

El Paleozoico inferior del SE del Montseny

J. HUERTA

Dpt. de Geología, Fac. Ciencias. Univ. Autónoma de Barcelona. 08193 BELLATERRA (Barcelona)

RESUMEN

La parte sureste del Montseny, junto con Les Guilleries son las dos áreas donde afloran las rocas más antiguas de las Cadenas Costeras Catalanas y también las únicas áreas donde existe un metamorfismo de alto grado. Pueden distinguirse tres complejos, estratigráficamente superpuestos que de abajo arriba son: 1) gneises leucocráticos de grano fino, 2) micaesquistos con algunas cuarcitas intercaladas, y con mármoles y lentejones de gneises en la parte baja, y 3) metapelitas y metarenitas de menor grado metamórfico. La edad de estos materiales ha sido tradicionalmente considerada como del Cámbrico-Ordovícico inferior. Las rocas de alto grado están afectadas por una esquistosidad, de dirección Este-Oeste y buzamiento al Sur de unos 30-60°. En algunos casos se reconoce que esta esquistosidad deriva de la crenulación de una foliación anterior. Las rocas de bajo grado están afectadas por un «slaty cleavage» y desarrollan una crenulación poco visible en los materiales de alto grado y cuyos planos están inclinados al SE unos 70°. Desde el punto de vista del metamorfismo puede distinguirse un metamorfismo regional progrado, un metamorfismo de contacto y un metamorfismo retrogrado. La sucesión prograda es biotita-andalucita/cordierita-sillimanita. Su clímax postdata la deformación principal. Dentro de los porfiroblastos de andalucita pueden verse a veces relictos de estaurólita, lo que indica un cambio en la trayectoria P/T. El metamorfismo de contacto es producido por los granitoides tardíos y alcanza la facies de las corneanas hornbléndicas.

Palabras clave: Orógeno hercínico. Metamorfismo hercínico. Cámbrico. Ordovícico. Cadenas Costeras Catalanas.

ABSTRACT

The Southeastern part of the Montseny massif and the Guilleries are the areas where the oldest rocks of the Catalanian Coastal Ranges are exposed. These are also the only areas where a high grade metamorphism is found. The sequence consists from bottom to top of the following three complexes: 1) fine grained leucocratic gneisses, 2) micaschists with some interlayered quartzite beds and with marbles and gneiss lenses in the lower part, 3) lower-grade metapelites and metarenites. The age has been traditionally assigned to the Cambrian-Early Ordovician. The high grade rocks are affected by an schistosity trending east-west and dipping south about 30-60°. In some instances this schistosity shows evidences of its origin from the crenulation of an older foliation. The lower grade rocks are affected by a slaty cleavage and show in addition a crenulation cleavage dipping to the south-east about 70°. Three different metamorphisms can be observed in the area: 1) prograde regional metamorphism, 2) contact metamorphism and 3) retrograde metamorphism. The prograde sequence is biotite-andalucite/cordierite-sillimanite. The climax postdates the main deformation. Inside andalucite porphyroblasts staurolite relics can be sometimes observed, indicating a variation in the P/T trajectory. The contact metamorphism is induced by the late granitoids and reaches the hornblende facies conditions.

Key words: Hercynian foldbelt. Hercynian Metamorphism. Cambrian. Ordovician. Catalanian Coastal Ranges

INTRODUCCIÓN

El macizo del Montseny constituye el conjunto montañoso más elevado de las Cadenas Costero Catalanas. Geológicamente se compone de una potente serie de metasedimentos abarcando desde el Cambro-Ordovícico hasta el Carbonífero inferior, intruídos por granitoides calcoalcalinos posttectónicos (granitoides del Montseny-Guilleries). Limita al NE con los mencionados granitoides, al N y W con el Terciario de la Depresión del Ebro y al S mediante falla normal, con el relleno Neógeno de la fosa del Vallés (Fig. 1).

Desde el siglo pasado han sido varios los estudios dedicados al macizo del Montseny o que hacen alusión más o menos directa al mismo. Entre ellos destacan los de Almera (1913), Faura Sans (1913), Ashauer y Teichmuller (1935) y Puschmann (1968). Sin embargo los trabajos más extensos sobre la geología del macizo se deben a Sijp (1951) y Viladevall (1978). Recientemente Julivert y Martínez (1980) lo incluyen en su estudio global de los macizos paleozoicos de las Cadenas Costero Catalanas, Villas *et al.* (1987) revisaron las faunas del Ordovícico superior y Hamman *et al.* (1982) incluyen datos del Montseny en su síntesis del Ordovícico del SW de Europa.

El sector que se describe en este trabajo comprende las vertientes que bordean la Depresión del Vallés entre la Riera de Arbúcies y Campins.

ESTRATIGRAFIA

En este sector presentan un buen desarrollo los materiales azoicos que, tradicionalmente, han venido considerándose como cambro-ordovícicos. En el Montseny se asigna esta edad a los materiales que se hallan por debajo de la serie de grauvacas y algún delgado nivel de calizas, datadas por su fauna de braquiópodos como Caradoc-Ashgill y que afloran en la parte NE del macizo (Villas *et al.* 1987). Los materiales azoicos anteriores al Caradoc presentan numerosas similitudes con las series de Jujols y Canavelles descritas por Cavet (1957) en el Pirineo Central.

La sucesión estratigráfica que puede establecerse en el sector estudiado es muy semejante a la observada por Duran (1985) en Les Guilleries, pudiéndose considerar en este sentido el equivalente a la serie de Susqueda.

En el área estudiada pueden distinguirse tres conjuntos que de arriba a abajo son:

Un conjunto superior predominantemente pelítico-arenoso.

Un conjunto medio formado por micaesquistos, localmente cuarzo-feldespatíticos, con niveles cuarcíticos intercalados de potencia desigual e intercalaciones hacia la base de niveles marmóreos y gneises microporfíricos de grano medio. Estos últimos se presentan como cuerpos lenticulares concordantes con la esquistosidad regional. Los niveles de mármoles presentan extensión y potencia irregulares (máximo 20 m de potencia en Gualba) y forman niveles discontinuos y lenticulares de composición calcáreo-dolomítica.

Un conjunto inferior formado por gneises leucocráticos de grano fino. Estos materiales afloran extensamente en el límite oriental del área estudiada, son sumamente uniformes y presentan las mismas características texturales y mineralógicas que los gneises de Les Guilleries (Duran, 1985).

ESTRUCTURA

La estructura de la zona es relativamente sencilla. Sobre los materiales pelíticos se desarrolla una foliación del tipo «schistosity» con evidencias texturales que denotan que se trata de una crenulación muy penetrativa que oblitera una foliación anterior. En este sentido sería el equivalente de la S2 de Les Guilleries (Duran, 1985) y de otras áreas del Macizo Ibérico. Esta foliación regional presenta una orientación aproximada E-W, con buzamientos al Sur entre 30 y 60°. Existe, no obstante, una inflexión en el sector central entre Gualba y la Riera de Riells con buzamientos hacia el SE (Fig. 2a).

Cuando el metamorfismo disminuye y la litología así lo permite aparece una esquistosidad posterior que denominamos S3. Esta produce una crenulación muy penetrativa sobre la esquistosidad regional y da lugar a una marcada lineación bien visible en el sector occidental, al N de Campins. Esta lineación se inclina suavemente hacia el WSW (Fig. 2b). Otro efecto importante es la fuerte dispersión de los polos de la esquistosidad regional sobre los materiales metapelíticos.

Los gneises leucocráticos de Breda y Montsoriu presentan una foliación muy constante y claramente paralela a la esquistosidad de las metapelitas (Fig. 2c). El contacto entre ambas litologías es concordante en todos los puntos observados.

Los mármoles de Gualba microscópicamente muestran una foliación formada por la alternancia de bandas claras y oscuras centimétricas. Los niveles más obscu-

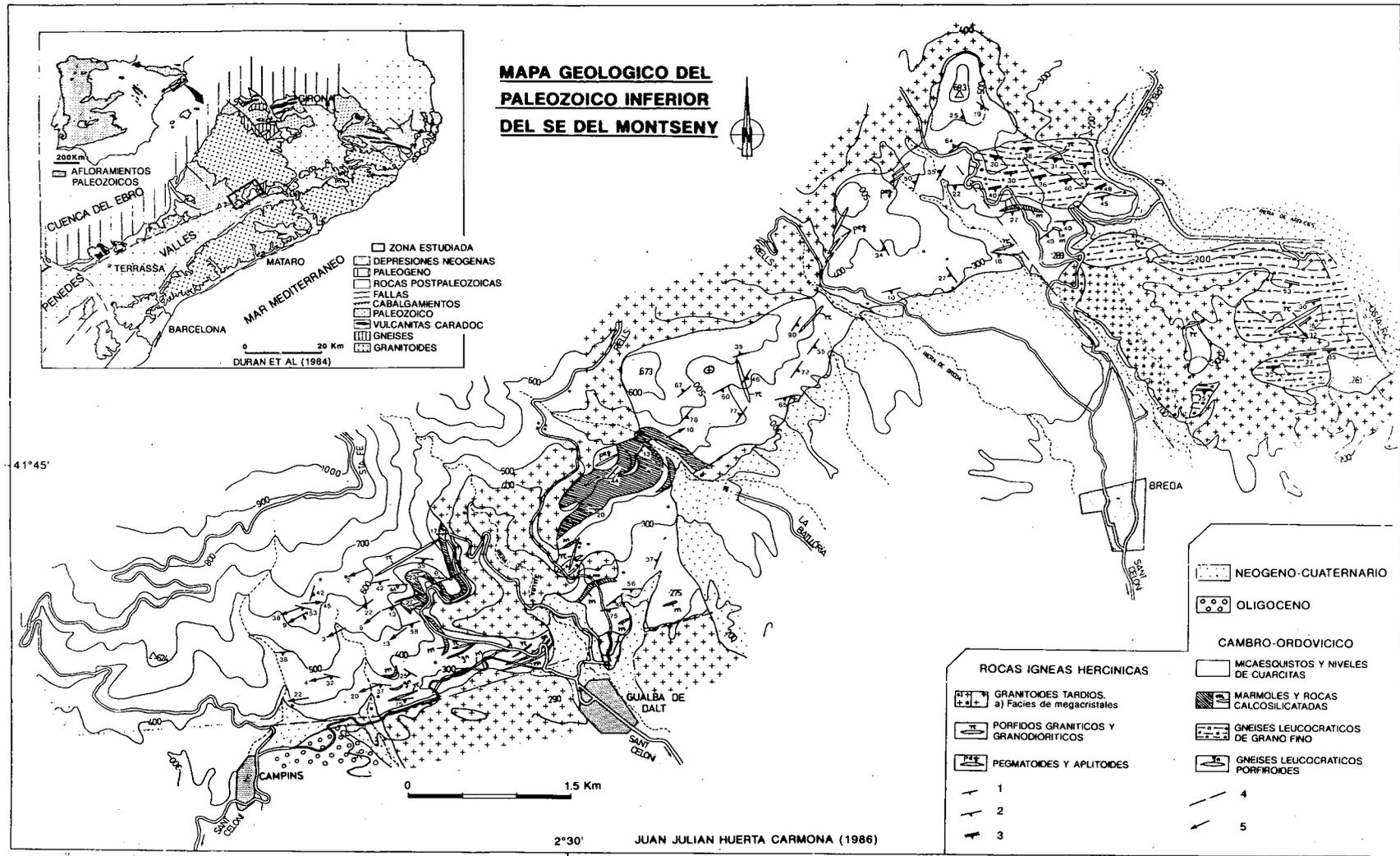


Figura 1.- Mapa geológico de la parte SE del macizo del Montseny. 1: Foliación mármoles. 2: Esquistosidad metapelitas. 3: Foliación gneíscica. 4: Falla supuesta. 5: Lineación de crenulación.

Figure 1.- Geologic map of the south-eastern part of the Montseny massif. 1: Foliation in marbles. 2: Foliation in metapelites. 3: Foliation in gneisses. 4: Fault (deduced). 5: Crenulation lineation.

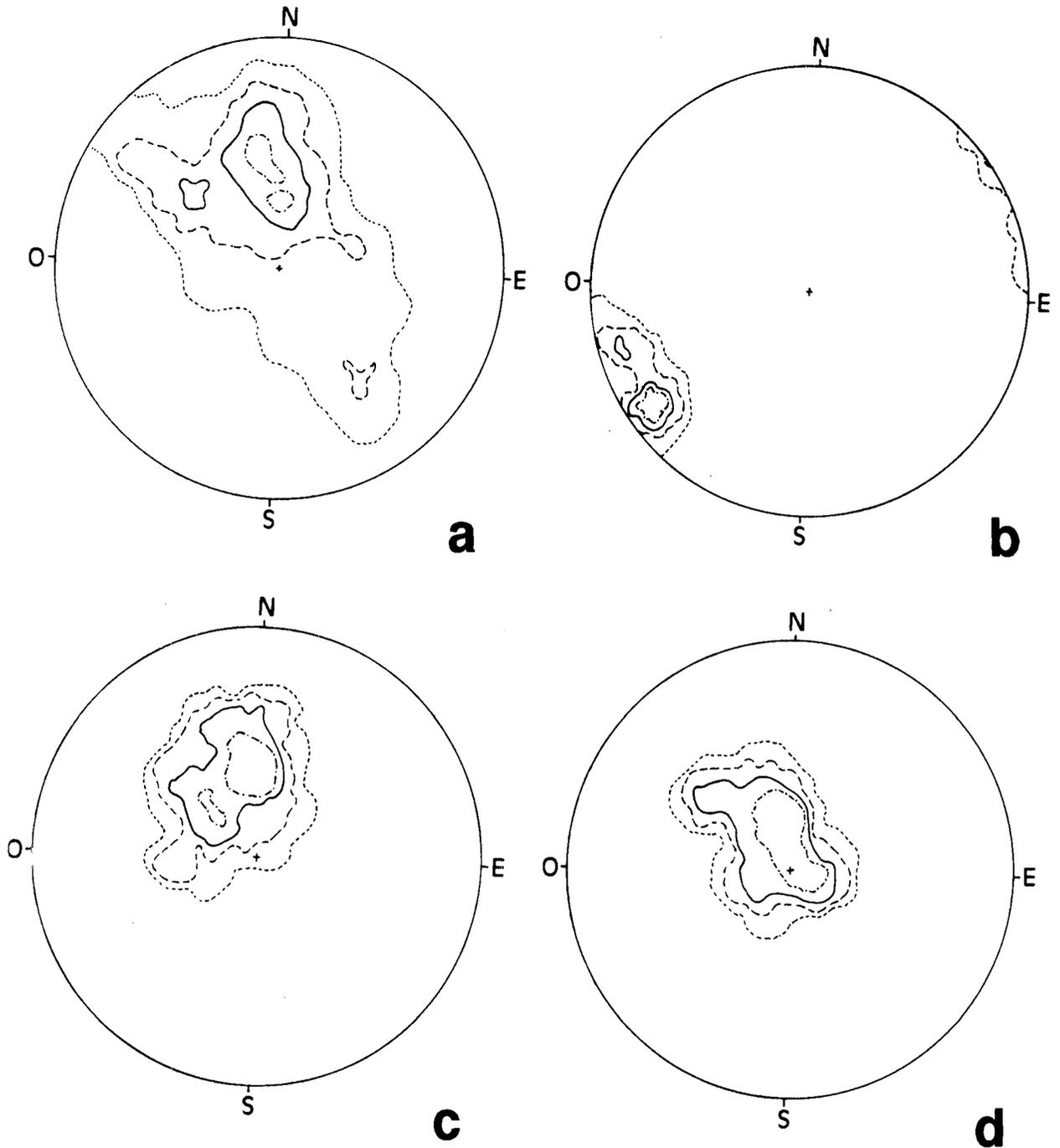


Figura 2.- Estereogramas de la foliación dominante en diferentes tipos de rocas y de la lineación de crenulación. a) Foliación regional en metapelitas, 188 puntos, contornos del 0, 2, 5 y 10%. b) Lineación de crenulación, 27 puntos, contornos del 0, 9, 19 y 20%. c) Foliación en los gneises de Breda-Montsoriu, 69 puntos, contornos del 0, 2, 5 y 10%. d) Foliación en los mármoles de Gualba, 58 puntos, contornos del 0, 2, 5 y 10%. Proyección equiareal, hemisferio inferior.

Figure 2.- Stereoplots of the dominant foliation in different rock types and the crenulation lineation. a) Regional foliation in metapelites, 188 poles, contours at 0, 2, 5, and 10%. b) Crenulation lineation, 27 points, contours at 0, 9, 19, and 20%. c) Regional foliation in the Breda-Montsoriu gneisses, 69 poles, contours at 0, 2, 5, and 10%. d) Regional foliation in the Gualba marbles, 58 poles, contours at 0, 2, 5, and 10%. Equal area lower hemisphere projection.

ros contienen minerales opacos y del metamorfismo. Esta foliación es relativamente subhorizontal, a diferencia de lo que sucede con los buzamientos mas altos de la esquistosidad en el encajante metapelítico (Fig. 2d). En sectores muy localizados, como sucede en el Sot de Les Pedreres, existen bandas centimétricas miloníticas con notable reducción del tamaño de grano. El estudio de estas texturas al microscopio muestra una gradación entre protomilonitas y milonitas s.s. según la clasificación de Sibson (1977). Esta foliación muestra un aplastamiento diferencial entorno a los minerales metamórficos y asocia un fuerte «boudinage» sobre niveles centimétricos calcosilicatados.

El estilo de los pliegues varía según los sectores y los materiales afectados. En la zona de mayor grado metamórfico y sobre metapelitas los pliegues son de tipo «similar», intrafoliales y fuertemente asimétricos. mientras que en la zona de menor metamorfismo los pliegues asociados a filitas suelen ser de morfología «chevron» y de plano axial vertical. Estos últimos son contemporáneos a la crenulación S3.

Sobre los gneises leucocráticos tan solo se observan leves ondulaciones de gran radio de curvatura, atribuibles a la fase tardía (S3).

METAMORFISMO

Se han distinguido tres tipos de metamorfismo en este sector:

1. Metamorfismo regional progrado.
2. Metamorfismo de contacto.
3. Metamorfismo retrógrado.

Metamorfismo regional progrado

El metamorfismo regional alcanza condiciones de la facies de las anfibolitas de baja presión. Al igual que sucede en otros sectores del Macizo Ibérico estas condiciones se superponen a otras anteriores de mayor presión. Esto viene indicado por la existencia de asociaciones reaccionales con granate y estaurolita, que aparecen como relictos blindados en porfiroblastos de andalucita/cordierita. Este hecho pone de manifiesto un cambio progresivo en la trayectoria P, T del metamorfismo hacia un proceso de despresurización. Del estudio de las texturas se sugiere la existencia de dos posibles reacciones microscópicas (Fig. 3 y 4):

Estaurolita + moscovita + cuarzo = andalucita + biotita
 Granate + feldespato K + agua = cordierita + biotita



Figura 3.- Estaurolita(St) desestabilizada a andalucita(And), mediante la reacción $St+Mosc+Q=And+Bi$. Bi=biotita.

Figure 3.- Unstable staurolite (St) giving andalucite(And), through the reaction $St+Mosc+Q=And+Bi$. Bi= Biotite.

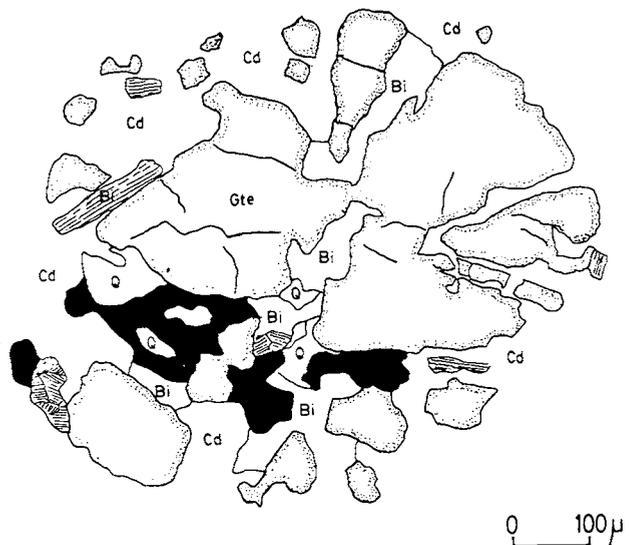


Figura4.- Granate (Gr) desestabilizándose a cordierita (Cd) y biotite (Bi), mediante la reacción $Gte+FK+H2O=Cd+Bi$. Q= cuarzo.

Figure 4.- Unstable garnet (Gr) giving cordierite (Cd) and biotite(Bi), through the reaction $Gr+KF+H2O=Cd+Bi$. Q=Quartz.

La sucesión progradada que aparece es biotita-andalucita/cordierita-sillimanita. Las asociaciones más importantes observadas en micaesquistos son:

A. Zona de la biotita

1. Cuarzo-biotita-moscovita
2. Cuarzo-biotita-(clorita)-moscovita

B. Zona de la andalucita/cordierita.

1. Cuarzo-plagioclasa-biotita.
2. Cuarzo-andalucita-biotita-moscovita.
3. Cuarzo-andalucita-plagioclasa-biotita-moscovita.
4. Cuarzo-andalucita-cordierita-(granate)-biotita.
5. Cuarzo-andalucita-(estauroлита)-biotita-moscovita.

C. Zona de la sillimanita.

1. Cuarzo-sillimanita-biotita-plagioclasa.
2. Cuarzo-sillimanita-biotita-andalucita-(estauroлита)-cordierita

Se deduce, a partir del estudio de las texturas microscópicas, que el clímax del metamorfismo regional postdata a la fase de deformación principal.

Metamorfismo de contacto

La intrusión de los granitoides tardíos provoca la formación de una amplia aureola de metamorfismo de contacto (alrededor de 500 m). En el encajante pelítico se generan corneanas con andalucita/cordierita en las zonas próximas al contacto y esquistos moteados en las zonas más alejadas. En las rocas carbonatadas las asociaciones existentes indican condiciones de la facies de las corneanas hornbléndicas (Turner, 1981).

Existe un buen desarrollo de asociaciones típicamente magnesianas con subsaturación de cuarzo, destacando:

- 1 - Forsterita-calcita.
- 2 - Forsterita-diópsido-calcita.
- 3 - Forsterita-calcita-espinela-clinohumita.
- 4 - Wollastonita-granate-diópsido.
- 5 - Tremolita-diópsido.

Las asociaciones 4 y 5 son típicas de los «skarns» junto al contacto (4) y en la aureola externa (5). La aparición de clinohumita en la asociación 3 sugiere para algunos autores (p.e. Turner, 1981) la existencia de metasomatismo fluobórico, hecho también corroborado por la existencia de fluorita rellenando cavidades en el mármol en la proximidad al contacto.

Metamorfismo retrógrado

Es frecuente observar en casi todas las muestras

estudiadas la existencia de una fuerte retrogradación tardía de las asociaciones anteriores. En las metapelitas los procesos más frecuentes son la cloritización de las biotitas con la consecuente exolución de opacos (ilmenita y magnetita principalmente) y la sericitización y saussuritización de plagioclasa y andalucita/cordierita. En los mármoles es frecuente la serpentización de forsterita, con formación de antigorita y crisotilo sobre planos de fractura y grietas respectivamente. Existe, además, una importante retrogradación ligada a la milonitización, que provoca la formación de talco y clorita mimetizando la foliación milonítica. En los «skarns» se forma clinzoisita y epidota en las cavidades de los clinopiroxenos y prehnita como relleno de fracturas.

CONCLUSIONES

Dentro del conjunto del zócalo paleozoico de las Cadenas Costeras Catalanas, los únicos puntos con metamorfismo de grado medio alto son el macizo de Les Guilleries y la vertiente S del Montseny. En estos dos sectores, además, afloran los terrenos más antiguos que se asignan tradicionalmente al Cambro-Ordovícico por similitud y correlación con los Pirineos Orientales.

Se han detectado en el área estudiada dos fases de deformación principales. La primera genera una esquistosidad regional con buzamientos generales al SSE y SE y, localmente, al NNW. Evidencias texturales indican que se trata de una crenulación que oblitera una foliación primitiva, de un modo similar a lo que sucede en Les Guilleries (Durán, 1985). Una fase más tardía se desarrolla bien en las zonas de bajo grado generando una crenulación asociada a pliegues «chevron» de plano axial vertical.

Los mármoles de Gualba muestran una foliación prácticamente horizontal (fig 2d), paralela a la esquistosidad del encajante. Localmente y paralelas a esta foliación se desarrollan bandas miloníticas de espesor no superior al medio metro, con gradación entre milonitas y ultramilonitas.

El metamorfismo regional es de grado medio en facies anfibolítica de baja presión con asociaciones reaccionales de estauroлита y granate que indican cierta plurifacialidad. Estas asociaciones, por otra parte muy frecuentes en distintos puntos del Macizo Ibérico como en Feroselle y en Vitigudino (Martínez, 1974), manto de Mondoñedo (Bastida *et al.*, 1986), Guadarrama (López Ruiz *et al.*, 1975) entre otros y en la Zona

Axial pirenaica como Bossot (Zwart, 1979) o Canigó (Guitard, 1970) pueden interpretarse debidas a un aumento del gradiente térmico en el tiempo, que puede ir o no acompañado de una progresiva despresurización. Algunos autores asocian esta despresurización a la etapa de levantamiento producida durante el abombamiento de un domo térmico (p.e. Martínez y Rolet, 1988 y Martínez *et al.*, 1988).

El metamorfismo de contacto, que forma una aureola alrededor del granito, alcanza condiciones de la facies de las corneanas hornbléndicas.

Tras estos episodios y en fases tardías se produce una importante retrogradación sobre las asociaciones anteriores.

AGRADECIMIENTOS.

A los Dres. Martínez y Julivert por la lectura crítica del manuscrito y las facilidades que en todo momento han dado para la realización de este trabajo.

BIBLIOGRAFIA

ALMERA, J., 1913: Mapa geológico-topográfico de la provincia de Barcelona, Región quinta (Montseny). Escala 1:40000 Dip. Prov. Barcelona.

ASHAUER, H. y TEICHMÜLLER, R., 1935: Die Variscische und Alpidische gebirgsbildung Kataloniens. *Abh. Ges. Wiss. Gött. mat.-phys. kl.*, 3: 1-79.

BASTIDA, F., MARTÍNEZ CATALAN, J.R. y PULGAR, J.A., 1986: Structural, metamorphic and magmatic history of the Mondoñedo nappe (Hercynian belt, NW Spain). *Journal Struct. Geol.*, 8 (3/4): 415-430.

CAVET, P., 1957: Le Paléozoïque de la zone axiale des Pyrénées orientales françaises entre le Roussillon et l'Andorre. *Bull. Serv. Carte Géol. France*, 55(254): 303-518.

DURÁN, H., 1985: *El Paleozoico de Les Guilleries*. Tesis Uni. Aut. Barcelona: 1-243.

FAURA SANS, M., 1913: Síntesis estratigráfica de los terrenos primarios de Cataluña, con una descripción de los yacimientos

fosilíferos más importantes. *Mem. R. Soc. Hist. Nat.*, 9 (1): 1-202.

GUIARD, G., 1970: Le métamorphisme hercynien mésosozonal et les gneiss ocellés du massif du Canigou (Pyrénées-Orientales). *Mém. B.R.G.M.*, 63: 1-349.

HAMMAN, W., ROBARDET, M. y ROMANO, M. 1982: The Ordovician System in Southwestern Europe (France, Spain, Portugal). *Int. Union Geol. Sc. Publ.*, 11: 1-47.

JULIVERT, M. y MARTÍNEZ, F.J., 1980: The Paleozoic of the Catalanian Coastal Ranges (NW Mediterranean). In F.P. Sassi Ed. *IGCP 5, Newsletter 2*: 124-128.

LÓPEZ RÚIZ, J., APARICIO, A. y GARCÍA CACHO, L., 1975: El metamorfismo de la Sierra de Guadarrama, Sistema Central español. *Mem. Inst. Geol. Min. España*, 85: 1-127.

MARTÍNEZ, F.J., 1974: Estudio del área metamórfica del NW de Salamanca (Cordillera Herciniana, España). *Trabajos de Geol. Univ. de Oviedo*, 7: p. 3-59.

MARTÍNEZ, F.J. y ROLET, J., 1988: Late Paleozoic metamorphism in the Northwestern Iberian Peninsula, Brittany and related areas in Southwestern Europe. in HARRIS, A.L. y FETTES, D.J. Edit., *The Caledonian-Appalachian Orogen Geol. Soc. Spec. Publ.*, 38: 611-620.

MARTÍNEZ, F.J., JULIVERT, M., SEBASTIÁN, A., ARBOLEYA, M.L. e IBARGUCHI, J.I., 1988: Structural and thermal evolution of high-grade areas in the Northwestern parts of the Iberian Massif. *Amer. Jr. Sc.*, 288: 969-996.

PUSCHMAN, H., 1968: La série paléozoïque du Massif du Montseny (Catalogne, Espagne du Nord-Est). *C.R. Acad. Sc. Paris*, 266: 657-659.

SIBSON, R.H., 1977: Fault rocks and fault mechanisms. *Jour. Geol. Soc. London*, 133: 191-213.

SIJ, J., W.C.M. VAN DER, 1951: *Petrography and Geology of Montseny Guilleries (NE Spain)*. Tesis Univ. Utrecht: 1-95.

TURNER, F.J., 1981: *Metamorphic petrology: mineralogical field and tectonic aspects*. Mc. Graw-Hill Publ.: 1-524.

VILADEVALL, M., 1978: *Estudio petrológico y estructural de las rocas metamórficas y graníticas del sector Nord-oriental del Macizo del Montseny (Prov. Barcelona y Gerona)*. Resumen Tesis Univ. Barcelona, 1-12.

VILLAS, E., DURÁN, H. y JULIVERT, M., 1987: The upper Ordovician clastic sequence of the Catalanian Coastal Ranges and its Brachiopod fauna. *N. Jb. Geol. Palaönt. Abh.*, 174 (1): 55-74.

ZWART, H.J., 1979: The geology of the Central Pyrenees. *Leidse Geol. Mededelingen*, 50: 1-74.