

### **4.2.3. Silúrico, Devónico y Carbonífero pre- y sin-varisco de los Pirineos (J. Sanz López)**

Facultad de Ciencias de la Educación. Campus de Elviña s/n. 15071 A Coruña.  
[jasanz@udc.es](mailto:jasanz@udc.es)

La sedimentación del Paleozoico medio-tardío de los Pirineos muestra variaciones laterales en cuanto a sus características y evolución que hacen complicada una descripción breve. Por ello se ha optado por aligerar las referencias y numerosos detalles, en espera de que el lector tenga acceso a los mismos mediante la consulta de diferentes publicaciones recientes y extensas (Dégardin, 1988; Dégardin *et al.*, 1996; Delvolvé *et al.*, 1983, 1996; García-Alcalde *et al.*, 2002; García-López *et al.*, 1996; Majesté-Menjoulas *et al.*, 1996; Sanz-López, 1995, 2002a, b; Sanz-López *et al.*, 2002).

Mirouse (1966), Mey (1967, 1968), Boersma (1973) y Zwart (1979) propusieron para el Devónico de los Pirineos una subdivisión en áreas con facies similares cuyos límites se establecieron con frecuencia, utilizando tanto a estructuras varíscas como alpinas. Sanz-López (2002a) propuso el uso de dominios sedimentarios y una correlación de las unidades litoestratigráficas, que modificaremos levemente (Fig. 1 y 2). En particular, los macizos vascos son separados en el dominio de Cinco Villas (dCV) y el de Alduides-Mendibeltza (dAM), basándonos en la diferenciación de Heddebaut (1975), quién reconocía un límite occidental para la cuenca devónica pirenaica entre ambos dominios. Las condiciones de plataforma interna de dicha cuenca, con entradas de aportes a la misma y potencias sedimentarias mayores estuvieron localizadas en el dominio dAM. Por otro lado, un área marginal meridional en los Pirineos centrales, la región de Sierra Negra (rsn) está dividida en los dominios de Sallent (dsnS) al oeste, Baliera (dsnB) al este y Sierra Negra (dSN) al norte. Esta región estuvo próxima a un área emergida meridional conocida como macizo Cantabro-Ebroico (Llopis Lladó *et al.*, 1968; Carls, 1988) del que procedían los aportes sedimentarios (Mey, 1967; Requadt, 1974). Una plataforma externa profunda se encuentra en el Pirineo oriental meridional o dominio del Comte (dEC).

Al norte del área marginal estuvo diferenciado un surco o dominio Central, dC (Mey, 1968; Palau y Sanz, 1989) entre el Eifeliense y el Viseense, aunque muestra su mayor actividad en el Devónico Tardío. Al noroeste del mismo se encuentra el dominio de Ferrières (dsnF), con facies similares a la rsn. Este dominio es reemplazado hacia el este

por sucesiones donde domina la sedimentación hemipelágica y con una baja tasa de subsidencia, dominio Septentrional (dS). Finalmente, facies carbonatadas, en muchos casos hemipelágicas condensadas corresponden al dominio Oriental (dO).

De acuerdo con el esquema anterior, no es de extrañar que capas de cuarcitas y areniscas se depositaron en el inicio del Llandovery (Aeroniense-Telychiense) en los dEC y dSN oriental (Sanz-López y Sarmiento, 1985), donde fueron reconocidos aportes sedimentarios desde el sur (Schmidt, 1931), y en el dAM. La sedimentación del Silúrico pirenaico estuvo caracterizada por la abundancia de pizarras negras euxínicas con graptolites, que Schmidt (1931) denominó Pizarras Graptolíticas Inferiores (entre 70 y 180 m de espesor) ya que contienen restos de estos fósiles con edades desde el Llandovery al Ludlow temprano aunque la base del Silúrico no ha sido reconocida. Calizas crinoidales condensadas (Caliza del prat del Marxant) fueron depositadas sobre un alto sedimentario en el sector oriental del dC durante el Wenlock mientras que las pizarras, en el resto de los Pirineos, tan sólo contienen escasas capas de carbonatos pelágicos. Éstos fueron abundantes desde el inicio del Ludlow, dando lugar a un tramo que ha sido denominado Calizas de "Orthoceras". Los carbonatos corresponden a episodios de oxigenación con acumulaciones de moluscos dentro de un contexto de subsidencia lenta, pero con una amplia extensión geográfica. Los depósitos siliciclásticos distales tan sólo alcanzaban entonces, el dAM meridional, donde la Formación Arnéguy contiene faunas de aguas someras del Přídolí al Lockhoviense temprano (Heddebaut, 1973; Requadt, 1974). El contenido siliciclástico y el espesor decrecen hacia el Pirineo aragonés donde se encuentran las Pizarras Graptolíticas Superiores bajo 40-80 m de pizarras con algunas capas de calizas y areniscas en el dsnS (Pizarras de Serre Llongue) y el dsnB (Fm. Aneto). Más hacia el este, el último tramo incrementa su contenido en materia orgánica y carbonato, y es incluido también en las Pizarras Graptolíticas Superiores. En efecto, esta unidad (20 m de espesor) contiene al límite Silúrico/Devónico (Sanz-López *et al.*, 1999) así como el Lochkoviense temprano en la rsn, el dEC y el dS. Una condensación extrema de carbonatos se encuentra en algunas unidades sur-orientales del dEC, mientras que los afloramientos sur-occidentales incluyen facies de calizas arcillosas ocre de tipo "Ockerkalk" denominadas Fm. Llessui (Ludlow- Přídolí final según Sanz-López *et al.*, 2002). Esta facies podría estar presente a lo largo del subsuelo de la cuenca del Ebro, aflorando también en las Cadenas Costeras Catalanas (Fm. Sta. Creu).

Una sedimentación hemipelágica tuvo lugar en los Pirineos centrales y orientales y coincide con la progresiva oxigenación de la cuenca en el Lochkoviense medio. El Mb.

Torres, 10-20 m de carbonatos entre margas con fauna pelágica, se reconoce en el dEC (Valenzuela-Rios, 1994), el dsnB, y localmente en los dS y el dO. Esta unidad puede ser correlacionada con unos 200 m de calizas crinoidales y pizarras con faunas someras de braquiópodos en el dAM (Klarr, 1974). El episodio carbonatado fue sucedido por formaciones que incorporaron una mayor cantidad de terrígenos y muestran un incremento en la tasa de subsidencia durante el Praguense inferior. El contenido terrígeno fue mayor al oeste, particularmente con la sedimentación de areniscas y cuarcitas (Fm. Ondarelle - 200 m de espesor- y Cuarcitas de Aldudes, que alcanzaron 500 m según Heddebaut, 1973) en el dAM, mientras que se reduce, como el espesor hacia el este y el norte de los Pirineos, de manera que la Fm. Rueda tiene entre 50 y 120 m de espesor en el dSN y el dEC.

El inicio en la retrogradación de los sistemas siliciclásticos está representado, en gran parte de los Pirineos, por unidades carbonatadas con espesores entre 30 y 60 m (Fm. Basibé en el dsnB, Fm. Castanesa en los dSN y dEC, Fm. Pacino en el dsnS, entre otras), cuya base ocurre próxima a la base actual del Piso Emsiense. En el dsnB se registró una progradación hacia el noreste de las areniscas del Mb. San Silvestre con aportes derivados del macizo Cantabro-Ebroico. La parte superior de la Fm. Castanesa como de la Fm. Basibé contiene varios pulsos de profundización que terminan con el anegamiento de la plataforma carbonatada en el Emsiense Temprano. Esta profundización es correlacionada con el cese de la sedimentación de cuarcitas de aguas someras en el dAM y el inicio de la sedimentación de 100-200 m de las “Pizarras de braquiopodos” de Klarr (1974). La sedimentación pelítica se extendió en el Emsiense Temprano por gran parte de los Pirineos (Fm. Formigal en el dsnS, Fm. Fonchanina en los dsnB y dSN, Pizarras de Aulà en el dS,...), mientras que hacia el este es sustituida por el tramo basal de calizas nodulares de la Fm. Villech en el dEC, o por calizas blancas descritas en el dO (Cygan y Raymond, 1979; Raymond y Weyant, 1982). En el Emsiense Tardío tuvo su desarrollo una sedimentación hemipelágica de calizas nodulares con espesores mayores (Fm. Mañanet, 80-280 m) al sudoeste (dsnB y dSN) que al noreste (35-70 m de la Fm. Villech del dEC). En el primer caso, incluyó biostromos de corales y braquiópodos (Dalloni, 1930), aunque dominan las faunas pelágicas de conodontos, tentaculitoides y ostracodos. La Fm. Mañanet finalizó en el intervalo alrededor del límite Emsiense/Eifeliense (García-López *et al.*, 1990), aunque el techo puede ser diacrónico. La Fm. Villech soporta calizas de la Fm. Comabella con conodontos del Emsiense Tardío. El equivalente de estas formaciones en el dO es una sucesión de calizas nodulares, y calizas con cherts y pizarras, donde se encuentran corales y trilobites (Cavet, 1957).

La Fm. Mañanet es sustituida lateralmente por pizarras con una o varias unidades de calizas nodulares en el dS y el dC, donde los espesores son mayores (Fm. Entecada de Kleinsmiede, 1960; Fm. Boneu de Joseph, 1973). Hacia el oeste, las pizarras están enriquecidas en terrígenos y contienen faunas de tipo rénano en el dsnS, el dsnF y el dAM. Particularmente en el dsnS, espesores entre 600-900 m de la Fm. Formigal contienen una parte inferior más carbonatada que la superior, donde las pizarras incorporan progresivamente grauvacas y cuarcitas (Capas de Socotor y de Acherito), para finalizar con un conjunto delgado en el que abundan los carbonatos con braquiópodos y conodontos del Emsiense Tardío al Eifeliense basal (Schmidt, 1931; Wensink, 1962; Valenzuela Ríos y Carls, 1994). Facies aún más someras se encuentran hacia el oeste (dAM). En efecto, las “Pizarras de braquiópodos” son reemplazadas por grauvacas carbonatadas y un complejo de cuarcitas y dolomías (Fm. Urepel, 500-600 m de espesor) e incluye localmente calizas crinoidales y coralinas. Encima, la Fm. Urquiaga consiste de alrededor de 500 m de dolomías, calizas y pizarras con un desarrollo arrecifal local hacia la parte alta de la formación. Esta parte, contiene braquiópodos de la transición Emsiense-Eifeliense (Requadt, 1974; Juch y Schafer, 1974; García-Alcalde *et al.*, 2002).

La sedimentación de areniscas, enriquecidas en hierro, se produjo durante el Eifeliense en la parte meridional del dAM (Fm. Eznazu, con unos 200 m de espesor). En cambio, un escaso espesor de calizas nodulares, crinoidales y con braquiópodos (Calizas de corales) tuvo lugar en el Eifeliense del dsnS (Mirouse, 1966; Joseph *et al.*, 1980). La escasa potencia de esas calizas contrasta con la sedimentación potente de pizarras con algunas calizas y areniscas carbonatadas depositadas hacia el este y norte (Fm. Vilaller en los dsnB y dSN, Fm. Entecada en el dC). La sedimentación arcillosa prevaleció también en el dS, donde el espesor decrece. En cambio, una sedimentación calcárea tuvo lugar en el dO y corresponde a la Fm. Comabella del dEC. Esta formación incluye un episodio de profundización en el Eifeliense Temprano que localmente está representado por pizarras y margas con dacrioconaridos (Capas de Taús de Montesinos y Sanz López, 1999).

Carbonatos, con una importante participación de corales, formaron una plataforma meridional entre el Eifeliense final y el Frasnense basal. Este incluye las calizas de Iturrumburu (ca. 250 m de espesor) preservadas en un área reducida del dAM (Wirth, 1967), los afloramientos de calizas coralinas en Oroz-Betelu (Chesterikoff, 1964) y particularmente las Calizas de corales (150-500 m de grosor, ver Mirouse, 1966) depositados en el dsnS y también en el dsnF del Pirineo septentrional. Las Calizas con corales corresponden a calizas biostromales estudiadas por Joseph y Tsien (1975) y Joseph

*et al.* (1980, 1984). Por otro lado, algunas de las láminas involucradas en el manto del Cadí (dEC) contienen calizas arrecifales y otras, cuerpos derivados de éstas hacia el talud (Sanz López, 1995). La plataforma carbonatada progradó hacia facies de pizarras, de manera que en el Pirineo central se inició la primera hacia el final del Eifeliense al sur (Fm. Renanué en el dsnB) y en el Givetiense medio al norte (Calizas de St. Esteve en el margen sur del dC). La sedimentación arcillosa, característica del centro de la cuenca, ocupó la mayor parte del dAM (Pizarras de Argus, con espesores de 800-1000 m) y el dC, aunque en este último, se depositaron entre el Givetiense medio y el Frasnense temprano (Perret *et al.*, 1972, Palau y Sanz, 1989; García-López *et al.*, 1991) la Caliza nodular de dacrioconáridos de Bandolers al este, denominada de Gabiedou y Pic de Larrue al oeste. En el dS, espesores pequeños de pizarras con capas de calizas se han descrito entre el Eifeliense y el Givetiense temprano, mientras que calizas nodulares fueron depositadas durante el Givetiense (Bodin, 1988). La sedimentación carbonatada y condensada fue característica de la parte oriental de la cadena, con calciturbiditas de dacrioconaridos y suelos endurecidos en el Givetiense superior del dEC.

Una tasa alta de sedimentación tuvo lugar durante el Frasnense temprano en el dAM y el surco del dC. En el primer dominio, algunas formaciones de cuarcitas y pizarras del Grupo Irurita alcanzaron un espesor total de 800-1500 m (de Boer *et al.*, 1974). También cuarcitas y areniscas se registraron en el Frasnense temprano de la parte meridional del dC (Areniscas de Les Bordes de Kleinsmiede, 1960). El espesor es menor en el dC y las condiciones de sedimentación se han interpretado como de una mayor profundidad que en el dAM, siendo probables los aportes desde este último dominio. Pizarras, calciturbiditas, brechas carbonatadas intraformacionales y algunas pizarras son comunes en las calizas nodulares del Frasnense temprano-medio de la Fm. Comabella en el dEC (Boersma, 1973; Sanz López, 1995), indicando una alta inestabilidad en la cuenca. La presencia local de brechas intraformacionales frasnenses en el dS fue interpretada como derivado de la actividad de fallas y subsidencia diferencial (Raymond, 1987).

En el Frasnense medio del dAM, la sedimentación evolucionó hacia una disminución de los aportes (Pizarras de Artesiaga, 500 m de espesor), para luego incorporar faunas de braquiópodos y corales de aguas someras, con cuerpos de calizas bioclásticas (Fm. Picuda) en el Frasnense tardío (Wirth, 1967). Estas unidades son sustituidas lateralmente por un sistema de barras de plataforma somera formadas por areniscas (Fm. Abartán). En el dC, la sedimentación evolucionó hacia capas formadas en procesos turbidíticos (Areniscas y pizarras de Riu Nere, 300-600 m de espesor), con conodontos frasnenses (Krylatov y

Stoppel, 1971; Joseph, 1973). El tamaño del grano y el espesor de las unidades decrece hacia el norte del dC, donde se describió al horizonte de Tourmalet (Bouquet *et al.*, 1982). Hacia el sur del dC, se encuentran formaciones de pizarras, areniscas y calizas con menor espesor (Pizarras y calizas de La Tuca de García Sansegundo, 1992; series calcáreo-clásticas distales descritas por Majesté-Menjoulas *et al.*, 1991) que involucran aportes de bioclastos desde el sur en el Frasnense medio y tardío (Perret *et al.*, 1972; García-López *et al.*, 1991; Sanz López, 1995). Estos aportes procederían de la plataforma de la Caliza de corales en retroceso en el dsnS, o de cuerpos derivados o próximos a las calizas arrecifales como la Serie de Lazerque (120 m de espesor) en el valle del Aragón Subordán (Joseph *et al.*, 1984). La mayor parte de la sedimentación preservada en el dsnS corresponde a la Fm. Ferreturas o Serie de Lariste, que consiste en 300-350 m de pizarras con areniscas y capas de calizas con braquiópodos y algunos corales (Joseph *et al.*, 1980). De forma parecida, calizas arenosas (parte alta de la Caliza de Renanué) son interpretadas como depósitos de tormenta en una plataforma interna (Sanz López, 1995) en el dsnB y contienen conodontos (Boersma, 1973) del Frasnense medio. Esta unidad soporta una alternancia de pizarras y calizas (Pizarras de Sahún), correspondientes a tempestitas distales, similares a la Fm. Ferreturas.

En el dS, las pizarras del Alto Garona (Crilat, 1983) sustituyen lateralmente a las areniscas y pizarras del dC. Pizarras y margas con nódulos calcáreos están intercalados en el Frasnense medio (Bodin, 1988), mientras que calizas condensadas nodulares fueron dominantes en los afloramientos septentrionales (Barrouquère, 1968). Estas calizas nodulares y bioclásticas son las litologías presentes en los Pirineos orientales, aunque también un desarrollo arrecifal, y la sedimentación de depósitos gravitacionales de talud asociados, persistió en parte del dEC hasta el Frasnense tardío.

El límite Frasnense/Fameniense se ha reconocido con detalle en calizas nodulares condensadas del techo de la Fm. Comabella (Sanz López, 2002b). Las rocas del Fameniense temprano son referidas usualmente como calizas “Griotte” (o Fm. La Mena en el dEC, Sanz López, 1995). La unidad consiste de 12-30 m de calizas nodulares de color rojo con cefalópodos que forman una rampa carbonatada hemipelágica presente en los dominios dEC, dO y parte del dS. La pérdida del color rojo y un incremento del contenido arcilloso en las calizas ocurren en los afloramientos meridionales del dS (Bouquet y Stoppel, 1975; Cygan, 1979). Las calizas nodulares fueron reemplazadas por un mayor espesor de pizarras y calizas depositadas en medios pobremente oxigenados en el dC: Pizarras de Campalias. Una litología similar, pero con fauna de aguas someras, fue

reconocida en el dAM (Hedebaut, 1975, ca. 30 m) y corresponde a las Capas de Belate. Lateralmente, las pizarras negras incrementan su contenido en arena en el dC y pueden haber sido incluidas en las partes altas de la Serie de Sia, o bien de la Fm. Ferreturas del dsN. Por otro lado, el área marginal meridional de la rsn no tiene preservadas rocas de esta edad, ya que existe una laguna estratigráfica que alcanza capas del Emsiense (Mirouse, 1965). Tan sólo localmente, se han detectado escasos metros de calizas bioclásticas preservadas sobre la discontinuidad (Perret, 1993). Esta discordancia cartográfica soporta a un solapamiento expansivo hacia el sur de las calizas crinoidales o nodulares famenienses de la Fm. Barousse. La formación fosilizó el margen del macizo del Ebro como el alto sedimentario del dCV (Hedebaut, 1975). La Fm. Barousse constituye una rampa carbonatada profunda compuesta por 25-70 m de calizas nodulares y de cefalópodos que afloran en la mayor parte de los Pirineos en el Fameniense medio-superior. La parte superior de la Fm. Barousse contiene las Cenizas y cherts negros de Soques (Perret, 1993) en el dsN y en el dAM, mientras que el tramo final incluye los niveles “B” y “C” de Boyer *et al.* (1974) en la mayor parte de los Pirineos. El primer horizonte está compuesto por unas decenas de centímetros de pizarra, localmente dos metros en el dC (Bouquet y Stoppel, 1975). Sobre él, la caliza nodular “C” (unos 2 m de espesor) proporcionó los primeros conodontos carboníferos.

Algunos metros de cherts y pizarras con frecuentes nódulos fosfáticos (Cherts de Saubette) se disponen por encima del nivel “C”. La unidad tuvo una amplia distribución excepto en altos sedimentarios y áreas marginales como los del dsN meridional y del dsF. Allí, calizas condensadas arenosas y transgresivas de la parte inferior de la Fm. Aspe-Brousset (Perret, 1993) se colocan sobre la discontinuidad citada arriba, y son equivalentes a los cherts depositados hacia cuenca. La Fm. Aspe-Brousset está compuesta por 25-30 m de calizas nodulares a masivas con cefalópodos. Con frecuencia se inicia en el Turnesiense final, disponiéndose entonces sobre el Mb. Saubette o directamente sobre rocas más antiguas, por encima de la discordancia. Las calizas de Aspe-Brousset incluyen el Mb. Luron, cherts versicolores con pizarras y capas granoclasificadas de cenizas volcánicas (Krylatov, 1963). Los Cherts de Luron se disponen directamente sobre los Cherts de Saubette en las áreas más profundas de la cuenca (como dCV, dAM, dC, partes del dS y ocasionalmente en el dEC).

Las capas altas de la Fm. Aspe-Brousset contienen conodontos del Viseense tardío al Serpukhoviense superior. El contacto con las rocas siliclásticas situadas encima, Facies Culm, es una discordancia erosiva o bien una transición donde las pizarras son muy

abundantes en el dEC, el dS (facies de Larbont) y en el dAM (Fm. Arga). Estas pizarras fueron interpretadas como una superficie de profundización justo en el inicio de la formación de las cuencas variscas de antepaís (Delvolvé *et al.*, 1983), y contienen una asociación de ammonoideos del Viseense superior en el macizo de Mouthoumet (Bessière *et al.*, 1980), dS y dAM (fauna de Mandette de Delépine, 1935). Además, ammonoideos del Serpukhoviense (Arnsbergiense) también fueron identificados en las pizarras del dAM y en la parte superior de la Fm. Aspe-Brousset en el dsnS (Cygan *et al.*, 2002).

Las rocas en Facies Culm tienen litologías muy variadas; Delvolvé *et al.* (1983, 1996) las interpretaron como un flysch depositado en sistemas de abanicos de aguas profundas desde facies de talud, cañón y abanico, a pesar de la continuidad lateral escasamente preservada de los sistemas. Sin embargo, Sanz López (1992) interpretó localmente algunos cuerpos antiguos de la Fm. Bellver (dEC) como abanicos deltaicos anteriores a la sedimentación de las facies turbidíticas. Estas facies de aguas someras están cubriendo a olistolitos, láminas exo-cársticas y rellenos de paleocarst, y fosilizan a fallas con una componente normal, también descritas por Bichot (1986) en el dsnS y el dEC.

La Facies Culm contiene olistolitos y cantos carbonatados retrabajados, originados en plataformas de aguas someras más o menos contemporáneas con la sedimentación del flysch. Hasta el momento sólo se han encontrado los restos reelaborados de dichas plataformas. Una edad de Viséense superior para los clastos carbonatados es deducida por Delvolvé *et al.* (1994) en parte de la dS y también en el dEC. La edad Serpukhoviense fue señalada para clastos (Vachard *et al.*, 1991) y enormes olistolitos (Calizas de Ardengost, Perret y Vachard, 1977) incluidos en el dS. Clastos más modernos del Bashkiriense se encuentran en el dsnS, dC, dSN y dAM (Delvolvé y Perret, 1987; Vachard *et al.*, 1989), edad también asignada a la fauna encontrada en las capas siliciclásticas (Kinderscoutiense-Yeadoniense). Finalmente, algas y foraminíferos retrabajados son ya del Kashiriense (Moscoviense ó Westfaliense C) en el dCV (Delvolvé *et al.*, 1987). En consecuencia, el relleno en Facies Culm fue interpretado en relación con la migración hacia el sur-oeste de los surcos sedimentarios que se iban desarrollando con la propagación de la orogenia varisca (Delvolvé, 1981; Engel, 1984; Delvolvé *et al.*, 1996; Perret, 1993). La sedimentación de tipo flysch antecedió a la deformación varisca y al desarrollo de cabalgamientos, y tuvo lugar delante del frente que avanzaba en el cinturón orogénico.

Sobre el margen pasivo y contemporánea con la sedimentación de tipo flysch, tuvo lugar la deposición de las calizas de Fm. l'Iraty sobre la Fm. Aspe-Brousset (rsn, dAM, partes DC y probablemente dCV). La formación está compuesta por calizas laminadas



interpretadas como tempestistas y corresponde a rampas formadas entre el Serpukhoviense superior y diferentes horizontes del Baskhiriense (Perret, 1985, 1993), según un retroceso escalonado hacia el sudoeste.

#### Referencias:

- Barrouquère, G. (1968): Données nouvelles sur le Dévonien du Massif de l'Arize. *Compte Rendu sommaire de la Société géologique de France*, 9: 294-295.
- Bessière, G., Mirouse, R. y Perret, M.F. (1980): Découverte de faunes de la limite Viséen-Namurien sous le "Culm" carbonifère du Massif de Mouthoumet (Aude). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences Paris*, 29, D: 521-524.
- Bichot, F. (1986): *La tectonique distensive carbonifère dans les Pyrénées. Correlations est-canadiennes et oest-européennes*. Thèse Univ. Bordeaux III (Sciences de la Terra), 320 p.
- Bodin, J. (1988): *Le Dévonien inférieur et moyen des Pyrénées ariégeoises et centrales. Biostratigraphie, séries hétéropiques et mise en évidence de nappes hercyniennes précoces*. Documents Bureau Recherches Géologiques et Minières, 153: 255 p.
- Boer, H.U. de, Krausse, M.F., Mohr, K., Pilger, A. y Requadt, H. (1974): La région de magnésite d'Eugui dans les Pyrénées Occidentales espagnoles: Une explication de la carte géologique. *Pirineos*, 111: 21-39.
- Boersma, K.Th. (1973): Devonian and Lower Carboniferous conodont biostratigraphy, Spanish Central Pyrenees. *Leidse Geologische Mededelingen*, 49: 303-377.
- Bouquet, C. y Stoppel, D. (1975): Contribution à l'étude du Paléozoïque des Pyrénées centrales (Hautes vallées de la Garonne et d'Aure). *Bulletin du Bureau Recherches Géologiques et Minières*, Sect. 1, 1: 7-61.
- Bouquet, C., Stoppel, D. y Ternet, Y. (1982): Présence du Dévonien au col du Tourmalet (Hautes-Pyrénées). *Bulletin du Bureau Recherches Géologiques et Minières*, (2), Sect. 1, 3: 233-235.
- Boyer, F., Krylatov, S. y Stoppel, D. (1974): Sur le problème de l'existence d'une lacune sous les lydiennes à nodules phosphatés du Dinantien des Pyrénées et de la Montagne Noire (France, Espagne). *Geologisches Jahrbuch B*, 9: 1-60.
- Carls, P. (1988): The Devonian of Celtiberia (Spain) and Devonian paleogeography of SW Europe. *Canadian Society of Petroleum Geology*, memoir 14: 421-464.

- Cavet, P. (1957): Le Paléozoïque de la zone axiale des Pyrénées orientales françaises entre le Roussillon et l'Andorre (étude stratigraphique et paléontologique). *Bulletin du Service de la Carte géologique de la France*, 55, 254: 303-518.
- Chesterikoff, A. (1964): Note sur l'existence d'un paléodôme dans la région de Burguete-Arive-Arrieta (Pyrénées basques espagnoles) et ses relations métallogéniques avec les mineralizations périphériques. *Bulletin Société Géologique de France*, (6), VIII: 225-232.
- Crilat, S. (1983): Le Devonien supérieur et le Carbonifère inférieur des Pyrénées et de la Montagne Noire (Frasnien, Famennien, Tournaisien). *IGCP n° 5, Newsletter*, 5: 231-254.
- Cygan, C. (1979): *Etude de conodontes dévoniens des Pyrénées et du massif de Mouthoumet*. Travaux du Laboratoire Géologie-Pétrologie de l'Université Paul Sabatier, Toulouse, 340 pp.
- Cygan, C., Deramond, J., Majesté Menjoulas, Cl., Joseph, J. y Perret Mirouse, M.-F. (2002): *Pyrenees field trip: North Pyrenean Zone (Ariège) and Variscan high Chain (Western Pyrenees)*. Guide book Eight International Conodont Symposium held in Europe, 2002. Toulouse, 88 p.
- Cygan C. y Raymond, D. (1979): Nouvelles données stratigraphiques sur le Dévonien des Aspres (nord-est du massif du Canigou, Pyrénées orientales). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, (D): 228, 35-38.
- Dalloni, M. (1930): Etude géologique des Pyrénées Catalanes. *Annales de la Faculté des Sciences de Marseille*, 26, 3: 1-373.
- Dégardin, J.M. (1988): Le Silurien des Pyrénées. Biostratigraphie. Paléogéographie. *Société Géologique du Nord*, 15: 1-355.
- Dégardin, J.M. (coord.) *et al.* (1996): Ordovicien supérieur-Silurien. En: *Synthèse géologique et géophysique des Pyrénées* (A. Barnolas, J.C. Chiron y B. Guérangué, Eds.). Editons BRGM-ITGE, vol. 1, 211-233.
- Delépine, G. (1935): Contribution a l'étude de la faune du Dinatien des Pyrénées Deuxième partie: la faune de Mondette. *Bulletin Société Géologique de France*, (5), V: 171-189.
- Delvolvé, J.J. (1981): Arguments en faveur de l'âge namurien du Culm des Pyrénées centrales françaises. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 293: 219-222.

- Delvolvé, J.J. (coord.) *et al.* (1996): Carbonifère à faciès Culm. En: *Synthèse géologique et géophysique des Pyrénées* (A. Barnolas, J.C. Chiron y B. Guérangué, Eds.). Édition BRGM-ITGE, vol. 1, 303-338.
- Delvolvé J.J., Hansotte, M. y Vachard, D. (1994): Biostratigraphy by foraminifera and algae of the Carboniferous deposits (Uppermost Viséan-Sepukhovian) of the Arize Massif (Ariège, France). *Neues Jahrbuch Geologie und Paläontologie Abhandlungen*, 192 (2): 183-201.
- Delvolvé J.J. y Perret, M.F. (1987): Foraminifères, algues et conodontes bashkiriens du Culm des Pyrénées béarnaises. *Geobios*, 20 (2): 193-213.
- Delvolvé J.J., Perret, M.F. y Vachard, D. (1987): Découverte du Kachirien (Moscovien inférieur) à fusulines et algues dans le massif des Cinco Villas (Pyrénées basques, Espagne). *Geobios*, 20 (4): 541-548.
- Delvolvé J.J., Souquet, P., Vachard, D., Perret, M.F. y Aguirre, P. (1983): Caractérisation d'un bassin d'avant-pays dans le Carbonifère des Pyrénées: faciès, chronologie de la tectonique synsédimentaire. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 316: 959-966.
- Engel, W. (1984): Migration of folding and flysch sedimentation on the southern flank of the Variscan Belt (Montagne Noire, Mouthoumet Massif, Pyrénées). *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft*, 135: 279-272.
- García-Alcalde, J.L., Carls, P., Pardo-Alonso, M.V., Sanz-López, J., Soto, F.M., Truyols-Massoni, M. y Valenzuela-Ríos, J.I. (2002): Devonian. En: *The Geology of Spain* (W. Gibbons, y M.T. Moreno, Eds.). Geological Society, London, 67-91.
- García-López S., García-Sansegundo, J. y Arbizu, M. (1990): Datos estratigráficos y paleontológicos de la sucesión devónica del área del río Baliera (Zona Axial, Pirineos centrales españoles). *Geogaceta*, 7: 33-35.
- García-López, S., Garcia-Sansegundo, J. y Arbizu, M. (1991): Devonian of the Aran Valley Synclinatorium, Central Pyrenees, Spain: Stratigraphical and Paleontological data. *Acta Geològica Hispànica*, 26, 1: 55-66.
- García-López, S., Rodríguez-Cañero, R., Sanz-López, J., Sarmiento, G.N. y Valenzuela-Ríos, J.I. (1996): Conodontos y episodios carbonatados en el Silúrico de la Cadena hercínica meridional y el Dominio Sahariano. *Revista Española de Paleontología*, Número Extraordinario: 33-57.

- García Sansegundo, J. (1992): *Estratigrafía y estructura de la Zona Axial pirenaica en la transversal del Valle de Arán y de la Alta Ribagorça*. Publicaciones especiales del Boletín Geológico y Minero, 167 pp.
- Heddebaut, C. (1973): *Etudes géologiques dans les Massifs paléozoïques basques*. Thèse Univ. Sci. Tech. Lille, 272, 263 pp.
- Heddebaut, C. (1975): Etudes géologiques dans les Massifs paléozoïques basques (résumé de thèse). *Bulletin du Bureau Recherches Géologiques et Minières*, (2), IV, 1: 5-30.
- Joseph, J. (1973): *Le Paléozoïque de la nappe de Gavarnie entre le cirque de Troumouse et le gave de Pau*. Thèse 3ème cycle, Toulouse, 143 pp.
- Joseph, J., Brice, D. y Mouravieff, N. (1980): Données paléontologiques nouvelles sur le Frasnien des Pyrénées centrales et occidentales: implications paléogéographiques. *Bulletin de la Société d' Histoire Naturelle Toulouse*, 116 (1-2): 16-41.
- Joseph, J. Mirouse, R. y Perret, M.F. (1984): Calcaires dévoniens et carbonifères du Monte Tobazo (Pyrénées aragonaises, Huesca, Espagne). *Acta Geologica Hispanica*, 19 (3): 149-166.
- Joseph, J. y Tsien, H.H. (1975): Calcaires mésodévoniens et leurs faunes de Trétracoralliaires en haute vallée d'Ossau (Pyrénées Atlantiques). *Bulletin de la Société d' Histoire Naturelle Toulouse*, 111 (1-2): 179-202.
- Juch, D. y Schafer, D. (1974): L'Hercynien de Maya et de la vallée d'Arizakum dans la partie orientale du massif de Cinco-Villas (Pyrénées Occidentales de Espagne). *Pirineos*, 111: 41-58.
- Klarr, K. (1974): La structure géologique de la partie sud-est du Massif des Aldudes-Quinto Real (Pyrénées Occidentales). *Pirineos*, 111: 59-67.
- Kleinsmiede, W.J.F. (1960): Geology of the valle d'Aran (Central Pyrenees). *Leidse Geologische Mededelingen*, 25: 129-245.
- Krylatov, S. (1963): Note préliminaire sur les jaspes dinantiens des Pyrénées et leur cortège). *Bulletin Société Géologique de France*, (7), V: 393-400.
- Krylatov, S. y Stoppel, D. (1971): Attribution au Frasnien de la série de Sia (zone primaire axiale des Pyrénées). Ses rapports avec celle des Agudes-Cap de Pales. Conséquences paléogéographiques. *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft*, 122: 213-230.

- Llopis Lladó, N., de Villalta, J. F., Cabanas, R., Pelaez Pruneda, J. R. y Vilas, L. (1968): Le Devonien de l'Espagne. *International Symposium on the Devonian System*, Calgary, 1967, 1: 171-187.
- Majesté-Menjoulas, C., Debat, Cl. y Mercier, A. (1991): Les massifs anciens des Pyrénées. *Sciences Géologiques Bulletin* 44 (3-4): 337-369.
- Majesté-Menjoulas, C. y Ríos, L.M. (coord.) (1996): Dévonien-Carbonifère inférieur. En: *Synthèse géologique et géophysique des Pyrénées* (A. Barnolas, J.C. Chiron y B. Guérangué, Eds.). Édition BRGM-ITGE, vol. 1, 235-301.
- Mey, P.H.W. (1967): The Geology of the upper Ribagorzana and Baliera valleys, Central Pyrenees, Spain. *Leidse Geologische Mededelingen*, 41: 153-220.
- Mey, P.H.W. (1968): Evolution of the Pyrenean Basins during the Late Paleozoic. *International Symposium on the Devonian System*, Calgary, 1967, 2: 1157-1166.
- Mirouse, R. (1965): Paléogéographie dévonienne de l'extrémité occidentale du bâti axial pyreneen. *Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España*, 80: 121-136.
- Mirouse, R. (1966): *Recherches géologiques dans la partie occidentale de la zone primaire axiale des Pyrénées*. Mémoires pour servir a l'explication de la Carte Géologique détaillé de la France, Paris, 451 pp.
- Montesinos, J.R. y Sanz López, J. (1999): Ammonoideos del Devónico Inferior y Medio en el Pirineo Oriental y Central. Antecedentes históricos y nuevos hallazgos. *Revista Española Paleontología*, N° extr. Homenaje Prof. J.Truyols: 97-108.
- Palau, J. y Sanz, J. (1989): The Devonian units of the Marimanya Massif and their relationship with the Pyrenean Devonian facies areas. *Geodinamica Acta*, 3: 171-182.
- Perret, M.-F. (1985): La limite Mississipien-Pennsylvanien dans les Pyrénées françaises. *Dixième Congrès International de Stratigraphie et de Géologie du Carbonifère, Madrid 1983*, 4: 350-369.
- Perret, M.F. (1993): Recherches micropaléontologiques et biostratigraphiques (conodontes-foraminifères) dans le Carbonifère Pyreneen. *Strata*, 2 (21): 1-597.
- Perret, M.F., Joseph, J., Mirouse, R. y Mouravieff, A. (1972): Un précieux jalon chronostratigraphique dans le Paléozoïque pyrénéen: la datation des "Calcaires rubanés" du Pic Larrue (Hautes Pyrénées). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, (série D), 274: 2439-2442.

- Perret, M.F. y Vachard, D. (1977): Algues et pseudo-algues des calcaires serpukhoviens d'Ardengost (hautes-Pyrénées). *Annales Paleontologie Invertébrés*, 63 (2): 85-156.
- Raymond, D. (1987): Le Dévonien et le Carbonifère inférieur du sud-ouest de la France (Pyrénées, Massif de Mouthoumet, Montagne Noire): sédimentation dans un bassin flexural en bordure sud de la Chaîne de collision varisque. *Geologische Rundschau* 76/3: 795-803.
- Raymond, D. y Weyant, M. (1982): Individualisation de deux séries hétéropiques au sein du Dévonien et du Carbonifère inférieur de la zone axiale pyrénéenne entre les vallées de l'Aude et de l'Ariège (France). *Bulletin Société Géologique de France*, (7), 24 (2): 265-274.
- Requadt, H. (1974): Aperçu sur la stratigraphie et le faciès du Devonien inférieur et le moyen dans les Pyrénées Occidentales d'Espagne. *Pirineos*, 111: 109-127.
- Sanz López, J. (1992): Caracterización del límite entre la sedimentación carbonática y los depósitos siliciclásticos del Carbonífero inferior en la Unidad de la Tosa d'Alp (Pirineo oriental). *III Congreso Geológico de España y VIII Congreso Latinoamericano de Geología*, Salamanca, Simposios, 2: 186-195.
- Sanz López, J. (1995): *Estratigrafía y bioestratigrafía (conodontos) del Silúrico superior-Carbonífero inferior del Pirineo oriental y central*. Tesis doctoral Facultat de Geologia, Universitat de Barcelona, 717p. Col.lecció de Tesis Doctorals Microfitxades núm. 2840. Publicacions de la Universitat de Barcelona (1996), 1-9 and microfilms.
- Sanz López, J. (2002a): Devonian and Carboniferous pre-Stephanian rocks from the Pyrenees. En: *Palaeozoic conodonts from northern Spain. Eight International Conodont Symposium held in Europe* (S. García-López y F. Bastida, Eds.). Publicaciones del Instituto Geológico y Minero de España, Serie: Cuadernos del Museo Geominero, 1, Madrid, 367-389.
- Sanz López J. (2002b): Devonian and Lower Carboniferous rocks from the Cadí nappe (eastern Pyrenees). En: *Palaeozoic conodonts from northern Spain. Eight International Conodont Symposium held in Europe* (S. García-López y F. Bastida, Eds.). Publicaciones del Instituto Geológico y Minero de España, Serie: Cuadernos del Museo Geominero, 1, Madrid, 419-438.
- Sanz López, J., Gil-Peña, I. y Rodríguez Cañero, R. (2002): Conodont content and stratigraphy of the Llessui Formation from the south central Pyrenees. En: *Palaeozoic conodonts from northern Spain. Eight International Conodont Symposium held in Europe* (S. García-López y F. Bastida, Eds.). Publicaciones del

- Instituto Geológico y Minero de España, Serie: Cuadernos del Museo Geominero, 1, Madrid, 391-401.
- Sanz López, J. y Sarmiento, G.N. (1995): Asociaciones de conodontos del Ashgill y del Llandovery en horizontes carbonatados del valle del Freser (Girona). *XI Jornadas de Paleontología, Tremp*: 157-160.
- Sanz López, J., Valenzuela-Ríos, J.I., García-López, S., Gil Peña, I. y Robador, A. (1999): Nota preliminar sobre la estratigrafía y el contenido en conodontos del Prídolí-Lochkoviense inferior en la unidad de els Castells (Pirineo central). *Temas Geológico-Mineros ITGE*, 26 (2): 638-642.
- Schmidt, H. (1931): Das Paläozoikum der spanischen Pyrenäen. *Abhandlungen der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, Math.-Phys.*, Kl.3, H.5, 8: 981-1065.
- Vachard, D., Delvolvé, J.J. y Hansotte, M. (1991): Foraminifères, algues et pseudo-algues du Serphoukhovien du massif de l'Arize (Carbonifère inférieur des Pyrénées). *Geobios*, 24 (3): 251-256.
- Vachard, D., Perret, M.F. y Delvolvé, J.J. (1989): Algues, pseudo-algues et foraminifères des niveaux bachkiriens dans les secteurs d'Escarra et Aragón Subordan (Pyrénées aragonaises, Espagne). *Geobios*, 22 (6): 697-723.
- Valenzuela-Ríos, J.I. (1994): *Conodontos del Lochkoviense y Praguense (Devónico Inferior) del Pirineo Central español*. Memorias Museo Paleontología Universidad Zaragoza, 5, 142 p.
- Valenzuela-Ríos, J.I. y Carls, P. (1996): Conodontos e Invertebrados del Devónico Medio del valle de Tena (Huesca, Pirineo aragonés). *Coloquios Paleontología*, 46: 43-59 y 196-199.
- Wensink, H. (1962): Paleozoic of the Gallego and Ara Valleys, Huesca province, Spanish Pyrenees. *Estudios Geológicos*, 18, 1-2: 1-74.
- Wirth, M. (1967): Zur Gliederung des höheren Paläozoikums (Givet-Namur) im Gebiet des Quinto Real (West pyrenäen) mit Hilfe von Conodonten). *Neues Jahrbuch Geologie und Paläontologie Abhandlungen*, 127, 2: 179-244.
- Zwart, H.J. (1979): The Geology of the Central Pyrenees. *Leidse Geologische Mededelingen*, 50: 1-74.

Figura 1. (Leyenda de la figura incluida en el mapa general). Esquema geológico de los afloramientos paleozoicos de los Pirineos en donde se han diferenciado los dominios sedimentarios utilizados en el texto. Rocas del Cambro-Ordovícico (1), rocas del Silúrico (2), dominio de Cinco Villas -dCV- (3), dominio de Alduides-Mendibeltza -dAM- (4), dominio de Sallent -dsnS- (5), dominio de Ferrières -dsnF- (6), dominio de Sierra Negra -dSN- (7), dominio de Baliera -dsnB- (8), dominio Central -dC- (9), dominio Septentrional -dS- (10), dominio Oriental -dO- (11), dominio del Comte -dEC- (12), granitoides (13), rocas post-variscas (14).

Figura 2. Esquema de correlación entre las unidades litoestratigráficas de los diferentes dominios pirenaicos. El sombreado gris corresponde a lagunas sedimentarias. Las líneas verticales a carbonatos, las líneas onduladas y rombosa calizas nodulares, los puntos a areniscas y las bandas de puntos a areniscas y pizarras. Finalmente los cherts están representados por triángulos.



		dCV	dAM				dsnS	dC	dS	dC	rsn	dEC		
		BERTIZ	BAZTÁN	ALDUIDES KINTO REAL	MENDIBELTA	OROZ BETELU	HAUT-BEARN ARAGÓN	CAUTERETS	LA PIQUE	SALAT	VALD'ARAN N S	dSN dsnB	CASTELLS CERDANYA	
CARBÓNIFERO	PENSILVÁNICO	FM ECHELAR			FM. OLAZAR		FM. L'IRATY		FACIES CULM					
	BASHKIRIENSE	Calizas de Aianaz		Mb. Baserdi Mb. Astureta Mb. Ochaverri	FM. L'IRATY									
	SERPUKHOVIENSE	?		PIZARRAS DE ARGÁ									FM. BELLVER	
	MISISÍPICO	WISENSE	FM. ORMATECO		FM. SURIAIN	MB. LOURON		FM. ASPE-BROUSSET						
		TURNESIENSE	MB. LOURON			MB. LOURON		MB. LOURON						MB. LOURON
DEVÓNICO	SUPERIOR	MB. SAUBETTE			MB. SAUBETTE		MB. SAUBETTE						MB. SAUBETTE	
	FAMENIENSE	CALIZAS			CALIZAS DE SOTALAR		FM. BAROUSSE						FM. BAROUSSE	
	FRASNIENSE			ARENISCAS ARBATÁN	CAPAS VELATE								FM. LA MENA	
	MEDIO	GIVETIENSE	PIZ. EZPONDA AREN. ARREGUI		PICUDA	Areniscas C.verneuill		SERIE LARISTE						FM. LA MENA
		EIFELIENSE	FM. ELORZURI		ARTESIAGA ADARZA-OCORO	OCCABE		LAZERQUE						FM. LA MENA
	INFERIOR	EMSIENSE			FM. LASTUR ITURRUMBURU	FM. ARGUS		FM. FERRETIERAS ASOCIACIONES DIT-DIS						FM. LA MENA
		PRAGUIENSE			FM. EZNAZU	Pizarras arenosas		SERIE DE AGUDES CAP DE PALES SIA						FM. LA MENA
		LOCHKOVIENSE			FM. URQUIAGA	dolomía arenosa		SERIE DE AGUDES CAP DE PALES SIA						FM. LA MENA
		LUDLOW			FM. URQUIAGA	dolomía arenosa		SERIE DE AGUDES CAP DE PALES SIA						FM. LA MENA
	SILÚRICO	WENLOCK			FM. URQUIAGA	dolomía arenosa		SERIE DE AGUDES CAP DE PALES SIA						FM. LA MENA
LLANDOVERY				FM. URQUIAGA	dolomía arenosa		SERIE DE AGUDES CAP DE PALES SIA						FM. LA MENA	
				FM. URQUIAGA	dolomía arenosa		SERIE DE AGUDES CAP DE PALES SIA						FM. LA MENA	
				FM. URQUIAGA	dolomía arenosa		SERIE DE AGUDES CAP DE PALES SIA						FM. LA MENA	
				FM. URQUIAGA	dolomía arenosa		SERIE DE AGUDES CAP DE PALES SIA						FM. LA MENA	



