

# BIOESTRATIGRAFÍA DEL CÁMBRICO MEDIO DE VILLAFELICHE (PROV. ZARAGOZA, ESPAÑA)



Rodolfo GOZALO<sup>1</sup>, Eladio LIÑÁN<sup>2</sup> y Javier ÁLVARO<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Geología. Facultad de Biología. Universidad de Valencia. Dr. Moliner 50. 46100-Burjasot (Valencia).

<sup>2</sup> Departamento de Geología. Facultad de Ciencias. Universidad de Zaragoza. 50009-Zaragoza.

## ABSTRACT

The recent methodological study of the Cambrian rocks from the Iberian Chains begins with the individualization of tectonically bounded areas named «blocks» which have peculiar tectonostratigraphic characteristics.

From that point of view a new Villafeliche block is now defined. It is located in the central part of the Occidental Iberian Chain and contains the typical palaeontological beds of Murero locality. Two other contiguous blocks are also recognized, the eastern Vargas block and the western Jiloca block.

Valdemiedes, Mansilla and Murero Formations are represented in the stratigraphical sequence of the Villafeliche locality. The studied trilobites suggest a continuous trilobite record from the uppermost Bibilian Stage (Lower Cambrian) to Lower Caesaraugustian Stage (Middle Cambrian), except in the Middle and Upper Leonian age, as usual in the Iberian Chains. A part of the Middle Caesaraugustian Stage is also represented (Sdzuy *et al.*, 1990).

**Key words:** Iberian Chains, Spain, Biostratigraphy, Trilobites, Cambrian.

## RESUMEN

La metodología que actualmente se está desarrollando en el estudio de los materiales cámbricos de las Cadenas Ibéricas consiste en estudiar detalladamente áreas que estén individualizadas por importantes líneas tectónicas, a las que se viene denominando «bloques». Bajo esta perspectiva se define el bloque de Villafeliche, situado en la parte central de la Cadena Ibérica Occidental, y en el que se incluye el yacimiento clásico de Murero. Este bloque está delimitado por dos cabalgamientos que afectan a materiales cámbricos de dirección NO-SE que lo diferencian de los dos bloques adyacentes, denominados bloque de Vargas (al este) y bloque de Jiloca (situado al oeste).

En el afloramiento de Villafeliche, se ha levantado una columna lito y bioestratigráfica detallada que abarca materiales de las Formaciones Valdemiedes, Mansilla y Murero. Toda la fauna encontrada pertenece al techo del Cámbrico Inferior y al Cámbrico Medio. Los nuevos datos estratigráficos y paleontológicos completan los ya conocidos y permiten la caracterización de este bloque. La secuencia es continua durante el Piso Leoniense pero, como ocurre frecuentemente en las Cadenas Ibéricas, el Leoniense Medio y Superior no han aportado fauna. Por otro lado, el Piso Caesaraugustiense, sólo se encuentra bien representado en su parte inferior (Sdzuy *et al.*, 1990).

**Palabras clave:** Cadenas Ibéricas, España, Bioestratigrafía, Trilobites, Cámbrico.

## INTRODUCCIÓN

La complicación tectónica y los frecuentes cambios de facies son los mayores problemas que tiene planteada la investigación del Cámbrico en las Cadenas Ibéricas. Hasta el momento, una de las líneas metodológicas más fructífera para las reconstrucciones paleogeográficas ha sido la elaboración de trabajos detallados en áreas que están individualizadas por importantes estructuras tectónicas, a las que se viene denominando bloques (Valenzuela *et al.*, 1990). En cada uno de estos bloques se realiza una cartografía, se levanta la secuencia estratigráfica detallada y se estudia su registro fósil. Una vez caracterizado cada bloque, se pueden comparar entre sí, reconociéndose entonces auténticas unidades tectonoestratigráficas, lo que constituye el primer paso hacia las interpretaciones paleogeográficas.

En este trabajo se ha elegido una región que es clave para el conocimiento de la paleogeografía del sur de la Cadena Ibérica Occidental, puesto que en ella quedan suficientemente expuestas las estructuras mayores de esta área; además presenta un continuidad de fauna y materiales desde el límite Cámbrico Inferior-Medio hasta el Caesaraugustiense Medio.

## SITUACIÓN GEOGRÁFICA Y GEOLÓGICA

El área de estudio se encuentra en la Cadena Ibérica Occidental, en el valle del Jiloca. La población de Villafeliche está a unos 100 km al suroeste de Zaragoza, localizada en la parte más suroccidental de la hoja de Paniza (438) del mapa director de España a escala 1:50.000.

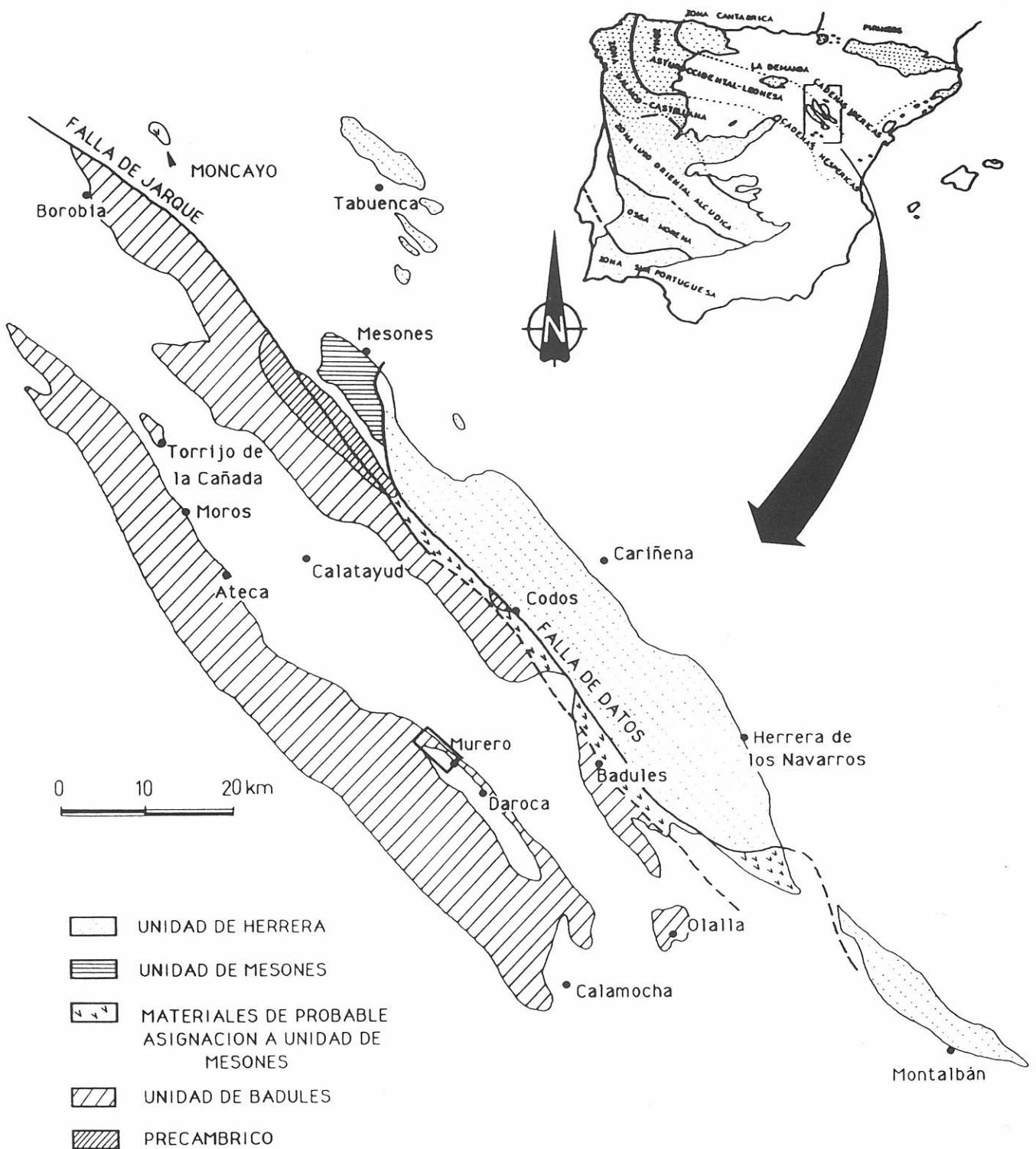
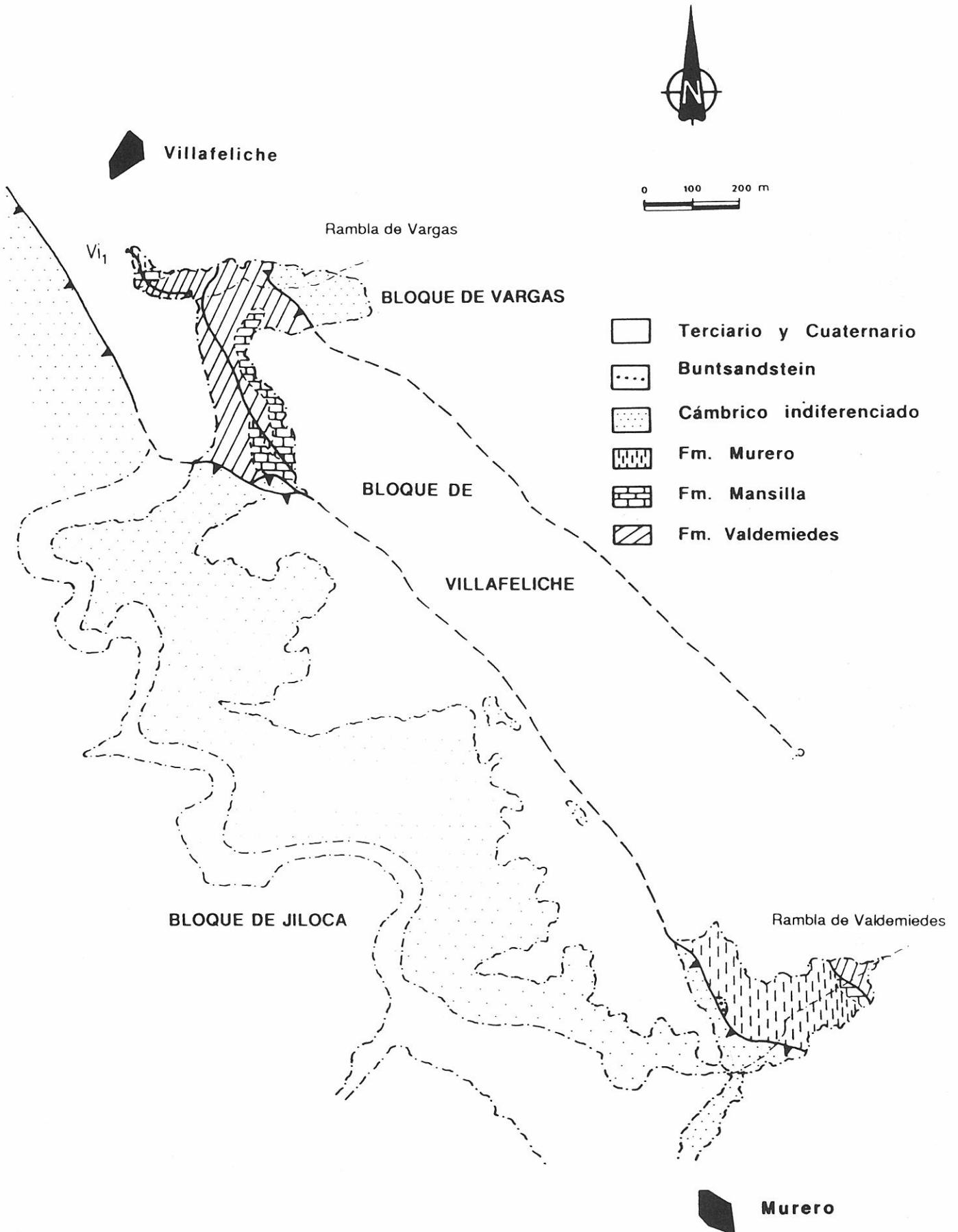


Figura 1. Principales unidades tectonoestratigráficas del Paleozoico de las Cadenas Ibéricas, según Gozalo y Liñán (1988).

En cuanto a la situación geológica, las Cadenas Ibéricas se dividen en tres grandes unidades para el Paleozoico (Fig. 1), con características estructurales y estratigráficas distintivas, que comprenden al este la Unidad de Badules, que está en contacto por medio de la falla de Jarque con la Unidad de Mesones, la cual a su

vez cabalga a la Unidad de Herrera mediante la falla de Datos. Los materiales de la Unidad de Badules son considerados como la prolongación de la Zona Asturoccidental-Leonesa, mientras que los materiales englobados en las otras dos unidades se consideran como la prolongación de la Zona Cantábrica (Gozalo y



**Figura 2.** Esquema geológico del Bloque de Villafeliche, entre las localidades de Villafeliche y Murero. Vi 1: localización de la sección estratigráfica estudiada.

Liñán, 1988). Estas unidades pueden a su vez subdividirse en bloques.

La región de estudio se encuentra en la Unidad de Badules, ocupando el borde oriental de la Cadena Ibérica Occidental. En esta parte hemos reconocido tres bloques, que son de oeste a este: bloque del Jiloca, bloque de Villafeliche y bloque de Vargas; los cuales están separados entre sí por medio de cabalgamientos (Fig. 2).

El bloque de Villafeliche quedaría limitado por dos cabalgamientos y cubierto en su mayor parte por los materiales terciarios de la Depresión de Calatayud-Teruel, distinguiéndose dos grandes afloramientos en Murero y Villafeliche.

## ANTECEDENTES

Desde que Verneuil (1862) señaló la presencia de la «fauna primordial» en la localidad de Murero, se han realizado diversos estudios en toda esta región, pero en ningún caso un estudio estratigráfico ni paleontológico detallado del bloque de Murero en el afloramiento de Villafeliche, ya que las citas que se refieren a las cercanías de Villafeliche lo hacen, casi siempre, al Barranco de Valdeorera y alrededores que ya se enclavan dentro del bloque del Jiloca.

Donayre (1873), en el Siluriano (que englobaba al Cámbrico, Ordovícico y Silúrico) de la banda suroeste de la Cordillera Ibérica, señala unas pizarras de color ceniciento de esta edad en las cercanías de Villafeliche. Para este autor, estos materiales se encontrarían por encima de los que contenían la «fauna primordial» en Murero, ya que entre Murero y Villafeliche había encontrado *Cruziana* y otros elementos que le hacían suponer una edad más moderna.

Palacios (1892) incluye los materiales de esta región como Cambriano. Este autor es el primero en aplicar en esta área la división entre Cambriano y Siluriano, el primero equivaldría «grosso modo» a lo que actualmente se considera Cámbrico. En las cercanías de Villafeliche señala la presencia de materiales y faunas del mismo tipo que los encontrados en Murero, con algunas intercalaciones calizas, sobre las que se disponen filadidos verdosos con areniscas silíceas y pizarras grises. Indica acertadamente que las deducciones sobre la edad ofrecidas por Donayre eran erróneas, ya que los icnofósiles que cita entre Murero y Villafeliche deberían proceder rodados de las Sierras de Atea. En cuanto a la edad, indica que los niveles con fauna corresponderían al tramo Superior del Sistema Cambriano, y concretamente a las hiladas inferiores del mismo o grupo Meneviense.

Dereims (1898) realiza el primer estudio detallado de la estratigrafía de Murero y Villafeliche, dando varios cortes geológicos. Todo el conjunto lo divide en trece niveles, de los cuales destaca el nivel 7 por su alto contenido en óxidos de hierro; este nivel, como ya indica Lotze (1929), es una falla, concretamente un cabalgamiento, que repite la serie (Lotze, 1961). Dereims

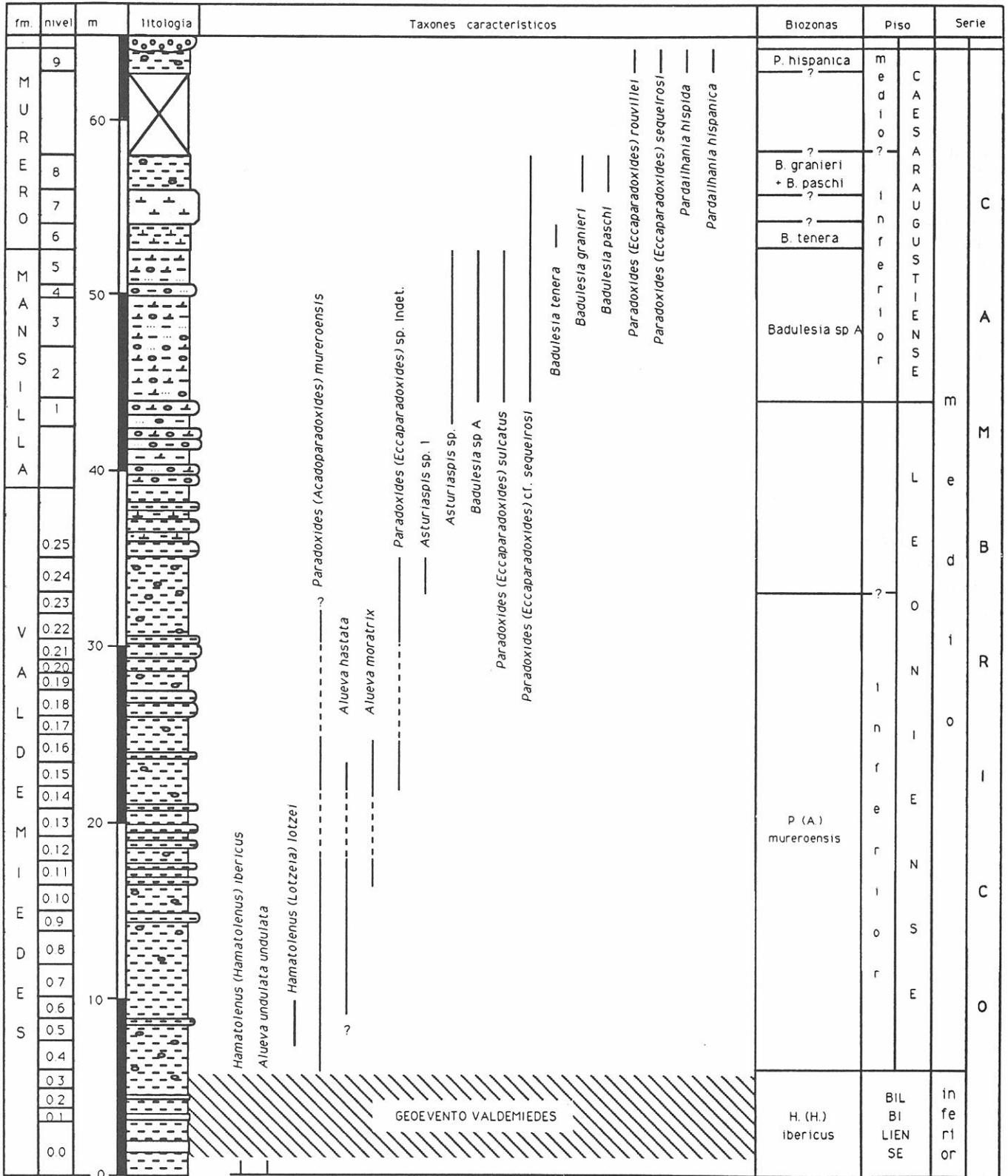
piensa que se puede utilizar como nivel guía, ya que lo encuentra tanto en Murero como en Villafeliche, localidad en que continúa su corte al sur, por el Barranco de Valdeorera (bloque de Jiloca), en el que cita fósiles de la «fauna primordial» que supone erróneamente situados estratigráficamente por encima del yacimiento de Murero.

Lotze (1929), en su tesis sobre el Paleozoico del Sistema Celtibérico, define las unidades estratigráficas del Cámbrico. Entre ellas describe las Margas de Murero y las Capas de Villafeliche; esta última la distingue por su mayor contenido en arenisca, con un tramo basal arenoso que señala como límite entre ambas unidades estratigráficas (en realidad se trata de los mismos niveles repetidos tectónicamente). En este trabajo, además de las faunas del Barranco de Valdeorera ya conocidas, cita un yacimiento en la proximidad de Villafeliche, del que no da ninguna lista de fósiles, y que se estudia en el presente trabajo.

Lotze (1961) mantiene las ideas utilizadas en su obra de 1929, pero reconoce la presencia de un cabalgamiento que produce una importante repetición de la serie, por lo que en gran parte las Margas de Murero y las Capas de Villafeliche eran la misma unidad estratigráfica. En esta obra mantiene ambas unidades, pero las separa además de litológicamente por sus caracteres faunísticos; estos datos proceden de la Rambla de Valdemedes (Murero). Las Capas de Villafeliche en este sentido corresponderían al tramo 4 del Grupo de Murero de Liñán y Gozalo (1986), que actualmente debe ser considerado como la base de la Formación Acón en el sentido de Gámez *et al.* (1991).

Mansourian (1974) en su Tesis de Licenciatura estudia el Cámbrico entre las localidades de Murero, Villafeliche y Atea, realizando una cartografía a escala 1:12.500. En la rambla de Vargas (bloque de Villafeliche) levanta una columna de la Formación Valdemedes (en el sentido de Sdzuy 1968b) con 40 m de espesor, terminando en un banco dolomítico de 9 m de potencia; este banco se corresponde con los últimos 4 m de la Formación Valdemedes y los primeros 5 m de la Formación Mansilla en este trabajo. Mansourian estudia varios yacimientos fosilíferos; en el nº 6 (Capas de Murero), ya citado por Lotze (1929), da la siguiente lista de fósiles: *Agraulos? longicephalus* (Hicks, 1872), *Paradoxides cf. brachyrhachis* Linnarson, 1883 y *Paradoxides* sp.; de esta asociación deduce su pertenencia a la parte más baja de la capa 7 de Sdzuy (1972: Subpiso de Solenopleuropsis). Este yacimiento corresponde al nivel 8 de nuestra sección, y su asignación a este subpiso no es correcta, como queda demostrado en este trabajo.

Olivé *et al.* (1983), en el mapa geológico a escala 1:50.000 de la hoja de Paniza (438), plasman, con ligeras modificaciones, la cartografía realizada con anterioridad por Mansourian (1974). El área que abarca nuestro trabajo es cartografiada íntegramente como Capas de Valdemedes, no habiéndose diferenciado las Capas de Murero suprayacentes.



LEYENDA

- Arenisca fina
- Lutitas
- Lutitas margodolomíticas
- Lutitas arenosas
- Lutitas margosas
- Nódulos dolomíticos

Figura 3. Perfil estratigráfico de la sección 1 de Villafeliche (Vi1). Distribución de los taxones de trilobites característicos.

## ESTRATIGRAFÍA

La columna completa de los materiales tiene 64 m de potencia (Fig. 3) y se localiza en la parte suroeste de la hoja de Paniza (438) del mapa director de España a escala 1:50.000; sus coordenadas Lambert para el punto medio son:  $x = 782.600$ ;  $y = 734.350$ , y en U.T.M. 251.615.

Los materiales representados en esta columna estratigráfica pertenecen a las Margas de Murero en el sentido de Lotze (1929). Esta unidad estratigráfica ha sufrido numerosos cambios nomenclaturales y se está de acuerdo con Sequeiros y Liñán (1980) en la necesidad de su revisión y definición formal.

La nomenclatura empleada en este trabajo es la utilizada informalmente por Liñán *et al.* (1991) quienes proponen subdividir las Margas de Murero (Lotze, 1929) en Formación Valdemedes, Formación Mansilla y Formación Murero, que son equivalentes a los tramos 1 a 3 del grupo de Murero de Liñán y Gozalo (1986).

Las características de estas formaciones en el área de estudio son (Fig. 3):

**Formación Valdemedes.** Se han estudiado sus 39 m superiores. Está formada por niveles de lutitas margosas verdes y gris verdosas, con nódulos carbonatados esporádicos. Ocasionalmente se intercalan bancos decimétricos de carbonato en tonos rosáceos; hacia el techo de la formación se incrementan los niveles carbonatados, llegando a formar incluso bancos métricos.

El último tramo de 4 m forma, junto al primer tramo de la formación Mansilla, un resalte fundamentalmente carbonatado, que se consideraba en su conjunto como el techo de la Formación Valdemedes (Mansourian, 1974). La distinción entre las dos formaciones se basa en el color violáceo (Formación Mansilla) o verde (Formación Valdemedes) de las lutitas y margas intercaladas.

**Formación Mansilla.** Tiene una potencia de 13,5 m y en ella se pueden distinguir dos tramos. El inferior es eminentemente carbonatado y tiene una potencia total de 5 m; está compuesto por bancos de carbonatos nodulosos y tableados, con espesores decimétricos, de colores ocre y rosáceos, agrupados en niveles métricos, con intercalaciones centimétricas de margas calcáreas de

color gris violáceo. En estos niveles se encuentran algunos nódulos carbonatados dispersos y lutitas.

El tramo superior está compuesto por una alternancia de lutitas y margas de color rosa pálido y gris violáceo con algunas intercalaciones carbonatadas; su potencia es de 8,5 m. Los niveles lutíticos y margosos tienen gran cantidad de nódulos carbonatados, que les dan un característico aspecto rizado.

**Formación Murero.** De carácter eminentemente lutítico, con algunas intercalaciones de detríticos finos, el conjunto es de color verde y verde azulado. La potencia visible es de 12 m aunque parcialmente aparecen cubiertos. También en este tramo aparecen nódulos carbonatados dispersos.

Esta formación se diferencia de la Formación Mansilla por la sustitución de lutitas y margas de colores rosáceos y violáceos por lutitas y margas verdes dentro de la facies rizada que caracteriza a este grupo.

## BIOESTRATIGRAFÍA

La sucesión estudiada corresponde casi en su totalidad al Cámbrico Medio. Tras nuestro estudio bioestratigráfico se han reconocido la mayoría de las biozonas propuestas por Sdzuy (1971 y 1972), Liñán y Gozalo (1986) y Liñán *et al.* (en este volumen).

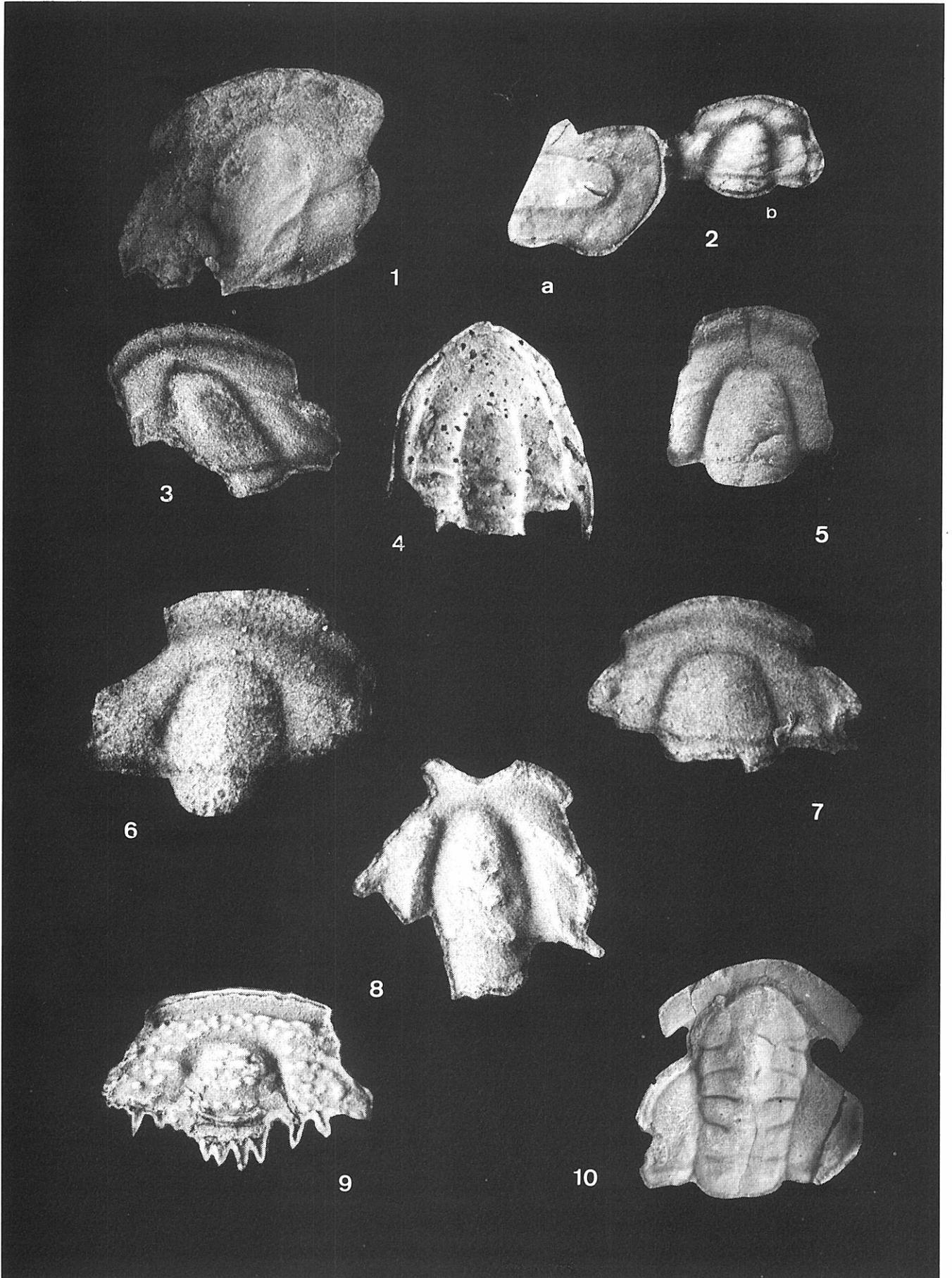
**Biozona de *Hamatolenus (Hamatolenus) ibericus*.** En la sucesión estudiada el primer nivel (Vi1/0.0) contiene *Hamatolenus (Hamatolenus) ibericus* Sdzuy, 1958 y *Alueva undulata undulata* Sdzuy, 1961, características del techo del Cámbrico Inferior (Piso Bilbiliense). El siguiente nivel con fauna de valor bioestratigráfico (Vi1/0.4) se sitúa 5 m por encima y contiene *Paradoxides (Acadoparadoxides) mureroensis* Sdzuy, 1958, que marcaría el inicio del Cámbrico Medio (Sdzuy, 1972; Liñán y Gozalo, 1986). Al igual que sucede en Murero, existe un tramo de granulometría más grosera que separa la extinción de las faunas del Cámbrico Inferior de la aparición de las del Cámbrico Medio, denominado Goevento Valdemedes por Liñán *et al.* (en este volumen).

**Biozona de *Paradoxides (Acadoparadoxides) mureroensis*.** Esta biozona se reconoce desde el nivel

### Lámina I

- 1-2a. *Alueva hastata* (Sdzuy, 1958). 1. Cranidio. Molde interno. Vi1/0.15, x4 MPZ 7871. 2a. Cranidio. Molde interno. Vi1/0.14, x3 MPZ 7872.
- 2b. *Alueva moratrix* (Sdzuy, 1958). Cranidio. Molde interno. Vi1/0.14, x3 MPZ 7872.
3. *Asturiaspis* sp. 1. Cranidio. Molde interno. Vi1/0.24, x3 MPZ 7873.
- 4-5. *Asturiaspis* sp. 4. Cefalón y dos segmentos. Molde externo. Vi1/3, x3 MPZ 7874. 5. Cranidio. Molde interno. Vi1/5, x3 MPZ 7875.

- 6-7. *Badulesia* sp. A sensu Sdzuy, 1968. 6. Cranidio. Molde interno. Vi1/3, x3 MPZ 7876. 7. Cranidio. Molde interno. Vi1/5, x4 MPZ 7877.
8. *Badulesia granieri* (Thoral, 1935). Cranidio. Molde interno. Vi1/8, x8 MPZ 7878.
9. *Pardailhania hispanica* Sdzuy, 1958. Cranidio. Molde interno. Vi1/9, x4 MPZ 7879.
10. *Paradoxides (Eccaparadoxides) sulcatus* Liñán & Gozalo, 1986. Cranidio. Molde interno. Vi1/5, x2. MPZ 7880.



Vil/0.4, donde se da la aparición de *Paradoxides* (*Acadoparadoxides*) *mureoensis* Sdzuy, 1958, fósil índice de la biozona, hasta el nivel Vil/0.23. En el siguiente nivel (Vil/0.24) la aparición de *Asturiaspis* sp. 1 marcaría el límite superior de la biozona. Dentro de ella cabe destacar la presencia de los taxones *Paradoxides* (*Eccaparadoxides*) sp. indet. *sensu* Liñán & Gozalo, 1986, *Hamatolenus* (*Lotzeia*) *lotzei* Sdzuy, 1958, *Alueva hastata* (Sdzuy, 1958) (Lám. I, figs. 1 y 2a) y *Alueva moratrix* (Sdzuy, 1958) (Lám. I, fig. 2b).

Sdzuy (1968a y 1972) reconoce en la sucesión del Cámbrico Medio de la región Cantábrica el «nivel» de *Conocoryphe ovata* y el de *Acadolenus* sp. sp. (este «nivel» según Sdzuy (1971 y 1972) se podría dividir en función de las distintas especies del género *Acadolenus*), situados por encima de *Paradoxides* (*Acadoparadoxides*) *mureoensis*. En nuestro corte, aparece en el nivel Vil/0.24, *Asturiaspis* sp. 1 (Lám. I, fig. 3) que, en nuestra opinión, marcaría el inicio de una biozona paralelizable al «nivel» de *Conocoryphe ovata*. Desde este «nivel» hasta el muro de la capa Vil/2 (biozona de *Badulesia* sp. A) no se tiene información bioestratigráfica adecuada.

**Biozona de *Badulesia* sp. A.** El inicio de esta biozona viene marcado por la aparición de *Badulesia* sp. A *sensu* Sdzuy 1968a (Lám. I, figs. 6 y 7), en el nivel Vil/2, la cual continúa hasta el nivel Vil/5. En el transcurso de esta biozona se presenta la asociación del taxón índice con *Asturiaspis* sp. y *Paradoxides* (*Eccaparadoxides*) *sulcatus* Liñán y Gozalo, 1986 (Lám. I, fig. 10), entre otros.

Por debajo de esta biozona, en el nivel Vil/1, se encuentra una fauna con *Asturiaspis* sp. (Lám. I, figs. 4 y 5), que podría equivaler al «nivel» 3 de *Acadolenus* sp. sp. de Sdzuy (1971), y sería el último nivel correspondiente al Leoniense Superior (antiguo subpiso de *Acadolenus*). La presencia de *Asturiaspis* sp. por debajo de la aparición de *Badulesia* sp. A concuerda con la información obtenida anteriormente en otras partes de las Cadenas Ibéricas (Mesones: Valenzuela *et al.* 1990).

**Biozona de *Badulesia tenera*.** En la parte baja del nivel Vil/6 se ha encontrado *Badulesia tenera* (Hartt en Dawson, 1868) fósil índice de esta biozona. Este registro coincide con la base de la Formación Murero, justo en los niveles de tránsito entre esta formación y la infrayacente formación Mansilla. Esta posición estratigráfica es equivalente a la que presenta esta biozona en las localidades de Murero (Liñán y Gozalo, 1986), Mesones (Valenzuela *et al.* 1990) y Borobia (Gámez *et al.* 1991).

**Biozona de *Badulesia granieri*+*Badulesia juliverti*.** No se ha reconocido. El intervalo de tiempo de la misma debe de estar representado por el nivel Vil/7, o incluso por la parte superior del nivel Vil/6. Se trata de una facies con muy pocos y mal conservados restos de trilobites. Hasta el momento esta biozona sólo se ha

reconocido, dentro de las Cadenas Ibéricas, en el área de Badules, donde Sdzuy (1968a, 1968b) cita la presencia de *Badulesia juliverti* Sdzuy, 1968.

**Biozona de *Badulesia granieri*+*Badulesia paschi*.** Corresponde al nivel Vil/8, donde se ha encontrado una rica fauna de trilobites, en la que están representadas las dos especies índice: *Badulesia granieri* (Thoral, 1935) (Lám. I, fig. 8) y *Badulesia paschi* (Sdzuy, 1958).

Entre el nivel Vil/8 y el Vil/9 hay unos 5 m de serie estratigráfica cubiertos por los materiales terciarios de la Depresión de Calatayud-Teruel. En este tramo cubierto debe de encontrarse la biozona de *Pardailhanian hispidus*, que no aflora en la sección estudiada.

**Biozona de *Pardailhanian hispanica*.** En el nivel Vil/9 se ha encontrado la especie índice *Pardailhanian hispanica* Sdzuy, 1958 (Lám. I, fig. 9) junto a otras especies de trilobites, entre ellas *Pardailhanian hispidus* (Thoral, 1935).

Según la nueva propuesta de división en pisos para el Cámbrico de la Península Ibérica, presentada en el último simposio del Cámbrico celebrado en Novosibirsk (U.R.S.S.) por Sdzuy *et al.* (1990), en la sección estudiada se encontrarían representados el techo del Piso Bilbiliense, el Piso Leoniense (antiguo piso de *Acadoparadoxides*, Sdzuy 1971, 1972), y el Piso Caesaraugustiense (antiguo piso de *Solenopleuropsidae*, Sdzuy, 1972) Inferior y parte del Medio.

## CONCLUSIONES

Al estudiar el afloramiento de Villafeliche se han diferenciado tres bloques tectonoestratigráficos en el sector central de la Cadena Ibérica Occidental, que se denominan de oeste a este: bloque de Jiloca, bloque de Villafeliche y bloque de Vargas. Estos tres bloques son unidades cabalgantes hacia el noreste.

El estudio del límite Cámbrico Inferior/Medio permite corroborar la existencia de un tramo de 5 m sin fauna de trilobites, situado entre la extinción de los taxones del Cámbrico Inferior (*Hamatolenus* (*Hamatolenus*) *Ibericus* y *Alueva undulata undulata*) y la aparición de los taxones del Cámbrico Medio (*Paradoxides* (*Acadoparadoxides*) *mureoensis*), al igual que ocurre en la localidad de Murero, y que se ha denominado geoevento Valdemedes (Liñán *et al.* en este volumen).

Se han reconocido las biozonas de *Hamatolenus* (*Hamatolenus*) *ibericus*, *Paradoxides* (*Acadoparadoxides*) *mureoensis*, *Badulesia* sp. A, *Badulesia tenera*, *Badulesia granieri*+*paschi* y *Pardailhanian hispanica*, que permiten una buena correlación de estos niveles con los equivalentes de la región Cantábrica y resto de las Cadenas Ibéricas.

La aparición de formas de *Asturiaspis* justo por encima de *Paradoxides* (*Acadoparadoxides*) *mureoensis* amplía la distribución de aquel género

desde el Leoniense Superior al Leoniense Medio o Inferior.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores tuvieron la colaboración en las labores de campo de D. Antonio Plou, D<sup>a</sup> Maite Rico, D. Carisio Fernández y D. José Ignacio Ruiz Omeñaca. Los comentarios de D. José Antonio Gámez y del Dr. Miguel Arbizu al texto original redundaron en una mejora del mismo.

Este trabajo es una contribución al proyecto PS 89-0094 de la DGICYT («Paleontología y bioestratigrafía del límite Cámbrico Inferior-Medio en las Cadenas Ibéricas») y al I.G.C.P. Project 303 «Precambrian-Cambrian Event Stratigraphy».

## BIBLIOGRAFÍA

- Dereims, A. 1898. *Recherches géologiques dans le Sud de l'Aragon*. Ed. Ann. Hébert, 199 pp.
- Donayre, F. M. 1873. Bosquejo de una descripción física y geológica de la provincia de Zaragoza. *Memorias de la Comisión del Mapa Geológico de España*, 126 pp.
- Gámez, J. A., Fernández-Nieto, C., Gozalo, R., Liñán, E., Mandado, J. y Palacios, T. 1991. Bioestratigrafía y evolución ambiental del Cámbrico de Borobia (Provincia de Soria. Cadena Ibérica Oriental). *Cuadernos do Laboratorio Xeolóxico de Laxe*, **16**, 251-271.
- Gozalo, R. y Liñán, E. 1988. Los materiales hercínicos de la Cordillera Ibérica en el contexto del Macizo Ibérico. *Estudios Geológicos*, **44**, 399-404.
- Liñán, E. y Gozalo, R. 1986. Trilobites del Cámbrico Inferior y Medio de Murero (Cordillera Ibérica). *Memorias del Museo de Paleontología de la Universidad de Zaragoza*, **2**, 104 pp.
- Liñán, E., Fernández-Nieto, C., Gámez, J. A., Gozalo, R., Mayoral, E., Moreno-Eiris, E. y Perejón, A. 1993. Problemática del límite Cámbrico Inferior-Medio en Murero (Cadenas Ibéricas). *Revista Española de Paleontología, volumen extraordinario VII Jornadas de Paleontología*, 22-35.
- Liñán, E., Villas, E. y Gozalo, R. 1991. El Paleozoico de Teruel. En (Eds. M. Gutiérrez y A. Meléndez): *Introducción a la Geología de la provincia de Teruel*, Instituto de Estudios Turolenses, 11-33.
- Lotze, F. 1929. Stratigraphie und Tektonik des Keltiberischen Grundgebirges (Spanien). *Abh. Ges. Wiss. Göttingen math. phys. K.N.F.*, **14** (2), 320 pp. (Traduc.: San Miguel de la Cámara. Estratigrafía y tectónica de las cadenas paleozoicas celtibéricas. *Publicaciones extranjeras sobre Geología de España*, **8**, 313 pp., año 1955).
- Lotze, F. 1961. Das Kambrium Spaniens. T. I. Stratigraphie. *Akad. Wiss. Lit. Abh. Math. Naturwiss. Kl.*, **6**, 216 pp. (Traduc.: Gómez de Llarena, J. El Cámbrico de España. *Memorias del Instituto Geológico y Minero de España*, **70**, 256 pp., año 1970).
- Mansourian, E. 1974. *Erläuterungen zur geologischen Kartierung des Gebietes in Raum Murero-Atea Montón in den Westlichen Iberischen Ketten (NE-Spanien)*. Diplom-Arbeit, Universität Würzburg, 98 pp. (inédito).
- Olivé, A., Olmo, P., Portero, J. M., Carls, P., Sdzuy, K., Collande, C. V., Kolb, S. y Teyssen, T. 1983. Mapa Geológico de España a escala 1:50.000. Paniza, hoja n<sup>o</sup> 438. *I.G.M.E. serie MAGNA*, 80 pp.
- Palacios, P. 1892. Reseña Geológica de la región meridional de la provincia de Zaragoza. *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España*, **19**, 1-112.
- Sdzuy, K. 1968a. Trilobites del Cámbrico Medio de Asturias. *Trabajos de Geología. Universidad de Oviedo*, **1** (1967), 77-133.
- Sdzuy, K. 1968b. Bioestratigrafía de la griotte cámbrica de los Barrios de Luna (León) y de otras sucesiones comparables. *Trabajos de Geología. Universidad de Oviedo*, **2** (1967), 45-58.
- Sdzuy, K. 1971. La subdivisión bioestratigráfica y la correlación del Cámbrico Medio de España. *I Congreso Hispano-Luso-Americano de Geología Económica*. II. Sección Geología, 769-782.
- Sdzuy, K. 1972. Das Kambrium der acadobaltischen Faunenprovinz. *Zentralblatt für Geologie und Paläontologie*, **2** (1-2), 1-91.
- Sdzuy, K., Liñán, E. & Perejón, A. 1990. The Cambrian Stages and Stratotypes from the Iberian Peninsula. *Rapport II Cambrian Symposium Novosibirsk*, 155.
- Sequeiros, L. y Liñán, E. 1980. Paleontología del Paleozoico de la Cordillera Ibérica. Síntesis de los trabajos existentes. *XIV Curso de Geología Práctica de Teruel*, 119-135.
- Valenzuela Ríos, J. I., Gámez, J. A., Liñán, E. y Sdzuy, K. 1990. Estratigrafía del Cámbrico de la región de Brea. Cadena Ibérica Oriental. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Geol)*, **85**, 45-54.
- Verneuil, E. de 1862. Descubrimiento de la fauna primordial en la provincia de Zaragoza. *Revista Minera*, **13**, 479.