



IGME

366

39-14

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

SAN FELIU
DE GUIXOLS

DOCUMENTACION COMPLEMENTARIA
(INFORME PETROLOGICO)

inypsa

INFORMES Y PROYECTOS, S. A.

NOVIEMBRE - 1.978.

INFORME PETROLOGICO DE LAS ROCAS IGNEAS Y
METAMORFICAS

Hoja 39-14 (San Feliu de Guixols)

Elaborado por:

Jorge Carreras Planells
Dpto. Petrología
Universidad Central-Barcelona

Francisco J. Martínez Fernández
Dpto. Petrología
Universidad Autónoma
Bellaterra (Barcelona)

INDICE

1.- ROCAS IGNEAS.	1
1.1.- Rocas Plutónicas	1
1.1.1.- Leucogranitos	2
1.1.1.1.- Mineralogía	2
1.1.1.2.- Microestructura ...	4
1.1.1.3.- Variedades	4
1.1.2.- Granodioritas y granitos biotíticos	4
1.1.2.1.- Mineralogía	4
1.1.2.2.- Microestructura ...	6
1.1.2.3.- Enclaves	7
1.1.2.4.- Variedades	7
1.1.3.- Episenitas y epicuarzo-monzonitas	7
1.1.4.- Consideraciones genéticas acerca - de los granitoides	8
1.2.- Rocas Filonianas	9
1.2.1.- Aplitas y pegmatitas	9
1.2.2.- Microgranitos porfídicos, micro- granitos afíricos y granófidos ..	10
1.2.3.- Microgranodioritas, microcuarzo dioritas y microcuarzomonzonitas	11
1.2.4.- Lamprófidos	12
1.3.- Rocas Volcánicas	13
1.3.1.- Basaltos olivínicos	13
1.3.1.1.- Mineralogía	13
1.3.1.2.- Microestructura	14
2.- ROCAS METAMORFICAS	15
2.1.- Rocas metamórficas de la serie pelítica y cuarzo-pelítica	16
2.1.1.- Esquistos de la serie metamórfica regional	16

2.1.2. - Corneanas pelíticas o esquistos corneánicos	18
2.2. - Rocas metamórficas carbonatadas y calcosilicatadas	19
2.2.1. - Mármoles	19
2.2.2. - Rocas calcosilicatadas	20
2.2.2.1. - Granatitas o corneanas granatíferas . . .	20
2.2.2.2. - Corneanas anfibólicas y/o diopsídicas y corneanas epidóticas	20
2.3. - Gneis cuarzo-feldespático y leucocrático	21

1. - ROCAS IGNEAS

1.1. ROCAS PLUTONICAS

Desde el punto de vista petrográfico pueden establecerse dos grupos de rocas graníticas: I) Granitos leucocráticos o -- leucogranitos y II) granodioritas y granitos biotíticos.

Las características generales de cada grupo son las siguientes:

GRANITOS LEUCOCRATICOS O LEUCOGRANITOS

Se caracterizan por su bajo índice de color. Generalmente contienen dos micas (moscovita $\pm$ biotita). Se presentan en varias facies definidas por diferencias microestructurales y que van desde las facies aplíticas a las pegmatíticas.

Por las características geológicas de los afloramientos los leucogranitos de grano medio parecen constituir diferenciaciones apicales de los granitos biotíticos y granodioritas de la serie de los granitos calcoalcalina, descritos a continuación.

Por lo general los leucogranitos suelen ser pobres en enclaves microgranudos.

GRANODIORITAS Y GRANITOS BIOTITICOS

Su composición varía desde los granitos monzoníticos hasta las granodioritas. Son fundamentalmente biotíticos, pero es fre-

cuenta la existencia además de hornblenda.

Son granitos masivos de grano medio-grueso, frecuentemente porfídicos; localmente presentan facies de grano fino. Son ricos en enclaves microgranudos que pueden llegar a tener composiciones dioríticas.

1.1.1. - Leucogranitos

1.1.1.1. - Mineralogía

Esencialmente constituidos por cuarzo, feldespato potásico y plagioclasa (albita-oligoclasa).

Como minerales accesorios suelen presentar moscovita y biotita. Además: clorita, epidota, circón, rutilo, apatito esfena, min. opacos y en algunos casos fluorita.

Cuarzo: frecuentemente existen dos generaciones, la primera en cristales hipidiomorfos dihexahedricos incluidos en feldespato. La segunda, cuarzoes tardíos, formada por cristales xenomorfos, goticulares, en algún caso con tendencia a formar intercrecimientos gráficos. El cuarzo corroe a los feldespatos y en ocasiones tiene carácter policristalino intergranular. Son frecuentes los signos de deformación intracristalina, tales como extinciones ondulantes y presencia de subgranos.

Feldespato -K: ortosa o microclina. En general muy pertítico. Se observan frecuentemente dos generaciones de pertitas. Texturalmente suele aparecer como fenocristales o megacristales maclados según Carlsbad, hipidiomorfos, otras veces aparece en cristales xenomorfos de tendencia poiquilitica. Los cristales de feldespato -K suelen incluir cristales

les hipidiomorfos de plagioclasa y también de cuarzo. En muchas muestras es frecuente la seritización del feldespato-K.

Plagioclasas: generalmente se trata de albita u oligoclasa de bajo contenido en An. Por lo general son no zonadas, en algunos casos en que -- existe zonación directa, los cristales presentan el núcleo de oligoclasa y el borde de albita. En alguna ocasión se han llegado a observar dos -- generaciones de plagioclasa al aparecer cristales hipidiomorfos de plagioclasa incluidos en cristales de albita de mayor tamaño. Se ha observado además albita policristalina intergranular coalescente. Algunos cristales de albita presentan maclas en damero.

La albitización secundaria alotriomorfa, reemplaza al feldespato -K y en algunos cristales de albita se presentan pequeñas inclusiones del primitivo feldespato -K.

Moscovita: aparece en formas poiquiliticas. Algunas moscovitas parecen proceder del reemplazamiento de primitivas biotitas como así lo indica la presencia de opacos no identificables en los planos de exfoliación.

Biotita: en cantidades pequeñas o ausente. Cloritizada en algunos casos con desmezclas de rutilos y opacos. Se trata de una biotita marrón fuertemente pleocroica similar a la de los granitos biotíticos.

Apatito: no acicular, prismático. A veces incluido en la biotita.

La presencia de esfena y epidota está probablemente ligada a procesos post-magmáticos.

En alguna ocasión se ha observado una facies de leu-

cogranito con cristales de granate relictos englobados en el cuarzo y feldespatos.

1.1.1.2. - Microestructura

Es un granito que presenta considerables variaciones en el tamaño de grano, desde facies aplíticas hasta pegmatoides. En general presentan microestructuras alotriomorfas inequigranulares. Otra característica es la abundancia de intercrecimientos de -- cuarzo y feldespato-K (intercrecimientos micrográficos), de intercrecimientos reaccionales del tipo de las mirmequitas entre feldespato-K y plagioclasa, y de exolución o reemplazamiento (pertitas).

Estas características parecen indicar que estas rocas derivan de las fases más diferenciadas de un magma granítico - con una cristalización en condiciones próximas al eutectico del sistema granítico (Q-Ab-Or).

1.1.1.3. - Variedades

Existen diferentes facies de leucogranitos que responden a ligeras variaciones mineralógicas pero fundamentalmente a diferencias microestructurales. Este grupo de leucogranitos englobaría - los siguientes términos: Granitos aplíticos, granitos pegmatíticos, - leucogranitos moscovíticos y de dos micas, leucogranitos de grano fino y de grano medio.

1.1.2. - Granodioritas y granitos biotíticos

1.1.2.1. - Mineralogía

Los minerales esenciales son cuarzo, plagioclasa, - feldespato-K, biotita.

Los accesorios y secundarios son hornblenda, anfibol actinolítico, moscovita, circón, opacos, esfena, apatito, epidota, allanita, calcita, clorita, ilmenita, leucoxeno.

Cuarzo: dos generaciones, el primero dihexahédrico. En su mayor proporción alotriomorfo, a veces intersticial entre las plagioclasas. Ocasionalmente con signos de corrosión de los feldespatos. Son frecuentes los signos de deformación intracristalina.

Plagioclase: en cristales o fenocristales de tendencia hipidiomorfa, por lo general zonadas aunque no siempre. Existe una variedad de zonaciones desde las netas a veces con zonado oscilatorio hasta difusas (en ocasiones tipo "patchy"). Se han determinado núcleos de contenido An hasta 36 (andesina). Son frecuentes los rebordes albíticos estrechos. Suelen incluir biotitas. Hay albita secundaria policristalina intergranular y también recristalización de pequeños cristales en los bordes de las plagioclasas. También se encuentran albitas con maclas en damero. En algunos casos existe una saussuritización importante de las plagioclasas con formación de sericita y calcita secundarias.

Feldespato -K: se presenta por lo general en grandes cristales hipidiomorfos a alotriomorfos, estos últimos de tendencia poiquilítica. Incluyen pequeños cristales hipidiomorfos de plagioclase, biotita y cuarzo. A veces hay fenocristales con zonación. Las inclusiones en algún caso presentan una disposición orientada (inclusiones de FRALS). Los cristales de feldespato -K son generalmente micropertíticos. En algunos casos se han observado dos generaciones de pertitas, las últimas de tipo patch. Hay feldespato -K alotriomorfo intersticial junto con cuarzo y albita entre los cristales de plagioclase. Se trata de feldespato -K secundario.

Biotita: subidiomorfa, muy frecuentemente presenta secciones hexagonales. Pleocroismo marrón muy intenso. Son comunes los halos -- pleocroicos de circón y las inclusiones de apatito. En algunas muestras la biotita se encuentra alterada con formación de esfena, epidota y opacos en los planos de exfoliación.

Moscovita: en pequeños cristales, bien tardimagmáticos o bien secundarios resultantes de la alteración de los feldespatos.

Hornblenda: cristales de tendencia idiomorfa. A veces con maclado simple. Color verde.

Además se ha observado un anfíbol fibroso verde pálido.

Apatito: prismático a veces acicular

1.1.2.2. - Microestructura

Por lo general hipidiomorfa granular (granuda-granitoidea) de grano medio a grueso. Ocasionalmente porfidica con megacristales de feldespato -K zonados. Son frecuentes los intercrecimientos aunque no tan abundantes como en los leucogranitos. Se han observado: micropertitas en feldespato -K, estructuras micrográficas en bordes de fenocristales de feldespato -K y también mirmequitas. En algunas muestras la presencia de recristalizaciones de pequeños cristales de albita en los bordes de las plagioclasas definen una microestructura protoclástica.

1.1.2.3. - Enclaves

Presentan una mineralogía similar a la del granitoide que los contiene, aunque con mayor proporción de minerales ferro--magnésicos. Las plagioclasas presentan un zonado más marcado. Los apatitos son acusadamente aciculares. En algún caso se han observado restos de piroxeno englobados en anfíboles secundarios. También se ha observado un anfíbol fibroso verde pálido. Las plagioclasas se presentan como cristales idiomorfos que a veces destacan en una matriz más fina. Algunos enclaves presentan microestructuras intergranulares.

1.1.2.4. - Variedades

En este grupo quedan englobadas las siguientes variedades establecidas con criterios mineralógicos y/o microestructurales: Granodiorita biotítica, granodiorita hornblendica, granodiorita --porfídica, granito biotítico, monzogranito biotítico.

Las facies marginales de las granodioritas suelen estar constituidas por microgranitos o microgranodioritas porfídicas o afíricas.

1.1.3. - Episienitas y epicuarzo-monzonitas

Son el producto de alteración hidrotermal o deutérica de rocas granodioríticas y que se traduce fundamentalmente en una lixiviación del cuarzo, transformación de biotita en clorita, epidotas, -magnetita e illmenita y albitización total de las plagioclasas.

Frecuentemente esta transformación está ligada a fenómenos protocataclásticos y está acompañada de una decoloración de la roca adquiriendo un color rojizo. Las zonas episienitizadas son de forma por lo general irregular y dimensión reducida no cartografiable.

1.1.4. - Consideraciones genéticas acerca de los granitoides

Los dos tipos de rocas graníticas parecen relacionadas entre sí como se desprende de la mineralogía y fundamentalmente de las relaciones de campo. Entre las características mineralógicas similares destaca el color marrón oscuro de las biotitas. Las secuencias de cristalización que se pueden deducir a partir de observaciones petrográficas para ambas series son también análogas si bien en las granodioritas se observa una cristalización de biotita amarillenta anterior a la formación de los núcleos de las plagioclasas zonadas.

En cuanto a las relaciones de campo el grupo de los leucogranitos parece constituir diferenciados apicales de las granodioritas o pequeños cuerpos o stocks intrusivos en relación con las granodioritas. En ambos casos las diferentes facies de leucogranitos deben constituir las fracciones residuales tardías del magma granítico y que cristalizan en la etapa final.

Los dos tipos de granitos parecen comparables a los de la serie calco-alcalina del W y NW de la Península, de carácter post-tectónico y de edad Westfaliense sup.-Estefaniense. Sin embargo y debido a la cantidad de diferenciados aplíticos finales, éstos serían más bien comparables a los del centro-norte de Portugal, donde la serie calco-alcalina tardía presenta una gran complejidad con intrusiones de diversas facies situándose las aplíticas en el último momento (I. Soen 1970).

Analogamente estos granitoides son correlacionables con los batolitos granodioríticos del hercínico de los Pirineos (Maladeta, Andorra-Mont Louis, etc.) aunque en estos los diferenciados leucocráticos están muy subordinados.

1.2. - ROCAS FILONIANAS

1.2.1. - Aplitas y pegmatitas

Son rocas con una mineralogía relativamente simple. -- Como minerales esenciales presentan cuarzo y feldespato (microclina y albita). Los accesorios más frecuentes son: moscovita, biotita, clorita (secundario a partir de biotita), sericita (sec. a partir de feldespato) - circón, apatito, granates y opacos.

El feldespato -K es una microclina $\pm$ Pertítica.

Las aplitas presentan la típica microestructura sacaroidea con tendencia equigranular.

Las pegmatitas presentan grano grueso y son abundantes las microestructuras de intercrecimiento entre el cuarzo y el feldespato alcalino (gráficas).

Existe una gradación entre los términos aplíticos y pegmatíticos con variedades análogas a las que se presentan en el grupo de los leucogranitos y de las cuales en muchas ocasiones solo diferenciables por criterios de campo.

También se hallan texturas similares y gradación con las que presentan el grupo de los granófidios y microgranitos, descritos a continuación.

1.2.2. - Microgranitos porfídicos, microgranitos afíricos y granófidos

Este grupo abarca rocas con microestructura variable desde facies francamente porfídicas (con dos etapas de cristalización bien diferenciadas) hasta facies afíricas a veces con abundancia de intercrecimientos (granófidos). En conjunto estas rocas se caracterizan por un elevado contenido en feldespatos alcalinos y cuarzo y por un contenido bajísimo en minerales ferromagnesianos. Estos últimos cuando existen están constituidos por biotita frecuentemente acicular, fuertemente pleocroica, generalmente cloritizada o transformada en moscovita con desmezcla de opacos, rutilo y otros. Como minerales secundarios también se halla epidota y calcita.

Por su composición mineralógica este grupo abarca -- rocas cuya composición va desde la de los granitos de feldespato alcalino hasta la de los granitos s. str. Sin embargo también puede incluirse en este grupo alguna variedad de roca filoniana, porfídica de composición muy alcalina, formada esencialmente por feldespato -K. No obstante en ningún caso se han observado los anfíboles o piroxenos alcalinos típicos de las rocas hiperalcalinas.

En las facies porfídicas de este grupo los fenocristales están formados por cuarzoes dihexahedricos (β) de alta T, originariamente idiomorfos aunque frecuentemente presentan contornos ameboidales de reabsorción magmática. En los bordes de estos cristales hay frecuentemente una película de cuarzo en continuidad óptica con el fenocristal que representa el inicio del desarrollo de una microestructura granofídica. Otras veces, los fenocristales son de feldespato -K con maclado de Carlsbad y a veces perfiticos. La plagioclasa albitica por lo general no es zonada, aunque si lo es en algún caso. Los fenocristales pueden aparecer formando agrupaciones glomeroporfídicas.

La matriz en las variedades porfídicas o la totalidad de la microestructura en las variedades afíricas está constituida frecuentemente por una asociación de cuarzo y feldespato alcalino (de difícil determinación en ausencia de tinción), generalmente en intercrecimientos granofídicos que en determinadas ocasiones adquieren formas esferulíticas. En estos últimos casos se suele observar la presencia de cristales esqueléticos de feldespato -K.

De acuerdo con su composición mineralógica y de las características texturales puede considerarse que estas rocas representan los términos de diferenciación finales y más ácidos de magmas graníticos.

1.2.3. - Microgranodioritas, microcuarzodioritas y microcuarzomonzonitas (Pórfidos)

Dentro de este grupo se incluyen rocas de microestructura típicamente porfídica y de composición más básica que el grupo precedente. En general corresponden a rocas filonianas por condiciones de afloramiento pero en algún caso se incluyen facies de borde de las granodioritas del grupo 1.1.2, ya que sus características petrográficas son análogas.

Son rocas porfídicas con fenocristales de plagioclasa subidiomorfos con zonados muy marcados en el borde y a veces una zonación tipo "patchy" en el núcleo. En los tipos cuarzo-monzoníticos, los fenocristales de plagioclasa (de tipo oligoclasa - andesina) no aparecen zonados. Existen también fenocristales dihexahedrales de cuarzo con signos de reabsorción magmática y en algunos casos recrecimientos granofídicos en continuidad óptica con el cristal. En ocasiones se obser

van agrupaciones glomeroporfídicas de los fenocristales de cuarzo. En los tipos cuarzo-monzoníticos no se observan fenocristales de cuarzo, quedando este relegado a la matriz en forma de granos alotriomorfos intersticiales. El feldespató -K se encuentra intersticial en la matriz estando casi ausente en forma de fenocristales. Las biotitas son fuertemente pleocroicas similares a las de las granodioritas. Se han observado apatitos aciculares en la matriz.

Estas rocas se encuentran frecuentemente afectadas por fenómenos de retromorfosis originando sausrutización de las plagioclasas con formación de epidota localizada en los núcleos más ricos en An. La cloritización de la biotita está muy extendida y acompañada de segregación de esfena, minerales opacos y epidota en los planos de exfoliación.

Las diferencias entre los tres tipos citados de pórfidos responden a las variaciones en la relación Plag/FK/Q, siendo prácticamente análogas las características petrográficas.

1.2.4. - Lamprófidós

Todas las rocas del grupo de los lamprófidós estudiadas se encuentran con una retromorfosis importante de las paragénesis primarias así como una alteración meteorica intensa. Parece tratarse de rocas originariamente porfídicas con texturas pilotaxicas o afíricas microlíticas. En los tipos porfídicos los fenocristales debían ser primariamente de ferromagnésicos (anfíboles y también piroxénos) aunque en las muestras observadas solo existían minerales secundarios como clorita y epidota. Las plagioclasas constituyen el único mineral primario visible, aunque no obstante se halla en avanzado estado de sausrutización. En el núcleo de un fenocristal se han medido valores de An de alrededor de 35. Como minerales secundarios estas rocas contienen cal

cita, apatito, feldespato -K, sericita, caolín y minerales opacos.

1.3. - ROCAS VOLCANICAS

1.3.1. - Basaltos olivinicos

Se encuentran predominantemente en forma de coladas de extensión variable, a veces reducidas como la de Hostalrich, otras más extensas como la de Massanet.

Desde el punto de vista petrográfico las muestras de -- basaltos estudiadas tienen una composición relativamente monótona.

1.3.1.1. - Mineralogía

Los fenocristales son de olivino y augita. El olivino forma cristales hipidiomorfos a alotriomorfos, a veces con zonación; frecuentemente están fuertemente iddingstizados y en algún caso serpentinizados. Los fenocristales de augita son de la variedad titanoaugita y a -- veces aparecen maclados.

La matriz está constituida por microlitos intergranulares de plagioclasa entre los que se encuentra augita de color malva posiblemente titanoaugita. También existe olivino en la matriz y minerales opacos. Como minerales accesorios se han observado magnetita, apatito, rutilo. En algunos casos es probable la presencia de vidrio intersticial, posteriormente desvitrificado con formación de biotita. También es probable la presencia de feldespatoide (leucita y/o analcima).

Hay filones de carbonato con hematites y clorita, secundarios.

1.3.1.2.- Microestructura. -

Por lo general porfídico microlítica, pilotáxicas y a veces fluidales. Son frecuentes las vacuolas o vesículas de desgaseificación, a veces estas se presentan en formas de amigdalas rellenas de carbonatos (magnesianos), zonadas. En algunas vacuolas se han observado ceolitas y posiblemente analcima.

En algún basalto se ha observado la presencia de xenocristales de cuarzo, con bordes de reacción marcados por la presencia de una corona de anfíbol de color verde claro fibroso.

De las características mineralógicas observadas tales como la presencia de olivino en fenocristales y en la matriz así como la presencia de feldespatoides, estos basaltos pueden ser considerados como pertenecientes a la serie alcalina.

Por la razón anterior estas rocas deben tener un origen profundo y con un emplazamiento producido por una fracturación de edad miocena-pliocena, asociada a una distensión en la corteza. Este vulcanismo debe encuadrarse dentro del vulcanismo distensivo asociado al rifting que desde la fosa del Rin a través del Macizo Central Francés se prolonga por una de sus ramas hasta la Península y descendiendo paralelamente al litoral E se prolonga hasta la provincia de Murcia.

2. - ROCAS METAMORFICAS

Cartográficamente ocupan una extensión limitada en relación con las rocas graníticas. Se trata de metasedimentos de edades variables desde un probable Cámbrico hasta el Carbonífero (Viseense). Sin embargo las rocas afectadas por el metamorfismo regional de medio grado son fundamentalmente de edad cambro-ordovícica. Por lo que respecta a los materiales de edades silúrica, devónica y carbonífera, cuando se presentan metamorfizados, el metamorfismo es de contacto, ligado a la aureola térmica de los granitoides postectónicos pertenecientes a la serie calcoalcalina. Dado el carácter reducido de las zonas en donde aparecen rocas de metamorfismo regional y el carácter sobreimpuesto del metamorfismo de contacto se hace difícil la delimitación de las zonas de metamorfismo y de sus correspondientes isogradas.

Los materiales metamorfizados pertenecen en su mayor extensión a la serie pelítico-psamítica y las rocas metamórficas más abundantes son micaesquistos, esquistos cuarcíticos, metapsamitas y corneanas pelíticas. Además de estas rocas también se encuentran niveles ricos en carbonatos que originan mármoles y rocas metamórficas calcosilicatadas (mármoles de Gualba). Otro tipo de rocas metamórficas poco abundantes son algunos niveles de gneises cuarzo-feldespáticos y leucocráticos que parecen aflorar en la parte más profunda de la serie.

2.1. - ROCAS METAMORFICAS DE LA SERIE PELITICA Y CUARZO PELITICA.

2.1.1. - Esquistos de la serie metamórfica regional

En general son rocas polifásicas en cuanto a las deformaciones presentes y a la cristalización y recrystalización metamórfica. Donde mejor pueden establecerse las relaciones cristalización-deformación es en los esquistos con andalucita y/o cordierita. Estos esquistos son más o menos micaceos y cuarcíticos y pueden tener cantidades menores de feldespato. Su mineralogía más común es la siguiente: cuarzo, biotita, moscovita, plagioclasa rica en Ab⁺ Andalu⁺ Cordierita. Como minerales accesorios más frecuentes se encuentran circon, grafito, rutilo, turmalina, magnetita y monacita. Ocasionalmente se ha observado la presencia de relictos de estauroлита incluida en la andalucita y en dos casos se ha visto sillimanita (fibrolita) en esquistos con andalucita.

Los porfidoblastos de andalucita y cordierita que se encuentran en las rocas descritas más arriba es muy frecuente que se hallen reemplazados por moscovita (sericita) y pinnita. Como mineral secundario de origen retrogrado, también es frecuente la clorita. Las microestructuras más comunes son las esquistosas viniendo definida la esquistosidad por la orientación preferente, en mayor o menor grado, de las micas; a veces la esquistosidad está acompañada por bandas de cuarzo granoblastico.

Los esquistos con andalucita y cordierita presentan además microestructuras porfidoblasticas, mostrando estos cristales formas nodulares elongadas paralelamente a la esquistosidad. -- En estos porfidoblastos, cuando no están en estadios avanzados de al

teración, puede reconocerse una esquistosidad incluida (S_i) oblicua, con respecto a la esquistosidad externa (S_e), esta última tiende a adaptarse alrededor de los cristales. Son frecuentes las sombras de presión con cristalización de cuarzo en las mismas. En algunos casos en la esquistosidad externa (S_e) se observan restos de una anisotropia (S) anterior deformada, de esta anisotropia solamente persisten charnelas isoclinales entre los planos de la esquistosidad más desarrollada.

De las observaciones dadas más arriba puede deducirse que en las zonas de metamorfismo regional más elevado (zona de la andalucita-cordierita), existen dos fases esquistosas de las que la segunda es la más evidente en las rocas. Los cristales de andalucita y cordierita se habrían formado en su mayor parte durante el intercinemático.

Las estaurolitas que se encuentran como relictos blindados en la andalucita forman parte de una primitiva paragenesis metamórfica posteriormente desestabilizada y constituyen la evidencia de una evolución plurifacial del metamorfismo.

Mimetizando a las micas que crecen paralelamente a la esquistosidad, se han desarrollado cristales de biotita. Estos cristales de biotita junto con cristales de moscovita pueden aparecer también en formas discordantes sobre la esquistosidad, a veces en forma poiquiloblástica. Estos minerales a los que hemos hecho referencia evincían una recrystalización postectónica estática y con toda posibilidad relacionada con el evento metamórfico de contacto relacionado con el emplazamiento de los granitoides postcinemáticos. Igualmente se observa en los esquistos con andalucita la presencia de sillimanita en forma de fibrolita siendo claramente postectónica con respecto a la esquistosidad más manifiesta. No obstante es difícil afirmar si esta sillimanita es consecuencia de una etapa final del metamorfismo regional retrogrado o bien del efecto metamórfico de contacto. Las paragenesis observadas reflejan condiciones de la facies anfibolítica en un metamorfismo regional de baja presión.

2.1.2. - Corneanas pelíticas o esquistos corneánicos:

El metamorfismo de contacto es más patente en aquellas rocas que con anterioridad a este metamorfismo no habían rebasado condiciones de facies de los esquistos verdes. Sin embargo es difícil separar los dos episodios metamórficos en rocas que previamente presentaban paragenesis de facies anfibolítica. Los efectos del metamorfismo de contacto en rocas previamente de tipo filita se traduce en general en la formación de filitas moteadas o nodulosas, en las que los porfidoblastos de andalucita y principalmente de cordierita fosilizan a la esquistosidad preexistente o incluso a crenulaciones de la misma. Estos porfidoblastos suelen tener gran cantidad de inclusiones de cuarzo y de filosilicatos cuyo tamaño es menor que en la matriz. En algún caso aislado se ha observado la existencia de una segunda crenulación que se adapta y rodea a los porfidoblastos del metamorfismo de contacto. Cuando la recrystalización consecuencia de aquel metamorfismo es muy intensa desaparecen las anisotropías preexistentes, formándose microestructuras granoblásticas, veces con cierto bandeo relictivo que reflejaría diferencias en la composición litológica original o diferenciaciones metamórficas anteriores. Las rocas más cuarcíticas se transforman en rocas francamente granoblásticas, a veces con texturas poligonales con puntos triples que reflejan condiciones de equilibrio. Las mineralogías observadas son análogas a las descritas en los esquistos y propias de un metamorfismo de baja presión. Fundamentalmente son corneanas con: Cuarzo, biotita, moscovita $\pm$ andalucita, $\pm$ cordierita, ($\pm$ sillimanita). Cuando el metamorfismo afecta a pizarras ampelíticas (ricas en grafito) se desarrollan cristales de quiastolita. Como minerales accesorios estas corneanas tienen: circón, rutilo, turmalina, grafito, magnetita... También es frecuente la presencia de minerales secundarios del tipo clorita o sericita formados por retrogradación. Estas paragénesis citadas reflejan condiciones propias de la facies de las corneanas hornblendicas.

2.2. - ROCAS METAMORFICAS CARBONATADAS Y CALCOSILICATADAS.

Estas rocas constituyen el producto del metamorfismo regional o de contacto cuando éste afecta a sedimentos carbonatados o margosos. Los diversos tipos de rocas van desde mármoles más o menos impuros hasta esquistos o corneanas con silicatos cálcicos.

2.2.1. - Mármoles

Son rocas esencialmente constituidas por calcita y/o dolomita que presentan microestructuras granoblásticas con tendencia a poligonal, en las cuales el tamaño de grano suele variar según bandas, viniendo esto condicionado por la presencia de mayor o menor proporción de otros minerales como por ejemplo opacos, diopsido o micas. Estos mármoles en ocasiones llevan asociadas bandas de rocas calcosilicatadas, a veces con zonaciones minerales en el interior de las mismas, como por ejemplo núcleos anfibólicos con anfíboles deformados y bordes biotíticos. La biotita se presenta como haces radiales y los piroxenos suelen ser poiquiloblásticos. Los minerales más frecuentes asociados a los mármoles son los propios de las formaciones de tipo "skarn" como : granate (grosularia), diopsido, feldespatos, hornblenda verde tremolita-actinolita, biotita, flogopita, idocrasa, epidota, clinozoisita, circón y minerales opacos.

Es frecuente que el carácter granoblástico de estas rocas esté modificado por deformaciones post-climax metamórfico que originan microestructuras de protomiloníticas a miloníticas (texturas mortar) con recristalización de una matriz granoblástica de carbonato de menor tamaño de grano que el de la roca original.

2.2.2. - Rocas calcosilicatadas

En asociación con las descritas más arriba se encuentra este tipo de rocas. Presentan una mineralogía análoga y se diferencian de aquellas por una menor proporción de carbonato y una mayor proporción de otros minerales típicos de rocas más ricas en SiO_2 . Las diferentes variedades de este tipo de rocas vienen definidas por sus mineralogías reflejando estas últimas en parte, la composición original de la roca; aunque en contacto con cuerpos intrusivos graníticos es posible que haya intercambio químico con formación de rocas del tipo "skarn". Se pueden subdividir en varios tipos:

2.2.2.1. - Granatitas o corneanas granatíferas

Son rocas formadas por granates más o menos coalescentes que incluyen granos de diopsido, calcita, idocrasa, minerales opacos...

2.2.2.2. - Corneanas anfibólicas y/o diopsidicas y corneanas epidóticas.

Estas rocas están constituidas por cuarzo y una asociación de silicatos calcicos y magnésicos. La nucleación de los minerales viene condicionada por la presencia de otros preexistentes. Por ejemplo: la epidota se encuentra sistemáticamente alrededor del cuarzo y en contacto con la calcita o bien en las zonas de contacto entre bandas calcáreas y otras cuarcítico-micaceas. En algunas láminas la clinozoisita se ha observado nucleada alrededor de los minerales opacos. Igualmente en los niveles más ricos en cuarzo entre los granos de este mineral se encuentran agregados radiales de un anfíbol fibroso de color verde-pálido. El diopsido, igualmente, se forma donde coexisten cuarzo y carbonatos. De lo que se acaba de decir se deduce que, debido a

que las reacciones metamórficas condicionan la presencia de determinados minerales de forma localizada, se dan una serie de equilibrios en porciones muy restringidas de la roca (equilibrios en mosaico). Por otra parte además de los anfíboles y epidota que suelen ser constituyentes esenciales, también es frecuente el diopsido, carbonatos y otros minerales como idocrasa, biotita, feldespatos, esfena y escapolita.

En cuanto a la evolución del metamorfismo que puede ser deducida de este tipo de rocas hay varios hechos que indican que éstas han pasado por un episodio de metamorfismo regresivo con respecto a las paragénesis adquiridas durante el climax. Algunos criterios mineralógicos que indican esto último son los siguientes: - i) la presencia de epidota en rocas conteniendo piroxeno. ii) la presencia de diopsido junto con un anfíbol tremolítico que frecuentemente engloba al primero. Dado que esta roca posee paragénesis pertenecientes a alto grado de un metamorfismo de contacto (facies de las corneanas hornbléndicas y eventualmente facies de las corneanas piroxénicas) es difícil deducir que condiciones de metamorfismo se alcanzaron durante el episodio metamórfico previo al de contacto y relacionado con la deformación. Solamente en algún caso se ha observado esfenas con sombras de presión y anfíboles doblados y fracturados. No obstante falta un estudio sistemático para saber si esta deformación a que hacemos referencia es la que acompaña al metamorfismo regional o bien está relacionada con fenómenos cataclásticos más tardíos.

2.3. - GNEIS CUARZO-FELDESPÁTICO Y LEUCOCRÁTICO

Se trata de rocas cuya composición mineral es fundamentalmente cuarzo-feldespática, siendo los minerales esenciales:

cuarzo, feldespato potásico (en parte microclina) y una plagioclasa ácida; la biotita es un componente mucho menos abundante y tiene cantidades variables de moscovita. Como accesorios presenta - - circón, turmalina y magnetita, y como secundario clorita exclusivamente proveniente de la biotita.

En lo que respecta a su microestructura el cuarzo y los feldespatos definen una textura granoblástica con los feldespatos a menudo dispuestos en bandas. Las capas más ricas en feldespato tienen un grano más grueso que las constituidas por cuarzo, quizás debido a que se encuentran menos deformados. Se encuentran porfiroclastos relictos de feldespato potásico peritítico así -- como de algunas plagioclasas lo que da a la roca una textura glandular en ocasiones. La biotita orientada define la esquistosidad en esta roca.

En cuanto a su origen parece tratarse de rocas ortoderivadas algunas de tipo aplítico (las de grano fino) mientras que las ligeramente glandulares podrían proceder de granitos leucocráticos de grano ligeramente más grueso intrusivos con anterioridad a la fase de deformación que origina la esquistosidad más manifiesta en los micaesquistos encajantes.