

**INFORME PALEONTOLOGICO**

**HOJA N° 862 (SANTA ELENA)**  
**DEL MAPA GEOLÓGICO NACIONAL**

**ESCALA 1:50.000 (2<sup>a</sup> SERIE)**

**JUAN CARLOS GUTIÉRREZ-MARCO**

Madrid, 1997

## HOJA 862 (SANTA ELENA)

### Paleontología del Paleozoico:

- Juan Carlos Gutiérrez-Marco (CSIC, Madrid): macrofósiles ordovícicos.
- Graciela N. Sarmiento (Univ. Complutense, Madrid): microfósiles ordovícicos.
- David C. Fernández Remolar (Univ. Complutense, Madrid): Invertebrados del Cámbrico.

### ANTECEDENTES PALEONTOLOGICOS:

La referencia más antigua de fósiles paleozoicos dentro de la Hoja se debe a Mallada (1884), quien en su *reconocimiento geológico de la provincia de Jaén*, menciona el hallazgo de nódulos conteniendo orthocerátidos y graptolitos en el ángulo suroeste de la misma, al oeste de El Centenillo. Posteriormente, los trabajos de Henke (1926), Hernández Sampelayo (1942, 1960), Richter (1967), Tamain (1967, 1972), Chauvel *et al.* (1969), Mélou (1973), Ríos Aragüés (1977, 1978), Hammann y Henry (1978), Hammann (1983), Gutiérrez-Marco (1986), Pineda (1987), Gutiérrez-Marco y Pineda (1988), Gutiérrez-Marco *et al.* (1992) y Sarmiento (1993), entre otros, amplían considerablemente el número de yacimientos paleontológicos descubiertos en el área de la presente Hoja, aportando a su vez identificaciones y descripciones de numerosas especies de trilobites, braquiópodos y equinodermos ordovícicos, así como graptolitos silúricos, principalmente. La bioestratigrafía y cronoestratigrafía de las diversas unidades ordovícico-silúricas ha sido discutida recientemente por Gutiérrez-Marco *et al.* (1984, 1995), Gutiérrez-Marco y Rábano (1987), San José *et al.* (1992), Villas (1995) y García Palacios *et al.* (1996).

### MUESTRAS/UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS:

#### A. Cámbrico

El dato paleontológico más significativo en los materiales Alcudienses aflorantes en la Hoja, es el hallazgo de conchas de moluscos al este de San Lorenzo de Calatrava, descubiertas por D. Saturnino Lorenzo (MAYASA). El material ha sido identificado como *Anabarella cf. plana* Vostokova, cuya forma nominal alcanza una distribución Tommotiense medio-alto en la Plataforma Siberiana y Mongolia (biozonas de *Aldanocyathus sunnagini* a *Dokidocyathus regularis*: Brasier, 1989 y Brasier *et al.*, 1996, con referencias anteriores). El registro de una forma afín a la indicada en los afloramientos estudiados, indica una edad claramente Cámbrico Inferior (Tommotiense) para estos niveles. En ellos se encuentran muchos moldes fosfáticos de este molusco, en ocasiones de aspecto removilizado, que frecuentemente superan los 5 mm de longitud.

#### B. Ordovícico Inferior

##### B.1. Formaciones de base del Ordovícico.

La edad de la sucesión ordovícica previa a la Cuarcita Armoricana s.str. ha sido muy debatida, y muchos autores refieren el conjunto al Tremadoc s.l. por su infrayacencia con respecto a los materiales del Arenig datado. Sin embargo, hay que considerar que ninguno de los argumentos paleontológicos esgrimidos hasta ahora en la Zona

Centroibérica (icnofósiles y raros lingúlidos) es realmente indicativo del Tremadoc y que, por el contrario, la estratigrafía de eventos, la continuidad sedimentaria y las dataciones radiométricas obtenidas en sucesiones comparables del Macizo Armoricano francés, apuntan a que este conjunto previo a la Cuarcita Armoricana correspondería ya al Arenig temprano (Bonjour *et al.*, 1988; San José *et al.*, 1992). En el curso de este trabajo, los únicos restos paleontológicos encontrados en la unidad son *Cruziana furcifera* d'Orbigny y *Skolithos* isp., que no aportan mayores precisiones.

#### B.2. Cuarcita Armoricana.

La edad de esta unidad ha sido considerada tradicionalmente como Arenig atendiendo a su posición estratigráfica bajo sucesiones pelíticas muy fosilíferas, y también por el abundante registro paleoicnológico evidenciado en casi todos sus afloramientos (icnofacies de *Cruziana* y *Skolithos*). Las dataciones micropaleontológicas modernas (quitinozoos) han probado que el depósito de la Cuarcita Armoricana no conlleva una diacronía apreciable en todo el SO de Europa, donde la unidad se ordena siempre en la Biozona de *Eremochitina brevis*, equivalente al Arenig medio (Paris *et al.*, 1982; Paris, 1990).

#### B.3. Capas Pochico.

Desde el punto de vista paleontológico, las Capas Pochico son muy ricas en icnofósiles (pistas uni y bilobuladas), que abundan en numerosos afloramientos. Dentro de la Hoja, Tamain (1972) cita el hallazgo de *Cruziana goldfussi* Rouault dentro de la unidad al NE de El Centenillo. Pero como ocurre con otras icnoasociaciones conocidas en diferentes puntos, estos datos no aportan precisiones biocronológicas y, por tanto, la unidad es assignable al Arenig superior s.l. únicamente merced a su posición estratigráfica infrayacente a la siguiente unidad de pizarras, en cuya base se registran puntualmente graptolitos del Arenig terminal.

### C. Ordovícico Medio

#### C.1. Pizarras del Río.

La unidad reúne diversos yacimientos paleontológicos, citados por Henke (1926) y Richter (1967) al este de la Casa del Puntal y cabecera del arroyo del Castellar, y por Tamain (1972) en el curso bajo del arroyo del Cascajoso, respectivamente al NE, ENE y NNO de El Centenillo. Roux (*in* Tamain, 1972) añade otro punto en la vertiente sur del Barranco del Difunto, en el borde sur de la Hoja y al O de Santa Elena. Las asociaciones registradas por estos autores fueron parcialmente revisadas por Hammann (1983), pero no contienen elementos de gran valor bioestratigráfico. En el sector septentrional de la Hoja, Gutiérrez-Marco (1986) refiere una localidad temporal, con graptolitos del Oretaniense inferior, al SO del Cortijo de la Monja. Por nuestra parte, en este mismo ámbito hemos encontrado varios puntos conteniendo asociaciones poco distintivas de trilobites y moluscos, excepto en un nuevo yacimiento correspondiente al tercio superior de la unidad, donde identificamos: *Plaesiacomia oehlerti* (Kerforne), *Neseuretus tristani* (Brongniart), *Colpocoryphe rouaulti* Henry, *Isabelinia glabrata* (Salter), *Ectillaenus giganteus* (Burmeister), *Crozonaspis cf. morenensis* Hammann, *Reuentalina ribeiriana* (Jones), *Lardeuxella bussacensis* (Jones), *Coxiconchia britannica* (Rouault), *Cardiolaria cf. beirensis* (Sharpe) y Heterorthidae indet. La edad de la asociación es Oretaniense superior tardío o bien Dobrotiviense basal, lo que implica que el techo de las Pizarras del Río se sitúa probablemente en el Dobrotiviense (aprox. Llandeiliense basal). Respecto a la edad de la parte inferior de la formación, en la vecina Hoja 837 se

documentó la presencia de graptolitos del Arenig superior en su misma base, seguidos por asociaciones del Oretaniense inferior (aprox.= Llanvirn temprano) pocos metros por encima, por lo cual el depósito de las Pizarras del Río se sitúa entre el Arenig terminal y los inicios del Dobrotiviense en la región estudiada. Como ocurre en toda Sierra Morena oriental, la mayor parte del espesor de la unidad correspondería al Oretaniense, esencialmente al Oretaniense inferior (San José *et al.*, 1992).

#### C.2. Cuarcitas Inferiores.

Desde el punto de vista paleontológico, la unidad contiene abundantes icnofósiles desarrollados en el plano horizontal, y raros horizontes lumaquélidos lenticulares repartidos esencialmente en la base de la formación. De acuerdo los datos obtenidos al norte de esta Hoja, la formación en su conjunto se enmarca en el Dobrotiviense inferior (Llandeiliense temprano).

#### C.3. Pizarras Guindo.

Esta unidad es extraordinariamente fosilífera, destacando sobre todo la presencia de abundantes braquiópodos como *Aegiromena mariana* Drot, *Heterorthina kerfornei* Mélou y *Eorhipidomella musculosa* (Mélou); trilobites [*Neseuretus tristani* (Brongniart), *Colpocoryphe rouaulti* Henry, *Salterocoryphe salteri* (Rouault), *Phacopidina micheli* (Tromelin), *Crozonaspis* sp., *Nobiliasaphus hammani* Rábano, *Placoparia (Coplacoparia) tourmemini* (Rouault) y *Ectillaenus giganteus* (Burmeister), entre otros]; moluscos bivalvos [*Praenucula oehlerti* Babin y Gutiérrez-Marco, *Redonia deshayesi* Rouault, *Hemiprionodonta lusitanica* (Sharpe), *Myoplusia bilunata perdentata* (Barrande)], gasterópodos, cefalópodos, hyolítidos y equinoderms [*Calix rouaulti* Chauvel, crinoideos], citados también en afloramientos o minas situadas dentro de la Hoja por Henke (1926), Fernández y Meléndez Valdés (*in* Hernández Sampelayo, 1942), Richter (1967), Tamain (1967, 1972), Chauvel *et al.* (1969), Ríos Aragüés (1977) y Hammann (1983). La edad de la unidad comprende regionalmente el límite Dobrotiviense inferior/Dobrotiviense superior, siendo por tanto assignable a un Llandeiliense pleno.

#### C.4. Cuarcitas Botella.

Los primeros fósiles de esta unidad fueron descubiertos en el ámbito de la Hoja por Tamain (1967, 1972), con el hallazgo de un pigidio de *Eohomalonotus* sp. inmediatamente al NE de El Centenillo. Además de ello, Tamain (1972) cita la presencia de *Skolithos* isp. Por su parte, Richter (1967), Hammann y Henry (1978) y Hammann (1983) describen una segunda localidad con trilobites en el paraje de la Loma del Carrizo (al norte de El Centenillo), perteneciente a la parte inferior de la formación, en la que identificaron: *Eohomalonotus sdzui* Hammann y Henry, *E. vicaryi* (Salter), *Iberocoryphe verneuili* Hammann, *I. cf. bonissentii* (Morière), *I. n. sp. aff. fugitiva* (Tromelin), *Kerfornella brevicaudata* (Deslongchamps) y *Plaesiacomia oehlerti* (Deslongchamps). La edad de esta asociación es claramente Dobrotiviense (aprox.= Llandeiliense), lo cual resulta congruente con los datos regionales, que permiten considerar una edad Dobrotiviense superior para el conjunto de las Cuarcitas Botella (San José *et al.*, 1992).

### D. Ordovícico Superior

#### D.1. Pizarras Cantera.

Desde el punto de vista paleontológico, las referencias previas acerca del hallazgo de fósiles en la unidad provienen del paraje del Cantosal, al ENE de El Centenillo (Henke, 1926; Richter, 1967; Hammann, 1983; Gutiérrez-Marco *et al.*, 1992), y de la salida sur de la población anterior, donde se ubica la pequeña cantera que da nombre

a la formación (Tomain, 1972). En la primera de estas localidades, los fósiles se concentran en un horizonte de removilización ferruginoso, con cantes blandos y sideríticos, que ha librado una abundante asociación paleontológica Viniciense. En ella se identifican trilobites [*Onnia* cf. *seunesi* (Kerforne), *Actinopeltis* sp., *Dalmanitina* sp., *Zetillaenus* sp.], equinodermos [*Heliocrinites helmhackeri* (Barrande)], braquiópodos [*Gelidorthis meloui* Villas], briozoos (trepostomados y cryptostomados) y ostrácodos mal conservados. La asociación en su conjunto permite correlacionar este horizonte ferruginoso con el que sella la discontinuidad pre-Viniciense en numerosas localidades ibéricas y del norte de Gondwana, donde tiene un significado análogo al de la Discordancia Sárdica s. str. (San José *et al.*, 1992; Villas, 1992, 1995; Romão *et al.*, 1995).

Por encima del nivel precedente, las Pizarras Cantera contienen escasos restos fosilíferos, limitados a nódulos con nautiloideos y trilobites [*Colpocoryphe* cf. *grandis* (Snajdr) en El Cantosal, *Dalmanitina* sp. y *Trinucleina* indet. en El Centenillo], de edad igualmente Caradoc. Ríos Aragüés (1977) cita además una asociación de graptolitos, con mezcla de especies del Arenig, Llanvirn y Caradoc (identificadas por Del Pan), en la cantera al sur de El Centenillo. La revisión de la localidad y de las fotografías originales de este material, permiten afirmar que estos supuestos graptolitos corresponden en realidad a icnofósiles (*endichnia*) de diversas morfologías. A partir de los datos paleontológicos reseñados con anterioridad, y de criterios estratigráficos regionales, asignamos el depósito de las Pizarras Cantera esencialmente como Caradoc (Soudleyense-Marshbrookieno), si bien los niveles situados por debajo del horizonte ferruginoso son sin duda más antiguos, tal vez Costoniense o incluso, en la misma base de la unidad, Dobrotiviense tardío.

#### D.2. Bancos Mixtos.

Esta unidad es la más fosilífera del Ordovícico Superior centroibérico, especialmente los niveles conocidos como "lumaquelas terminales" representados en su tercio superior (Tomain, 1972; Gutiérrez-Marco y Rábano, 1987; Villas, 1995). Dentro de la Hoja, sus hallazgos previos fueron referidos por Henke (1926), Tomain (1967, 1972), Richter (1967) y Chauvel *et al.* (1979). La asociación reconocida en las lumaquelas terminales al sur de El Centenillo consta esencialmente de braquiópodos, como *Svobodaina havlicekii* Villas, *Tafilaltia brevimusculosa* Villas y *Aegiromena* sp. También hay algunos restos de briozoos, pelmatozoos y gasterópodos. La asociación corresponde a la Biozona de *Svobodaina havlicekii*, representativa del intervalo Caradoc terminal-Ashgill inferior (Gutiérrez-Marco y Rábano, 1987; Villas, 1995). El límite inferior de los Bancos Mixtos, en ausencia de datos bioestratigráficos, podría asignarse de modo tentativo al Caradoc post-Marsbrookieno.

#### D.3. Caliza Urbana.

La Caliza Urbana ha sido reconocida por Pineda (1987) en diversos sondeos al NO de El Centenillo, y aflora muy alterada menos de 1 km al sur de esta población, en el borde septentrional de la Hoja de La Carolina. Este afloramiento fue considerado por Tomain (1967, 1972) como perteneciente a un horizonte especial, suprayacente o sustituto de la caliza propiamente dicha, caracterizado por contener equinodermos del Ashgill (*Heliocrinites* cf. *rouvillei* von Koenen). En realidad, se trata de una calicata practicada en la auténtica Caliza Urbana, restringida a sus tramos margosos basales que se conservan completamente alterados, coronados por capas de caliza silicificada pero con núcleo carbonático. En estos últimos, Sarmiento (1993) identificó algunos conodontos de la Biozona de *Amorphognathus ordovicicus*, muy difundida en el Ashgill pre-Hirnantiano.

de toda Sierra Morena. Las importantes variaciones de espesor que presenta la Caliza Urbana dentro de la Hoja, fueron interpretadas por Pineda (1987) como condicionadas por la tectónica sinsedimentaria, responsable a su vez de las potentes intercalaciones de rocas volcánicas que se asocian a la unidad en el subsuelo de El Centenillo.

#### D.4. Pizarras Chavera.

La unidad no contiene fósiles en los afloramientos estudiados, pero de acuerdo con los datos regionales su edad corresponde al Ashgill terminal (Hirnantense), y resultaría correlacionable con las facies ubicuas de las "pelitas con fragmentos", que localmente revisten características glaciomarinas (ver San José *et al.*, 1992, con referencias previas; y Paris *et al.*, 1995, con las últimas dataciones micropaleontológicas). Ríos Aragüés (1977, 1978) señaló en el valle del Riacho de los Esparragones, 6.5 km al NO de El Centenillo, el hallazgo en la unidad de siete formas distintas de graptolitos (identificadas por Del Pan), con mezcla de especies americanas y noreuropeas del Llanvirn, Caradoc y Ashgill. La revisión posterior de la localidad original y de las fotografías de este material, gracias a la gentileza del Dr. Santiago Ríos, reveló que los supuestos graptolitos no son más que icnofósiles (*endichnia* e *hipichnia*) de diversas morfologías (García Palacios *et al.*, 1996).

### E. Silúrico

#### E.1. Cuarcita Castellar.

Esta unidad fue referida al Ordovícico terminal por Arbey y Tamain (1971), en base al reconocimiento de una supuesta superficie glaciar inmediatamente posterior a su depósito, en la zona de El Centenillo, que al tiempo explicaría las diferencias de espesores observadas en la formación. Gutiérrez-Marco y Pineda (1988) descubrieron más tarde graptolitos aeronienses (Llandovery "medio") en el subsuelo al NO de la población anterior, dentro de los niveles de cuarcitas negras tableadas próximos al techo de la Cuarcita Castellar. Los últimos datos relativos a ésta y otras unidades cuarcíticas correlacionables en la región surcentroibérica, tienden a considerar su depósito esencialmente dentro del Silúrico (Rhuddaniense-Aeroniense: Llandovery "inferior" y "medio"), si bien no puede descartarse que en ocasiones, su parte basal pueda ser todavía ordovícica (García Palacios *et al.*, 1996).

#### E.2. Pizarras Ampelíticas.

La unidad de Pizarras Negras Graptolíticas ha brindado restos de este grupo fósil en numerosos puntos al ONO, NO y sur de El Centenillo, estos últimos fuera ya de la Hoja. Los antecedentes paleontológicos locales para el territorio cartografiado comienzan con Mallada (1884), quien descubrió nódulos con ortocerátidos y graptolitos en el Riacho de los Tembladeros, y siguen con Hernández Sampayo (1942, 1960), Tamain (1972), Ríos Aragüés (1977) y Gutiérrez-Marco y Pineda (1988).

Las asociaciones paleontológicas más antiguas proceden de la misma base de la unidad, concretamente de los primeros niveles de ampelitas que se apoyan sobre la Cuarcita de Criadero. Estos contienen abundantes formas características de la Biozona de *Rastrites linnaei* (Telychiense basal), entre las cuales se identificaron en testigos de sondeos: *Spirograptus guerichi* Loydell, Storch y Melchin, *Parapetalolithus cf. palmeus* (Barrande), *Rastrites fugax* Barrande y *Pristiograptus cf. bjerringus* Bjerreskov.

En horizontes superiores a los precedentes, las pizarras incluyen numerosos nódulos elipsoidales centimétricos (Mallada, 1884; Tamain, 1972), también fosilíferos, que en una de las localidades estudiadas libraron: *Monoclimacis griesoniensis* (Nicol),

*Paraclimacograptus?* *flamandi* (Legrand), *Streptograptus loydelli* Storch y Serpagli, *Torquigraptus* cf. *arcuatus* (Boucek), *Diversograptus?* sp., ortocerátidos y braquiópodos epiplanctónicos (rhynchonelláceos). La edad de la asociación corresponde a un Telychiense avanzado, representativo de la Biozona de *Monoclimacis griesoniensis*. Otros graptolitos de este mismo horizonte se encuentran igualmente representados en las pizarras negras que encierran los nódulos. En otra localidad distinta, y tanto en pizarras como en nódulos identificamos: *Torquigraptus tullbergi* (Boucek), *Monoclimacis griesoniensis* (Nicol), *M. crenulata* (Elles y Wood), *Monograptus* sp. aff. *parapriodon* Boucek, *Streptograptus* sp., *Paraclimacograptus?* *flamandi* (Legrand), *Retiolites angustidens* (Elles y Wood), ortocerátidos y rhynchonelláceos epiplanctónicos. Esta asociación es también Telychiense (= Llandovery "superior"), aunque ligeramente más tardía (Biozona de *T. tullbergi*). Los graptolitos más modernos encontrados en la unidad ampelítica son *Monograptus* cf. *flemingii* (Salter) y *Pristiograptus* cf. *dubius* (Suess), que indicarían una edad Wenlock s.l. (pre-Homeriense medio).

#### E.3. Silúrico Superior.

El resto de la sucesión silúrica (pizarras micáceas y alternancias arenosas) no contiene fósiles, pero de acuerdo con los datos precedentes tendría una edad Silúrico Superior (Ludlow y Pridoli, esencialmente). Como ocurre en otras áreas centroibéricas, estos materiales deben comportar numerosos e importantes hiatos sedimentarios, originados en su carácter somero y, sobre todo, por el desarrollo de abundantes superficies de omisión y erosión del material previamente depositado.

#### F. Devónico-Carbonífero

Los materiales del Paleozoico Superior afloran únicamente en el suroeste de la Hoja y han sido objeto de controversias estratigráficas y cartográficas por los distintos autores que los estudiaron, dificultadas por la ausencia de fósiles distintivos.

Henke (1926) atribuye al Culm el conjunto denominado por él "Capas Campana" (Campana Schichten), que reúnen niveles conglomeráticos con crinoides, y pizarras con restos vegetales y de moluscos bivalvos al norte de La Carolina. Fernández y Meléndez Valdés (*in* Hernández Sampayo, 1942) es el primer autor en citar estos mismos conglomerados con crinoides dentro de la Hoja (suponemos que inmediatamente al ONO de El Centenillo). Péran y Tamain (1967) cartografián parte de la "Formación Campana" al oeste de El Centenillo, particularizando las intercalaciones de conglomerados y cuarcitas, y señalando la posibilidad de que el tramo basal con cuarcitas pueda ser todavía de edad fini-devónica en lugar de Carbonífero. De la misma opinión es Tamain (1972) y Ríos Aragüés (1977), quien señala un yacimiento paleontológico poco determinativo en la Colonia Los Selladores, aún más al oeste.

En ausencia de argumentos bioestratigráficos rotundos, debemos retener la presencia de conglomerados con crinoides y cantos de lilita con radiolarios al NO de El Centenillo (Tamain, 1972: sin valor estratigráfico) y, sobre todo, el hallazgo de abundantes restos vegetales (tallos y tejidos leñosos "flotados") al norte de Los Alarcones, en la orilla derecha del río Pinto (Routhier *et al.* *in* Péran y Tamain, 1967; *in* Tamain, 1972). Entre estos últimos se identificó *Archaeocalamites* cf. *radiatus* Brongniart, cuya forma nominal tiene una distribución Dinantiense a Namuriense inferior. Fuera de la Hoja pero en una localidad próxima, debemos reseñar el hallazgo de fusulináceos al norte de La Carolina (Fuganti, 1967).

## RESULTADOS PALEONTOLOGICOS:

### \* Muestra 19-34 9800-GM

Litología: pizarra (Pizarras Guindo)

Fósiles identificados:

*Eorhipidomella musculosa* (Mélou)

*Heterorthina kerfornei* Mélou

*Aegiromena mariana* Drot

*Placoparia (Coplacoparia)* sp.

Edad: techo Dobrotiviense inferior-Dobrotiviense superior (aprox. = Llandeiliense)

### \* Muestra 19-34 9801-GM

Litología/posición: Nivel de removilización lumaquélico (pizarras Cantera)

Fósiles identificados:

*Onnia cf. seunesi* (Kerforne)

*Zetillaenus* sp.

*Gelidorthis meloui* Villas

*Heliocrinites helmhackeri* (Barrande)

Cryptostomata indet. (bifoliares spp.)

Trepostomata indet.

Ostracoda indet.

Observaciones: Corresponde a la localidad problemática de los "trinucleidos del Cantosal", referida por Henke (1926) y Tamain (1972).

Edad: Caradoc (Viniciense)

### \* Muestra 19-34 9802-GM

Litología/posición: pizarra (mitad superior de las Pizarras Guindo)

Fósiles identificados:

*Neseuretus tristani* (Brongniart)

*Colpocoryphe rouaulti* Henry

*Phacopidina micheli* (Tromelin)

*Crozonaspis* sp.

*Ectillaenus* sp.

*Heterorthina kerfornei* Mélou

*Myoplusia bilunata perdentata* (Barrande)

*Praenucula oehlerti* Babin y Gutiérrez-Marco

*Calix?* sp.

Observaciones: Corresponde a la localidad designada por Chauvel *et al.* (1969) como "estación de bombeo de El Centenillo".

Edad: Dobrotiviense superior (aprox.= Llandeiliense tardío)

\* Muestra 19-34 9803-GM

Litología/posición: nódulos en pizarras negras (Ampelitas silúricas)

Fósiles identificados:

*Paraclimacograptus? flamandi* (Legrand)

*Monoclimacis griestoniensis* (Nicol)

*Streptograptus loydelli* Storch y Serpagli

*Torquigraptus cf. arcuatus* (Boucek)

*Diversograptus* sp.

Rhynchonelláceos epiplanctónicos

Orthocerida indet.

Edad: Telychiense (= Llandovery "superior"), parte baja de la Biozona de McL. griestoniensis.

\* Muestra 19-34 9804-GM

Litología/posición: Ampelitas con graptolitos

Fósiles identificados:

*Monograptus cf. flemingii* (Salter)

*Pristiograptus cf. dubius* (Suess)

Edad: Wenlock s.l. (pre-Homeriense medio)

\* Muestra 19-34 9805-GM

Litología/posición: pizarras negras y nódulos fosilíferos (unidad de Ampelitas silúricas)

Fósiles identificados:

*Torquigraptus tullbergi* (Boucek)

*Monoclimacis griestoniensis* (Nicol)

*Monoclimacis crenulata* (Elles y Wood)

*Monograptus* sp. aff. *M. parapriodon* Boucek

*Streptograptus* sp.

*Paraclimacograptus? flamandi* (Legrand)

*Retiolites angustidens* (Elles y Wood)

Rhynchonelláceos epiplanctónicos

Orthocerida indet.

Edad: Telychiense (= Llandovery "superior"), Biozona de *T. tullbergi* (sobreyaace a la de McL. griestoniensis)

\* Muestra 19-34 9806-GM

Litología/posición: pizarra negra (Ampelitas silúricas)

Fósiles identificados:

*Monoclimacis cf. griestoniensis* (Nicol)

*Paraclimacograptus? flamandi* (Legrand)  
*Monograptus* sp. aff. *M. parapriodon* Boucek  
*Retiolites* sp.

Edad: Telychiense (= Llandovery "superior"), probablemente Biozona de Mcl. griestoniensis.

\* Muestra 19-34 9807-GM

Litología/posición: Ampelitas con graptolitos  
Fósiles identificados:

*Monoclimacis* cf. *crenulata* (Elles y Wood)  
*Retiolites angustidens* (Elles y Wood)  
*Monograptus* sp. aff. *M. parapriodon* Boucek

Edad: Telychiense (= Llandovery "superior"), Biozonas de Mcl. griestoniensis a O. spiralis.

\* Muestra 19-34 9808-GM

Litología/posición: pizarra arcillosa (probablemente, mitad superior de las Pizarras del Río; bajo las Areniscas de Los Rasos)

Fósiles identificados:

*Plaeziacoma oehlerti* (Kerforne)  
*Neseuretus tristani* (Brongniart)  
*Colpocoryphe rouaulti* Henry  
*Isabelinia glabrata* (Salter)  
*Ectillaenus giganteus* (Birmeister)  
*Crozonaspis* cf. *morenensis* Hammann  
*Reuentalina ribeiriana* (Jones)  
*Lardeuxella bussacensis* (Jones)  
*Coxiconchia britannica* (Rouault)  
*Cardiolaria* cf. *beirensis* (Sharpe)  
Heterorthidae indet.

Edad: Oretaniense superior tardío o Dobrotiviense basal (aprox.= límite Abbeiriense-Llandeiliense).

\* Muestra 19-34 9809-GM

Litología/posición: pizarra arcillosa (probablemente Pizarras del Río)  
Fósiles identificados:

*Neseuretus tristani* (Brongniart)  
*Isabelinia glabrata* (Salter)

Edad: Ordovícico Medio (post-Oretaniense inferior)

\* Muestra 19-34 9810-GM

Litología/posición: arenisca (lumaquelas terminales Bancos Mixtos)  
Fósiles identificados:

*Tafilaltia brevimusculosa* Villas  
Archaeogastropoda indet.

Edad: Ashgill inferior probable, Biozona de S. havlicekii.

\* Muestra 19-34 9811-GM

Litología/posición: pizarra (mitad inferior Pizarras del Río)  
Fósiles identificados:

*Redonia deshayesi* Rouault  
*Ribeiria* sp.  
Calymenacea indet.  
*Arachnostega* isp.

Edad: Oretaniense (aprox.= Llanvirn temprano), por posición estratigráfica.

\* Muestra 19-34 9812-GM

Litología/posición: restos fosfáticos en pizarras del Alcudiense superior  
Fósiles identificados:

*Anabarella cf. plana* Vostokova

Edad: Tommotiense (la forma nominal alcanza una distribución Tommotiense medio-alto en la plataforma siberiana, biozonas de *Aldanocyathus sunnaginicus* a *Dokidocyathus regularis*).

\* Muestra LR-9608-M1

Litología/posición: cuarcita (unidad infrayacente a la Cuarcita Armoricana s. str.)  
Fósiles identificados:

*Cruziana furcifera* D'Orbigny

Edad: Ordovícico Inferior (probable Arenig)

## BIBLIOGRAFÍA CITADA

Arbey, F. y Tamain, G. 1971. Existence d'une glaciation siluro-ordovicienne en Sierra Morena (Espagne). *Comptes Rendus des séances de l'Académie des Sciences de Paris* [D], **272**, 1721-1723.

Babin, C. y Gutiérrez-Marco, J.C. 1991. Middle Ordovician bivalves from Spain and their phyletic and palaeogeographic significance. *Palaeontology*, **34**, 109-147.

- Bonjour, J.J., Peucat, J.J., Chauvel, J.J., Paris, F. y Cornichet, J. 1988. U-Pb Zircon dating of the early Paleozoic (Arenigian) transgression in Western Brittany (France): A new constraint for the lower Paleozoic time-scale. *Chemical Geology (Isotope Geoscience Section)*, **72**, 329-336.
- Brasier, M.D. 1989. Towards a biostratigraphy of the earliest skeletal biotas. In Cowie, J.W. y Brasier, M.D.: *The Precambrian-Cambrian boundary*. Oxford Monographs on Geology and Geophysics, Clarendon Press, 117-165.
- Brasier, M.D., Shields, G., Kuleshov, V.N. y Zhegallo, E.A. 1996. Integrated chemo- and biostratigraphic calibration of early animal evolution: Neoproterozoic-early Cambrian of southwest Mongolia. *Geological Magazine*, **133**, 445-485.
- Brenchley, P.J., Romano, M. y Gutiérrez-Marco, J.C. 1986. Proximal and distal Hummocky cross-stratified facies on a wide Ordovician Shelf in Iberia. *Canadian Society for Petroleum Geologists Memoir* **11**, 241-255.
- Chauvel, J., Drot, J., Pillet, J. y Tamain, G. 1969. Précisions sur l'Ordovicien moyen et supérieur de la "série-type" du Centenillo (Sierra Morena orientale, Espagne). *Bulletin de la Société Géologique de France*, [7], **11**, 613-626.
- Fuganti, A. 1967. Ricerche geologiche e minerarie nella parte orientale della Sierra Morena (Andalusia, Spagna). *Bulletino della Società Geologica Italiana*, **86**, 703-713.
- García Palacios, A., Gutiérrez-Marco, J.C. y Herranz Araújo, P. 1996. Edad y correlación de la "Cuarcita de Criadero" y otras unidades cuarcíticas del límite Ordovícico-Silúrico en la Zona Centroibérica meridional (España y Portugal). *Geogaceta*, **20** (1), 19-22.
- Gutiérrez-Marco, J.C. 1986. *Graptolitos del Ordovícico español*. Tesis doctoral, Univ. Complutense de Madrid, 3 vols., 701 págs. (inéd.).
- Gutiérrez-Marco, J.C. y Pineda Velasco, A. 1988. Datos bioestratigráficos sobre los materiales silúricos del subsuelo de El Centenillo (Jaén). *II Congreso Geológico de España*, **1**, 91-94.
- Gutiérrez-Marco, J.C. y Rábano, I. 1987. Trilobites y graptolitos de las lumaquelas terminales de los "Bancos Mixtos" (Ordovícico superior de la zona Centroibérica meridional). *Boletín Geológico y Minero*, **93**, 647-669.
- Gutiérrez-Marco, J.C., Meléndez, B., Parsley, R., Prokop, R. y Marek, L. 1992. Equinodermos (Cystoidea, Homalozoa, Asterozoa) de afinidades bohémicas en el Ordovícico de las zonas Centroibérica y Ossa Morena, España. *Publicaciones del Museo de Geología de Extremadura*, **1**, 79-81.
- Gutiérrez Marco, Rábano, I. Prieto, M. y Martín, J. 1984. Estudio bioestratigráfico del Llanvirn y Llandeilo (Dobrotiviense) en la parte meridional de la zona Centroibérica (España). *Cuadernos de Geología Ibérica*, **9**, 287-319.

- Gutiérrez-Marco, J.C., Rábano, I., San José, M.A., Herranz, P. y Sarmiento, G.N. 1995. Oretanian and Dobrotivian stages vs. "Llanvirn-Landeilo" Series in the Ordovician of the Iberian Peninsula. In Cooper, J.D., Droser, M.L. y Finney, S.E. (Eds.): *Ordovician Odyssey*. Pacific Section Society for Sedimentary Geology, Book 77, 55-59.
- Hammann, W. 1983. Calymenacea (Trilobita) aus dem Ordovizium von Spanien; ihre Biostratigraphie, Ökologie und Systematik. *Abhandlungen der senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft*, 542, 1-177.
- Hammann, W. y Henry, J.-L. 1978. Quelques espèces de *Calymenella*, *Eohomalonotus* et *Kerfornella* (Trilobita, Ptychopariida) de l'Ordovicien du Massif Armorican et de la Péninsule Ibérique. *Senckenbergiana lethaea*, 59, 401-429.
- Henke, W. 1926. Beitrag zur Geologie der Sierra Morena nördlich von La Carolina (Jaén). Mit einer paläontologisch-stratigraphischen Mitteilung von A. Born. *Abhandlungen der senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft*, 39, 183-216.
- Hernández Sampelayo, P. 1942. Explicación del nuevo Mapa Geológico de España. Tomo II. El Sistema Siluriano. *Memoria del Instituto Geológico y Minero de España*, vol. 1, 1-848.
- Hernández Sampelayo, P. 1960. Graptolítidos españoles, recopilados por Rafael Fernández Rubio. *Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España*, 57, 3-78.
- Mallada, L. 1884. Reconocimiento geológico de la provincia de Jaén. *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España*, 11, 1-55
- Mélou, M. 1973. Le genre *Aegiomena* (Brachiopode-Strophomenida) dans l'Ordovicien du Massif armoricain (France). *Annales de la Société Géologique du Nord*, 93, 253-264.
- Paris, F. 1990. The Ordovician chitinozoan biozones of the Northern Gondwana Domain. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 66, 181-209.
- Paris, F., Elaouad-Debbaj, Z., Jaglin, J.C., Massa, D. y Oulebsir, L. 1995. Chitinozoans and late Ordovician glacial events on Gondwana. In Cooper, J.D., Droser, M.L. y Finney, S.C. (Eds.): *Ordovician Odyssey*. The Pacific Section Society for Sedimentary Geology, Book 77, 171-176.
- Paris, F., Robardet, M., Durand, J. y Noblet, C. 1982. The Lower Paleozoic transgression in Southwestern Europe. *Palaeontological Contributions of the University of Oslo*, 280, 41.
- Péran, M. y Tamain, G. 1967. La "Formation Campana" dans le nord de la province de Jaén (Espagne). *Comptes Rendus des séances de l'Académie des Sciences de Paris [D]*, 265, 844-847.
- Pineda Velasco, A. 1987. La Caliza Urbana (Ordovícico Superior) y sus tramos volcanoclásticos en el subsuelo del norte de El Centenillo (Jaén). *Boletín Geológico y*

*Minero*, **98**, 780-793.

Richter, P. 1967. Stratigraphie und Tektonik in der Sierra de San Andrés (östliche Sierra Morena). *Münstersche Forschungen zur Geologie und Paläontologie*, **3**, 1-144.

Ríos Aragüés, S. 1977. *Estudio geológico del metalotecto plumbífero del Ordoviciense (La Carolina-Santa Elena, Sierra Morena Oriental, provincia de Jaén)*. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid (inéd.).

Ríos Aragüés, S. 1978. Evolución tectónica y guías de prospección en el distrito filoniano plumbífero de la Carolina-Santa Elena (Sierra Morena oriental, Jaén, España). *Boletín Geológico y Minero*, **89**, 550-561.

Romão, J.M., Gutiérrez-Marco, J.C., Rábano, I., Oliveira, J.T. y Marques Guedes, A. 1995. A Formação de Cabeço do Peão (Ordovícico Superior) no sínformo Amêndoa-Carvoeiro (SW da ZCI) e a sua correlação estratigráfica na província mediterrânea. *Memórias do Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico da Universidade do Porto*, **4**, 121-126.

San José, M.A., Rábano, I., Herranz, P. y Gutiérrez-Marco, J.C. 1992. Capítulo 28. El Paleozoico inferior de la Zona Centroibérica meridional. In Gutiérrez-Marco, J.C., Saavedra, J. y Rábano, I. (Eds.), *Paleozoico Inferior de Ibero-América*. Univ. de Extremadura, 505-521.

Sarmiento, G.N. 1993. *Conodontos ordovícicos de Sierra Morena (Macizo Hespérico meridional)*. Tesis doctoral, Univ. complutense de Madrid, 468 págs. (inéd.).

Sarmiento, G.N., Gutiérrez-Marco, J.C. y Rábano, I. 1995. A biostratigraphical approach to the Middle Ordovician conodonts from Spain. In Cooper, J.D., Droser, M.L. y Finney, S.E. (Eds.): *Ordovician Odyssey*. Pacific Section Society for Sedimentary Geology, Book 77, 61-64.

Tamain, G. 1967. El Centenillo, zone de référence pour l'étude de l'Ordovicien de la Sierra morena orientale (Espagne). *Comptes Rendus des séances de l'Académie des Sciences de Paris* [D], **265**, 389-392.

Tamain, G. 1972. Recherches géologiques et minières en sierra Morena orientale (espagne). *Travaux du Laboratoire de Géologie Structurale et Appliquée d'Orsay*, **91** (1), 1-369.

Villas, E. 1992. New Caradoc brachiopods from the Iberian Chains (Northeastern Spain) and their stratigraphic significance. *Journal of Paleontology*, **66**, 772-793.

Villas, E. 1995. Caradoc through Early Ashgill brachiopods from the Central-Iberian Zone (Central Spain). *Géobios*, **28** (1), 49-84.