gris-azuladas (15 m) con abundantes corales, esponjas, crinoides y ammonites de pequeña talla. Este tramo coincide con las *Oberjura Mergel* de algunos autores alemanes (El Khoudary, 1974). Desde el punto de vista litoestratigráfico pertenecerían al Miembro Alustante (Aurell y Meléndez, 1989b; Aurell, 1990). El límite superior se caracteriza por un cambio brusco en el tipo de facies presente, pasando de margas con belemnites, corales y ammonites (*Oberjura Mergel*) a un conjunto de 70 m de potencia de margas con ostrácodos y bancos siliciclásticos con intercalaciones de tramos que muestran ordenaciones turbidíticas (*Frías Mergel*; cf. Aurell, 1990).

Se superpone a esta secuencia la Formación Pozuel, que es una unidad masiva o estratificada en gruesos bancos, en la que dominan las facies de calizas *grainstone*, oolíticas y oncolíticas. El contenido en componentes siliciclásticos aumenta hacia techo, de forma que se pueden reconocer capas de areniscas con laminaciones cruzadas, coronados por bancos conglomeráticos.

El límite superior de esta secuencia está marcado por un brusco cambio litológico y textural, de modo que se pasa a una serie predominantemente carbonatada de unos 26 m de espesor, en cuya base se reconocen facies bioconstruidas por corales, y que hacia techo pasan a facies de calizas oolíticas y areniscas con fragmentos carbonosos (Aurell, 1990). Recientemente, Bádenas (1999 a, b) ha establecido la correlación y la equivalencia de esta unidad con la Fm. Torrecilla (Kimmeridgiense superior), definida en el sector noroccidental de la Cordillera Ibérica (Sierra de Cameros) y reconocida también en este sector.

Interés paleontológico y valor patrimonial

Los materiales descritos afloran ampliamente al oeste de la localidad de Frías de Albarracín y se caracterizan por su riqueza paleontológica, buena exposición, accesibilidad y proximidad al centro de la población. Esto hace que los yacimientos estudiados presenten un especial interés patrimonial y alto riesgo de destrucción y expolio. Las margas del Jurásico Superior (Kimmeridgiense) de esta área poseen un alto valor científico debido a sus numerosas referencias desde los años 50 por parte de diversos autores alemanes (*Frías Mergel*) y a su contenido paleontológico, formado por bivalvos, equinoideos y otros grupos de ambientes restringidos.

– Formación *Chelva* (Bathonense)

Ammonoideos: *Oxyerites*, *Procerites*, *Homoeoplanulites* y *Bullatimorphites*.

Formación Chelva (Calloviense)

Ammonoideos: *Holcophylloceras*, *Ptychophylloceras*, *Hecticoceratoides*, *Hecticoceras*, *Macrocephalites*, *M. (Dolikephalites)*, *Kamptokephalites*, *Bullatimorphites*, *Rehmania*, *Homoeoplanulites*, *Grossouvria* y *Indosphinctes*.

Capa de Oolitos Ferruginosos de Arroyofrío

Ammonoideos: *Sowerbyceras*, *Holcophylloceras*, *Hecticoceras*, *Perisphinctes* (*Otosphinctes*), *Prososphinctes* y *Peltoceratoides*.

Formación Yátova

Ammonoideos: *Lissoceratoides*, *Glochiceras*, *Trimarginites*, *Ochetoceras*, *Taramelliceras* (*Proscaphites*), *Taramelliceras* (*Metahaploceras*), *Passendorferia*, *Sequeirosia*, *Perisphinctes* (*Kranaosphinctes*), *Perisphinctes* (*Otosphinctes*), *Perisphinctes* (*Dichotomosphinctes*), *Perisphinctes* (*Dichotomoceras*), *Euaspidoceras*, *Miroosphinctes*, *Epipeltoceras*, *Orthosphinctes* y *Subnebrodites*.

Evaluación de riesgos

El mayor riesgo lo constituiría la realización y apertura de caminos vecinales, así como cualquier otro tipo de obras públicas (vertedero, escombrera o el ensanche de carreteras, especialmente aquel que pueda destruir parte de la base del cerro constituido por las Margas de Frías). Asimismo, la riqueza paleontológica de estos materiales y su fácil acceso hacen que estos afloramientos puedan ser objeto de expolio.

Propuesta de actuaciones

Entre las diversas medidas de protección posibles se podría considerar la señalización, mediante paneles a la salida del pueblo, resaltando la importancia y el interés científico de los yacimientos paleontológicos, con la advertencia de la existencia de medidas legales contra el expolio. Asimismo, la vigilancia activa de los yacimientos por parte del SEPRONA, dentro del contexto de las regulaciones del Parque Cultural de Albarracín. Estas medidas podrían ir complementadas por la señalización de los afloramientos acompañada de una mesa de interpretación en la que se describan las características geológicas y paleontológicas de la zona (formaciones Chelva, Yátova, Sot de Chera y Pozuel).

Otro conjunto de medidas son las tendentes a evitar la destrucción de niveles fosilíferos por ensanche del trazado de la carretera, apertura de caminos y la ubicación de vertederos o escombreras, mediante la exigencia de informes previos sobre impacto ambiental y patrimonial (paleontológico) de obras públicas y trabajos derivados de la concentración parcelaria. Por último, esta área podría incluirse como punto de interés estratigráfico y paleontológico en el material didáctico expuesto y/o distribuido en un centro de interpretación en Albarracín.

Griegos

La carretera que une Villar del Cobo con las Casas de Búcar discurre por los materiales del Jurásico Medio. Entre Casas de Búcar y Griegos afloran ampliamente los materiales del Jurásico Superior, correspondientes a las formaciones Yátova, Sot de Chera, Loriguilla y Pozuel. La base de la Fm. Sot de Chera puede estudiarse también en esta localidad siguiendo el arroyo del barranco Codejas, que la corta transversalmente. El afloramiento en mejores condiciones se encuentra a lo largo del camino que discurre paralelo a la carretera de Guadalaviar a Griegos, antes de llegar a esta última localidad. El perfil se inicia en el cauce del río Griegos. Todos los afloramientos de este sector se encuentran dentro de la hoja 565 de Tragacete.

Antecedentes

El primer estudio sistemático sobre materiales del Jurásico en Griegos se debe a Riba (1959). Este autor reconoce y describe diversas unidades estratigráficas en estos materiales, mostrando asimismo una precisa cartografía de las mismas. Geyer (1965 a) se centra en el estudio de los corales pertenecientes al Jurásico Superior de esta localidad, entre otras. Meléndez (1976) realiza un estudio estratigráfico y paleontológico del Jurásico Superior en diversos puntos del término municipal de Griegos. Aportaciones posteriores son debidas a Gómez (1979), quien tomando como base el trabajo de Riba (1959) lleva a cabo el levantamiento de otro perfil. Giner (1980) estudia este perfil prestando especial atención al período de desarrollo arrecifal. Fezer (1988) caracteriza el Kimmeridgiense superior y la base del Tithónico en la Sierra de Albarracín y describe las bioconstrucciones de corales de Griegos. Recientes estudios estratigráficos del Jurásico Superior se deben a Aurell (1990).

Descripción (Lám. 3, figs. 1 y 2)

Formación Chelva

Los extensos afloramientos del Jurásico Medio y Superior se distribuyen al este de la carretera que une Guadalaviar y las Casas de Búcar con Griegos. Los materiales que presentan mejor exposición corresponden al techo de la Fm. Chelva (Calloviense inferior), la Capa de Oolitos Ferruginosos de Arroyofrío (Calloviense-Oxfordiense inferior) y la parte inferior de la Fm. Yátova, del Oxfordiense medio (Lám. 3, fig. 1). Los materiales del Calloviense (1,5 m) están formados por calizas bioclásticas con filamentos, que en la base alternan con calizas margosas, estratificadas en capas irregulares, de contactos ondulados y aspecto noduloso. El contenido fósil es de frecuente a abundante, especialmente hacia la parte superior, encontrándose ammonites, belemnites, bivalvos, braquiópodos, equinodermos, corales, gasterópodos y foraminíferos. La sucesión termina con un banco de caliza muy cementada de 50 cm de espesor, muy fosilífero. Contiene abundantes fósiles de ammonoideos (conchas resedimentadas) y está coronado por una superficie de removilización sobre la que se concentran moldes reelaborados de ammonites, micríticos y/o fosfáticos.

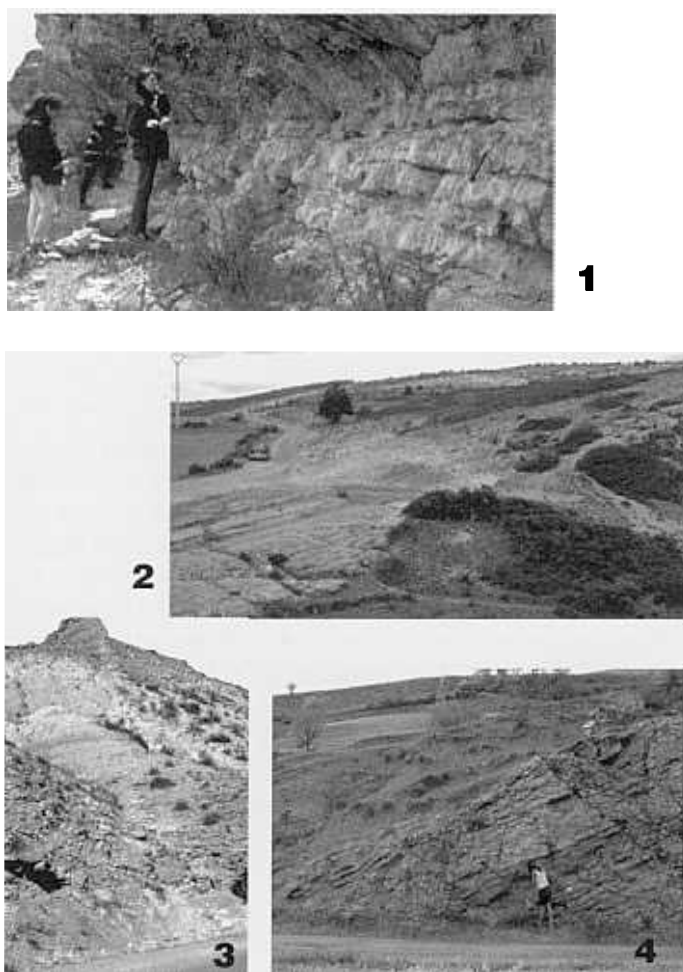


Lámina 3. Fig. 1: Griegos: vista parcial del límite entre las formaciones Chelva y Yátova (Calloviense inferior-Oxfordiense medio). Se puede apreciar el intenso expolio a que han sido sometidos los niveles fosilíferos del Calloviense inferior y de la Capa de Oolitos Ferruginosos de Arroyofrío, con evidencias de excavación activa y desprendimiento de bloques de estos niveles. Fig. 2: Griegos: vista general de la Fm. Yátova cortada por el trazado de un camino vecinal. Este camino, de trazado reciente, afecta a los niveles fosilíferos del Oxfordiense superior al tiempo que permite un acceso fácil a los afloramientos, facilitando la afluencia de visitantes y coleccionistas. Fig. 3: Villar del Cobo: vista general de los materiales de las formaciones Turmiel y Chelva. Esta sección es la localidad tipo de la especie de braquiópodo *Aulacothyris iberica* Dubar. Fig. 4: Villar del Cobo: vista parcial de los materiales de la unidad del Calloviense (Fm. Chelva) y del Oxfordiense (Fm. Yátova). El límite Calloviense-Oxfordiense (Capa de Oolitos Ferruginosos de Arroyofrío) se encuentra aproximadamente en el cambio de calizas tableadas a calizas masivas. El afloramiento es interesante y de fácil acceso, aunque al estar considerablemente fracturado presenta dificultades para su estudio.

Capa de Oolitos Ferruginosos de Arroyofrío

Por encima de esta superficie se dispone el intervalo de 0,4 a 0,5 m de calizas rojizas micríticas, más o menos bioclásticas, con oolitos ferruginosos, correspondiente a la Capa de Oolitos Ferruginosos de Arroyofrío que contiene frecuentes fósiles: ammonites, belemnites, braquiópodos, bivalvos, briozoos, equinodermos y foraminíferos, del Calloviense y del Oxfordiense inferior, al igual que en la sección de Moscardón (cf. Fernández-López *et al.*, 1978).

Formación Yátova

La Fm. Yátova comprende un tramo de 8 a 10 m de calizas blancas a grises estratificadas en bancos masivos irregulares en la parte inferior y tableados con intercalaciones de margas en la parte superior, con abundantes esponjas, además de braquiópodos, crinoides, equinodermos, ammonites, bivalvos y belemnites.

Formación Sot de Chera

La Fm. Sot de Chera se inicia con un nivel de margas de color gris oscuro con abundantes belemnites y ammonites piritizados de pequeña talla, además de corales solitarios. Este tramo ha sido conocido tradicionalmente por los autores alemanes como *Oberjura Mergel* y posteriormente se ha incluido dentro del Miembro Alustante. Su potencia varía de 15 a 25 m.

La parte superior de esta sucesión está formada por margas grises laminadas con intercalaciones siliciclásticas (60 a 70 m). Esta unidad, diferenciable por sus rasgos litológicos y texturales, ha sido caracterizada con el nombre de *Frías Mergel* por los autores alemanes (El Khoudary, 1974) y posteriormente denominada Fm. Frías por Martín y Fernández (1985), y Aurell y Meléndez (1989a).

Estimación del interés paleontológico y del valor patrimonial

Debido a la riqueza paleontológica de algunos tramos, especialmente del Calloviense, y a su fácil acceso, este yacimiento ha sido objeto de un grave expolio. Los géneros más representativos, citados por los autores son:

- *Formación Chelva* (Calloviense inferior)
Ammonoideos: *Dolikephalites*, *Choffatia*, *Grossouvria*, *Hecticoceras*, *Brighitia*, *Homoeoplanulites* y *Macrocephalites*.
- *Formación Chelva* (Capa de Oolitos Ferruginosos de Arroyofrío)
Ammonoideos: *Holcophylloceras*, *Hecticoceras*, *Macrocephalites*, *Indosphinctes*, *Perisphinctes* (*Otosphinctes*) y *Peltoceratoides* (*Parawedekindia*).
- *Formación Yátova* (Oxfordiense)
Ammonoideos: *Sowerbyceras*, *Glochiceras*, *Trimarginites*, *Ochetoceras*, *Taramelliceras* (*Proscaphites*), *Passendorferia*, *Perisphinctes*, *P.* (*Otosphinctes*), *P.* (*Dichotomosphinctes*), *P.* (*Dichotomoceras*), *Larcheria*, *Euaspidoceras*, *Orthosphinctes* y *Epipeltoceras*.

- *Formación Sot de Chera* (Oxfordiense superior-Kimmeridgiense inferior)
Ammonoideos: *Ochetoceras*, *Glochiceras* (*Coryceras*), *G. (Lingulaticeras)*,
Taramelliceras (*Metahaploceras*), *Epipeltoceras*, *Orthosphinctes* y *O. (Ar-*
descia).

Evaluación de riesgos

El continuo expolio de los materiales fosilíferos de la Fm. Chelva y la Capa de Oolitos Ferruginosos de Arroyofrío puede llevar consigo la destrucción del afloramiento, con la consecuente pérdida grave de información paleontológica y la afección patrimonial. Recientemente se ha ensanchado el camino que discurre paralelo a la carretera y que da acceso a los cultivos y a los afloramientos. Esto ha afectado en cierta medida a los yacimientos, especialmente a los niveles superiores de la Fm. Yátova, en el contacto con las margas de la Fm. Sot de Chera. Asimismo, abre y facilita el paso a coleccionistas y expoliadores (Lám. 3, fig. 2).

La extensión previsible de los cultivos en la amplia extensión del valle del río Griegos puede afectar a los afloramientos de la parte superior de las formaciones Yátova y Sot de Chera. No es inminente la realización de construcciones en esta área. No obstante, la presencia de varias urbanizaciones en zonas próximas (Casas de Búcar) hace prever una posible extensión afectando a yacimientos de interés.

Medidas de protección

Dado el grave deterioro que presentan muchos puntos y yacimientos fosilíferos a lo largo de los afloramientos de estas unidades en este sector, la medida de protección primordial que debería ser emprendida podría ser la señalización disuasoria con advertencia de la aplicación de medidas legales contra el expolio. En los puntos más afectados y de mayor interés y riqueza fosilífera se podría plantear el vallado y posible cierre, mediante estructuras de protección, de los yacimientos más representativos del Calloviense y Oxfordiense. La vigilancia activa del área sería otra medida disuasoria básica, dentro del contexto de las regulaciones del Parque Cultural de la Sierra de Albarracín.

Por último, como en otros casos, sería necesaria la exigencia de informes previos sobre impacto ambiental y patrimonial en cualquier tipo de trabajos, construcciones y obras públicas en todo este sector, incluyendo trazado y ensanche de caminos previsibles en los trabajos de concentración parcelaria.

Villar del Cobo

El perfil que se describe se encuentra localizado en la carretera de Tramacastilla a Villar del Cobo, aproximadamente 1,5 kilómetros antes de este último, en el borde sur del Cerro de la Solana, en el margen N de la carretera.

Antecedentes

La primera mención reseñable a esta localidad se encuentra en Calvo (1895), englobada en una descripción general de la Sierra de Albarracín. Riba (1959) realiza una descripción somera de los afloramientos del Jurásico de Villar del Cobo. Meléndez (1976) lleva a cabo una descripción estratigráfica general del Jurásico Inferior (formaciones Barahona y Turmiel) en esta localidad.

Descripción

La serie se inicia con un tramo de calizas bioclásticas de aspecto masivo, irregular, correspondiente a la Fm. Barahona. Se superponen a esta secuencia los materiales de la Fm. Turmiel que vienen representados por sucesivos tramos de margas y alternancia de margas y calizas, pero en cualquier caso predominando las margas sobre las calizas (Lám. 3, fig. 3). El contenido fósil de las formaciones Barahona y Turmiel es relativamente abundante, y se compone, fundamentalmente, de ammonites, braquiópodos, bivalvos, belemnites, y grupos de microfósiles como foraminíferos y ostrácodos.

La Fm. Chelva está constituida por una potente sucesión de calizas tableadas en gruesos bancos, con concentraciones locales de nódulos de sílex. Dicho tramo se caracteriza por la presencia de frecuentes ammonites, braquiópodos, belemnites, lamelibranquios, crinoides, icnofósiles, gasterópodos y espongiarios. A techo de esta formación se presenta una discontinuidad acompañada de un nivel de oolitos ferruginosos de la Capa de Oolitos Ferruginosos de Arroyofrío.

En este perfil no aparece representada la totalidad de la Fm. Yátova, existiendo únicamente el primer tramo masivo de la base del Oxfordiense medio, caracterizado por calizas con espongiarios en bancos masivos de aspecto irregular y con frecuentes ammonites, braquiópodos, crinoides y bivalvos (Lám. 3, fig. 4).

Interés paleontológico y valor patrimonial

A lo largo del margen norte de la carretera de Tramacastilla a Villar del Cobo se encuentran extensos afloramientos del Jurásico, que incluyen los materiales de las formaciones Barahona, Turmiel, Chelva y base de Yátova. En este punto la serie estratigráfica se caracteriza por su continuidad y buenas condiciones de exposición, así como por su riqueza paleontológica, especialmente en las calizas bioclásticas y margas de las formaciones Barahona y Turmiel.

Desde el punto de vista científico la importancia de estos yacimientos radica en la presencia de especies, como *Aulacothyris iberica* Dubar, que ha sido definida en esta zona. Los géneros representativos de esta localidad son:

- *Formación Barahona* (Pliensbachense superior): 6 m visibles. Calizas bioclásticas, de color pardo-amarillento, en capas gruesas irregulares.
Braquiópodos: *Aulacothyris*, *Spiriferina*, *Zeilleria*, *Rhynchonella* y *Lobothyris*.

- *Formación Turmiel* (Toarciense): 36 m. Margas grises a amarillentas, alternando en algunos tramos con niveles de calizas y margocalizas en capas regulares de espesor centimétrico a decimétrico.
Braquiópodos: *Aulacothyris* (especie: *Aulacothyris iberica* Dubar); *Spiriferina*, *Rhynchonella*, *Lobothyris* y *Terebratula*.
Ammonoideos: *Harpoceratoides*, *Hildaites*, *Orthildahites*, *Hildoceras* y *Harpoceras*.
Bivalvos: *Pecten*, *Ctenostreon*, *Gryphaea*, *Ostrea*, *Chlamys*, *Plicatula* y *Lima*.
Gasterópodos: *Natica*.
- *Formación Chelva* (Aaleniense-Calloviense): c. 155 m. Calizas grises microcristalinas, tableadas en capas regulares o en bancos masivos, ocasionalmente con nódulos de sílex.
Ammonoideos: *Strenoceras*, *Normannites*, *Garantiana*, *Cadomites*, *Lep-tosphinctes*, *Lobosphinctes*, *Parkinsonia*, *Sphaeroceras*, *Procerites*, *Macrocephalites*, *Choffatia*, *Dolikephalites*, *Reineckeites*, *Grossowria*, *Reineckeia* y *Homoeoplanulites*.
- *Capa de Oolitos Ferruginosos de Arroyofrío* (*Formación Chelva*, Calloviense-Oxfordiense): 20 a 45 cm. Nivel relativamente regular de caliza rojiza o beige claro con oolitos ferruginosos abundantes, homométricos de pequeño tamaño (hasta 2 mm). Lateralmente puede formar varias capas lenticulares de escasa continuidad lateral. En algunos afloramientos se observan restos de un primer nivel inferior, amarillo claro, con oolitos ferruginosos, más escasos, pequeños (0,5 a 1 mm) y dispersos. Ammonoideos (generalmente representados por moldes parciales con señales de reelaboración): *Indosphinctes*, *Macrocephalites*, *Hecticoceras*, *Grossowria* y *Rehmania*. Ocasionalmente se han encontrado restos (conchas fragmentadas) de elementos característicos del Oxfordiense inferior (Biozona Claromontanus): *Perisphinctes* (*Otosphinctes*), *Peltoceratoides* y *Prososphinctes*.
- *Formación Yátova* (Oxfordiense medio a superior): 3 a 4 m visibles. Calizas blanquecinas en bancos masivos con superficies de estratificación irregulares. Hacia la parte superior pasan a capas más delgadas irregulares de espesor centimétrico a decimétrico. Contienen abundantes espongiarios y crinoides. Ammonites, belemnites, braquiópodos y bivalvos son más escasos. Ammonoideos: *Glochiceras*, *Trimarginites*, *Ochetoceras*, *Passendorferia*, *Perisphinctes* (*Dichotomosphinctes*) y *Larcheria*.

Debido a sus condiciones de afloramiento, riqueza paleontológica, interés paisajístico y facilidad de acceso, este yacimiento presenta unas características adecuadas para su difusión social y la realización de programas didácticos.

Evaluación de riesgos

El principal riesgo que pueden presentar estos afloramientos, aparte del debido a la leve erosión ocasionada por las crecidas del río Guadalaviar, lo consti-

tuye el expolio y la destrucción de los niveles fosilíferos. Asimismo, otro peligro para estos afloramientos es el que representa la realización frecuente de obras públicas relacionadas con el acondicionamiento y el ensanche de la carretera. De tal manera que, en el caso de llevarse a cabo obras de ensanche de la carretera en su margen norte, éstas deberían efectuarse bajo la supervisión de personal técnico especializado en paleontología y previa realización de un informe.

Medidas de protección y difusión social

Existe la posibilidad de incluir este yacimiento dentro de una ruta geológico-turística y paleontológica mediante la programación de visitas guiadas y la edición de folletos explicativos. Esta propuesta requeriría las siguientes actuaciones: acondicionamiento de la carretera y señalización del yacimiento, incluyendo señales disuasorias y/o prohibitivas que eviten el expolio, y creación de un aparcamiento, aprovechando los terrenos que hay en el margen sur de la carretera. Instalación de una mesa de interpretación, situada en las proximidades del aparcamiento, en la cual se muestre una descripción geológica y paleontológica, así como una reconstrucción de las condiciones del medio durante el Jurásico. Esta mesa explicativa puede ir acompañada de una zona recreativa junto al río. Asimismo, es posible la extracción de bloques con valor ornamental y/o didáctico para su traslado al posible futuro centro de interpretación en Albarracín.

Gea de Albarracín

En la margen izquierda del río Guadalaviar y a lo largo de unos tres kilómetros por la carretera que va desde las afueras de Gea de Albarracín hacia Albarracín, pueden observarse unos espectaculares escarpes constituidos por calizas pardo-amarillentas que corresponden al Bajociense. Las mejores condiciones para su estudio se encuentran en el barranco que se sitúa al NW de esta localidad (barranco de la Cruz del Alto), donde afloran los materiales del Toarciense superior (Fm. Turmiel) así como del Aalenense, Bajociense y Bathoniense (Fm. Chelva). La sección se puede seguir ascendiendo por este barranco.

Los materiales del Jurásico Superior se han descrito en un afloramiento situado al borde de la carretera, a un kilómetro al este de Gea de Albarracín. La base de este perfil está en el margen septentrional de la carretera de Gea de Albarracín a Teruel, en el punto donde la rambla de la Hoya, de dirección norte-sur, cruza la carretera. El techo del perfil está en un cerro situado en el margen opuesto de la carretera. Las secciones de esta localidad se encuentran en la hoja 566 de Cella.

Antecedentes

El Khoudary (1974), basándose en foraminíferos bentónicos y ostrácodos, realiza un estudio bioestratigráfico y propone, con carácter informal, diversas unidades litoestratigráficas. La descripción de los materiales del Jurásico Medio y del Jurásico Superior de esta localidad aparece recogida en Hernández *et al.* (1983),

quienes llevan a cabo un estudio estratigráfico y paleontológico de las formaciones Chelva, Sot de Chera y Loriguilla. Fernández-López (1985), centrándose en el estudio de las sucesiones de ammonites y de las facies, realiza un análisis detallado de los materiales del Aalenense y Bajociense.

Los estudios más recientes son los de Aurell (1990), quien aporta datos de tipo litoestratigráfico y sedimentológico acerca del Jurásico Superior de esta localidad.

Descripción

En la sección de Gea de Albarracín (barranco de la Cruz del Alto), los materiales de la Formación Chelva abarcan el Aalenense y el Bajociense inferior. Comprenden unos 38 m de calizas microcristalinas en capas regulares localmente biodetríticas o con delgados interestratos margosos. Los 8 m inferiores pertenecen al Aalenense, habiéndose caracterizado las biozonas Murchisonae y Concavum (Fernández-López, 1985). La mayor concentración de fósiles se corresponde con niveles de removilización, que se superponen a superficies irregulares de discontinuidad. Se encuentran frecuentes estructuras de bioturbación, además de ammonites, belemnites, bivalvos, crinoideos, *Zoophycos* y espongiarios. A techo se observa un tramo de calizas microcristalinas con nódulos de sílex, dispuestas en capas gruesas con delgados interestratos biodetríticos.

La sección de la rambla de la Hoya, en las proximidades del pueblo, saliendo por la carretera en dirección a Teruel, muestra una buena exposición de las unidades del Jurásico Medio y Superior, formaciones Chelva, Yátova y Sot de Chera. La sucesión del Calloviense está representada por una sucesión de 2 m de calizas grises (biomicritas) bioclásticas, de aspecto noduloso, amarillentas en superficie, con filamentos, y con interestratos de margocalizas lajosas. Forman una secuencia estratocreciente terminando con un banco de 70 cm muy cementado, con abundantes ammonites, braquiópodos, bivalvos, y escasos belemnites y gasterópodos. La secuencia se encuentra coronada por una superficie de discontinuidad con concentración local de óxidos de hierro y fósiles en ocasiones fosfáticos y generalmente truncados: ammonites, belemnites, braquiópodos, bivalvos y gasterópodos. La superficie está recubierta por una delgada lámina de caliza lajosa (2 a 3 cm) con oolitos ferruginosos pequeños y dispersos, con fragmentos de moldes de ammonites reelaborados. Por encima, se dispone el nivel de calizas con oolitos ferruginosos y ammonites reelaborados del Calloviense que constituyen la Capa de Oolitos Ferruginosos de Arroyofrío. Junto con estos ejemplares reelaborados, en este nivel oolítico se encuentran ejemplares de *Perisphinctes*, *Peltoceratoides* y *Prososphinctes* resedimentados que permiten caracterizar la Subbiozona Claromontanus (Biozona Cordatum) en este punto en el nivel oolítico.

En la Fm. Yátova se reconocen dos tramos, el primero de ellos con calizas de esponjas de aspecto masivo y limitado superiormente por una superficie endurecida y ferruginizada (6,5 a 7 m). El tramo superior está formado por una alternancia de margas y calizas con esponjas (2,5 a 3 m). Esta unidad comprende

el Oxfordiense medio (biozonas *Transversarium* y *Bifurcatus*) y la parte inferior del Oxfordiense superior (Biozona *Hypselum*), (Lám. 4, fig. 1).

Los materiales de la Fm. Sot de Chera comprenden un tramo relativamente potente de margas (c. 30 m) con abundantes ostrácodos y escasos foraminíferos bentónicos. Presentan intercalaciones de bancos de areniscas micáceas con frecuentes restos vegetales. El techo de esta formación está constituido por margas y calizas margosas con restos de vegetales, que representa el paso gradual a la Fm. Loriguilla, que en este punto tiene su aspecto típico.

Interés paleontológico y valor patrimonial

El afloramiento del barranco de la Cruz del Alto se caracteriza por su buena exposición y continuidad de los materiales del Jurásico Inferior y Medio. Asimismo, el desarrollo de los materiales del Aalenense en este punto constituye un nuevo aspecto de interés estratigráfico. Por último, la espectacularidad de los afloramientos le añade un mayor interés patrimonial desde el punto de vista geológico y paisajístico. El yacimiento de la rambla de la Hoya, por su parte, presenta un interés geológico y paleontológico elevado. Sus espectaculares condiciones de exposición, la riqueza paleontológica de los niveles del límite Calloviense-Oxfordiense y su accesibilidad, hacen que este punto sea de especial interés. Además, hay que destacar que este afloramiento aparece recogido como ejemplo de estructura anticlinal en libros de texto de Geología de difusión nacional (Meléndez y Fúster, 1975). Todo ello, no obstante, no impidió que fuera gravemente afectado por las obras públicas del ensanche de la carretera sin mediar informe previo de impacto geológico o ambiental (v. Lám. 4, fig. 1).

El contenido fósil de los materiales presentes en ambos afloramientos es:

– *Formación Chelva* (Aalenense)

Ammonoideos: *Brasilia*, *Ludwigella*, *Graphoceras*, *Pseudogramoceras*, *Platyglyphoceras*, *Euaptetoceras*, *Eudmetoceras*, *Haplopleuroceras* y *Euhoploceras*.
Braquiópodos: *Sphaeroidothyris*.

– *Formación Chelva* (Bajociense)

Ammonoideos: *Graphoceras*, *Hyperlioceras*, *Braunsina*, *Euaptetoceras*, *Eudmetoceras*, *Haplopleuroceras*, *Zurcheria*, *Euhoploceras*, *Sonninia*, *Pelekodites*, *Docidoceras*, *Trilobiticeras*, *Fissilobiceras*, *Shirbuirnia*, *Papilliceras*, *Witchellia*, *Maceratites*, *Hebetoxyites*, *Bradfordia*, *Mollistephanus*, *Skirroceras*, *Albarracinites*, *Emileia*, *Otoites*, *Hyperlioceras*, *Nannoceras*, *Protoecotraustes*, *Platygraphoceras* y *Rhodaniceras*.

– *Formación Yátova* (Oxfordiense)

Ammonoideos: *Trimarginites*, *Glochiceras*, *Taramelliceras*, *Passendorferia*, *Perisphinctes* (*Otosphinctes*), *Perisphinctes* (*Dichotomosphinctes*), *Larcheria*, *Ochetoceras*, *Orthosphinctes* y *Epipeltoceras*.



1



2

Lámina 4. Fig. 1: Gea de Albarracín: vista general de las calizas de la Fm. Yátova (Oxfordiense medio) que forman el anticlinal clásico figurado en el libro de geología de Meléndez y Fuster (1975). El flanco meridional ha sido afectado gravemente por las obras resultantes del ensanche de la carretera que une esta localidad con Teruel. Fig. 2: vista general del afloramiento de Cella (Jurásico Medio). Calizas del Bajociense (Fm. Chelva).

Evaluación de riesgos

Ambos yacimientos corren riesgos reales de afección diversa y de expolio por su accesibilidad y riqueza paleontológica. En el caso del afloramiento del barranco de la Hoya éstos se pueden concretar en:

- Destrucción del yacimiento por realización de obras públicas.
- Expolio de los niveles fosilíferos de los materiales del Jurásico Medio y Superior.
- Ubicación de escombreras y/o vertederos.
- Apertura de nuevos caminos vecinales.

El afloramiento situado en las inmediaciones del pueblo (Sección del Aalenense-Bajociense) corre un menor riesgo de destrucción o afección inminente al encontrarse en una antigua cantera, retirado de la carretera y de caminos y de agentes erosivos intensos (barrancos). No obstante, podría verse afectado por expolio de coleccionistas, si bien los niveles fosilíferos no resultan tan aparentes como en el afloramiento de la carretera.

Medidas de protección

El afloramiento asociado al anticlinal ha sido destruido en parte por obras públicas. Se recomienda evitar nuevas actuaciones, tales como ensanche de carretera, apertura de nuevos caminos o remoción de terreno que degraden el yacimiento. En caso de llevarse a cabo, éstas deben efectuarse bajo la supervisión de personal especializado en patrimonio geológico y paleontológico.

Otras medidas oportunas serían: señalización de los yacimientos, carteles didácticos y vallado que eviten el expolio; vigilancia activa; acondicionamiento de un aparcamiento en el margen sur de la carretera; limpieza de los afloramientos; instalación de una mesa de interpretación explicativa; e integración de estos puntos en una ruta geológico-paleontológica y traslado de bloques de caliza de la Fm. Yátova con ejemplos de fósiles de espongiarios y otros grupos al posible centro de interpretación en la localidad de Albarracín, que promueva la concienciación de la población y sus autoridades en lo referente a su patrimonio paleontológico.

Masada Toyuela

Esta sección se localiza unos 6 kilómetros al norte de Albarracín, a lo largo del camino que recorre de sur a norte la rambla de Monterde. Se ha levantado a partir de varios afloramientos diferentes, situados cerca de la confluencia con la rambla de las Caleras. En este punto los materiales de la Fm. Chelva afloran ampliamente abarcando el Aalenense y el Bajociense inferior.

Antecedentes

La sección de la Masada de Toyuela ha sido descrita y estudiada por Fernández-López (1985). Con anterioridad, estos afloramientos de materiales bajocienses no habían sido descritos ni mencionados en la bibliografía.

Descripción

En esta localidad, los materiales de la Fm. Turmiel (Lías superior) culminan con un tramo de 2 m de espesor de calizas margosas en capas irregulares en los que se ha encontrado *Haugia* del Toarciense superior. Este tramo está coronado por una discontinuidad. Sobre ella se desarrollan los materiales de la Fm. Chelva, del Jurásico Medio. Dentro de ella se pueden distinguir varios tramos sucesivos:

(1) 12 m. Calizas de aspecto noduloso en capas delgadas irregulares con contactos ondulados, que se hacen más gruesas hacia techo. Corresponden al miembro inferior de esta formación (Miembro Casinos). Los 4 m inferiores pertenecen al Aalenense y forman un intervalo basal limitado a techo por una discontinuidad y un banco de calizas microcristalinas de espesor decimétrico que disminuye de espesor de sur a norte. En dicho banco se encuentran ammonioideos del Bajociense inferior, Biozona *Laeviuscula*. Los 8 m restantes de esta unidad corresponden a la Biozona *Sauzei*.

(2) 4,5 a 5 m. Calizas microcristalinas en bancos gruesos y regulares, con nódulos de sílex. Pertenecen también a la Biozona *Sauzei*.

(3) 7,5 m. Calizas microcristalinas tableadas en capas regulares. Su contenido fosilífero es muy escaso; no obstante, deben corresponder también a la Biozona *Sauzei*.

(4) 4 m. Calizas microcristalinas, localmente con nódulos de sílex, en capas gruesas o bancos. Contiene frecuentes restos fósiles, sobre todo en los interestratos: bivalvos, belemnites, braquiópodos y espongiarios. Los ammonites son más escasos.

(5) Por encima se sitúa un potente tramo de 35 m de calizas microcristalinas en capas gruesas o bancos, que localmente contienen nódulos de sílex o son nodulosas. Este tramo forma un potente escarpe en el relieve. Los ammonites son muy escasos. Este intervalo corresponde a la Biozona *Humphriesianum*.

Interés paleontológico y valor patrimonial

El mayor interés paleontológico y patrimonial de esta sección lo constituye el ser la localidad-tipo de un género y especie de ammonites: *Albarracinites albarracinensis* Fernández-López. El nivel-tipo de este taxón corresponde a la Biozona *Laeviuscula*, del Bajociense inferior.

En el banco que corona el tramo (1) de calizas nodulosas del Aalenense, la asociación registrada es una asociación mezclada y la mayoría de sus elementos

son característicos de los biohorizontes de la Biozona Laeviuscula. No obstante, algunos elementos acumulados y resedimentados no puede excluirse que pertenezcan a la biocronozona Sauzei. Los principales géneros de ammonites reconocidos en esta asociación son: *Euhoploceras*, *Fissiloboceras*, *Papilliceras*, *Sonninia*, *Witchellia*, *Fontannessia*, *Maceratites*, *Pelekodites*, *Hebetoxites*, *Lissoceras*, *Bradfordia*, *Amblyoxyites*, *Microtoxamblyites*, *Mollistephanus*, *Albarracinites* (especie: *A. albarracinensis*), *Docidoceras*, *Emileites* y *Otoites*.

El contenido fosilífero de este mismo banco en los distintos afloramientos que componen esta sección varía de unos puntos a otros. Con frecuencia contiene elementos reelaborados del Aalenense superior (Biozona Concavum). Asimismo, también puede excluirse que dicha asociación corresponda a la Biozona Discites. De tal manera, la discontinuidad que marca el límite Aalenense-Bajociense en este punto comporta una laguna estratigráfica cuya amplitud bioestratigráfica abarcaría al menos las biozonas Concavum (Aalenense superior) y Discites (Bajociense basal). La conservación de este nivel límite en estos afloramientos le añade a la sección descrita un mayor interés estratigráfico y patrimonial, por la importancia y la riqueza fosilífera de dicho tramo.

Evaluación de riesgos

Los afloramientos de las proximidades de Masada Toyuela, por su situación en los márgenes de la rambla y fuera de las carreteras generales, no presentan un riesgo inmediato de afecciones por obras públicas o de expolio. Por otra parte, los materiales del Bajociense en este punto no son excesivamente fosilíferos, lo que hace que su riesgo de expolio o recolección incontrolada sea menor. No obstante, los niveles de removilización descritos contienen asociaciones registradas de gran interés con abundantes ammonoideos. Este tipo de niveles suelen ser conocidos y objeto de interés preferente por coleccionistas.

Propuesta de actuaciones

Esta sección, como localidad-tipo de un taxón de nivel género y especie de ammonites, cuyo nombre contiene una referencia toponímica explícita a la Sierra de Albarracín, debe ser recogida y mencionada especialmente en los inventarios de yacimientos de mayor interés de este sector. Es por tanto necesario presentar la propuesta para su declaración como Punto de Especial Interés Paleontológico (PEIP). Por otra parte, esta sección, y la asociación-tipo de este taxón, podrían ser reproducidas dentro del proyecto de Parque Paleontológico de la provincia de Teruel.

Cella

El yacimiento que se describe se encuentra a unos 5 km de Gea de Albarracín en dirección NNW, al que se accede por la carretera de Cella a Monterde. Se trata de un pequeño escarpe situado en el margen izquierdo de la rambla que hay a unos doscientos metros al norte de dicha carretera y doscientos metros antes de sobrepasar desde Cella el límite administrativo con Albarracín (Lám. 4, fig. 2).

Antecedentes

Esta sección ha sido descrita por Fernández-López (1985, fig. 103; p. 676)

Descripción

Los materiales que forman la sucesión del Bajociense superior visible en este punto comprenden un tramo inferior de 2 m de calizas micríticas tableadas con intercalaciones de margas, que en su mayor parte corresponden a la Biozona Garantiana, y un conjunto de 5 m de calizas biodetríticas estratificadas (Biozona Parkinsoni). A techo de este tramo, coincidiendo con un cambio de facies a calizas microcristalinas (niv. 17), se localiza el límite Bajociense-Bathonense. El último nivel del tramo inferior, de calizas biodetríticas (niv. 8), corresponde ya a la Biozona Parkinsoni.

Estimación del interés paleontológico y del valor patrimonial

A pesar de la poca espectacularidad de esta sección, puesto que sólo afloran las últimas capas de la Biozona Garantiana y el tramo de calizas biodetríticas del tránsito Bajociense-Bathonense, su interés paleontológico resulta incuestionable, puesto que la capa más antigua de la Biozona Garantiana que aflora junto a la rambla es el nivel tipo del taxón *Melendezia aenigmatica* Fernández-López, y contiene una asociación característica del Biohorizonte XV (Bajociense superior). La lista de los taxones de ammonioideos reconocidos incluye: *Strigoceras* sp., *Oecoptichoceras* sp., *Lissoceras psilodiscum* (Schloenbach), *Lissoceras oolithicum* (d'Orbigny), *Melendezia aenigmatica* Fernández-López, *Diplesioceras* sp., *Oppelia subcostata* (J. Buckman), *Oecotraustes* sp. nov. 1, *Cadomites* sp., *Sphaeroceras* sp., *Hlawiceras coronatum* (Wetzel), *Hlawiceras*, cf. *trauthi* (Bentz), *Pseudogarantina* sp., *Spiroceras* sp., *Bajocisphinctes mouterdei* Fernández-López, *Bajocisphinctes* cf. *curvatus* Buckman, *Microbajocisphinctes robustus* Fernández-López, *Microbajocisphinctes althoffi* (Wetzel) y *Bigotites* sp.

Evaluación de riesgos

Debido a su buena accesibilidad, el mayor riesgo que puede afectar a este yacimiento es el de expolio, aunque este riesgo sea mínimo por la escasez de niveles fosilíferos. La posibilidad de erosión y destrucción del afloramiento por la acción de las avenidas de la rambla es otro riesgo natural posible, al igual que el enterramiento de los niveles fosilíferos por los derrubios de ladera o depósitos de la rambla.

Medidas de protección

Aunque el estado de conservación de este yacimiento es bueno hasta el momento, y no son necesarias actuaciones de urgencia para su conservación y protección, la declaración del mismo como Punto de Especial Interés Paleontológico

(PEIP), supondría una buena medida preventiva contra cualquier posible acción que pusiera en peligro su integridad. Dada la importancia del mismo como localidad-tipo de un género y especie de ammonites sería necesaria su inclusión en los inventarios de yacimientos paleontológicos de la región (Carta Paleontológica) de cara a su mención como yacimiento de interés en el contexto del Parque Cultural de Albarracín.

Embalse del Arquillo de San Blas

Los yacimientos de esta sección se encuentran a unos 10 kilómetros de distancia de Teruel, en dirección WNW, junto al embalse del Arquillo de San Blas, en las vertientes septentrionales del río Guadalaviar próximas a El Molinazo y situadas al sur de La Magdalena-Corraladehesa. A estos yacimientos se accede por el camino de La Dehesa que cruza la carretera Teruel-Albarracín en dirección NE-SE desde Caudé.

Antecedentes

Los materiales del Jurásico Medio de esta área cercana a Teruel eran ya conocidos desde hace décadas por los geólogos, siendo lugares habituales de prácticas de campo por alumnos del Curso de Geología Práctica de Teruel y del Colegio Universitario. El primer estudio sistemático se debe a Fernández-López (1985).

Descripción

En la sección del embalse del Arquillo de San Blas los materiales del Jurásico Medio, Fm. Chelva, afloran ampliamente. La sucesión de los materiales del Aalenense, Bajociense y Bathoniense inferior se puede reconstruir a lo largo de varios afloramientos. El límite entre el Jurásico Inferior y Medio se localiza en una superficie de removilización que localmente trunca a los niveles subyacentes. Por encima, se localiza una capa de espesor centimétrico de caliza micrítica con ooides, oolitos y pisolitos ferruginosos. La asociación registrada en este nivel caracteriza al Aalenense medio, Biozona Murchisonae. Así pues, esta discontinuidad evidencia una laguna estratigráfica que afecta al Aalenense inferior.

Dentro de la Fm. Chelva, entre el Aalenense y el Bathoniense inferior se distinguen diversos tramos litológicos:

(1) Tramo de calizas microcristalinas en capas delgadas con superficies de estratificación irregulares y onduladas, y aspecto noduloso (17 m). Su contenido fosilífero general es escaso, principalmente bivalvos. En él se reconocen tres niveles más fosilíferos, que se corresponden con niveles de removilización con elementos resedimentados y reelaborados, en los que se localizan las asociaciones registradas de ammonoideos (Fernández-López, 1985, fig. 92), mientras que el resto del tramo es menos fosilífero. El primer nivel, de calizas microcristalinas con oolitos, pisolitos y ooides ferruginosos y de espesor centimétrico, marca el lími-

te Toarciense-Aaleniense. Contiene una asociación registrada que caracteriza la Biozona Murchisonae, evidenciando una laguna estratigráfica que afecta al Toarciense superior y al Aaleniense inferior (Biozona Opalinum). Los otros niveles fosilíferos comprenden dos tramos de espesor centimétrico a métrico de calizas micríticas compactas, en bancos regulares. El primero de ellos (0,7 m) contiene una asociación mezclada con elementos de las biozonas Murchisonae y Concavum y pertenece a la Biozona Concavum. El tercero, muy similar al anterior (1,3 m) marca ya el límite Aaleniense-Bajociense. La asociación registrada en la base corresponde aún a la Biozona Concavum, mientras que la de la capa superior pertenece a la base del Bajociense inferior (Biozona Discites: Fernández-López, 1985, p. 644, fig. 92).

(2) Calizas microcristalinas tableadas (8 m), estratificadas en capas regulares de espesor variable, en general más delgadas en la base y más gruesas hacia techo. Presentan frecuentes estructuras de bioturbación y muy escasos macrofósiles (bivalvos).

(3) 37 m. Calizas microcristalinas con nódulos de sílex, estratificadas en bancos gruesos con superficies de estratificación netas. Este tramo suele formar un resalte neto en el relieve. Está limitado en la base por una superficie de removilización con concentración de óxidos de hierro. El último metro contiene abundantes macrofósiles, generalmente elementos reelaborados y resedimentados, en los interestratos, que corresponden a niveles de removilización. Las asociaciones registradas en dichos niveles constituyen asociaciones mezcladas con elementos característicos de la parte media y superior de la Biozona Humphriesianum, del Bajociense inferior (cf. Fernández-López, 1985).

(4) Sobre las calizas con nódulos de sílex se encuentra un conjunto de 5 m de calizas microcristalinas en dos bancos masivos separadas por capas micríticas tableadas de espesor decimétrico, con intercalaciones de calizas biodetríticas. Las asociaciones registradas de ammonites en este tramo, localizadas en los niveles de removilización, corresponden a la parte superior de la Biozona Humphriesianum.

(5) Intervalo formado por calizas tableadas relativamente regulares con intercalaciones de margas. Hacia la parte superior pasan a una alternancia más constante de calizas y margas. Los 2 m inferiores contienen abundantes nódulos de sílex, y a lo largo del tramo se reconocen varios bancos micríticos regulares, más potentes. Las asociaciones registradas de ammonites a lo largo de este tramo permiten caracterizar las biozonas Subfurcatum (= Niortense) y Garantiana, del Bajociense superior.

(6) Tramo superior del Bajociense: intervalo formado por 3 a 5 m de calizas biodetríticas, localmente con oolitos calcáreos frecuentes. Este tramo forma un resalte característico en el relieve. En la base se distingue un tramo de calizas margosas. Las asociaciones registradas de ammonites en este tramo permiten caracterizar la Biozona Parkinsoni, del Bajociense superior. El límite entre el Bajociense y Bathoniense se sitúa en el techo del tramo. El Bathoniense inferior está representado aquí por una sucesión de bancos regulares de calizas micríticas compactas.

Interés paleontológico

El principal aspecto de interés paleontológico de los afloramientos del embalse del Arquillo de San Blas radica en ser la localidad-tipo de diversos taxones, referidos a géneros y especies, de ammonites, lo que justifica claramente su propuesta y tramitación como Punto de Especial Interés Paleontológico (P.E.I.P.). En los distintos afloramientos estudiados en esta localidad han sido definidos la especie *Bajocisphinctes mouterdei* Fernández-López, así como el tipo del género *Microbajocisphinctes* Fernández-López, admitido como la forma microconcha del género anterior, incluyendo diversas especies nuevas de este nuevo género, definidas por el mismo autor: *M. densicostatus*, *M. tenuicostatus*, *M. robustus* y *M. bigotitoides*. El contenido fósil de los materiales de la Fm. Chelva es variable, existiendo niveles con alta concentración de ejemplares seguidos de tramos menos fosilíferos. Se describen las asociaciones registradas de ammonoideos haciendo referencia a los tramos litológicos descritos en el capítulo anterior.

Tramo (1) (cf. Fernández-López, 1985; p. 644; fig. 92: afloramientos 8EB y 9EB)

En la capa basal del tramo (1), de 5 a 30 cm perteneciente al Aalenense, la Biozona Murchisonae (Aalenense medio) se caracteriza por los siguientes géneros de ammonites: *Welschia*, *Brasilia*, *Pseudographoceras*, *Erycites* y *Spinammatoceras*.

La capa siguiente, cuyo espesor es aproximadamente de 70 cm, contiene elementos propios de las biozonas Murchisonae y Concavum: *Brasilia*, *Graphoceras*, *Pseudographoceras*, *Ludwigella*, *Vacekia* y *Ambersites*.

La capa tercera del tramo (1) presenta una potencia de 1,3 m y contiene en su parte inferior una asociación registrada característica de la Biozona Concavum (*Graphoceras*, *Ludwigella*, *Haplopleuroceras*, *Euhoploceras* y *Trilobiticeras*). La asociación registrada en la parte superior debe ser referida a la Biozona Discites, con ejemplares de *Graphoceras*, *Hyperlioceras*, *Braunsina*, *Haplopleuroceras* y *Euhoploceras*.

Tramo (2)

Por encima del tramo (1) de calizas nodulosas se encuentra un tramo de 8 m de calizas tableadas, caracterizado por la escasez de macrofósiles, representados únicamente por bivalvos.

Tramo (3)

El tramo siguiente presenta un espesor de 37 m. No obstante, el contenido en macrofósiles es escaso, y se encuentra representado por elementos pertenecientes a la parte media y superior de la Biozona Humphriesianum: *Dorsetensia*, *Nannina*, *Strigoceras*, *Stegoxyites*, *Poecilomorphus*, *Oppelia*, *Oecotraustes*, *Skirroceras*, *Stephanoceras*, *Stemmatoceras*, *Itinsaites*, *Normannites* y *Sphaeroceras*.

Tramo (4)

Este intervalo, formado por 5 m de calizas tableadas, contiene frecuentes mol-des de ammonioideos reelaborados y escasos ejemplares resedimentados que caracterizan la parte superior de la Biozona Humphriesianum (Biohorizonte IX): *Teloceras* y *Normannites*. Asimismo, contiene espongiarios, bivalvos, crinoideos, belemnites y gasterópodos.

Tramo (5)

Los materiales de la Biozona Niortense (*ex*: Biozona Subfurcatum) comprenden los 15 m inferiores de este tramo: calizas microcristalinas tableadas, con intercalaciones de calizas margosas. El alto contenido en ammonioideos permite caracterizar los sucesivos biohorizontes de esta biozona (biohorizontes X, XI y XII).

- 1,8 a 2 m de calizas microcristalinas con nódulos de sílex. Niveles de removilización ocasionales. Además de braquiópodos, belemnites, bivalvos, espongiarios, crinoideos y gasterópodos, contienen los géneros de ammonites: *Strigoceras*, *Cadomoceras*, *Oecotraustes*, *Teloceras*, *Normannites*, *Cadomites*, *Polyplectites*, *Chondroceras*, *Sphaeroceras*, *Caumontisphinctes* y *Leptosphinctes*.
- 6 a 7 m de calizas microcristalinas con delgadas intercalaciones margosas y frecuentes *Zoophycus*. Contenido paleontológico similar al tramo anterior. Contienen: *Caumontisphinctes*, *Infraparkinsonia*, *Strenoceras*, *Orthogarantiana*, *Leptosphinctes* y *Cleistosphinctes*.

Los tramos siguientes pertenecen al Biohorizonte XII:

- 5 a 6 m. Calizas microcristalinas en capas delgadas o gruesas. Estructuras de bioturbación frecuentes (*Zoophycus*). Contenido paleontológico similar. Contienen los géneros: *Strigoceras*, *Lissoceras*, *Oppelia*, *Cadomites*, *Sphaeroceras*, *Strenoceras*, *Orthogarantiana*, *Garantiana*, *Torrensia*, *Spiroceras*, *Leptosphinctes*, *Cleistosphinctes* y *Lytoceras*.

Biozona Garantiana

- Calizas microcristalinas y calizas margosas (3 a 4,5 m) con intercalaciones margosas irregulares y abundantes *Zoophycus*. El contenido fosilífero es abundante e incluye: ammonites, belemnites, bivalvos y braquiópodos. Los ammonites caracterizan la Biozona Garantiana: *Lissoceras*, *Microlissoceras*, *Trimarginia*, *Oppelia*, *Oecotraustes*, *Cadomites*, *Sphaeroceras*, *Garantiana*, *Hlawiceras*, *Pseudogarantiana*, *Spiroceras*, *Bajocisphinctes*, *Microbajocisphinctes* y *Bigotites*.

Biohorizontes XIV y XV (parte media y superior de la Biozona Garantiana):

- 1,5 a 2 m. Calizas microcristalinas, localmente dispuestas en capas gruesas. La presencia de macrofósiles es frecuente, incluyendo braquiópodos, belemnites, bivalvos, ammonites y crinoideos. Los ammonites contenidos en estos materiales corresponden a la parte media y superior de la Biozo-

na Garantiana: *Lissoceras*, *Melendezia*, *Diplesioceras*, *Oppelia*, *Oecotraustes*, *Cadomites*, *Sphaeroceras*, *Garantiana*, *Hlawiceras*, *Spiroceras*, *Bajocisphinctes*, *Bigotites* y *Microbajocisphinctes*.

- 0,8 a 1,5 m. Calizas margosas, biodetríticas, dispuestas en capas poco diferenciadas, con superficies de estratificación irregulares y discontinuas. Las asociaciones de ammonites que aparecen en este tramo están constituidas por algunos elementos reelaborados de la Biozona Parkinsoni, aunque este tramo corresponde a la base de la Biozona Parkinsoni: *Strigoceras*, *Oppelia*, *Oecotraustes*, *Cadomites*, *Polyplectites*, *Sphaeroceras*, *Hlawiceras*, *Parkinsonia*, *Spiroceras*, *Bigotites* y *Prorsisphinctes*.
- Tramo de 2,3 a 5 m de calizas biodetríticas, que localmente contienen frecuentes oolitos y que se encuentran en capas gruesas o en bancos escasamente diferenciados. El contenido fósil es especialmente abundante en la base de la capa superior, y suele corresponder a elementos reelaborados o resedimentados: crinoideos, espongiarios, equínidos, bivalvos, braquiópodos, belemnites, ammonites y gasterópodos. Los taxones de ammonites que se encuentran en la base de este tramo caracterizan la Biozona Parkinsoni: *Strigoceras*, *Lissoceras*, *Oppelia*, *Oxycerites*, *Oecotraustes*, *Cadomites*, *Parkinsonia*, *Spiroceras*, *Prorsisphinctes* y *Bigotites*.

En la base del tramo siguiente se encuentran asociaciones de ammonites mezcladas con elementos característicos del Bathoniense: *Oxycerites*, *Alcidellus*, *Prohcticoceras*, *Cadomites*, *Morphoceras*, *Polysphinctites*, *Procerites* y *Siemiradzka*.

Afloramiento de la Sección 1EB (Biozona Garantiana)

- En esta sección se ha contrastado la sucesión registrada de ammonoideos más completa para el intervalo correspondiente a la Biozona Garantiana. La sucesión litológica comprende 5,7 m de calizas microcristalinas y calizas margosas con delgadas intercalaciones margosas en las que se distinguen tres biohorizontes sucesivos caracterizados por las siguientes asociaciones registradas de ammonites:

Biohorizonte XIII:

Strigoceras, *Cadomoceras*, *Lissoceras*, *Microlissoceras*, *Trimarginia*, *Oppelia*, *Oecotraustes*, *Cadomites*, *Polyplectites*, *Sphaeroceras*, *Orthogarantiana*, *Garantiana*, *Hlawiceras*, *Pseudogarantiana*, *Spiroceras*, *Leptosphinctes*, *Cleistosphinctes*, *Bajocisphinctes* y *Microbajocisphinctes*.

Biohorizonte XIV:

Strigoceras, *Lissoceras*, *Microlissoceras*, *Diplesioceras*, *Oecotraustes*, *Sphaeroceras*, *Garantiana*, *Hlawiceras*, *Pseudogarantiana*, *Spiroceras*, *Bajocisphinctes*, *Bigotites* y *Microbajocisphinctes*.

Biohorizonte XV:

Strigoceras, *Melendezia*, *Diplesioceras*, *Oppelia*, *Sphaeroceras*, *Hlawiceras*, *Spiroceras*, *Bajocisphinctes* y *Microbajocisphinctes*.

Este biohorizonte se encuentra limitado a techo por la base del biohorizonte XV (Biozona Parkinsoni).

El interés paleontológico de estos yacimientos se ha visto incrementado posteriormente a este estudio, al ser éste el punto principal (junto con los afloramientos cercanos de Cella y de Calomarde) que ha aportado el material para el estudio realizado sobre ejemplares de *Bajocisphinctes*, de la Biozona Garantiana, colonizados por serpúlidos, para evidenciar un caso de necrocinesis y colonización post-mortal en conchas de ammonoideos (Fernández-López, 1987).

Evaluación de riesgos

Los afloramientos descritos constituyen algunos de los de mayor interés paleontológico del Jurásico de la Sierra de Albarracín, tanto por su riqueza fosilífera, especialmente en ammonoideos, como por la envergadura de los estudios realizados sobre el Jurásico Medio. La situación de los afloramientos, en las proximidades de un embalse en las cercanías de Teruel, pero en un área principalmente turística, disminuye alguno de los riesgos típicos de muchos afloramientos importantes (obras públicas, urbanizaciones, construcciones, vertederos, etc.), pero aumenta otros, especialmente los de expolio, recolección incontrolada y destrucción por acción antrópica, especialmente en los niveles más fosilíferos. Una valoración de los riesgos potenciales o reales para éste, y para el resto de los afloramientos, se presenta en la figura 2.

Medidas de protección

El mismo hecho de haber constituido lugar de visita frecuente para la realización de prácticas con alumnos, evidencia su interés y su potencial didáctico, pero también incrementa los riesgos de visita por parte de coleccionistas y, en consecuencia, aumenta el riesgo de expolio. En este sentido, las medidas de protección irían en paralelo a las destinadas a la rentabilización social de los mismos por parte de las autoridades políticas en el marco del desarrollo del Parque Cultural de Albarracín. En este sentido, la inclusión del embalse del Arquillo como punto de interés en una posible ruta paleontológica, así como el acondicionamiento o la instalación de una señalización informativa sobre la importancia científica de los yacimientos, deberá ir precedida por la información de carácter disuasorio sobre la ilegalidad de la recolección no autorizada. También deberá incluir el desarrollo de medidas protectoras de los puntos fosilíferos.

Conclusiones

Los yacimientos del Jurásico de la Sierra de Albarracín constituyen un conjunto de puntos de excepcional interés paleontológico tanto por su riqueza fosilífera (especialmente en ammonoideos), como por la trascendencia de los estudios

científicos realizados sobre los mismos. Las sucesiones registradas de ammonioides en esta región han contribuido sustancialmente al establecimiento de escalas bioestratigráficas y al conocimiento y enriquecimiento del patrimonio paleontológico. La protección de los mismos, de los riesgos de destrucción, expolio o deterioro por obras públicas, urbanizaciones, etc., debe ser considerada una labor prioritaria por parte de las autoridades responsables del patrimonio.

Para ello la labor de los especialistas es fundamental, por lo que es preciso favorecer el diálogo tendente a alcanzar acuerdos entre la Administración y los paleontólogos en puntos esenciales como la financiación de las excavaciones, el estudio y alojamiento de las colecciones, la promoción y creación de instalaciones museísticas adecuadas y, sobre todo, la protección activa y señalización disuasoria de los yacimientos de mayor interés. Por otra parte, la utilización de los yacimientos y del patrimonio paleontológico como objeto de difusión didáctica o su inclusión dentro de un proyecto de recreo o parque temático (el proyecto Dinópolis, promovido por la Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel) puede revertir beneficiosamente en el desarrollo económico de la provincia. No obstante, estos proyectos sólo podrán encauzarse con éxito en la medida en que partan de una concienciación previa sobre la necesidad de protección de los yacimientos en cuestión y del desarrollo de unas medidas activas para desarrollarla.

Agradecimientos

Este trabajo forma parte del proyecto PB96-0838 de la DGES-CSIC. Los autores desean agradecer a la Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel y al Instituto de Estudios Turolenses su ayuda y apoyo en la financiación de los trabajos de campo. Asimismo, a los Drs. Marcos Aurell y Beatriz Bádenas las discusiones e ideas aportadas sobre el sector de Frías de Albarracín-Terriente y la figura de las unidades de este sector. Graciela Delvene disfrutó, para la realización del proyecto, de una beca de investigación del Consejo Asesor de Investigación del Gobierno de Aragón (CONSI + D). A Enrique Peñalver por la lectura crítica del manuscrito y por la elaboración de las láminas.

Bibliografía

- Aurell, M. 1990. *El Jurásico Superior de la Cordillera Ibérica Central (Provincias de Zaragoza y Teruel). Análisis de cuenca*. Tesis Doctoral, Universidad de Zaragoza, 510 pp.
- Aurell, M. y Bádenas, B. 1995. Las rampas carbonatadas del Jurásico Superior en las sierras de Albarracín y Palomera. *Guía de Excursiones, XIII Congreso Español de Sedimentología, Teruel*, 8-55.

- Aurell, M. y Meléndez, A. 1989a. Influencia de la falla del Jiloca durante la sedimentación del Malm en la Cordillera Ibérica central (provincia de Teruel). Relación tectónica-sedimentación. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 2 (1-2), 65-75.
- Aurell, M. y Meléndez, G. 1989b. El Jurásico Superior en el sector occidental de la Rama Castellana (Cordillera Ibérica): secuencias deposicionales y nuevos datos bioestratigráficos. En: *Actas del XII Congreso Español de Sedimentología*, 1989 (Eds. S. Robles, V. Pujalte y P.A. Fernández Mendiola), Grupo Español de Sedimentología, Universidad del País Vasco, 187-190.
- Bádenas, B. 1999a. Factores de control en el desarrollo de facies arrecifales y oncolíticas en la zona media de una rampa carbonatada (Kimmeridgiense, Cuenca Ibérica). *Geogaceta*, 25, 23-26.
- Bádenas, B. 1999b. *La sedimentación en las rampas carbonatadas del Kimmeridgiense en las cuencas del Este de la Placa Ibérica*. Tesis Doctoral, Departamento de Ciencias de la Tierra, Área de Estratigrafía, Universidad de Zaragoza, 256 pp.
- Bádenas, B. y Aurell, M. 1997. El Kimmeridgiense de los Montes Universales (Teruel): Distribución de facies y variaciones del nivel del mar. *Cuadernos de Geología Ibérica*, 22, 15-36.
- Bádenas, B. y Aurell, M. 1999. El Kimmeridgiense del Este de la Península Ibérica: Distribución de facies y evolución sedimentaria. *Cuadernos de Geología Ibérica*, 1999, 25, 137-168.
- Behmel, H. und Geyer, O.F. 1966. Stratigraphie und Paläontologie des Juras von Ostspanien.III. Stratigraphie und fossilführung im Unterjura von Albarracín (Provinz Teruel). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen*, 124 (1), 1-52.
- Calvo, L. 1895. Geología de los alrededores de Albarracín (Teruel). *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España*. 20, 319-348.
- Cariou, E., Meléndez, G. et Branger, P. 1991. Définition d'une échelle biochronologique fine pour une zone d'ammonites de l'Oxfordien moyen: zone à Transversarium (province subméditerranéenne). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 313, sér. II, 703-708.
- Comas-Rengifo, M.J. 1985. *El Pliensbachense de la Cordillera Ibérica*. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid, 594 pp.
- Corbalán, F. 1986. *Estudio bioestratigráfico del Jurásico Superior (Calloviense-Kimmeridgiense) de la Sierra de Albarracín*. Tesis de Licenciatura, Dpto. de Geología, Universidad de Zaragoza, 170 pp.
- Corbalán, F. y Meléndez, G. 1989. Nuevos datos bioestratigráficos sobre el Jurásico Superior de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica. *Acta Geológica Hispánica*, 21-22, 555-560.

- Dereims, A. 1898. *Recherches géologiques dans le sud de l'Aragón*. Thèse Doctoral, Faculté des Sciences de Paris. Le Bigot Frères, Imprimeurs-Editeurs, Lille, Ser. A (312), 969, 198 pp.
- Dubar, G., Elmi, S. et Mouterde, R. 1970. Remarque sur le Toarcien d'Albarracín (province de Teruel, Espagne) et sur sa faune de *Bouleiceras*. *Comptes Rendus Sommaires de la Société Géologique de France*, 5, 162-163.
- El Khoudary, R.H. 1974. Beiträge zur Stratigraphie und Paläontologie des Jura von Ostspanien, VI. Untersuchungen im Oberjura der südwestlichen Iberischen Kordillere unter besonderer Berücksichtigung des Mikrofauna (Provinz. Teruel und Rincón de Ademuz). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen*, 144, 269-341.
- Fernández-López, S. 1976. *El Bajociense en el extremo meridional de los Montes Universales (Teruel)*. Tesis de Licenciatura, Universidad Complutense de Madrid, 225 pp.
- Fernández-López, S. 1977. Nuevos datos estratigráficos sobre el Bajociense inferior en Moscardón (Teruel). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Geología)*, 75, 45-56.
- Fernández-López, S. 1985. *El Bajociense en la Cordillera Ibérica*. I.- Taxonomía y Sistemática (Ammonoidea). II.- Bioestratigrafía. III. Atlas. Tesis Doctoral, Departamento de Paleontología, Universidad Complutense de Madrid, 850 pp.
- Fernández-López, S. 1987. Necrocineses y colonización postmortal en *Bajocisphinctes* de la Biozona Garantiana. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Sección Geológica)*, 82 (1-4), 151-184.
- Fernández-López, S., Meléndez, G. y Suárez Vega, L.C. 1978. El Dogger y Malm en Moscardón (Teruel). *Grupo Español de Mesozoico*, Guía de Excursiones, Jurásico Cordillera Ibérica, VI, 1-20.
- Fernández-López, S. et Gómez, J.J. 1990a. Évolution tectono-sédimentaire et genèse des associations d'ammonites dans le secteur central du Bassin Ibérique (Espagne) pendant l'Aalénien. *Cahiers de l'Université Catholique de Lyon*, sér. sci., 4, 39-52.
- Fernández-López, S. y Gómez, J.J. 1990b. Facies aalenienses y bajocienses, con evidencias de emersión y carstificación, en el sector central de la Cuenca Ibérica. Implicaciones paleogeográficas. *Cuadernos de Geología Ibérica*, 14, 67-111.
- Fezer, R. 1988. Die Oberjurassische Karbonatische Regressionsfazies im südwestlichen Keltiberikum zwischen Griegos und Aras de Alpuente (Prov. Teruel, Cuenca, Valencia; Spanien). *Arbeiten aus dem Institut für Geologie und Paläontologie aus der Universität Stuttgart*, 84, 1-119.
- Geyer, O.F. 1965a. Beiträge zur Stratigraphie und Paläontologie des Jura von Ostspanien, II. Eine Korallenfauna aus den Oberjura der Montes Universales de Albarracín (Provinz Teruel). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen*, 121, 219-253.

- Geyer, O.F. 1965b. Einige Funde der arabo-madagascarischen Ammoniten-Gattung *Bouleiceras* im Unterjura der Iberischen Halbinsel. *Paläontologische Zeitschrift*, **39**, 26-32.
- Geyer, O.F. 1971. Sur l'âge du niveau à *Bouleiceras* dans le Lias d'Albarracín (province de Teruel, Espagne). *Comptes Rendus Sommaires de la Société Géologique de France*, **6**, 319-320.
- Geyer, O.F., Behmel, H. und Hinkelbein, K. 1974. Beiträge zur Stratigraphie und Paläontologie des Jura von Ostspanien, VII. Die Grenzeoolithe im Jura von Ostspanien. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen*, **145**, 17-57.
- Giner, J. 1980. *Estudio sedimentológico y diagenético de las facies carbonatadas del Jurásico de las Catalánides, Maestrazgo y Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica*. Tesis Doctoral, Departamento de Geología, Universidad de Barcelona, 315 pp.
- Giner, J. y Barnolas, A. 1981. Las construcciones arrecifales del Jurásico Superior de la Sierra de Albarracín (Teruel). *II Coloquio de Estratigrafía y Paleogeografía del Sur de España. Granada (1979). Cuadernos de Geología*, **10**, 73-82.
- Gómez, J.J. 1979. *El Jurásico en facies carbonatadas del Sector Levantino de la Cordillera Ibérica*. Tesis Doctoral. Seminarios de Estratigrafía (Monogr.), Madrid, **4**, 683 pp.
- Gómez, J.J. y Goy, A. 1979. Evolución lateral de las unidades litoestratigráficas en facies carbonatadas de la Cordillera Ibérica. *Cuadernos de Geología*, **10**, 83-93.
- Goy, A. 1974. *El Lías de la mitad Norte de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica*. Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid (inérita), 940 pp. Resumen publicado en *Publicaciones del Departamento de Paleontología*, Universidad Complutense de Madrid, **14**, 35 pp.
- Goy, A., Gómez, J.J. y Yébenes, A. 1976. El Jurásico de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica (Mitad Norte). I: Unidades litoestratigráficas. *Estudios Geológicos*, **32**, 391-423.
- Hernández, A., Godoy, A., Álvaro, M., Leal, M.^aC., Aguilar, M., Anadón, P., Moissenet, E., Meléndez, A., Gómez, J.J., Martín, J.M., García, J.C., Aramburu, C., Ortí, F., Solé, N., C.G.S. y Gabaldón, V. 1985. *Mapa Geológico de España, 1: 200.000. Hoja 47 (7-6): Teruel*. IGME, Servicio Publicaciones, Ministerio Industria y Energía, Madrid.
- Hernández, A., Ramírez, J.L., Olivé, A., Riba, O. y Gabaldón, V. 1983. *Mapa Geológico de España. Hoja 566 (26-22): Cella*. IGME, Madrid.
- Hinkelbein, K. 1969. El Triásico y el Jurásico de los alrededores de Albarracín. *Teruel*, **41**, 35-76.
- Hinkelbein, K. 1975. Beiträge zur Stratigraphie und Paläontologie des Jura von Ostspanien, VIII. Stratigraphie und Fazies im Mitteljura der zentralen Iberischen

- Ketten. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen*, **148**, 139-184.
- Mallada, L. 1885. *Sinopsis de las especies fósiles que se han encontrado en España. T. II: Terreno Mesozoico (Sistemas Triásico y Jurásico)*. Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España, **2**, 150 pp.
- Marin, Ph. et Toulouse, D. 1972. Le Jurassique moyen et supérieur du Nord de la province de Teruel (Espagne): un exemple du passage Dogger-Malm dans la région d'Ariño-Oliete. *Estudios Geológicos*, **XXVIII**, 111-118.
- Martín, J.M. y Fernández, J. 1985. Desarrollo y evolución de un pequeño sistema de barras oolíticas en el Jurásico Superior de la Cordillera Ibérica. Cortejo de facies asociadas. *Trabajos de Geología*, Universidad de Oviedo, **15**, 115-126.
- Meléndez, B. y Fuster, J.M.^a 1975. *Geología*. Ed. Paraninfo, Madrid, 3.^a ed., 896 pp.
- Meléndez, F. 1973. *Estudio geológico de la Serranía de Cuenca en relación a sus posibilidades petrolíferas*. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid, 245 pp.
- Meléndez, G. 1976. *Bioestratigrafía y Paleontología del Jurásico Superior de la Muela de San Juan (Teruel)*. Tesis de Licenciatura, Dpto. de Paleontología, Universidad Complutense de Madrid, 183 pp.
- Meléndez, G. 1989. *El Oxfordiense en el sector central de la Cordillera Ibérica (provincias de Zaragoza y Teruel)*. Institución Fernando el Católico - Instituto de Estudios Turolenses, 418 pp.
- Meléndez, G., Clemente, E., Pérez Urresti, I., Rodríguez, M. y Soria Llop, C. 1999a. *Proyecto de Catalogación, Evaluación y Valorización de los Yacimientos del Jurásico de los alrededores de Albarracín*. Informe patrimonial para el Instituto Aragonés de Fomento (I.A.F.)/Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel (inédito).
- Meléndez, G., Monreal, M., Soria, M. y Soria Llop, C. 2000. La aportación de la obra de A. Dereims (1862-1933) al conocimiento del Jurásico Superior de la Cordillera Ibérica. *Geotemas*, **1 (3)**, 2000, 59-62.
- Meléndez, G., Olóriz, F. y Sáez, A. 1980. Nuevos datos bioestratigráficos sobre el Oxfordiense Superior en Moscardón (Teruel). En: *Libro Jubilar J.M. Ríos* (Eds. CNC/IGME), **III**, 33-44.
- Meléndez, G., Peña Monné, J.L. and Soria Llop, C. 1999b. The geological heritage of the Jurassic of Albarracín (SW Iberian Range, Spain): A review. In: *The Geological and Palaeontological Heritage of Central and Eastern Iberia (Iberian Range, Spain)* (Eds. G. Meléndez and C. Soria Llop). *Publicaciones del Seminario de Paleontología de Zaragoza (SEPAZ)*, Universidad de Zaragoza, **4**, 133-162.
- Mousterde, R. 1970. Âge Toarcien et répartition du genre *Bouleiceras* dans la péninsule ibérique. *Comptes Rendus Sommaires de la Société Géologique de France*, **5**, 163-165.

- Riba, O. 1959. *Estudio geológico de la Sierra de Albarracín*. Tesis Doctoral, Instituto Lucas Mallada, Monografías, 16, 283 pp.
- Rodríguez, S. 1851. Descripción geológica del antiguo corregimiento de Albarracín en la provincia de Teruel. *Revista minera* (2).
- Salas, R. 1987. *EL Malm i el Cretaci inferior entre el massis de Garraf i la Serra d'Espadà. Anàlisi de Conca*. Tesis Doctoral, Universidad de Barcelona, 345 pp.
- Schmidt-Effing, R. 1972. Die Dactyloceratidae, eine Ammoniten-Familie des unteren Jura. *Münster. Forschung Geologie und Paläontologie*, 25/26, 255 pp.
- Tintant, H. et Viallard, P. 1970. Le Jurassique Moyen et Supérieur de la Chaîne Ibérique sud-occidentale aux confins des provinces de Teruel, Valence et Cuenca. *Comptes Rendus Sommaires de la Société Géologique de France*, 6, 207-208.
- Verneuil, E. de, et Collomb, E. 1852-53. Coup d'oeil sur la constitution géologique de quelques provinces de l'Espagne. *Bulletin de la Société Géologique de la France*, 2 (10), 61-147.
- Viallard, P. 1973. *Recherches sur le cycle alpin dans la Chaîne Ibérique Sudoccidentale*. Thèse Doct., Univ. Paul Sabatier, Toulouse, 445 pp.
- Vilanova y Piera, J. 1863. *Ensayo de la descripción geognóstica de la provincia de Teruel en sus relaciones con la agricultura de la misma*. Junta de Estadística, Madrid, 312 pp.
- Villena, J. 1971. *Estudio geológico de un sector de la Cordillera Ibérica comprendido entre Molina de Aragón y Monreal del Campo (provincias de Guadalajara y Teruel)*. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada, 290 pp.
- Wiedenmayer, F. 1980. Die Ammoniten der mediterranen Provinz im Pliensbachian und unteren Toarcian aufgrund neuer Untersuchungen im Generoso-Becken (Lombardische Alpen). *Mém. Soc. Helv. Sc. Nat.*, 93, 197 pp.