

Estratigrafía y estructura de los materiales permotriásicos del sector Gijón-La Collada (Asturias)

A. P. PIEREN *, J. L. ARECES **, J. TORAÑO ** y E. MARTÍNEZ GARCÍA ***

* *Dpto. de Estratigrafía, Fac. CC. Geológicas,
Universidad Complutense, 28040 Madrid*

** *Mina la Camocha, San Martín de Huerces, Gijón (Asturias)*

*** *Dpto. de Geología, Universidad de Oviedo, 33080 Oviedo (Asturias)*

RESUMEN

Una campaña de investigación geológico-minera del yacimiento carbonífero de «Mina La Camocha» ha aportado nuevos y abundantes datos del Pérmico de la Orla Cantábrica. Al no aflorar en ningún punto el Carbonífero investigado con fines mineros, se realizó una campaña de exploración profunda que contó con líneas sísmicas, sondeos geológico-mineros de superficie e interior y sondeos de investigación hidrogeológica. Todos ellos han permitido reconocer en varios puntos la cobertera permotriásica completa, aportando numerosas precisiones y la discriminación de unidades que generalmente no afloran.

Se distinguen y caracterizan ocho unidades litoestratigráficas locales con rango de miembro, que se datan mediante correlación regional. En las unidades basales se observan importantes cambios de facies y de potencia relacionados con la configuración geodinámica inicial de la cuenca. Se propone un modelo de evolución ambiental de ésta. La investigación realizada permite situar y acotar en edad las principales fallas que en determinados momentos han condicionado la sedimentación, distinguiéndose fallas alpinas y tardihercínicas. Del estudio de estos materiales considerados pérmicos, ha resultado un mejor conocimiento de la Formación Caravia («Saxoniense») en la subcuenca de Gijón-Villaviciosa.

Palabras clave: Litoestratigrafía, Sondeos, Sísmica, Orla Cantábrica, Pérmico, Fm. Caravia, Fracturación Tardihercínica, Fracturación Alpina, Gijón, Asturias.

ABSTRACT

A geological and mining investigation campaign, of the buried «La Camocha Mine» coalfield, has indirectly provided several new data of the Cantabrian seaside Permian rocks (Asturias, N. Spain). As the Carboniferous investigated with mining purposes, does not crop out in the studied area, the campaign was carried out including seismic lines, surface and underground inclined geological, and hydrogeological research diamond drill boreholes. All of them recognised the complete permotriassic cover, providing several findings of different units, generally non-outcropping.

Eight local lithostratigraphic units with member rank are distinguished, characterized and dated as Permian through regional correlations. Important thickness and facies changes are observed within basal units. These are related with the initial geodynamic setting of the sedimentary basin. An environmental evolution is proposed. The investigation developed has enabled to precisely situate and limit the age of the main faults that in some specific periods have constraint sedimentation, and furthermore, alpine and late hercynian fractures are distinguished. The study of these Permian sequences is enhancing the knowledge of the Caravia Fm. (Saxonian) in the Gijón-Villaviciosa sub-basin.

Key words: Lithostratigraphy, Diamond Boreholes, Seismic Lines, Cantabrian margin, Permian, Caravia Fm., Late hercynian faulting, Alpine faulting, Gijón, Asturias.

MARCO GEOLÓGICO REGIONAL

En las Zonas Cantábrica y Palentina del Macizo Hespérico, los afloramientos de materiales pérmicos se encuentran actualmente diseminados reflejando la existencia de una cobertera que en su momento tuvo extensión regional (Martínez García, 1991), aunque ahora sea fragmentaria y residual por procesos erosivos posteriores. Estos afloramientos se encuentran en la actualidad desde el Oeste de Avilés (playa de Salinas) hasta la cuenca de Santander (en el límite oriental). Al Sur llegan hasta las proximidades de Cervera de Pisuerga, en la Zona Palentina.

Martínez García (1983a) distingue dos unidades en la sucesión pérmica de la Orla Cantábrica, las Capas de Viñón y las Capas de Villaviciosa, que posteriormente (Martínez García, 1991) subdivide en las formaciones Sotres, Cabranes y Caravia:

La Formación Sotres está constituida por conglomerados calcáreos en la base, seguidos por una alternancia de areniscas, pizarras negras, tobos, aglomerados volcánicos, coladas de lava y gruesas intercalaciones de caliza.

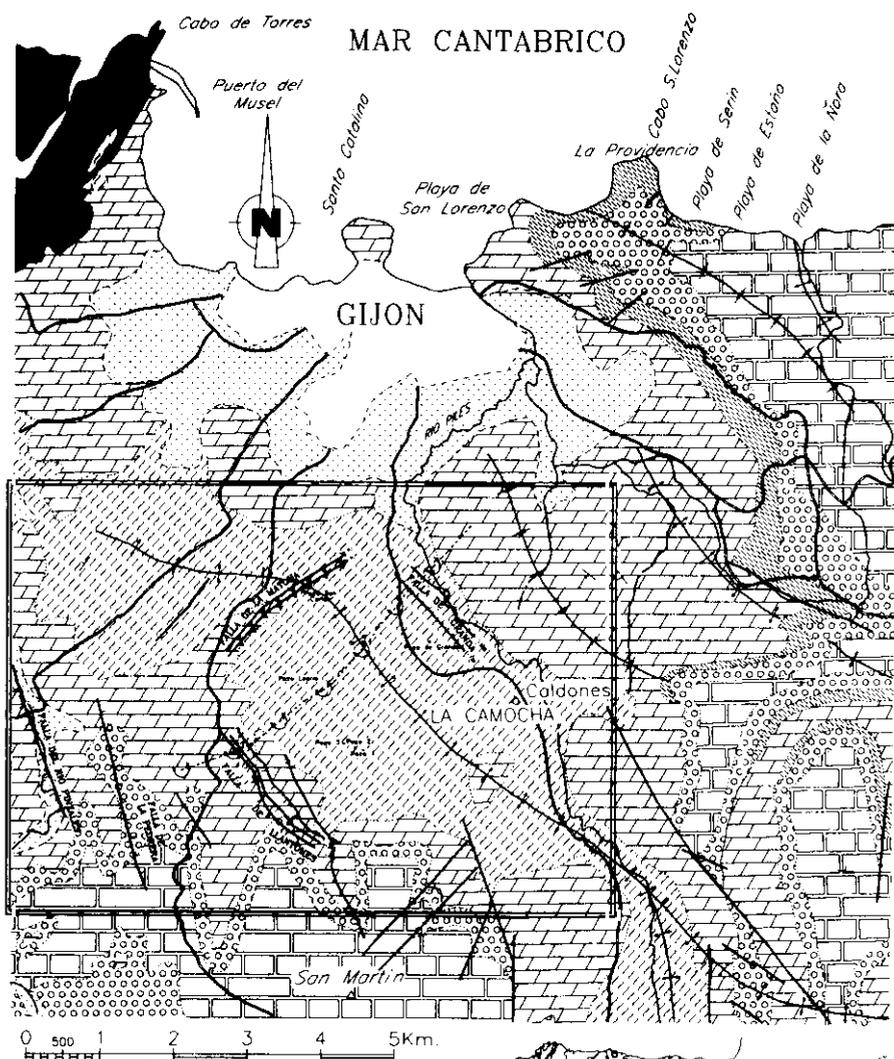
La Formación Cabranes está constituida por una potente sucesión de rocas vulcano-sedimentarias, lutitas y areniscas, con restos de plantas autunienses.

La Formación Caravia se sitúa discordantemente sobre las unidades anteriores o directamente sobre el basamento y está constituida por areniscas, margas y lutitas rojas con intercalaciones de conglomerados silíceos, seguidas por brechas calcáreas rojas, caliches y calizas, dolomías, areniscas y lutitas.

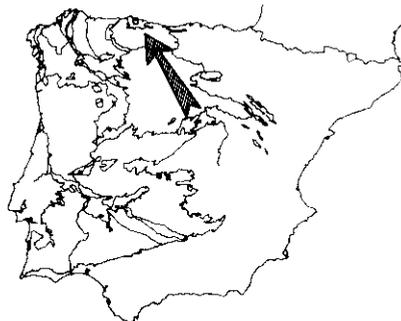
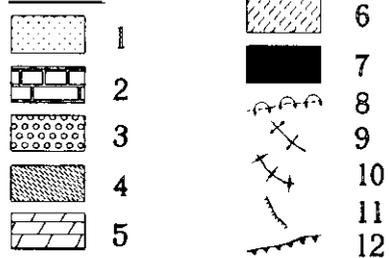
Martínez García *et al.* (1994) distinguen mediante un estudio estratigráfico minucioso, cuatro unidades en las laderas del Pico Paraes, Macizo de Peña Sagra, Cantabria, en una sucesión discordante sobre sedimentos de edad Kasimoviense, sucesión que a su vez es recubierta por conglomerados y areniscas del Buntsandstein mediante discordancia angular. La cuarta unidad, la Formación Labra que corresponde a un miembro superior de capas rojas, es según los mencionados autores claramente equiparable a la Formación Caravia del área de Villaviciosa, en la que hasta la fecha no se habían descrito restos fósiles.

En esta cuarta unidad de Peña Sagra, Martínez García *et al.* (1994) han hallado *in situ* y en los derrubios de ladera «25 trazas fósiles de pies y manos de vertebrados tetrápodos (*Hyloidichnus major* (Heyler & Lessertisseur) Haubold, 1971; *Limnopus cf. zeilleri*), así como de dos invertebrados (*Scoyenia gracilis* White 1929; *Isopodichnus cf. minutus* Debriette & Gand 1990)». También encontraron en esta unidad de capas rojas moldes de diversas plantas, algunos de los cuales se pueden atribuir sin dudas a *Supaia* sp., según H. Kerp en el mismo trabajo. Tras un análisis de los restos fósiles hallados en Peña Sagra, concluyen que el miembro superior de capas rojas de la Fm. Labra de Peña Sagra puede, en función de las correlaciones realizadas, considerarse «del conjunto Saxoniense, situado por encima del Autuniense alternante rojo y gris».

En la Orla Cantábrica, se sitúa discordante sobre la formación Caravia una unidad lutítica con intercalaciones de areniscas y capas de yeso (Formación Fuentes), discordante y de probable edad Triásico superior (Martínez García 1991 *op. cit.*).



LEYENDA



Como la sucesión del Pérmico rojo local comienza con conglomerados silíceos, e incluye un miembro calcáreo más alto, ésta ha sido frecuentemente considerada como las facies Buntsandstein y Muschelkalk, y descrita o cartografiada simplemente como un «permotriásico» indiferenciado. Sin embargo, las facies mencionadas del Triásico se encuentran ausentes en la zona de la Orla Cantábrica considerada, no apareciendo hasta mucho más al Este, en la cuenca de Santander, donde han sido estudiadas por Burkhard (1976).

LA SUCESIÓN ESTRATIGRÁFICA EN EL SECTOR GIJÓN-LA COLLADA

Unos 4 km al Sur de Gijón, y estratigráficamente por debajo de las calizas y dolomías liásicas, comienza el afloramiento continuo de la Formación Caravia, sin que llegue a asomar en esta zona el substrato carbonífero. Este afloramiento se prolonga unos 10 km hacia el SSE, hasta el área de La Collada, donde dicha formación está en discordancia angular sobre calizas carboníferas, en ausencia de las formaciones Cabranes y Sotres (Fig. 1)

Una reciente campaña de investigación geológico-minera (Areces *et al.*, 1994a), desarrollada entre 1990 y 1992, para la exploración con intereses mineros del yacimiento carbonífero de Mina La Camocha, al Sur de Gijón, ha aportado nuevos y abundantes datos respecto a los materiales permotriásicos de la Orla Cantábrica y sus relaciones con la fracturación tardihercínica y la posterior deformación alpina.

Figura 1.—Mapa geológico de la zona de estudio, cuya posición en la península se indica. Los materiales permo-triásicos aparecen indiferenciados debido a que prácticamente todo su afloramiento corresponde a una sola unidad, la de Margas y Arcillas superiores, que en las fosas alcanza los 200 m de espesor. Realizado a partir de Suárez Vega (1974) y de las hojas MAGNA de Gijón y Oviedo (Gervilla *et al.*, 1973; Julivert *et al.*, 1973). 1) Cuaternario indiferenciado (aluvial), 2) Calizas y margas del Jurásico superior (Malm), 3) Arcillas, areniscas y conglomerados del Jurásico superior (Malm), 4) Ritmita margo caliza del Jurásico inferior-medio (Lías-Dogger), 5) Calizas, cal. magnesianas y dolomías del Jurásico inferior basal, 6) Conglomerados, limos, caliches, calizas, margas y arcillas rojas del Permotriás (indiferenciado), 7) Substrato paleozoico indiferenciado, 8) Sinclinal tumbado hercínico, 9) Anticlinal alpino, 10) Sinclinal alpino, 11) Fallas normales, 12) Fallas inversas.

Figure 1.—Geological map of the studied zone, which position is related to Spain. Permo-triassic rocks show undifferentiated because most of their outcrop belong to a single unit: the upper marl and clay unit reaching 200 m thickness in the troughs. Modified from Suárez Vega (1974) and from the geological maps of Gijón and Oviedo (Gervilla *et al.*, 1973; Julivert *et al.*, 1973). 1) Undifferentiated Quaternary, 2) Upper Jurassic (Malm) marls and limestones, 3) Upper Jurassic (Malm) mudstones, sandstones and conglomerates, 4) Lower-Middle Jurassic alternating marls and limestones, 5) Basal Lower Jurassic limestones, magnesian limestones and dolostones, 6) Undifferentiated Permotriassic conglomerates, siltstones, caliches, limestones, marls and red mudstone, 7) Undifferentiated paleozoic substratum, 8) Overturned hercynian syncline, 9) Alpine anticline, 10) Alpine syncline, 11) Normal faults, 12) Inverse faults.

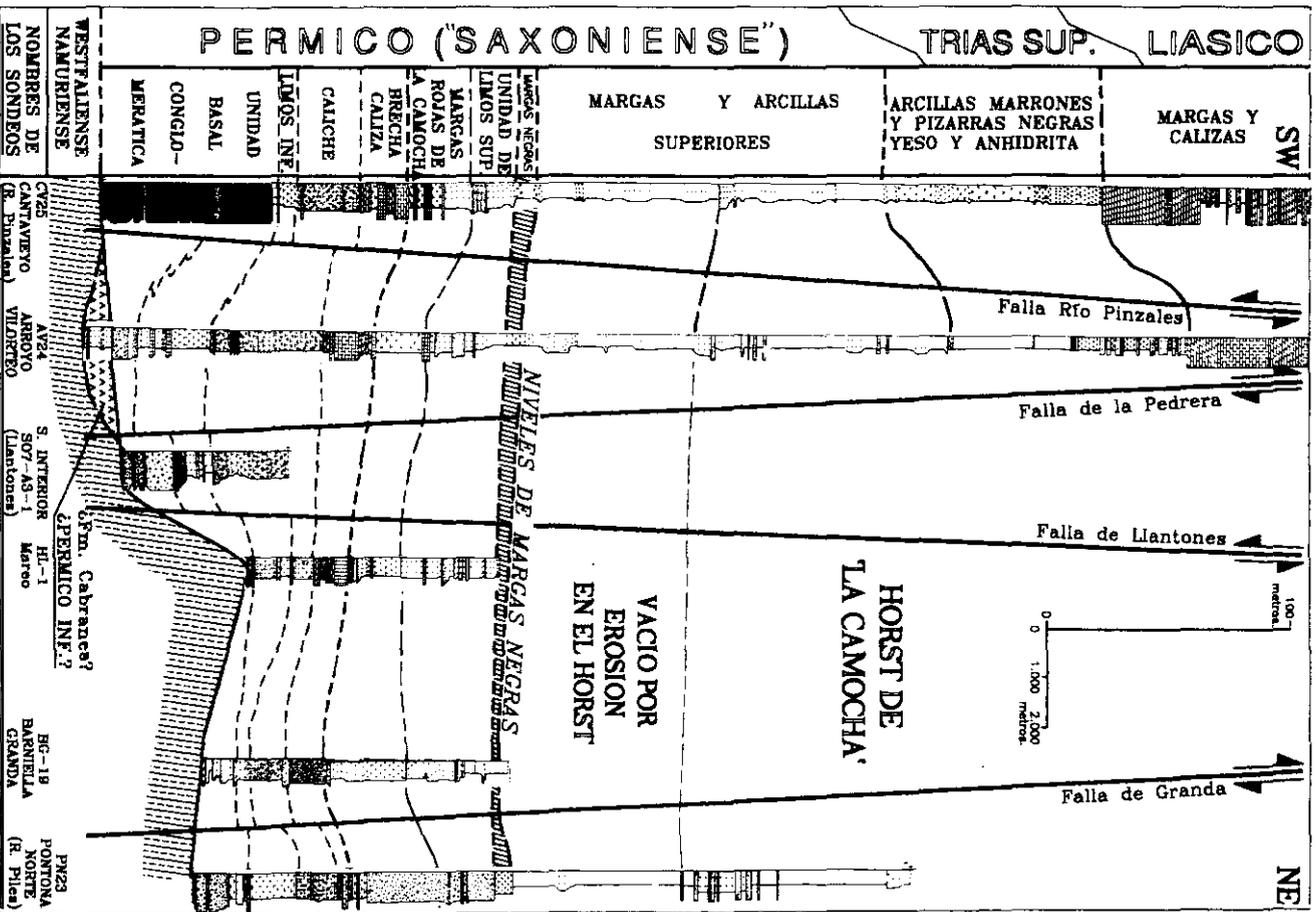
En las inmediaciones de La Camocha no existen afloramientos de materiales carboníferos, por lo que la campaña de investigación profunda se realizó mediante cuatro líneas de sismica de reflexión, ocho sondeos geológico-mineros desde superficie y cuatro desde interior, completándose el estudio de la cobertera de la mina con ocho sondeos hidrogeológicos adicionales dispuestos en parejas (Figs. 2 y 4). Todos los sondeos, mineros e hidrogeológicos, se realizaron con recuperación continua de testigo desde superficie, lo que ha facilitado el estudio de las sucesiones litoestratigráficas de la cobertera. Se realizó una testificación geofísica completa de todos los sondeos (gamma natural, neutrón-neutrón, sónico) que permitió buenas correlaciones y la separación de algunas unidades por características no detectables a simple vista. De los sondeos de interior, solamente uno de ellos, SO73A-1, realizado desde una situación muy peculiar, una galería que atraviesa a 403 m bajo el nivel del mar la falla de Llantonos encontrando la base de la cobertera, ha reconocido desde allí materiales pérmicos, más concretamente las dos unidades basales.

La investigación realizada ha permitido reconocer en varios puntos la cobertera permotriásica completa, pudiendo distinguirse de muro a techo ocho unidades locales, más la de techo incompleta. Las inferiores generalmente no afloran, y las superiores, predominantemente arcillosas, no suelen presentar afloramientos que permitan el estudio estratigráfico. El estudio sísmico no permite aportar ningún dato de interés en este sentido, ya que el detalle obtenido es muy inferior al resto de la información. Se describen las nueve unidades definidas a partir de los testigos y de los registros geofísicos de los sondeos, con las ventajas e inconvenientes que el estudio mediante sondeos conlleva.

La continuidad del registro es una ventaja, lográndose además magníficas exposiciones de los tramos blandos que generalmente, por la vegetación y las condiciones climáticas asturianas, no suelen presentar afloramientos. En cambio, dada la observación lineal de la sucesión, y el limitado diámetro del testigo, se reconocen menos estructuras sedimentarias y no se pueden apreciar variaciones locales de potencia (características de canales, lentejones, etc...).

Figura 2.—Posición y traza de las principales fallas mencionadas en el texto, a diferentes niveles, así como su sentido de desplazamiento actual y como referencia de las redes fluvial y de carreteras. Se muestra la proyección en superficie de las galerías de la 5.^a planta (–283 m) de la Mina de La Camocha, limitada al Horst. Aparecen señalados también pozos y sondeos.

Figure 2.—Road and river map showing the position of the main faults mentioned in the paper, as well as their present sense of displacement. The 5th floor mine galleries (283 below sea level) from «La Camocha Mine» are projected on surface. The boreholes and the mine shafts are also located.



A continuación se describen, de muro a techo, las ocho unidades reconocidas en el Permotriás y la unidad basal del Jurásico, cuyas variaciones regionales y posición de las fallas confinantes se indican en la figura 3:

– **Unidad conglomerática basal:** En la zona de estudio aparece discordante y con base erosiva sobre el Carbonífero que presenta siempre buzamientos verticales o subverticales (Areces *et al.*, 1994a). Está formada por conglomerados con cantos redondeados de cuarzo y arenisca, y esporádicamente de caliza y limolita, que varían entre 1 y 20 cm, siendo el tamaño más frecuente 3-4 cm. Los sets detríticos suelen presentar granoselección positiva, en cuerpos canalizados en los que es frecuente encontrar areniscas de grano grueso. La potencia oscila entre 2 m (Arroyo Vilorteo) y 87 (Caldones) (Fig 4).

Esta unidad conglomerática se apoya sobre una banda de paleoalteración estratiforme y continua, de 4 a 10 m de espesor, generada a expensas de las pizarras y limolitas del Carbonífero plegado infrayacente, que posiblemente corresponda a un paleosuelo.

Localmente, cuando los conglomerados son sustituidos por areniscas gruesas canalizadas, cuya base es más erosiva, éstas descansan directamente roca fresca, es decir sobre un substrato carbonífero no meteorizado.

– **Unidad de limos inferiores:** Se dispone en contacto gradual con la unidad anterior. Está formada por limos arenosos y areniscas de grano muy fino, de color rojizo, constituyendo un conjunto bastante homogéneo cuyo espesor varía entre 8 y 25 m. Los espesores más importantes aparecen al Sureste (sondeo La Figar, ver esquina inferior derecha de la Fig. 2). Presenta frecuentemente «fantasmas» de calichificación poco marcados. Aparecen lentejones aislados de areniscas microconglomeráticas, que se pueden interpretar como canales.

Figura 3.—Correlación de las columnas de algunos de los sondeos estudiados, según el perfil indicado en la figura 4, de traza aproximada SO-NE. Se utilizan como elementos de correlación los límites de las unidades mencionadas en el texto. Se han marcado con una trama oscura los niveles de «Margas Negras» de la base de la unidad de «Margas y Arcillas Superiores»; estos niveles que permiten una precisa correlación entre sondeos, se utilizan como referencia horizontal. Se puede apreciar la poca variación de las unidades suprayacentes. Obsérvense, por el contrario, las importantes variaciones de potencia de la unidad basal conglomerática en los límites de los diferentes bloques separados por fallas cuya posición se indica en este perfil. La escala vertical está exagerada respecto a la horizontal. La posición de sondeos y fallas aparece en las figuras 2 y 4.

Figure 3.—Log correlation of some of the new boreholes. The SW-NE section, is shown in Fig 4. The lines used to mark correlations are the boundaries of the units described. Black marl layers are enhanced with a dark hatch, at the base of the upper marl and clay unit. These layers allowing a fine correlation between the boreholes are used as the base for correlation and shown flat. The scarce variations present in the overlying units can be seen. On the other hand, the basal conglomeratic unit has serious thickness changes in the boundaries between blocks marked by the faults whose position is also shown. The vertical scale is larger. The position of the boreholes and the faults is shown on figures 2 and 4.

– **Unidad de caliches:** Consiste en limos arenosos de color granate similares a los del tramo anterior, que presentan niveles de caliches y costras carbonatadas desde la base. Éstos aumentan progresivamente y son totalmente dominantes en la parte alta de la unidad confiriendo a la misma un aspecto brechoide característico, semejante al de una piel de serpiente sobre fondo granate o rojizo, habiéndose descrito frecuentemente esta unidad con la denominación de «Brecha Margosa». La intensidad de los procesos edafogénicos con formación de caliches, que se ya se inició en la unidad anterior, es muy fuerte desde la base de la unidad y aumenta claramente hacia techo, por lo que la roca adquiere sucesivamente una mayor proporción de carbonatos y aumenta su compacidad. Este incremento en el contenido de carbonatos es notorio en los registros gamma natural.

Es frecuente en esta unidad la presencia de uno o dos niveles de 60 cm a 1 m de espesor de conglomerados de cantos silíceos y cemento carbonatado. Los cantos son de cuarzo filoniano, metacuarcita y arenisca. La potencia de la unidad, muy constante, es de unos 30 m.

– **Unidad de Calizas o «Brecha Caliza»:** Por su gran dureza, color muy claro, aspecto marmóreo y mineralizaciones de fluorita y barita, es junto con los conglomerados basales, la unidad más representativa del Pérmico local. Mantenemos aquí la antigua denominación de «brecha caliza» por ser elocuente en cuanto al aspecto de la unidad. Por este aspecto brechoide, y por integrar localmente canales de grandes cantos siliciclásticos redondeados, en algunos trabajos antiguos, se pararon los sondeos en esta unidad al considerar que se había alcanzado la unidad basal de conglomerados.

El contacto inferior es bastante neto. La litología original corresponde a calizas y areniscas detríticas con cemento dolomítico (ambas de color muy claro), y conglomerados calcáreos blancos, que como las areniscas tienen matriz samítica y cemento dolomítico, y una posterior e intensa recristalización, con aparición de grandes cristales de espato. Es característica la mineralización hidrotermal de fluorita y barita, acompañadas de calcita y pirita, que cristaliza en la parte superior de la unidad. Esta mineralización ha sido explotada por ejemplo en Villabona y Pinzales (Martínez García 1983b). Casi siempre hay por encima de la zona mineralizada una calcarenita de color verde claro, que no alcanza nunca el metro de espesor. La potencia de la unidad varía entre 8 y 16 m en el horst de La Camocha y entre 3 y 26 m en el área estudiada, más amplia.

– **Margas rojas con cavidades:** Sobre la «Brecha Caliza» y mediante un contacto neto aparece un conjunto de margas arenosas homogéneas de color rojo, con abundantes cavidades que varían desde pequeños poros milimétricos hasta «cavidades en las que se puede alojar un puño»

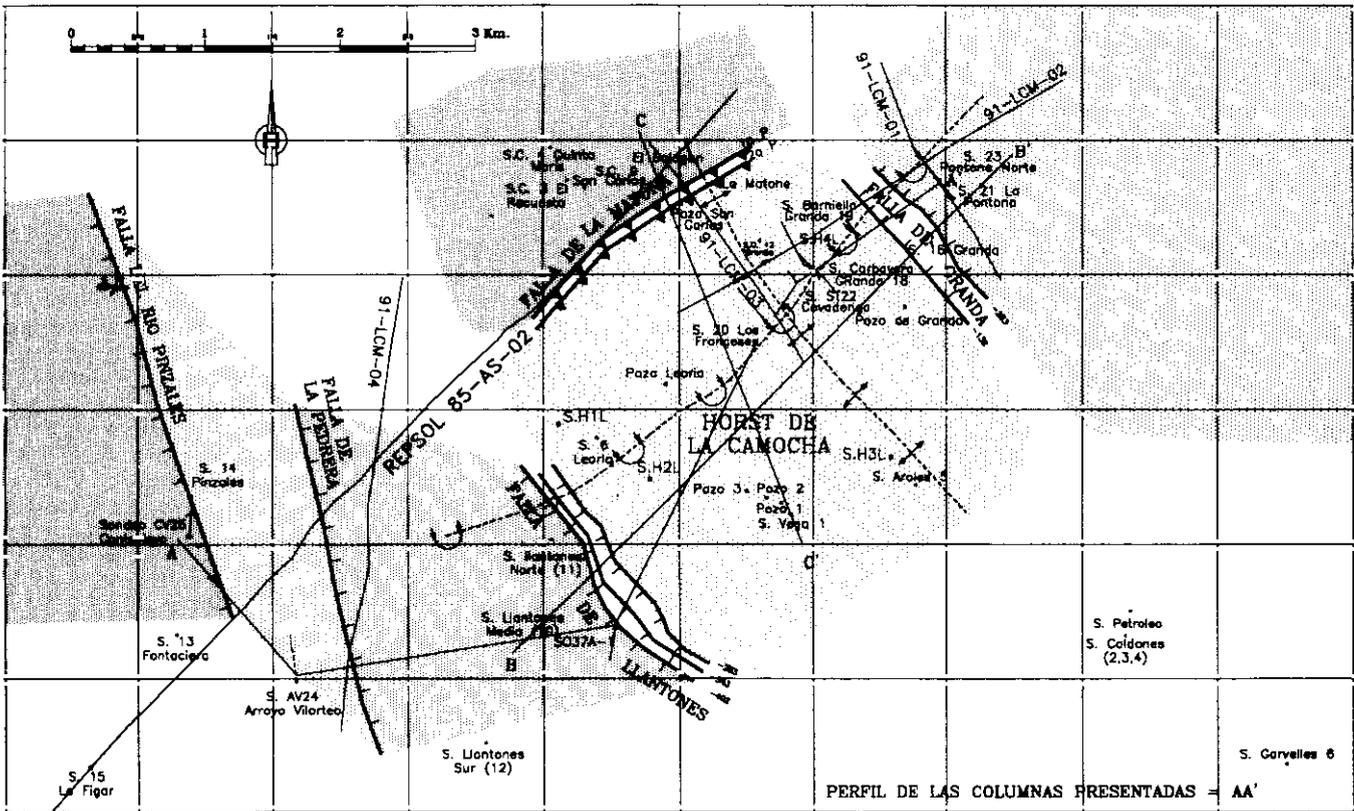
(Felgueroso 1932). Estas cavidades, vacías y que permiten la circulación de agua en el horst de La Camocha, están rellenas o parcialmente rellenas por calcita de color claro en las fosas que aparecen en sus márgenes.

Las margas presentan una variación brusca en relación con la unidad anterior, al no observarse en ellas señales de actividad hidrotermal, salvo escasas geodas de calcita en las cavidades. Esta unidad no se distinguía en los sondeos antiguos, que no consideraban ninguna subdivisión litológica hasta la base del Lías. Los valores de potencia obtenidos en la actual campaña son muy constantes, variando entre 17,5 y 23,6 m. Desde el punto de vista hidrogeológico, esta unidad es considerada un acuífero (Areces *et al.*, 1994b), que como tal planteó serios problemas para la excavación de los primeros pozos de la mina, debiendo incluso abandonarse el primero de ellos (Felgueroso *op. cit.*).

– **Unidad de limos superiores:** Tiene un contacto gradual con la anterior por progresivo empobrecimiento en carbonatos, hasta su desaparición. Esta disminución no es reconocible a simple vista en roca fresca, pero es marcada y constante en las diagráfias. Presenta la unidad en su parte media-baja uno o dos niveles de areniscas de 40-50 cm de espesor con cemento carbonatado. La potencia total es del orden de 40 m.

– **Margas y arcillas superiores:** El contacto inferior es gradual. En la base aparecen dos niveles de margas negras con abundante materia orgánica muy constantes a escala local, ya que se han reconocido en todos los sondeos, salvo en algunos de los realizados en el horst de La Camocha en los que faltan por erosión. La parte alta restante es muy monótona, predominando las arcillas rojas con niveles centimétricos de yeso fibroso (hasta de 10 cm). La unidad está incompleta en el horst de La Camocha parcialmente erosionada, conservándose en él menos de 20 m. En toda la zona deprimida que se extiende al Oeste de la Falla de Llantonos (Figs. 3 y 4), donde la unidad se conserva completa bajo el Tríasico superior y Jurásico, supera los 200 m de potencia. En dicha zona, dada la gran potencia de arcillas expansivas, constituye una «pantalla» para la sismica de reflexión, obteniéndose malas respuestas de los reflectores infrayacentes.

– **Arcillas marrones y pizarras negras con yeso y anhidrita:** Esta unidad se ha conservado únicamente en los grabens, donde tiene una potencia de 60 m. La base está formada por arcillas montmorilloníticas de color marrón oscuro y pizarras negras con anhidrita. Abundan niveles de yeso sedimentario y yeso fibroso. Puede corresponder al Tríasico superior o al «Tramo de Transición» de Suárez-Vega (1969). El tipo de contacto con el Pérmico infrayacente no se puede deducir de las observaciones en los sondeos. Al SO de la zona de estudio se ha observado, en



trincheras de carretera, que puede estar tectonizado, hecho difícilmente observable mediante sondeos.

Regionalmente, sobre la formación Caravia aparecen localmente arcillas rojas, ocasionalmente con gruesas capas de yeso. Éstas se han llamado Formación de Fuentes por su proximidad a dicho pueblo en la zona de Villaviciosa (Unidad de Fuentes, de Suárez-Rodríguez, 1988). Esta unidad ha sido datada como Triásico superior o Jurásico inferior (Martínez García *et al.*, en prensa.)

En los últimos metros de las arcillas marrones, y pizarras negras con yeso y anhidrita, se localiza el paso al Jurásico; dominando las pizarras negras con intercalaciones de anhidrita de textura glomerular (*chicken-wire*). (Fig 3).

– **Calizas, calizas magnesianas y dolomías:** Esta unidad definida con ámbito regional por Suárez Vega (1974), aparece en nuestra zona de referencia al Oeste de la falla de Llantones, en continuidad sobre la unidad anterior. Falta por erosión en el Horst de la Camocha, y en las zonas deprimidas anexas. Está compuesta por calizas grises, calizas magnesianas y dolomías, y su potencia varía entre 180 y 200 m.

Esta unidad no es objeto de este trabajo, y constituye el techo de las unidades estudiadas. Dentro de la misma se reconocen, en los dos sondeos mencionados, los miembros inferiores definidos por Suárez Vega (1974, Láminas 15 y 16) en sus columnas de Pinzales y del Sur de La Camocha.

EVOLUCIÓN SEDIMENTARIA

Antes de analizar directamente cuál ha sido la posible evolución sedimentaria de las secuencias reconocidas por la investigación realizada en el sector Gijón-La Collada vamos a indicar el contexto espacial y temporal en el que se ubica la sucesión estratigráfica reconocida. Tras la orogénesis hercínica se produce un período de alteración y erosión subaérea que afecta a los materiales carboníferos aflorantes. Comenzó entonces una etapa con tectónica transtensional en la que localmente se reconoce

Figura 4.—División regional de la zona estudiada en horsts y grabens. Estos bloques están delimitados actualmente por fallas de juego alpino. Se indica la posición del sinclinal volcado hercínico de La Camocha (NE-SO), con vergencia al Norte, y el suave anticlinal alpino superpuesto en el «Horst de La Camocha» (NO-SE). Se muestra también la posición de las líneas sísmicas, de los cortes, y del perfil de correlación de la figura 3.

Figure 4.—Regional division of the zone in horsts and grabens. These blocks are currently bounded by alpine faults. The position of the «La Camocha Mine» NE-SW hercynian overturned syncline is shown as well as the overlaid smooth alpine antiform striking NW-SE in the «La Camocha Horst». The position of the seismic lines, the geological cross sections and figure 3 correlation profile is also marked.

el desarrollo de grandes fracturas de dirección NE-SO y NO-SE, siendo las primeras las más abundantes en la zona estudiada. Se depositó primero, en discordancia sobre los materiales paleozoicos plegados, una sucesión detrítica, constituida por areniscas y conglomerados (Wagner & Martínez García, 1982; Martínez García *et al.*, 1991) denominada Formación San Tirso (Martínez García, 1990), de edad Estefaniense C-Autuniense y carácter mixto marino y continental. La actividad de dichas fallas, posterior a la deposición de estos materiales, ha hecho que esta formación se conserve sólo muy localmente, ya que existe una ulterior etapa de erosión. A continuación tuvo lugar el depósito de los materiales detríticos, carbonáticos y volcánicos del Pérmico inferior (formaciones Sotres y Cabranes), de coloración gris generalmente, sin que exista una alteración notable en el substrato. En el área estudiada, únicamente en el sondeo AV24 se han reconocido unas tobas volcánicas discordantes sobre el Carbonífero productivo, y que aparecen bajo los conglomerados pérmicos que podrían corresponder a la Fm. Cabranes o al Estefaniense (Fig 3). Por último, tras una etapa de fracturación, esta vez con dirección predominante NO-SE, tuvo lugar una fuerte erosión que elimina gran parte de la sucesión volcánica.

Ya en el «Saxoniense» tuvo lugar el depósito de la sucesión descrita en el área de la Camocha, o formación Caravia, en la que el predominio de fuertes colores rojos y violetas, indica la existencia de una etapa de exposición subaérea que produjo una intensa alteración y rubefacción en el substrato.

Es en esta nueva cuenca en la que comenzó el depósito de las unidades descritas, en cuya evolución local nos centramos a continuación. Nos encontramos en una zona marginal de la cuenca, bastante próxima a su límite Suroccidental. Por las diferencias en la composición de los cantos de las unidades conglomeráticas basales se observa una variación en el área madre. En la zona de la Collada dominan los materiales carbonáticos, mientras que hacia el NO, predominan los cantos de cuarcita, arenisca y pizarra.

La sedimentación en esta nueva cuenca se inició bajo un importante control tectónico. Como puede observarse en la figura 3, las potencias de las dos unidades basales varían notablemente en pocos cientos de metros a uno y otro lado de las fallas. La unidad de conglomerados varía de 71 m en el Sondeo CV 25 a 12 m en el Sondeo Arroyo Vilorteo; entre ambos se reconoce la falla del Río Pinzales. Esta misma unidad varía desde 26 a 30 m al Oeste de la falla de Llantonos a 3 m escasos al Oeste del Horst de La Camocha limitado por ésta (Pieren *et al.*, 1993) (Figs. 3, 4 y 8).

Los primeros sedimentos, fundamentalmente pudingas, se depositaron en abanicos aluviales rellenando las fosas configuradas por las fallas tardihercínicas. Los depósitos están a veces canalizados; predominan en este caso areniscas presentando *sets* con granoselección positiva. Sobre el substrato paleozoico, se encuentra generalmente una franja estratiforme de paleoalteración de 6 a 8 m de espesor que fue localmente eliminada por estos canales de mayor poder erosivo, que yacen en discordancia angular sobre roca carbonífera aparentemente fresca.

Hacia el techo se pasa gradualmente a depósitos de llanura de inundación en los que predominan limolitas homogéneas. Dentro de esta secuencia se encuentran canales cuya parte detrítica es siliciclástica de tamaño grava o arena gruesa. Estos canales tienen cemento carbonatado, posiblemente secundario ya que sobre estos depósitos de llanura de inundación y los canales efímeros que en ellos se encuentran, se pone en evidencia un proceso de formación de costras carbonatadas. Como resultado de ello existe en toda la zona un caliche que se hace más importante hacia techo.

Gradual pero rápidamente, se pasa a un nivel carbonático, muy continuo en la zona estudiada y que presenta variaciones de espesor mucho menores que los niveles infrayacentes, lo que indica que con la unidad anterior ya se había realizado una homogeneización de la cuenca desapareciendo las irregularidades iniciales. Este nivel de calizas se encuentra muy alterado por actividad hidrotermal, y su estudio mediante testigos de sondeo no permite discernir si la sedimentación se produjo en un medio lacustre o en una zona litoral restringida. La existencia de canales conglomeráticos en la parte alta de la unidad y en la base de la siguiente, induce a suponer que el medio de sedimentación de estas calizas se vio afectado ocasionalmente por la progradación de canales fluviales. La interpretación de conjunto hace más probable la hipótesis del medio lacustre.

Hacia el techo la serie es muy arcillosa y presenta gran potencia, más de 200 m, sin una variación significativa de las facies. Se trata de una sedimentación en un medio de baja energía y gran subsidencia de la cuenca que indica una importante denudación de los relieves circundantes.

Finalmente, en la parte más alta de la secuencia se encuentran sedimentos con gran cantidad de yeso, anhidrita y dolomía, característicos de un ambiente de tipo *sebkha*, medio de sedimentación que regionalmente se volvería a reproducir en el Lías.

Las unidades «Margas y arcillas superiores» y «Arcillas marrones y pizarras negras con yeso y anhidrita», son correlacionables con la formación Fuentes definida en Villaviciosa. El desarrollo de abundantes veni-

llas de yeso fibroso en la misma podría respaldar la existencia en la zona de Llantones de un posible contacto tectónico de esta unidad con los carbonatos, arcillas y limos carbonatados de la unidad infrayacente, tal y como se ha podido observar regionalmente.

La sedimentología y evolución paleogeográfica de los materiales liásicos suprayacentes ha sido estudiada por Valenzuela Fernández (1988). Nuestras observaciones coinciden con las apreciaciones de esta autora que considera la existencia de ejemplos muy ilustrativos de tipo *sebkha* en la Fm. Gijón, así como la de complejos de llanura mareal-*lagoon*-barrera en los que incluye las brechas de colapso y *megatepees*.

ESTRUCTURA TARDIHERCÍNICA Y ALPINA DE LOS MATERIALES PERMOTRIÁSICOS

La campaña de sísmica, sondeos y excavación de transversales menores de reconocimiento, en la que se han obtenido los datos que en este trabajo se discuten, ha sido una investigación geológico-minera para el estudio del Carbonífero productivo en el entorno de Mina La Camocha y para el reconocimiento y delimitación de las estructuras que le afectan. Por ello el volumen de datos obtenidos en el Carbonífero fue lo suficientemente relevante como para sintetizar los resultados en un trabajo sobre la estructura general del Carbonífero en el Horst de La Camocha (Areces *et al.*, 1994a). La cobertera se investigó con fines geotécnicos e hidrogeológicos, por lo que se ha obtenido además una serie de datos adicionales, de interés en lo referente a la dinámica inicial de las cuencas posthercínicas y en cuanto a su evolución durante el Pérmico inferior, en facies Saxonenses, o en tiempos ya estrictamente alpinos.

La investigación realizada ha permitido situar y acotar en edad las principales fallas que en determinados momentos condicionaron la sedimentación. Los desplazamientos totales de las fracturas se han podido precisar mediante datos proporcionados por los sondeos, las líneas sísmicas y especialmente por la observación directa en las galerías de la mina.

En las figuras 1, 3 y 4 se muestran estructuras que pueden reconocerse en superficie, o que proceden de observaciones de interior; recordemos, p. ej., que el Carbonífero no aflora en esta zona. Las dos etapas tectónicas que configuran de manra fundamental los materiales en el área de estudio son en primer lugar el plegamiento hercínico, que generó pliegues isoclinales de dirección NE-SO, con vergencia hacia el Norte y la alpina, con fallas de dirección NO-SE, subperpendiculares a los ejes de

plegamiento hercínico y que compartimentan la región en bloques formando horsts y grabens de variable entidad (Fig. 8).

Podemos discriminar en primer lugar, la deformación hercínica, que afecta a los materiales carboníferos y que está ausente en la cobertera. En la zona estudiada, esta deformación produjo, en una primera fase, pliegues de *buckling*, acompañados al final de la misma fase por cabalgamientos hacia el Norte. Los pliegues tienen vergencia hacia el N y ejes N 43° E con inmersión hacia el SE (que varía entre 9° y 26° en el caso del Sinclinal de La Camocha, donde ambos flancos buzaban hacia el Sur). En ningún punto se ha distinguido desarrollo de esquistosidad, ni siquiera en los materiales más lutíticos (Areces *et al.*, 1994a). En el caso de la Camocha, el pliegue se encuentra afectado por un cabalgamiento, identificado en el flanco septentrional, con enraizamiento en la superficie axial.

Acompañó a esta deformación hercínica el desarrollo de fallas inversas de dirección N 45° E y buzamiento 50° N, y su sistema conjugado, mucho menos desarrollado de dirección N 45° E pero con buzamiento de 20° a 70° S. Todas estas fallas muy bien conocidas por su repercusión en la explotación minera, tienen saltos de pocos metros (4-10 m).

Ya en una última fase hercínica, se desarrolló un sistema conjugado de desgarres subverticales cuya dirección varía entre N 85° y N 95° (dextrógiros) y N 170° (levógiros y con mayor desplazamiento). Se puede precisar que los desgarres son posteriores al «cabalgamiento», al que afectan y están claramente cortados por las Fallas de Granda y Llantones que delimitan el Horst de La Camocha.

Se analizan a continuación las deformaciones posteriores a las últimas fases hercínicas, cuyas estructuras sí aparecen en superficie. Se distinguen tres grandes conjuntos (Figs. 1, 2, 4): *a)* Fracturas de dirección NO-SE o NNO-SSE; *b)* fracturas perpendiculares a éstas, y *c)* suaves pliegues de dirección más variable, pero fundamentalmente NO-SE.

a) Fracturas de dirección NO-SE o NNO-SSE: En la zona estudiada se reconocen varias fallas normales sinsedimentarias, que condicionaron los espesores de las unidades basales pérmicas, y que por su reactivación alpina también afectan a materiales mesozoicos suprayacentes. Son especialmente evidentes en superficie y observables en la cartografía geológica existente, por afectar a las potentes unidades carbonáticas jurásicas de la Fm Gijón. De Este a Oeste se reconocen las fallas de Granda, de Llantones, de la Pedrera y del Río Pinzales (Fig. 4). Son aproximadamente perpendiculares a los pliegues de la primera fase hercínica y configuran un conjunto de horsts y grabens: Es conocido por las labores mineras el

horst de La Camocha, en el que queda confinada la Mina del mismo nombre, flanqueado por dos grabens, al Este el del Valle del Río Piles, y al Oeste el del Valle de Llantones. Aparece un nuevo horst, limitado por fallas de menor desplazamiento, entre La Pedrera y el Valle del Río Pinzales. Como muestra la línea sísmica LCM-02 (Fig. 6), estas fallas producen un salto limpio en los materiales carboníferos, pero con efecto de arrastre, dentro de un incipiente estilo sajónico en la cobertera. Mediante los sondeos antiguos, los de la presente campaña y las líneas sísmicas, la posición actual de la superficie basal del Pérmico está mejor conocida (Areces *et al.*, 1994b). La profundidad relativa de estos bloques se indica en la figura 4, mediante densidades gradadas del sombreado. En las zonas donde la base de la cobertera es más profunda, en las que paralelamente la columna conservada también es mayor, la trama empleada es más oscura.

Mediante las detalladas columnas obtenidas en los sondeos, puede precisarse, que el desplazamiento de las fracturas antecitadas no es exclusivamente alpino. La figura 3 representa un corte, cuya traza A-A' se indica en la figura 4. Para realizar este corte se han seleccionado los sondeos de tal manera que la traza que los une tenga una dirección lo más perpendicular posible a las fallas normales, aproximadamente NE-SO. Como ya se ha mencionado, las dos unidades basales y de manera particular la unidad basal conglomerática sufren variaciones de potencia muy importantes. Se observa que el espesor es pequeño en los labios levantados de las fallas mientras que es mucho mayor en los hundidos donde se incluyen los máximos. Estas variaciones deben estar relacionadas con la actividad sinsedimentaria de estas fallas en pulsos tardihercínicos. El salto vertical deducido por las variaciones de espesor de las unidades basales del Pérmico es muy inferior al desplazamiento medido en los estratos jurásicos. En ambos casos las fallas han experimentado un desplazamiento casi exclusivamente vertical. La ausencia de una componente de desgarre ha podido determinarse analizando directamente en galerías que cruzan las fracturas, la posición de las capas de carbón subverticales a ambos lados de la falla.

b) Fracturas de dirección NE-SO, perpendiculares a las contempladas en *a)*. Aparecen también fracturas alpinas de tipo inverso. Una de ellas, reconocida inicialmente en la profundización del Pozo San Carlos y en sus transversales hacia el Sur, e identificada por la línea sísmica 91-LCM-03, es la falla de la Matona, que produce un salto no acotado totalmente. Su último desplazamiento, deducido por su efecto en la posición de las calizas, es de 180 m. Los sondeos antiguos han llegado a reconocer

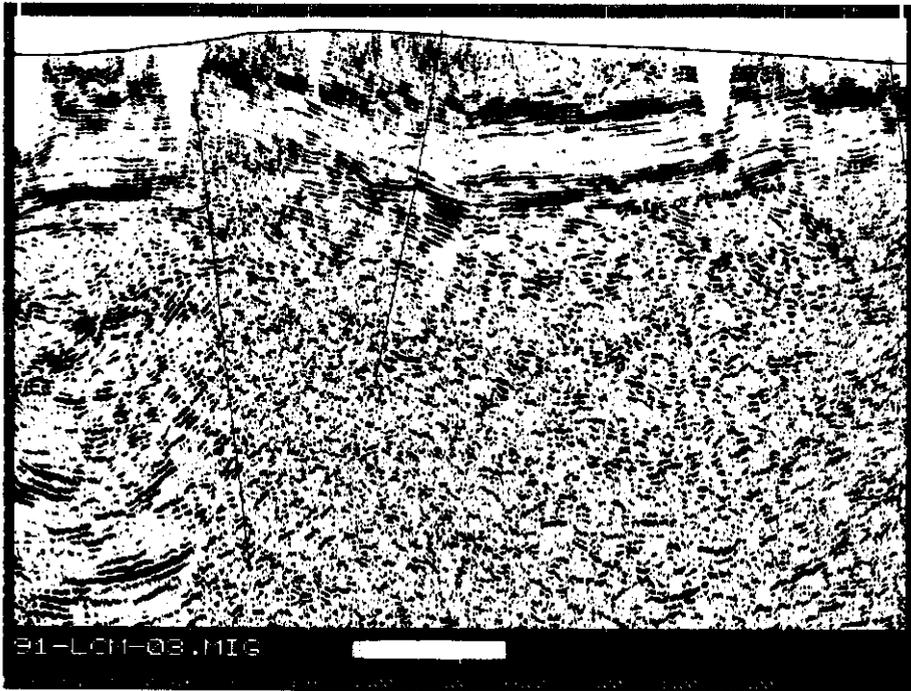


Figura 5.—Representación CESA de la sección migrada de la línea NO-SE 91-LCM-03, cuya posición se indica en la figura 4. En ella se aprecian claramente 2 reflectores. El más alto corresponde a la unidad de calizas pérmicas, y el segundo a la unidad de conglomerados, que yace directamente sobre el Carbonífero productivo en el que no se aprecia ningún reflector. Puede observarse, en el margen izquierdo (Noroeste) de la línea sísmica, la falla de la Matona.

Figure 5.—CESA display of part of the NW-SE line 91-LCM-03 migrated stack, which position is indicated on figure 4. Two reflectors can be clearly seen; the upper one corresponds to the permian limestones and the lower one to the conglomeratic unit, unconformably lying on seam bearing Carboniferous which is not producing any reflector. In the left side (NW) of the line the «Matona Fault» is showing.

la posición de los conglomerados en el labio hundido de esta falla pero nunca su base ni la posición del zócalo carbonífero, por lo que en este caso no se puede establecer si ha tenido juego sinsedimentario, particularmente tardihercínico. La línea sísmica no resuelve la posición de la discordancia, ya que el Carbonífero subvertical no produce reflectores. La dirección de la falla es NE-SO, con buzamiento del plano de falla hacia el Sur; presenta un suave pliegue anticlinal asociado con respuesta morfológica, como puede observarse en la línea sísmica LCM-03 y en el corte geológico por el antiguo Pozo San Carlos (Figs. 5 y 6). Al NE del Pico San

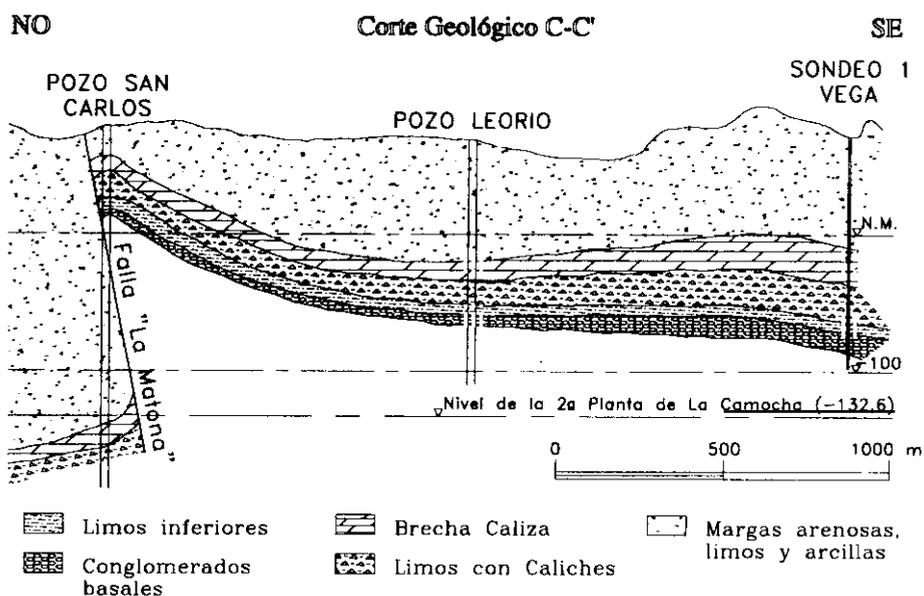


Figura 6.—Corte geológico C-C' que atraviesa el Pozo San Carlos, paralelo a la línea sísmica 91-LCM-03. La escala vertical está exagerada, para que se pueda apreciar una mayor similitud con la representación CESA de la sección migrada. El efecto de pliegue asociado a dicha falla inversa se aprecia aquí mejor que en el corte paralelo G-G' presentado por Areces *et al.*, (1994 a).

Figure 6.—C-C' Geological cross section through «San Carlos» old shaft, parallel to the 91-LCM-03 seismic line. Vertical scale is magnified to provide a better comparison with the CESA migrated stack. The anticline associated to the inverse fault shows better in the present area than in the parallel section G-G' shown by Areces *et al.*, (1994 a).

Martín y en la zona de Caldones se encuentran más fracturas de esta familia (Fig. 1). La relación de esta falla con las normales de Granda y Llantonos no se observa en superficie y no ha quedado resuelta con las líneas sísmicas realizadas (Mann, 1992). Como los materiales más recientes que todas ellas afectan son Jurásicos, tampoco puede precisarse su edad relativa.

Estas fracturas inversas alpinas presentan la misma dirección y sentido de buzamiento que los cabalgamientos hercínicos como el reconocido en la Mina de La Camocha. Geométricamente la falla de La Matona podría incluso ser una prolongación o un rejuego de éste. Esta relación no puede ser demostrada con los datos actuales; sin embargo, un rejuego del «cabalgamiento de La Camocha» en concreto, es discutible, ya que como

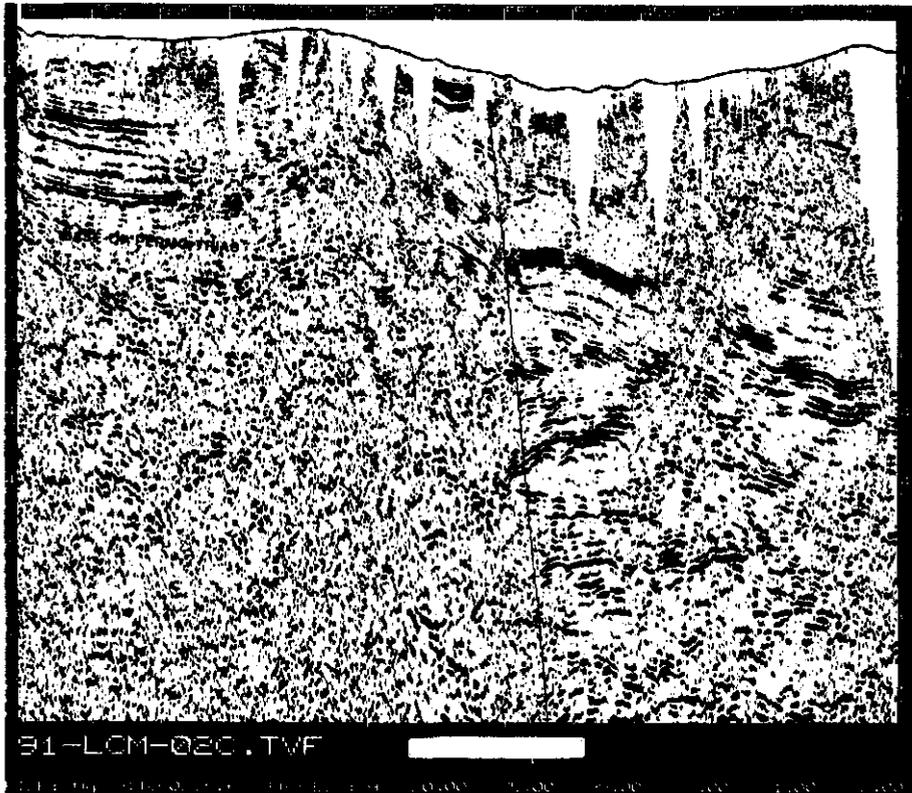


Figura 7.—Representación CESA de la sección filtrada de la línea 91-LCM-02, de dirección SO-NE, cuya posición se indica en la figura 4, y que es perpendicular al anticlinal alpino y a la «Falla de Granda» que aparecen en la zona central de la figura. Puede observarse la existencia de una continuidad entre ambas estructuras, así como el salto vertical de la Falla de Granda. El Horst de la Camocha queda a la Izquierda (SO) y el labio hundido que incluye el valle del Río Piles, a la derecha.

Figure 7.—CESA display of SW-NE line 91-LCM-02, which position is shown on figure 4, and which is normal to the alpine anticline ant to «Granda Fault». These appear in the central part of the line. A link between these structures, and the fault line is clearly shown. «La Camocha» horst is to the left (SW) and the lower scarp of the fault is to the right forming the Piles river valley (NE).

se ha indicado, éste se encuentra afectado por la última fase hercínica de desgarres.

c) Suaves pliegues NO-SE. El Carbonífero se comporta como un zócalo rígido, por lo que se deforma frente a los esfuerzos alpinos sobre todo mediante el rejuogo de las fracturas tardihercínicas. Pese a ello, en la

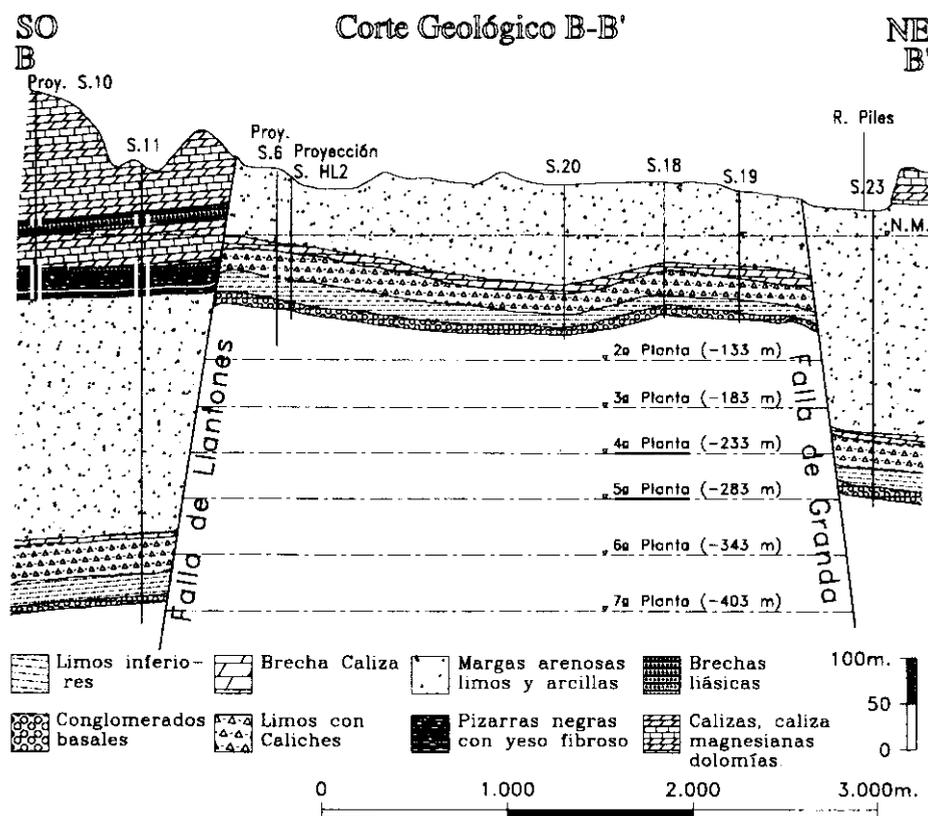


Figura 8.—Corte geológico B-B' (Oeste-Este) paralelo a la línea sísmica 91-LCM-02, que ilustra las fallas normales del Horst de la Camocha, indicando la posición de las unidades permotriásicas y jurásicas. En la parte derecha (Este) se observa el laxo anticlinal alpino anexo a la Falla de Granda. Los materiales carboníferos no se representan por ser verticales y de dirección paralela al corte.

Figure 8.—West-East B-B' (West-East) geological cross-section, parallel to 91-LCM-02 seismic line illustrating the normal faults bounding «La Camocha Horst», where the position of permotriassic and jurassic units is indicated. The smooth alpine anticline neighboring Granda Fault is showing eastwards. Carboniferous seam bearing strata are not detailed because they are vertical and parallel to the cross-section.

cobertera se generan lajos pliegues de radio muy amplio, de dirección principal NO-SE, subperpendiculares a la dirección general del plegamiento hercínico, y también al anticlinal asociado a la falla de La Matona, poniendo de relieve que éste es un pliegue de arrastre asociado a esta falla inversa (Figs. 1, 2 y 4). Sobre el Horst de La Camocha aparece un suave anticlinal de eje subparalelo a la dirección de las fallas de Llantones y

Granda. En la línea sísmica 91-LCM-02 y en el corte geológico paralelo puede apreciarse que el pliegue se asocia a esta última fractura (Figs. 7, 8). En la figura 1 aparecen otros anticlinales y sinclinales de esta misma fase.

CORRELACIONES

Las unidades que constituyen la cobertera posthercínica en el área de La Camocha, corresponden perfectamente con las formaciones Caravia, Fuentes y Gijón definidas por Martínez-García (1990). Las unidades posthercínicas anteriores no estarían presentes en esta zona; solamente unas tobas reconocidas en el sondeo AV24 podrían corresponder al Estefaniense o a la Formación Cabranes.

La *Formación Caravia* muestra un desarrollo distinto en las diferentes áreas de Asturias, desde sólo unos metros de potencia hasta más de 700, ya que su espesor estuvo controlado por una tectónica sinsedimentaria de fracturación. Sin embargo en casi todas las áreas se reconoce un *tramo basal conglomerático*, de carácter silíceo o calcáreo según la localidad. Cuando se trata de conglomerados silíceos, hay un fuerte enriquecimiento en hierro. El tramo intermedio de *caliches* también está presente casi siempre, y suele estar mineralizado con fluorita y barita al Oeste de los Picos de Europa, sobre todo entre Caravia y Avilés (Martínez García 1983b). El tramo superior de arcillas rojas y areniscas rojas y verdes (*Margas y arcillas superiores*) está también representado casi sin excepción. Alcanza el mayor espesor en la región situada al SE de los Picos, donde se han reconocido recientemente huellas de tetrápodos, invertebrados y plantas, que permiten su datación como Pérmico superior («Saxoniense» o Leonardiense inferior), y su correlación con las cuencas pérmicas de Francia y Estados Unidos (Martínez-García *et al.*, 1994). La sucesión terminal de *Arcillas marrones y pizarras negras con yeso y anhidrita* (*Formación Fuentes*), se puede atribuir al Triásico terminal o al Jurásico inferior (Martínez-García *et al.*, en prensa) según los datos de polen disponibles. Esta formación se encuentra en contacto disconforme o tectónico con la Formación Caravia y está seguida en concordancia por las calizas de la *Formación Gijón* (Suárez Vega 1974), del Lías inferior.

No se encuentran rastros del Triásico inferior y medio en Asturias (Martínez García 1983a), que aparece solamente al Este de Peña Sagra, donde sobre la Formación Caravia se superponen potentes sucesiones detríticas de facies Buntsandstein seguidas por carbonatos y evaporitas de facies Muschelkalk y arcillas versicolores de facies Keuper.

Los sondeos realizados en el área de estudio han permitido poner en evidencia la existencia de potentes sucesiones yesíferas dentro de la *Formación Fuentes*, equiparables a las existentes más al Oeste en las inmediaciones de Gijón, descritas por Gutiérrez Claverol & Manjón (1984).

Los materiales calcáreos presentes en el graben de Llantonos - Pinzales corresponden a los siguientes miembros definidos por Suárez Vega (1974):

– *Dolomías de Solis y de Sotiello*, donde se halló un *Caloceras* del Hettangiense en Villaviciosa.

– *Calizas magnesianas de Gijón* que pasan lateralmente a las *Calizas tableadas de la Pedrera* en su parte inferior de edad Hettangiense y a las *Calizas del Pozo de los Lobos* en su parte superior, Hettangiense-Sinemuriense inferior.

Los miembros mencionados corresponden a la *Formación Calizas de Gijón* definida por Suárez Vega (*op. cit.*), que viene a ser equivalente al Jurásico calcáreo asturiano.

Los depósitos de esta unidad corresponden también a la *Formación Gijón* íntegra y a la base de la *Fm. Rodiles*. Estas dos formaciones constituyen el *Grupo Villaviciosa* definido por Valenzuela Fernández (1988). La correlación de todas estas unidades se resume en la Tabla 1.

Tabla 1

EDAD	NOMBRE EN ESTE TRABAJO	FORMACIONES EQUIPARABLES
SINEMURIENSE INFERIOR HETTANGIENSE	Calizas, calizas magnesianas y dolomías	Fm. Calizas de Gijón (Suárez Vega, 1974) Grupo Villaviciosa (Valenzuela, 1988) Fm. Gijón y Fm. Rodiles
TRIÁSICO SUP.	Arcillas marrones y pizarras negras con yeso y anhídrido	Fm. Fuentes (Suárez Rodríguez, 1988) Tramo de transición (Suárez Vega 1974)
SAXONIENSE LEONARDIENSE INFERIOR	Mergas y arcillas superiores Unidad de limos superiores Mergas rojas con cavidades Unidad de Calizas o "Brecha Caliza" Unidad de caliches Unidad de limos inferiores Unidad conglomerática basal	Fm. Caravia (Martínez García, 1991)
PERMICO INF.	¿Tobas del S. Arroyo Vilorteo (AV24)?	¿Fm Cabranes? (Martínez García, 1991)?

Tabla 1.—Esquema de correlación de las unidades definidas en este trabajo con las formaciones regionales ya definidas formalmente.

Table 1.—Chronostratigraphic correlation table of the units defined in this paper with regional valid Formations formally defined.

HISTORIA GEOLÓGICA Y CONCLUSIONES

En las primeras unidades estratigráficas locales que inician la sedimentación post-hercínica en el sector Gijón-La Collada hay importantes cambios de facies y de potencia, relacionados con la configuración geodinámica inicial de la cuenca. En ella la sedimentación se inicia bajo un importante control tectónico. Los primeros sedimentos saxonienses, son fundamentalmente pudingas que se depositan en abanicos aluviales al pie de las fallas tardihercínicas de dirección N 135° (que en ese momento aún mantienen cierta actividad) y localmente, arenosos, fluviales de tipo *braided*. A techo pasan a depósitos de llanuras de inundación, donde predominan sedimentos de decantación (limolitas muy homogéneas), entre los que aparecen canales efímeros, con cemento carbonatado posiblemente secundario. En estas llanuras aluviales se desarrollan costras carbonatadas, siendo este proceso sucesivamente más acentuado. A continuación se pasa, de manera rápida pero gradual, a una sedimentación carbonática que se produce probablemente en un medio lacustre o en una zona litoral restringida, en la que hay esporádicos aportes detríticos, reconociéndose canales efímeros dentro de los carbonatos. La aparición de estos aportes canalizados podría reflejar los últimos movimientos pulsátiles de las fracturas tardihercínicas.

Sobre los citados carbonatos, y ya nivelada la paleotopografía inicial, tiene lugar la sedimentación en un medio restringido y de muy baja energía (con depósito de yesos y anhidrita), pero con subsidencia importante que propiciaría la generación de la potente serie arcillosa, con depósitos característicos de una rampa carbonatada de tipo *sebkha* en los tramos más altos. Este proceso se reproduce en el Lías.

El estudio de geología de subsuelo (apoyado en sísmica, sondeos con recuperación continua de testigo y diagráfias, y el subsiguiente tratamiento informático), indica que las fracturas normales afectan a las unidades basales saxonienses que, salvo excepciones, condicionan el comienzo de la sedimentación posthercínica en el sector Gijón-La Collada, provocan importantes variaciones de potencia e incluso bruscos límites por fallas, así como la conservación de unidades en fosas y su desaparición secundaria en bloques elevados contiguos. Ejemplo de lo antedicho es el Horst de La Camocha, en cuya configuración también intervienen las fallas inversas.

Todo lo expuesto indica que algunas etapas de movimiento de estas fracturas (Río Pinzales, La Pedrera, Llantones, Granda) son sincrónicas con el depósito de los materiales de la cobertera posthercínica.

En una zona en que los materiales paleozoicos presentan pliegues hercínicos subverticales isoclinales, los pliegues alpinos aproximadamente perpendiculares a éstos son muy laxos, por la existencia de un zócalo rígido. Los esfuerzos alpinos, por consiguiente, se traducen prioritariamente en el rejuego de las fracturas existentes. Las fallas tardihercínicas mencionadas han tenido por lo tanto un rejuego, acompañando a los pliegues alpinos prácticamente paralelos, y afectando netamente a todos los materiales presentes incluyendo los jurásicos en nuestra zona de estudio y a los cretácicos regionalmente, con saltos verticales significativos (más de 300 m en la Falla de Llantones, unos 170 m en la Falla de Granda), y con notoria repercusión geomorfológica dando los farallones de las dolomías liásicas conservadas en los grabens.

Es muy probable, aunque no demostrable con los datos disponibles, una relación semejante entre las fallas inversas alpinas (de traza SO-NE) y los cabalgamientos hercínicos, de idénticas direcciones y buzamientos similares, como el que afecta al yacimiento de «Mina la Camocha» (ver Areces *et al.*, 1994a).

AGRADECIMIENTOS

Queremos reconocer la ayuda y comentarios de los doctores Luis Carlos Suárez Vega y Pedro Herranz Araujo, y agradecer muy especialmente el importante trabajo de los doctores Mariano Alvaro y Enrique Aracil, *referees*, cuyos comentarios y propuestas han logrado mejorar sustancialmente este trabajo.

BIBLIOGRAFIA

- ARECES, J. L.; PIEREN, A. P.; TORAÑO, A. J., & RODRÍGUEZ DIEZ, R. (1994a): «Nuevos datos sobre la estructura general del Carbonífero en el Horst de La Camocha (Gijón, Asturias)», *Bol. Geol. Min.*, 105-2: 167-177.
- ARECES, J. L.; TENAJAS, J. L.; TORAÑO, A. J.; PIEREN, A. P.; PENDÁS, F., & RODRÍGUEZ DIEZ, R. (1994b): «Caracterización de los parámetros hidráulicos de la cobertera pérmica en el Horst del yacimiento carbonífero de Mina "La Camocha"», *Bol. Geol. Min.*, 105-2: 190-203.
- BURKHARDT, R. (1976): *Geologie und Lithologie der Permotriassischen Schichtabfolgen und deren Paläozoischer Rahmengesteine im Bereich ostlich der Picos de Europa im Kantabrischen Gebirge, Nordspanien*, Ph. D. Diss. Technischenuniversität München; 119 pp. München.
- FELGUEROSO, L. (1932): «Trabajos realizados por la Sociedad Felgueroso para reconocer los terrenos hulleros que se extienden bajo estratos triásicos del concejo de Gijón y noticia sobre la profundización del pozo La Camocha, consecuencia de aquellos trabajos», *1^{er} Congr. Agrup. Ing. Minas NO España 1931*: 85-109.
- GERVILLA, M.; BEROIZ, C.; PIGNATELLI, R.; BARÓN, A.; COMA, J. E.; FELGUEROSO, C.;

- RAMÍREZ DEL POZO, J., & GIANNINI, G. (1973): *Mapa Geológico de España 1:50.000, MAGNA*, Hoja núm. 29 (Oviedo): Servicio de Publicaciones. Ministerio de Industria y Energía, Madrid, 64 pp.
- GUTIÉRREZ CLAVEROL, M., & MANJÓN, M. (1984): «Los depósitos evaporíticos del tránsito Permotriás-Lías en Asturias (Mina Felisa)», *Rev. Minas*, 4: 37-49.
- JULIVERT, M.; TRUYOLS, J.; RAMÍREZ DEL POZO, J., & GIANNINI, G. (1973): *Mapa Geológico de España 1:50.000, MAGNA*, Hoja núm. 14 (Gijón). Servicio de Publicaciones. Ministerio de Industria y Energía, Madrid, 48 pp.
- MANN, A. C. (1992): «An interpretation of data from the 1991 seismic survey for La Camocha Mine, Gijón, Asturias, Northern Spain», *British Coal Corp. Technical Services and Research Executive, Geotechnical Services Report*. 13 pp. Bretby.
- MARTÍNEZ GARCÍA, E. (1983a): «El Pérmico de la Región Cantábrica»; in C. MARTÍNEZ DÍAZ (coord.): *Carbonífero y Pérmico de España*. Inst. Geol. Min. Esp.: 389-402.
- (1983b): «Permian mineralizations in the Cantabrian Mountains (W Spain)», in H. J. SCHNEIDER (ed.), *Mineral Deposits of the Alps and of the Alpine Epoch in Europe*, Springer Verlag: 259-274.
- (1990): «Stephanian and Permian Basins; Stratigraphy; Cantabrian and Palentian Zones», in R. D. DALLMEYER & E. MARTÍNEZ-GARCÍA (eds.), *Pre-Mesozoic Geology of Iberia*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York: 39-54.
- (1991): «Hercynian syn-orogenic and post-orogenic successions in the Cantabrian and Palentian zones (NW Spain). Comparison with other Western European occurrences», *Giorn. Geol.*, Ser. 3.^a; 53/1: 209-228.
- MARTÍNEZ GARCÍA, E.; WAGNER, R. H., & GARCÍA RAMOS, J. C. (1991): «La Cobertera Paleozoica Post-Hercínica en el Oriente de Asturias (NW de España)», *Geogaceta*, 10: 160-162.
- MARTÍNEZ GARCÍA, E.; PARSONS, C.; GAND, G.; KERP, H., & WAGNER, R. H. (1994): «Primer descubrimiento de huellas de tetrápodos, invertebrados y plantas en el Pérmico de la Cordillera Cantábrica (Peña Sagra, Cantabria)», *3^{er} Col. de Estrat. Paleogeogr. Pérm. Triás. España*, Resúmenes: 77-78. Cuenca.
- MARTÍNEZ GARCÍA, E.; COQUEL, J., & QUIROGA, J. L. (en prensa): «Edad de los niveles de tránsito entre el Pérmico y el Jurásico en el área de Gijón (Asturias, NW de España)», *Geogaceta*.
- PIEREN, A. P.; ARECES, J. L.; TORAÑO, J., & MARTÍNEZ GARCÍA, E. (1993): «Antecedencia hercínica de la fracturación alpina en el Pérmico del sector Gijón-La Collada (Asturias)», *XV Reun. Xeol. Min. NO Penins.* Evolución Alpina del Sistema Hercínico Peninsular: 97-102.
- SUÁREZ RODRÍGUEZ, A. (1988): «Estructura del área de Villaviciosa-Libardón (Asturias, Cordillera Cantábrica)», *Trab. Geol.*, 17: 87-98.
- SUÁREZ VEGA, L. C. (1969): «El Lías de Asturias (1.^a Parte)», *Semin. Estrat. Serie Azul*, 4: 41-46.
- SUÁREZ VEGA, L. C. (1974): «Estratigrafía del Jurásico de Asturias», *Cuad. Geol. Ibér.*, 3: 369 pp.
- VALENZUELA FERNÁNDEZ, M. (1988): *Estratigrafía, sedimentología y paleogeografía del Jurásico de Asturias*. Tesis Doctoral Universidad de Oviedo, 2 vol., 1433, pp. Inédita. Oviedo.
- WAGNER, R. H., & MARTÍNEZ GARCÍA, E. (1982): «Description of an Early Permian flora from Asturias and comments on similar occurrences in the Iberian Peninsula», *Trab. Geol.*, 12: 273-287.