



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

**CARTOGRAFÍA, PETROLOGÍA Y
GEOQUÍMICA DE LAS ROCAS DEL
ENTORNO GEOLÓGICO DE LOS
DEPÓSITOS FLUVIALES DE LA
ZONA ZARINAS.**

Marzo 1995



MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

R
11386

Este trabajo fue realizado por el Instituto Tecnológico Geominero de España (I.T.G.E.), como trabajo por Administración.

EQUIPO DE TRABAJO

Ángel Ferrero Arias (geólogo, I.T.G.E.).

Agradecimientos

A la Doctora en Geología Dña. Carlota García Paz, de la Univ. de Santiago de Compostela-Dto. de Edafología y Química Agrícola, por las facilidades dadas para la realización del estudio petrográfico y por sus valiosos comentarios.

Al Doctor en Geología D. Agustín Martín Izard, del Dto. de Geología de la Universidad de Oviedo, por sus orientaciones y lectura crítica del texto.

Marzo de 1995

ÍNDICE

<u>1. INTRODUCCIÓN</u>	4
<u>2. MATERIALES Y MÉTODOS</u>	6
<u>3. ESTUDIO PETROLÓGICO</u>	8
3.1. ASPECTOS DE AFLORAMIENTO Y MACROSCÓPICOS	8
3.1.1. ROCAS GRANÍTICAS PREHERCÍNICAS	8
<u>Ortogneises glandulares (Go)</u>	8
3.1.2. ROCAS GRANÍTICAS HERCÍNICAS	8
<u>Granitoides sincinemáticos</u>	8
<u>Granitoides postcinemáticos</u>	10
3.1.3. ROCAS FILONIANAS	14
3.2. ASPECTOS MICROSCÓPICOS	16
3.2.1. ROCAS GRANÍTICAS PREHERCÍNICAS	17
<u>Ortogneises glandulares (Go)</u>	17
3.2.2. ROCAS GRANÍTICAS HERCÍNICAS	19
<u>Granitoides sincinemáticos</u>	19
<u>Granitoides postcinemáticos</u>	30
3.2.3. ROCAS FILONIANAS	43
<u>4. LÁMINAS</u>	46
<u>5. CARACTERIZACIÓN GEOQUÍMICA</u>	87
5.1. RESULTADOS DE ANÁLISIS Y DATOS DERIVADOS	88
5.2. CLASIFICACIÓN QUÍMICA-MINERALÓGICA	94
5.3. ASOCIACIONES MAGMÁTICAS	97
5.4. OTRAS CARACTERÍSTICAS GEOQUÍMICAS	97
5.5. AMBIENTE TECTÓNICO-MAGMÁTICO	101
5.6. ASPECTOS METALOGENÉTICO	106
<u>6. CONCLUSIONES</u>	107
<u>7. BIBLIOGRAFÍA</u>	109

1. INTRODUCCIÓN

Durante la realización de los trabajos de prospección minera de los depósitos detríticos de la zona Zarinas (FERRERO, 1994) y con objeto de completar la valoración del interés minero de la zona, se planteó la profundización en el conocimiento de las características petrológicas básicas del área fuente y del nivel geoquímico de los distintos materiales aflorantes.

La zona Zarinas se sitúa en el sur de la provincia de Ourense ocupando una superficie del orden de 55 km² incluidos en las hojas del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000 n^{os} 301 (Lovios) y 302 (Baltar), en el Dominio Esquistoso de Galicia-Tras-Os-Montes (FARLAS, *et al.*, 1987) como puede verse en la Fig. 1.

En esta zona se cartografiaron y estudiaron los depósitos cuaternarios en relación con su entorno geológico (FERRERO, *op. cit.*).

En este trabajo se incluye un esquema cartográfico de la zona (Fig. 2) y se caracterizan desde el punto de vista petrográfico y geoquímico las rocas que constituyen el entorno geológico de dichos depósitos.

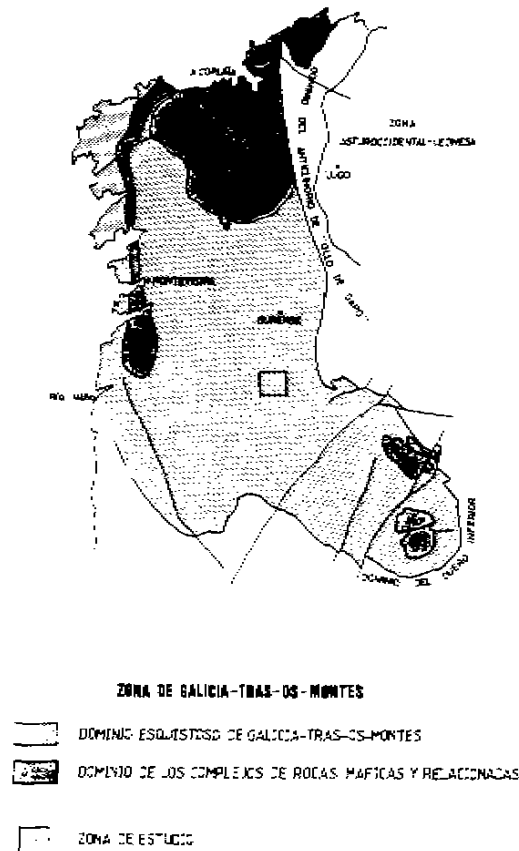


Fig. 1.- Situación en la Zona de Galicia-Tras-Os-Montes.

LEYENDA

CUATERNARIO

- QCL COLUVIDO-KLEVINENS. Arenas con grava
- QAL ALUVIAL. Capas maceracionales y lavas de inundación. Arenas y limos
- Q13 TERRAZA. Grava
- Q12 TERRAZA. Lavas, arenas y limos
- Q11 TERRAZA. Grava, arenas y limos

ROCAS GRANITICAS HERCINICAS

POSTCINEMATICA

- G4 GRANITO DE GRANO FINO LEOCOCRATO
- G5 PORFIDO GRANODIORITICO
- G4+ GRANITO DE GRANO MEDIO-FINO CON POCOS NEGLICRISTALES
- G4 GRANITO DE GRANO MEDIO (GRANITO CON ARGACRISTALES DE PTL. K)

SINCINEMATICA

- G3 GRANITOS DE DOS MICAS
- G1 GRANITOIDE INTRUSIVO - MICATTAS

ROCAS GRANITICAS PREHERCINICAS

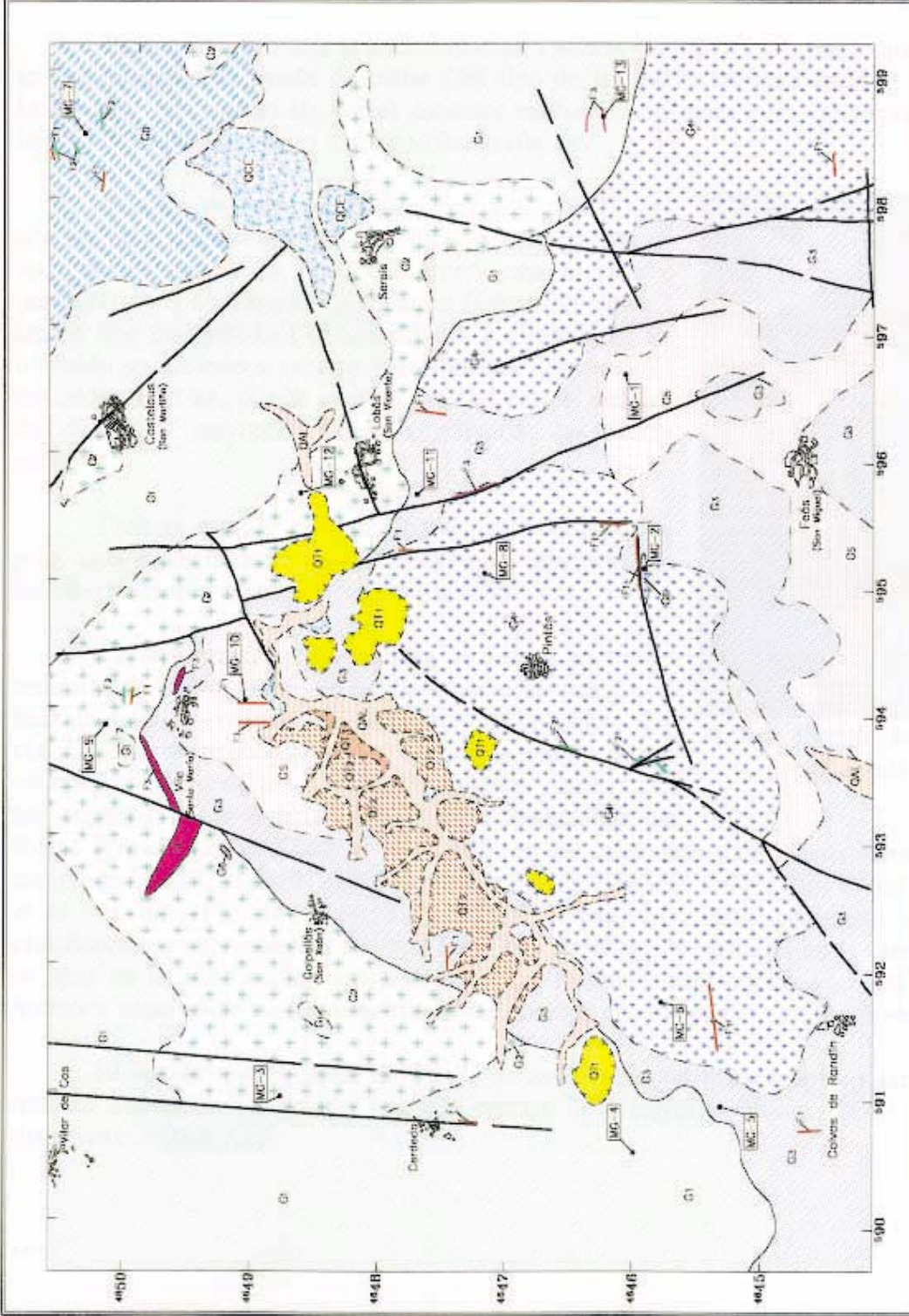
ORTOCUENOS CLANILARES

ROCAS FILONIANAS

- F1 - CUAZO
- F2 - PEGMATITAS Y ARBITAS
- F3 - PORFIDOS GRANITICOS

SIGNOS CONVENCIONALES

- Contacto discordancia
- Contacto intrusivo
- Límite entre facies del mismo material
- Contacto difuso entre rocas graníticas
- Contacto de depósitos de lavas
- Faja normal 2/4 deparat.
- Faja normal 2/4 deparat. — línea suspensa
- Muestra para petrología y geoquímica



Escala gráfica



2. MATERIALES Y MÉTODOS

Para el estudio petrográfico y geoquímico se muestreó en los puntos señalados en el esquema geológico (Fig. 2).

Para una mayor representatividad, se cogieron más de 15 kg de muestra en cada ubicación, tomando varias cantidades en distintos puntos próximos. Las mayores cantidades se cogieron de las facies de grano más grueso.

Es importante evitar la contaminación y alteración superficial, por lo que las muestras se cogieron con la ayuda de cuñas (del tipo de las utilizadas para trabajar el granito en bloques) y eliminando las partes externas mediante una maza para quedarse con la parte central de cada fragmento extraído (fotografía 1).

Uno de los fragmentos más frescos se utilizó para obtener una lámina delgada que incluye una sección de roca de 40 mm x 24 mm, que sirvió para el estudio petrográfico. Los fragmentos restantes fueron molidos a 1 cm en una machacadora de mandíbulas y el producto así obtenido se sometió a cuarteo hasta obtener una cantidad del orden de 5 kg, que se cuarteó y molió para el análisis de elementos mayores y traza (incluyendo las tierras raras).

Para el estudio petrográfico se realizó una ficha para cada muestra en la que se recogen los resultados de las observaciones macroscópicas y microscópicas.

La descripción macroscópica se hizo a partir de muestras de mano, mediante la observación de visu y con lupa de mano, y completa las observaciones de campo. La clasificación macroscópica se realizó en base a una primera estimación visual de los parámetros modales y utilizando los criterios de la Subcomisión para la Sistemática de Rocas Ígneas (LE MAITRE *et al.*, 1989), en los diagramas para clasificaciones QAPF de campo de STRECKEISEN (1976, Fig. 6) y STRECKEISEN (1979, Fig. 1) (en LE MAITRE *et al. op. cit.*, Fig. B.9, pág. 22 y Fig. B17, pág. 31). Entre paréntesis se indica esta clasificación composicional, acompañando a la clasificación utilizada en la cartografía y que se basa en la clasificación anterior, en la descripción macroscópica y en las asignaciones hechas a estas rocas en estudios anteriores, tanto a nivel regional como a nivel local.

El estudio petrográfico de detalle se realizó con un microscopio polarizador Nikon modelo Labophot-Pol dotado con una cámara de fotografías Nikon FX-35 y fotómetro-disparador Nikon AFX.



Foto-1: Detalle del muestreo con ayuda de cuñas.

La distintas fases minerales presentes en las rocas se han descrito diferenciando distintos tipos (en función de sus caracteres petrográficos) según la metodología descriptiva seguida por CUESTA (1991).

Se utilizó como clasificación del tamaño de grano la siguiente escala (CASTRO DORADO, 1989):

- Muy fino: < 1 mm.
- Fino: < 2 mm.
- Medio: de 2 mm a 5 mm.
- Grueso: 5-30 mm.
- Muy grueso: > 30 mm (o megacristales).

Para las rocas plutónicas se estimaron los parámetros modales con la ayuda de diagramas de estimación visual de porcentajes, y se clasificaron siguiendo las recomendaciones de la Subcomisión para la Sistemática de Rocas Ígneas (LE MAITRE *et al.*, 1989), en el diagrama QAPF de STRECKEISEN (1976) (en LE MAITRE *et al.*, *op. cit.*). La única roca filoniana estudiada en lámina delgada ha sido clasificada, como primera aproximación, según los criterios texturales y mineralógicos que recoge CASTRO DORADO (1989, Fig. 2.18, pág. 62) y que se basan en 1) el tipo de fenocristales, 2) la localización de los distintos minerales (en los fenocristales, en la matriz o en ambos) y 3) en las características de la matriz.

Se consideran componentes minerales principales aquellos cuya presencia modal es superior al 5 % en volumen y minerales accesorios cuando están en menos del 5 % en volumen.

La identificación de la mineralogía presente se realizó con la ayuda de las descripciones recogidas en MACKENZIE *et al.* (1981) y en GRIBBLE y HALL (1992).

Para la denominación de las micropertitas se ha seguido, esencialmente, la propuesta inicial de ALLING (1938) con las modificaciones de SPRY (1969); los zonados de las plagioclasas se denominan según las propuestas de MACKENZIE *et al.* (1982).

El estudio de la única roca metamórfica se realizó con la ayuda de las descripciones de SPRY (*op. cit.*) y de YARDLEY *et al.* (1990).

Para el estudio del nivel geoquímico de afloramiento de las facies rocosas más significativas se realizaron análisis de elementos mayores, menores y traza, incluyendo las tierras raras.

Los análisis químicos se realizaron en el laboratorio ACTLABS (Canadá) y se analizaron los elementos de tierras raras por activación neutrónica (INAA), el Nb, Zr, Y, Sr, Rb, Ba y Ga por FRX, el resto de los elementos traza por ICP y INAA y los mayoritarios por ICP.

3. ESTUDIO PETROLÓGICO

3.1. ASPECTOS DE AFLORAMIENTO Y MACROSCÓPICOS

3.1.1. ROCAS GRANÍTICAS PREHERCÍNICAS

Ortogneises glandulares (Go)

Afloran en el ángulo NE del sector considerado. Se localizan en un ámbito migmatítico y presentan importantes procesos de granitización que enmascaran sus características originales.

Presentan una foliación, en ocasiones plegada por aplastamiento-deslizamiento (ver la fotografía A de la lámina 1), que habría sido producida, por referencia al contexto regional, por las deformaciones D2 o D1+D2 (BARRERA *et al.*, 1989) y que aparece frecuentemente microplegada por una deformación posterior (D3).

En ocasiones, se observan pasos difusos a metasedimentos (esquistos biotíticos y metarenitas) más o menos granitizados, y a paragneises (ver las fotografías B y C de la lámina 1); también, a granitoides inhomogéneos.

Se trata de rocas de grano medio a fino que en muestra de mano (muestra MG-7, fotografía A de la lámina 5) presentan textura granolepidoblástica y estructura bandeada marcada por la existencia de dominios ricos en biotita (oscuros) en contraste con otros cuarzo-feldespáticos (claros). Contiene "ocelos" de feldespato englobados por la foliación (estructura de tipo *augengneis*). La fábrica es planar, marcada por la disposición de la biotitas dando lugar a un foliación *penetrativa*.

Macroscópicamente se ha clasificado como *gneis glandular*.

La estructura bandeada y, en general, poco inclinada, favorece la formación de relieves bajos y suaves, incluso en detalle.

3.1.2. ROCAS GRANÍTICAS HERCÍNICAS

Granitoides sincinemáticos

Granitoide Inhomogéneo (G1)

Aflora en las partes SO y NNE del sector cartografiado.

Se trata de una roca holocristalina, granuda heterogranular de grano fino, xenomorfa. Localmente presenta textura granolepidoblástica. La muestra de mano (muestra MG-4, fotografía B de la lámina 5) presenta un estructura muy groseramente bandeada, definida por

dominios irregulares más ricos en cuarzo y feldespato y por un nivel (*schlieren*) enriquecido en biotita (que define localmente una fábrica planar).

Su composición mineral de visu es cuarzo, feldespato, biotita y moscovita; y se ha clasificado como *granitoide inhomogéneo (granitoide)*.

Son muy abundantes los enclaves, hasta decamétricos, de metasedimentos (principalmente esquistos biotíticos con placas, hasta centimétricas, de moscovita secundaria) más o menos inyectados y granitizados (fotografía D de la lámina 1). Son frecuentes los restitos *surmicáceos*, elipsoidales y centimétricos; y *schlierens* de biotita dando, a veces, estructuras turbulentas y pliegues fantasma (fotografía E de la lámina 1). Se ha observado la presencia de blastos de cuarzo y de feldespato potásico, de hasta 3 cm, muy fracturados y con bordes angulosos irregulares.

Otra facies frecuente es de grano fino a medio (muy similar al granito de dos micas, G2) con mayor presencia y desarrollo de moscovita. Presenta menos enclaves y restitas que la facies mayoritaria (si bien, son mucho más abundantes que en el granito de dos micas), y una mayor frecuencia de diferenciados pegmatíticos (con presencia de turmalina), de morfología muy irregular y escasa continuidad.

Los contactos de este granitoide inhomogéneo, tanto con los ortogneises glandulares como con los granitos de dos micas sincinemáticos, son difusos; con los granitoides postcinemáticos los contactos son netos.

Estos materiales ocupan tanto partes altas (Alto de Cerdedo) como bajas (restos del glacis de erosión muy degradado, al N de Lobás). Dada la variación composicional y la abundancia de restitas de metasedimentos, que dan al conjunto una estructura grosera e irregularmente bandeada, el relieve de detalle que dan estos materiales es muy irregular, y está marcado por la existencia de dicha estructura, especialmente a nivel de afloramiento (fotografía D de la lámina 1).

Granitos de dos micas (G2)

Afloran en la parte NO y N del sector estudiado.

Se presentan, en muestra de mano, como una roca de color claro (leucocrática), holocristalina, granuda heterogranular de grano fino a medio, con textura xenomorfa, estructura masiva (localmente irregularmente bandeada por la existencia de *schlierens* biotíticos milimétricos) y sin orientación mineral (fábrica isótropa) (muestras MG-3, MG-9 y MG-12, fotografías C y D de la lámina 5).

Son granitos de dos micas, predominantemente biotíticos, en ocasiones con fenocristales de feldespato potásico de hasta 1,5 cm (porfirismo local). La moscovita se presenta en ocasiones en placas de hasta 1 cm (secundaria, en algún caso se han observado tránsitos a biotita). Es frecuente la presencia de blastos individuales o agrupados de cuarzo fracturados

y con bordes irregulares. Pueden clasificarse macroscópicamente como *granitos de dos micas (granitoides)*. Un aspecto próximo puede verse en la fotografía A de la lámina 2.

El contacto de estos granitos de dos micas con el granitoide inhomogéneo (G1) es difuso (fotografía B de la lámina 2). Se pasa de facies con gran densidad de restitas y de grano fino (G1) a facies rápidamente más homogéneas, con pocas restitas y grano algo más grueso (G2). Pequeñas zonas con facies del tipo de G2 podrían diferenciarse, a nivel de detalle, en el granitoide inhomogéneo (G1), pero también a la inversa.

Se han observado restitos *surmicáceos* biotíticos y enclaves hasta decimétricos de esquistos biotíticos y de cuarzo, con secciones ovales o subcirculares, que junto a la disposición de los *schlierens* biotíticos indican una dirección de alargamiento submeridiana en la zona de Cerdedo (fotografía C de la lámina 2), y NO-SE en la zona de Lobás (fotografía D de la lámina 2).

Algunos enclaves de metasedimentos (predominantemente esquistos biotíticos, en los que se observa la existencia de grandes moscovitas) alcanzan mayores dimensiones, hasta decamétricos (fotografía E de la lámina 2), e incluso, en ocasiones, de algunos cientos de metros. La inyección y granitización de estos enclaves se realizó, preferencialmente, siguiendo los planos de esquistosidad, conservándose en ocasiones estructuras originales (*septas*).

Estos materiales ocupan tanto partes altas (crestas rocosas al O de Golpellás), como bajas (restos del glacis de erosión, muy degradado, al NE de Lobás). Las microformas, bloques irregulares de pequeño tamaño, están controladas por el diaclasado y por la existencia de variaciones composicionales (*schlierens*, etc), tal y como puede observarse en la fotografía A de la lámina 2.

Granitoides postcinemáticos

Granitoides del Complejo de Lovios

Entre los trabajos realizados sobre el Complejo de Lovios hay que destacar los siguientes:

- En las hojas geológicas 1:50.000 de Lovios (FERNÁNDEZ TOMÁS y PILES, 1972) y de Baltar (FERNÁNDEZ POMPA y BOQUERA, 1972) se diferencian para el Macizo de Lovios, y concretamente para el sector estudiado, las siguientes facies fundamentales: granodiorita con megacrystales de grano grueso, granodiorita de grano medio a grueso (sin megacrystales), granodiorita de grano fino con moscovita abundante y pórfidos granodioríticos.

- En el estudio petrológico y metalogénico COTTARD (1979) diferencia las facies principales de granito de grano grueso de Geres, granito de grano medio de Lovios, granito de dos micas de Illa y granito de grano fino de Carris.

- En IGME (1983) se recoge un estudio petrográfico de 25 muestras cogidas en el sector comprendido entre Baltar y algo al este de Pintás (Alto Aguioncha) y las rocas diferenciadas en este extremo Este del Macizo de Lovios corresponden a granodioritas de grano medio-grueso, granodioritas de grano medio-fino, granodioritas de grano fino y pórfidos granodioríticos.

- Por último señalamos que en la cartografía 1:200.000 del Mapa Geológico de España, hoja nº 17-27 (Orense-Verín) (BARRERA *et al.*, 1989) se incluyen los materiales del Macizo de Lovios en este sector como granitoides calcoalcalinos y subalcalinos: granitos biotíticos y granodioritas biotítico-anfibólicas con facies de megacrístales de feldespato potásico, bien de grano grueso porfídica o de grano medio no porfídica.

En el sector estudiado se han diferenciado en la cartografía (Fig. 2) las siguientes facies:

1) Granitos biotíticos de grano medio-grueso con megacrístales de feldespato-K (G3)

Estos materiales, junto con la facies de grano medio de este macizo, ocupan la mayor parte de la depresión actual y hasta el límite Este de la zona.

Se localiza, preferentemente, hacia el borde del macizo, compartiendo esta ubicación con la facies de grano medio-grueso (G4) o con los pórfidos (G5). Los contactos con ambas litologías son graduales.

Se trata de una facies granítica porfídica (desde poco a densamente porfídica) con megacrístales de feldespato potásico de hasta 5 (7) cm de longitud (más frecuentemente de 3 cm).

Presenta, en afloramiento, una estructura masiva y una fábrica linear poco patente (fotografía B de la lámina 3).

En muestra de mano, muestras MG-5 y MG-11 (fotografías E y F de la lámina 5) se muestra como una roca de color claro (leucocrática), holocristalina, granuda heterogranular de grano medio a grueso, hipidiomorfa, con tendencia porfiroide marcada por la existencia de megacrístales de feldespato potásico en cristales de hábito subautomorfo a automorfo de hasta 4 cm (en campo se han visto hasta 7 cm, siendo lo más frecuente de 3 cm). Presenta estructura masiva y fábrica isótropa.

Su composición mineral es cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa y biotita, y se ha clasificado de visu como *granitoide de grano medio a grueso con megacrístales de feldespato potásico (granitoide)*.

Se han observado algunos enclaves, de pocos decímetros, de microgranitos porfídicos, que dan secciones subcirculares a elipsoidales y triangulares. Tienen una matriz rica en

máficos y fenocristales de cuarzo y de feldespato de 1-2 cm, con cuarzos grises globosos (fotografías C y D de la lámina 3).

Un nivel con concentración de feldespato puede verse en la fotografía E de la lámina 3.

El contacto entre esta facies y el granitoide inhomogéneo o el granito de dos micas es neto, y puede darse como intrusivo.

Estos materiales ocupan partes del relieve tanto altas (La Aguioncha al E de Lobás), como bajas (fondo del valle, restos del glacis de erosión adosado a la vertiente O). En los afloramientos de esta litología pueden verse, como microformas más frecuentes, pequeñas bolas (fotografía A de la lámina 3) y bloques.

2) Granitos biotíticos de grano medio con pocos megacristales (G4)

Esta facies ocupa una gran parte de la depresión actual y de la parte oriental de la zona.

Como ya se indicó anteriormente, el paso de la facies de grano medio-grueso con megacristales a ésta se produce de forma gradual, aunque rápidamente, mediante la menor abundancia y disminución del tamaño de los megacristales. En las zonas marginales del macizo esta facies es, más frecuentemente, de grano medio a grueso; pero hacia las partes internas es de grano medio a fino.

Se trata de una facies, predominantemente de grano medio, de biotita, con textura xenomorfa heterogranular, con pocos fenocristales de feldespato, en general inferiores a 3 cm (más frecuentemente en torno a 1,5 cm).

En algunas zonas (As Carpaceiras) son frecuentes las cavidades miarolíticas, parcialmente rellenas de ferromagnesianos tales como la biotita y/o turmalina.

Presenta enclaves de sección subcircular a elipsoidal de hasta algunos decímetros, que corresponden a microgranitos porfídicos de color gris, biotíticos, con fenocristales de hasta 2 cm y cuarzos grises globosos. También se han observado algunos *schlierens* de biotita.

En esta facies se localizan algunas venas milimétricas y decimétricas de cuarzo (hasta 1m), zonas félsicas (de grano grueso y coloraciones rosáceas de los feldespatos) y algún dique microgranítico aplítico (de hasta 3 m de potencia como el que se localiza en las proximidades de la Ermita de N^a. S^a. del Carmen, que presenta greisenificación en los bordes con presencia de sulfuros y turmalina).

Algunas zonas con minerales félsicos, de tonos rojizos (debido a la coloración de los feldespatos) y con pérdida casi total de biotita, pueden relacionarse con zonas de fractura, si bien su morfología y extensión no han podido definirse.

En muestra de mano, muestras MG-6 y MG-8 (fotografías G y H de la lámina 5) se muestra como una roca holocristalina, granuda heterogranular de grano medio a fino, subhipidiomorfa, con algún fenocristal de feldespato de hasta 2 cm. Se observó un cristal de feldespato con textura manteada. Su estructura es masiva y su fábrica isótropa.

Su composición mineral es cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa y biotita, y se ha clasificado de visu como *granitoide de grano medio a fino con fenocristales (granitoide)*.

Al igual que la facies anterior, se encuentra en partes altas (borde Este) y bajas (restos del glacis adosado a la vertiente oriental y fondo del valle). En la lámina 3 pueden verse las dos morfologías más características que presenta esta litología en afloramiento: como bloques, individualizados a favor del diaclasado ortogonal y el diaclasado subhorizontal (fotografía F de la lámina 3), y como bolerío de pequeño tamaño (fotografía G de la lámina 3).

3) Pórfidos granodioríticos (G5)

Se localizan preferentemente en los bordes del macizo, en el contacto entre las facies G3 y G4, y en relación con zonas de fractura. Adopta morfologías de pequeños *stocks* (Vilá), masas alargadas siguiendo los contactos u ocupando zonas alargadas más extensas (Feás), y como diques (N de Vilá).

Las relaciones con los granitos biotíticos de grano grueso con megacristales han podido observarse, con detalle, en algún punto. Se trata de un contacto gradual, que se produce (hacia el pórfido) por la pérdida de megacristales y la disminución, progresiva, del tamaño de grano de la matriz y de los fenocristales.

Las relaciones con la facies de grano medio (G4), sólo se han podido observar en relación con fracturas.

La existencia de un paso gradual de la facies de megacristales a las facies de pórfidos, y la ubicación de estos, nos permite interpretar esta facies como muy poco tardía y esencialmente marginal o fractural, que en ocasiones tiene un carácter netamente intrusivo, constituyendo, entonces, diques tales como los situados al N de Vilá.

La existencia de pequeños enclaves con secciones de tendencia subcircular o elipsoidal (sin deformación aparente) de microgranitos porfídicos (que al menos de visu son muy similares a los pórfidos con matriz de tamaño de grano muy fino) observados tanto en G3 como en G4, podría indicar la existencia de fluidos residuales que cristalizarían, por enfriamiento rápido, en cavidades (equivalentes a las miarolíticas) de los magmas prácticamente consolidados. Esto apoyaría, también, la relación temporal indicada de G3 y G4 con G5.

Presenta filones de cuarzo desde milimétricos a centimétricos en ocasiones constituyendo agrupaciones paralelas, como sucede en la zona de Vilá donde han sido explotados por su mineralización en Ti, Sn y W.

En muestra de mano (muestras MG-1 y MG-10, fotografías A y B de la lámina 6) se muestra como una roca de color claro (leucocrática), holocristalina, granuda con tendencia porfiroide, con fenocristales de feldespatos de hasta 3,5-4 cm (hasta 7 cm, más frecuentemente en torno a 1-1,5 cm) y de cuarzo gris, globosos, de hasta 4 mm. Su estructura es masiva y la fábrica isótropa.

Su composición mineral es cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, biotita, (moscovita) y se ha clasificado de visu como *pórfido granodiorítico (granitoide)*

Presenta morfologías en bloques de pequeño tamaño que ocupan bajos relieves (fotografía A de la lámina 4).

4) Granito de grano muy fino, aplítico (G6)

Se ha localizado siempre en la proximidad de fracturas y, si bien su morfología no se ha podido definir con precisión (diferenciados aplíticos en relación con zonas de fractura).

En las fotografías B y C de la lámina 4 se muestran aspectos de campo de esta litología.

En muestra de mano, muestra MG-2 (fotografía C de la Lámina 6) se muestra como una roca de color muy claro, muy leucocrática, holocristalina granuda homogranular de grano muy fino, xenomorfa. Su estructura es masiva y la fábrica isótropa.

Su composición mineral es cuarzo, feldespato, moscovita y presenta un punteado oscuro que en el estudio microscópico pudo asignarse a clorita. Se ha clasificado de visu como *granito leucocrático de grano muy fino, aplítico (granitoide)*.

3.1.3. ROCAS FILONIANAS

Son poco abundantes las manifestaciones filonianas en la zona estudiada y se han señalado ya al referirnos a las litologías a las que se asocian.

Se trata esencialmente de filones poco potentes y venas de cuarzo (en ocasiones estas venas se asocian en haces paralelos o constituyendo *stockworks*, como en los ejemplos que se muestran en las fotografías D y E de la lámina 4) que aparecen mejor definidas y con mayor desarrollo en los granitoides posttectónicos del Macizo de Lovios y que están en ocasiones mineralizados con W-Sn, pero también se presentan asociados a pequeñas cizallas en los ortogneises glandulares intensamente migmatizados, conteniendo también mineralizaciones de W-Sn y siempre con bastante arsenopirita (una muestra de esta dio un cierto contenido en oro). La turmalinización y gresinización son los fenómenos hidrotermales asociados más frecuentes.

La venas y masas pegmatíticas tienen escasa continuidad y mala definición en los ortogneises glandulares y en los granitoides inhomogéneos, si bien en los primeros pueden

formar masas de cierto desarrollo. No se han localizado mineralizaciones metálicas de interés asociadas y presentan una estructura y composición simple. En los granitoides postectónicos apenas se han visto pegmatitas y aparecen con escaso desarrollo y asociadas a venas de cuarzo.

En relación con los granitoides inhomogéneos se han señalado en la cartografía dos diques de pórfido granodiorítico en la zona NE (sector de Aguióncha) de uno de los cuales se ha cogido la muestra MG-13 para su estudio petrológico. El aspecto de visu de estos diques (de potencia inferior al metro) difiere del que presentan el resto de diques señalados como pórfidos granodioríticos (entorno de Vilá) — por otra parte de facies similar a la de los *stocks* de pórfido (G5) — ya que presentan un carácter porfídico mucho más marcado por tener una matriz oscura de grano muy fino.

3.2. ASPECTOS MICROSCÓPICOS

Las muestras estudiadas pueden encuadrarse en relación con los seis tipos texturales básicos (CASTRO DORADO, 1989) basados en los cinco propuestos por BEST (1985) de la siguiente manera:

- Textura secuencial I:
 - . Silicatadas
 - .. Rocas ígneas plutónicas: MG-1, MG-3, MG-4, MG-5, MG-6, MG-8, MG-9, MG-10, MG-11 y MG-12.
 - .. Hidrotermales: MG-2.
- Textura secuencial II
 - .. subvolcánicas: MG-13.
- Textura cristaloblástica:
 - . Rocas metamórficas: MG-7.

En la Fig. 3 puede verse la representación, en el diagrama triangular QAP, de las composiciones mineralógicas modales de las rocas estudiadas.

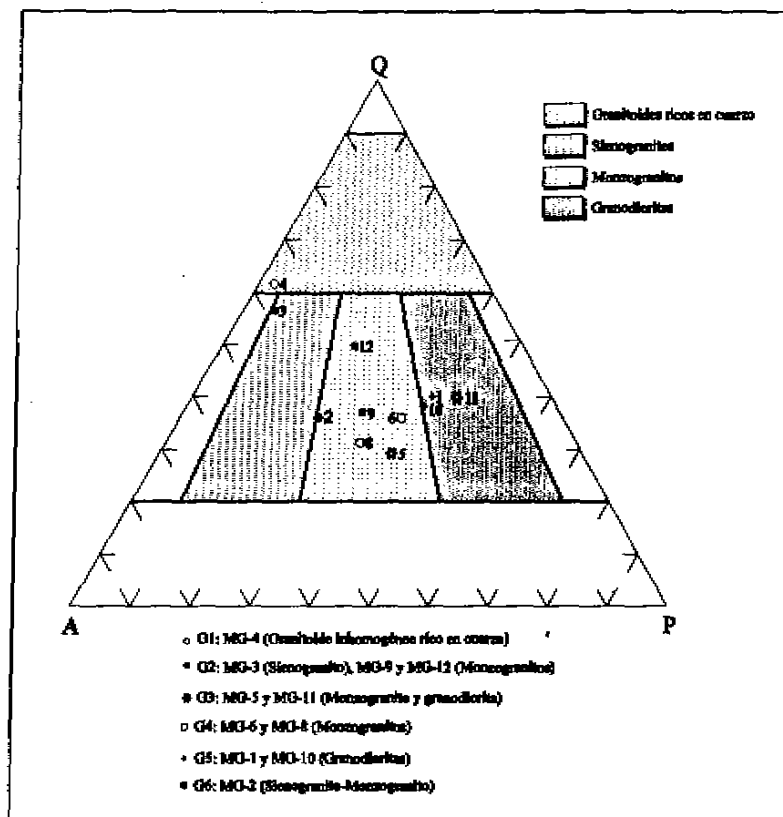


Fig. 3. Clasificación modal de las muestras de rocas ígneas. Según la I.U.G.S. (LE MAITRE et al., 1989).

3.2.1. ROCAS GRANÍTICAS PREHERCÍNICAS

Ortogneises glandulares (Go)

Microscópicamente se trata de una roca (muestra MG-7) con microtextura granolepido-blástica-granonematoblástica, definida por varios tipos de dominios bien diferenciables: un dominio granoblástico y otro dominio que es nematoblástico, lepidoblástico o lepidonematoblástico.

La microestructura está definida por la presencia de biotita y fibrolita dispuestas definiendo bandas de granos orientados que marcan una foliación metamórfica (S_n) posteriormente microplegada (D_{n-1}), que se adapta a la existencia de ocelos que pueden alcanzar 5 mm de dimensión mayor y que están constituidos por cuarzo, feldespatos o agregados de ambos, dando una microestructura de tipo ocelar (*augen*).

Presentan microfábrica planar marcada por la disposición de elementos prismáticos (biotita) y aciculares (fibrolita).

Su composición mineral es cuarzo, feldespato potásico, biotita, fibrolita y plagioclasa como componentes principales; opacos, apatito, circón, monacita y apatito como minerales accesorios y moscovita como mineral secundario. Puede clasificarse como *ortogneis cuarzo-feldespático*.

- Descripción de las diferentes fases minerales

Cuarzo: El cuarzo se presenta en los siguientes tipos descriptivos.

Q-1: Se presenta en blastos xenomorfos de muy diverso tamaño, con límites rectos y curvos más o menos corroidos (golfos de corrosión). Presenta extinción ondulante generalizada.

Q-2: Cuarzo que aparece como borde de reacción en las interfases biotita con cuarzo o feldespato potásico (fotografías A y B de la lámina 7); también como cuarzo gráfico, granofírico o goticular (fotografía A de la lámina 8). Cuarzo en crecimiento simplectítico con micas (biotita y moscovita) (fotografía B de la lámina 8).

Q-3: Cuarzo redondeado, corroido, incluido en otras fases minerales presentes (cuarzo precoz) (fotografía A de la lámina 7). En este mismo tipo se incluyen los granos esqueléticos incluidos en otras fases.

Feldespatos: El feldespato potásico es más abundante y aparece como granos xenomorfos, en algún caso se ve algún enrejado (microclina) deformado (fotografía B de la lámina 7).

Incluyen cuarzo redondeado en casos con extinción ondulante (cuarzo precoz Q-3) (fotografía A de la lámina 7). También incluyen plagioclasas y biotita.

Es muy poco pertítico (tipo b).

PLG-1: Se encuentra en granos xenomorfos, con cierta tendencia subautomorfa, con bordes corroídos. Muestran maclas polisintéticas. Incluye biotita xenomorfa, y cuarzo goticular (fotografía A de la lámina 8).

Biotita: Aparece en granos con tendencia subautomorfa a automorfa, con bordes desde poco a bastante corroídos, en ocasiones reaccionales dando texturas coroníticas tales como *rims* de cuarzo o de moscovita (fotografía A de la lámina 9).

Algunos granos se presentan doblados, tanto perpendicularmente a la exfoliación como aproximadamente paralela a ella (fotografías A y B de la lámina 8).

Incluye sillimanita (fibrolita) con la que aparece también intercrecida definiendo la fábrica planar de la roca. También incluye circón, monacita y apatito.

Los casos de desarrollo subautomorfo a automorfo, sin deformación interna e incluyendo estáticamente a fibrolita o mimetizando charnelas preexistentes (fotografía B de la lámina 9) indican crecimientos postcinemáticos a partir del material arcilloso que definía la foliación S_0 .

Sillimanita: Aparece en agregados aciculares (fibrolita) orientados definiendo microtexturas nematoblásticas. Se presentan marcando la foliación metamórfica y a veces parecen haber tenido un desarrollo en espiral tipo *bola de nieve* (fotografías A y B de la lámina 10) indicativo de crecimiento durante la primera fase de deformación (rotacional) de la roca (sin- D_0) visible en la lámina.

Circón: Aparece como cristales subautomorfos a automorfos incluidos en biotitas (fotografía A de la lámina 11).

Moscovita: Se desarrolla en cristales de cierto tamaño, con tendencia subautomorfa, así como en granos de pequeño tamaño formando estrechas bandas reaccionales en los bordes de biotitas y de fibrolita (fotografía A de la lámina 10 y B de la lámina 11). Algunos bordes dactiliformes forman simplectitas con cuarzo (fotografía B de la lámina 8 y A de la lámina 9).

Opacos: Son escasos y están asociados a biotitas.

Relaciones blástesis-deformación: El crecimiento del cuarzo y feldespatos (tanto potásicos como plagioclasas) de los ocelos (fotografía A de la lámina 12) parece ser precinemático con respecto a la primera fase de deformación reconocible, fase que debe ser sin-metamórfica ya que los agregados espirales de fibrolita se desarrollan durante una fase de

deformación rotacional (D_n). El desarrollo de sillimanita con presencia de feldespato potásico indica un grado medio-alto de metamorfismo (WINKLER, 1978). La biotita es postcinemática y, en ocasiones, precinemática con respecto a una segunda deformación (D_{n-1}) por la que aparece microplegada (fotografías A y B de la lámina 8), lo mismo que la fibrolita (fotografía A de la lámina 10). La moscovita es secundaria y por tanto indica retromorfismo.

La presencia de ocelos de composición granítica (fotografía A de la lámina 12), constituidos por granos de cierto tamaño de feldespatos y de cuarzo (probables minerales proterógenos según BARD, 1985), con deformaciones reconocibles (fotografía B de la lámina 7), aparecen con un carácter precinemático ya que no incluyen ningún tipo de foliación previa y a ellos se adaptan los minerales prismáticos y aciculares presentes, todo lo cual nos permite aplicar a esta roca el prefijo "orto".

3.2.2. ROCAS GRANÍTICAS HERCÍNICAS

Granitoides sincinemáticos

Granitoide Inhomogéneo (G1)

Esta facies (muestra MG-4) está constituida por una roca holocristalina, granuda heterogranular de grano fino, xenomorfa, que localmente presenta microtextura granolepidoblástica debido a la presencia de restitas.

La estructura es en general masiva, con un sector de estructura bandeada definida por dominios milimétricos ricos en micas (biotita y moscovita orientadas) separados por otros dominios leucocráticos con cuarzo, feldespatos y moscovita. La microfábrica es en general isótropa y localmente planar.

Está compuesta por cuarzo, feldespato potásico (microclina) y moscovita como minerales principales; biotita-clorita, plagioclasa, rutilo, apatito y circón como minerales accesorios; y como secundarios sericita, moscovita y clorita.

La descripción anterior junto al análisis modal de la lámina delgada disponible y su representación en el diagrama triangular QAP permite clasificar a esta roca como *granitoide rico en cuarzo, inhomogéneo, moscovítico*.

- Descripción de las diferentes fases minerales:

Cuarzo: Se describen los tipos siguientes:

Q-1: Cuarzo en granos xenomorfos, con extinción ondulante bastante generalizada. Sus límites son rectos o curvos, más o menos corroidos (hasta granos esqueléticos, fotografía B de la lámina 12), en ocasiones consertales. La presencia de granos esqueléticos reemplazados por feldespato potásico y por moscovita da origen a falsas simplectitas cuarzo-

feldespato potásico y cuarzo-moscovita (fotografía A de la lámina 13), en las que los restos corroídos del cuarzo muestran extinción simultánea.

Como inclusiones presenta cuarzo xenomorfo de límites más o menos redondeados y algún cuarzo redondeado circular (cuarzo precoz). En un sector restítico se ha visto un grano de cuarzo xenomorfo, poiquilítico que incluye cristales aciculares de apatito orientados según el bandeo; contiene también circón y moscovita (posiblemente, estas inclusiones proceden de biotitas totalmente reabsorvidas).

Q-2: Cuarzo intercrecido con feldespato potásico según microtexturas gráficas (fotografía B de la lámina 13), granofíricas (fotografía A de la lámina 14) y, también, como cuarzo goticular.

Q-3: Cuarzo precoz incluido en feldespato potásico. Se presenta en formas xenomorfas tanto con bordes rectos como curvos a muy corroídos, y se encuentra con frecuencia incluido en feldespato potásico en contacto con granos esqueléticos de cuarzo (fotografía B de la lámina 12).

Q-4: Se ven algunos parches de cuarzo en agregados micáceos de biotita con clorita y moscovita secundarias de grano fino.

Feldespatos: Entre estos es más abundante el feldespato potásico que la plagioclasa que es un constituyente accesorio de la roca.

PLG-1: Plagioclasa que se presenta en cristales xenomorfos de tendencia subautomorfa, en general muy alterados y más o menos corroídos (incluso esqueléticos como en la fotografía B de la lámina 14). Presenta maclas polisintéticas y, a veces, de Carlsbad. Muy ocasionalmente se observan zonados discontinuos.

Incluye moscovita secundaria y cuarzo del tipo Q-2 granofírico en contacto con feldespato potásico.

PLG-2: Se trata de plagioclasa subautomorfa que aparece incluida en feldespato potásico. Solo se vió un cristal incluido en microclina subautomorfa.

PLG-3: Plagioclasa que se sitúa interfases feldespáticas con formas lobuladas y composición predominantemente albítica. Es poco abundante.

PLG-4: Algunas plagioclasas subautomorfas de pequeño tamaño que se sitúan en los planos de crecimiento de los cristales. En esta muestra no es patente su ordenamiento en dichos planos.

En cuanto al feldespato potásico se diferencian:

FK-1: En cristales xenomorfos, pero con tendencia subautomorfa, muy corroídos. En ocasiones muestran macla de Carlsbad, pero más frecuentemente presentan la característica macla en enrejado de la microclina, que es el feldespato predominante.

Se vió una sineusis entre dos cristales subautomorfos de microclina con micropertitas del tipo *patch* (g) y zonados discontinuos.

Además de PLG-2 (solo se localizó un cristal), también incluyen parches de Q-2 y fragmentos irregulares de Q-1 con extinción ondulante que dan en el borde de fenoclastos esqueléticos microtexturas de aspecto granofírico. Incluyen también moscovitas xenomorfas y circón, así como sericita-moscovita secundarias.

FK-2: Es más abundante que el FK-1 y es predominantemente microclina, en granos xenomorfos, micropertítica (tipos g y f); dos buenos ejemplos de mesopertitas se muestran en las fotografías A y B de la lámina 15. Incluye también cuarzo del tipo Q-3 en fragmentos que presentan a veces extinción ondulante y simultánea (fotografía A de la lámina 14). También incluye moscovita histerógena y clorita secundaria. En algunos casos se observan microtexturas gráficas (fotografía B de la lámina 13) o granofíricas (fotografía A de la lámina 14).

Algunos granos con aspecto poiquilítico incluyen biotitas y apatito acicular.

Biotita: Aparece como granos xenomorfos en general muy alterados a clorita, moscovita y opacos y, a veces, con pátinas amarillentas. Son frecuentes los granos esqueléticos, en ocasiones con intercrecimientos del tipo simplectítico con cuarzo y feldespato potásico.

Incluye, como se ve en algún plano basal (fotografía A de la lámina 16), rutilo en acículas aisladas, haces paralelos y también con crecimientos en espiga a partir de una acícula más larga que hace de eje (microtextura axiolítica de MACKENZIE *et al.*, 1982).

En el sector que presenta microestructura bandeada, en los dominios ricos en este mineral, la biotita se presenta en agregados de cristales tabulares subautomorfos no corroídos y muestra más abundantes halos pleocroicos con inclusiones (en general submicroscópicas o eliminadas) entre las que se han podido identificar circones subautomorfos y apatitos prismáticos aciculares orientados.

Se ha localizado un "nido" de biotitas de tendencia automorfa, con microtextura del tipo *decusada*.

Circón: En cristales prismáticos subautomorfos a automorfos, incluidos en biotita y moscovitas (secundarias).

Moscovita: La moscovita primaria intergranular aparece en granos xenomorfos, de hasta algo más de 2 mm, muy corroídos. Se ha visto un borde de reacción en contacto con cuarzo Q-1 dando una estrecha franja de cuarzo (fotografía A de la lámina 13).

En ocasiones se ha observado como tránsito de biotitas, de las que parece proceder, conteniendo inclusiones de cristales incluidos en aquellas (circón). También aparece como agregados de grano muy fino asociados a biotita en los dominios micáceos.

Clorita: Se ha visto rellenando una microfractura en un grano xenomorfo de microclina y también ocupando el espacio intergranular (con dimensiones de hasta 1 mm de diámetro) entre granos de cuarzo. Incluye biotita o se asocia a ella y parece secundaria.

Rutilo: Aparece como cristales aciculares individuales o en haces paralelos, haces radiales y en espiga a partir de un eje (fotografía A de la lámina 16). En general está incluido en biotita, pero también aparece incluido en moscovita.

Apatito: Ya se ha indicado la disposición orientada de cristales prismáticos aciculares en las biotitas del sector bandeado.

Opacos: Compuestos de hierro rellenan que espacios intergranulares, microfracturas y tiñen la superficie de granos, principalmente en sectores con biotita decolorada.

Microestructuras de deformación

Solamente se ha observado fracturación intra y transgranular de algún grano de cuarzo y un sector bandeado que debe corresponder a una *restita* metamórfica parcialmente asimilada.

Alteraciones

Se observaron alteraciones de biotitas a clorita y opacos (compuestos de hierro); y de feldespatos a sericita-moscovita.

Orden de cristalización

Las microtexturas observadas corresponden a una única secuencia de cristalización siendo los primeros minerales en cristalizar los cuarzos considerados precoces y las plagioclasas PLG-1 y PLG-2 subautomorfos parcial o totalmente incluidas en los feldespatos potásicos FK-1.

Los feldespatos intergranulares FK-2 pueden considerarse de cristalización tardía a partir de un líquido residual rico en álcalis.

Relaciones cristalización-deformación

La deformación que a nivel de afloramiento es en general patente, no lo es a la escala de la lámina observada. Habría que referirla a la más generalizada extinción ondulante en el cuarzo de tipo Q-1 (fotografía B de la lámina 14) que en otras facies postcinemáticas no deformadas.

Alteraciones superficiales

En algún sector de la lámina se observan rellenos de fracturas y tinciones por compuestos de hierro. Aparecen en relación con biotitas decoloradas. Una cierta generalización del fenómeno podría apuntar a la movilización del hierro de las biotitas durante procesos de alteración superficial en el afloramiento, en cualquier caso poco intensa.

Granitos de dos micas (G2)

En esta facies se han cogido tres muestras de las cuales la MG-3 corresponde según el análisis modal a un sienogranito (hacia el límite con los granitos de feldespato alcalino) de dos micas, y las otras dos (MG-9 y MG-12) a monzogranitos de dos micas.

Se describirán por separado ambas facies modales.

1) Sienogranito:

Se trata de una roca holocristalina, granuda heterogranular de grano medio a fino, xenomorfa, con microestructura masiva y microfábrica isótropa.

Su composición mineral es cuarzo, feldespato potásico, moscovita y biotita-clorita como minerales principales; plagioclasas y circón como accesorios y sericita y moscovita (de feldespatos) y clorita y opacos (de biotita) como minerales secundarios.

Teniendo en cuenta el análisis modal puede clasificarse como *sienogranito*.

- Descripción de las diferentes fases minerales:

Cuarzo: A continuación se describen los distintos tipos de cuarzo presentes.

Q-1: Cuarzo en granos xenomorfos, en ocasiones esqueléticos con tendencia subautomorfa (de hasta 4 mm) y constituidos por varios (3 a 5) fragmentos, que presentan ligera extinción ondulante en continuidad. Tienen bordes rectos y bordes curvos a corroídos, con algún golfo de corrosión.

Cuarzo seguramente algo posterior no presenta, en general, extinción ondulante y ocupa huecos de los cristales esqueléticos, con contactos rectos y menos consertales entre ellos y con el cuarzo con extinción ondulante. También muestra, en algunos sectores, una

textura en mosaico con puntos triples. En ocasiones, podría corresponder a recristalización. Un aspecto de las relaciones entre estos granos de cuarzo, en un sector de grano fino, se observa en la fotografía B de la lámina 16.

Como inclusiones presenta cuarzo del tipo Q-3 (cuarzo redondeado irregular o con tendencia circular), moscovita xenomorfa con bordes rectos o corroídos y muy pocos cristales subautomorfos de circón.

Q-2: Se localizan algunos parches de cuarzo en plagioclasas.

Q-3: Algunos casos de cuarzo xenomorfo con bordes redondeados incluidos en cuarzo y en feldespatos.

Feldespatos: Predomina el feldespato potásico (microclina fundamentalmente) que aparece en cristales más grandes que las plagioclasas que son accesorias en la roca.

PLG-1: Aparece en cristales de tendencia subautomorfa más o menos corroídos, mostrando maclas polisintéticas y, en ocasiones, también de Carlsbad. Algunos cristales presentan zonados discontinuos.

Incluye cuarzo Q-3 como fragmentos xenomorfos con bordes redondeados, mostrando, algunos, extinción simultánea. Incluye, en ocasiones, parches de cuarzo del tipo Q-2. También, incluyen moscovita (secundaria) en pequeños granos xenomorfos dispuestos en microfracturas o en los planos de macla, y biotitas de bordes redondeados, en ocasiones subcirculares.

Son poco abundantes y están bastante alteradas.

PLG-2: Plagioclasas de tendencia subautomorfa, en general muy corroídas, con tamaños de poco más de 2 mm (normalmente en torno a 1 mm). Aparecen incluidas en feldespato potásico y presentan maclas polisintéticas con zonados discontinuos y, en casos, extinción única. Incluyen biotita xenomorfa, a veces moscovitizada, que presenta halos pleocroicos sin inclusión. Presentan sericitizaciones y moscovitizaciones poco intensas.

Como feldespato potásico predomina la microclina, que aparece en granos más grandes, xenomorfos y corroídos, y es escaso como feldespato intergranular.

Es frecuente que aparezca en cristales maclados según Carlsbad, además de mostrar su enrejado característico.

Algunos cristales precoces de feldespato potásico, automorfos con macla de Carlsbad, quedan incluidos en cristales mayores.

Las micropertitas, poco abundantes, son de tipos e (*ribbon*), b (*string*) y g (*patch*).

Presenta inclusiones, en forma de parches, de cuarzo del tipo Q-2 con disposición irregular y, también, cuarzo goticular alineado en los planos de crecimiento y planos de macla del cristal.

También incluye cuarzo del tipo Q-3, xenomorfo y redondeado o con límites rectos, con extinción ondulante conspicua a veces.

Por último, presenta sericita-moscovita y moscovita histerógena secundarias y biotitas con bordes corroídos, en casos con formas subcirculares.

Biotita: Se encuentra en láminas xenomorfas, mayoritariamente intergranular. En algún caso se observaron tránsitos a clorita. Incluye cristales subautomorfos de circón con halos pleocroicos bien desarrollados, apatito metamórfico como fragmentos redondeados de hasta 0,25 mm; también incluye cristales aciculares (rutilo) formando grupos radiales o formando líneas de cristales individuales en posición imbricada, que predominan en los planos de exfoliación. Se localizó un grano subredondeado de granate. Las inclusiones de opacos no son abundantes, predominan las formas masivas irregulares (se ha visto un opaco con sección rómbica).

Circón: En cristales prismáticos subautomorfos a automorfos incluidos en biotitas.

Apatito: Granos subredondeados de cierto tamaño (hasta 0,25 mm) incluidos en biotitas.

Moscovita: La moscovita primaria aparece en láminas xenomorfas inferiores a 6 mm. Se dispone predominantemente en los espacios intergranulares. Los bordes aparecen corroídos y en ocasiones interpenetrados con otras fases minerales (fotografía A de la lámina 17).

Incluye cuarzo, opacos, granate en granos subredondeados, circón subautomorfo, y biotita. También incluye granos prismáticos subautomorfos de tendencia acicular de sillimanita, con disposición alineada (fotografía B de la lámina 17).

La sericita y moscovita secundarias aparecen en relación con los feldespatos y en algún caso también con biotita.

Opacos: son escasos y aparecen como manchas masivas e irregulares asociados a micas (biotita-clorita fundamentalmente)

Microestructuras de deformación

Extinción ondulante y fracturación intra y transgranular de algún grano de cuarzo. Se ha localizado una macla mecánica en uno de los granos de cuarzo considerados precoces. También alguna mica (moscovita) microplegada y fracturada (fotografía B de la lámina 17).

Alteraciones

Se observaron alteraciones de biotita a clorita, moscovita y opacos, y de feldespato a sericita y moscovita.

Orden de cristalización

Se trataría de un único evento de cristalización con cristalización inicial de cuarzo precoz.

Relaciones cristalización-deformación

Existe una cierta deformación puesta de manifiesto, de forma puntual, sobre todo por la existencia de moscovita microplegada y de cuarzo con macla mecánica.

2) Monzogranitos de dos micas.

Se trata (muestras MG-9 y MG-12) de una roca holocristalina, granuda heterogranular de grano fino a medio (con tamaño máximo de 3,5 mm en algunos cristales subautomorfos de plagioclasa polisintética, y hasta 5 mm en algunos granos de cuarzo, feldespato potásico y moscovita), xenomorfa. Presenta microestructura masiva y microfábrica isótropa. La fotografía A de la lámina 18 muestra un aspecto textural de este tipo composicional.

Su composición mineral es cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, moscovita y biotita; opacos, circón, rutilo y apatito como accesorios y sericita y moscovita (de feldespatos) y clorita, compuestos de hierro y moscovita (de biotita) como minerales secundarios. Teniendo en cuenta su composición modal pueden clasificarse (diagrama QAP) como *monzogranitos, de dos micas*.

- Descripción de las diferentes fases minerales

Cuarzo

Q-1: Cuarzo en granos xenomorfos, con límites rectos y curvos, más o menos corroídos (algún golfo de corrosión), en ocasiones como cristales esqueléticos. Puede presentar o no extinción ondulante poco intensa. También se presenta como cuarzo en general sin extinción ondulante, sin bordes corroídos y con límites rectos, curvos a ligeramente consertales con las otras fases, en ocasiones formando mosaico con otros granos de cuarzo (a veces rellena los huecos de cristales corroídos). En la fotografía A de la lámina 18 pueden verse estos dos aspectos de este tipo de cuarzo.

Como inclusiones contiene apatito en granos redondeados con tendencia automorfa (<0,1 mm), circones subautomorfos (<0,15 mm) y apatitos aciculares (<0,25 mm). Se ha visto una plagioclasa automorfa de pequeño tamaño (precoz).

Q-2: Cuarzo que aparece como parches, gotas aisladas, o alineaciones goticulares en planos de crecimiento de plagioclasas PLG-1 y de feldespato potásico (en ocasiones microgranofíricos).

Q-3: Cuarzo en granos xenomorfos, a veces mostrando extinción ondulante, de tendencia circular con bordes redondeados y corroídos, incluidos tanto en plagioclasas PLG-1 como en feldespato potásico. Este tipo de cuarzo se ha localizado también como inclusiones en biotita y moscovita. En la lámina delgada de MG-12 se han visto muy pocos casos en la zona próxima al contacto entre feldespato y cuarzo.

Q-4: Cuarzo simplectítico con biotita. El desarrollo simplectítico tiene lugar siguiendo los planos de exfoliación (fotografía B de la lámina 18).

Feldespatos: En la muestra MG-9 predominan las plagioclasas y en la MG-12 éstas están en una proporción similar a la del feldespato potásico.

PLG-1: Se presentan en cristales de tendencia subautomorfa e intensamente alterados y corroídos. Presentan maclas polisintéticas y, en ocasiones, también de Carlsbad. Algunas muestran zonados, discontinuos y continuos, aunque la intensa sericitización no permite su segura identificación. En muchos casos de plagioclasas de la muestra MG-9 se observa un predominio composicional albítico.

Incluyen cuarzo goticular (Q-2), a veces situado en los planos de crecimiento del cristal. También contienen Q-3 (en un caso se ha visto con macla mecánica), biotita cloritizada (agregados con clorita de crecimiento radial) y moscovitizada que presentan, con frecuencia, opacos asociados y (muestra MG-12) apatito acicular. Otras inclusiones son moscovita histerógena y se ha localizado un circón (precoz) en una microfisura.

Están diferentemente alteradas (sericitización-moscovitización). En ocasiones, la alteración afecta a toda la sección visible.

PLG-2: Es poco frecuente y aparece como fragmentos (de hasta 3 mm) de plagioclasa de tendencia automorfa muy corroídos incluidos en feldespato potásico. Presentan maclas polisintéticas. Están diferentemente alteradas (sericita-moscovita) e incluyen, además de los productos secundarios, cuarzo goticular, biotita más o menos alterada a clorita con opacos y apatito acicular asociados.

PLG-3: En las fotografía A de la lámina 18 se ve un buen ejemplo de este tipo de plagioclasa predominantemente albítica. Se encuentra con formas lobuladas en los límites de granos de feldespatos potásicos.

PLG-4: Pequeñas plagioclasas subautomorfas, de composición albítica, en situación epitáctica en los planos de crecimiento de feldespato potásico. Se han localizado en relación con cristales de microclina.

Entre los feldespatos potásicos predomina la microclina sobre la ortosa. Aparecen en granos con tendencia subautomorfa a automorfa, en general muy corroídos, que pueden alcanzar gran desarrollo (fenocristales de hasta 5 mm). Están frecuentemente maclados según Carlsbad además de mostrar la microclina su característica macla en enrejado. El feldespato xenomorfo intergranular tardío es muy escaso.

Incluyen cuarzo del tipo Q-2 (microtexturas gráficas, parches) y del tipo Q-3 que en ocasiones muestra extinción ondulante. También incluyen plagioclasas del tipo PLG-2 y son muy poco frecuentes las del tipo PLG-4. Son poco abundantes las micropertitas (de tipos *a - stringlet-*, *b* y *g*). Además, incluyen pequeñas moscovitas en microfracturas y moscovita histerógena, así como biotita más o menos alterada a clorita. En un grano de ortosa (con macla de Carlsbad) se han visto inclusiones de apatito en cristales subautomorfos (hasta 0,3 mm) y de cuarzo del tipo Q-3.

La alteración (sericitización-moscovitización) es en general intensa.

Biotita: Se dispone preferentemente en los espacios intergranulares como láminas xenomorfas inferiores a 2 mm. En ocasiones, como sucede en la muestra MG-12, está muy alterada tanto a clorita como a moscovita y a opacos.

En algún caso presenta microtexturas simplectíticas con cuarzo (Q-4) intercrecido preferentemente en los planos de exfoliación (fotografía B de la lámina 18). También incluye cuarzo de tipo Q-3.

En las secciones basales se ve una mayor abundancia de halos pleocroicos sin la inclusión que los originó.

Como inclusiones presenta granos submicroscópicos con halos pleocroicos, apatito prismático subautomorfo y redondeado (hasta 0,25 mm, fotografía B de la lámina 18), rutilo en cristales aciculares individuales, en haces paralelos y radiales, y opacos en masas irregulares.

En un borde de la preparación aparece una lámina de biotita microplegada.

Circón: En cristales subautomorfos incluidos en biotita, rodeados de halos pleocroicos.

Moscovita: En láminas inferiores a 4 mm con bordes muy corroídos. Se dispone predominantemente en los espacios intergranulares. En algún caso (muestra MG-12) es simplectítica con cuarzo o feldespato potásico.

Incluye pocas acículas de rutilo. También presenta pocas inclusiones de cuarzo, opacos, granate en granos subredondeados, circón subautomorfo, biotita y cristales prismáticos subautomorfos de apatito acicular.

En la muestra MG-12 se dispone predominantemente agrupada definiendo dominios irregulares ricos en este mineral. Además, ocupan espacios intergranulares.

La moscovita secundaria aparece como agregados de grano muy fino en relación con biotita-clorita y con feldespatos y hereda, en ocasiones, las inclusiones de los minerales primarios de los que procede.

Se vió una lámina microplegada en la muestra MG-12.

Apatito: Aparece incluido en biotitas, es escaso y se presenta como cristales subautomorfos. En la muestra MG-12 se ha localizado también en espacios intergranulares como cristales de mayor tamaño (hasta 0,2 mm; un cristal subautomorfo de bordes redondeados tiene 0,45 mm y un cristal automorfo alcanza 1 mm e incluye un pequeño grano de circón). También, se ha visto un pequeño cristal de apatito incluido en una plagioclasa del tipo PLG-2 muy alterada.

Opacos: Son escasos y de formas irregulares masivas y se disponen en relación con biotitas y cloritas fundamentalmente.

Clorita: Aparece en granos xenomorfos irregulares o en agregados radiales asociada a biotita de la que proviene.

Alteraciones

Se observaron alteraciones de biotita a clorita y opacos; y de feldespatos a sericita-moscovita.

Microestructuras de deformación

Extinción ondulante y fracturación intra y transgranular de algún grano de cuarzo. Se ha visto un pequeño grano de cuarzo con macla mecánica. Microplegamiento puntual de algún grano de biotita y de moscovita. En la fotografía A de la lámina 19 puede verse una PLG-1 maclada polisintéticamente y que presenta una deformación de tipo frágil.

Orden de cristalización

Cuarzo precoz seguido de plagioclasas y feldespatos potásicos automorfos y después las fases que ocupan los espacios intergranulares. Todo ello constituye un único evento de cristalización.

Granitoides postcinemáticos

Granitoides del Complejo de Lovios

En el Complejo de Lovios se diferenciaron, en el sector estudiado, las siguientes facies:

1) Granitos biotíticos de grano medio-grueso con megacristales de feldespato-K (G3)

Microscópicamente (láminas delgadas de las muestras MG-5 y MG-11) presentan microtextura granuda heterogranular de grano medio a fino más frecuentemente en torno a 2 mm (hasta poco más de 5 mm en feldespatos subautomorfos), hipidiomorfa, con tendencia porfiroide. Muestran microestructuras masivas y microfábricas isótropas. La fotografía B de la lámina 19 muestra un aspecto textural de estas rocas.

La composición mineral es cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico y biotita como minerales principales; moscovita, opacos, clorita, apatito, circón y allanita como minerales accesorios. Como minerales secundarios aparecen sericita y moscovita (procedentes tanto de plagioclasas como de feldespatos potásicos), y clorita y opacos (por alteración de biotita).

El análisis modal de las dos láminas y su representación en el diagrama triangular QAP diferencia dos facies composicionales: *monzogranito* de grano medio (muestra MG-5) y *granodiorita* de grano medio a fino (muestra MG-11), en ambos casos con biotita predominante.

Dada la similitud de los aspectos tanto de campo, como macroscópicos y microscópicos entre ambas muestras, se describirán conjuntamente.

- Descripción de las diferentes fases minerales:

Cuarzo

Q-1: Granos xenomorfos que cuando presentan extinción ondulante es muy ligera (es más frecuente en MG-11). Tienen límites rectos y curvos poco corroídos. En algunos casos aparece en cristales esqueléticos (fotografía A de la lámina 20) o como agrupaciones de unos pocos fragmentos milimétricos en disposición subautomorfa (cristal inicial de hasta 3,5 mm) que corresponderían a fenocristales precoces cuyos huecos aparecen rellenos por otros granos (cuarzo, feldespato potásico, biotita y plagioclasa).

Este tipo de cuarzo presenta inclusiones de biotita xenomorfa, parcialmente cloritizada, en la que se han observado inclusiones de circón rodeadas de un halo pleocroico. También incluye cristales precoces subautomorfos a automorfos de plagioclasas y de feldespatos potásicos (estos con macla de Carlsbad).

Q-2: Se trata de cuarzo en parches y gotas incluido en PLG-1, en ocasiones alineado en los planos de crecimiento (fotografía B de la lámina 20). También hay Q-2 granofírico (fotografía A de la lámina 21) y micrográfico intercrecido con feldespato potásico.

Q-3: Granos xenomorfos con límites rectos o con tendencia subcircular que se encuentran exclusivamente incluidos en otras fases minerales. Son muy escasos y están en relación con los huecos de los cuarzos fragmentados y corroídos.

Q-4: Cuarzo de aspecto reaccional que aparece incluido en biotita (fotografía B de la lámina 21).

Feldespatos: Las plagioclasas son más abundantes que el feldespato alcalino, especialmente en la muestra MG-11.

PLG-1: Se presentan en cristales subautomorfos a automorfos, inferiores a 5 mm (más frecuentemente en torno a 2 mm). Presentan maclas polisintéticas y, en ocasiones, también de Carlsbad. Los zonados son continuos normales, discontinuos y oscilatorios normales que coexisten, a veces, con alguno de los anteriores (fotografías B de la lámina 20, A de la lámina 21 y A de la lámina 22); algunas plagioclasas, predominantemente albíticas, presentan extinción única. Se ha localizado (muestra MG-11) un cristal en el que coexisten zonado continuo normal y zonado *convolute* (MACKENZIE *et al.* 1982).

Se pueden ver buenos ejemplos de sineusis plagioclasa-plagioclasa como los de las fotografías B de la lámina 20 (sineusis doble) y A de la lámina 22 (sineusis triple). También se ha observado (muestra MG-11) un caso de sineusis de feldespato potásico (con macla de Carlsbad) con plagioclasa (PLG-1) totalmente alterada (sericitizada).

Como inclusiones presentan algunos cuarzos Q-2 goticular en los planos de crecimiento (fotografía B de la lámina 20) y constituyendo microtexturas granofíricas en las zonas próximas al contacto entre estas plagioclasas y feldespato potásico (fotografía A de la lámina 21). La presencia de otras fases microcristalinas submicroscópicas (inclusiones *epitáxicas* de tipo Frasl) marcan las líneas de crecimiento de algunos cristales (fotografía A de la lámina 22). Incluyen parcialmente a cuarzos de tipos Q-1 y Q-3. También incluyen circón y apatito (en general menores de 0,2 mm) subautomorfos, moscovita, biotita (en un caso a su vez incluyendo un cristal prismático de apatito de 0,75 mm) y opacos.

Presentan, sobre todo en la muestra MG-11, las partes centrales de los cristales muy alteradas (sericitización-moscovitización) como se ve en la fotografía A de la lámina 21) y en algún caso la alteración puede afectar a todo el cristal (fotografía A de la lámina 22). Además de a partir de los núcleos (seguramente más cálcicos) de las plagioclasas, el mismo tipo de alteración se desarrolla a partir de los minerales incluidos en las zonas de crecimiento de los cristales (fotografía A de la lámina 22).

PLG-2: Se incluyen en este tipo plagioclasas de un tamaño generalmente menor que el de las anteriores y que aparecen incluidas totalmente en feldespato potásico. Tienen formas

xenomorfos con tendencia automorfa, forma de la que se alejan por una mayor o menor corrosión de los bordes. Las partes centrales están alteradas y es frecuente que tengan un borde más albítico (en ocasiones son esencialmente albíticas). Presentan los mismos tipos de maclas y de zonados más frecuentes ya señalados para las plagioclasas del tipo anterior.

PLG-3: En las zonas de contacto entre feldespatos potásicos, o entre estos y plagioclasas, se ha visto algún caso de pequeños cristales subautomorfos o con formas lobuladas de granos de composición esencialmente albítica (fotografía B de la lámina 22); pero también como cristales subautomorfos maclados polisintéticamente. Son muy escasos los feldespatos con *manteo* de albita (muestra MG-5).

PLG-4: Se han visto albitas subautomorfas de pequeño tamaño ordenadas según planos de crecimiento de feldespato potásico (disposición *epitáctica*).

Como feldespato potásico predomina la microclina en granos xenomorfos de hasta 6 mm, ocupando los espacios intergranulares con contactos consertales con las otras fases minerales mayoritarias (feldespato de tipo FK-2). También existen granos subautomorfos (tipo FK-1). La alteración no es muy intensa en general.

FK-1: Feldespato que se presenta como cristales subautomorfos (de hasta 4 mm) más o menos corroídos, mostrando con frecuencia la microclina su característica macla en enrejado y frecuentemente también de Carlsbad. Se ha visto algún cristal subautomorfo de ortosa con macla de Carlsbad y zonado discontinuo. Uno de ellos (en la muestra MG-11) aparece en sineusis con una plagioclasa del tipo PLG-1.

Presentan micropertitas del tipo **a, b, d (rod), f y g.b** (fotografías B de la lámina 21 y A de la lámina 23 y mayor detalle en la B de la lámina 23). Incluyen parches de cuarzo del tipo Q-2 y granos subcirculares de cuarzo del tipo Q-3. También incluyen, parcialmente al menos, cuarzo Q-1, PLG-2, PLG-4 y biotita en granos xenomorfos corroídos, algo cloritizada.

FK2: Es feldespato en granos xenomorfos que ocupan espacios intergranulares pudiendo observarse maclas en enrejado de microclina; es bastante abundante, sobre todo en la muestra MG-11. Presenta escasa micropertización (tipos **a, b, c, f y g**).

Incluye parcialmente cuarzo del tipo Q-1 y algunos parches del tipo Q-2. También incluye PLG-2 y algunas plagioclasas de composición albítica en pequeños cristales automorfos sin ningún orden apreciable que podrían asignarse a PLG-4. Otras inclusiones son biotita xenomorfa algo cloritizada, allanita automorfa prismática, cristales prismáticos aciculares de apatito subautomorfos a automorfos y circón automorfo.

Biotita: Es, en general, xenomorfa y con bordes corroídos y está más o menos cloritizada (más intensamente en la muestra MG-11). Aparece también con formas subautomorfos a automorfos, inferiores a 2 mm. Se sitúa, en general, en los espacios intergranulares o está incluida en otras fases minerales (cuarzo, plagioclasas y feldespato potásico).

Se ha localizado un "agujero" de 1,5 mm de diámetro en el que ha cristalizado (con microtextura del tipo decusado) biotita automorfa que incluye apatito y circón en cristales subautomorfos (fotografía A de la lámina 24).

Se han visto simplectitas de biotita-cuarzo del tipo Q-4 (muestra MG-5). Algunos granos prismáticos automorfos podrían ser circones y allanita (prismática acicular con pleocroísmo marrón). También incluye algún apatito prismático subautomorfo (en un caso con 0,75 mm de longitud) y son abundantes los halos pleocróicos sin el mineral originario.

Con cierta abundancia está intensamente cloritizada asociándose, entonces, con minerales opacos (compuestos de hierro) que adoptan formas irregulares que se sitúan preferentemente en los bordes y en los planos de exfoliación de la biotita (fotografía B de la lámina 21).

Apatito: En granos subredondeados y con hábitos prismáticos subautomorfos a xenomorfos (fotografías B de la lámina 24 y A de la lámina 25).

Circón: Es escaso y aparece incluido en biotitas como cristales prismáticos subautomorfos a automorfos (fotografías B de la lámina 24 y A de la lámina 25).

Moscovita: Es muy escasa y aparece, en granos xenomorfos de pequeño tamaño, como mineral secundario por alteración de biotitas y de feldespatos.

Opacos: Existen pocos opacos. Tienen formas irregulares y se presentan asociados a biotita-clorita, en sus bordes o planos de exfoliación.

Clorita: Es siempre secundaria y aparece como granos xenomorfos asociados con biotita y opacos de formas irregulares. En ocasiones hereda las inclusiones preexistentes en las biotitas de las que proceden.

Esfena: En las fotografías B de la lámina 24 y A de la lámina 25, puede verse un cristal subautomorfo de esfena en el contacto entre dos granos de biotita (se considera como mineral secundario).

Microestructuras de deformación

No se han observado microtexturas que puedan relacionarse con deformación sin o postmagmática.

Alteraciones

Se observaron alteraciones de biotitas a clorita y compuestos de hierro; y de feldespatos a sericita-moscovita. La esfena se considera, también, un producto de alteración de biotita.

Orden de cristalización

Los primeros minerales en cristalizar serían, además de un cuarzo precoz prácticamente reabsorbido y cuyo testimonio más significativo lo constituyen los cuarzos de tipo Q-3, los feldespatos de tendencia automorfa y por último, en los espacios intergranulares, los feldespatos potásicos xenomorfos del tipo FK-2. Todo ello corresponde a un único evento de cristalización magmática.

Relaciones cristalización-deformación

No presentan deformación por lo que pueden ser considerados (teniendo en cuenta, además, las observaciones de campo) como granitoides postcinemáticos.

2) Granitos biotíticos de grano medio con pocos megacristales (G4)

Microscópicamente (láminas delgadas de las muestras MG-6 y MG-8) tienen microtextura granuda heterogranular de grano medio a fino (en torno a 2 mm). Presentan cierta tendencia porfiroide por el mayor tamaño de los feldespatos potásicos, que pueden llegar a 4,5 mm. Muestran microestructuras masivas y microfábricas isótropas.

La composición mineral es cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico y biotita como minerales principales; moscovita, opacos, clorita, apatito, circón y rutilo como minerales accesorios. Como minerales secundarios aparecen sericita y moscovita, procedentes tanto de plagioclasas como de feldespatos potásicos, y clorita y opacos por alteración de biotitas.

El análisis modal de las dos láminas y su representación en el diagrama triangular QAP permite clasificar a estas rocas como *monzogranitos*, biotíticos, de grano medio a fino.

- Descripción de las diferentes fases minerales:

Cuarzo

Q-1: Cuarzo en granos xenomorfos con límites predominantemente rectos y que no presentan (o es muy ligera) extinción ondulante. Muestran límites consertales fundamentalmente en relación con el feldespato potásico del tipo FK-2. Existen algunos granos esqueléticos (fotografía B de la lámina 25).

Las inclusiones son poco frecuentes; incluye granos xenomorfos de biotita con bordes más o menos corroídos y también circones y apatitos con hábitos subautomorfos a automorfos, que parecen más frecuentes en granos que presentan también biotitas corroídas, por lo que podrían corresponder a inclusiones heredadas de estas.

Q-2: Se han localizado cristales de feldespato potásico con inclusiones de cuarzo de este tipo (*drop-like*) alineado y dispuesto en los límites de crecimiento del cristal. También, constituyen microtexturas granofíricas radiales en el borde de algún cristal de feldespato

potásico. En la fotografía A de la lámina 26 puede verse constituyendo un estrecho borde de reacción entre plagioclasa y feldespato potásico y en la fotografía B de la lámina 26 se muestra como cuarzo mirmequítico en una plagioclasa del tipo PLG2.

Q-3: Cuarzo xenomorfo de bordes redondeados que aparece incluido en feldespato potásico. Presenta extinción simultánea con granos de cuarzo próximos y en contacto con el feldespato que los incluye. Algunos fragmentos tienen ligera extinción ondulante y presentan algunos golfos de corrosión rellenos por otras fases (p. ej. cuarzo con extinción homogénea, quizás producto de recristalización). Son más frecuentes en zonas de contacto entre el feldespato alcalino y el cuarzo de tipo Q-1, sobre todo cuando el primero aparece relleno de huecos en cristales de cuarzo esqueléticos; pero también se encuentra en cristales subautomorfos de feldespato potásico.

Feldespatos

PLG-1: Aparece en cristales subautomorfos a automorfos, pero casi siempre con alguno de los bordes corroídos. Son frecuentes las maclas polisintéticas y en pocas ocasiones presentan, además, macla de Carlsbad. Muestran zonados predominantemente continuos normales, pero también discontinuos y oscilatorios, en casos coexistiendo con zonados continuos en los bordes (fotografía B de la lámina 25); en la fotografía A de la lámina 26 se observa un zonado discontinuo con bandas ligeramente convolutas. Se ha visto alguna sineusis con otras plagioclasas (fotografía A de la lámina 26).

Algunos cristales tienen su parte central intensamente sericitizados y otros están afectados en su totalidad por la alteración. Núcleos poco sericitizados muestran cierta corrosión que origina un zonado discontinuo irregular.

En algunas secciones pueden observarse inclusiones submicroscópicas dispuestas en los límites de crecimiento de los cristales (inclusiones de tipo Frasl).

Incluyen algún cristal pequeño de plagioclasa y parches de cuarzo goticular del tipo Q-2, así como algún grano de biotita xenomorfa.

PLG-2: Se trata de cristales (en general de menor tamaño que los de PLG-1) con formas subautomorfos a xenomorfos debido a la corrosión parcial de formas con tendencia automorfa. Aparecen incluidos en feldespato potásico y presentan los mismos tipos de maclas y de zonados que presentan las plagioclasas del tipo PLG-1. En ocasiones tienen el borde albítico.

En la fotografía B de la lámina 26 se muestra un cristal subautomorfo con microtextura mirmequítica debido a la presencia de cuarzo vermicular en sus planos de crecimiento; además, muestra un zonado discontinuo. Otra plagioclasa PLG-2 maclada polisintéticamente, está incluida en el mismo grano de microclina micropertítica con macla de Carlsbad.

PLG-3: Plagioclasa fundamentalmente albítica, en cristales pequeños subautomorfos a xenomorfos (fotografías la lámina 27).

PLG-4: Plagioclasas subautomorfas, más frecuentemente de composición predominantemente albítica, que se encuentran incluidas en feldespato potásico marcando sus planos de crecimiento en posición *epitáctica*.

El feldespato potásico es predominantemente microclina, observándose en casos su característico enrejado y, a veces, también con macla de Carlsbad. Además, existe ortosa (maclada según Carlsbad).

Se trata de granos con hábitos de tendencia automorfa (con tamaños de hasta 4,5 mm) que están bastante corroídos. Es, en general, micropertítico del tipo **g**, **b** y **f** (fotografías de la lámina 27 y A de la lámina 28). Se ha localizado algún caso de sineusis entre cristales de feldespato potásico.

Incluye cuarzo *drop-like* (Q-2) y cuarzo redondeado del tipo Q-3. También incluye cristales automorfos y subautomorfos, de pequeño tamaño, de feldespato potásico (con macla de Carlsbad) y plagioclasas del tipo PLG-2 de tendencia automorfa con bordes corroídos y bordes albíticos. Además, incluye moscovita secundaria (en partes alteradas, pero sobre todo desarrolladas en microfracturas), y biotita xenomorfa.

Biotita: Aparece en granos xenomorfos, parcialmente cloritizados y moscovitizados (fotografías B de la lámina 28 y A de la lámina 29), dispuestos tanto como inclusiones en otras fases minerales como en los espacios intergranulares; presentan, en general, los bordes corroídos.

Muestra abundantes halos pleocróicos cuya inclusión o ha desaparecido o no es identificable en la mayoría de los casos; alguno de ellos es apatito parcialmente destruido. También incluye algunos apatitos prismáticos subautomorfos. Se ha visto una plagioclasa muy corroída incluida en biotita cloritizada con moscovita asociada. En una biotita (muestra MG-8) se han localizado cristales aciculares dispuestos en agregados radiales y como acículas individuales (rutilo).

Moscovita: Aparece como mineral secundario en pequeños granos xenomorfos asociados a los feldespatos. También, se ha localizado una lámina con un tamaño algo mayor que procede de alteración de biotita (fotografías B de la lámina 28 y A de la lámina 29). Incluye opacos.

Circón: Escaso, en cristales prismáticos subautomorfos a automorfos, incluidos en biotitas.

Apatito: En cristales prismáticos subautomorfos a automorfos y como restos xenomorfos (con halos pleocróicos) en biotitas.

Opacos: Formas irregulares asociadas a biotita o biotita-clorita y en menos ocasiones a moscovita, y que se sitúan en los bordes de los granos y en los planos de exfoliación.

Rutilo: Acicular incluido en biotita.

Alteraciones

Se observaron alteraciones de biotitas a clorita y compuestos de hierro; y de feldespatos a sericita-moscovita. También de biotita a moscovita.

Orden de cristalización

Evento único, muy similar al de los granitos de grano medio-grueso (G3) descritos anteriormente.

Relaciones cristalización-deformación

No presenta deformación lo que permite asignarles (teniendo en cuenta las observaciones de campo) un carácter postcinemático.

3) Pórfido granodiorítico (G5)

Microscópicamente (láminas delgadas de las muestras MG-1 y MG-10) presentan microtextura granuda heterogranular de grano fino a muy fino, hipidiomorfa, con porfiroclastos de cuarzo y porfirocristales de feldespato potásico y de plagioclasas de hasta 4 mm, que dan un cierto carácter porfiroide a las secciones de roca recogidas en las láminas delgadas. Muestran microestructuras masivas y microfábricas isótropas.

La composición mineral es plagioclasa, cuarzo, feldespato potásico (microclina, ortosa) y biotita como minerales principales; moscovita, clorita, opacos, apatito, circón y monacita como minerales accesorios. Como minerales secundarios aparecen sericita y moscovita, procedentes tanto de plagioclasas como de feldespatos potásicos, y clorita, moscovita y opacos por alteración de biotitas.

El análisis modal de las dos láminas y su representación en el diagrama triangular QAP permite clasificar a esta facies como *granodiorita-(monzogranito)* biotítica con tendencia porfiroide.

- Descripción de las distintas fases minerales

Cuarzo

Q-1: Cuarzo en granos xenomorfos, en casos con extinción ondulante (fotografía B de la lámina 29), con límites rectos y curvos hasta límites consertales, con pocos sectores con microtextura en mosaico con puntos triples entre granos de cuarzo. Algunos granos se

presentan en varios fragmentos con extinción, ligeramente ondulante, simultánea (porfiroclastos de hasta 2,5 mm, fotografía A de la lámina 30), esqueléticos o con frecuentes golfos de corrosión (fotografía B de la lámina 30). Un cristal hexagonal con un borde corroído (cuarzo precoz) puede verse en la fotografía B de la lámina 30.

Como inclusiones presenta cuarzo de bordes redondeados y tendencia en ocasiones circular. También incluye cristales subautomorfos de feldespatos (inclusión parcial), y biotita (y clorita secundaria), así como pequeños cristales de apatito subautomorfos adheridos o no a biotitas. En microfracturas aparecen cristales subautomorfos de circón (cristales precoces) y granos xenomorfos de moscovita.

Q-2: Se presenta como cuarzo mirmequítico en plagioclasas y con texturas micrográficas, parches e inclusiones de tipo *drop-like* en feldespatos potásicos (fotografía A de la lámina 31).

Q-3: Cuarzo precoz xenomorfo con bordes frecuentemente redondeados, a veces mostrando golfos de corrosión y formas en ocasiones subcirculares. Aparece incluido tanto en feldespato potásico (fotografías A de la lámina 30 y A y B de la lámina 31) como en plagioclasas del tipo PLG-1.

Q-4: Cuarzo, con formas irregulares, incluido en biotita (fotografía A de la lámina 32).

Feldespatos: El contenido en plagioclasa está próximo al de feldespato potásico (que constituye los granos de mayor tamaño).

PLG-1: Este tipo de plagioclasas se presenta como cristales subautomorfos a automorfos, con tamaños máximos en torno a 2 mm (frecuentemente alrededor de 1 mm). Tienen una composición generalmente rica en albita. En ocasiones muestran maclas polisintéticas, a veces también con macla de Carlsbad. Son frecuentes los zonados continuos normales y discontinuos normales, en ocasiones oscilatorios y discontinuos coexistiendo; en un cristal se observó *sector zoning*.

Se pueden ver juntos cristales subautomorfos de microclina y de plagioclasa, de plagioclasa y plagioclasa, de ortosa y plagioclasa (sineusis de los feldespatos, fotografías A y B de la lámina 32).

Presentan inclusiones de cuarzo goticular del tipo Q-2 alineado en los planos de crecimiento de plagioclasas. También, se ha localizado cuarzo de este tipo según microtexturas granofíricas radiales en la zona de contacto entre dos plagioclasas del tipo PLG-1.

Otras inclusiones presentes son feldespato potásico (microclina con macla simple de Carlsbad) y moscovita (secundaria). La presencia de otras fases microcristalinas submicroscópicas marca las líneas de crecimiento de algunos cristales (inclusiones tipo Frasl). Otros minerales incluidos son circones xenomorfos y automorfos, biotitas corroídas y cloritizadas

de las que podrían provenir los circones metamórficos, apatitos aciculares, y sericitita-moscovita y moscovita histerógena como productos secundarios.

En general están intensamente sericitizadas, sobre todo en su parte central y en los límites de crecimiento de los cristales (fotografías A de la lámina 30 y A de la lámina 32).

PLG-2: Plagioclasas en cristales de tendencia subautomorfa más o menos corroídos, incluidos en feldespato potásico (fotografía A de la lámina 33). Presentan núcleos alterados (sericitizados-moscovitizados) e inclusiones de apatito acicular. Son poco abundantes.

PLG-3: Se trata de plagioclasa, predominantemente albítica, que se sitúa en el límite entre granos de feldespato potásico y suele tener formas lobuladas y en casos automorfas de pequeño tamaño. Son escasas en la muestra MG-1 y más frecuentes en la MG-10 en la que hay algún buen ejemplo de forma globular (fotografías de la lámina 33).

Plagioclasa de composición albítica aparece constituyendo los bordes *manteados* de feldespato potásico. Este tipo podría considerarse como plagioclasa reaccional albítica equiparable al tipo interfases feldespáticas aquí descrito. Aparecen como manteos parciales (fotografías B de la lámina 32, A de la lámina 33 y A de la lámina 34).

PLG-4: Pequeñas plagioclasas de composición predominantemente albítica y automorfas que se sitúan en los planos de crecimiento de cristales de feldespato potásico en posición epitáctica).

Como feldespato potásico predomina la microclina sobre la ortosa que es escasa.

La microclina se presenta como cristales con tendencia subautomorfa, más o menos corroídos, siendo escasa la que se encuentra como granos irregulares xenomorfos. Alcanza tamaños de hasta 4 mm, en general mayores que los de las plagioclasas.

Tanto la ortosa como la microclina es frecuente que aparezcan macladas según Carlsbad; además, la microclina presenta las típicas maclas según las leyes de la albita y la periclina (enrejado). Muestran en alguna ocasión zonados discontinuos.

La presencia de micropertitas **a**, **b**, **c**, **f** y **g** es frecuente (fotografías A de la lámina 31 y A de la lámina 33).

También, se observaron algunos feldespatos (incluidos o en contacto con otros feldespatos potásicos) parcial o totalmente manteados por albita (microtextura rapakivi del tipo **a** de HIBBARD, 1981 -en BARD, 1985-) (fotografía A de la lámina 34).

En los feldespatos potásicos se han visto inclusiones de cuarzo Q-2, a veces muy *maduras*, plagioclasas (PLG-1 y PLG-2), biotitas (en ocasiones cloritizadas), y moscovita secundaria (en microfracturas) (fotografía A de la lámina 31).

El feldespato potásico xenomorfo intergranular tardío apenas existe.

Biotita: Se encuentra en láminas xenomorfas inferiores a 1 mm. En algún caso se observaron tránsitos a clorita.

Hacia el centro de la lámina delgada correspondiente a la muestra MG-10 existe un *nido* subcircular de micas: biotita-clorita-moscovita (con microtextura de tipo decusada). Tiene 5 mm de diámetro y se ve parcialmente en la fotografía B de la lámina 34. En esta zona se observan agregados micáceos de moscovita en pequeños cristales, subautomorfos a xenomorfos, que proceden tanto de biotita como de feldespatos. Coexisten con granos esqueléticos de cuarzo y de feldespato. En este sector se encuentran algunos granos redondeados de apatito.

Las secciones basales son más abundantes en halos pleocroicos que no presentan, en general, el mineral generador. En algunos de esos halos se localizó un grano de monacita con hábito prismático subautomorfo. Otras inclusiones observadas corresponden a circones y a apatitos prismáticos subautomorfos a automorfos con halos pleocroicos. En MG-1 se ha visto una sección basal con inclusiones de cuarzo Q-4 (fotografías A de la lámina 32 y A de la lámina 35) que, también, incluye cristales subautomorfos, restos y huellas, a veces aciculares, de apatitos metamícticos, así como opacos, en general, con formas irregulares (en la fotografía A de la lámina 35 se observa un grano que presenta algún límite cristalino).

Moscovita: En láminas xenomorfas inferiores a 1 mm (moscovita histerógena). Es frecuente en los bordes y en microfisuras de feldespatos o intercrecida o en continuidad óptica con biotita de la que parece entonces proceder (tránsitos biotita-clorita-moscovita). Es escasa la moscovita primaria intergranular que aparece muy corroída.

Circón: En cristales prismáticos subautomorfos a automorfos incluidos en biotita.

Monacita: Se han encontrado muy pocos granos (muestra MG-10), que puedan asignarse, con ciertas dudas, a monacita. Se trata de cristales prismáticos subautomorfos con bordes algo redondeados, incluidos en biotita.

Apatito: Se encuentra como pequeños cristales prismáticos, prismáticos aciculares y fragmentos xenomorfos incluidos en biotitas.

Opacos: Aparecen en relación con biotitas, en ocasiones parcialmente cloritizadas. En general presentan formas irregulares. A veces, están dispuestos preferentemente en los planos de exfoliación (fotografía A de la lámina 32). Se ha localizado (en la muestra MG-10) un grano de sección hexagonal y en la fotografía A de la lámina 35 se observa otro grano con hábito de tendencia hexagonal.

Alteraciones

Se observaron alteraciones de biotitas a clorita, moscovita y opacos (compuestos de hierro); y de feldespatos a sericita-moscovita.

Orden de cristalización

Las relaciones entre las distintas fases presentes indica un único evento de cristalización con la existencia de cuarzo precoz (en casos pseudomorfizado por feldespato potásico como en la fotografía A de la lámina 30) y la cristalización inicial de plagioclasas con tendencia automorfa (esencialmente PLG-1 y PLG-2) y simultáneamente, o con alguna posterioridad, los feldespatos potásicos subautomorfos. El cuarzo y biotita cristalizarían durante toda la secuencia de cristalización y el escaso feldespato intergranular sería tardío.

Relaciones cristalización-deformación

La existencia de algún porfiroclasto de cuarzo (fotografía A de la lámina 30), la extinción ondulante más patente en algunos granos (fotografía B de la lámina 29), parece conforme con la instalación de esta facies en un ambiente estructural constriñido, observado en el campo: zona de borde batolítico o fracturas.

4) Granito de grano muy fino, aplítico (G6)

Microscópicamente (láminas delgada de la muestra MG-2) presenta microtextura granuda heterogranular de grano muy fino (< 1 mm), xenomorfa. Muestra microestructura masiva y microfábrica isótropa (véanse detalles de la textura en las fotografías B de la lámina 35 y A de la lámina 36).

La composición mineral es feldespato potásico, cuarzo, plagioclasa y moscovita como minerales principales; clorita, opacos, apatito y monacita como minerales accesorios. Como minerales secundarios aparecen sericita y moscovita, procedentes tanto de plagioclasas como de feldespatos potásicos, y clorita y opacos por alteración de biotitas.

El análisis modal de la lámina y su representación en el diagrama triangular QAP permite clasificar a esta facies como *monzogranito-sienogranito* leucocrático de grano muy fino, aplítico.

- Descripción de las diferentes fases minerales:

Cuarzo

Q-1: Granos xenomorfos, en ocasiones con ligera extinción ondulante, con contactos rectos y curvos, en algún caso consertales y con golfos de corrosión y hasta esqueléticos (fotografía B de la lámina 35 y A de la lámina 36).

Son escasas las inclusiones: apatito en granos subautomorfos, pequeños cristales de feldespato potásico con macla simple de Carlsbad, cuarzo xenomorfo de bordes redondeados y con tendencia subcircular, biotita y moscovita. Un grano de bordes redondeados y con habito subautomorfo se ha identificado como monacita.

Q-2: Es escaso el cuarzo goticular incluido en feldespatos. Se muestra como pequeños parches, tanto en plagioclasas como en feldespato potásico y en este último, se localiza algún caso de microtextura granofírica (fotografía B de la lámina 36).

Q-3: Cuarzo xenomorfo, en ocasiones con extinción ondulante, con bordes rectos y curvos que pueden ser subcirculares. Un ejemplo característico de este tipo de cuarzo incluido en un cristal de feldespato muy alterado puede verse en la fotografía A de la lámina 37. Puede incluirse en este tipo el cuarzo xenomorfo con bordes redondeados asociado a moscovita (fotografía B de la lámina 37).

Feldespatos: Predomina el feldespato potásico sobre las plagioclasas.

PLG-1: Plagioclasas que se presentan en cristales subautomorfos con bordes corroídos y muestran maclas polisintéticas (en ocasiones también con macla de Carlsbad). Algunas muestran zonados discontinuos. Se han visto casos de sineusis plagioclasa-plagioclasa.

Incluyen cuarzo en parches, algún cuarzo subcircular redondeado del tipo Q-3 y moscovita.

En general, están intensamente sericitizadas-moscovitizadas (fotografía B de la lámina 36).

Entre el feldespato potásico con tendencia subautomorfa a automorfa (tipo **FK-1**) predomina la ortosa sobre la microclina que es escasa. Se presenta con macla simple de Carlsbad siempre con bordes corroidos. Existen casos de sineusis de feldespato potásico.

Incluye cuarzo xenomorfo, en casos subcircular y de bordes redondeados, del tipo Q-3, moscovita y algún cristal de feldespato potásico precoz automorfo de menor tamaño. También presenta cuarzo del tipo Q-2, en parches y formando microtexturas granofíricas irregulares (fotografía B de la lámina 36). Presenta moscovita del tipo histerógeno, total o parcialmente sobre el feldespato. Es muy poco perfitico (del tipo g).

Están poco alterados a sericita-moscovita a favor de los planos de debilidad del cristal (exfoliación y microfisuras).

Existe cierta presencia de feldespato potásico del tipo **FK-2** (xenomorfo e intergranular) (fotografía B de la lámina 35).

Moscovita: En láminas xenomorfas (hasta 2,5 mm) asociadas a los feldespatos, bien como moscovita claramente secundaria dispuesta en sectores sericitizados y en microfracturas

de los granos, o como moscovita histerógena, de mayor tamaño, sobre o en los bordes de los granos. Incluye en ocasiones cuarzo del tipo Q-3.

Biotita: Muy escasa e intensamente cloritizada y ocasionalmente moscovitizada. En un caso se ha visto incluyendo cuarzo del tipo Q-3.

Clorita: Aunque se considera como secundaria, no en todas las ocasiones aparece asociada a biotita de la que parece proceder. Se presenta en granos xenomorfos que pueden incluir parte de cristales de moscovita y por lo tanto se interpreta, en estos casos, como posterior a ella. Incluye algún opaco.

Opacos: Son poco abundantes y están incluidos o relacionados con biotita, clorita (a veces con moscovita asociada). Presentan formas masivas irregulares.

Alteraciones

Se observaron alteraciones de biotita a clorita y opacos; y de feldespatos a sericitamoscovita. La extensa presencia de clorita indica una alteración de tipo hidrotermal.

Orden de cristalización

Se trata de un único evento de cristalización magmática similar al referido en el caso de los granitos postcinemáticos anteriormente descritos, si bien, es más abundante la presencia de feldespato alcalino intergranular de carácter tardío.

Relaciones cristalización-deformación

No se han observado deformaciones asignables a una tectónica relevante, por lo que se consideran granitoides postcinemáticos que por el tamaño de grano, fino a muy fino, son el producto de una cristalización muy superficial, seguramente en relación con fracturas como se deduce de las observaciones de campo (diferenciados y diques aplíticos).

3.2.3. ROCAS FILONIANAS

Se ha estudiado desde el punto de vista microscópico la muestra MG-13, que procede de un filón de pórfido clasificado macroscópicamente como pórfido granodiorítico, pero que presenta un aspecto de visu bastante diferente del de los descritos anteriormente para el litotipo G5.

Microscópicamente se trata de una roca holocristalina microgranuda subhomogranular, de carácter porfiroide marcado por fenocristales de feldespato de hasta 8,5 mm y glomérulos de ferromagnesianos con disposición radial y, en ocasiones, con núcleo de opacos dando microtexturas microlíticas esferulíticas (en relación con la matriz se trataría de microtexturas glomerulo porfiroides). La matriz afanítica micro-criptocristalina, con microtextura felsítica,

es esencialmente cuarzo-feldespática. Su microestructura es masiva a nodulosa y la microfábrica isótropa.

En cuanto a su composición mineral, los fenocristales (plagioclasas y feldespato potásico) representan el 40 % de la roca, representando los glomerulos de ferromagnesianos un 12 % y los opacos un 3 %. La matriz representa por tanto un 45 % de la roca. Entre los fenocristales las plagioclasas representan más del 90 %. La composición de los minerales que destacan de la mesostasis micro-criptocrystalina es la siguiente: plagioclasa y biotita como principales; feldespato potásico, opacos y cuarzo como minerales accesorios y clorita, opacos, sericita-moscovita y esfena como secundarios.

La clasificación aproximada de esta roca puede hacerse siguiendo los criterios mineralógicos y texturales señalados por CASTRO DORADO (1989, Fig. 2.18 en la pág. 62) para rocas volcánicas. Según tales criterios se trata de un *pórfido dacítico* (término composicional similar a las granodioritas-tonalitas de las rocas plutónicas).

Descripción de las diferentes fases minerales: Se describen a continuación aquellos minerales que constituyen los fenocristales y los glomérulos.

Cuarzo

Q-1: Fuera de la mesostasis el cuarzo es muy escaso. Se ha localizado un grano de 1 mm que conserva algún límite recto y aparece redondeado (fotografía A de la lámina 38); también se localizaron otros granos, redondeados, de tamaños menores (0,25 mm a 0,5 mm). En un caso forman una pequeña zona con microtextura en mosaico. No presentan extinción ondulante.

Q-2: Se trata de cuarzo mirmequítico y goticular más o menos regularmente dispuesto según los planos de crecimiento de las plagioclasas del tipo PLG-1 (fotografía B de la lámina 38). Se incluye aquí el cuarzo goticular o en parches asociado a micas, dando, en ocasiones, microtexturas de tipo simplectítico muy poco desarrolladas.

Feldespatos: Predomina ampliamente la plagioclasa sobre el feldespato potásico que no representa más del 5 % del total del feldespato existente fuera de la matriz.

PLG-1: En la lámina aparecen en fenocristales de 0,4 mm a 8,5 mm, como cristales subautomorfos a automorfos, en ocasiones con límites algo redondeados, con frecuentes maclas polisintéticas y, a veces, también de Carlsbad. Presentan zonados continuos normales, discontinuos y oscilatorios normales. También existe algún caso de sineusis.

Incluyen cuarzo del tipo Q-2 en planos de crecimiento (fotografía B de la lámina 38). También contienen agregados de biotita-clorita-opacos, a los que se asocia cuarzo goticular del tipo Q-2 dando simplectitas con las micas y, en ocasiones, con algún grano de esfena asociado. Los opacos se disponen preferentemente rodeando al agregado micáceo. En estos sectores se observan algunas pátinas amarillas originadas por movilización del hierro.

Aunque en algunos casos están intensamente alteradas (sericitizadas), por lo general lo están poco.

El feldespato potásico es prácticamente en su totalidad ortosa (la microclina es muy escasa), que aparece en fenocristales subautomorfos a automorfos inferiores a 4 mm (en general menores de 2,5 mm) maclados según Carlsbad y están poco alterados. En casos muestran zonados discontinuos. No presentan pertizaciones. Incluyen glomérulos subcirculares de ferromagnesianos: biotita en microlitos automorfos con disposición radial (esferulítica) en cuyo núcleo se sitúan opacos (fotografías A y B de la lámina 39).

Biotita: Aparece como microlitos subautomorfos a automorfos formando, en ocasiones, glomérulos a veces adoptando microtexturas esferulíticas como la anteriormente descrita. En el núcleo de opacos puede encontrarse esfena. Está con cierta frecuencia cloritizada. En ocasiones incluye granos subredondeados o prismáticos de apatito. Las fotografías A de la lámina 39 y A y B de la lámina 40, ilustran distintos aspectos de estos glomérulos.

Clorita: Aparece tanto en relación clara con la biotita como producto de su alteración como en placas o agregados, a veces radiales, incluidos en la matriz.

Apatito: Se encuentra en granos inferiores a 1 mm, en general xenomorfos subredondeados; pero también como cristales prismáticos o con sección hexagonal subautomorfos a automorfos, incluidos en la matriz o en los glomérulos micáceos (fotografías A y B de la lámina 40).

Esfena: Este mineral es secundario a partir de biotita. Se presenta en granos xenomorfos y subautomorfos en relación con asociaciones de biotita-clorita-opacos y se sitúa hacia el centro de los glomérulos (fotografías A y B de la lámina 40).

Moscovita: Es siempre secundaria y muy escasa, se encuentra en relación con microfisuras de los feldespatos.

Opacos: Aparecen con formas redondeadas y se presentan tanto ocupando los núcleos de los glomérulos de ferromagnesianos, como a manera de granos individuales a partir de los que se produce movilización de hierro que tiñe el sector en que se ubican.

Alteraciones: Biotita a clorita, opacos y esfena.

Orden de cristalización: Feldespatos-mesostasis y cristalización de biotitas a partir de núcleos de opacos. Los apatitos parecen precoces y han reaccionado con la mesostasis (golfos de corrosión).

Alteraciones superficiales: Las tinciones se suponen originadas por la removilización superficial del Fe de los ferromagnesianos.



Foto-A.- Foliación y pliegues intrafoliares en los ortogneises glandulares (G0).



Foto-B.- Paso difuso de ortogneises glandulares a paragneises (abajo).



Foto-C.- Detalle de la fotografía B.

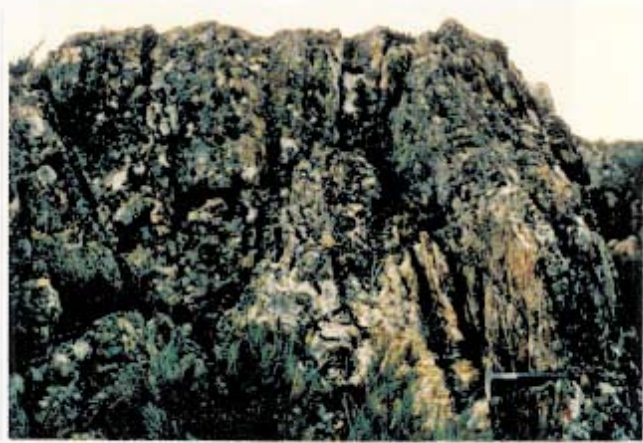


Foto-D.- Detalle de un afloramiento de granitoides inhomogéneos (G1).



Foto-E.- Detalle de los granitoides inhomogéneos (G1). Se observan estructuras turbulentas, "pliegues fantasma" y glomeroblastos de ferromagnesianos.

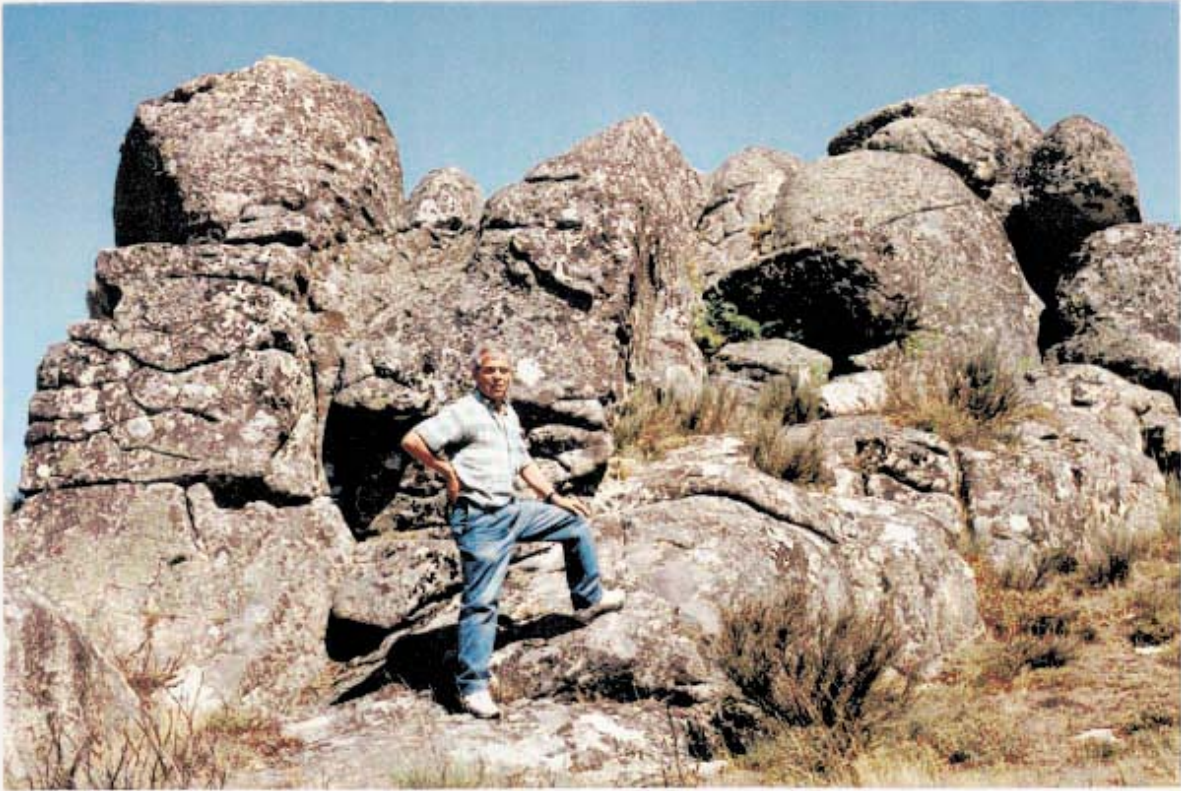


Foto-A.- Detalle de un alloramiento de granito de dos micas (G2) al oeste de Vilá.



Foto-B.- Aspecto del paso difuso de los granitoides inhomogéneos a los granitos de dos micas.



Foto-C.- Enclave rico en ferromagnesianos (biotita) en granito de dos micas (G2). Sector de Cerdedo.



Foto-D.- Enclave de cuarzo en granito de dos micas (G2). Sector de Lobás.



Foto-E.- Enclave decamétrico de metasedimentos en el granito de dos micas (G2). Sector de Cerdedo.

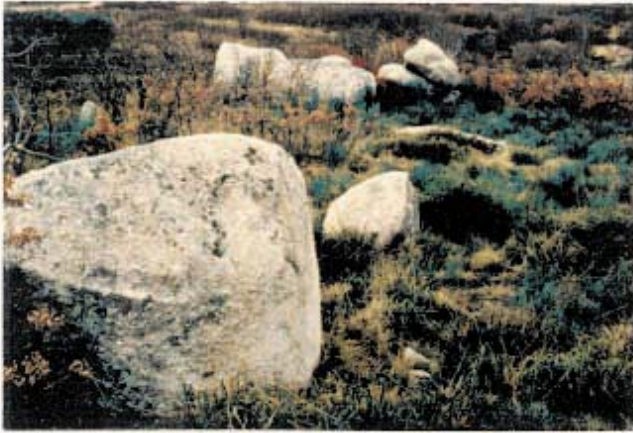


Foto-A.- Microformas en pequeñas bolas de granito biotítico con megacristales (G3).



Foto-B.- Granito G3. Estructura masiva y fábrica lineal marcada por los fenocristales de feldespato.

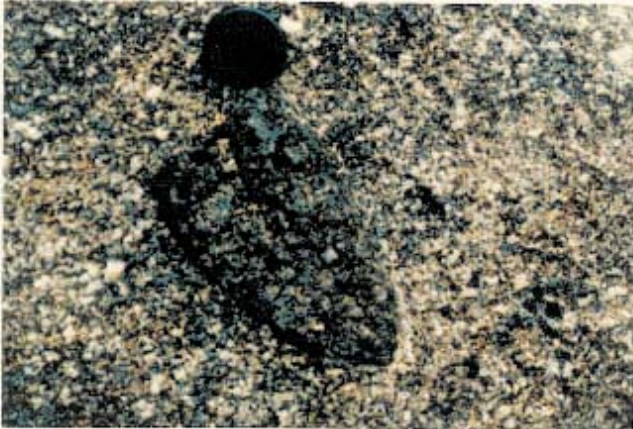


Foto-C.- Enclave de microgranito porfídico en G3.



Foto-D.- Detalle del enclave de la fotografía C.

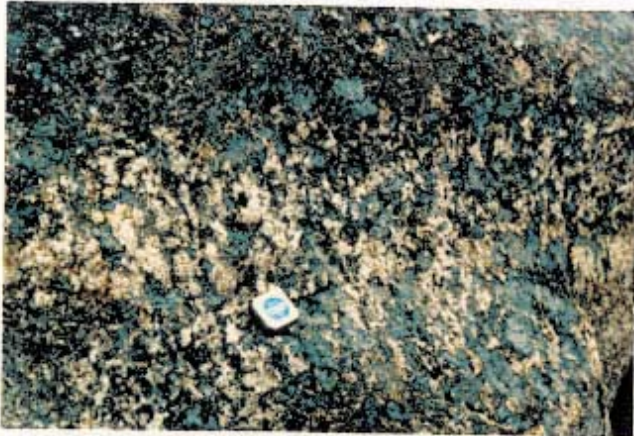


Foto-E.- Concentración de feldespatos en G3.



Foto-F.- Morfología en bloques del granito G4.

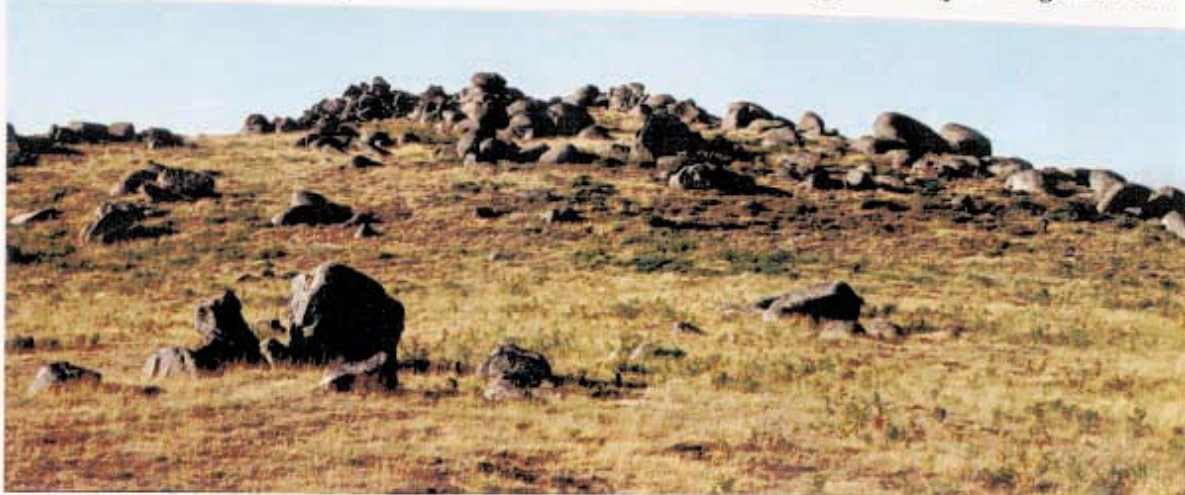


Foto-G.- Morfología en bolas de pequeño tamaño en granito de grano medio (G4).



Foto-A.- Aspecto de un afloramiento de pórfido (G5).

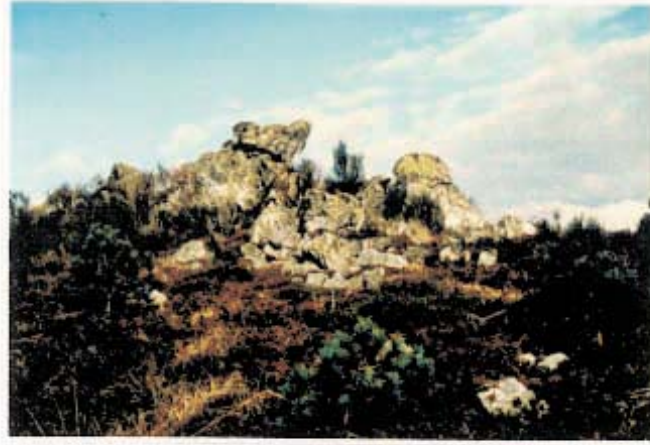


Foto-B.- Afloramiento de granito de grano fino (G6).



Foto-C.- Aspecto próximo del granito aplítico G6.



Foto-D.- Haz de filones paralelos de cuarzo encajando en ortogneises glandulares (G0).



Foto-E.- *Stockwork* de venas de cuarzo en un granitoide muy alterado.



Foto-A.- MG-7: Ortoqueis glandular.

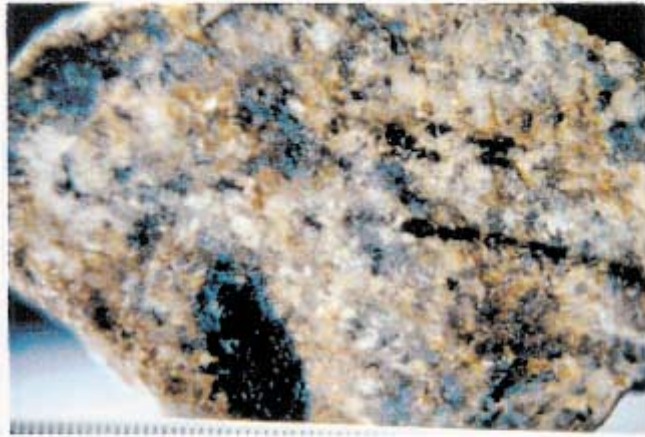


Foto-B.- MG-4: Granitoide inhomogéneo.

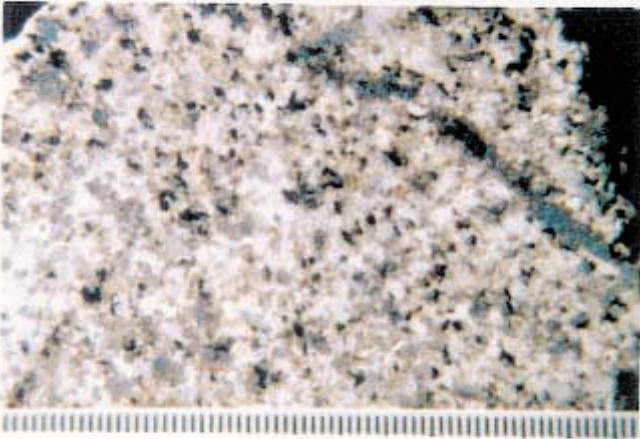


Foto-C.- MG-9: Granito de dos micas.

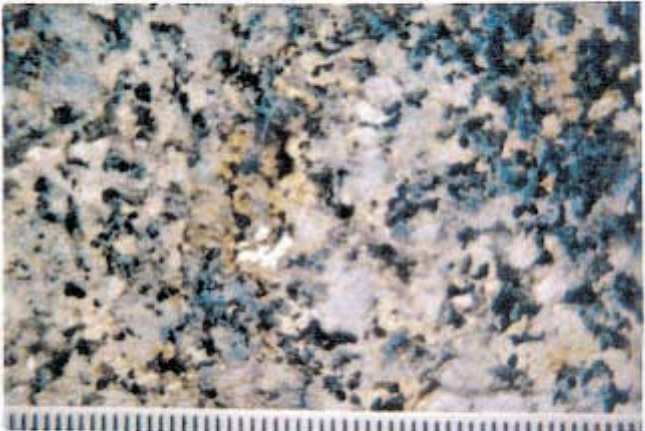


Foto-D.- MG-3: Granito de dos micas.



Foto-E.- MG-5: Granito biotítico con megacrístales.



Foto-F.- MG-11: Granito biotítico con megacrístales.

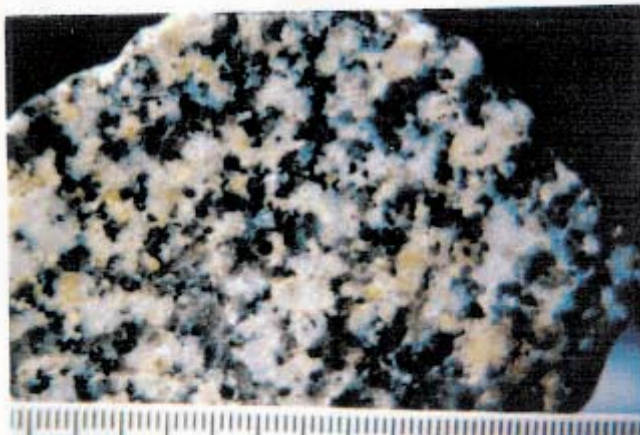


Foto-G.- MG-6: Granito biotítico sin megacrístales.

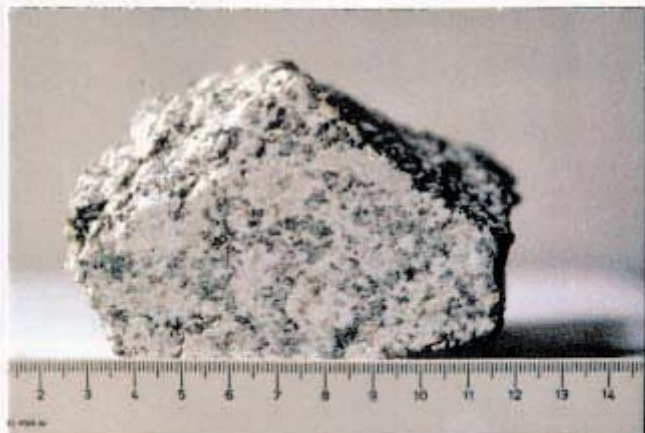


Foto-H.- MG-8: Granito biotítico sin megacrístales.

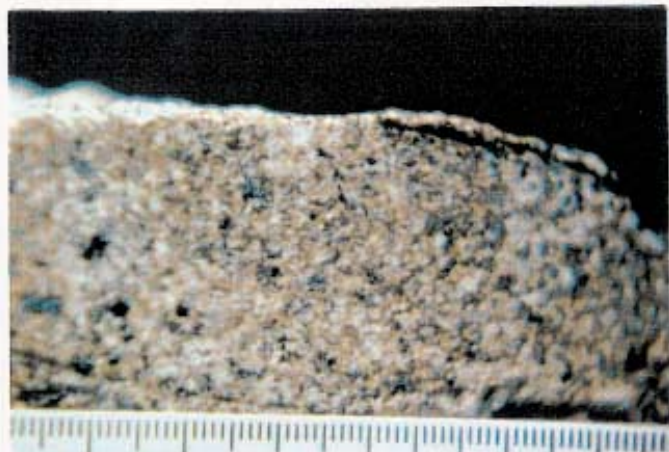


Foto-A.- MG-1: Pórfido granodiorítico.

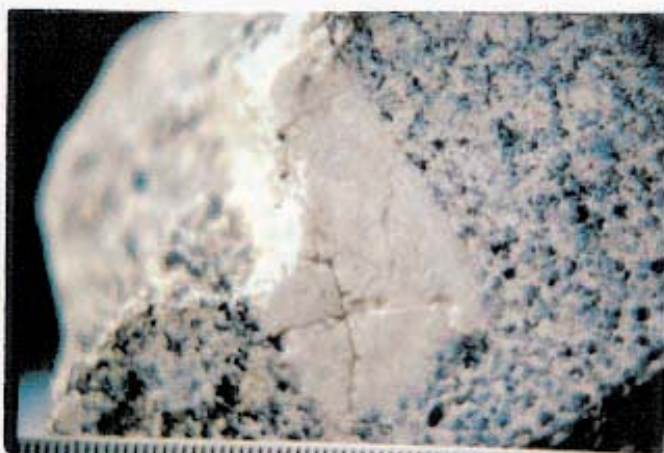


Foto-B.- MG-10: Pórfido granodiorítico.



Foto-C.- MG-2: Granito de grano muy fino.

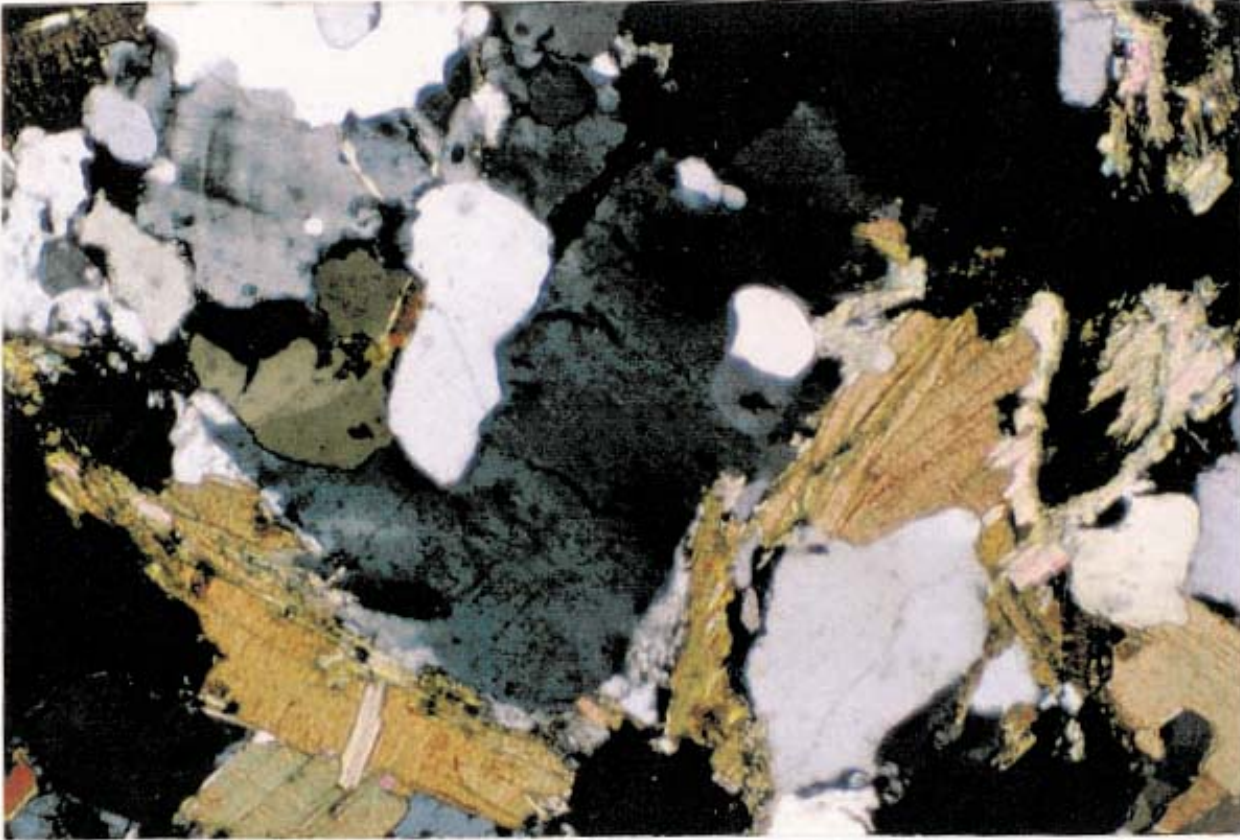


Foto A. MG-7: Borde de reacción de Q-2 entre biotita y feldespato potásico (que incluye cuarzo del tipo Q-3 subcircular). *NC x 44.*



Foto B. MG-7: Feldespato potásico (microclina), constituyente de un ocelo, microplegado y con borde de reacción de Q-2. *NC x 44.*

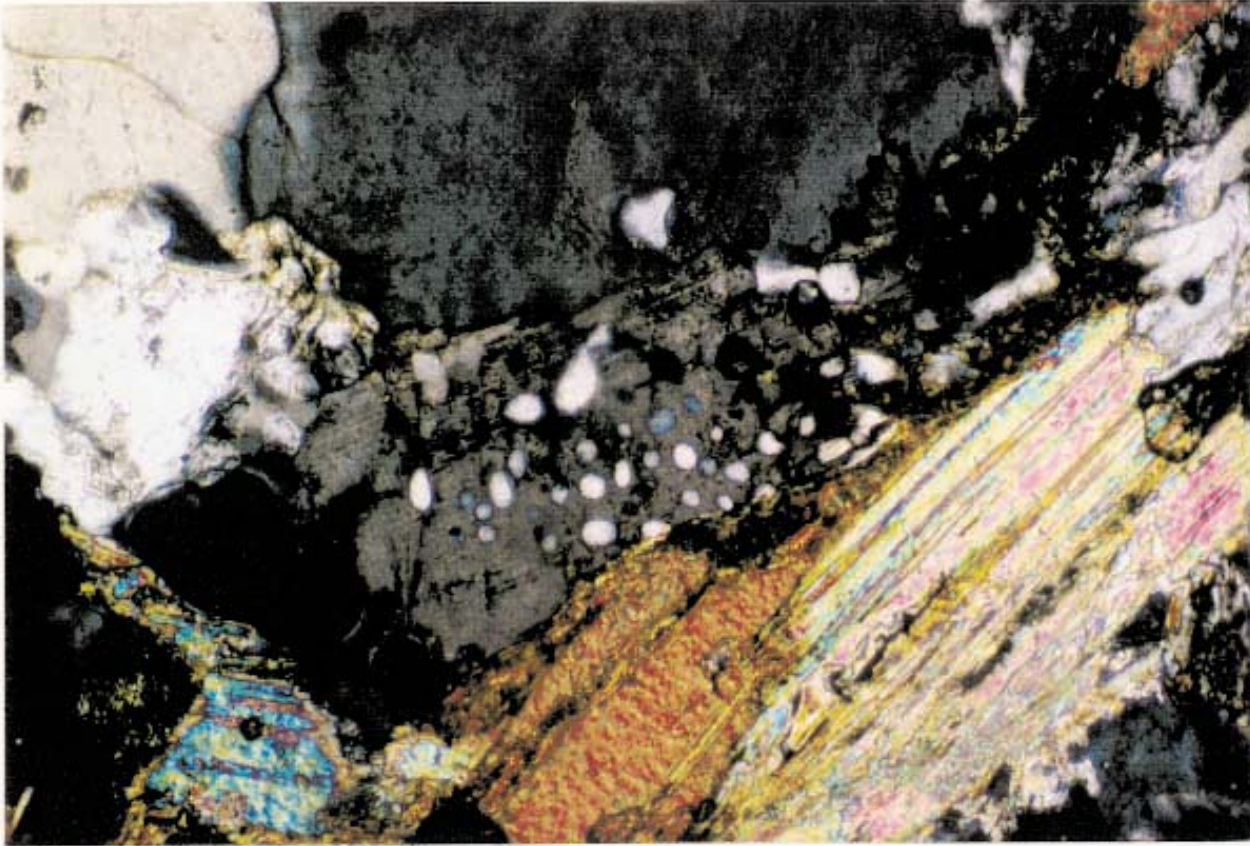


Foto A. MG-7: Plagioclasa (PLG-1) que incluye cuarzo goticular (Q-2). Obsérvese el microplegamiento de la biotita. *NC x 110*.

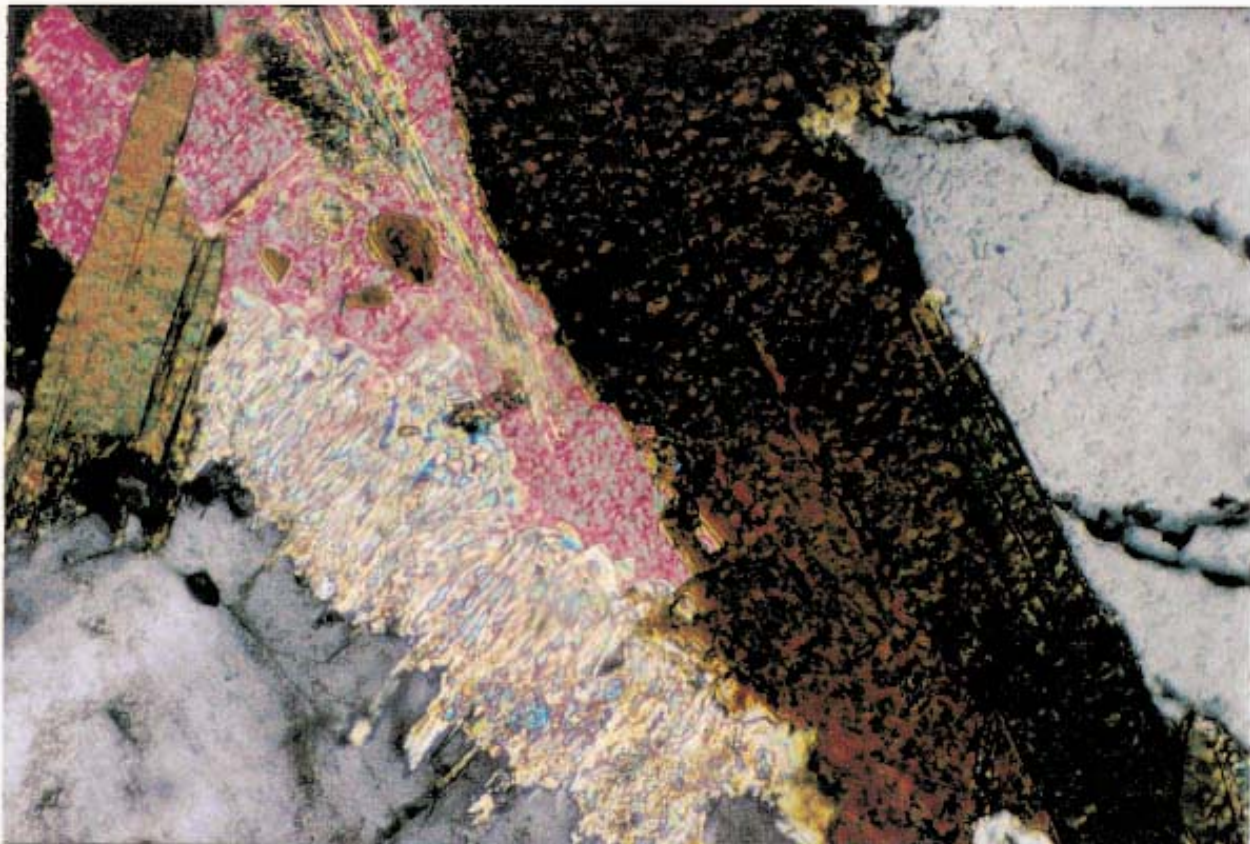


Foto B. MG-7: Biotita microplegada y moscovita con borde dactiliforme simplectítico con cuarzo (Q-2). *NC x 110*.



Foto A. MG-7: Cuarzo rodeado por biotita y fibrolita. Véase el "rim" de moscovita secundaria con borde dactiliforme con cuarzo. *NC x 44.*

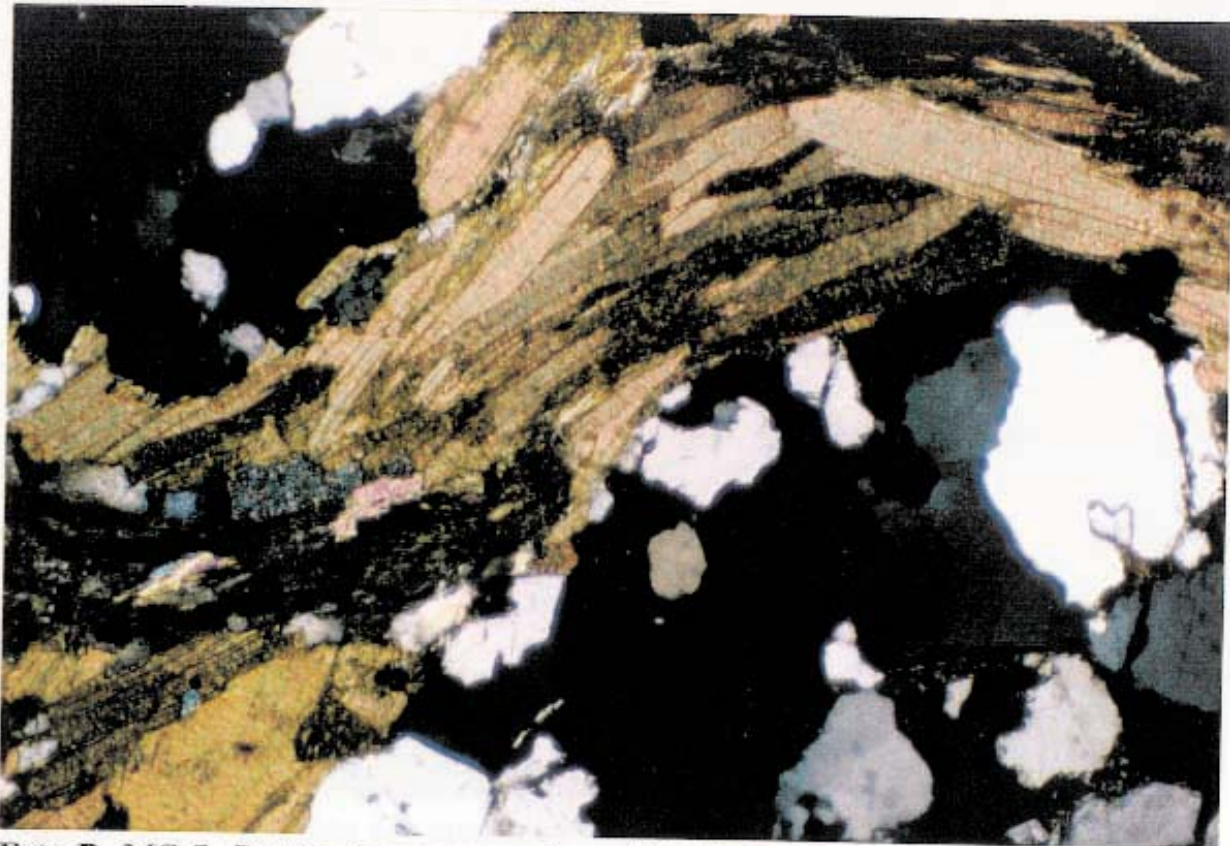


Foto B. MG-7: Detalle de un arco poligonal de biotitas. *NC x 44.*

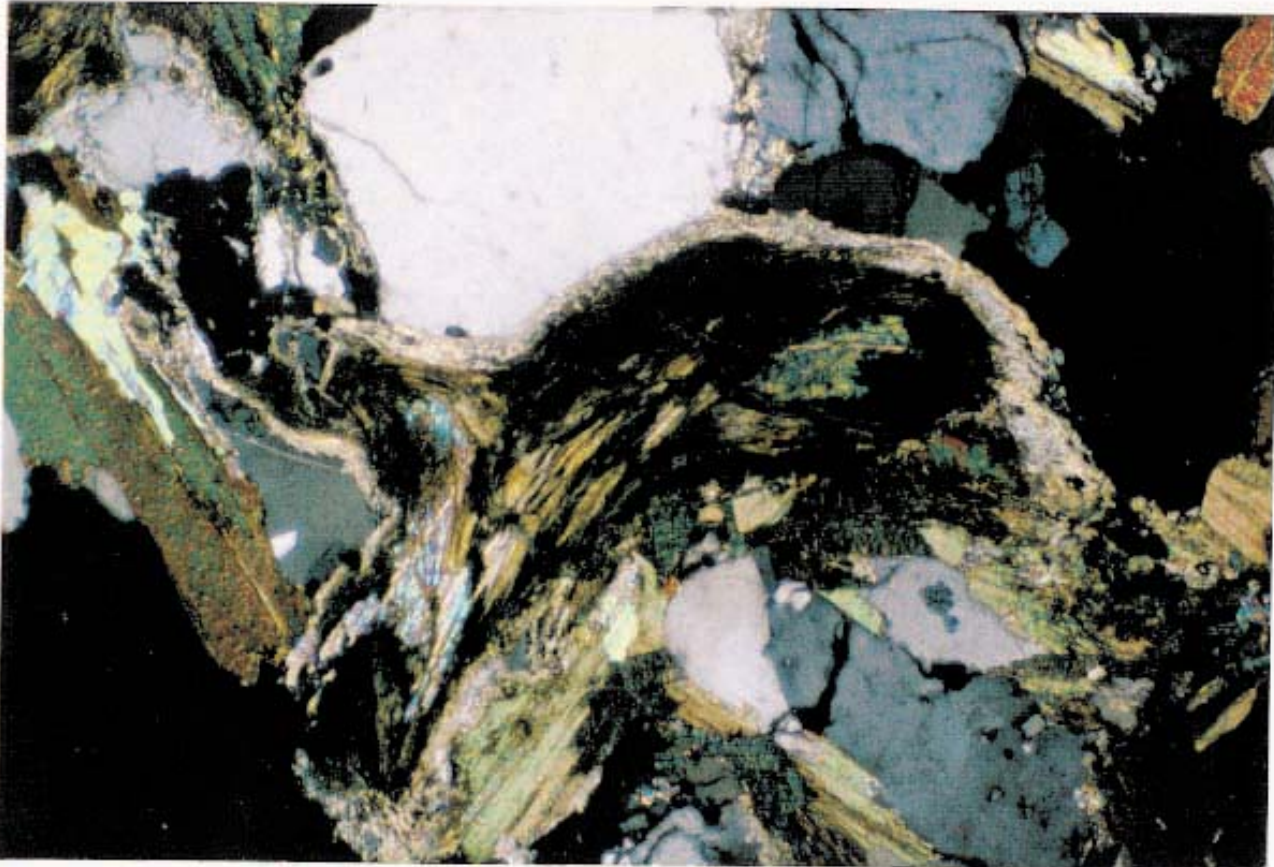


Foto A. MG-7: Fibrolita, con "rim" de moscovita, adoptando una microestructura rotacional. Presencia de moscovita secundaria. *NC x 110*.

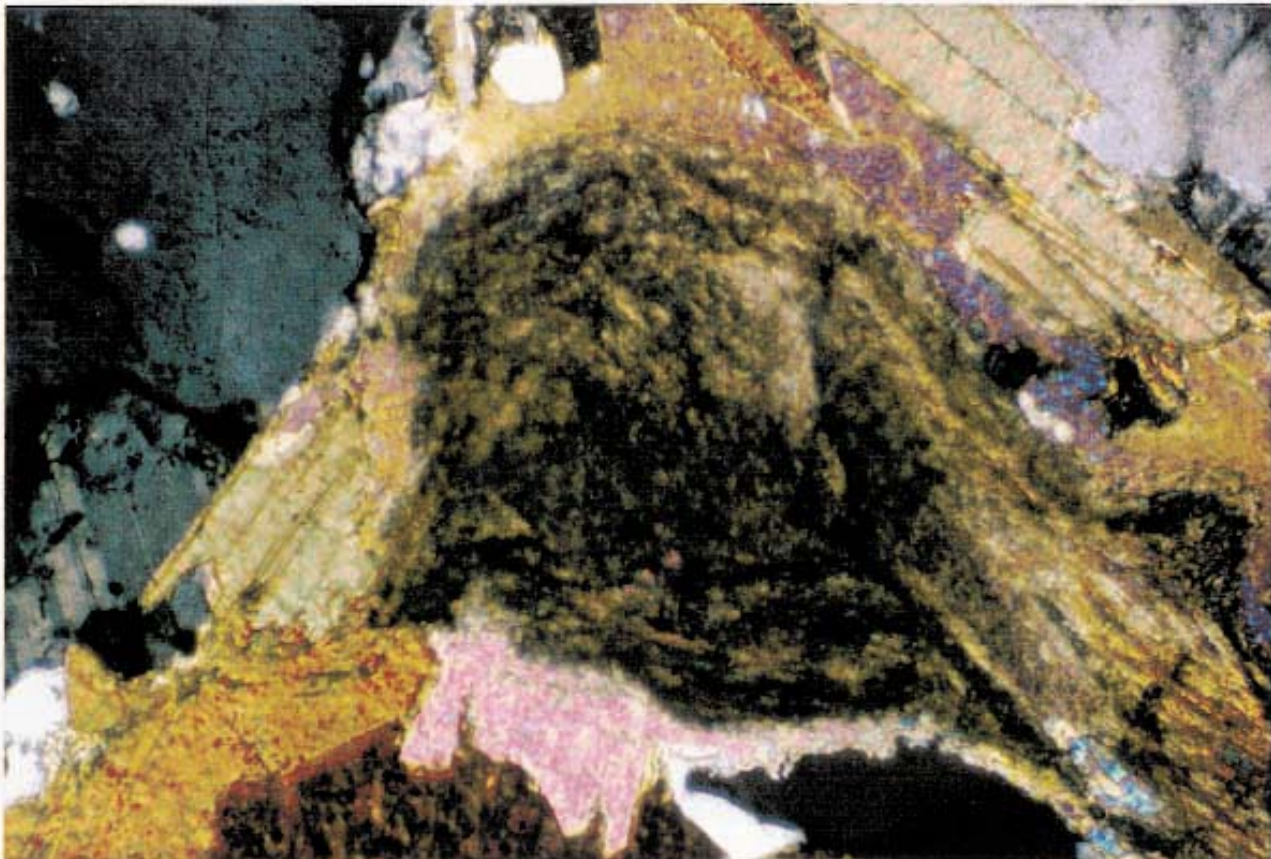


Foto B. MG-7: Fibrolita con crecimiento helicoidal ("bola de nieve"). *NC x 110*.

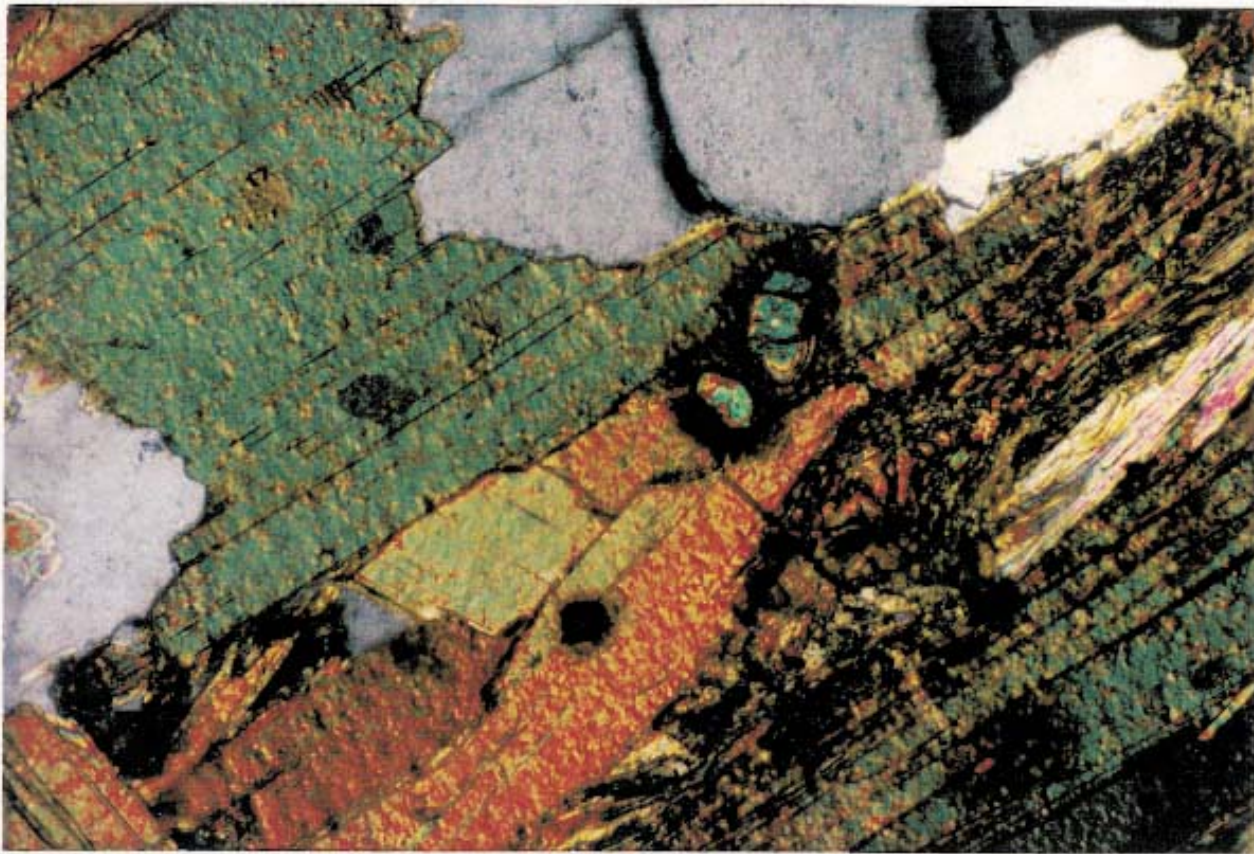


Foto A. MG-7: Circón, con halos pleocroicos, incluido en biotita. *NC x 110*.



Foto B. MG-7: Microtextura coronítica, con borde reaccional de moscovita, de un sigmoide de fibrolita. *NC x 44*.

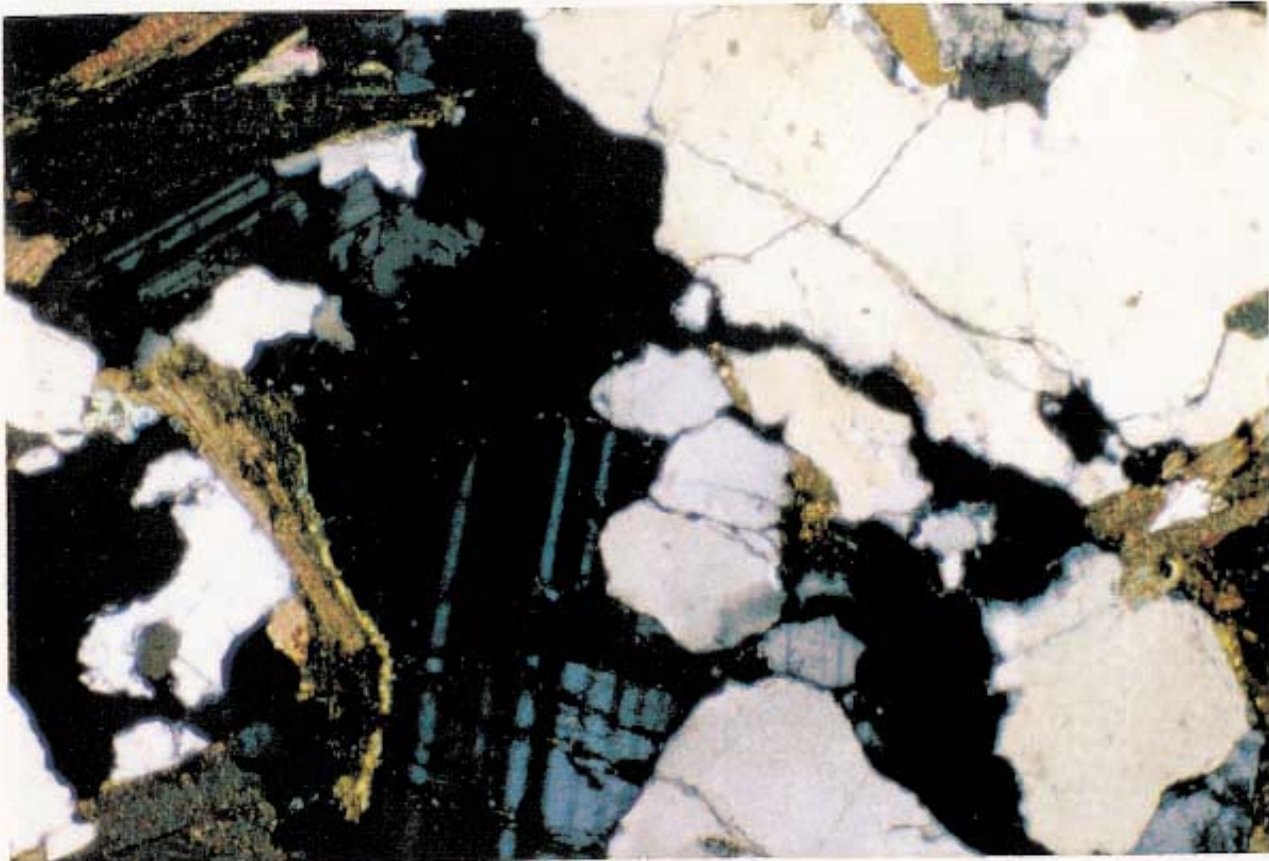


Foto A. MG-7: Detalle de un ocelo de cuarzo y plagioclasa. *NC x 44.*

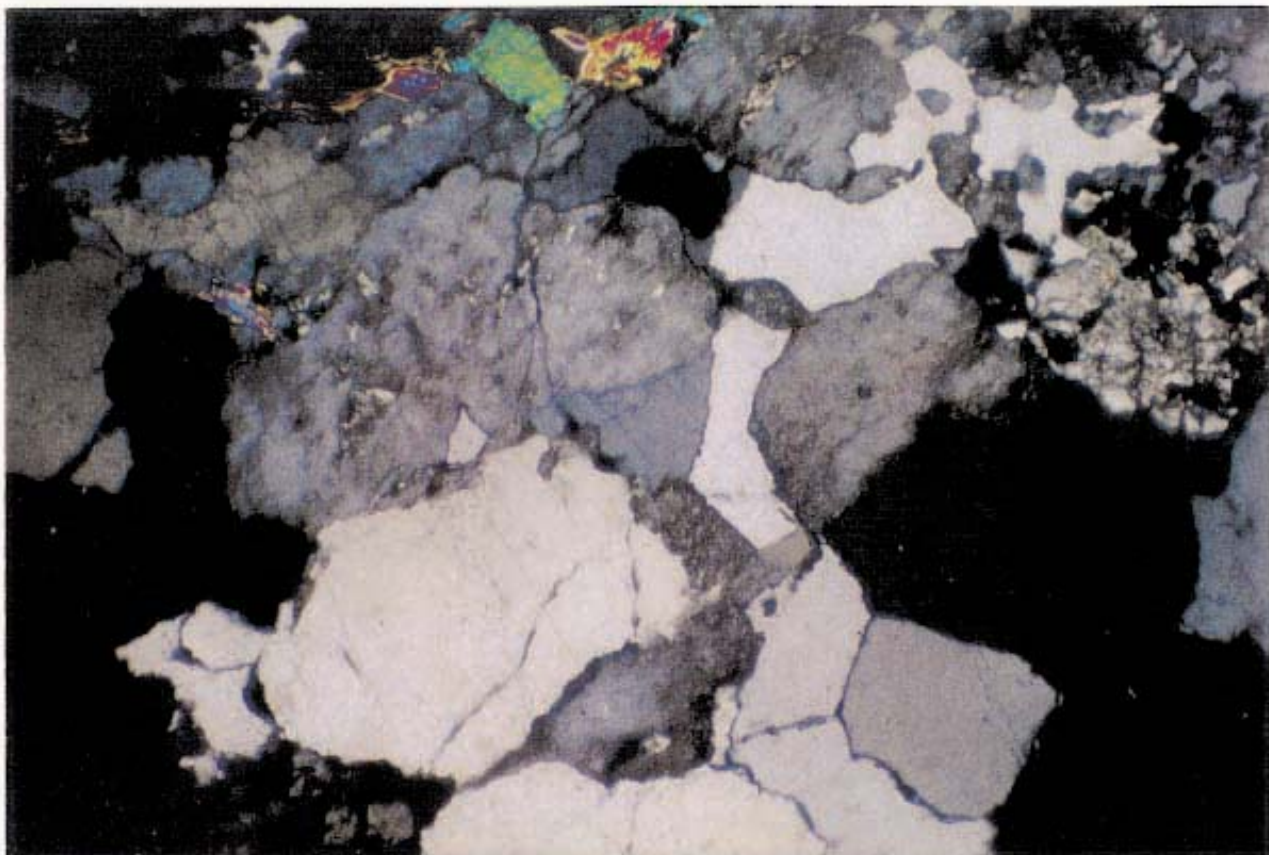


Foto B. MG-4: Aspecto de la textura y de cuarzos del tipo Q-1 en algún caso como granos esqueléticos. *NC x 44.*

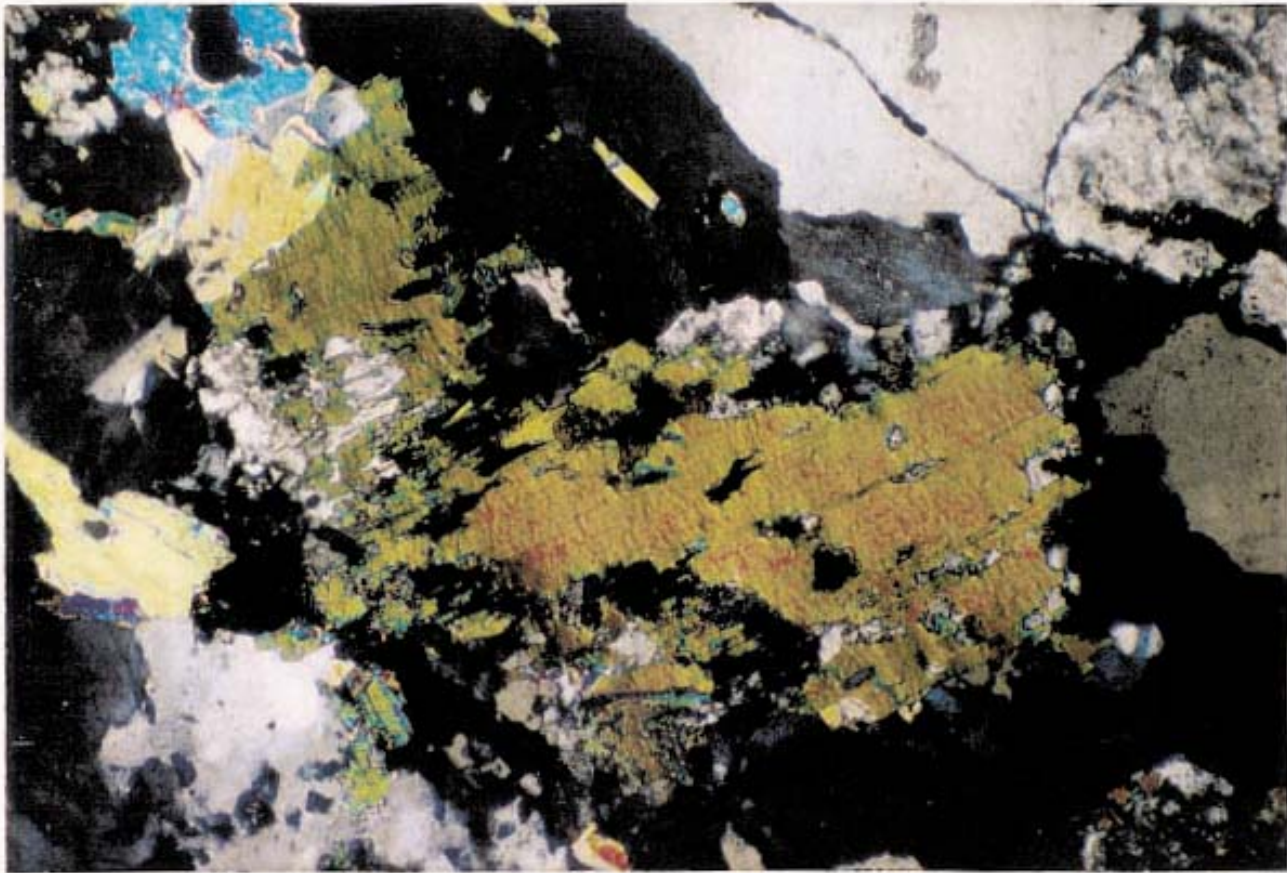


Foto A. MG-4: Falsa simplectita de moscovita-cuarzo (grano esquelético). Se observan algunos bordes reaccionales de cuarzo. *NC x 44*.

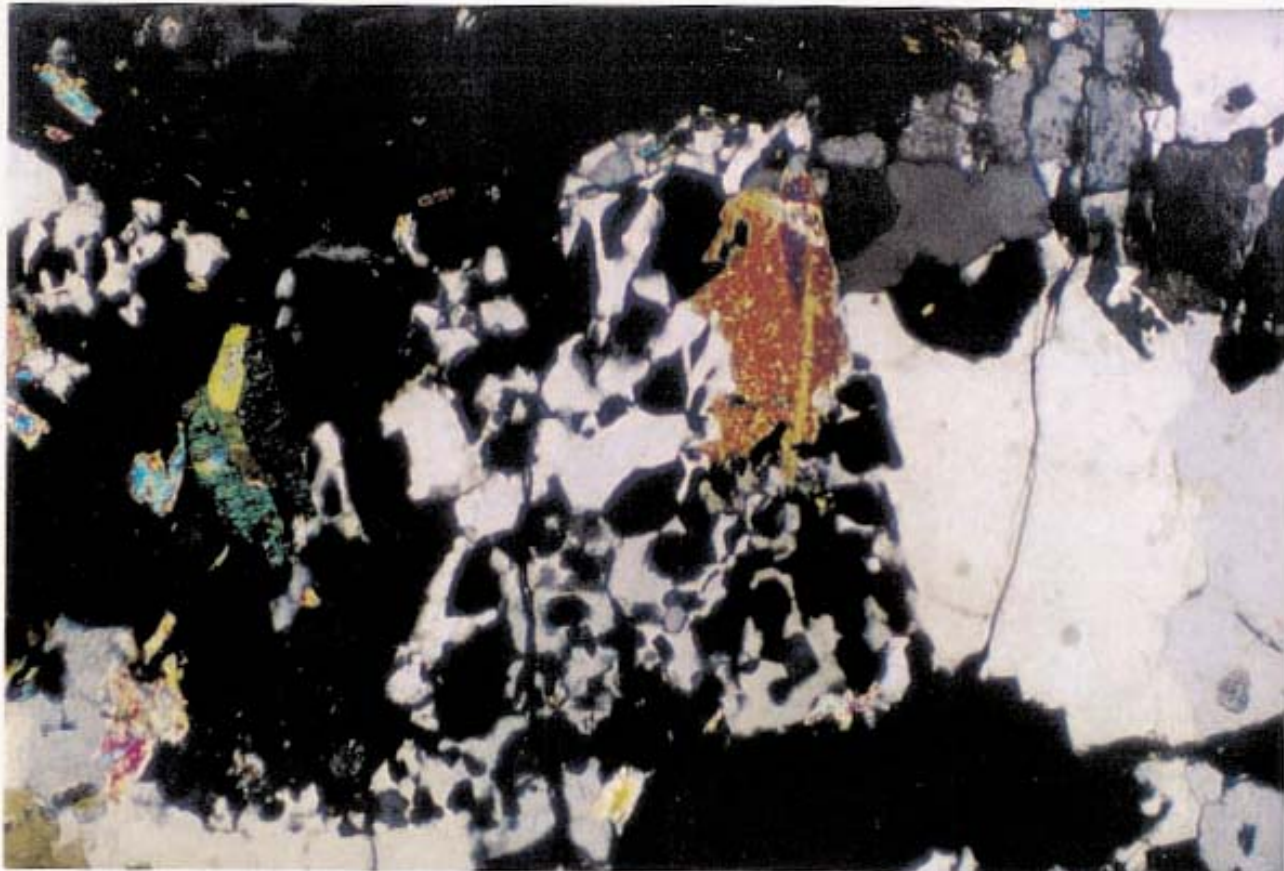


Foto B. MG-4: Microtextura gráfica. *NC x 44*.

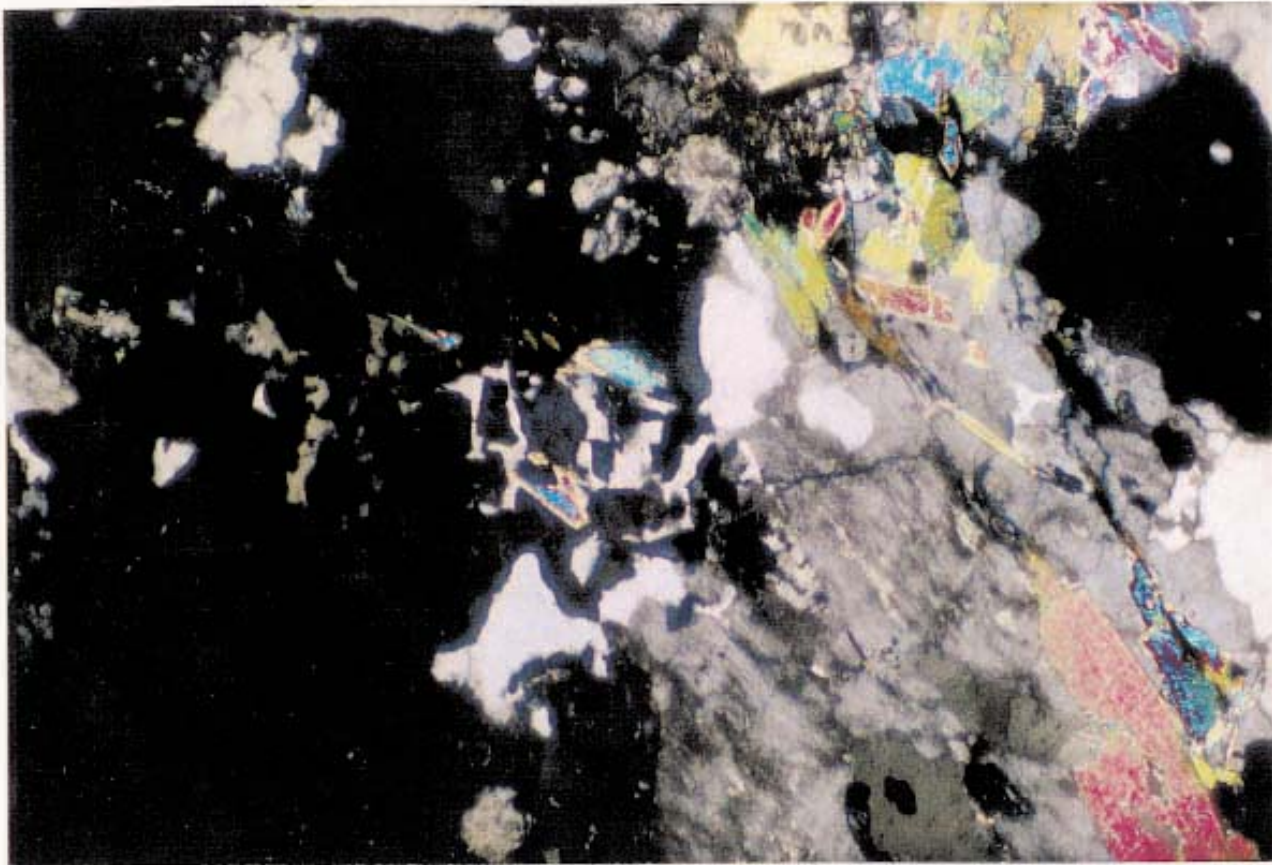


Foto A. MG-4: Microtextura granofíbrica irregular en el contacto entre dos granos de feldespato potásico. *NC x 110*.

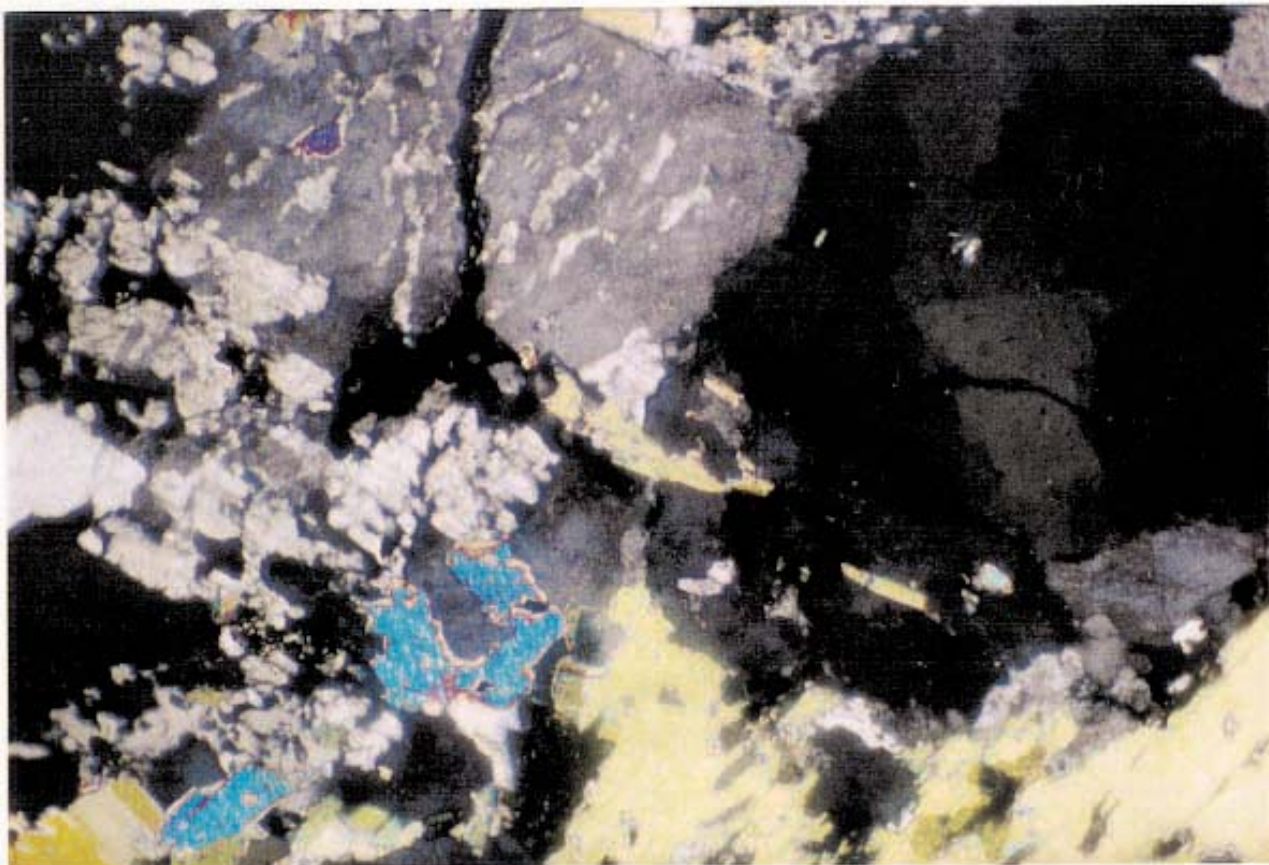


Foto B. MG-4: Cuarzo con extinción ondulante y feldespatos periticos. Véase el cristal esquelético de plagioclasa (PLG-1). *NC x 110*.

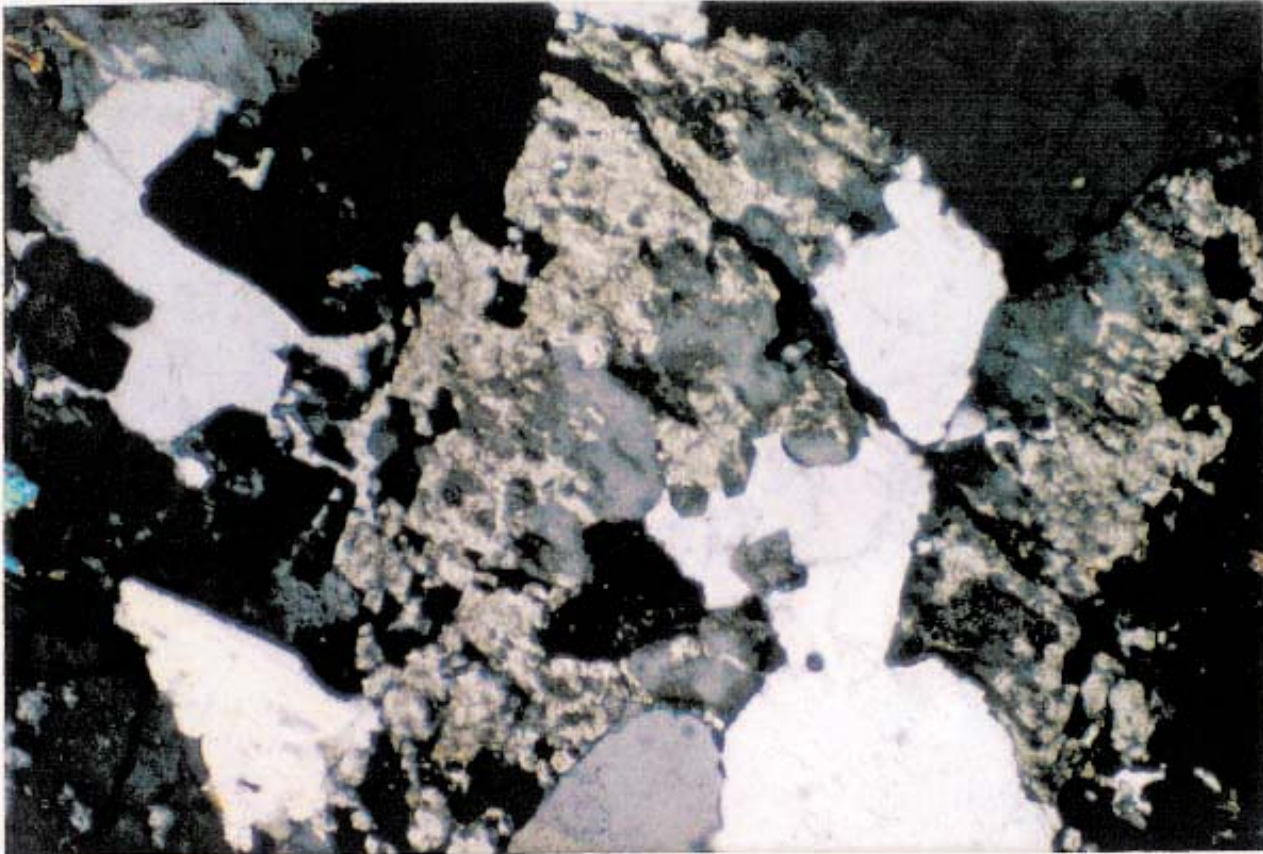


Foto A. MG-4: Aspecto de feldespato mesopertítico. *NC x 44.*

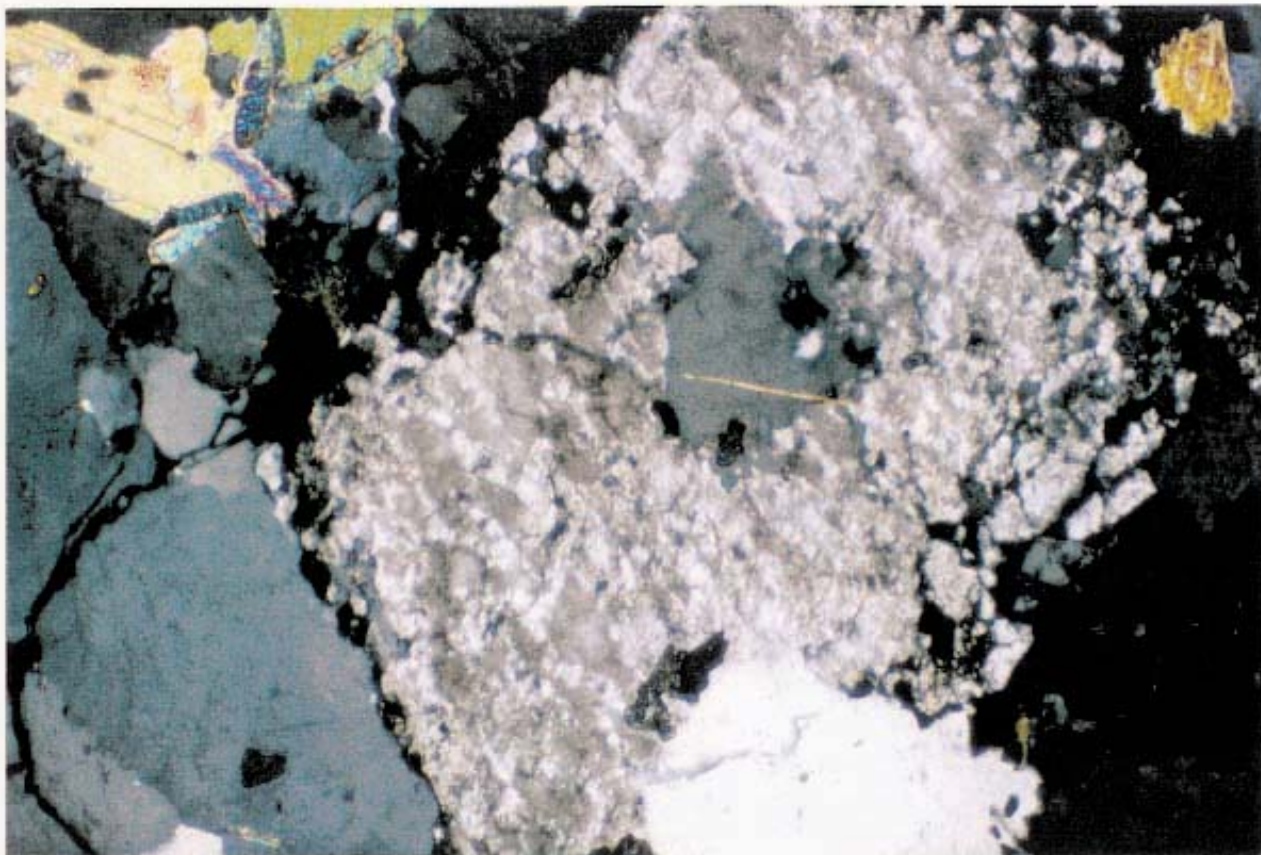


Foto B. MG-4: Feldespato mesopertítico que incluye cuarzo xenomorfo del tipo Q-3. *NC x 44.*

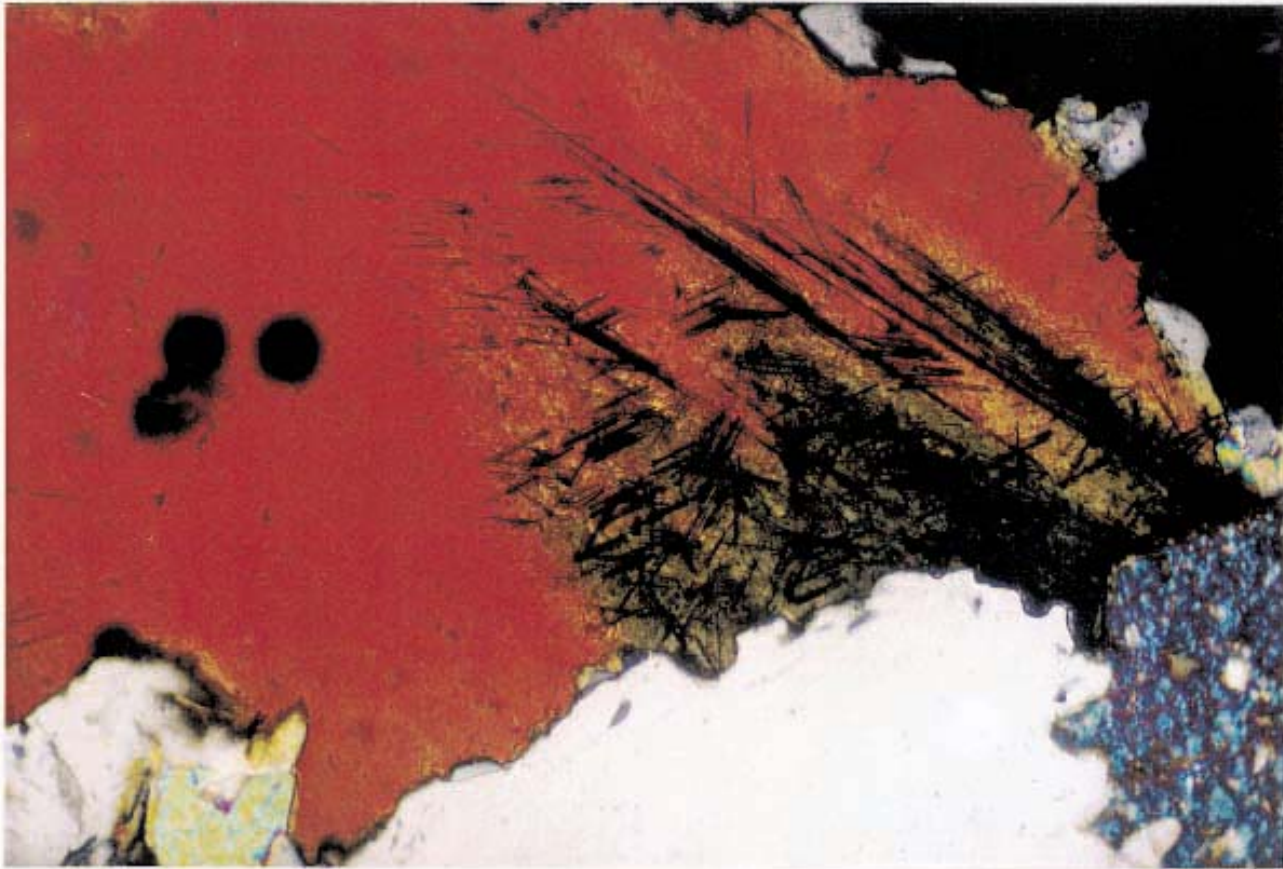


Foto A. MG-4: Plano basal de biotita que incluye rutilo acicular. Nótese la existencia de halos pleocroicos sin el mineral generador. *NC x 110*.

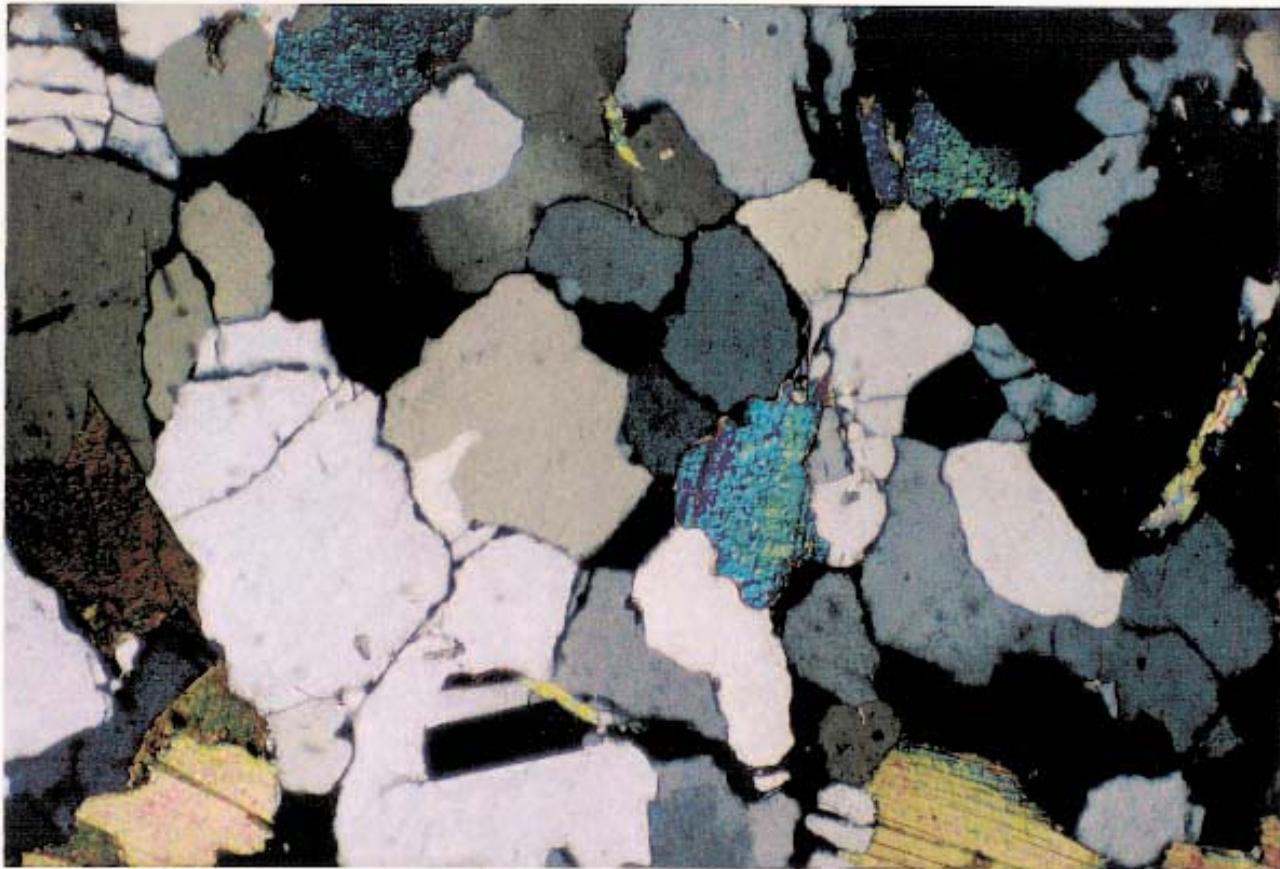


Foto B. MG-3: Aspecto textural de un sector con cuarzo de grano fino. *NC x 44*.

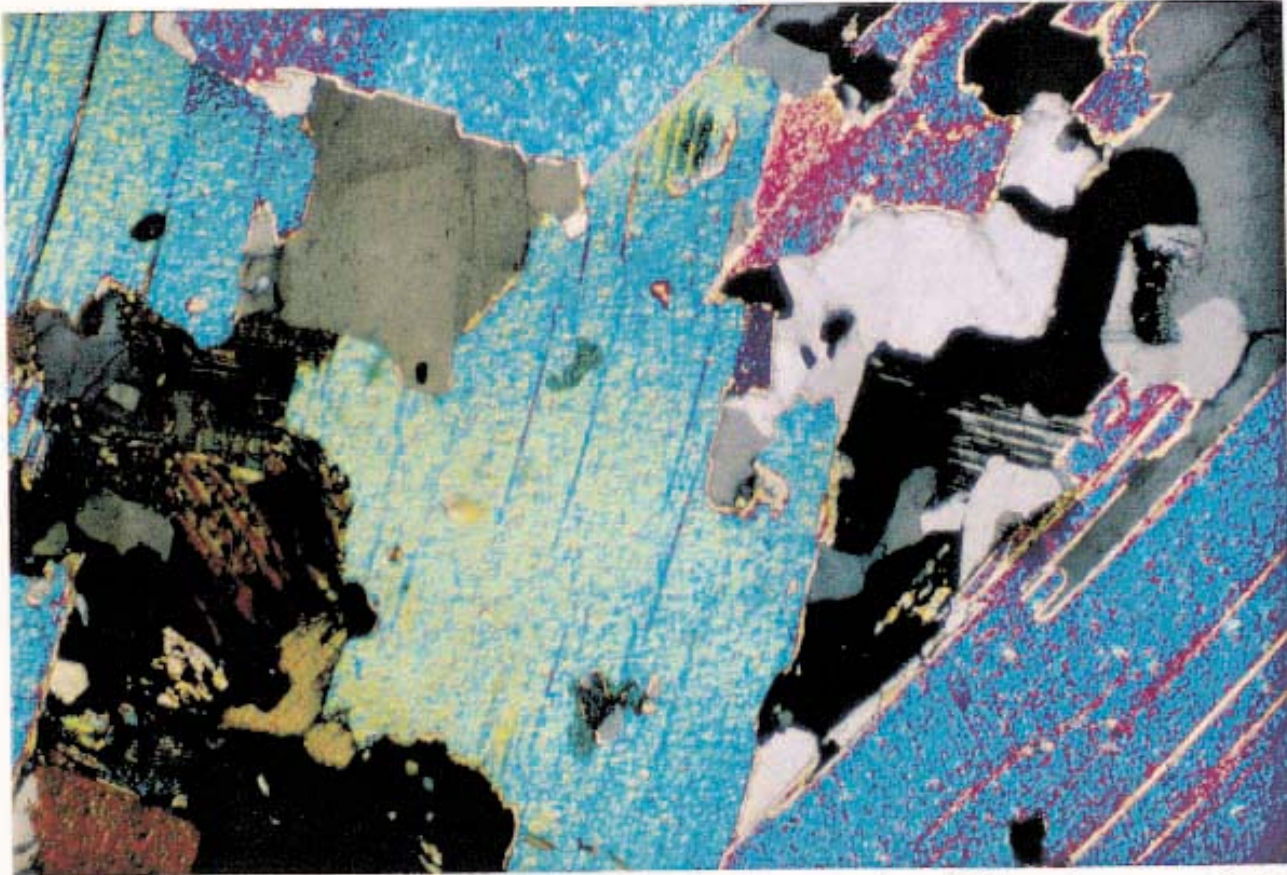


Foto A. MG-3: Aspecto de moscovita primaria intergranular. Nótese la presencia de acículas (rutilo) en biotita. *NC x 110.*

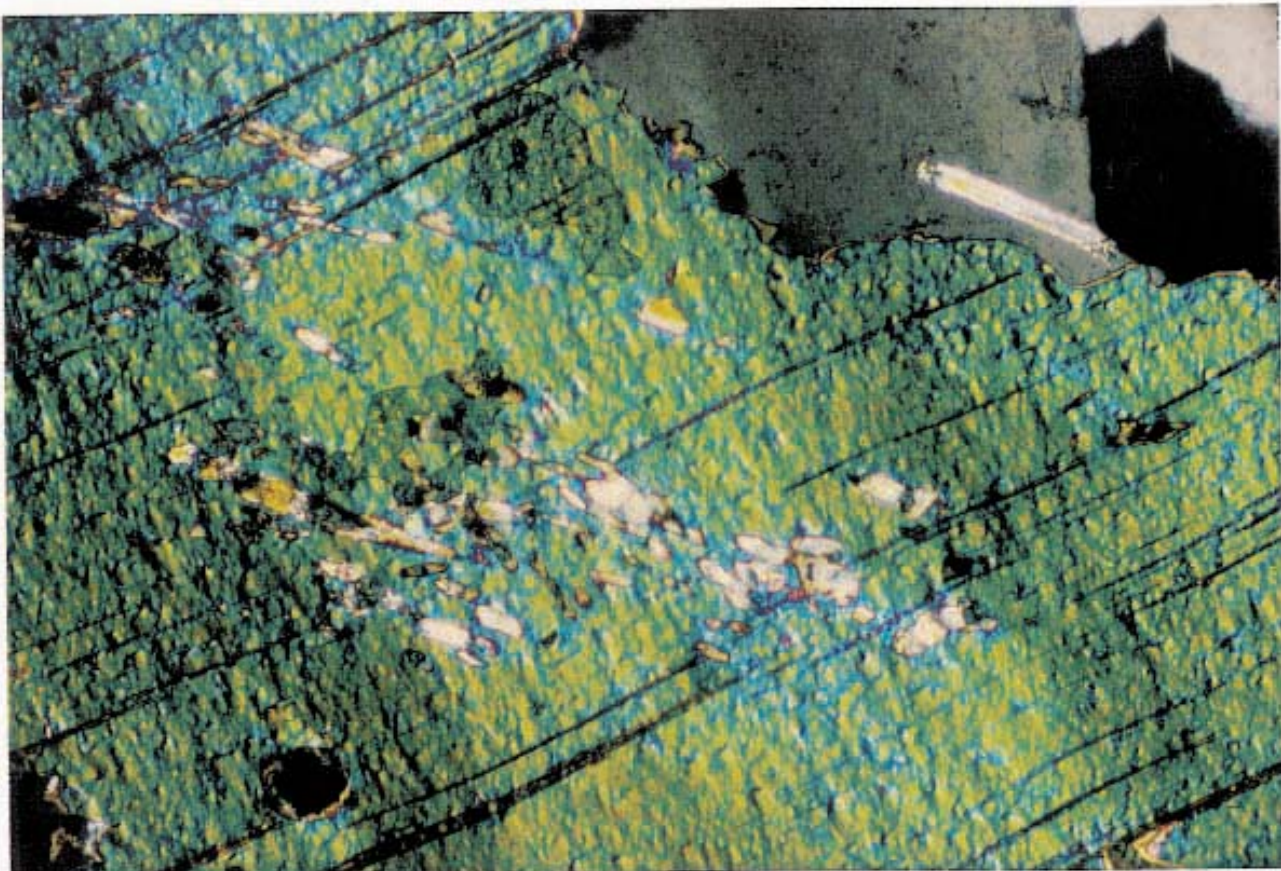


Foto B. MG-3: Moscovita microplegada que incluye sillimanita prismática alineada. *NC x 110.*

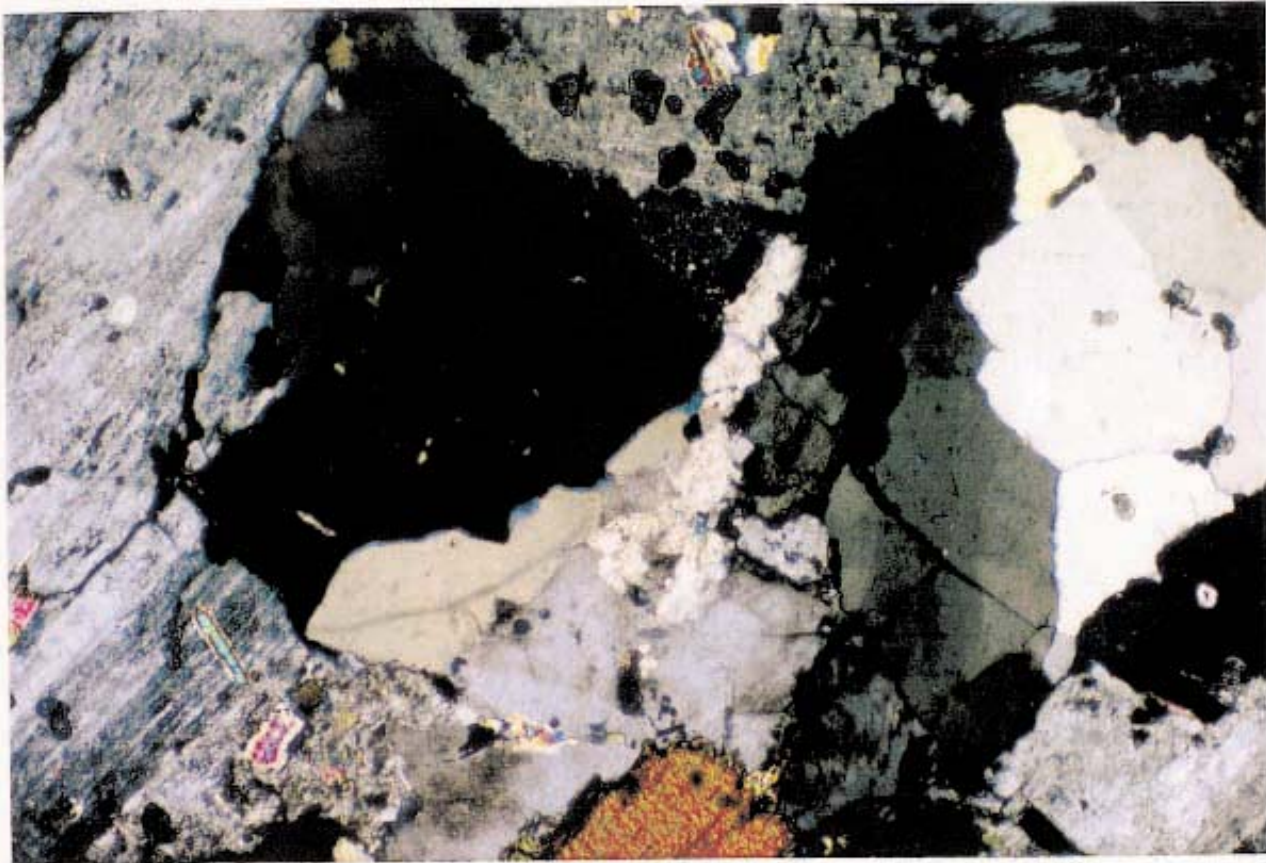


Foto A. MG-9: Aspecto textural. Nótese la presencia de cuarzo con y sin extinción ondulante. *NC x 44.*

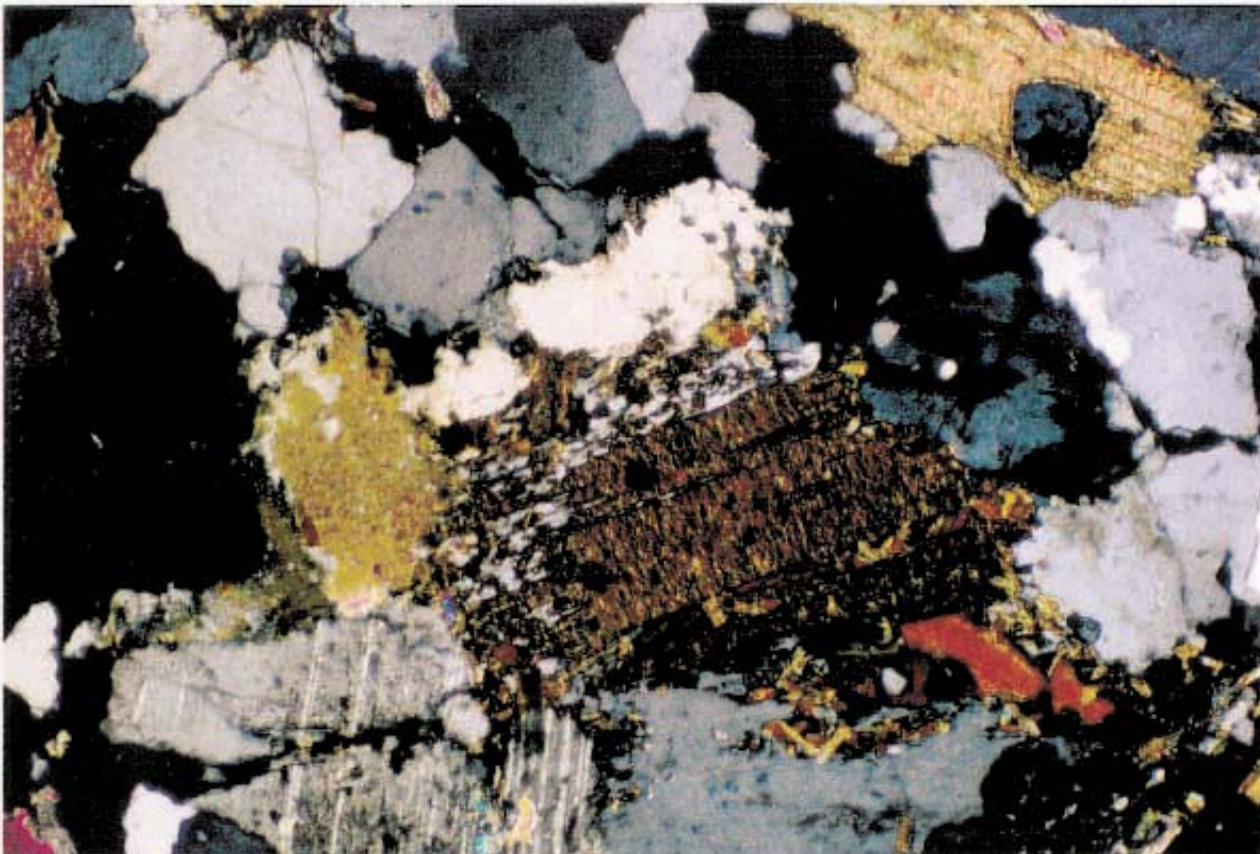


Foto B. MG-9: Microtextura simplectítica biotita-cuarzo según los planos de exfoliación de la biotita. Apatito incluido en biotita. *NC x 44.*

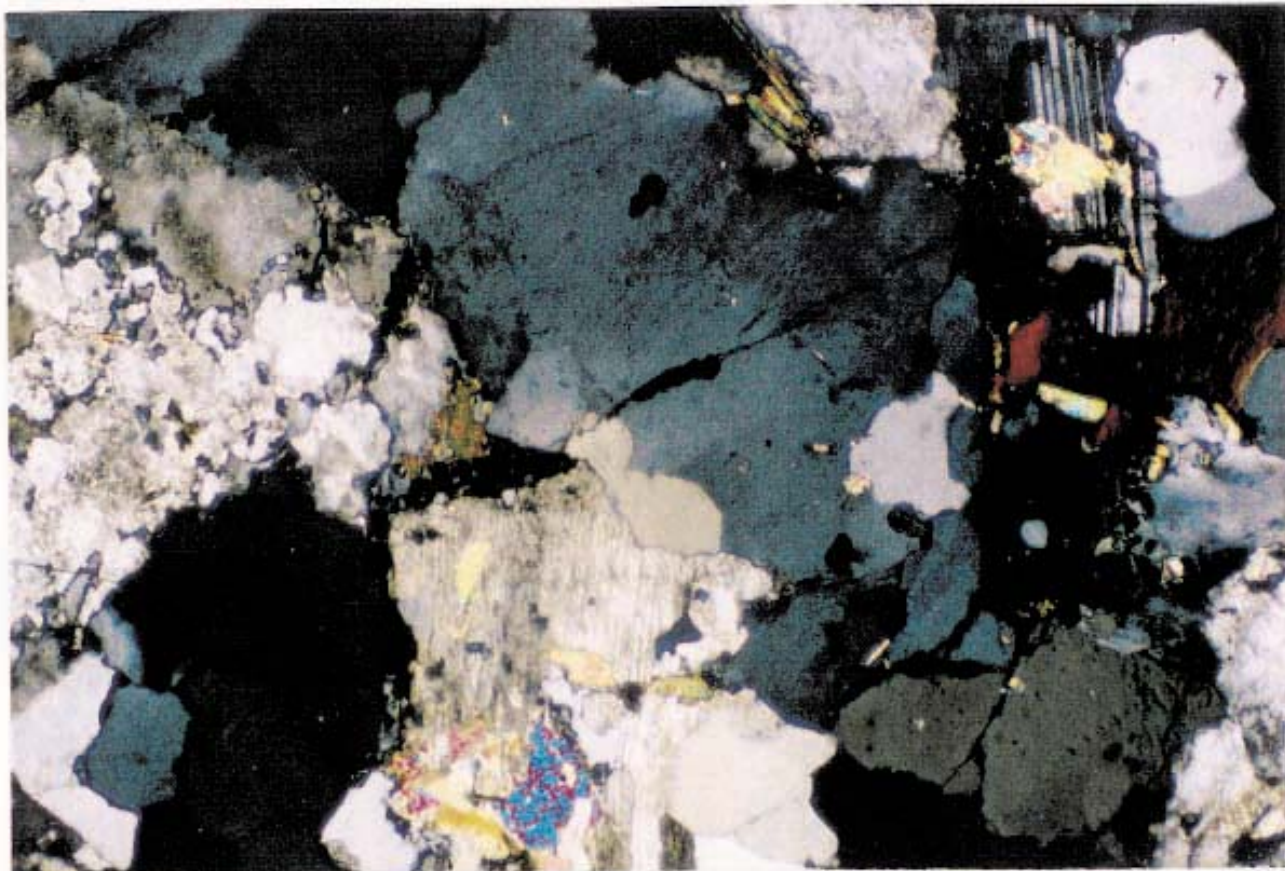


Foto A. MG-9: Plagioclasa del tipo PLG-1, maclada polisintéticamente, que muestra deformación frágil. *NC x 44*.

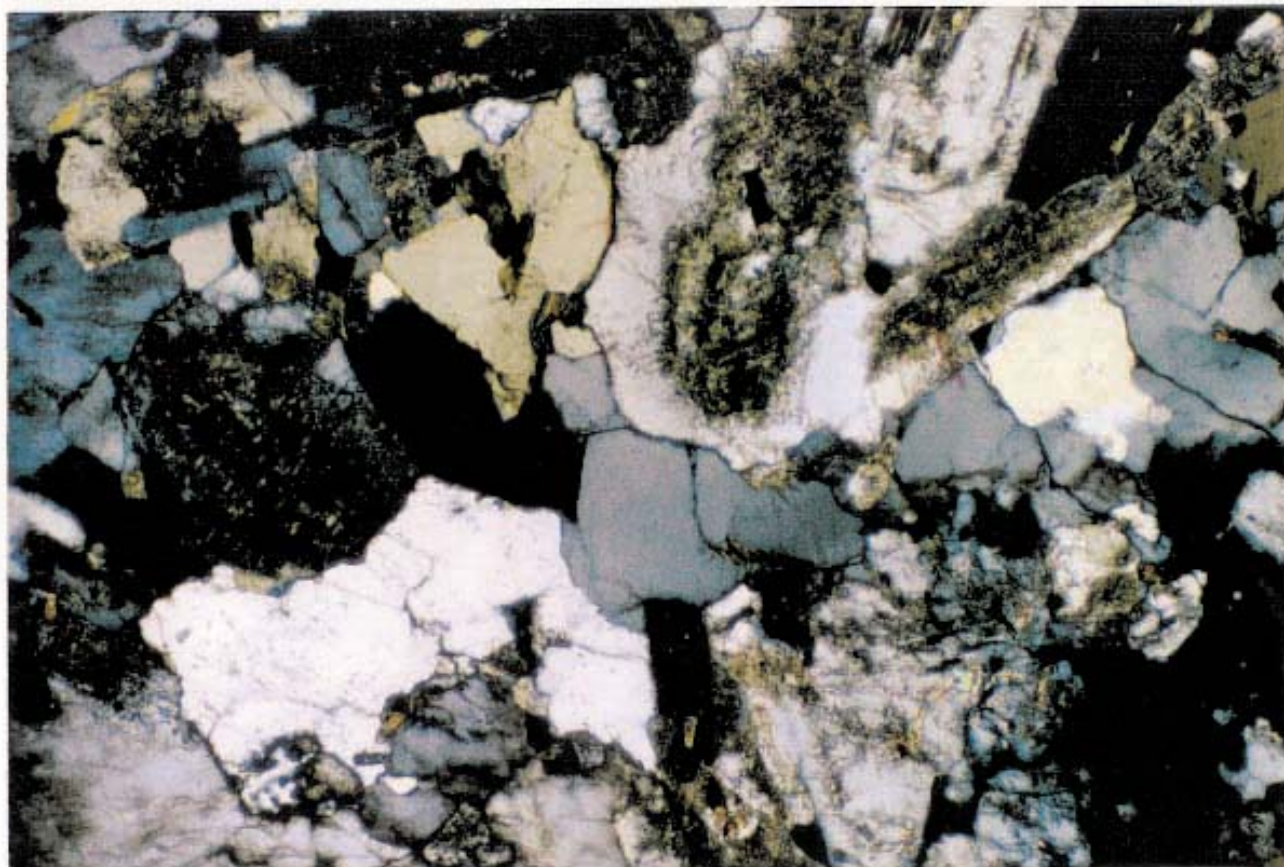


Foto B. MG-11: Aspecto textural. *NC x 44*.

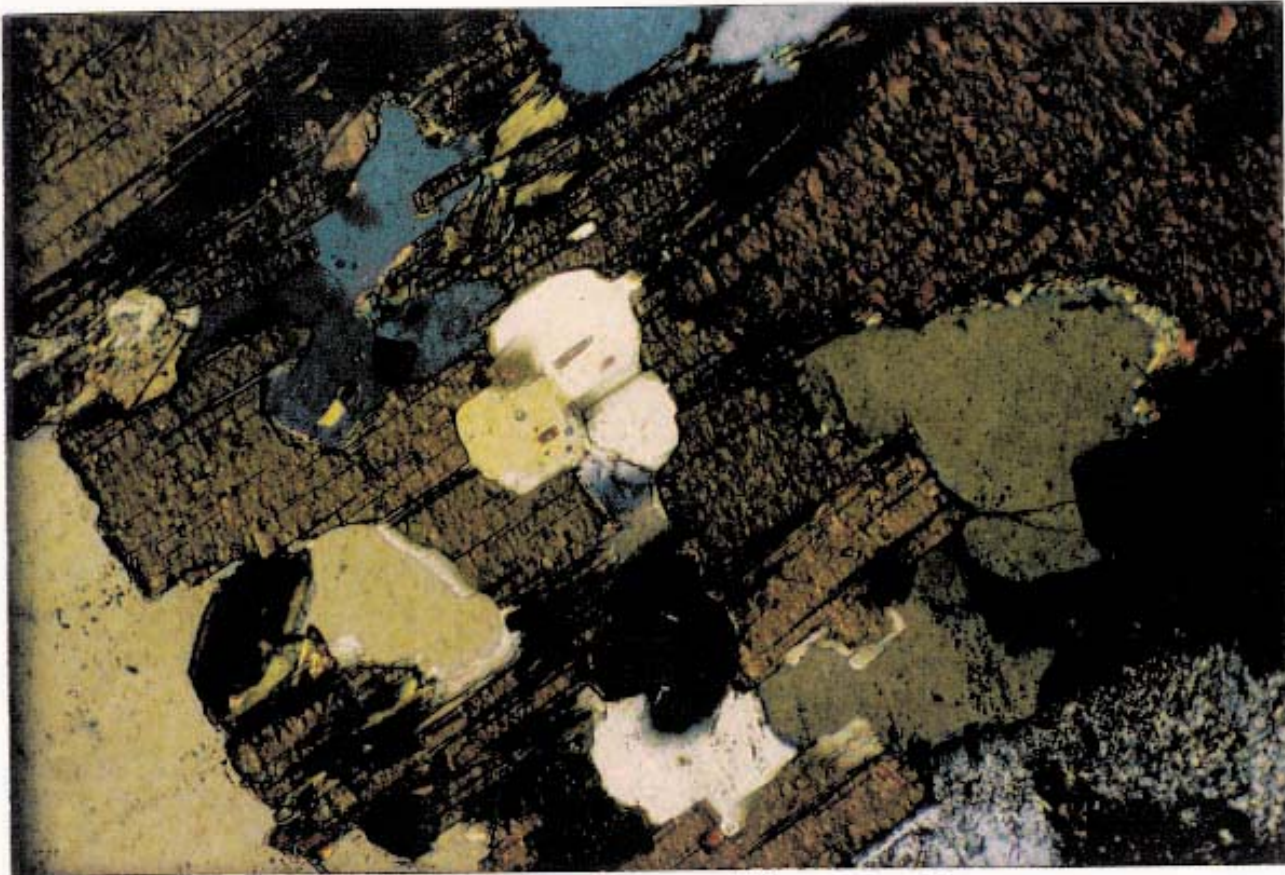


Foto A. MG-5: Cuarzo Q-1 más o menos esquelético. *NC x 110.*

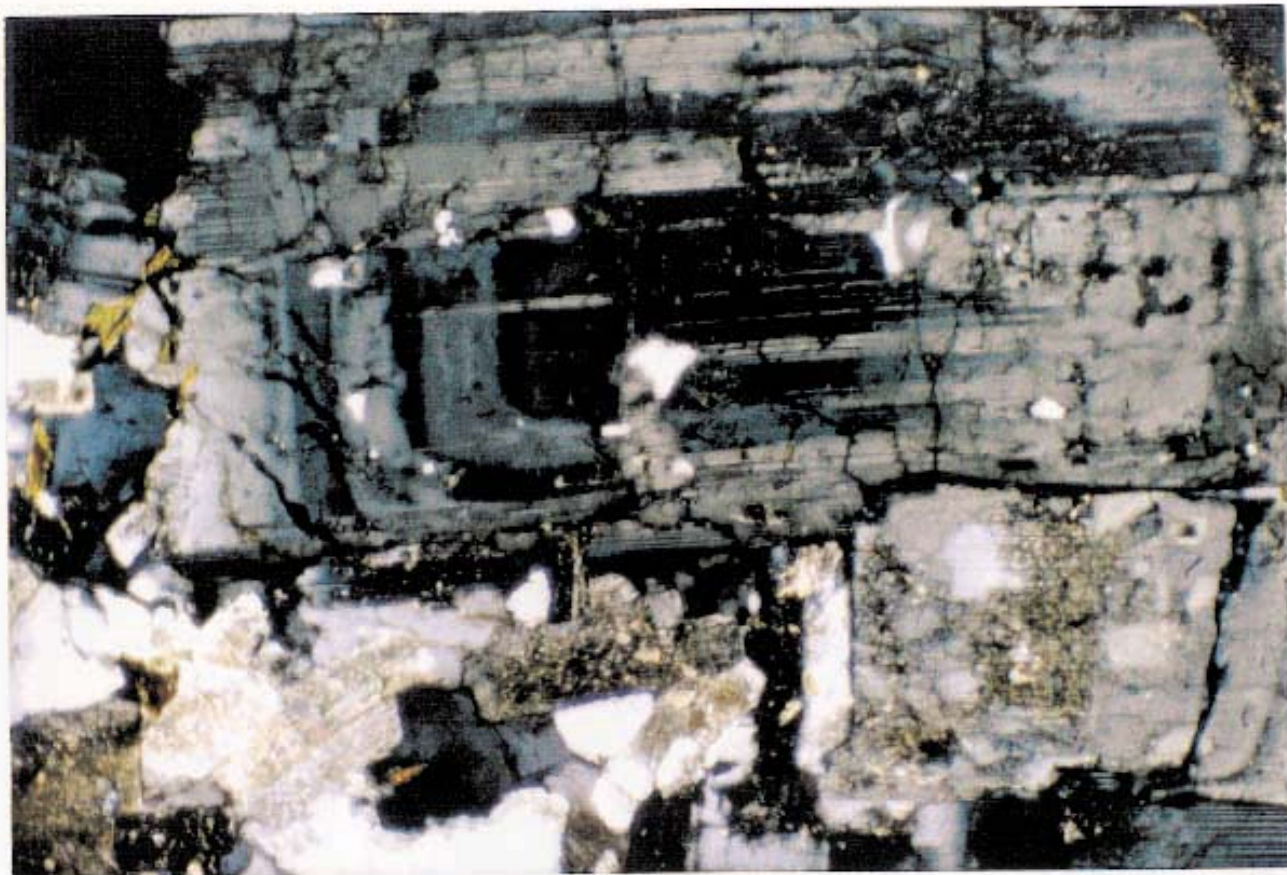


Foto B. MG-11: Plagioclasas del tipo PLG-1 en relación de sineusis. Zonado oscilatorio, parches y gotas de Q-2. *NC x 44.*

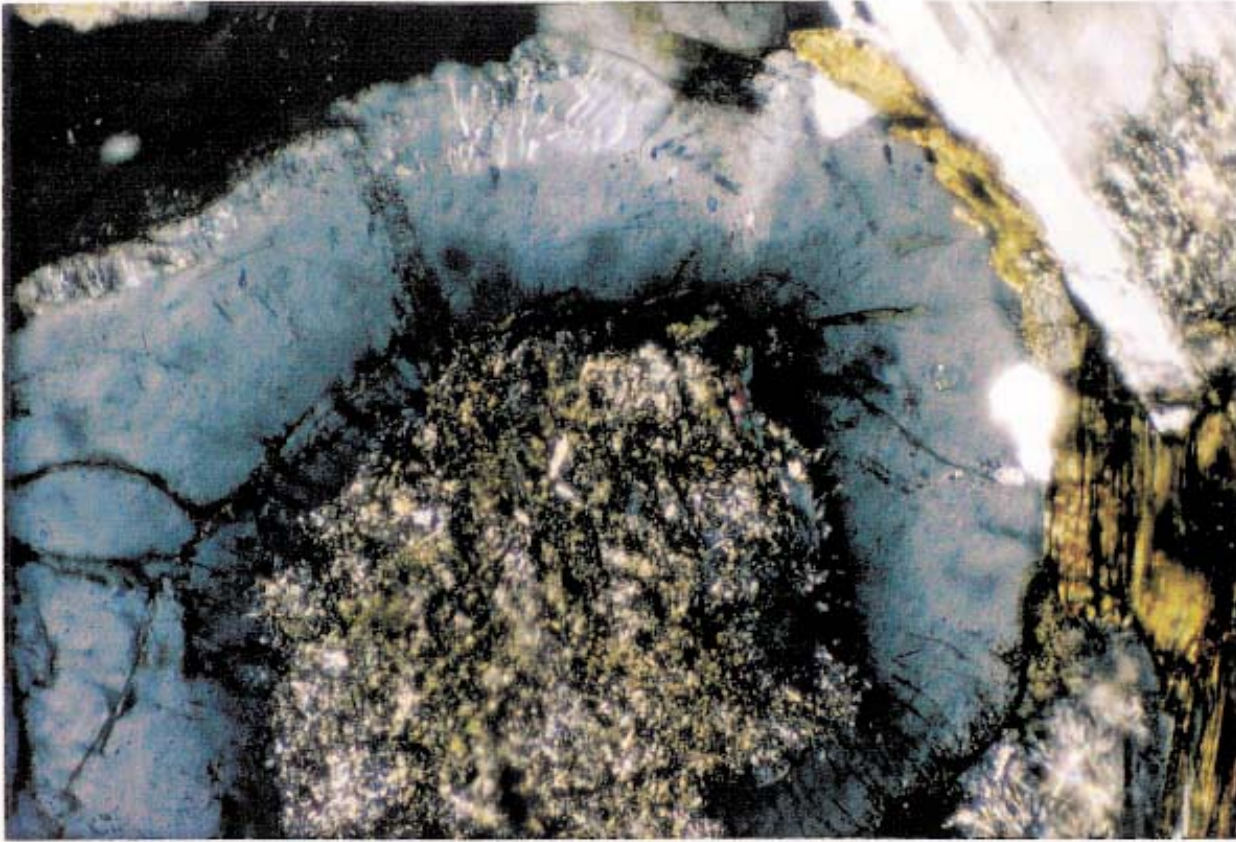


Foto A. MG-11: Plagioclasa (PLG-1) con zonado normal y borde granofirico en contacto con feldespato potásico. *NC x 110.*

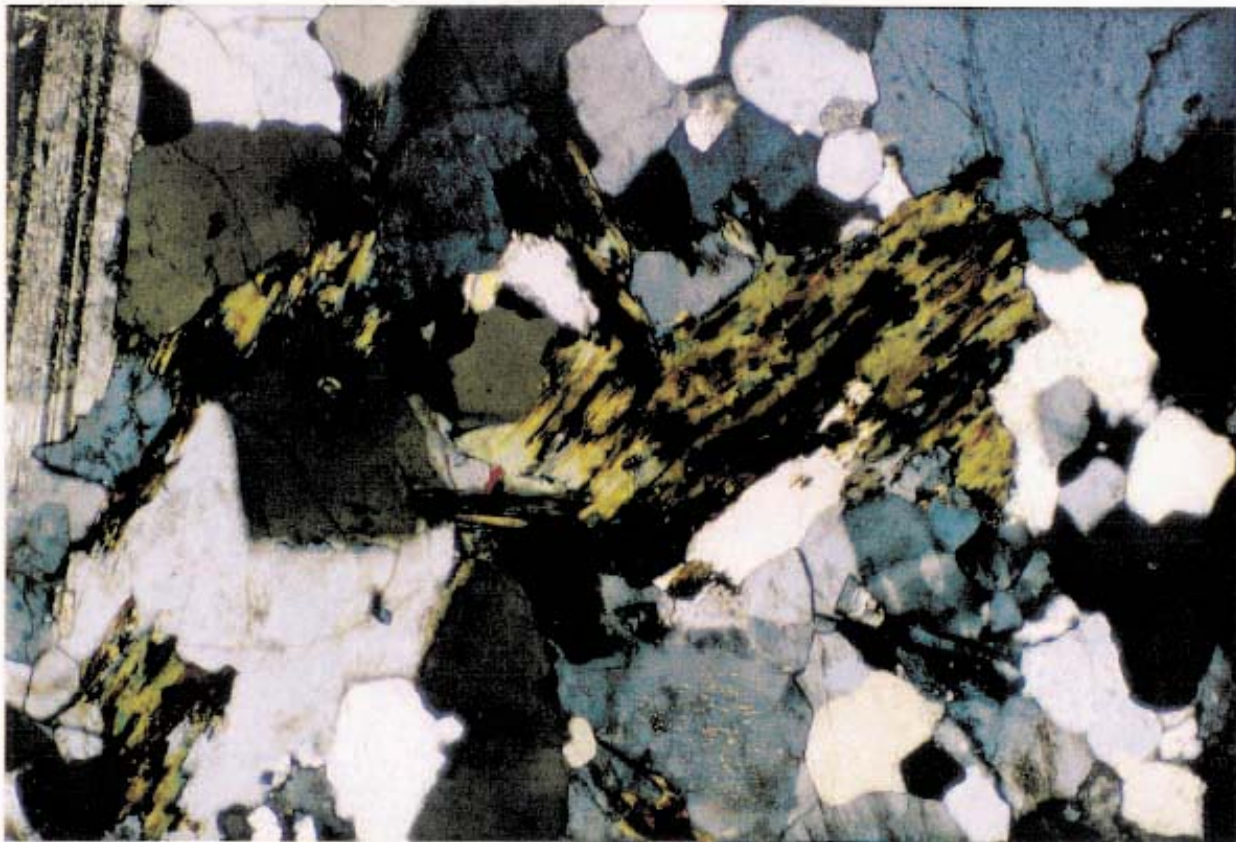


Foto B. MG-5: Aspecto textural. Biotita, alterada parcialmente a clorita, que incluye opacos y cuarzo reaccional del tipo Q-4. *NC x 44.*



Foto A. MG-5: Sineusis triple. Zonado discontinuo e inclusiones de tipo Frasl en la plagioclasa de mayor tamaño. *NC x 44*.

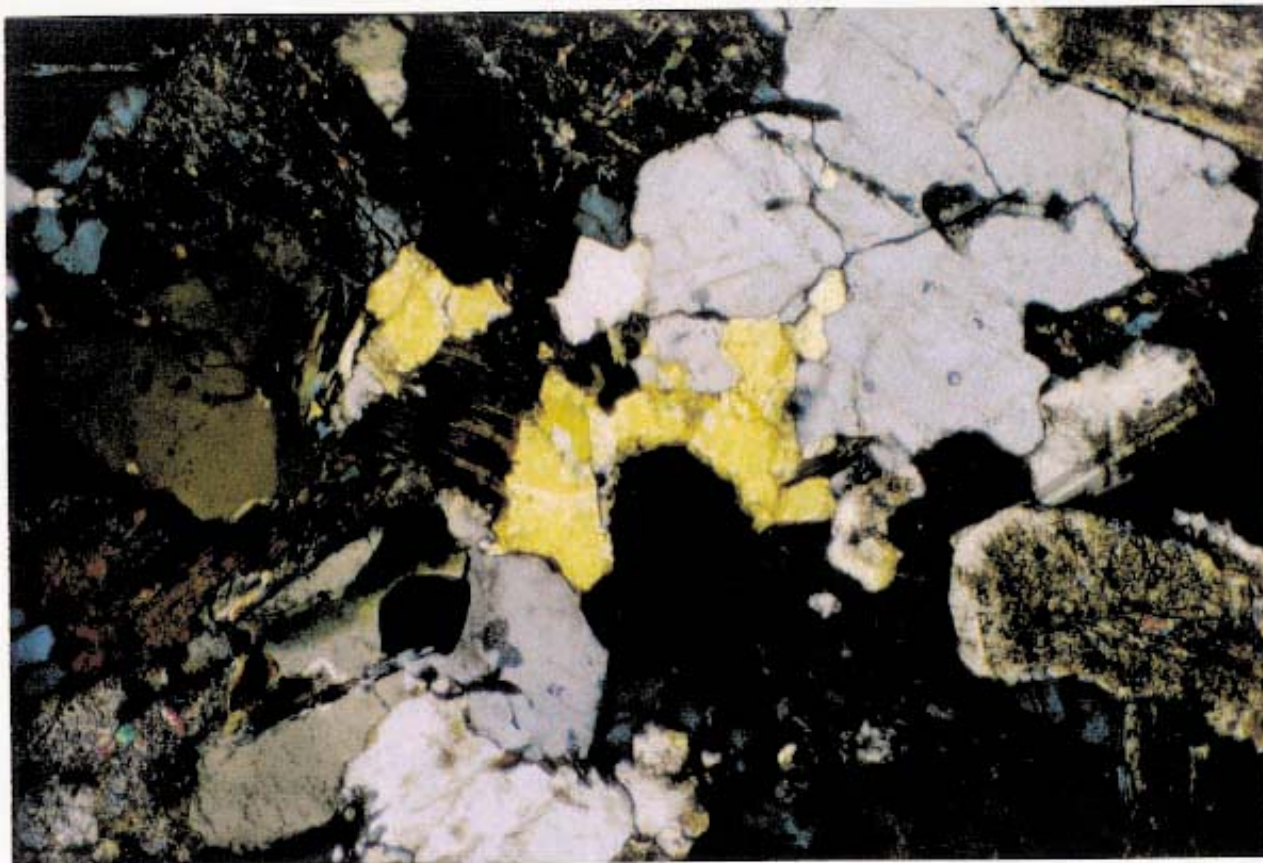


Foto B. MG-11: Aspecto textural. Plagioclasa del tipo PLG-3 en el límite entre granos de feldespato potásico. *NC x 44*.

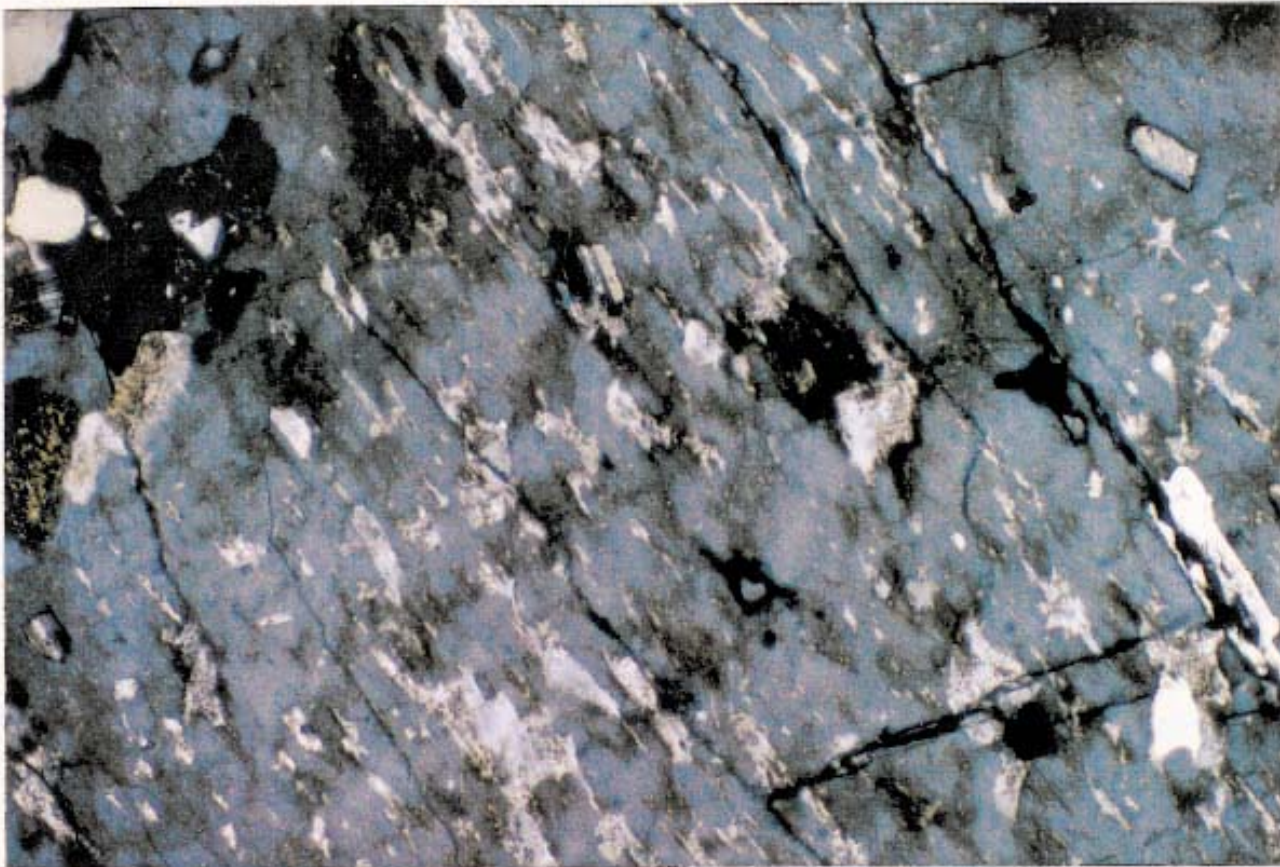


Foto A. MG-5: Detalle de feldespato microperfítico. *NC x 44.*

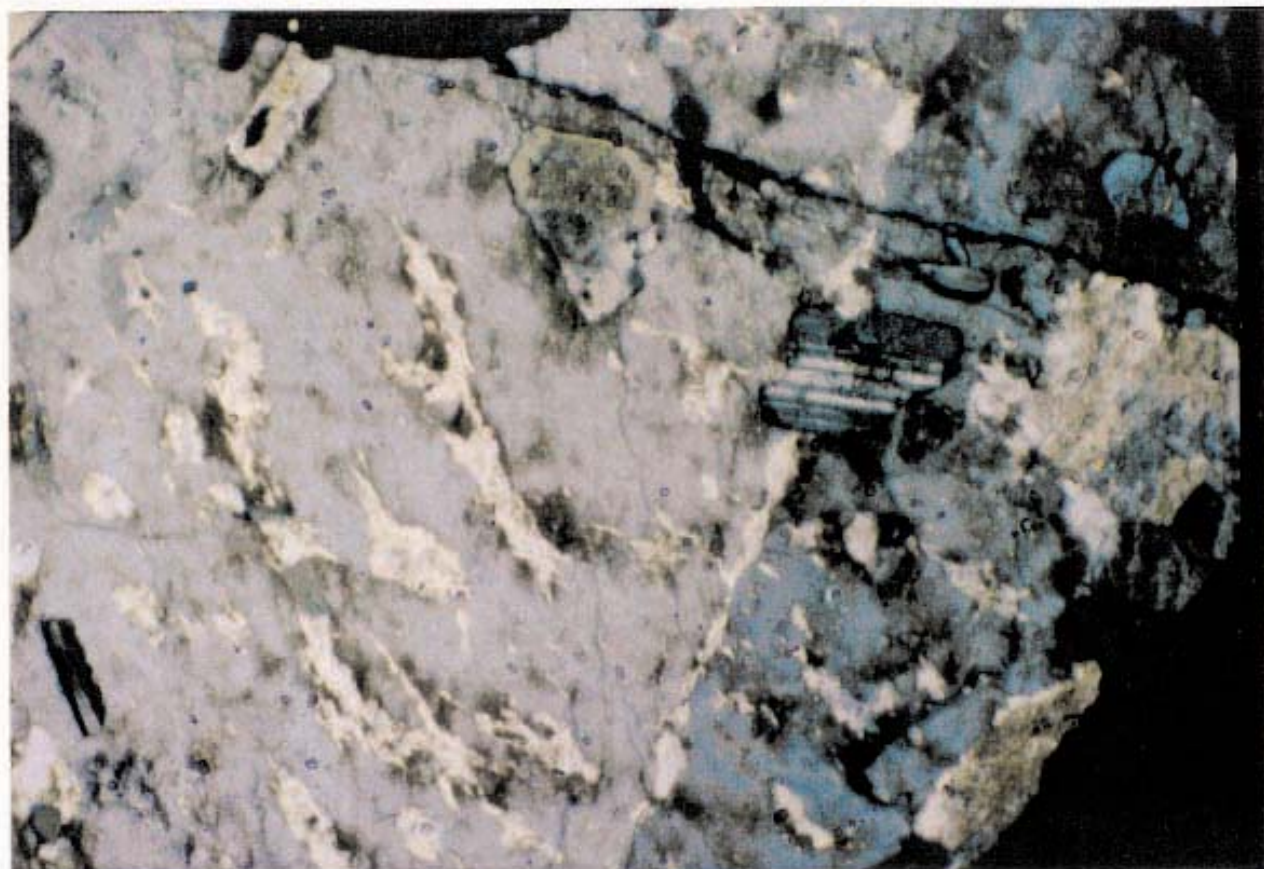


Foto B. MG-5: Detalle de Fto-K, maclado según Carlsbad, microperfítico e incluyendo plagioclasas del tipo PLG-4. *NC x 110.*

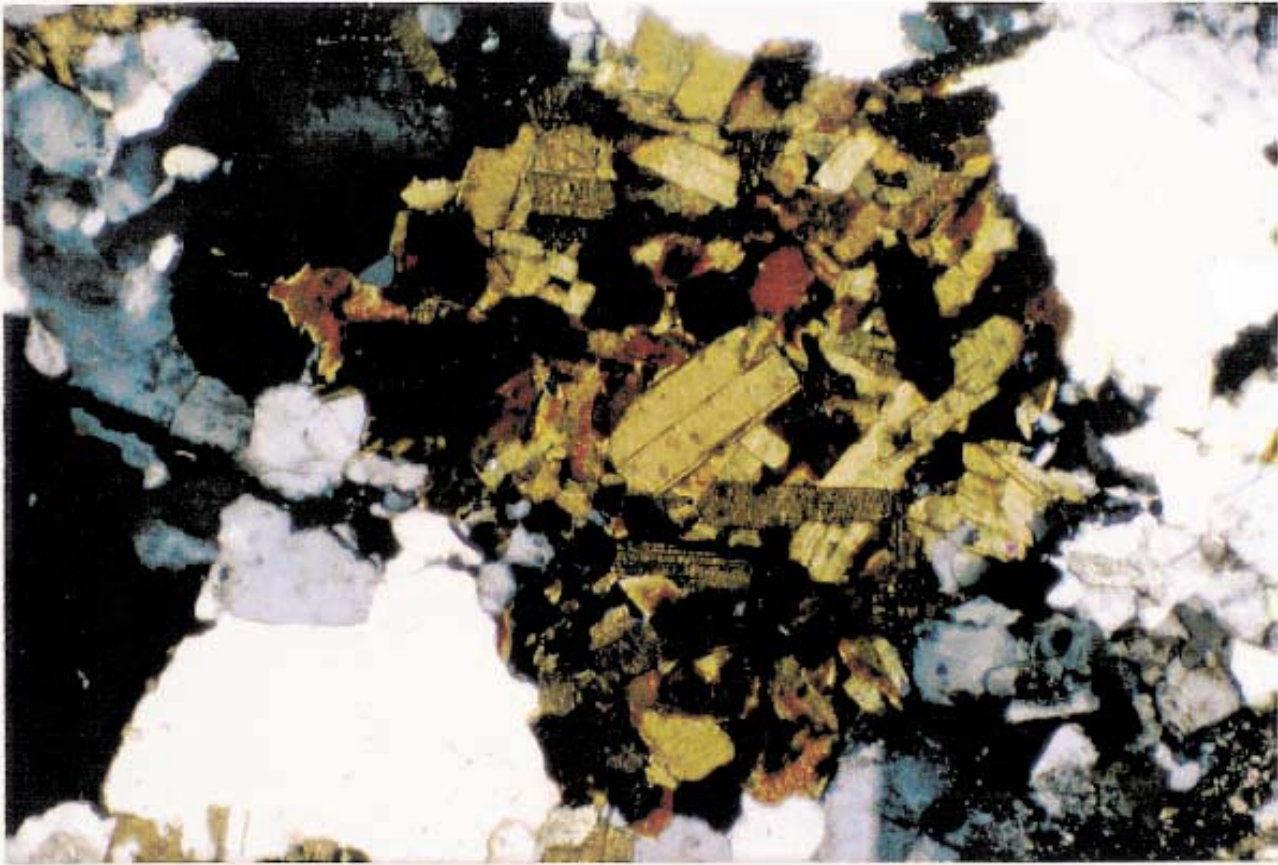


Foto A. MG-5: "Agujero" ocupado por biotitas subautomorfas. *NC x 44*.

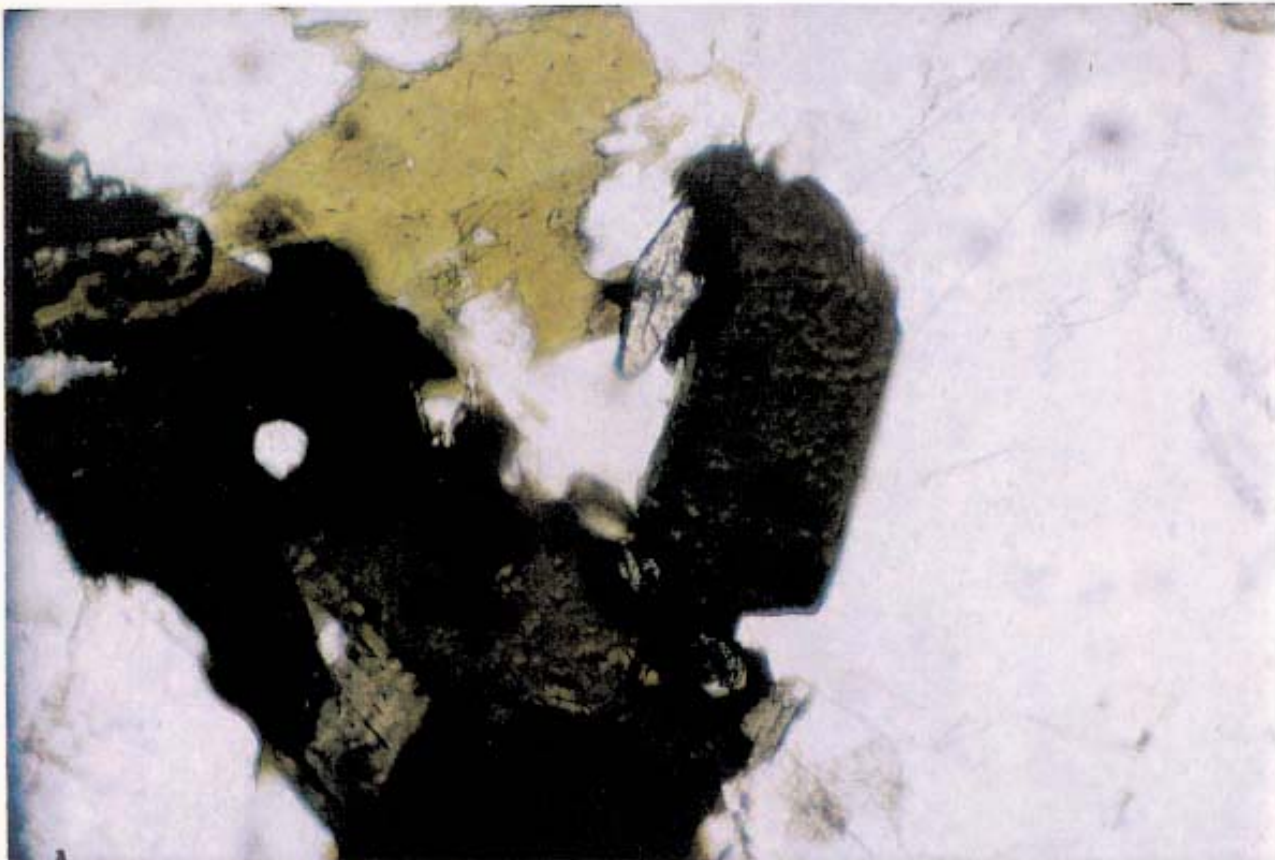


Foto B. MG-5: Biotita con inclusiones de circón, apatito y esfena. *NP x 110*.

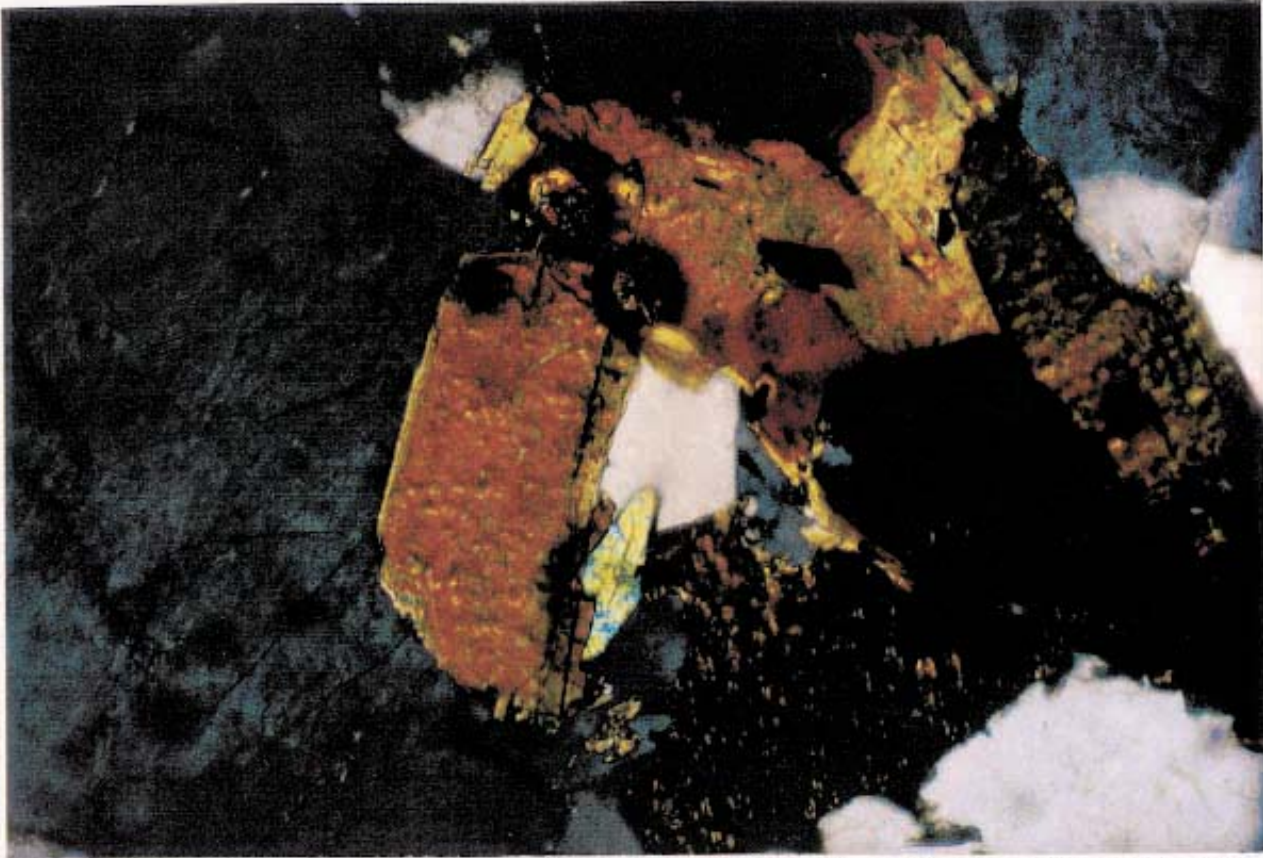


Foto A. MG-5: Igual que la fotografía B de la lámina 24, aquí con nícoles cruzados. *NC x 110.*

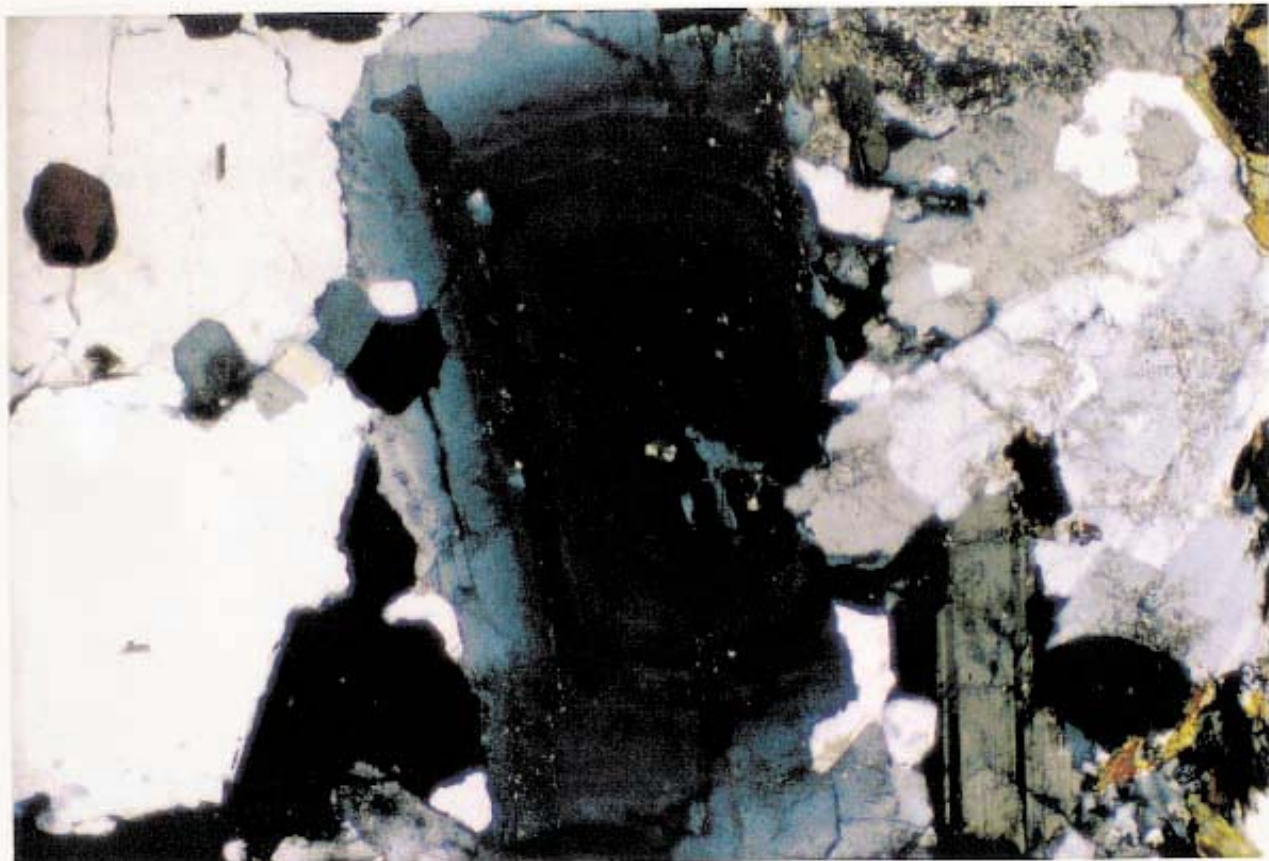


Foto B. MG-8: Plagioclasa PLG-1 con zonado normal continuo en el borde y oscilatorio hacia el centro. *NC x 44.*

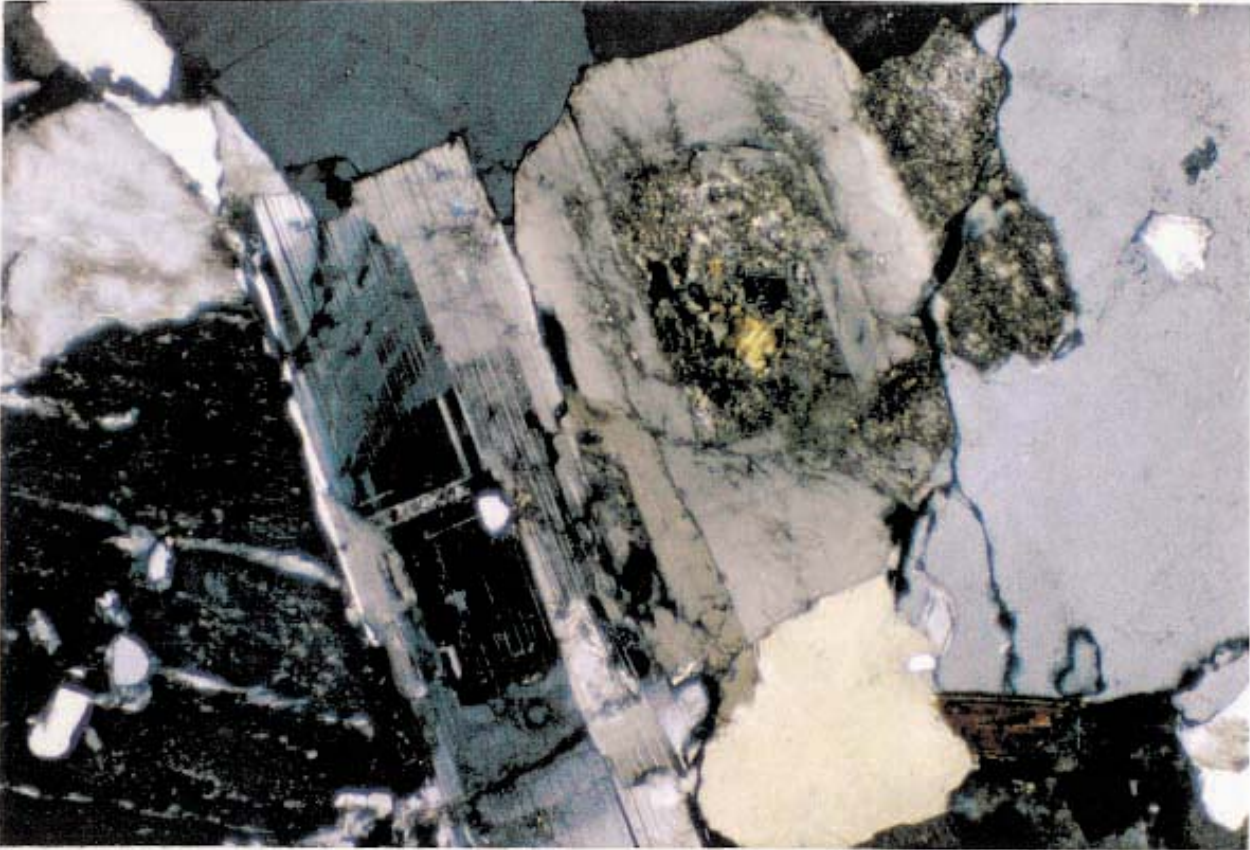


Foto A. MG-8: Cuarzo del tipo Q-2 como borde de reacción entre feldespato potásico y plagioclasa (PLG-1). *NC x 44.*

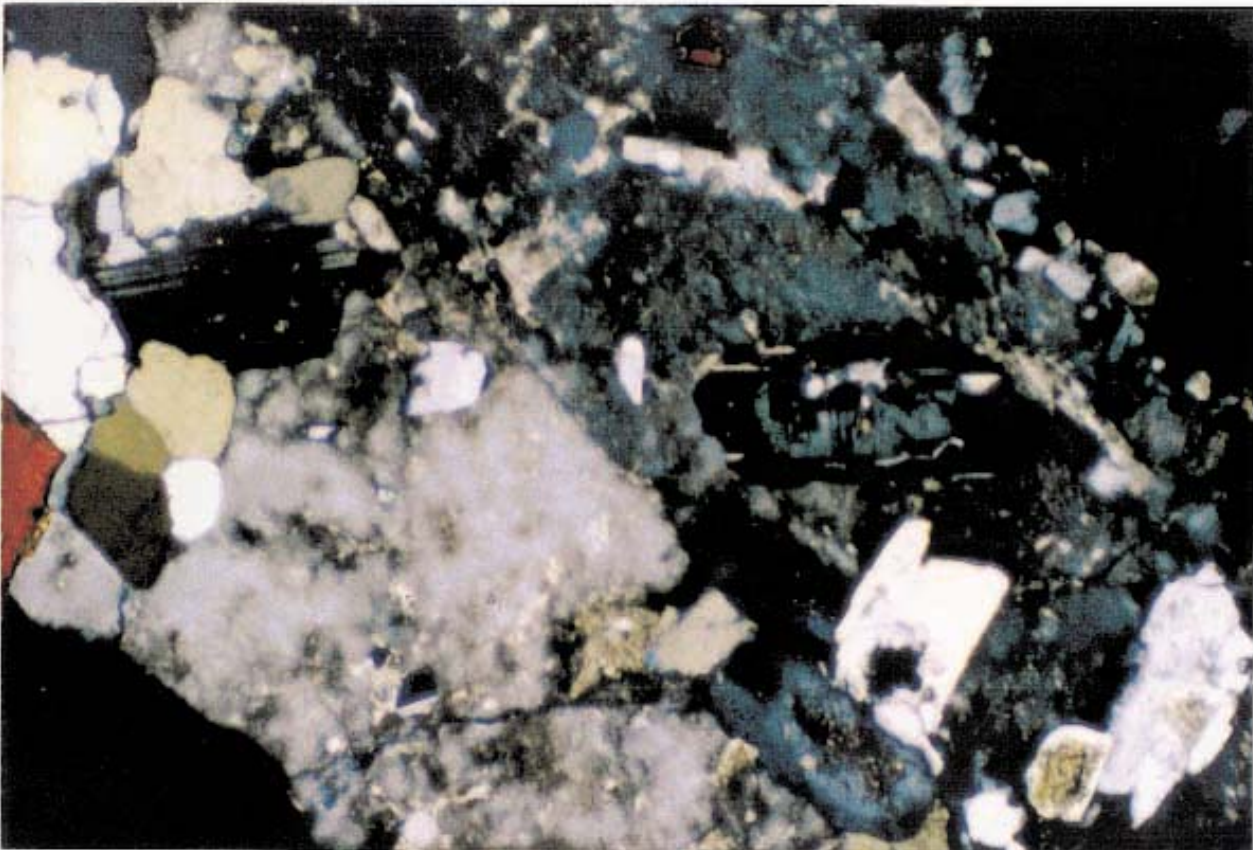


Foto B. MG-8: Fto-K que incluye plagioclasas del tipo PLG-2. Una de ellas tiene zonado discontinuo y Q-2 mirmequítico. *NC x 110.*

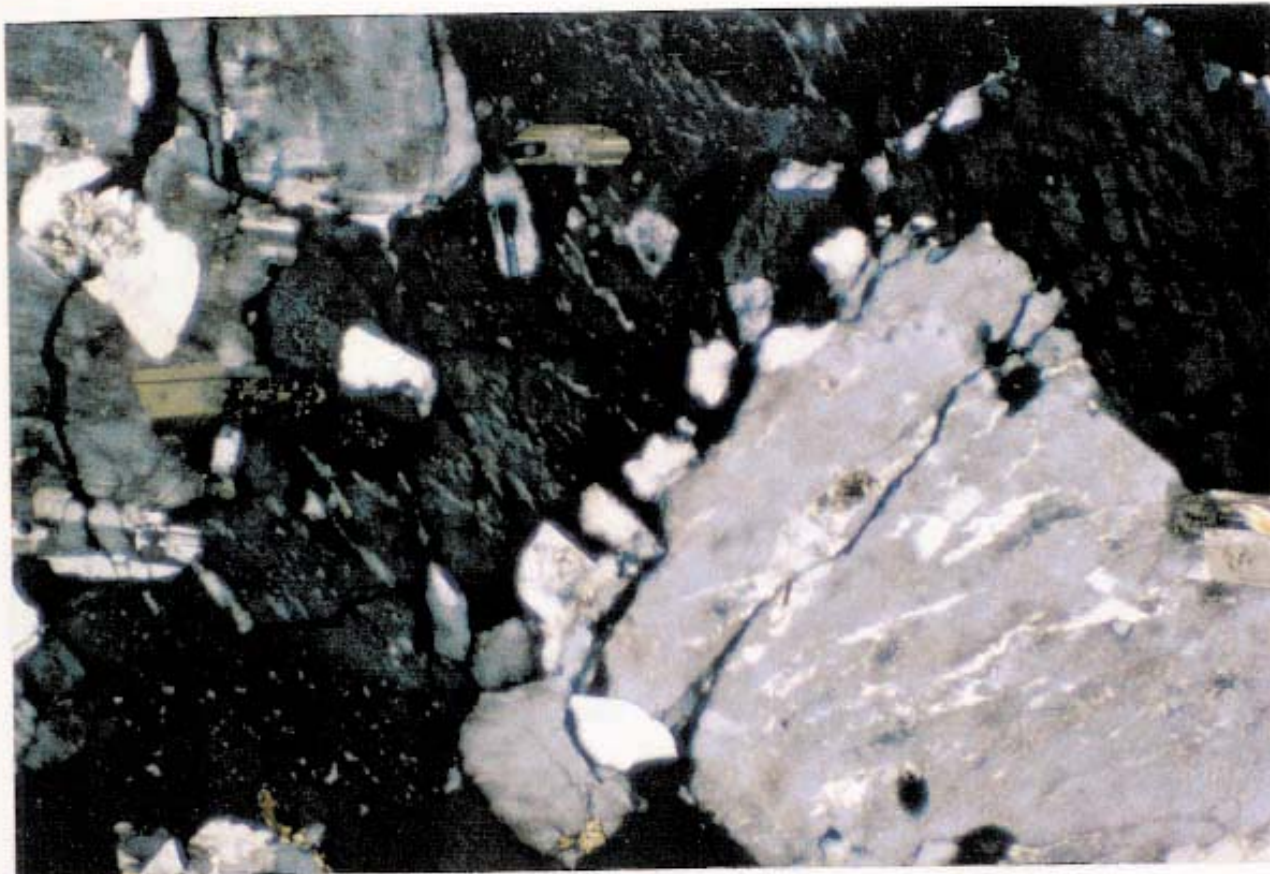


Foto A. MG-8: Feldespato potásico micropertítico y plagioclasa del tipo PLG-3 intergranular, subautomorfa a xenomorfa. *NC x 44.*

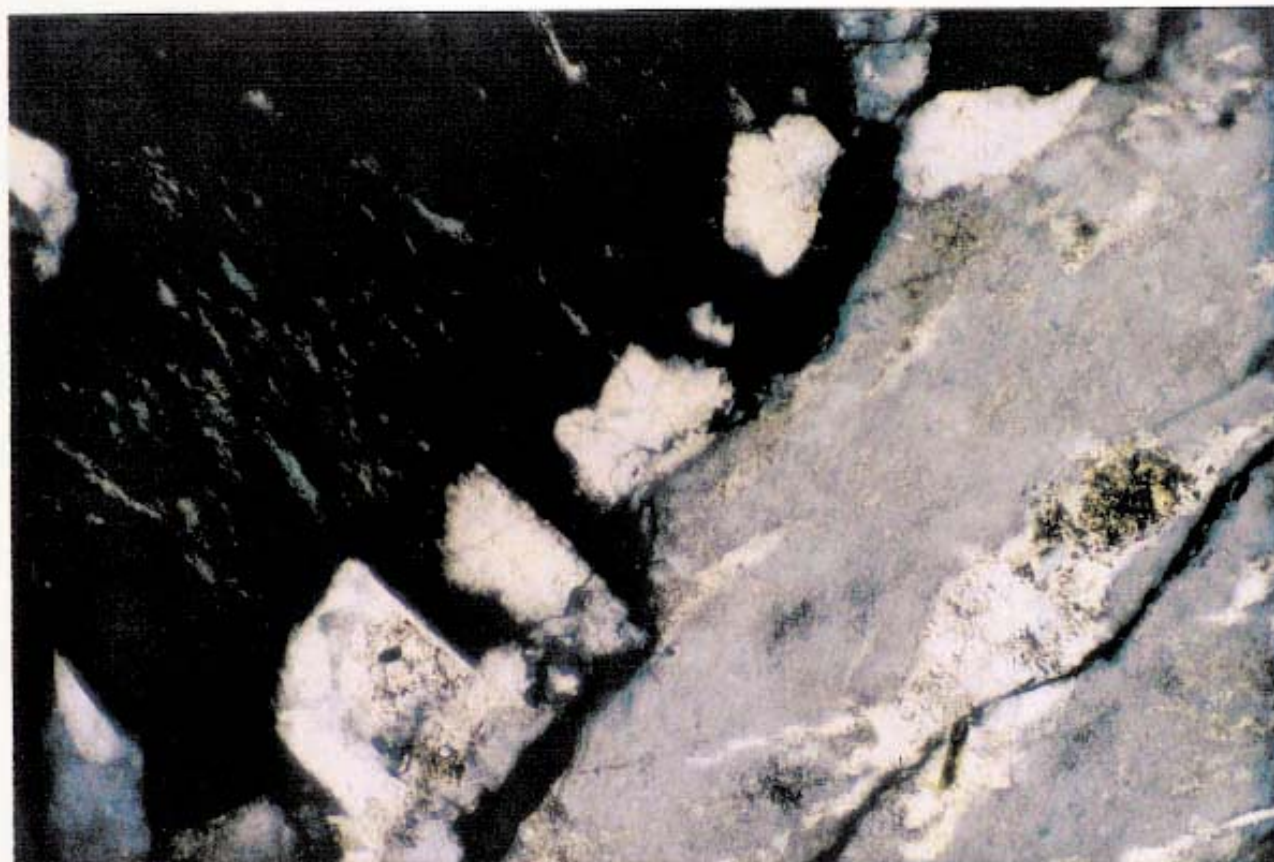


Foto B. MG-8: Detalle de la fotografía A de la lámina 27. *NC x 110.*

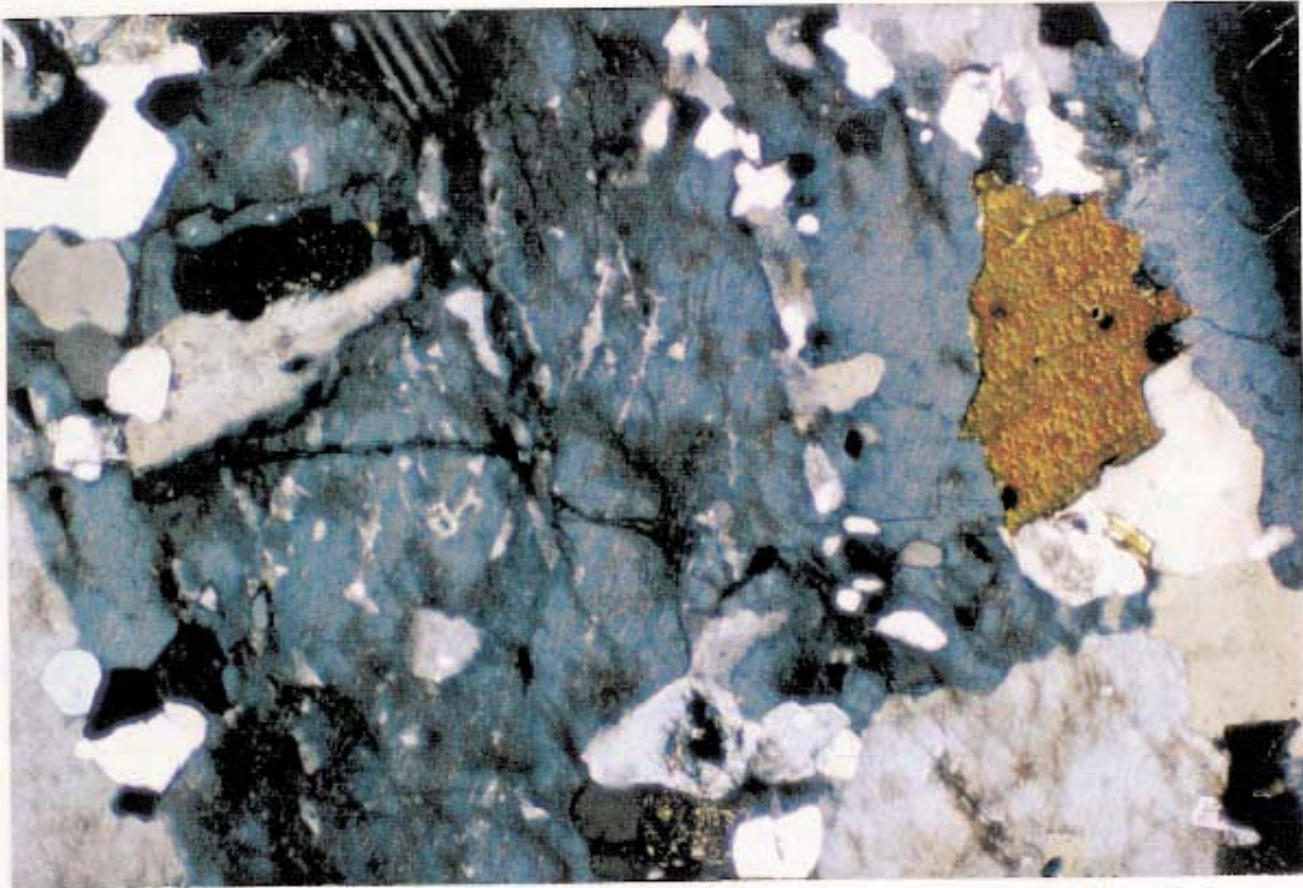


Foto A. MG-8: Feldespato potásico microperfítico. Incluye cuarzo del tipo Q-2.
NC x 110.

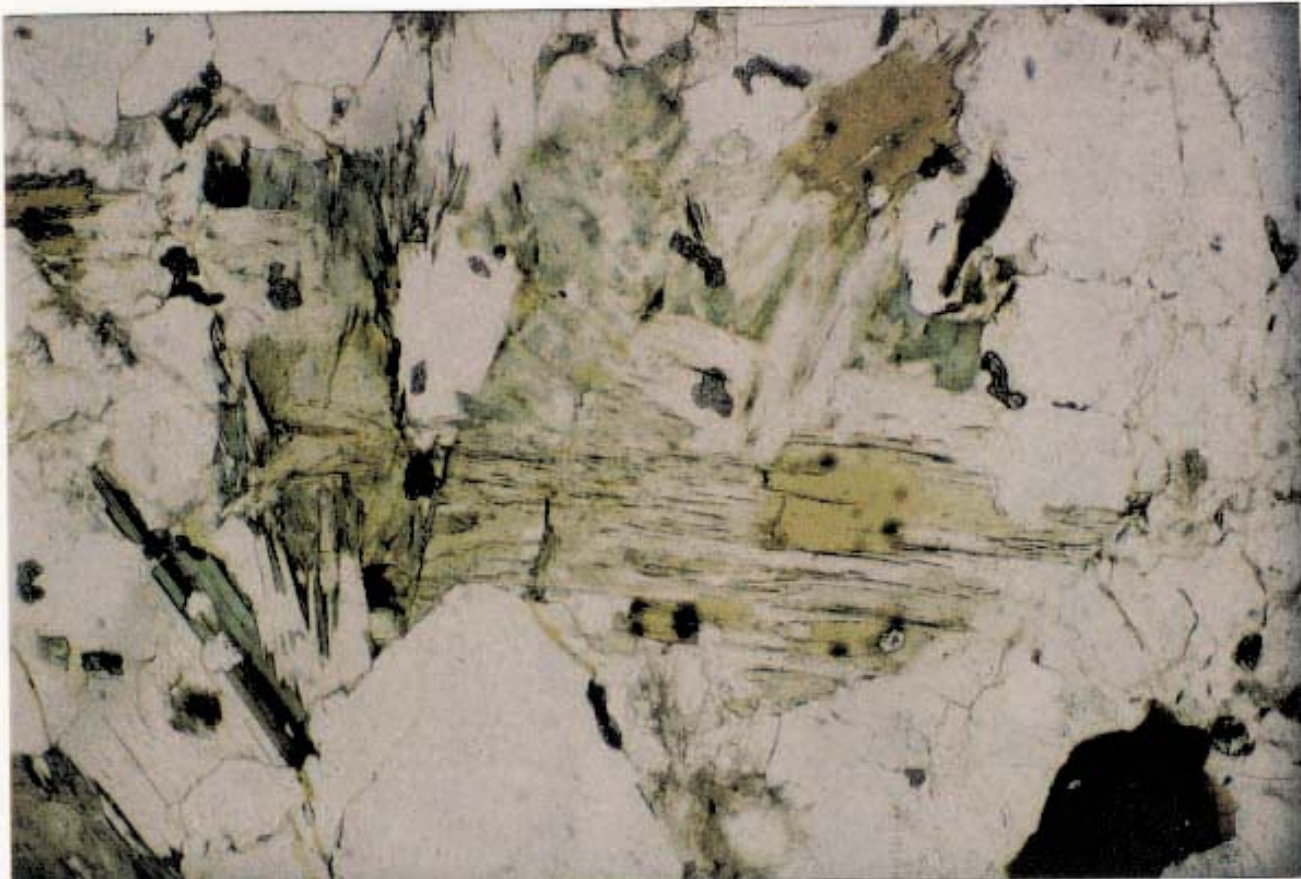


Foto B. MG-8: Biotita cloritizada y moscovitizada. *NP x 44.*

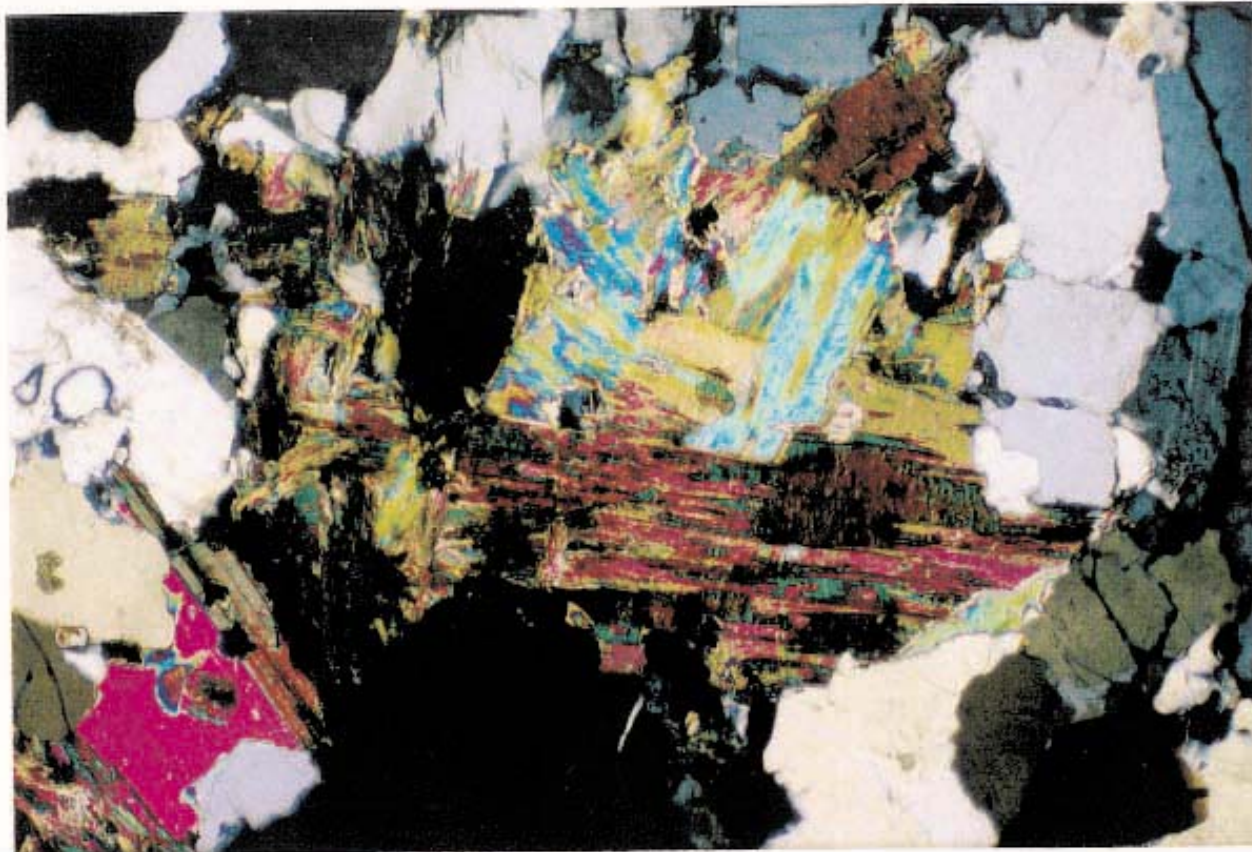


Foto A. MG-8: Igual que la fotografía B de la lámina 28, aquí con nícoles cruzados. *NC x 110.*



Foto B. MG-1: Grano xenomorfo de cuarzo del tipo Q-1 mostrando extinción ondulante. *NC x 44.*

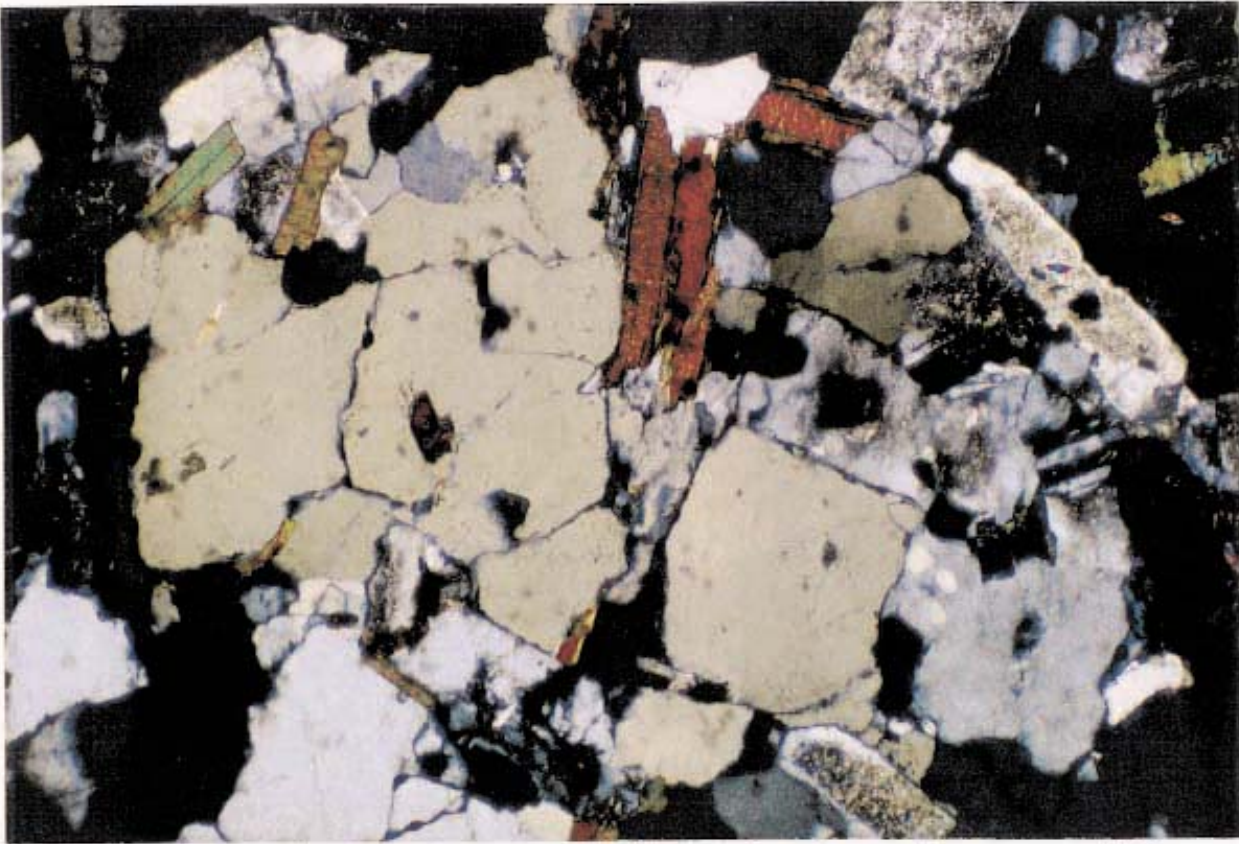


Foto A. MG-1: Porfiroclasto de cuarzo (Q-1) reemplazado parcialmente por feldespato potásico (microclina). *NC x 44.*

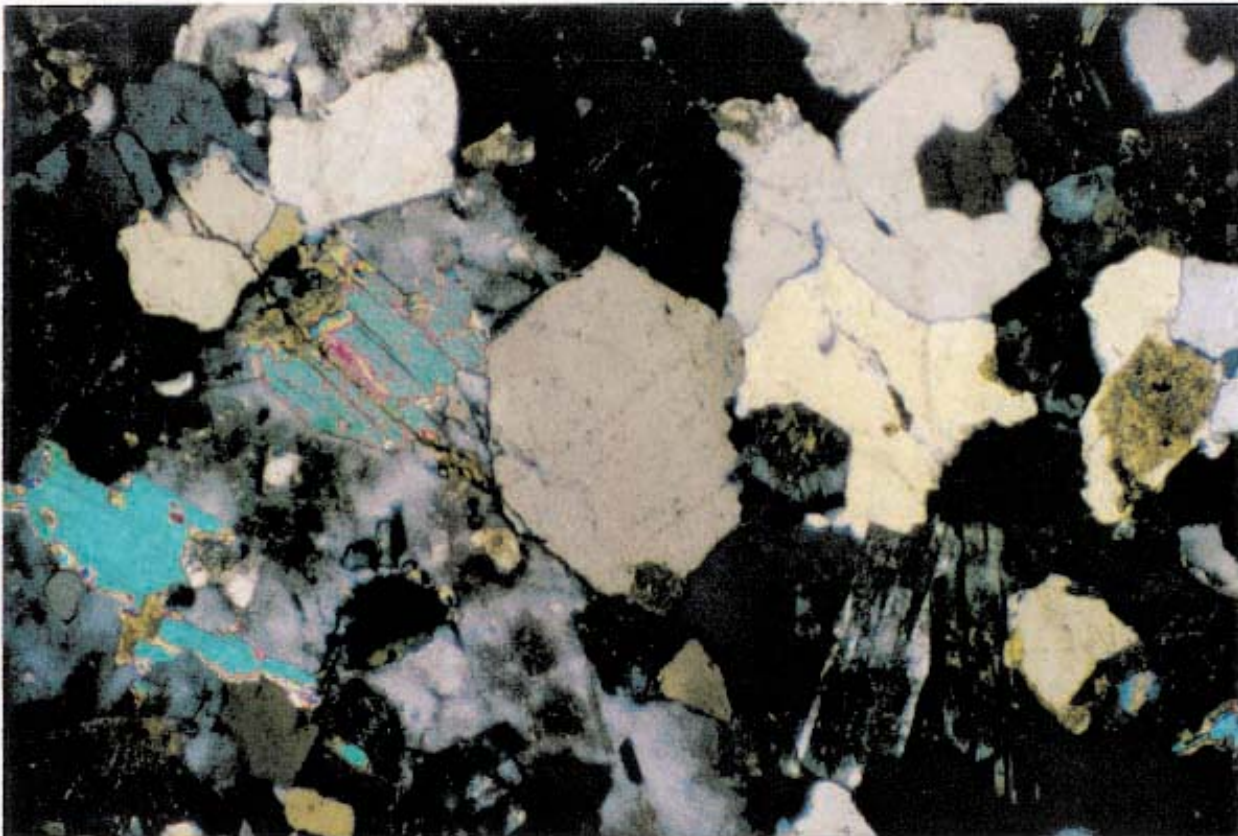


Foto B. MG-10: Cuarzo subautomorfo con tendencia hexagonal. Moscovitas del tipo heterógeno sobre Fto-K. *NC x 44.*

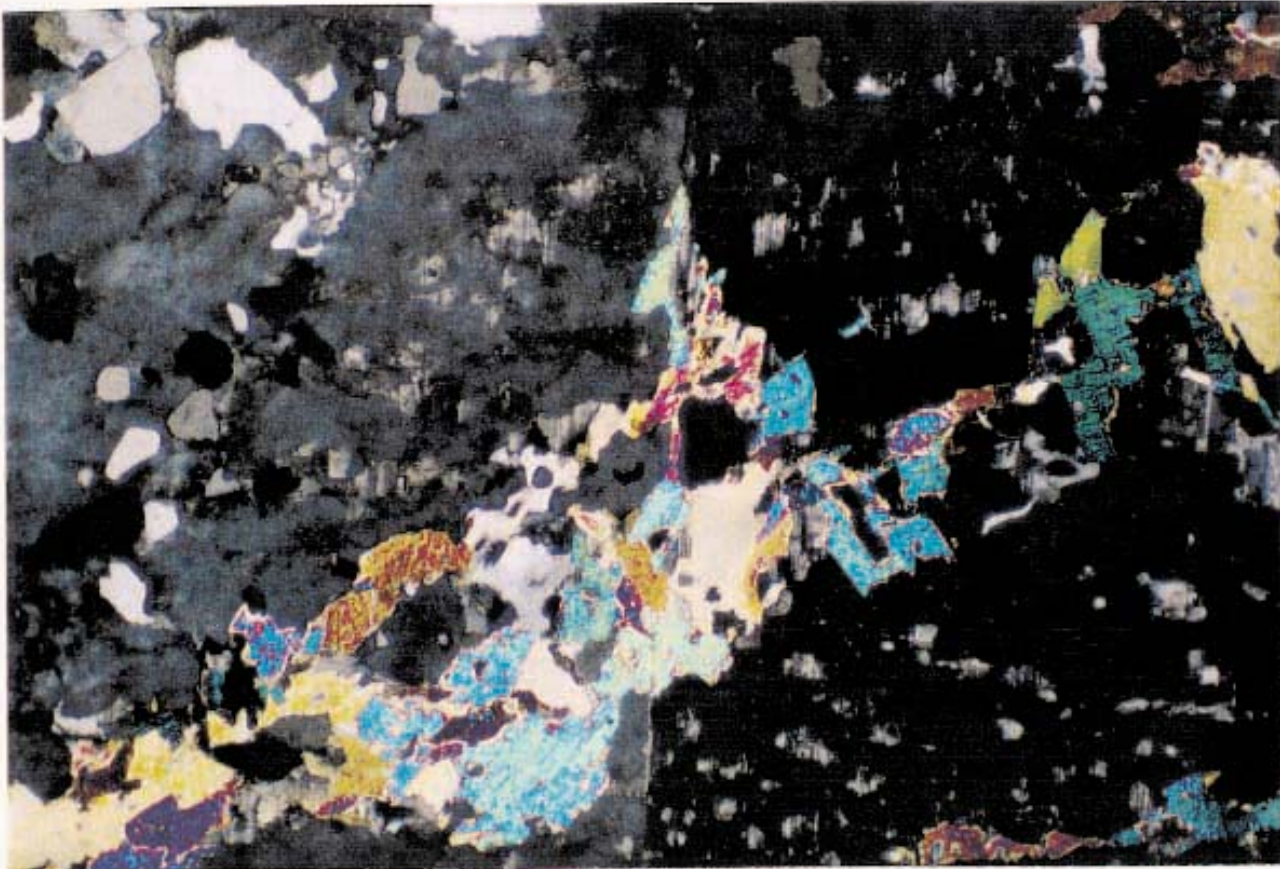


Foto A. MG-10: Microclina micropertítica (g) con inclusiones de cuarzos Q-2 y Q-3. Moscovita secundaria (microfractura) *NC x 44.*

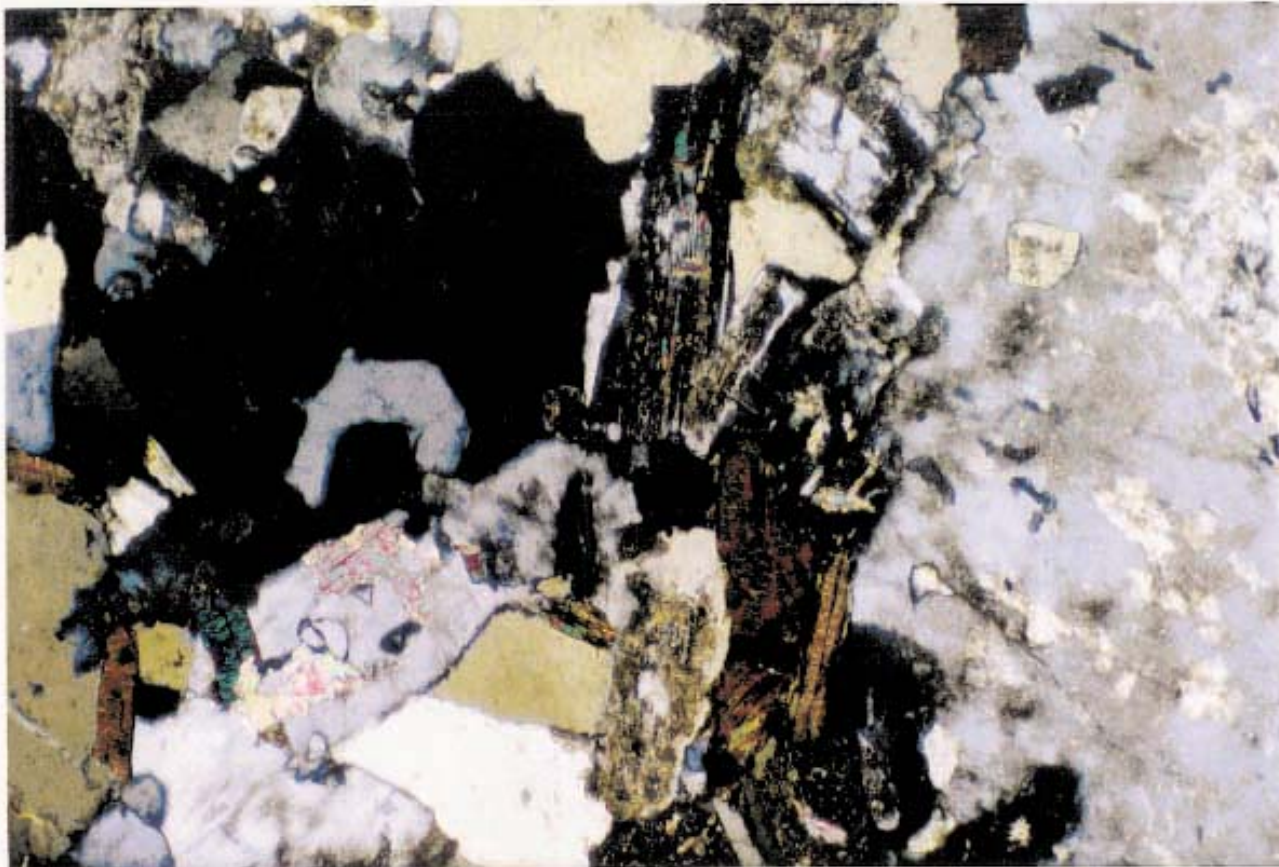


Foto B. MG-10: Aspecto textural. Cuarzo del tipo Q-3 (mostrando un golfo de corrosión) incluido en feldespato potásico. *NC x 44.*

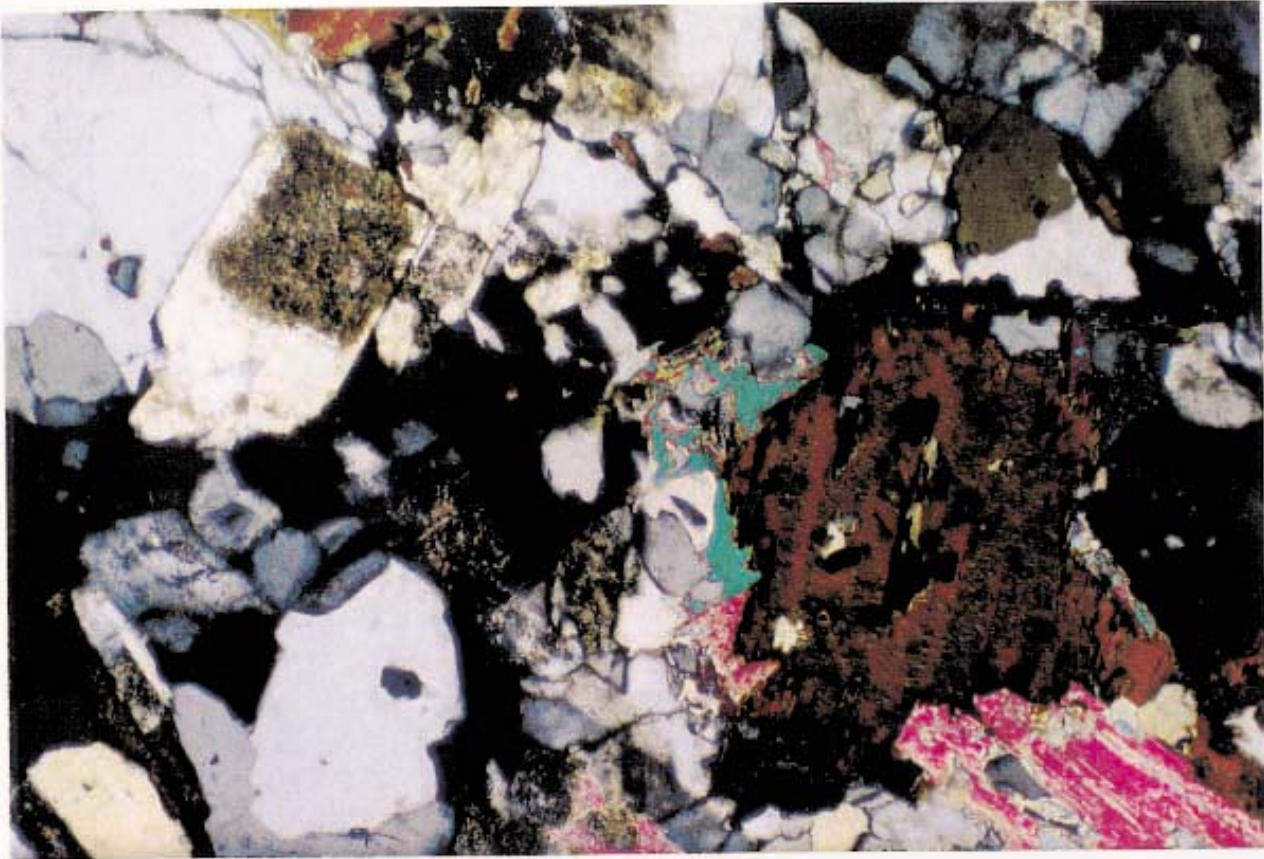


Foto A. MG-1: Plagioclasas (esencialmente albíticas) en sineusis. Biotita con inclusiones de cuarzo Q-4 y de opacos. *NC x 44.*

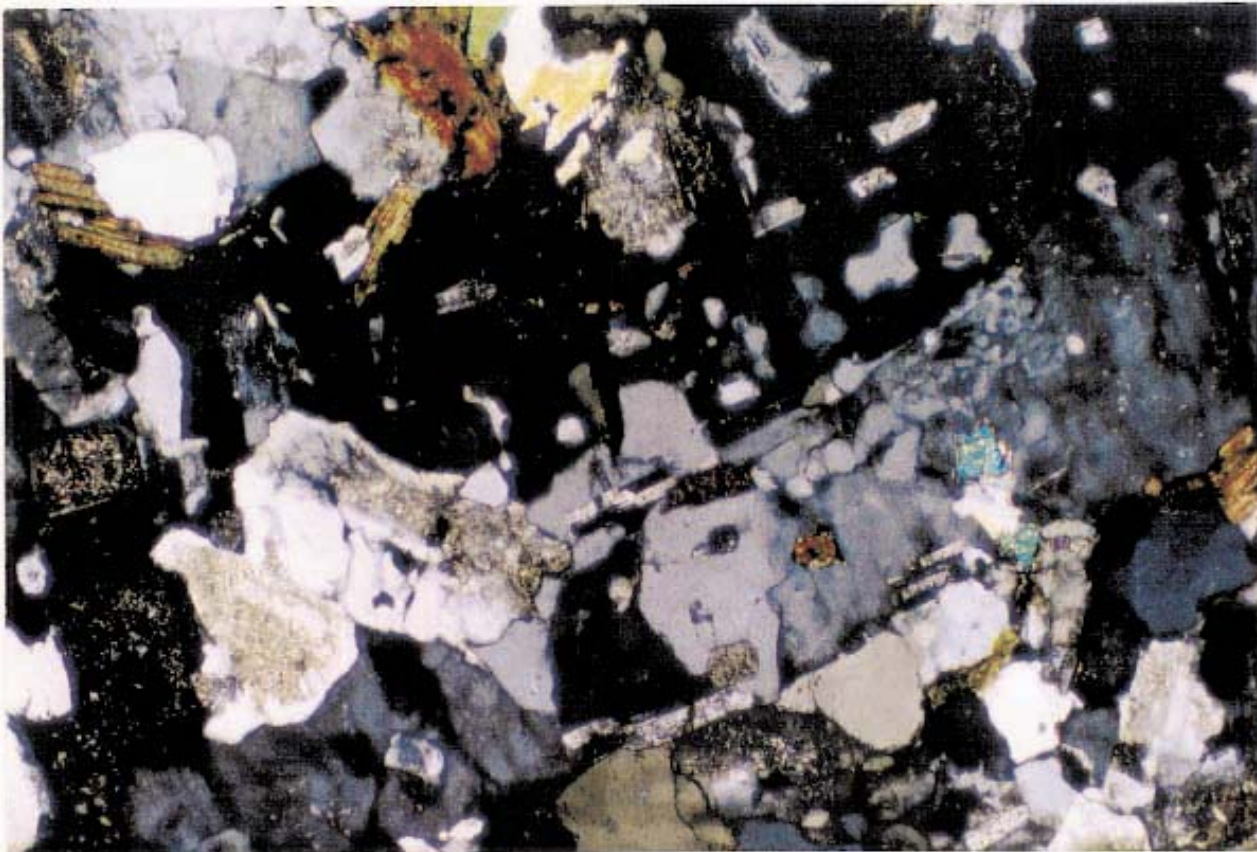


Foto B. MG-1: Fto-K subautomorfo que incluye plagioclasas del tipo PLG-4 en posición epitáxica. Sineusis Fto-K con PLG-1. *NC x 44.*

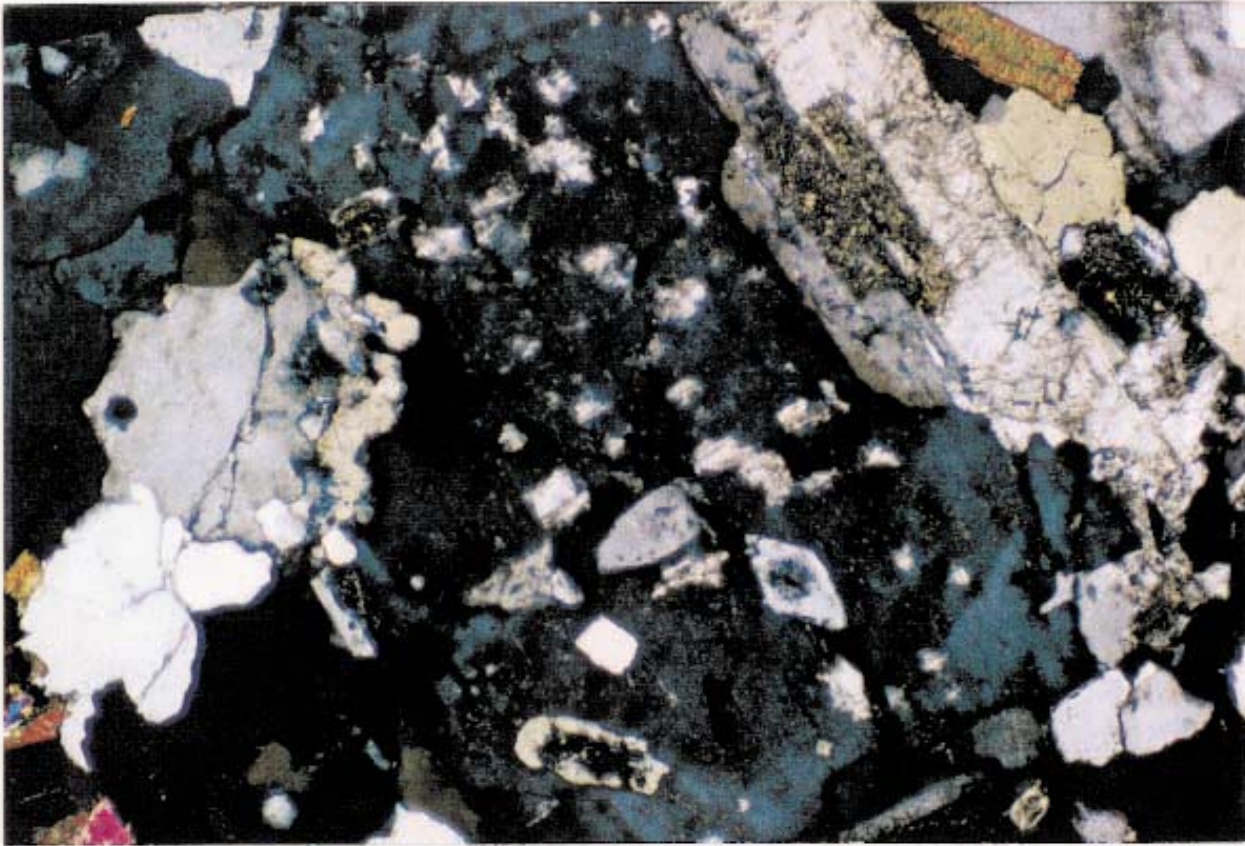


Foto A. MG-10: Microclina, subautomorfa, micropertítica (g). Incluye PLG-2 y, parcialmente, PLG-1 con borde de albita. *NC x 44*.

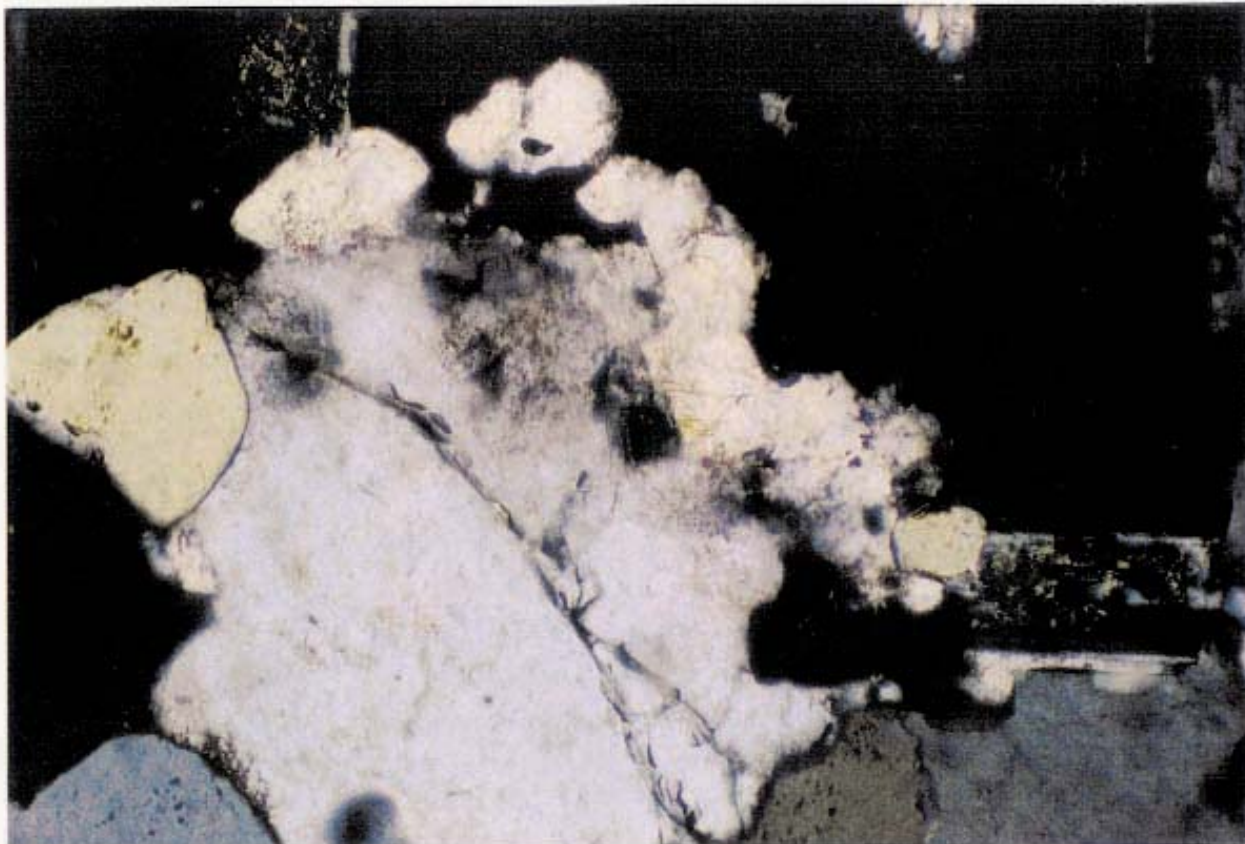


Foto B. MG-10: Un detalle de la fotografía anterior: PLG-3 intergranular, con morfología lobulada. *NC x 110*.

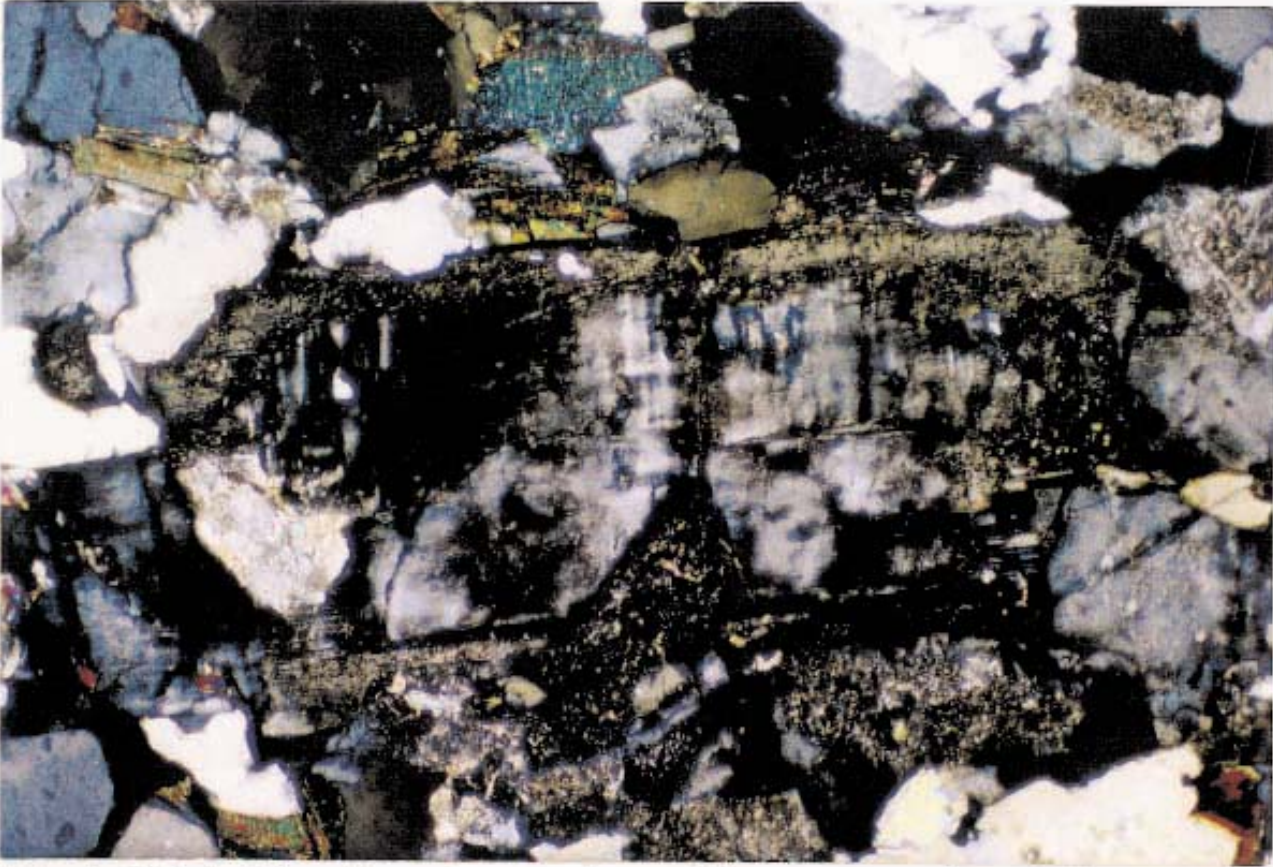


Foto A. MG-1: Microclina subautomorfa, parcialmente manteada por albita. *NC x 44.*

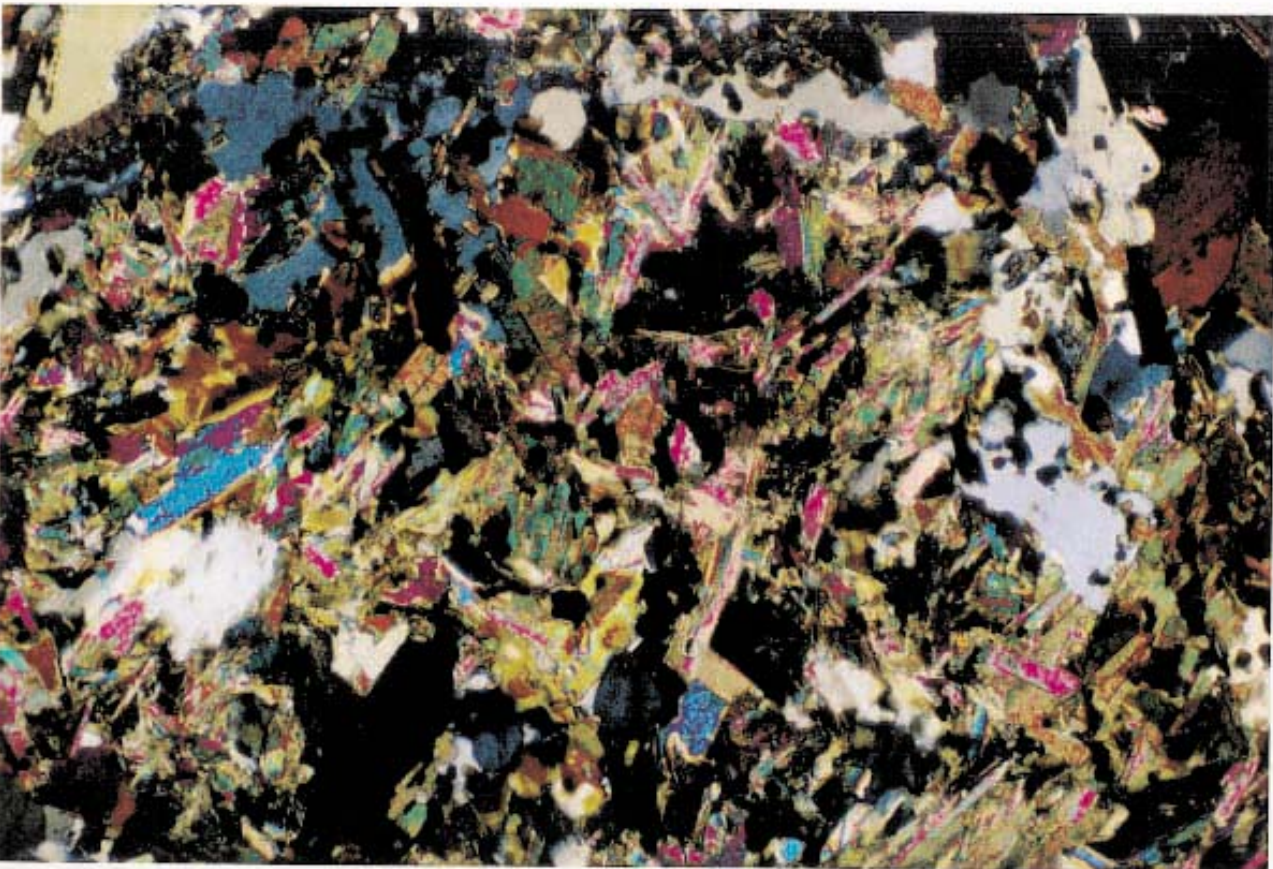


Foto B. MG-10: "Nido" de micas: biotita con alteraciones a clorita y moscovita. Cuarzo esquelético dando falsas simplectitas. *NC x 44.*

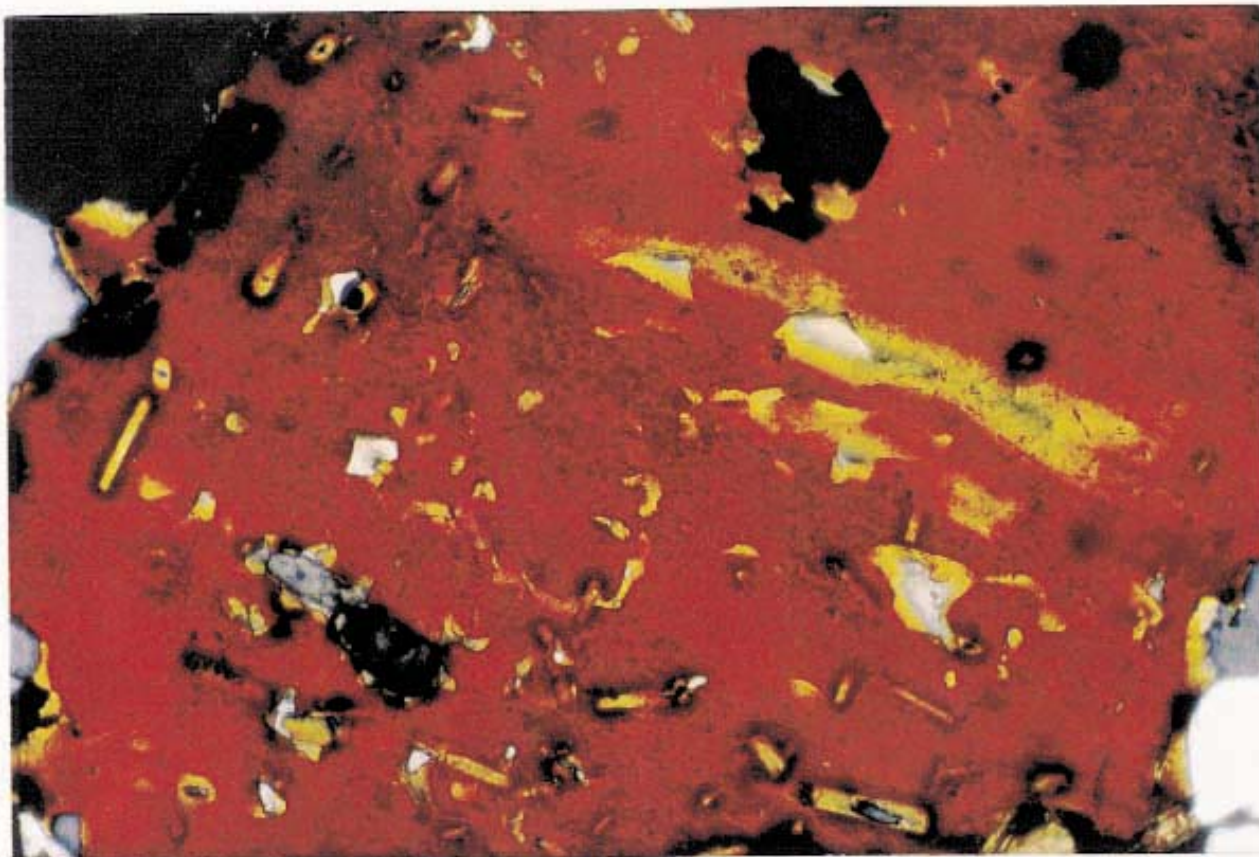


Foto A. MG-1: Plano basal de biotita con restos de cristales de apatito acicular e inclusiones de Q-4. *NC x 110.*

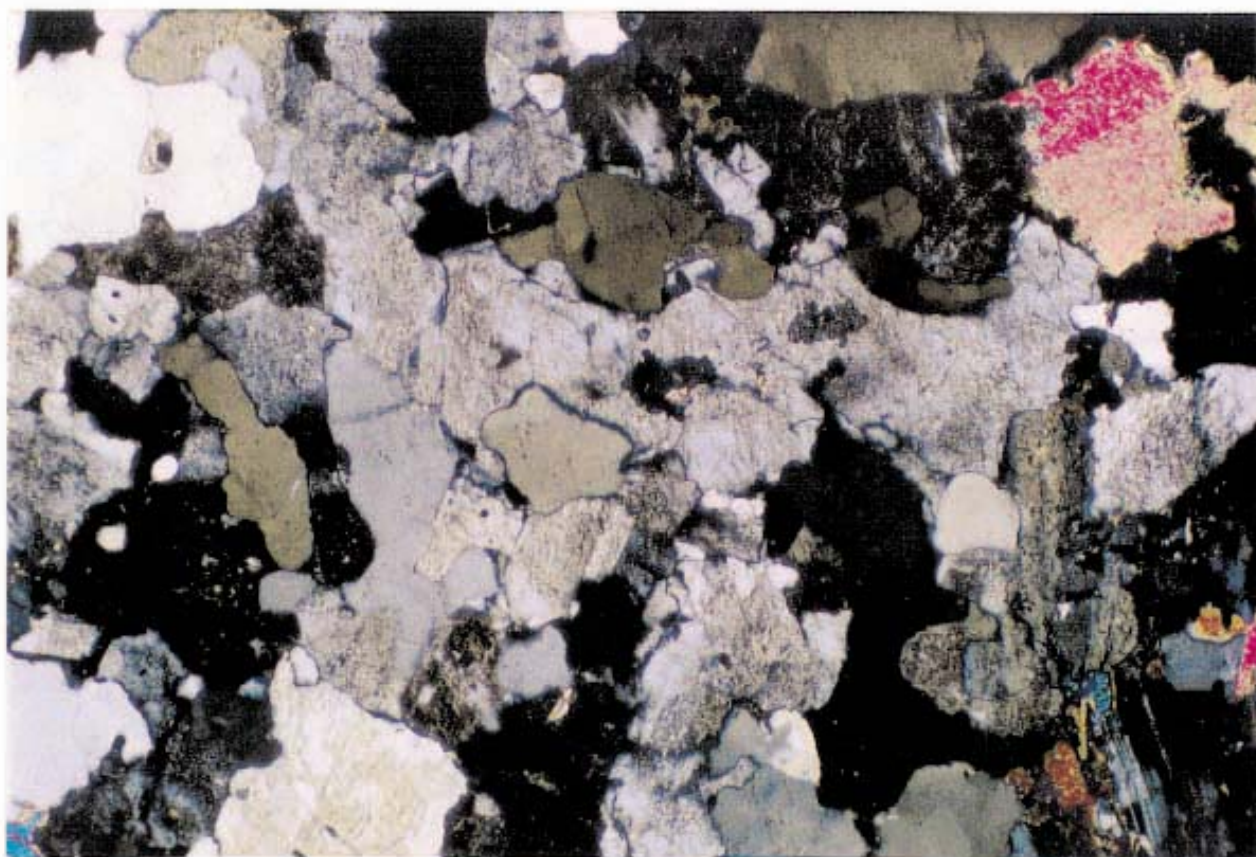


Foto B. MG-2: Aspecto textural. Feldespato del tipo FK-2, xenomorfo, intergranular. Cuarzos con golfos de corrosión. *NC x 44.*

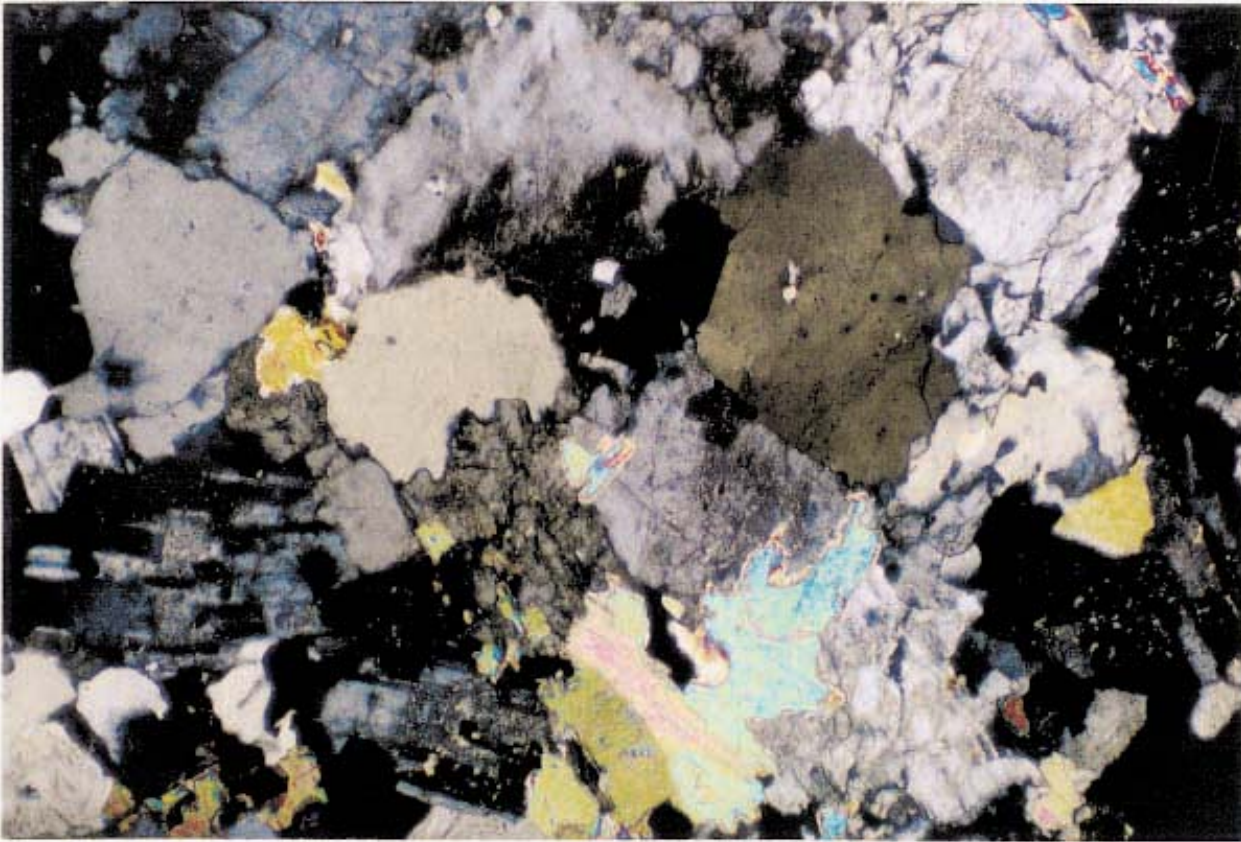


Foto A. MG-2: Aspecto textural. Límites rectos, redondeados y consertales del cuarzo de tipo Q-1. NC x 44.

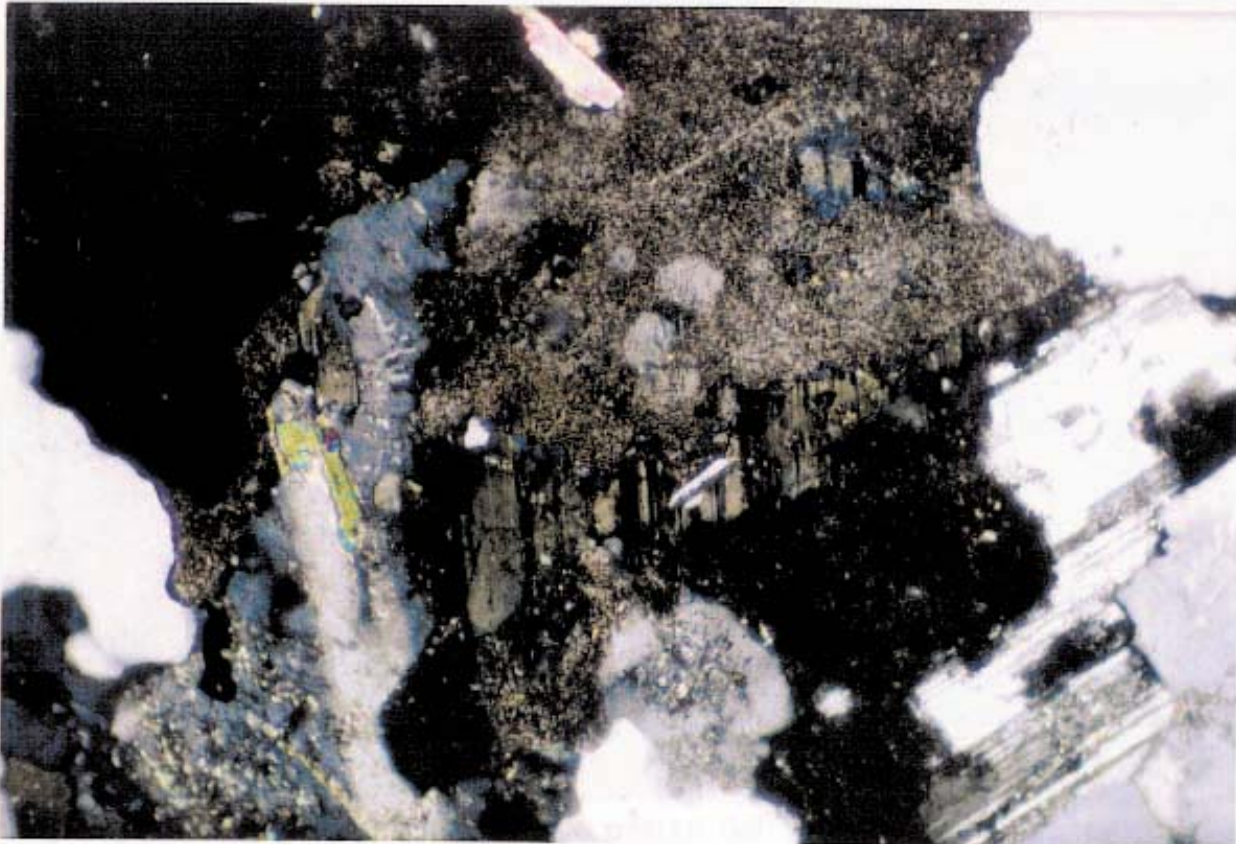


Foto B. MG-2: Plagioclasa muy alterada y con macla polisintética. Cuarzo del tipo Q-2 granofíbrico. NC x 110.

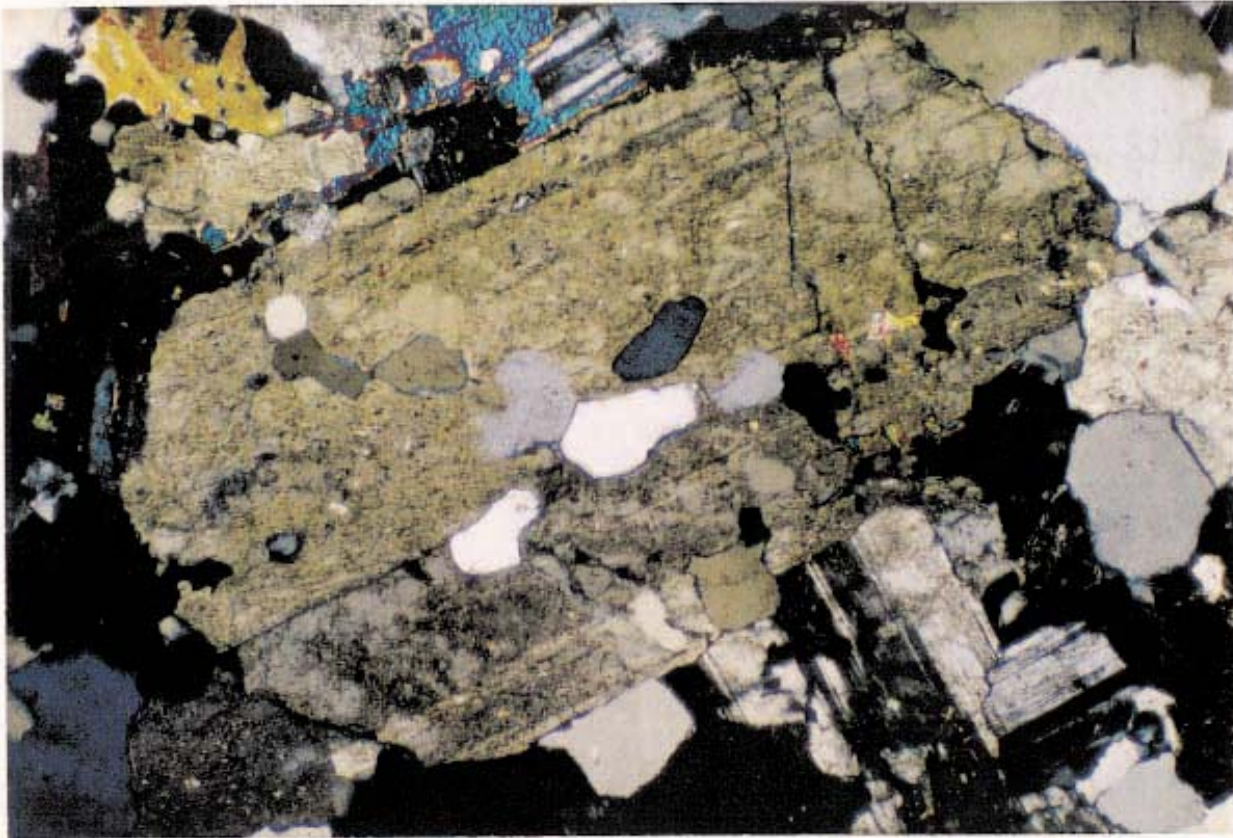


Foto A. MG-2: Feldespato subautomorfo con macla de Carlsbad, muy alterado, que incluye cuarzos del tipo Q-3. *NC x 44.*

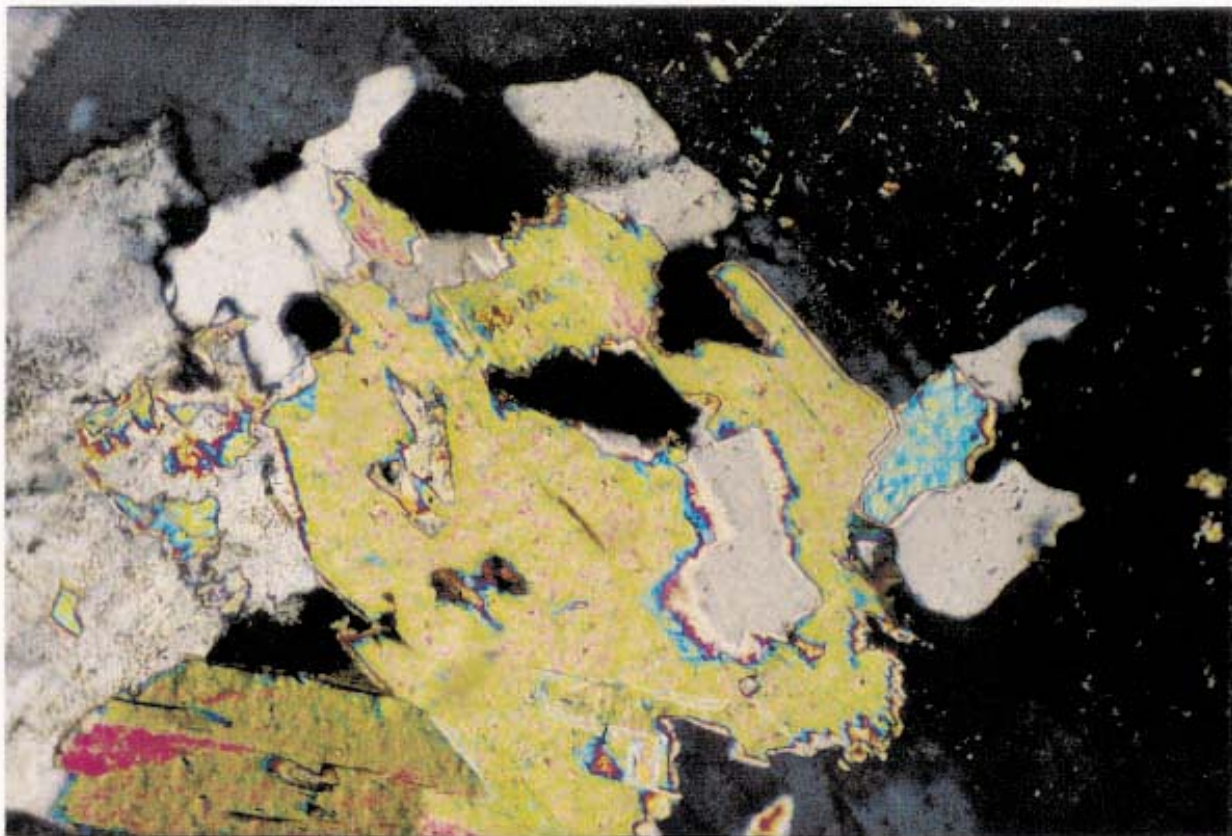


Foto B. MG-2: Moscovita que incluye cuarzo del tipo Q-3. Los límites de esta moscovita primaria aparecen corroídos. *NC x 110.*

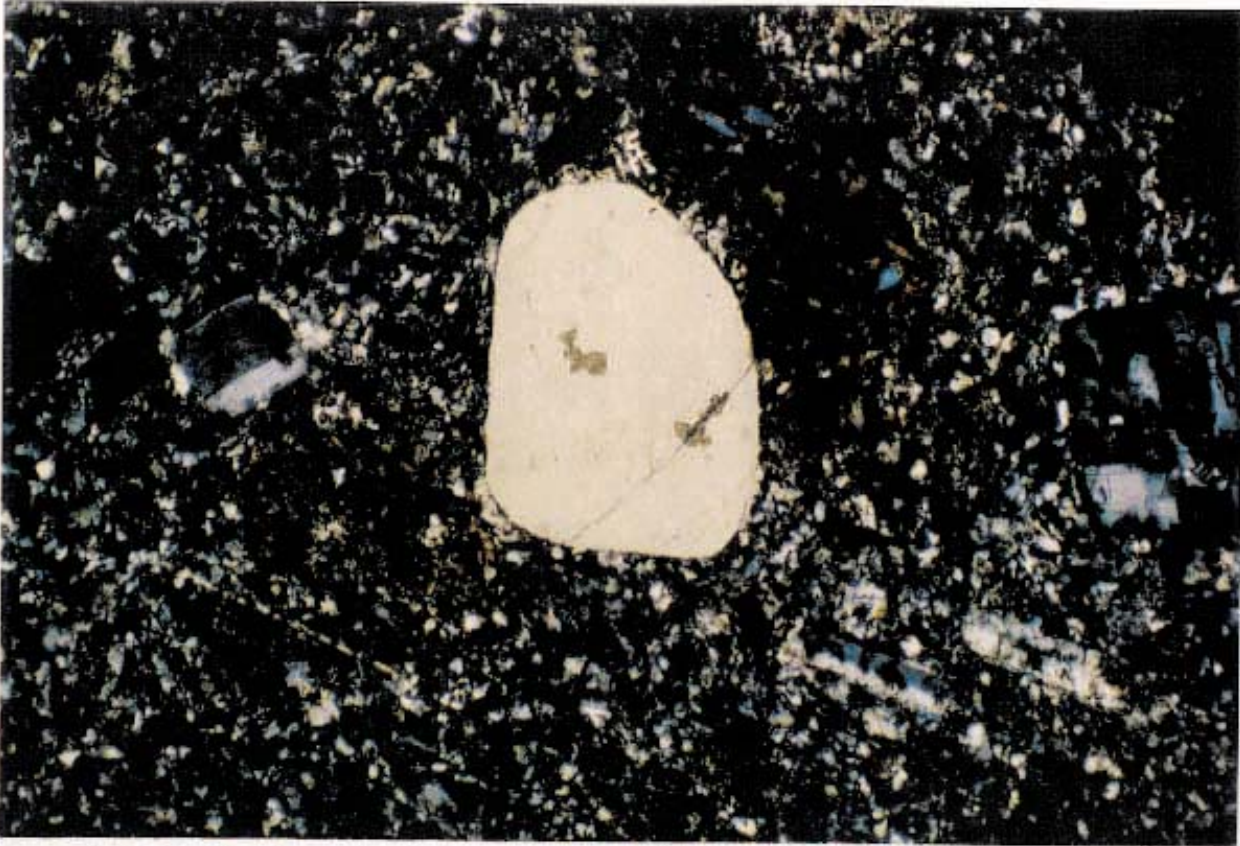


Foto A. MG-13: Fenocrystal de cuarzo, con límites rectos a redondeados, resaltando en la mesostasis. *NC x 110.*

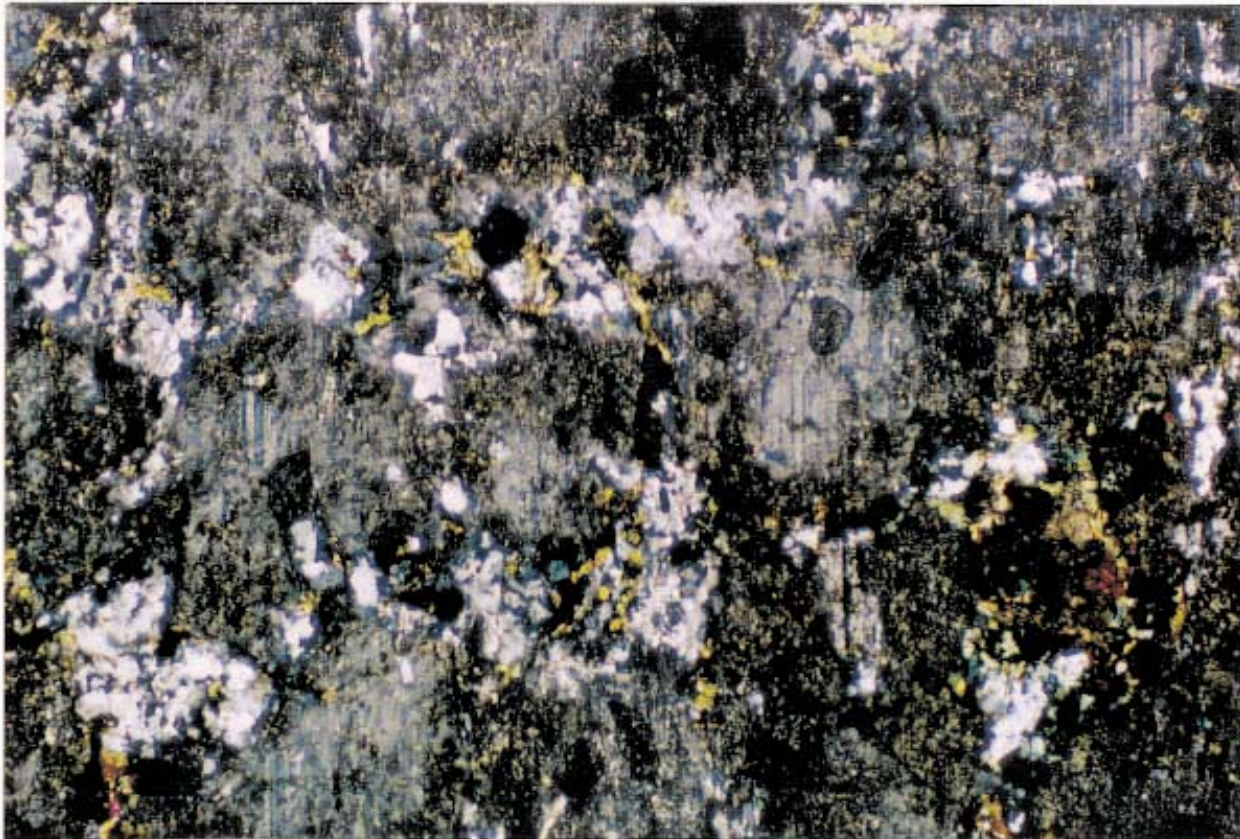


Foto B. MG-13: Cuarzo mirmequítico y goticular (tipo Q-2) situado en los límites de un cristal de plagioclasa. *NC x 110.*

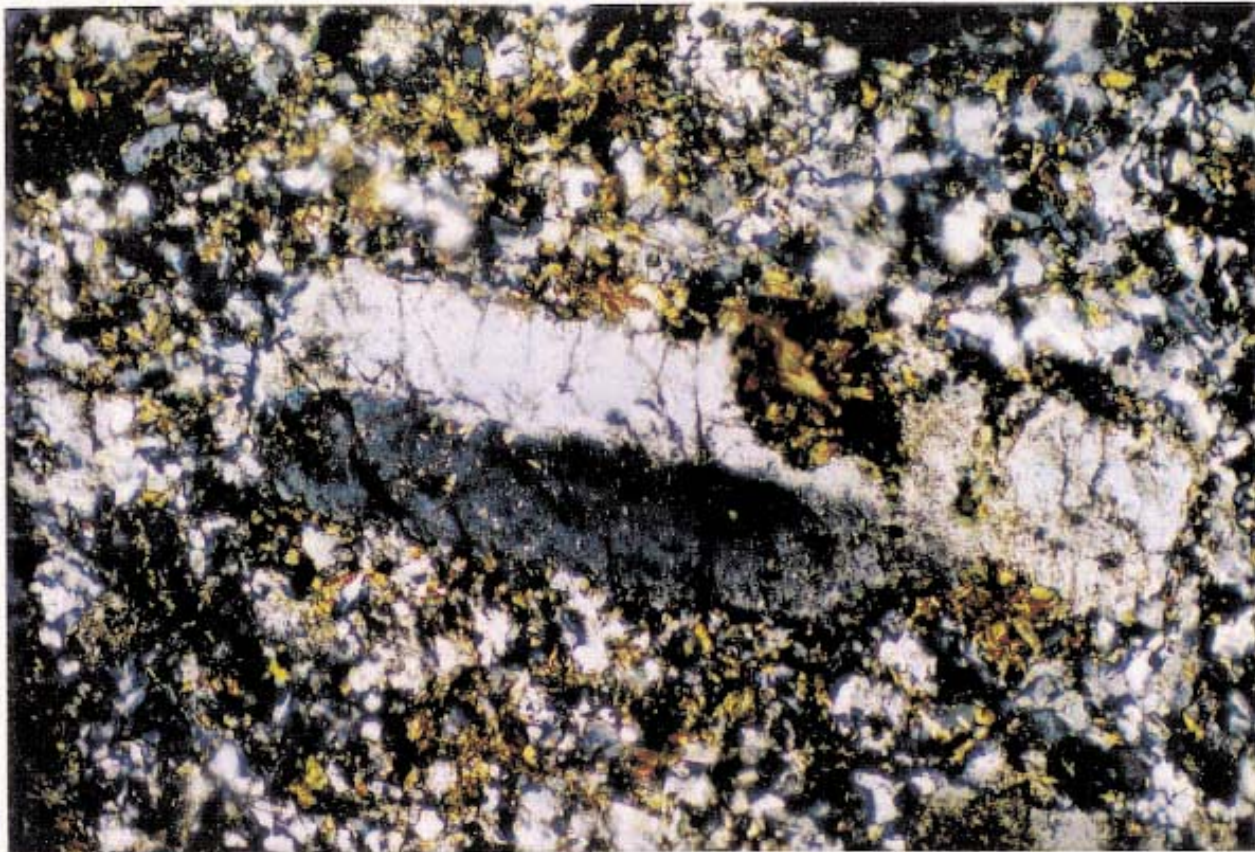


Foto A. MG-13: Microtexturas esferulíticas incluidas en feldespato potásico. *NC x 110.*

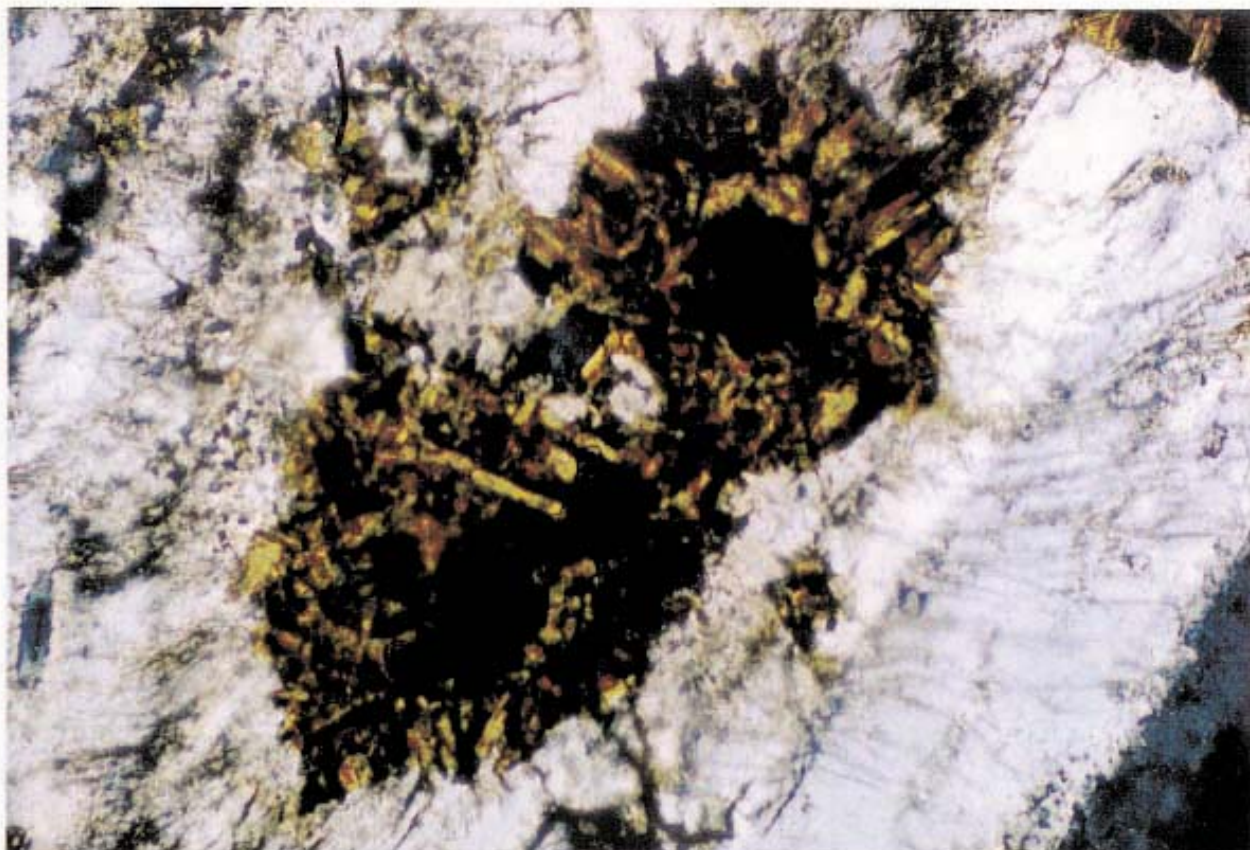


Foto B. MG-13: Detalle de microesferulitos formados por microlitos de biotita y un núcleo de opacos. *NC x 44.*

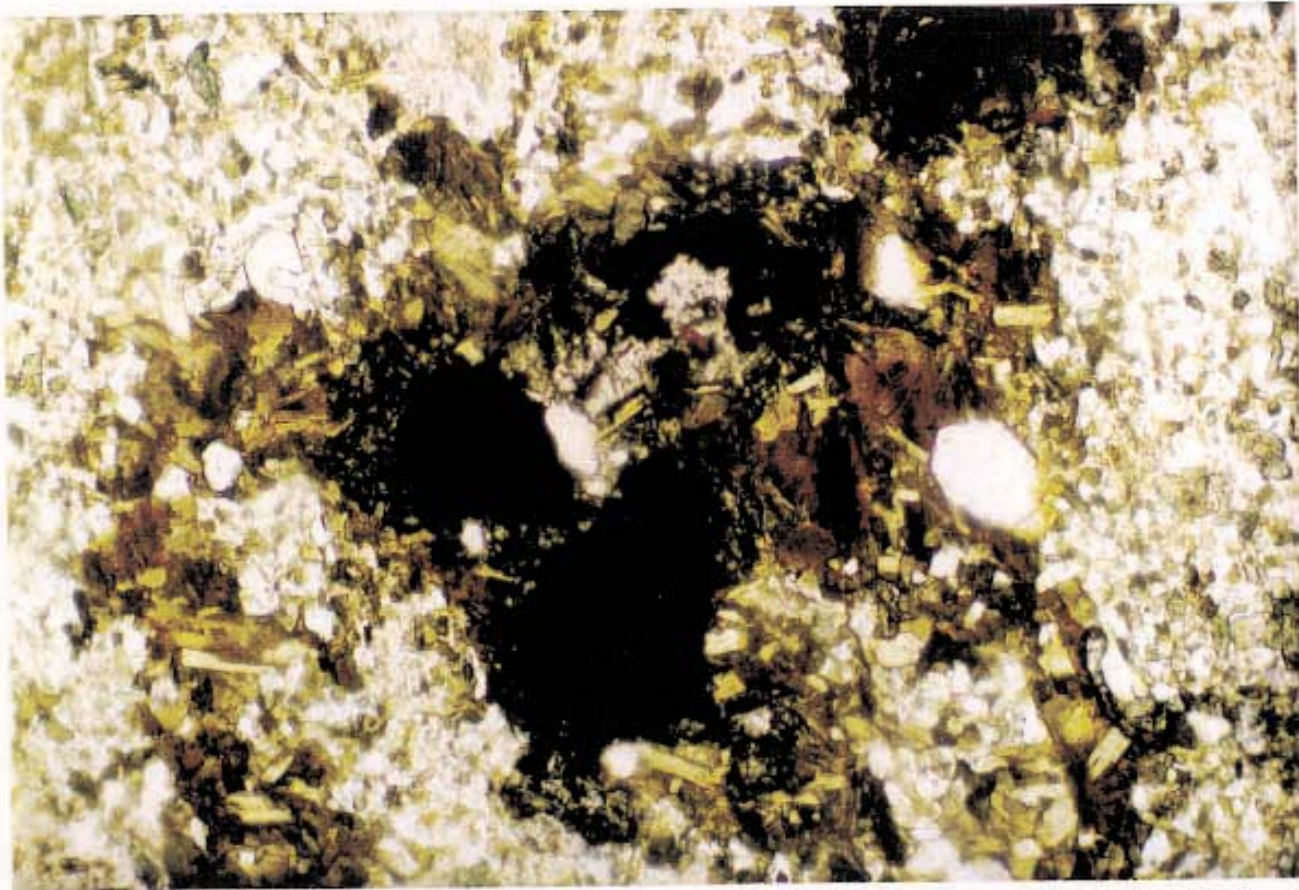


Foto A. MG-13: Glomérulo de opacos y biotita en disposición periférica. Hacia el centro esfena. Apatitos subautomorfos. NP x 110.

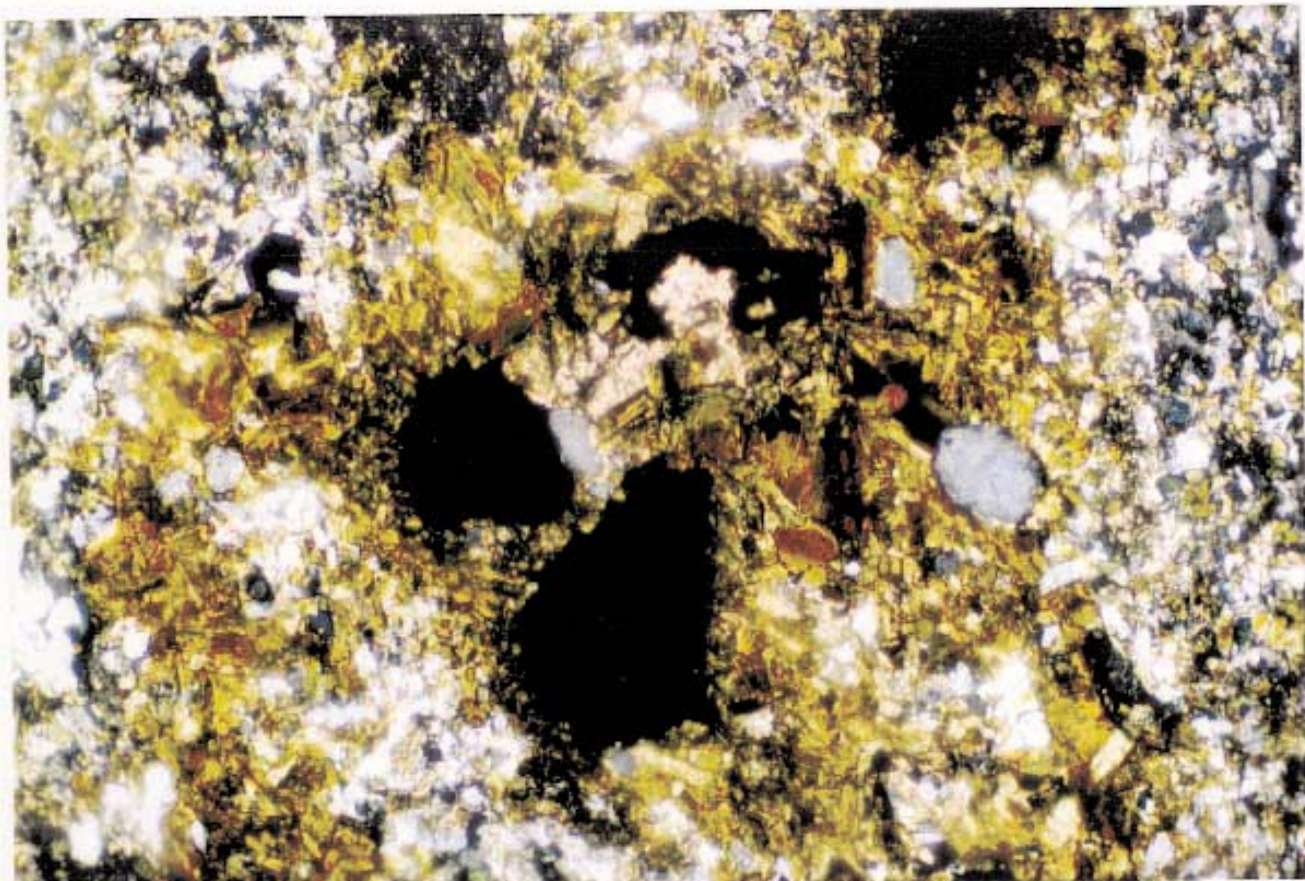


Foto B. MG-13: Igual que la fotografía A, tomada con nícoles cruzados. NC x 110.

5. CARACTERIZACIÓN GEOQUÍMICA

5. CARACTERIZACIÓN GEOQUÍMICA

5.1. RESULTADOS DE ANÁLISIS Y DATOS DERIVADOS

En las tablas 1 a 4 se recogen los resultados de análisis y aquellos parámetros derivados que se consideran de interés para la caracterización geoquímica de las rocas estudiadas.

En las tablas 1 y 2 se recogen los resultados analíticos de elementos mayores y traza incluyendo las tierras raras (REE).

Para el cálculo de la norma C.I.P.W., se han estimado los contenidos en FeO y Fe₂O₃ a partir del hierro total, utilizando el "ratio de oxidación" y el gráfico que lo relaciona con el contenido en SiO₂ y la suma de Na₂O+K₂O, según LE MAITRE (1976). Este método es el sugerido por LE MAITRE *et al.* (1989:27); se trata, en todo caso, de una aproximación teórica, que se realizó por no disponerse de datos analíticos de ambos óxidos.

El cálculo de la norma C.I.P.W. se realizó utilizando el software de BELLIDO (1992) y a partir de los resultados obtenidos, teniendo en cuenta la *no presencia de hiperstena* y sí la de biotita, se calculó la norma equivalente transformando toda la hiperstena a biotita + cuarzo siguiendo la metodología propuesta por BURRI (1964) (Tabla 3).

La Tabla 4 incluye una serie de parámetros derivados, de significación geoquímica y en la Tabla 5 se recogen los parámetros para la clasificación química y mineralógica, siguiendo la metodología de DEBON y LE FORT (1983).

Tabla I: Datos geoquímicos I

	G0	G1	G2			G3		G4		G5		G6
	MG7	MG4	MG3	MG9	MG12	MG5	MG11	MG6	MG8	MG1	MG10	MG2
SiO ₂	66,51	70,58	72,03	73,77	72,81	74,35	73,36	74,89	73,21	72,54	72,93	76,07
TiO ₂	0,63	0,50	0,39	0,21	0,26	0,25	0,27	0,20	0,21	0,29	0,26	0,04
Al ₂ O ₃	16,48	15,76	15,43	15,02	14,94	13,45	14,04	13,00	14,69	14,58	14,26	14,02
Fe ₂ O ₃	4,98	3,54	2,44	1,64	1,89	2,28	2,41	2,15	1,84	2,33	2,35	0,83
MgO	1,79	0,65	0,53	0,25	0,33	0,26	0,34	0,25	0,28	0,40	0,37	0,03
CaO	1,18	0,21	0,49	0,74	0,66	1,01	0,94	0,89	0,96	0,91	0,74	0,32
MnO	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,03
Na ₂ O	2,16	1,01	1,90	2,95	2,46	3,00	3,13	3,13	3,15	2,90	2,89	3,56
K ₂ O	4,22	3,07	4,90	4,22	4,74	4,28	4,28	4,06	4,82	4,52	4,44	3,95
P ₂ O ₅	0,20	0,38	0,13	0,34	0,40	0,11	0,18	0,13	0,21	0,25	0,22	0,20
PPC	1,70	2,10	1,40	1,00	1,10	0,80	1,00	0,70	0,50	1,10	1,10	0,70
TOT	99,90	99,84	99,04	100,17	99,62	99,96	99,99	99,44	103,87	99,86	99,60	99,75
Ba	810	800	440	290	330	360	320	100	350	380	420	100
Be	2	2	3	4	2	5	6	5	6	5	3	11
Co	9	5	4	3	3	5	4	4	3	4	3	3
Cc	190	160	380	150	150	130	140	140	150	140	140	150
Cu	16	27	10	6	6	32	5	9	4	15	6	14
Ga	17	21	25	22	19	18	20	16	19	16	19	25
Nb	12	17	16	12	10	12	15	18	17	16	14	28
Ni	15	8	10	7	8	5	7	6	4	5	4	3
Rb	196	290	316	328	294	317	333	320	306	277	286	359
Sc	12	7,4	4	2,4	3,2	5,5	5,6	5,4	4,2	4,4	4,7	3,9
Sr	141	79	92	68	69	50	66	39	72	82	74	4
Th	13	16	9,2	11	8,2	24	21	24	16	16	18	2,1
V	57	38	23	8	12	14	14	13	11	13	13	2
Y	14	16	8	6	12	23	25	23	12	22	13	2
Zn	76	47	76	56	51	53	53	41	31	44	55	9
Zr	202	269	196	102	121	153	147	144	126	163	150	29
La	37,50	45,7	24,7	19,1	18,3	27,0	27,8	27,2	23,3	31,2	27,4	1,6
Ce	88	110	59	47	44	66	70	74	55	76	68	6
Nd	41	48	26	19	20	26	30	35	23	36	33	7
Sm	8,3	10,0	5,9	4,7	4,8	7,5	7,8	8,6	5,7	8,2	7,3	1,1
Eu	1,30	3,8	0,9	0,5	0,7	0,6	0,6	<0,2	0,6	3,9	0,7	<0,2
Tb	1,20	1,4	<0,5	<0,5	<0,5	1,4	<0,5	1,6	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Yb	3,6	2,8	0,9	0,6	1,1	6,3	4,9	7,0	2,8	2,8	2,9	1,1
Lu	0,57	0,46	0,14	<0,05	0,22	0,91	0,84	1,16	0,44	0,39	0,54	0,15

Tabla 2: Datos geoquímicos II

	G0	G1	G2			G3		G4		G5		G6
	MG7	MG4	MG3	MG9	MG12	MG5	MG11	MG6	MG8	MG1	MG10	MG2
Al (%)	7,85	7,88	7,46	7,08	7,22	6,41	6,65	6,32	6,96	7,13	6,56	6,61
Au (ppb)	<2	<2	6	9	<2	9	<2	<2	9	10	19	20
Ag (ppm)	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,5
As (ppm)	4,1	34,0	8,0	4,1	13	5,4	16	250	2,2	2,2	16	5,9
Bi (ppm)	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0<5	10
Br (ppm)	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Ca (%)	0,82	0,14	0,32	0,49	0,45	0,69	0,62	0,60	0,66	0,63	0,46	0,21
Cs (ppm)	10	29	10	18	11	16	21	28	21	19	17	17
Cd (ppm)	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Cr ₂ O ₃ (%)	0,026	0,024	0,023	0,020	0,021	0,022	0,020	0,020	0,021	0,023	0,020	0,020
Fe (%)	3,28	2,29	1,63	1,16	1,12	1,54	1,57	1,46	1,24	1,40	1,52	0,53
Hf (ppm)	6	9	6	2	2	6	5	5	4	3	3	<1
Hg (ppm)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Ir (ppm)	<5	<5	<5	<5	<5	6	<5	<5	<5	<5	<5	<5
K (%)	3,83	5,01	4,82	4,33	4,43	4,27	4,07	3,85	4,61	4,29	4,21	3,86
Mg (%)	1,01	0,37	0,31	0,19	0,23	0,19	0,24	0,20	0,20	0,27	0,24	0,04
Mo (ppm)	2	4	<1	4	<1	13	12	15	<1	3	6	11
Mn (ppm)	402	349	202	207	267	341	319	364	296	297	300	203
Na (%)	1,76	3,76	1,49	2,35	1,84	2,42	2,50	2,47	2,50	2,22	2,34	2,89
Pb (ppm)	23	32	30	24	27	26	24	30	31	27	27	19
P (%)	0,075	0,161	0,153	0,150	0,175	0,047	0,070	0,052	0,084	0,114	0,104	0,085
Sb (ppm)	0,2	0,4	0,3	0,5	0,3	0,3	0,4	<0,1	0,5	0,2	0,3	0,3
Se (ppm)	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
Sn (%)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Ta (ppm)	<0,5	1,8	<0,5	2,1	1,6	2,1	4,5	3,0	2,1	2,4	1,1	8,0
Ti (%)	0,35	0,27	0,22	0,11	0,14	0,15	0,15	0,13	0,12	0,17	0,15	0,02
U (ppm)	3,1	6,4	5,1	4,4	12	14	13	19	5,4	4,7	8,2	4,4
W (ppm)	9	19	11	10	12	12	13	11	13	14	14	1100

Tabla 4.- Datos derivados II

	Nb+Y	Ta+Yb	K ₂ O+Na ₂ O	K ₂ O/Na ₂ O	K/Na	K/Rb	Ba/Rb	Ba/Sr	Rb/Sr	Rb/30	Tax ³	A	F	M	A/CNK	FEMG	ID
MG-1	38	5,2	7,42	1,56	1,74	135	1,37	4,63	3,38	9,23	7,2	73,1	22,96	3,94	1,25	0,28	88,62
MG-2	30	9,1	7,51	1,11	1,24	91	0,28	25,00	89,75	11,97	24	89,73	9,92	0,36	1,29	0,75	94,12
MG-3	24	1,4	6,8	2,58	2,88	129	1,39	4,78	3,43	10,53	1,5	69,6	24,97	5,42	1,62	0,23	87,08
MG-4	33	4,7	6,08	5,02	5,61	145	2,76	10,13	3,67	9,67	5,4	59,2	34,47	6,33	2,07	0,34	83,74
MG-5	35	8,4	7,41	1,45	1,62	115	1,14	7,20	6,34	10,57	6,3	74,27	22,91	2,61	1,13	0,38	89,91
MG-6	41	10	7,18	1,29	1,45	105	0,31	2,56	8,21	10,67	9	74,95	22,44	2,61	1,13	0,45	90,59
MG-7	26	4,1	6,38	1,95	2,19	179	4,13	5,74	1,39	6,53	1,5	48,52	37,87	13,61	1,54	0,22	-
MG-8	29	4,9	7,97	1,53	1,71	131	1,14	4,86	4,25	10,20	6,3	78,99	18,24	2,78	1,17	0,31	90,06
MG-9	18	2,7	7,17	1,43	1,60	107	0,88	4,26	4,82	10,93	6,3	79,14	18,1	2,76	1,36	0,34	89,69
MG-10	27	4	7,33	1,54	1,72	129	1,47	5,68	3,86	9,53	3,3	72,94	23,38	3,68	1,27	0,37	89,25
MG-11	40	9,4	7,41	1,37	1,53	107	0,96	4,85	5,05	11,10	13,5	72,93	23,72	3,35	1,18	0,39	89,15
MG-12	22	2,7	7,2	1,93	2,15	134	1,12	4,78	4,26	9,80	4,8	76,43	20,06	3,5	1,4	0,31	89,27

A = Na₂O + K₂O; F = Fe₂O₃total; M = MgO
A/CNK = % molecular Al₂O₃ / (CaO + Na₂O + K₂O)
ID = índice de diferenciación de THORNTON & TUTTILF (1960)
FEMG: fracción molar Fe/(Fe+Mg)

Parámetros R1 y R2 (DE LA ROCHE et al., 1980)

	MG1	MG2	MG3	MG4	MG5	MG6	MG7	MG8	MG9	MG10	MG11	MG12
R1 - 4Si - 1((Na+K) - 2(Fe+Ti))	2,675	2,855	2,902	3,050	2,785	2,867	2,528	2,576	2,829	2,723	2,702	2,810
R2 - 6Ca + 2Mg + Al	424	318	393	369	408	383	566	427	403	394	415	395

Tabla 5.- Datos derivados III

	MG-1	MG-2	MG-3	MG-4	MG-5	MG-6	MG-7	MG-8	MG-9	MG-10	MG-11	MG-12
$Q = [Si]/3 - (K + Na + 2Ca)/3]$	202	220	229	249	210	218	196	191	216	209	204	216
$P = [K - (Na + Ca)]$	-14	-37	34	72	-23	-31	-1	-16	-19	-12	-27	10
$A = [Al - (K + Na + 2Ca)]$	64	65	120	161	37	36	122	50	83	65	50	89
$B = (Fe + Mg + Ti)$	43	12	49	67	38	36	115	33	29	42	42	35
$F = [555 - (Q + B)]$	310	323	278	239	307	301	244	331	310	304	309	303
$(Na + K)$	190	199	166	140	191	187	159	204	185	188	192	180
$K/(Na + K)$	0.51	0.42	0.63	0.77	0.49	0.46	0.56	0.50	0.49	0.50	0.47	0.56
$Mg/(Fe + Mg)$	0.26	0.07	0.30	0.27	0.19	0.19	0.42	0.23	0.23	0.24	0.22	0.26
% Peso	36.48%	39.63%	41.22%	44.89%	37.86%	39.34%	35.31%	34.44%	38.93%	37.60%	36.82%	39.00%
	7.70%	2.09%	8.76%	12.03%	6.87%	6.42%	20.70%	5.88%	5.29%	7.55%	7.57%	6.33%
	55.82%	58.28%	50.02%	43.08%	55.28%	54.24%	43.99%	59.68%	55.77%	54.86%	55.62%	54.67%
$Al/(K + Na + 2Ca)$	1.286	1.307	1.653	2.089	1.162	1.164	1.603	1.208	1.393	1.306	1.22	1.438
K/Na	1.028	0.732	1.701	3.311	0.953	0.8533	1.289	1.009	0.944	1.013	0.902	1.271
$(Na + K)/Al$	0.664	0.723	0.547	0.455	0.724	0.734	0.493	0.709	0.628	0.671	0.698	0.615

5.2. CLASIFICACIÓN QUÍMICA-MINERALÓGICA

En la Fig. 3 (página 16) puede verse la clasificación modal (QAP) de las rocas ígneas estudiadas. En una primera aproximación, en base a la división realizada por LAMEYRE y BOWDEN (1982) (en BOWDEN *et al.*, 1984: figura 2), las rocas graníticas postcinemáticas del complejo de Lovios corresponden a términos de las series tonalítica y granodiorítica calco-alcalinas. La discriminación entre rocas postcinemáticas (complejo de Lovios) y sincinemáticas (granitoide inhomogéneo y granitos de dos micas) no se consigue, en este diagrama, para la muestra MG-9.

En el diagrama R1-R2, de divisiones petrográficas de DE LA ROCHE *et al.* (1980) de la Fig. 4, puede verse que las muestras de rocas ígneas estudiadas caen en los campos de monzogranito a sienogranito, con excepción de la muestra MG-4 (granitoide rico en cuarzo, de dos micas, inhomogéneo, de ámbitos migmatíticos conspicuos). La muestra MG-7 corresponde a ortogneises glandulares (ámbito metamórfico).

La representación en el diagrama AFM (Fig. 5) muestra que se trata, en todos los casos, de términos evolucionados de tendencia calco-alcalina.

La representación de las rocas ígneas en el gráfico Q-P (Fig. 6) y su comparación con lo obtenido a partir del estudio microscópico y la clasificación modal en el diagrama triangular QAP, muestra que la mayoría de los monzogranitos (MG-5, MG-8, MG-9 y MG-12) y los sienogranitos (MG-3) caen en el campo de los granitos en el diagrama Q-P con excepción de las muestras MG-6 (monzogranito) y MG-2 (sienogranito-monzogranito) que caen en el campo de las adamellitas; las muestras que en el diagrama QAP se clasifican como granodioritas, caen en el campo de los granitos en el diagrama Q-P (MG-1, MG-10 y MG-11); la muestra MG-4 se clasifica en ambos diagramas como granitoide rico en cuarzo (granitoides percuarzosos en el diagrama Q-P).

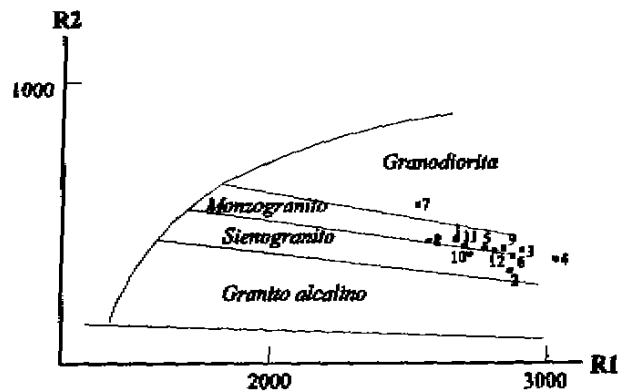


Fig. 4. Representación de las muestras en el diagrama (R1-R2) de divisiones petrográficas de DE LA ROCHE *et al.* (1980).
 $R1 = 4Si - 11(Na + K) - 2(Fe + Ti)$
 $R2 = 6Ca + 2Mg + Al$

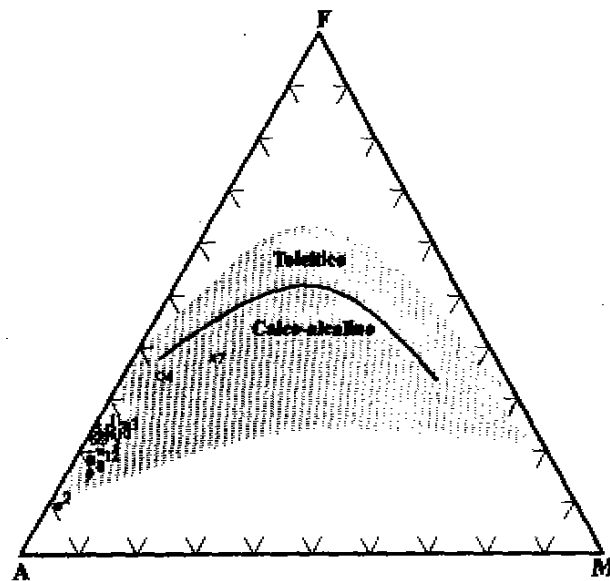


Fig. 5. Diagrama A (Na₂O+K₂O) - F (Fe₂O₃t) - M (MgO).

El carácter peraluminoso de todas las muestras estudiadas queda puesto de manifiesto por la existencia de corindón normativo, sin hiperstena y con biotita (Tabla-3) y el índice A/CNK (Fig. 9).

Con objeto de definir tal carácter aluminoso, se ha representando el parámetro A versus el B en el diagrama de la Fig. 7 (DEBON y LE FORT, 1983). Se observa que todas las rocas se sitúan en el dominio peraluminoso $Al > (K+Na+2Ca)$.

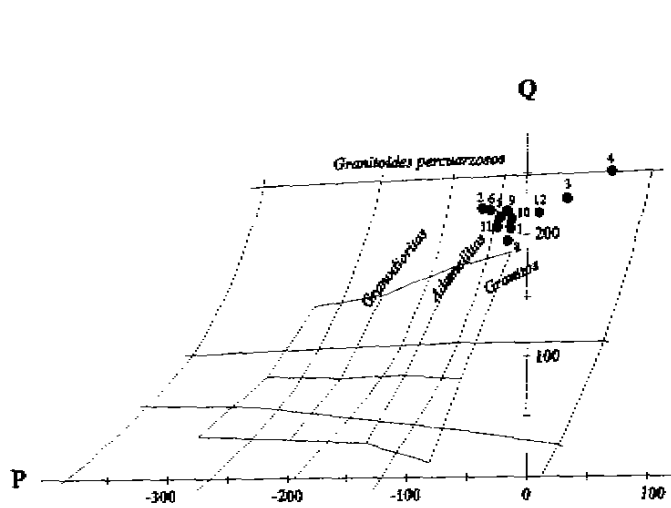


Fig. 6. Representación en el diagrama P-Q (DEBON y LE FORT, 1983).
 $P = K - (Na+Ca)$
 $Q = Si/3 - (K+Na+2Ca/3)$

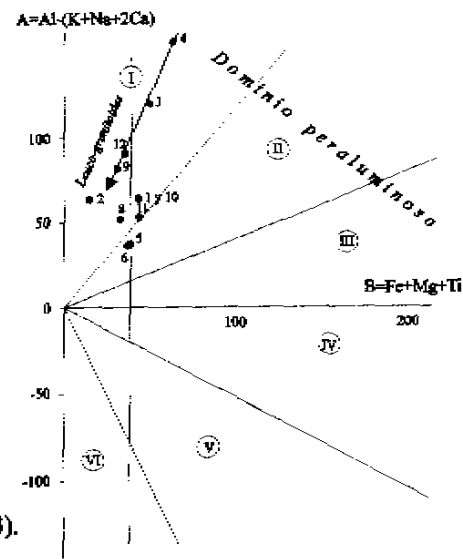


Fig. 7. Representación en el diagrama A-B de (DEBON y LE FORT, 1983).

Todas las muestras caen en el campo I (moscovita > biotita) con excepción de las MG-5 y MG-6 que lo hacen en el campo II (biotita > moscovita). El hecho de que se sitúen en el campo I las muestras de granodioritas (QAP) con muy ligero predominio de biotita sobre moscovita (según las estimaciones de volúmenes realizadas al microscopio), quizás tenga que ver con procesos de alteración de biotitas y, sobre todo, de feldespatos (sericitizaciones-moscovitizaciones), lo que incrementaría el valor del parámetro A. Ese mismo hecho podría explicar la situación de las granodioritas clasificadas según QAP en el campo de los granitos en el diagrama Q-P.

Las proporciones entre cuarzo (Q), minerales oscuros (B) y feldespatos (+ moscovita) (F) (ver la Tabla 5) se han comparado con esos mismos parámetros obtenidos a partir de las composiciones entregadas por DEBON y LE FORT (1983) como modelo de referencia.

Las rocas que se clasifican como adamellititas MG-2 y MG-6, aún siendo las dos leucogranitoides, presentan contenidos más bajos en minerales oscuros y en feldespatos (+ moscovita), y más altos en cuarzo que el modelo de referencia. El resto de las rocas (con excepción de la MG-4, granitoide percuarzoso), presentan mayor contenido en minerales

oscuros que el modelo de referencia lo que hay que referirlo a la presencia de biotita y a pocos minerales opacos (cf. el apartado 3.2); se trata por tanto de granitos más ricos en cuarzo y biotita y más pobres en feldespatos (+ moscovita) que el modelo de referencia.

En base a la relación $Mg/(Fe+Mg)$, los granitos son muy poco ferríferos excepto MG-5 que lo es algo más y MG-3 que es muy poco magnésiano; las adamellititas tienen carácter ferrífero.

Siguiendo los puntos propuestos por DEBON y LE FORT (*op. cit.*) para definir una roca química y mineralógicamente, se realizaron las clasificaciones que se incluyen a continuación.

Unidad cartográfica G1

MG-4: Granitoide percuarzoso, mesocrático.

Unidad cartográfica G2

MG-3: Granito peraluminoso (I), rico en cuarzo y en minerales oscuros (subleucocrático), pero pobre en feldespatos y en álcalis (defecto de Na), con carácter ligeramente magnésiano, pobre en Co y Sr, rico en Cr y Rb, poco rico en Ba y normal en V, Cu y Ni.

MG-9: Granito peraluminoso (I), rico en cuarzo, pero pobre en minerales oscuros (leucocrático), feldespatos y álcalis (defecto de Na), con carácter ligeramente ferrífero, pobre en Ba, Co, Sr y V, rico en Cr y Rb y normal en Cu y Ni.

MG-12: Granito peraluminoso (I), rico en cuarzo y en minerales oscuros (leucocrático), pero pobre en feldespatos y en álcalis, con carácter ligeramente ferrífero, pobre en Ba, Co, Sr y V, rico en Cr y Rb y normal en Cu y Ni.

Unidad cartográfica G3

MG-5: Granito peraluminoso (II), rico en cuarzo y en minerales oscuros (leucocrático) y pobre en feldespatos y en álcalis (defecto de Na), con carácter ferrífero, pobre en Ba, Co, Sr y V, rico en Cr, Cu y Rb y normal en Ni.

MG-11: Granito peraluminoso (I), rico en cuarzo y en minerales oscuros (subleucocrático), pero pobre en feldespatos y en álcalis (defecto de Na), con carácter ferrífero, pobre en Ba, Co, Sr y V, rico en Cr y Rb y normal en Cu y Ni.

Unidad cartográfica G4

MG-6: Adamellita peraluminosa (II), rica en cuarzo, pero pobre en minerales opacos (leucocrática), en feldespatos y en álcalis, con carácter ferrífero, pobre en Ba, Co, Sr y V, rico en Cr y Rb y normal en Cu y Ni.

MG-8: Granito peraluminoso (I), rico en cuarzo y en minerales opacos (leucocrático), pero pobre en feldespatos y en álcalis, con carácter ferrífero, pobre en Ba, Co, Sr y V, rico en Cr y Rb y normal en Cu y Ni.

Unidad cartográfica G5

MG-1: Granito peraluminoso (I), rico en cuarzo y en minerales oscuros (subleucocrático), pero pobre en feldespatos y en álcalis, con carácter ferrífero, pobre en Ba, Co, Sr y V, rico en Cr, Cu y Rb y normal en Ni.

MG-10: Granito peraluminoso (I), rico en cuarzo y en minerales opacos (subleucocrático), pero pobre en feldespatos y en álcalis, con carácter ferrífero, pobre en Ba, Co, Sr y V, rico en Cr y Rb y normal en Cu y Ni.

Unidad cartográfica G6

MG-2: Adamellita peraluminosa (I), rica en cuarzo y pobre en minerales oscuros (leucocrática), feldespatos y álcalis (defecto de Na), con carácter *marcadamente ferrífero*, pobre en Ba, Co, Ni, Sr y V y rica en Cr, Cu y Rb. Es especialmente rica en W.

5.3. ASOCIACIONES MAGMÁTICAS

En la Fig. 7 se ha indicado una asociación aluminosa, rica en cuarzo, constituida por las muestras MG-4 (G-1: granitoide inhomogéneo), MG-3, MG-12 y MG-9 (G2: granitos de dos micas), potásica [$K/(Na+K) > 0,50$], con tendencia mesocrática a leucocrática, disminución del Q al aumentar el ratio $K/(Na+K)$, con un índice de alúmina muy alto, moscovita predominando sobre biotita y con pendiente positiva.

El resto de las muestras, granitoides postcinemáticos que pertenecen al borde noreste del complejo de Lovios, no presentan una tendencia clara y corresponden a una asociación aluminosa, con términos subleucocráticos a leucocráticos, potásicos y sódico-potásicos (y sódicos, aplita MG-2) y moderadamente a altamente aluminosos (la aplita MG-2 es muy altamente aluminosa). Si se estudia la relación $Q-K/(Na+K)$ se observa que, desde los términos menos leucocráticos (MG-1, MG-10, MG-11) a los más leucocráticos (MG-8 y MG-2), es poco significativa la variación de Q (Tablas 5).

5.4. OTRAS CARACTERÍSTICAS GEOQUÍMICAS

Se realizó una representación de los datos químicos en diagramas de variación de tipo HARKER y la variación de distintas relaciones de interés *versus* el contenido en SiO₂ (Fig. 8 y Fig. 9).

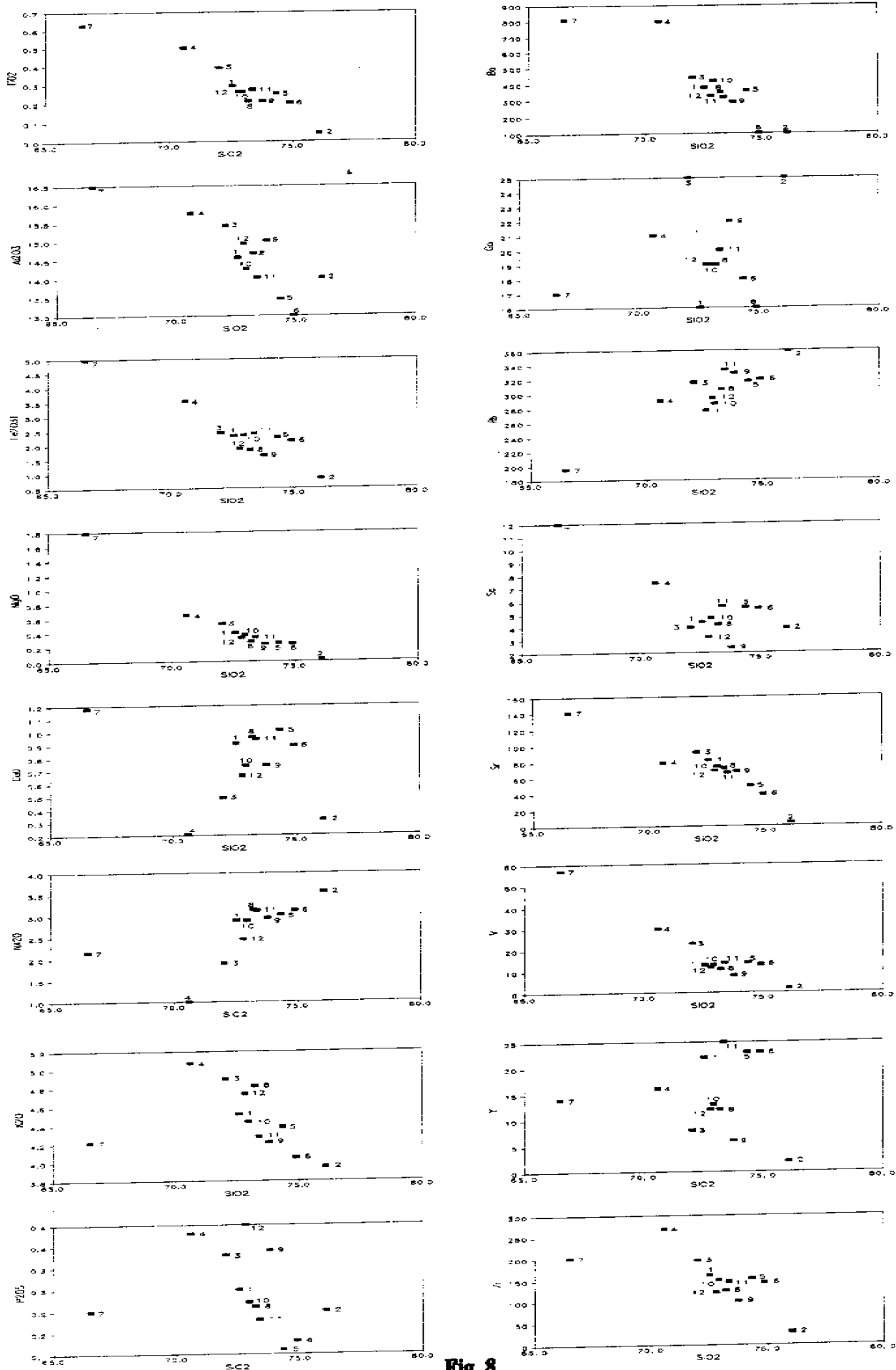


Fig. 8

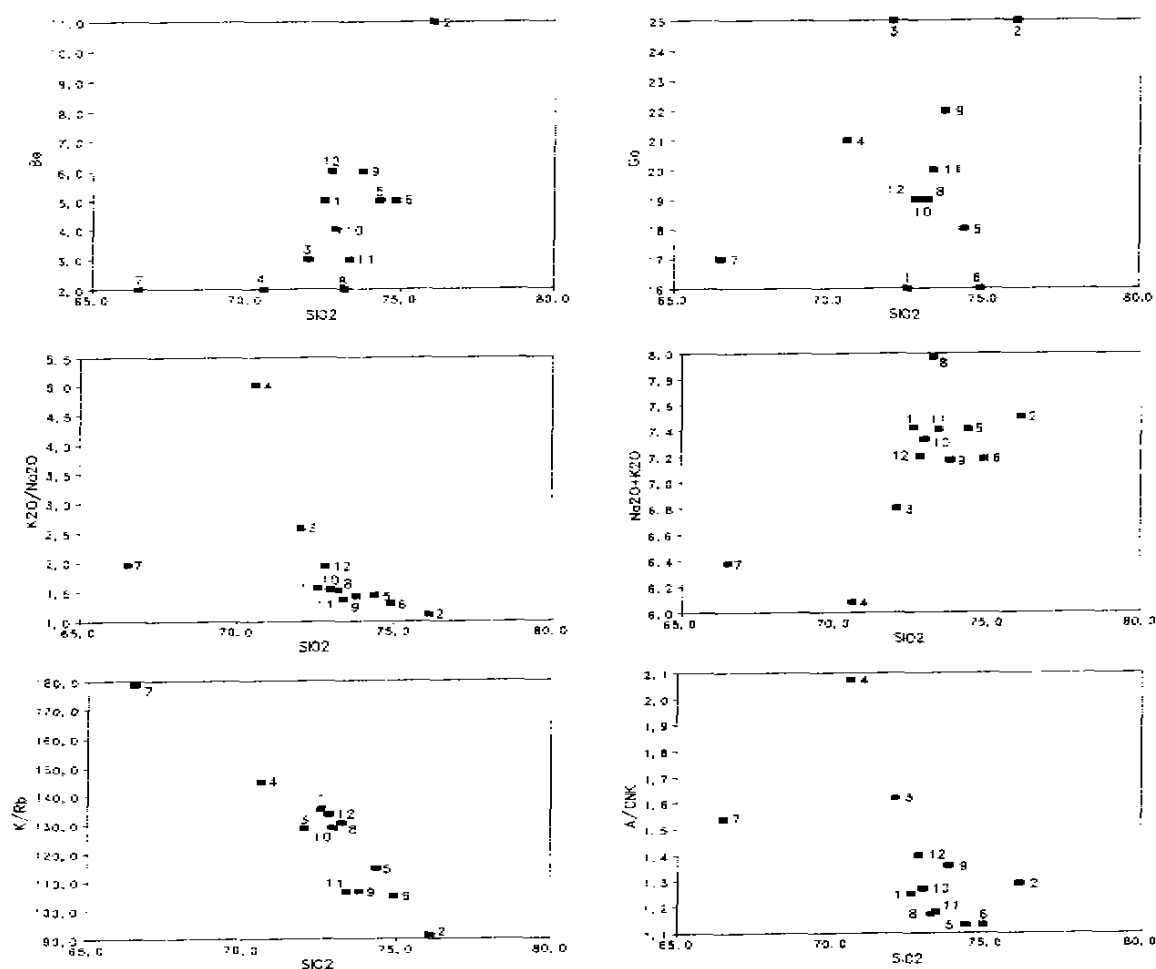


Fig. 9

Con respecto a los granitoides sincinemáticos (litotipos G1 y G2 íntimamente relacionados entre ellos y con áreas migmatíticas conspicuas), hay que señalar que al aumentar el contenido en SiO₂ disminuyen los contenidos en TiO₂, Fe₂O₃total, MgO, K₂O y los contenidos en los elementos traza Ba, Sc, V y Zr; así como las relaciones A/CNK, K/Rb y K₂O/Na₂O.

Por el contrario, aumentan los contenidos en CaO, Na₂O, Na₂O+K₂O y Be.

El resto de los elementos tienen una distribución más irregular o menos clara (p.ej. aumento del contenido en Rb al aumentar el de SiO₂).

En el diagrama SiO₂-P₂O₅ (Fig. 8) se produce cierta discriminación entre los granitos sincinemáticos (contenidos más altos en P₂O₅) de las rocas que se relacionan directamente con el complejo de Lovios (granitoides postcinemáticos).

Los granitos de dos micas (Fig. 10 y Fig. 11) muestran una anomalía negativa en Eu y tierras raras pesadas (el granitoide percuarzoso tiene contenidos más altos en REE y próximos a los de los ortogneises glandulares de la muestra MG-7). Se observa, que a medida que las muestras son más diferenciadas (MG-4, MG-3 hasta MG-12 y MG-9) los contenidos en REE son menores.

Las rocas del complejo de Lovios, que varían en un estrecho rango de SiO_2 , no muestran tendencias claras, incluso si se comparan los términos menos diferenciados de la facies porfídica (G5) con las facies comunes de grano grueso (con megacristales) y medio y con los términos más evolucionados, (cf. los valores del índice de diferenciación ID en la Tabla 4), como la aplita MG-2 (Fig. 8 y Fig. 9). En relación con el aumento en SiO_2 , se observa cierta tendencia a aumentar el Na_2O y a disminuir el K_2O y el Sr. El Rb se comporta como incompatible, el Ga y el Be presentan una incompatibilidad más irregular; el resto de los elementos traza representados se muestran como compatibles. Los más bajos contenidos en todos los elementos los tiene, en general, la muestra MG-2 (aplita) con excepción de sus contenidos en Na_2O , Rb, Ga y Be que son más altos (incompatibilidad de estos elementos)

BEA *et al.* (1987) y BARRERA *et al.* (1989) entregan 11 análisis de rocas del complejo de Lovios en su zona Norte (sin incluir pórfidos granodioríticos). Corresponden a leucogranitos potásicos moderadamente aluminosos, y los incluye en la tipología granítica S. La situación en los diagramas AFM (Fig. 5), $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}-\text{CaO}$ (Fig. 12) de las muestras analizadas aquí es similar a la de las muestras referidas; con respecto a su ubicación en el diagrama Ba-Rb-Sr (Fig. 13) se observan más bajas relaciones Ba/Rb para las muestras aquí

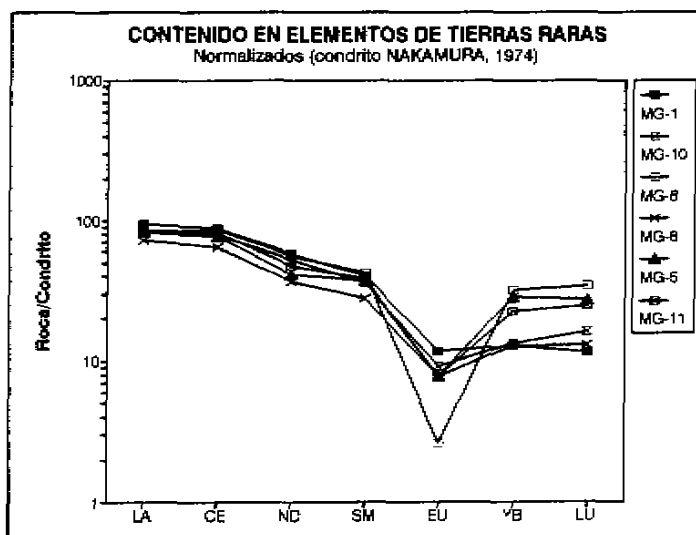


Fig. 10

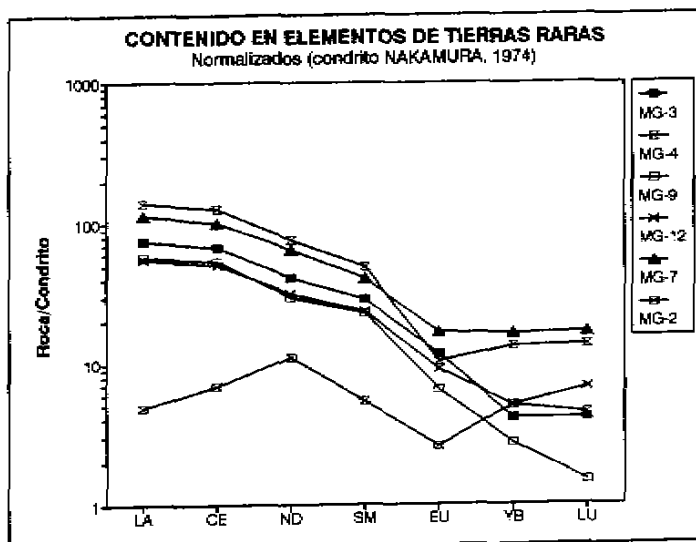


Fig. 11

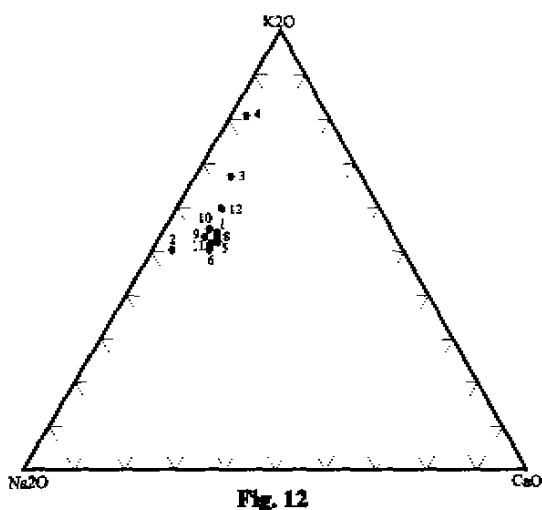


Fig. 12

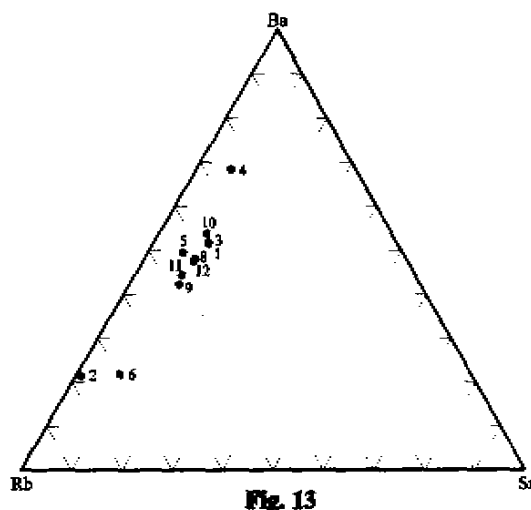


Fig. 13

estudiadas, siendo MG-6 y MG-2 las que tienen mucho mayor contenido en Rb, lo que es congruente con la mayor diferenciación de MG-2 (aplita), pero no en el caso de MG-6 que corresponde a una facies común del complejo.

De la comparación pormenorizada (ver la Tabla 4 y cf. BARRERA *et al.*, *op. cit.*:154) con el quimismo de la facies común con megacrístales (MG-5 y MG-11) se deduce una tendencia a mayor contenido en Ba y Rb y menor en Sr con resultado en mayores ratios K_2O/Na_2O , Ba/Sr y Rb/Sr y menor o similar K/Rb y Ba/Rb . Con respecto a la facies sin megacrístales, el contenido en Rb es más alto y son más bajos los de Ba y Sr, con ratios menores a similares excepto el de Rb/Sr que es más mayor. Estas características son consistentes con lo señalado en BEA *et al.* (*op. cit.*) en relación con un mayor contenido en Rb hacia el norte en el complejo de Lovios.

La comparación entre ambas facies comunes no muestra diferencias significativas. Las muestras de pórfidos granodioríticos (G5), presentan mayor contenido en Ba y menor en Rb que las facies anteriores y deben corresponder a términos menos diferenciados. En el diagrama que relaciona A/CNK (Fig. 9), se observa una buena discriminación de las distintas facies cartografiadas, disminuyendo dicha relación desde los pórfidos granodioríticos (G5) hasta la facies de grano medio (G4) pasando por la de megacrístales (G3).

Los diagramas de tierras raras (Fig. 10 y Fig. 11) muestran una anomalía negativa en Eu para las muestras del complejo de Lovios, mucho más acusada en la muestra MG-6 siendo más rica en tierras raras pesadas. Queda bien diferenciada la aplita con contenidos mucho más bajos en tierras raras, anomalía positiva en Nd y negativa en Eu.

5.5. AMBIENTE TECTÓNICO-MAGMÁTICO

Si se compara la situación de las muestras estudiadas en el diagrama QAP y la figura 2 de BOWDEN *et al.* (1984:4) todas las rocas estudiadas del complejo de Lovios,

postcinemáticas, se sitúan en la zona de "granitos crustales", y en la figura 9, del trabajo citado, esas mismas muestras, corresponderían a granitos de tipo I, mientras que las de granitoides sincinemáticos corresponderían a granitos del tipo A (COLLINS *et al.*, 1982) (MG-3) y del tipo S (MG-12) quedando en el campo de granitos del tipo I la muestra MG-9.

Según la propuesta de DIDIER *et al.* (1982) los granitos sincinemáticos (G1 y G2) pueden ser considerados como del subtipo CS (crustales originados por anatexis de rocas sedimentarias).

Como ya se indicó, BEA *et al.* (*op. cit.*), asignan los granitoides del complejo de Lovios a granitos leucocráticos de tipo S.

Si se comparan las características de las rocas ígneas estudiadas con las dadas por PITCHER (1982:21), las dos asociaciones pueden ser consideradas como granitos con características de tipo S, constituidos por granitos (monzogranitos) leucocráticos, con predominio de biotita, y con moscovita. La presencia de ilmenita?, monacita y granate ha sido constatada en algunas muestras. En las rocas sincinemáticas son frecuentes los xenolitos metasedimentarios, y es clara la relación de los granitos de dos micas con migmatitas. Se trata de un plutonismo en relación con procesos de colisión continental herciniana y con mineralizaciones de Sn y W, tanto en greisens como en filones.

Los diagramas incluidos hasta aquí (QAP, AFM) no discriminan entre las dos asociaciones señaladas con relación al ambiente tectónico-magmático. Con este fin se incluyen los gráficos de elementos traza (Fig. 14 y Fig. 15) y los Y+Nb vs. Rb (Fig. 16) y Yb+Ta vs. Rb (Fig. 17) (PEARCE *et al.*, 1984), el

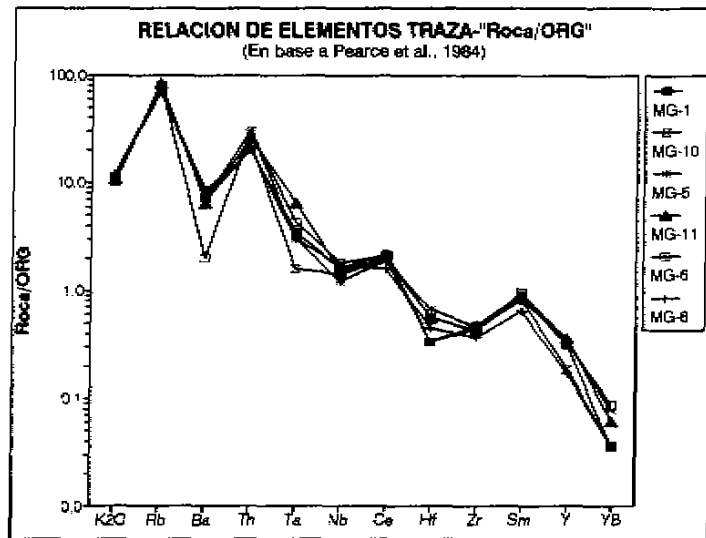


Fig. 14

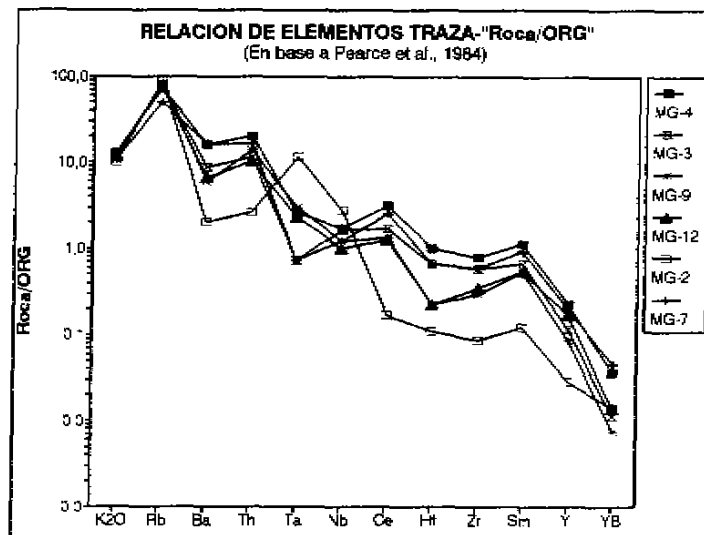


Fig. 15

diagrama R1-R2 de BATCHELOR y BOWDEN (1985) (Fig. 18), así como el diagrama de HARRIS *et al.* (1986) (en UGIDOS, 1987 b) (Fig. 19) y el que representa la variación de K_2O con el Na_2O (Fig. 20).

La importante desviación de la horizontal de los patrones obtenidos en las figuras 14 y 15, indican una historia genética poco simple para las muestras estudiadas, y que pueden asignarse, en principio, a granitoides sin-colisionales y/o post-colisionales.

Los granitoides del complejo de Lovios, postcinemáticos, muestran patrones (Fig. 14) muy similares con excepción de la muestra MG-2 (Fig. 15), que presenta un alto contenido en Rb y Ta — una de las posibilidades para este enriquecimiento es la acción de volátiles, según PEARCE, *et al.* (*op. cit.*) — y más bajos en Ce, Hf, Zr, Sm, Y e Yb. La muestra de granitoide inhomogéneo (G1) y las de granitos de dos micas (G2) presentan contenidos más altos en Ce, Hf y Zr que los granitoides del complejo de Lovios.

En los gráficos de las Fig. 16 y Fig. 17 se representan las variaciones de Rb en relación con las sumas Y+Nb y Yb+Ta. La mayoría de las muestras caen en el campo de los granitoides sin-colisionales, aunque algunas muestras de granitoides posttectónicos (Fig. 17), lo hacen en el límite con granitos intraplaca (OLIVER, *et al.*, 1983 en PEARCE, *et al.*, *op. cit.*), señalan casos en que los granitos post-colisionales tienden a situarse en este diagrama en posiciones similares a las que tienen aquí). La falta de discriminación entre sin y post-colisionales y el carácter o no anatéctico fue puesto de manifiesto por los autores. Los altos contenidos en Rb, bajos ratios en K/Rb y anomalías negativas de Eu son típicos de los granitos que caen en este campo sin-COLG.

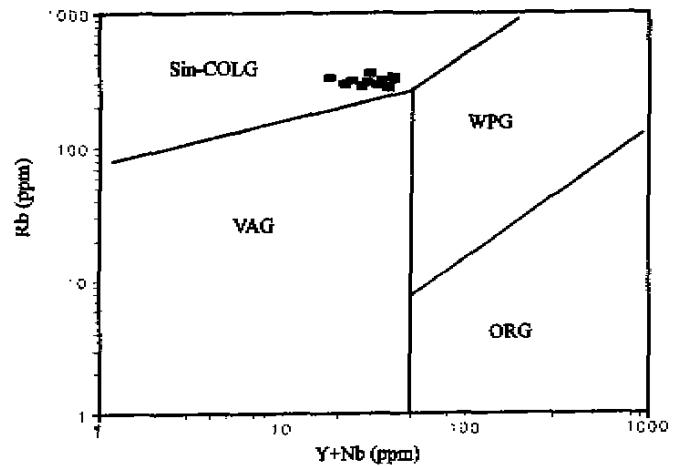


Fig. 16. Diagrama Rb vs. (Y+Nb) según PEARCE *et al.* (1984).

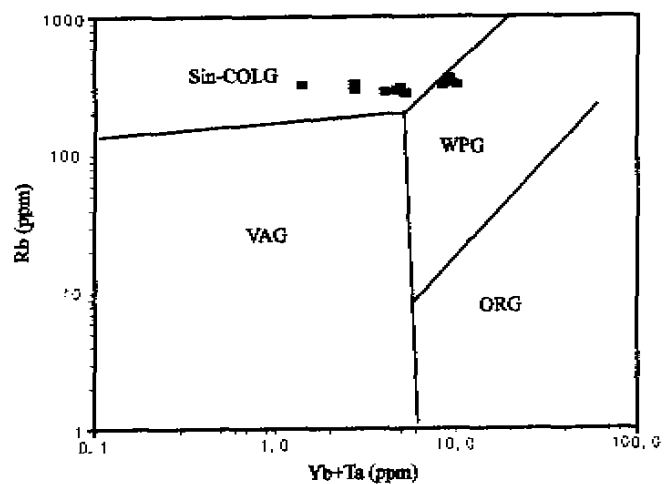


Fig. 17. Diagrama Rb vs. Yb+Ta según PEARCE *et al.* (1984).

Leyenda:

Sin-COLG=Granitos sin-colisión

WPG=Granitos intraplaca

ORG=Granitos de dorsal oceánica

VAG=Granitos de arco volcánico.

El enriquecimiento en Rb es típico de granitos sin-colisionales, y se imputa a la acción de volátiles durante su génesis (PEARCE, *et al.*, *op. cit.*). También, la alteración de feldespatos por la acción de fluidos ricos en álcalis, puede ser la causa de un aparente enriquecimiento en Rb, Y y Nb (PEARCE, *et al.*, *op. cit.*). Estos autores indican que la posición en el campo sin-colisional de granitos postectónicos podría ser explicada por procesos de asimilación de corteza continental.

En el diagrama R1-R2 de BATCHELOR y BOWDEN (*op. cit.*) (Fig. 18) las muestras se sitúan en el campo 6, correspondiente al ámbito tectono-magmático de granitos sin-colisión (magmatismo tardio-oro-genético) de tipo S (CHAPPELL y WHITE, 1974) y granitos anatécnicos corticales.

Surge una inconsistencia (ya indicada por UGIDOS, 1987 b, para otros granitoides hercínicos del Macizo Ibérico) con los datos de campo y

regionales ya que la asociación del complejo de Lovios no corresponde a granitos sin-oro-genéticos ni anatécnicos, sino que tienen un claro carácter intrusivo postectónico. La indicada convergencia hacia este campo 6 fue señalada por BATCHELOR y BOWDEN (*op. cit.*) y UGIDOS (*op. cit.* y 1987 a) y explicada por los primeros como producto de procesos de asimilación magmática. Así, la proximidad de los granitos biotíticos del complejo de Lovios, con granitos anatécnicos (asociación aluminosa de granitos de dos micas íntimamente relacionados con granitoides migmatíticos), los altos contenidos en Rb y las bajas relaciones de K/Rb tendrían que ver con esos procesos de asimilación cortical.

Las Fig. 16 a 18, así como el contexto geológico y la mineralogía presente permite descartar ámbitos tales como VA (arcos volcánicos) y WP (intraplaca). Con objeto de buscar una posible discriminación entre los granitoides sin y postcinemáticos, se representaron las muestras en el diagrama triangular de HARRIS *et al.* (*op. cit.*).

En este diagrama se produce cierta discriminación entre granitoides considerados sin-tectónicos y anatécnicos (inhomogéneos y de dos micas relacionados y con abundantes enclaves metasedimentarios) con los post-oro-genéticos no anatécnicos del complejo de Lovios, excepto para la muestra MG-10 de pórfido granodiorítico. Los términos menos diferenciados entre los primeros se sitúan en el campo composicional VA (desechable es este caso) y los

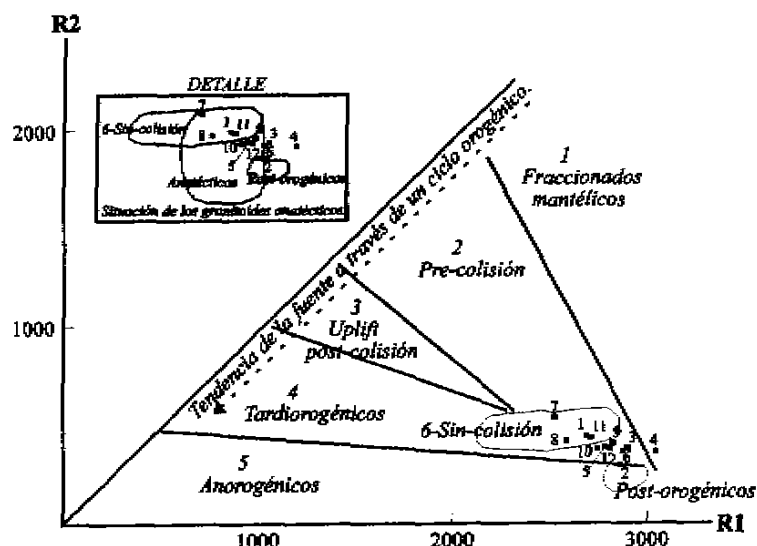


Fig. 18. Representación de las muestras en el diagrama (R1-R2) de asociaciones de granitoides de BATCHELOR y BOWDEN (1985).
 $R1 = 4Si - 11(Na + K) - 2(Fe + Ti)$
 $R2 = 6Ca + 2Mg + Al$

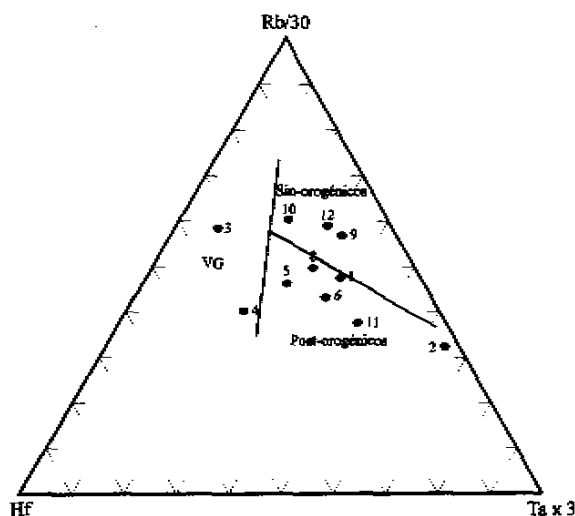


Fig. 19. Representación de las muestras en el diagrama de HARRIS et al. (1986).

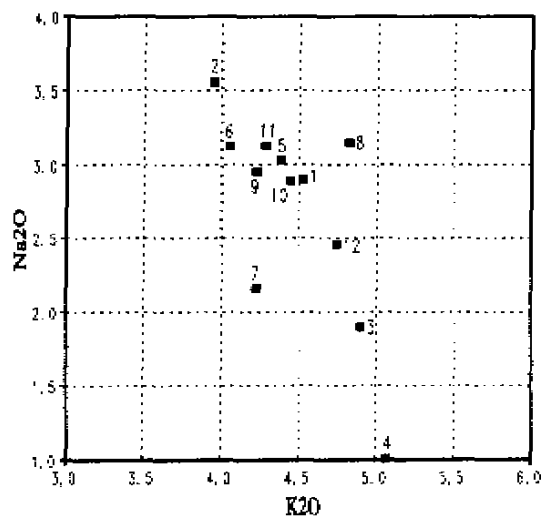


Fig. 20. Diagrama Na₂O vs. K₂O.

más diferenciados, MG-12 y MG-9, quedan discriminados de los granitoides del complejo de Lovios.

Así pues, los granitoides sincinemáticos con carácter anatéctico claro quedan bien ubicados en los diagramas de ambientes tectónico-magmáticos de PEARCE *et al.* (*op. cit.*) y de BATCHELOR et BOWDEN (*op. cit.*), mientras que los granitoides del complejo de Lovios, con carácter intrusivo y postcinemático, quedan en cierta medida discriminados en el diagrama de HARRIS *et al.* (*op. cit.*) y su carácter aparentemente S (alto Rb y bajo K/Rb y anomalía negativa de Eu) habría que explicarlo, siguiendo a BATCHELOR y BOWDEN (*op. cit.*) y UGIDOS (1987 a y 1987 b), como debido a "procesos de asimilación y/o composición híbrida de los magmas graníticos" y a medida que se tienen términos más diferenciados se sugiere la intervención de fluidos ricos en Rb (PEARCE *et al.*, *op. cit.* y UGIDOS, *op. cit.*).

Por último, en la Tabla 6 se resumen las características químicas y mineralógicas más significativas.

Si comparamos los valores de esta tabla con los dados por ORTEGA *et al.* (1994:322, Tabla II y la tabla I de BOWDEN *et al.*, 1984:2), se observa que la facies G1 está más próxima a los granitos de tipo S (DIDIER *et al.*, *op. cit.*), pero es más pobre en CaO, no se ha encontrado cordierita, presenta mayor relación K₂O/Na₂O y es muy moscovítico y con poca biotita, por tanto, presenta características químicas y mineralógicas intermedias entre los granitos de tipo S y los de tipo C subtipo CS (DIDIER *et al.*, *op. cit.*).

El resto de los granitoides tienen características más próximas a dichos granitos CS y se sitúan en el diagrama Na_2O vs. K_2O en la zona intermedia entre los granitos de tipo S y los leucogranitos hercínicos (cf. la figura 2 de ORTEGA *et al.*, 1994:323).

TABLA 6. Resumen de las características químicas y mineralógicas de las facies estudiadas.

	G1	G2	G3	G4	G5	G6
N	1	3	2	2	2	1
SiO_2	70,58	72,87	73,86	74,05	72,74	76,07
A/CNK	2,07	1,40-1,62	1,13-1,18	1,13-1,17	1,25-1,27	1,13
Na_2O	1,01	2,44	3,08	3,14	2,90	3,56
K_2O	5,7	4,62	4,33	4,44	4,48	3,95
CaO	0,21	0,63	0,98	0,93	0,83	0,32
FMMT	6,01	2,68	2,95	2,51	3,04	0,93
$\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$	5,02	1,98	1,41	1,41	1,55	1,11
W						1.100 ppm
B(min. oscuros) DEBON y LE FORT (1983)	12,03%	5,29%-8,76%	6,87%-7,57%	5,88%-6,42%	7,55%-7,70%	6,42%
Biotita	2%	4%-7%	4%-6%	6%-7%	4%-7%	—
Moscovita	18%	5%-15%	—	0%-2%	3%-6%	10%
Plagioclasa	Con zonados continuos normales, discontinuos normales y oscilatorios: calco-alcalina					
Feld. potásico		fenoclastos Pocos megacr.	megacristales	megacristales escasos		
Accesorios	En todas las facies: apatito y circon.				monacita	¿monacita?
	Rutilo	Granate, rutilo sillimanita				
Mineralización	W-Sn-As-Au		W-Sn-Mo	W-Sn-Mo	W-Sn-Ti	W-Sn-Mo
Enclaves	Xenolitos metasedimen.	Xenolitos metasedimen.	Restitas mic. xenolitos del encajate. Enclaves Microgran.	Restitas mic. escolitos del encajate. Enclaves Microgran.	Restitas mic. xenolitos del encajate. Enclaves Microgran.	—

A/CNK = $\frac{\text{Si}}{\text{molecular: Al}_2\text{O}_3/(\text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})}$
 FMMT = $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + \text{MnO} + \text{TiO}_2$

5.6. ASPECTOS METALOGENÉTICOS

Desde el punto de vista metalogénético, para ambas asociaciones, se trata de términos evolucionados, con cierta actividad de volátiles (enriquecimiento general en Rb) durante su génesis y enriquecimientos en W en los términos más diferenciados (tanto en la aplita aquí

estudiada, como en filones de cuarzo y cuarzo-pegmatita que han sido explotados por su contenido en minerales de wolframio y estaño). COTTARD (1979) señala que las mineralizaciones relacionadas con el complejo de Lovios son, fundamentalmente, de los elementos W-Sn-Mo-Bi. En relación con la facies G5 (pórfidos granodioríticos) la mineralización, puesta de manifiesto por el estudio mineralométrico de una muestra de esta facies, es de Ti-Sn-W (FERRERO, 1994).

Con referencia a los 5 tipos principales de granitoides diferenciados por TAUSON y KOZLOV (1973) y en base a las relaciones K/Na, K/Rb y Ba/Rb (Tabla 4), se trata en todos los casos de granitos del "tipo estaño" (leucogranitos plumasíticos), lo que es congruente con el tipo de mineralización señalada.

6. CONCLUSIONES

Un evento metamórfico, de grado medio a alto (sillimanita + feldespato potásico), se produjo coetáneamente con una deformación principal que, al menos localmente, tuvo un carácter rotacional. Un segundo episodio de deformación plegó la foliación metamórfica preexistente. Con referencia a la geología regional (BARRERA *et al.*, 1989), se corresponderían con las deformaciones de 2ª y 3ª fases hercínicas para esta zona, cuyo registro puede ser observado en los ortogneises glandulares (G0).

Desde el punto de vista petrográfico los granitoides inhomogéneos (G1) responden a características esencialmente migmatíticas relacionándose, a todas las escalas, con abundantes enclaves de materiales metamórficos, tanto de carácter ígneo (ortogneises glandulares) como metasedimentario (esquistos micáceos, paragneises, etc.).

Los granitos de dos micas (G2), estrechamente relacionados con los anteriores, presentan, desde el punto de vista petrográfico, características de granitos de tipo S o anatéticos, con algunos minerales restíticos (fenoclastos de cuarzo y de feldespato potásico, granates, sillimanita) y enclaves de metasedimentos a todas las escalas. Su carácter más probablemente anatético estaría fundamentado en su estrecha relación con áreas migmatíticas.

Así pues, estas dos facies (G1 y G2) constituyen una asociación aluminosa originada en un ámbito sintectónico tardiorogénico, anatético, representada por granitos peraluminosos y leucocráticos moscovíticos, con características intermedias entre los granitos de tipo S y de subtipo CS (DIDIER *et al* 1982), a más próximas a estos últimos en los granitos de dos micas (G2).

Las facies G3, G4 y G5 pueden referirse a una asociación aluminosa, representada por términos granodioríticos a graníticos, con biotita como mica primaria predominante y que ha sufrido cierto retromorfismo que enmascara alguna de sus característica geoquímicas originales, dándole un carácter más aluminoso y leucocrático. Su origen puede relacionarse con un ámbito postectónico y con cierta influencia de procesos de asimilación que produjeron granitoides con un cierto carácter S en el sentido de CHAPPELL y WHITE (1974) y WHITE

y CHAPPELL (1977). Sus características químicas y mineralógicas los aproximan a los granitos de tipo CS de DIDIER *et al* (1982) o a los leucogranitos hercínicos (cf. ORTEGA *et al.*, 1994).

La muestra MG-13 de pórfido granodiorítico (dacítico) filoniano, con características subvolcánicas, podría representar un precursor básico de esta segunda asociación. La existencia de enclaves de composición tonalítica (COTTARD, 1979) y de términos granodioríticos con hornblenda (BARRERA *et al.*, 1989) en el complejo de Lovios, apunta a que se han estudiado aquí términos evolucionados (por fraccionamiento y, posiblemente, con cierta intervención de procesos de asimilación cortical) de una asociación aluminocafémica.

Desde el punto de vista metalogenético, para ambas asociaciones, se trata de granitoides del "tipo estaño" en el sentido de TAUSON y KOZLOV (1973), con enriquecimientos en W en los términos más evolucionados de ámbitos hidrotermales (facies G6).

7. BIBLIOGRAFÍA

- ALLING, H.L. (1938): "Plutonic perthites". *Journ. Geol.*, **46**, 142-165.
- BARD, J.P. (1985): "Microtexturas de rocas magmáticas y metamórficas". Masson, S.A., Ed. Barcelona. 181 págs.
- BARRERA, J.L.; FARIAS, P.; GONZÁLEZ LODEIRO, F.; MARQUÍNEZ, J.; MARTÍN PARRA, L.M.; MARTINEZ CATALÁN, J.R.; OLMO, A. y PABLO MACIA, J.G. (1989): "Mapa y memoria explicativa de la Hoja N°17-27 (Ourense-Verín)". *Mapa Geológico de España a escala 1:200.000*. Publ. Inst. Tecn. Geominero de España (ITGE).
- BATCHELOR, R.A. y BOWDEN, P. (1985): "Petrogenetic interpretation of granitoid rock series using multicationic parameters". *Chem. Geol.* **48**, 43-55.
- BEA, F.; SÁNCHEZ GONZÁLEZ DE HERRERO, J.G.; SERRANO PINTO, M. (1987): "Una compilación geoquímica (elementos mayores) de los granitoides del Macizo Hespérico". En *Geología de los granitoides y rocas asociadas del Macizo Hespérico*. Libro homenaje a L.C. García de Figuerola. 87-194.
- BELLIDO, F. (1992): Software para el cálculo de la norma C.I.P.W. (inédito).
- BEST, M.G. (1982): "Igneous and Metamorphic Petrology". Freeman & Co. N. York, San Francisco. 630 págs.
- BOWDEN, P.; BATCHELOR, R.A.; CHAPPELL, B.W.; DIDIER, J.; LAMEYRE, J. (1984): "Petrological, geochemical and source criteria for the classification of granitic rocks: a discussion". *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, **35**, 1-11.
- BURRI, C. (1964): "Petrochemical calculations based on equivalents (Methods of Paul Niggli)". Ed. Siven Press-Jerusalem. Daniel Davoy and Co. INC. New York.
- CASTRO DORADO, A. (1989): "Petrografía básica. Texturas, clasificación y nomenclatura de rocas". Ed. Paraninfo, S.A. Madrid. 143 págs.
- CHAPPELL, B.W. y WHITE, A.J.R. (1974): "Two contrasting granite types". *Pac. Geol.*, **8**, 173-174.
- COLLINS, W.J.; BEAMS, S.D.; WHITE, A.J.R.; CHAPPELL, B.M. (1982): "Nature and origin of A-type granites with particular reference to southeastern Australia". *Contrib. Mineral. Petrol.*, **80**, 189-200.

COTTARD, F. (1979): "Pétrologie structural et métallogénie du complexe granitique de Lovios Geres. Le modèle de mise en place de la mine de Las Sombras (Sn-W-Mo-Bi) (Sud Galice-Espagne)". *Thèse de 3^{ème} cycle*. Univ. de Nancy. 226 págs.

CUESTA FERNÁNDEZ, A. (1991): "Petrología del Plutón de Caldas de Reis (Pontevedra, España). Estructura, Mineralogía, Geoquímica y Petrogénesis". Ed. O Castro, Serie Nova Terra, **5**, 353 págs.

DEBON, F. y LE FORT, P. (1983): "A chemical-mineralogical classification of common plutonic rocks and associations". *Transactions of the Royal Society of Edinburgh: Earth Sciences*, **73** (1982), 135-149.

DE LA ROCHE, H.; LETERRIER, J.; GRAND CLAUDE, P.; MARCHAL, M. (1980): "A classification of volcanic and plutonic rocks using R1-R2 diagrams and major element analyses-its relationships with current nomenclature". *Chem. Geol.*, **29**, 183-210."

DIDIER, J.; DUTHOU, J.L.; LAMEYRE, J. (1982): "Mantle and crustal granites: genetic classification of orogenic granites and the nature of their enclaves". *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, **14**, 125-132.

FARIAS, P.; GALLASTEGUI, G.; GONZÁLEZ LODEIRO, F.; MARQUÍNEZ, J.; MARTÍN PARRA, L.M.; MARTINEZ CATALÁN, J.R.; PABLO MACIA, J.G. de y RODRIGUEZ FERNÁNDEZ, L.R. (1987): "Aportaciones al conocimiento de la litoestratigrafía y estructura de Galicia Central". *Mem. Mus. Labor. miner. geol., Fac. Ciências Univ. do Porto*. **1**, 411-431.

FERNÁNDEZ POMPA, F. y BOQUERA FILLOL, J. (1972): "Baltar (302)". *Mapa Geológico de España E: 1/50.000*. Publ. Inst. Tecn. Geominero de España (ITGE).

FERNÁNDEZ TOMAS, J. y PILES, E. (1972): "Lovios (301)". *Mapa Geológico de España E: 1/50.000*. Publ. Inst. Tecn. Geominero de España (ITGE).

FERRERO, A. (1994): "Investigaciones geológico-mineras en el sur de la provincia de Ourense". Doc. Instituto Tecnológico Geominero de España (ITGE).

GRIBBLE, C.D.; HALL, A.J. (1992): "Optical mineralogy. Principles & practice". UCL Press Limited. University College London. London. 303 págs.

IGME (1983): "Estudio geológico minero de una zona de anomalías geoquímicas al Oeste de Baltar (Orense)". Doc. Inst. Tecn. Geom. España.

LE MAITRE, R.W. (1976): "Some problems of the projection of chemical data into mineralogical classifications". *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **56**, 181-189.

- LE MAITRE, R.W.; BATEMAN, P.; DUDEK, A.; KELLER, J.; LAMEYRE, J.; LE BAS, M.J.; SABINE, P.A.; SCHMID, R.; SORENSEN, H.; STRECKEISEN, A.; WOOLLEY, A.R.; ZANETTIN, B. (1989): "A Classification of Igneous Rocks and Glossary of Terms. Recommendations of the International Union of Geological Sciences Subcommittee on the Systematics of Igneous Rocks". Blackwell Scientific Publications. 129 págs.
- MACKENZIE, W.B.; DONALSON, C.H.; GUILFORD, C. (1982): "Atlas of igneous rocks and their textures". Longman Group Limited Ed. England.
- MACKENZIE, W.B. y GUILFORD, C. (1981): "Atlas of rock-forming minerals in thin section". Longman Group Limited Ed. England. 98 págs.
- ORTEGA, L.A.; CARRACEDO, M.; LARREA, F.J.; GIL IBARGUCHI, J.I. (1994). *Cuad. lab. Xeol. de Laxe*, 19, 319-333.
- PEARCE, J.A.; HARRIS, N.B.W.; TINDLE, A.G. (1984): "Trace Element Discrimination Diagrams for the Tectonic Interpretation of Granitic Rocks". *Journal of Petrology*, 25 (4), 956-983.
- PITCHER, W.S. (1982): "Granite Type and Tectonic Environment". *Mountain Building Processes*. Cap. 1.3, 19-40. Ed. L.J. Hasü (Academie Press).
- SPRY, A. (1969): "Metamorphic Textures". Pergamon Press Ltd. Ed. 1979. 350 págs.
- TAUSON, L.V.; KOZLOV, Y.D. (1973): "Distribution functions and ratios of trace-elements concentrations as estimators of the ore-bearing potential of granites". *Proc. Int. Geochem. Explor. Symp. 1972*. Inst. Min. Metall., London, 4, 37-44.
- THORNTON, C.P. y TUTTLE, O.F. (1960): "Chemistry of igneous rocks. I. Differentiation index". *Am. J. Sci.*, 258, 664-684.
- UGIDOS, J.M. (1987 a): "Asimilación en los granitos hercínicos: aspectos básicos e implicaciones". En *Geología de los granitoides y rocas asociadas del macizo Hespérico*. Libro homenaje a L.C. García de Figuerola. 315-320.
- UGIDOS, J.M. (1987 b): "Diagramas empíricos y su aplicación al caso de los granitos hercínicos de la Península Ibérica". En *Geología de los granitoides y rocas asociadas del macizo Hespérico*. Libro homenaje a L.C. García de Figuerola. 321-328.
- WHITE, A.J.R. y CHAPPEL, B.W. (1977): "Ultrametamorphism and granitoid genesis". En D.H. Green (editor), *Experimental Petrology Related to Extreme Metamorphism*. *Tectonophysics*, 43, 7-22.
- WINKLER, H.G.F. (ed. 1975): "Petrogénesis de Rocas Metamórficas". H. Blume Ed.

YARDLEY, B.W.D.; MACKENZIE, W.S.; GUILFORD, C. (1990): "Atlas of metamorphic rocks and their textures". Longman Scientific & Technical. New York. 120 págs.