

**2-4 CARACTERIZACION PETROGRAFICA-ESTRUCTURAL DE
LAS ROCAS DE BASAMENTO DE LA PARTE NORTE DE
LA PENINSULA DE MEJILLONES, CHILE**

Luis Baeza A.*
Raúl Venegas C.**

RESUMEN

En la parte septentrional de la Península de Mejillones, afloran rocas polimetamórficas y polideformadas representadas por mica-esquistos, cuarcitas y anfibolitas.

Durante el metamorfismo regional, de facies esquistos verdes, se desarrollaron 3 eventos deformativos: sobre un D_1 obliterado, se reconoce un D_2 caracterizado por pliegues b_2 interfoliales a S_2 , y un D_3 representado por pliegues b_3 chevrón asimétricos con desarrollo de un clivaje S_3 , de plano axial, espaciado y no ligado a recristalización³.

Durante la deformación ocurrieron varias etapas de magmatismo, destacándose el emplazamiento post- D_3 de plutonitas gábricas y tonalíticas del Paleozoico Superior. Estas últimas desarrollan una aureola metamórfica de aprox. 3 km de espesor con zonas de biotita, andalucita-sillimanita y ortoclasa-sillimanita.

ABSTRACT

Polymetamorphic and polydeformed rocks, that include an association of micaschists, quartzites, amphibolites, gneisses and migmatites, crop out at the northern part of the Mejillones Peninsula.

During a regional metamorphism episode of greenschists facies, three deformational events were developed. Over a now obliterated D_1 , a D_2 event was superimposed which is characterized by b_2 folds which are interfoliated with S_2 ; and a D_3 which is represented by b_3 folds (chevron asymmetric folds), with development of an S_3 fracture cleavage of ample axial plane and which is not related to recrystallization, is recognized.

During the kinematic deformation various magmatic cycles occurred, among which a post- D_3 emplacement of gabbroic and tonalitic plutonic rocks of Upper Palaeozoic age predominates. The tonalitic pluton, the major unit of both, originated a contact metamorphism aureole of approximately 3 km width with biotite, andalusite-sillimanite, and orthoclase-sillimanite zones.

* Depto. de Geociencias, Universidad del Norte Casilla 1280
** Cía Minera Carolina de Michilla S.A. (Afta.)

INTRODUCCION

En el presente estudio se reportan los resultados obtenidos por el grupo de Petrología del Depto. de Geociencias de la Universidad del Norte, en el basamento cristalino de la Península de Mejillones (PM) septentrional (Fig. 1). Las rocas del basamento, por lo general cubiertas por delgadas terrazas marinas del Pleistoceno, son visibles a lo largo de la costa acantilada y en los flancos de estrechos "horst". Estos "horst" están controlados por fallas de rumbo NNW y a su vez resultan seccionados por profundas y estrechas quebradas de dirección EW.

El basamento cristalino se encuentra constituido por las siguientes unidades litológicas:

A. Serie de esquistos-cuarcitas-anfibolitas de Punta Angamos-Caleta Herradura (SECA).

B. Rocas intrusivas. Se subdividen en:

1. Rocas intrusivas mayores: Tonalita Morro de Mejillones y Gabro San Luciano. Ambos cuerpos intruyen a las metamorfitas de la SECA a lo largo de los sectores centrales y occidentales de la PM septentrional.

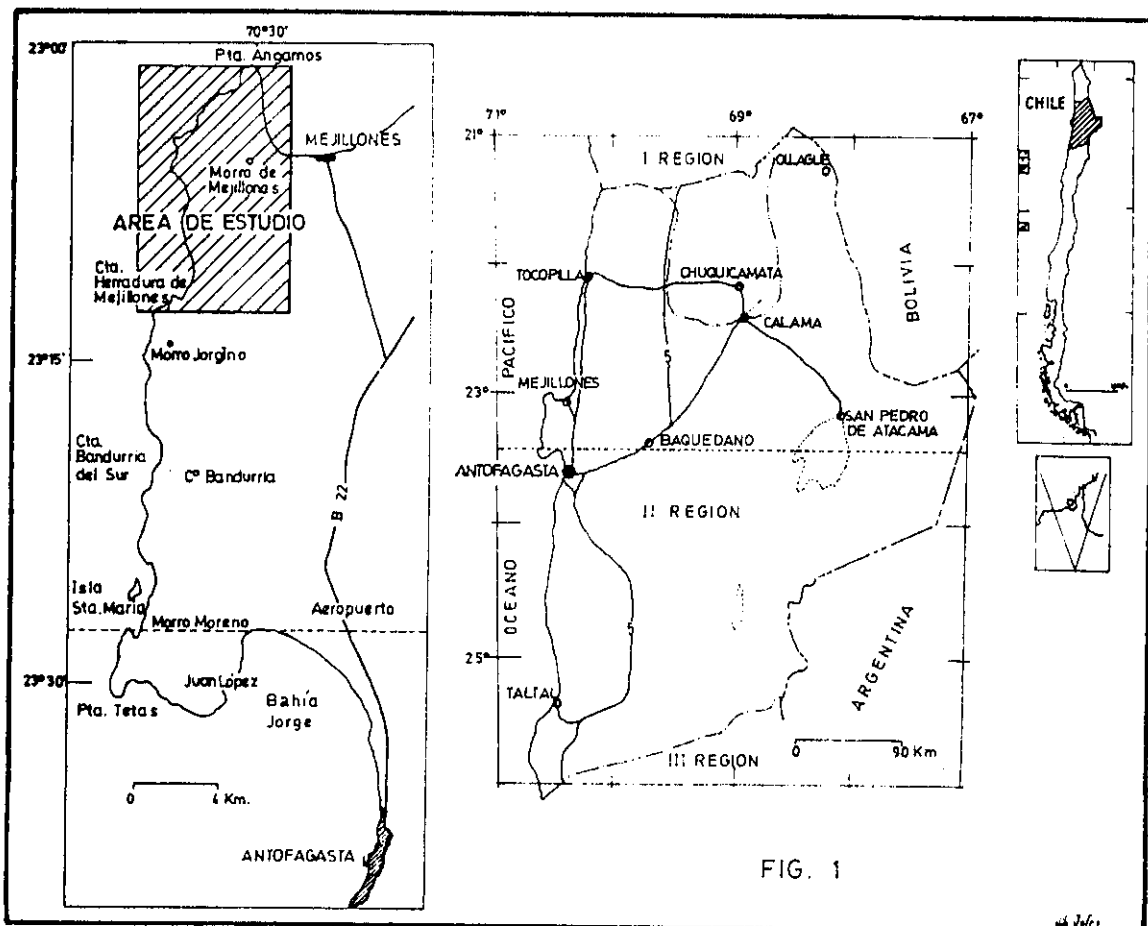


FIG. 1

2. Rocas intrusivas menores: diques y filones leucocráticos a melanocráticos y de distintas etapas de intrusión se reconocen afectando tanto las metamorfitas como los intrusivos mayores.

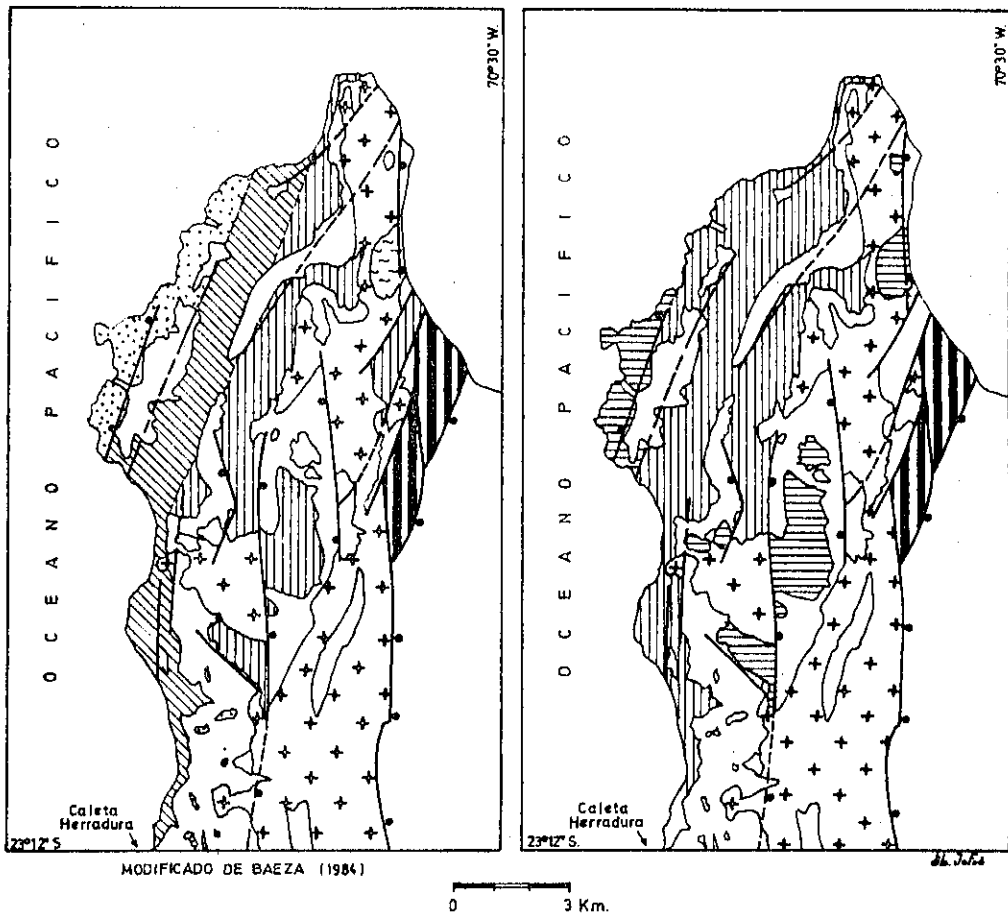
La edad exacta del conjunto igneo-metamórfico presenta aún muchas dudas, debido principalmente a la falta de antecedentes radiométricos consistentes. La Formación Jorgino, unidad equivalente con las metamorfitas de la SECA, fue asignada por FERRARIS Y DI BIASE (1978) al Paleozoico Inferior, debido a que se presenta intruida por granitoides equivalentes a la Tonalita Morro de Mejillones, de edad permotriásica (200 ± 20 m.a., Pb- α). Esta edad resulta discordante con la reportada por HALPERN (1978) quien mediante isotopía Rb/Sr obtuvo edades jurásicas (160 m.a.). Sin embargo, resultados recientes logrados por geocientíficos alemanes señalan edades consistentes con el Paleozoico medio, lo que apoyaría en cierta medida las asignaciones ya establecidas por FERRARIS Y DI BIASE (1978).

El objetivo del presente trabajo, es establecer una tipificación petrográfico-estructural del conjunto igneo-metamórfico, como base para aclarar el rol desempeñado por la deformación durante el metamorfismo, así como su relación temporal con los distintos eventos magmáticos reconocidos.

A. SERIE DE ESQUISTOS-CUARCITAS-ANFIBOLITAS DE PUNTA ANGAMOS-CALETA HERRADURA. (SECA).

Los afloramientos de la SECA dominan los sectores costeros y los flancos orientales del "horst" del Morro de Mejillones (Fig. 2). Su litología la componen principalmente metamorfitas pelíticas esquistosas junto a cantidades más reducidas de cuarcitas y anfibolitas. Según la foliación dominante, la serie se dispone inclinada suavemente al oeste, tendencia modificada localmente por plegamientos tardíos de intensidad variable.

De este modo se reconocen cuatro zonas metamórficas: zona de clorita, zona de biotita, zona de andalucita-sillimanita y zona de ortoclasa-sillimanita. La primera se limita a los terrenos del metamorfismo regional, mientras que las tres últimas se ubican en los dominios de una aureola de aproximadamente 3 km de ancho, originada por la Tonalita Morro de Mejillones. Los diversos tipos litológicos reconocidos en cada zona se muestran en la Tabla 1.



A ZONAS METAMORFICAS

-  Zona de Clorita.
-  Zona de Biotita.
-  Zona de Andalcita-Sillimanita.
-  Zona de Ortoclasa-Sillimanita.
-  Tonalita Morro de Mejillones.
-  Gabro cerro San Luciano.
-  Falla indicando movimiento relativo.

B DOMINIOS ESTRUCTURALES



-  Dominio 1, con b_2 preponderante.
-  Dominio 2, con b_3 preponderante.

FIG. 2

Tabla 1. Tipos litológicos metamórficos y su distribución en las diversas zonas metamórficas.

| | zona de clorita | zona de biotita | zona de andalucita sillimanita | zona de ortoclasa-sillimanita |
|------------------------------|--|--|---|--|
| Tipos pelíticos | Esquistos y cuarzo-esquistos grises de mica blanca-clorita | - Esquistos y cuarzo-esquistos marrones de biotita-mica blanca (clorita) | -Cuarzoesquistos marrones de biotita-mica blanca -Esquistos nodulares marrones de biotita-mica blanca con andalucita (sillimanita) | - Neises arteríticos micáceos con cordierita y sillimanita - Neises oftalmolíticos micáceos con ortoclasa-microclina (cordierita sillimanita) |
| Tipos psamíticos cuarcíferos | Cuarcitas grises de mica blanca-clorita | - Cuarcitas marrón claro de biotita-mica blanca | - Cuarcitas marrón claro de biotita-mica blanca. | |
| Tipos básicos | Anfibolitas de actinolita con albita | - Anfibolitas de hornblenda actinolítica con albita-oligoclasa. | - Anfibolitas de hornblenda verde con oligoclasa-andesina. | |

Tabla 2. Composición modal de rocas ígneas plutónicas.

| | Tonalita Morro de Mejillones | | | | | | Gabro Cerro San Luciano |
|------------------|------------------------------|----------|--------------------------------|--------|------------------------------|--------|-------------------------------------|
| | Tonalita de biotita | | Tonalita de biotita hornblenda | | Filones tonalíticos neisosos | | Gabro neisoso de hornblenda-biotita |
| | MF-61 | MF-222-A | MF-275 | MF-281 | MF-86 | MF-278 | MF-262 |
| Cuarzo | 45.9 | 42.0 | 3.03 | 34.2 | 37.4 | 30.6 | 3.2 |
| plagioclasa | 46.0 | 30.1 | 52.8 | 53.3 | 35.7 | 39.7 | 58.2 |
| microclina | | 5.1 | | 2.1 | | | 0,3 |
| biotita | 6.0 | 12.9 | 10.8 | 8.8 | 26.1 | 13.2 | 13.0 |
| muscovita | 2.0 | | | | | | |
| hornblenda | | | 5.3 | 1.1 | | 15.8 | 23.5 |
| clinopiroxeno | | | | | | | 1.2 |
| minerales opacos | 0.1 | | 0.4 | 0.2 | 0.8 | 0.6 | 0.6 |
| apatito | | | | 0.1 | | | |
| esfeno | | | 0.1 | 0.2 | | 0.1 | |
| turmalina | | | 0.3 | | | | |
| IC | 6.1 | 12.9 | 16.9 | 10.4 | 26.9 | 29.7 | 38.3 |

Petrografía

a. Los esquistos y cuarzoesquistos son rocas de grano fino, foliadas y de fábrica bandeada, caracterizadas por alternancias de capas oscuras de no más de 2 mm de espesor, ricas en minerales fílicos y capas claras ricas en cuarzo. Las primeras son abundantes en los esquistos (80-60% de volumen) y decrecen notoriamente en los cuarzoesquistos (50-20% de volumen). En forma paralela se incorporan venas espesas lentiformes de cuarzo blanco.

El color dominante de la roca guarda relación directa con la asociación mineral fílica presente. En la zona de clorita, se reconocen esquistos y cuarzoesquistos grises cuyas capas oscuras son formadas por arreglos lepidoblásticos de clorita, mica blanca y grafito diseminado, además de esporádicos porfiroblastos de granate deformado y fibras de stilpnomelano. En las capas claras abunda el cuarzo xenomórfico orientado, acompañado por pequeñas cantidades de plagioclasa sódica. En la zona de biotita y parte de la zona de andalucita-sillimanita, se desarrollan principalmente esquistos y cuarzoesquistos marrones con capas fílicas constituidas por biotita y mica blanca atectónica, a los que se suman cantidades menores de clorita, clinozoicita y granate de nueva generación. En la zona de andalucita-sillimanita existen además esquistos nodulares, en los que sobresalen porfiroblastos de andalucita de hasta 4.0 cm de largo rodeados de una masa de fondo rica en mica blanca y biotita marrón. En los sectores más cercanos al intrusivo, se originan cúmulos finos fibrosos de sillimanita. Allí las capas claras están constituidas por arreglos poligonales de cuarzo junto a escasas cantidades de plagioclasa tipo oligoclasa.

b. Los neises migmatíticos son rocas bandeadas, de grano grueso a medio y de color marrón claro. Se ubican en las partes más internas de la zona de andalucita-sillimanita y en casi la totalidad de la zona de ortoclasa-sillimanita. Aunque en un sentido amplio, pueden ser clasificados como verdaderas arteritas micáceas (producto de la incorporación "capa a capa" del magma tonalítico en los micaesquistos). Localmente suelen gradar a estructuras estromáticas, plebíticas, dictioníticas y brechoides (siguiendo a MEHNERT, 1968). El leucosoma, en capas de 0.3 a 15 cm de ancho, está formado por abundante cuarzo xenomórfico y con extinción ondulante, y plagioclasa (An 16-10) subidiomórfica alterada levemente a sericita. En cantidades muy reducidas, se agrega microclina poiquilítica que incluye cristales xenoblásticos de cuarzo con fuerte extinción ondulosa. El melanosoma, de no más de 5 mm de espesor, se compone de abundante biotita y mica blanca en arreglos lepidoblásticos, a los que se

suman cúmulos fibrosos de sillimanita y en ocasiones porfiroblastos de cordierita. Los accesorios más comunes son el esfeno, circón, magnetita y apatito.

Los neises oftalmolíticos son rocas claras de aspecto pegmatítico, en las que sobresalen ojos de feldespatos alcalinos de hasta de 15 mm de diámetro (ortoclasa-microclina) en una masa de cuarzo granoblástico y capas milimétricas de biotita marrón. Frecuentemente, se agregan porfiroblastos de cordierita de 5.0 a 3.0 mm de diámetro. Estas rocas son reconocidas únicamente en la zona de ortoclasa-sillimanita.

c. Las cuarcitas presentan colores grises a marrones claros, grano fino y foliación imperfecta. El componente esencial es el cuarzo (sobre el 80% del volumen total) secundado por capa de minerales fílicos de nomás de 0.5 mm de espesor. En la zona de clorita el cuarzo de fuerte extinción ondulosa, constituye fábricas granoblásticas orientadas junto a capas de clorita y mica blanca. En la zona de biotita y de andalucita-sillimanita, el cuarzo xenoblástico es reemplazado por cuarzo fino de bordes lobados y/o poligonales, al mismo tiempo que la biotita y mica blanca son los fílicos dominantes. Como minerales trazas se reconoce mineral opaco (en parte grafito?), circón y allanita.

d. Las anfibilitas son de tono gris-verdoso oscuras, de grano fino, foliadas e irregularmente bandeadas. No fueron reconocidas en la zona de clorita, pero la presencia de fábricas y minerales relictos en anfibilitas de zonas más internas, permiten inferir anfibilitas de texturas nematoblásticas constituidas por actinolita y/o tremolita, junto a menores cantidades de plagioclasa albítica, cuarzo, clorita y trazas de epidota. En la zona de biotita son formadas por abundantes prismas aciculares de hornblenda actinolítica en arreglos diablásticos, dispuestos en una mesotaxis de plagioclasa sódica no-maclada, cuarzo y cúmulos escamosos de biotita marrón. En ocasiones, sobresalen bandas de hasta 1.0 mm de espesor compuestas por cuarzo, plagioclasa y calcita subordinada. En la zona de andalucita-sillimanita en cambio, los minerales característicos son hornblenda verde y oligoclasa-andesina en texturas granoblásticas. Los accesorios más comunes son el esfeno y minerales opacos.

Estructura de las rocas metamórficas.

A escala mesoscópica y microscópica, las metamorfitas son afectadas por más de un evento deformativo. Se reconocen dos episodios (D_1 y D_2), representados por planos de contacto entre cuarcitas-esquistos y anfibilitas-esquistos, ligados al metamorfismo regional y sobreimpuestos a S_0 .

A estos eventos deformativos se agregan, sin relación directa con procesos de recristalización metamórfica, un D_3 tardío y otro D_4 muy posterior.

- D_1 : Los elementos estructurales de este accidente han sido casi completamente obliterados y transpuestos por D_2 . Es posible reconocer en los esquistos una foliación relictas S_1 , la cual a nivel mesoscópico, es resaltada por la presencia de venas (30.0-1.0 cm de espesor) y bandas (2.0-0.3 cm de espesor) de cuarzo, deformadas según los contornos de charnela de pliegues b_2 . A nivel microscópico, el S_1 es puesto en evidencia por la presencia de antiguos minerales deformados, destacados en las charnelas de dichos pliegues. Entre éstos podemos señalar:
- Clorita rica en Fe (tipo 1) de hasta 0.5 mm de largo, afectada por bandas "kink". Frecuentemente se le asocian fibras de stilpnomelano, mica blanca (tipo 1) y grafito diseminado (Fig. 3 a).
 - Venas y bandas de cuarzo de fuerte extinción ondulante (Figura 3 b).
 - Granates deformados y cloritizados (Fig. 3 c).

En las anfibolitas se aprecian porfiroblastos de anfíbol incoloro a levemente verdoso (actinolita-tremolita?), deformados y con extinción ondulosa (tipo 1), y reemplazados por cortejos aciculares de neoanfíbol actinolítico (tipo 2) que siguen a S_2 .

- D_2 : Corresponde al episodio más penetrativo, cuyos elementos dominan en las fábricas de las metamorfitas. La foliación S_2 , elemento planar más sobresaliente, es resaltada por capas cuarcíferas y minerales fílicos en los esquistos o por arreglos nematoblásticos en las anfibolitas. Sus efectos han originado una avanzada transposición del plegamiento contemporáneo, reconociéndose pliegues b_2 desarraigados, de ejes subhorizontales, charnelas engrosadas, flancos aplastados e intrafoliales a S_2 . En los esquistos, los minerales concordantes con S_2 son:
- Capas de mica blanca (tipo 2), clorita rica en Fe (tipo 2) y grafito reorientado (Fig. 3 a,b,c).
 - Capas de cuarzo granoblástico orientado y de fuerte extinción ondulosa (tipo 2) (Fig. 3 b,c).

En las anfibolitas se reconocen largos prismas paralelos de anfíbol actinolítico, a los que ocasionalmente se

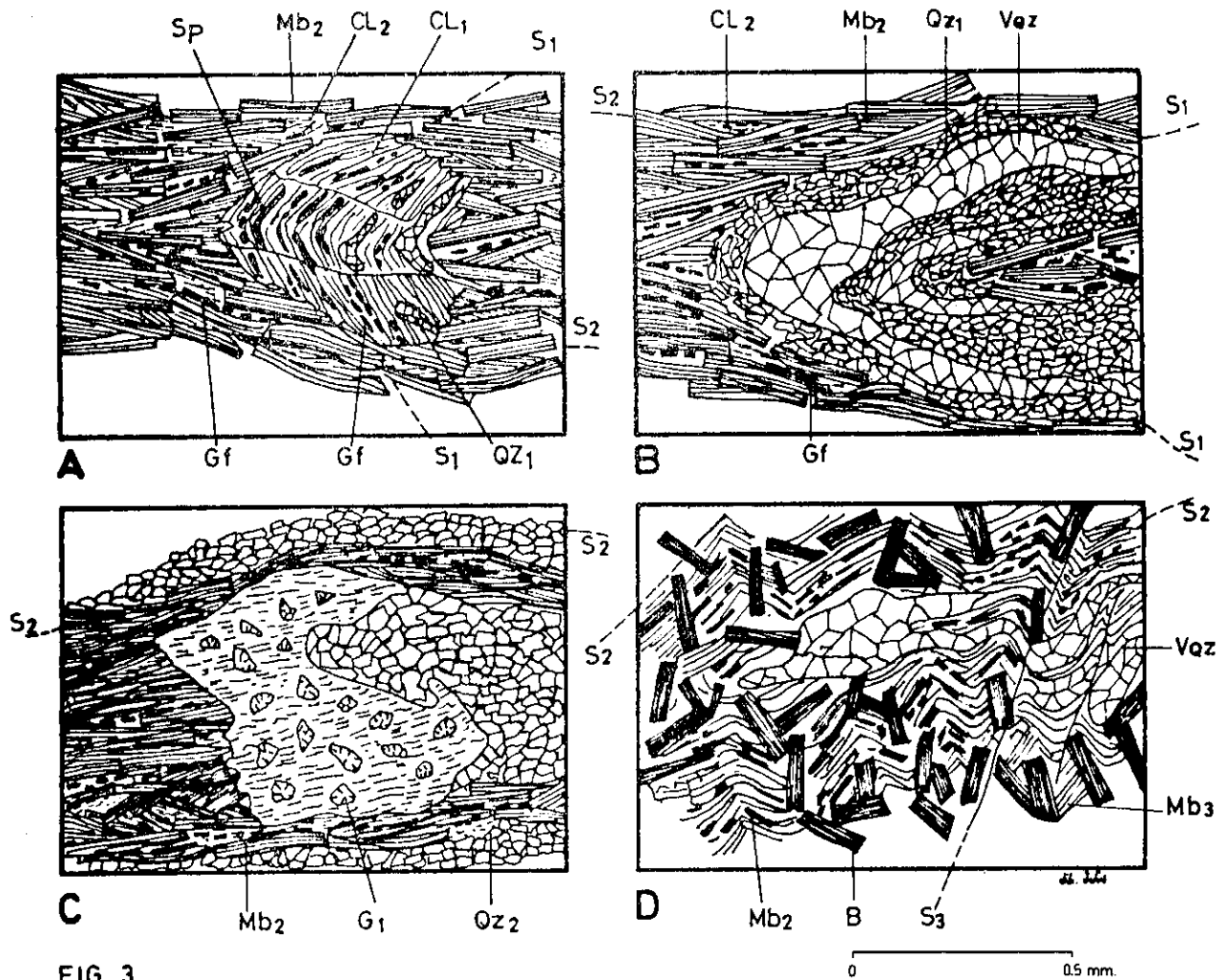


FIG. 3

RELACIONES ENTRE PLANOS S Y EL CRECIMIENTO

MINERAL EN ESQUISTOS

-A, B y C, esquistos grises de la zona de clorita.

-D, esquistos marrón de la zona de biotita.

Cl₁, Cl₂ : Clorita

Sp : Stilpnomelano

Mb₂, Mb₃ : Mica blanca

Gf : Grafito (incluye mineral opaco?)

Qz₁, Qz₂ : Cuarzo

G₁ : Granate

Vqz : Venas de cuarzo.

B : Biotita

asocian albita no-maclada de formas irregulares, clorita y cuarzo.

D₃: Es un episodio tardío sin manifestación mineral contemporánea. El plano S₂ es deformado por pliegues b₃ cilíndricos, ejes subhorizontales y plano axial moderadamente inclinado. Su charnela aguda y flancos rectos pero de distinto buzamiento, permiten definir estilos de pliegues chevrón asimétrico, los que ocasionalmente pueden gradar a pliegues de charnela doble, con típicas formas en cofre (efectos de bandas "kink" tardías?). Paralelo al plano axial se desarrolla un clivaje de fractura S₃, espaciado y poco penetrativo, el que sólo logra de ormar levemente los minerales fílicos pre-existentes. En etapas post-D₃, el metamorfismo térmico producido por la Tonalita Morro de Mejillones posibilita, desde la zona de biotita a la de ortoclasa-sillimanita, la formación atectónica de los minerales siguientes:

Esquistos.

- Biotita y mica blanca (tipo 3) en cúmulos escamosos (Fig. 3d), escasa clorita que tiende a desaparecer hacia las zonas internas.
- Presencia de granate en finos blastos dodecahédricos.
- Cuarzo en arreglos finos y formas lobadas a cuarzo grano blástico de formas poligonales.
- Plagioclasa albítica con o sin maclado polisintético a oligoclasa maclada según la ley de la albita.
- Crecimiento, en las zonas más internas, de porfiroblastos de andalucita, cordierita, ortoclasa-microclina y cúmulos fibrosos de sillimanita.

Anfibolitas.

- Formación de hornblenda actinolítica verde-azulosa clara a hornblenda verde.
- Plagioclasa albítica no maclada a oligoclasa-andesina maclada según la ley de albita.
- Aparición de biotita marrón en cúmulos escamosos.

D₄: Es representado por fallas de tipo normal, responsables en gran medida de la actual morfología de la Península. En las zonas inmediatas a estas estructuras

se observan abundantes sistemas de cizalles múltiples que derivan frecuentemente a verdaderas cataclasitas. La edad de los últimos movimientos son asignados al post-plioceno (MARTINEZ Y NIEMEYER, 1982).

Ligados a los efectos de D_2 y D_3 se han producido variados grados de boudinage. Las capas de cuarcitas y anfíbolitas de mayor competencia, suelen desarrollar "budines" lenticulares decimétricos separados por cuellos con avanzada estrangulación, incluyendo hasta formas rectangulares y semi-abarriladas, con tabiques suturados con cuarzo. Por otra parte, en los esquistos, las venas de cuarzo deformadas y aplastadas por efectos de pliegues B_2 , se muestran "abudinadas" con típicas estructuras "pinch-and-swell".

Dominios estructurales.

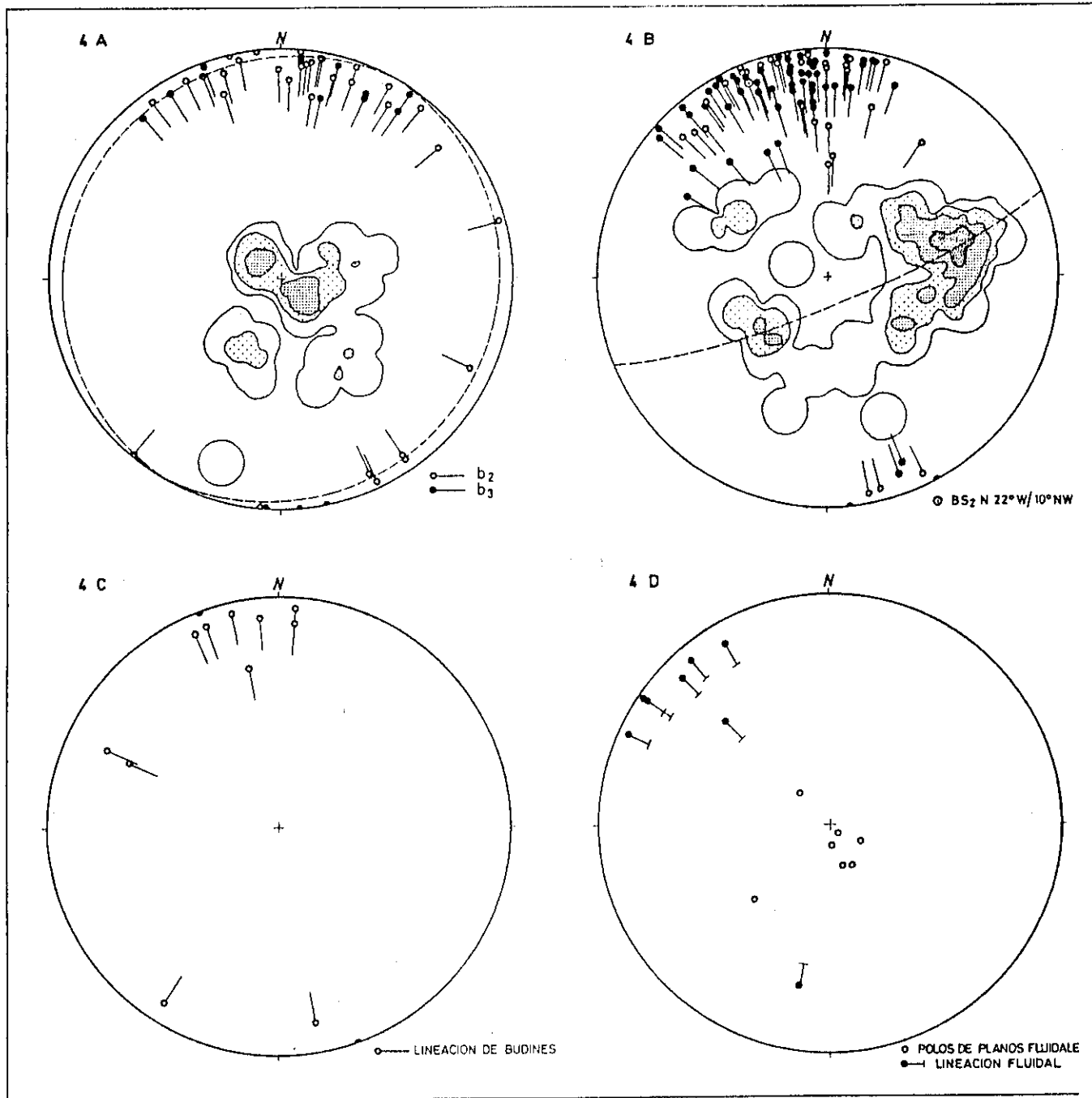
El evento D_3 presenta un desarrollo variable; en ciertas áreas abundan los pliegues b_3 , mientras que en otras no existen o se verifican sólo débiles manifestaciones. Esta variabilidad estructural permite separar dos tipos de dominios (Fig. 2 B):

Dominio 1: Las metamorfitas son afectadas solamente por una foliación S_2 y pliegues b_2 intrafoliales. Todo este conjunto estructural es tomado en algunos casos por débiles corrugaciones según b_3 . La tendencia general de S_2 es $N30^\circ E/10$ NW, mientras que los ejes b_2 se concentran entre el NW y el NE con suave inclinación al N, coincidiendo ampliamente con algunas medidas de b_3 (Fig. 4 A).

Dominio 2: Los terrenos abarcados por este dominio son los más abundantes. Aquí, los pliegues b_3 son preponderantes y deforman intensamente la foliación S_2 , replegando también los pliegues b_2 intrafoliales. El S_2 calculado coincide con la zona de mayor concentración de eje b_2 y b_3 cuya tendencia general es NW a NNE con suave inclinación al N (Fig. 4 B).

El gran ángulo interaxial entre los pliegues b_2 y b_3 y el paralelismo aproximado de sus ejes generan un modelo de interferencia del tipo 3, de acuerdo con la clasificación de RAMSAY (1977). Por otra parte, algunas mediciones de ejes de cuellos de budines muestran una disposición aproximadamente similar a b_2 y b_3 (Fig. 4 C), lo que demuestra su relación genética.

La Fig. 5 muestra los principales rasgos estructurales y sus relaciones de la serie de esquistos-cuarcitas-anfibolitas de Punta Angamos-Caletta Herradura.



4.A. Dominio estructural con predominio de pliegues b₂. Diagrama de Schmidt de polos de planos S (36 medidas). Contornos a 3,8,19%. Ejes de pliegues b₂ (30 medidas). Ejes de pliegues b₃ (1 medidas). Planos de máxima concentración de S₂: N 30°E/ 10°SE; N 24° E/ 10°NW.

4.B. Dominio estructural con predominio de pliegues b₃. Diagrama de Schmidt de polos de planos S (61 medidas). Contornos a 2, 5, 8 13%. Ejes de pliegues b₂ (30 medidas). Ejes de pliegues b₃ (56 medidas). β S₂: N 22°W/ 10° NW.

4.C. Diagrama de Schmidt para lineamientos de budines en capas competentes. (12 medidas).

4.D. Elementos fluidales en zonas de bordes de la Tonalita Morro de Mejillones. Diagramas de Schmidt de polos de planos fluidales (7 medidas). Lineamiento fluidal (8 medidas.).

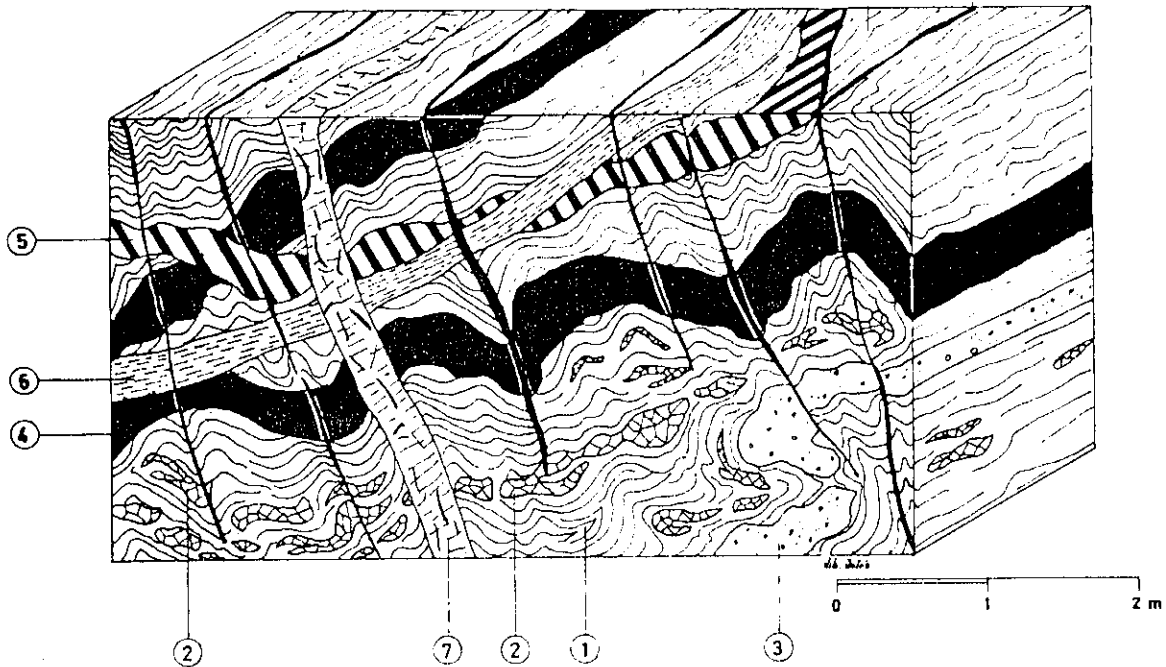


FIG. 5 PRINCIPALES RASGOS ESTRUCTURALES DE LA SERIE ESQUISTOS-CUARCITAS-ANFIBOLITAS

1. Pliegues b_2 intrafoliales a S_2 y deformados por b_3 .
2. Venas de cuarzo siguiendo a b_2 y replegadas por b_3 .
3. Nivel cuarcítico plegado por b_2 y con signos de disrupción.
4. Nivel de anfibolita plegada por b_2 y b_3 . La parte superior del horizonte muestra signos de "budinage".
5. Dique diabásico afectado por "budinage".
6. Filón tonalítico gneisoso.
7. Dique microdiorítico, aprovechando clivaje de crenulación de las metamorfitas esquistosas.
8. Esquistos polideformados.
9. Clivaje de crenulación, de plano axial a b_3 .

B. ROCAS INTRUSIVAS

Los cuerpos intrusivos de orden mayor abarcan todo el cordón orográfico oriental de la Península. La Tonalita de Mejillones intruye en el extremo noreste del área a rocas plutónicas oscuras pertenecientes al Gabro Cerro San Luciano, unidad correlacionable con los afloramientos gábricos y dioríticos del sector de Cerro Moreno (VENEGAS, 1979; BAEZA, 1984). Se reconocen a escala menor, diversas variedades de diques y filones leucocráticos a melanocráticos que intruyen tanto metamorfitas como intrusivos mayores.

Petrografía

La Tonalita Morro de Mejillones es una roca plutónica de tonos claros (IC: 5-15), con desarrollo de texturas hipidiomórficas (plagidiomórfica) de grano grueso en las partes más internas del cuerpo, variando a dimensiones medias, finas y levemente profídicas hacia los bordes de contacto. Sus constituyentes minerales principales son plagioclasa tabular maclada según ley de albita y Carlsbad (An 38-28), láminas de biotita marrón y cantidades variables de hornblenda verde idiomórfica, además de cuarzo anhédrico de marcada extinción ondulante y escasa microclina intersticial. En las variedades porfídicas, la plagioclasa suele mostrar una marcada zonación composicional. Sus accesorios más frecuentes son el mineral opaco, apatito, esfeno y turmalina. De acuerdo con los análisis modales indicados en la Tabla 2, los tipos petrográficos más comunes corresponden a tonalitas de biotita y de biotita-hornblenda. (Fig. 6)

El Gabro Cerro San Luciano corresponde a una roca de color verde, (IC:35-40) de grano grueso y de aspecto gneisoso. Se define como un gabro hornbléndico formado por plagioclasa (labradorita) sausriritizada y con manifestaciones de deformación y ruptura, hornblenda verde con evidencias de pseudomorfismo según clinopiroxeno y biotita frecuentemente cloritizada (Tabla 2). Son frecuentes la presencia de guías y cúmulos leucocráticos constituidos por cuarzo, plagioclasa y microclina, probablemente relacionados con la intrusión de la Tonalita Morro de Mejillones.

Los filones y diques melanocráticos y mesocráticos están representados por metaandesitas a metadacitas esquistosas, microdioritas y andesitas porfídicas, mientras que los leucocráticos por tonalitas gneisosas, aplitas y pegmatitas.

- Las metaandesitas a metadacitas esquistosas son rocas foliadas de tonos marrón oscuro y textura blastoporfírica. Se reconocen fenocristales relictos (5-10 %) de plagioclasa.

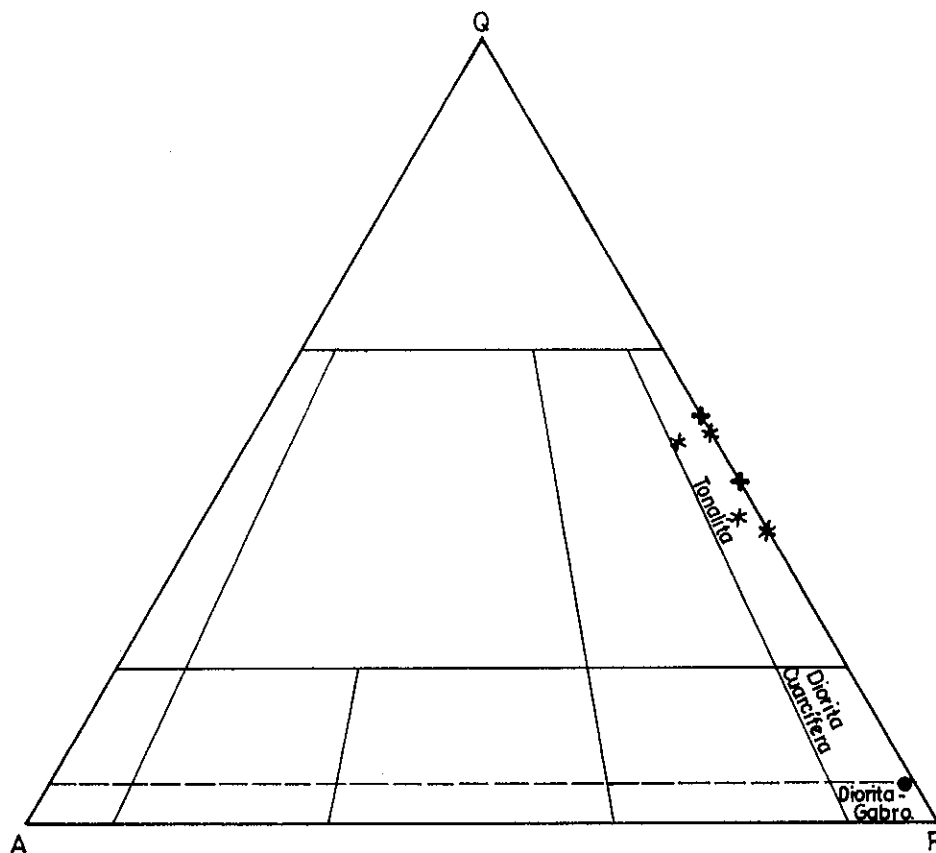


Diagrama QAP de Rocas Plutónicas de la parte norte de la Península de Mejillones. Límite de campo, según STRECKEISEN 1976.

- + Cuerpo Tonalítico Principal.
- * Filones Tonalíticos Neisosos.
- Gabro Hornbléndico Neisosos.

FIG. 6

clasa (An 30-28) y cuarzo de formas tectónicamente redondeadas de hasta 6 mm de diámetro, dispuestos en una masa lepidogranoblástica fina compuesta de bandas de biotita marrón orientada en forma mimética o de modo casual y cuarzo. Los fenocristales de plagioclasa presentan maclas combinadas carlsbad-albita, esbozos de zonación composicional, coronas albitizadas y coronas de presión representadas por cúmulos granoblásticos de cuarzo; los fenocristales de cuarzo en cambio, muestran una fuerte extinción ondulante y reemplazos de cuarzo poligonal en sus bordes.

- La metadiabasas son rocas masivas de colores marrón verdoso y textura blastoporfídica. Se componen de fenocristales relictos (5-7%) de plagioclasa labradorítica, reemplazada en sus bordes por albita granoblástica, y formas de piroxenos (augita?) anfibolitizados, de hasta 2 mm de largo. La masa fundamental está constituida por un arreglo diablastico entre anfíbol verde claro (actinolita a hornblenda actinolítica) en parte con hábito acicular, plagioclasa sodíca desprovista de maclas, cúmulos escamosos de biotita marrón claro y cuarzo intersticial. El accesorio principal es mineral opaco.

Minerales secundarios son mica blanca fina, que es producto de alteración de feldespato, y hematita rojiza-amarrillenta como relleno de guías microscópicas.

- Las microdioritas y andesitas porfídicas son rocas masivas de tonos gris verde oscuro. Las variedades porfídicas están constituidas por fenocristales de plagioclasa idiomórfica (An 42-35) de hasta 5 mm de largo dispuestos en una mesostasis intergranular a subofítica formada por plagioclasa y clinopiroxeno (augita) uralitizado y/o cloritizado. En ocasiones se agregan hornblenda y biotita marrón además de cuarzo intersticial. Los minerales opacos más comunes son la magnetita e ilmenita.

Las variedades microgranulares están constituidas por asociaciones minerales similares y sólo muestran diferencias texturales.

- Las tonalitas queisosas presentan colores marrón claro, y una foliación irregular. Sobresalen cristales (aprox. 20-30%) de plagioclasa (An 30-25) y cuarzo policristalino de fuerte extinción ondulante de hasta 2.5 mm de diámetro, en una masa de partición constituida por cuarzo y plagioclasa con signos claros de protoclasis y bandas lentculares de biotita marrón y/o hornblenda verde. Los fenoclastos de plagioclasa muestran zonación composicional, bordes corroidos y en ocasiones microfracturas.

Los accesorios más frecuentes corresponden a mineral opaco y esfeno (Tabla 2).

Las aplitas son rocas rosadas de grano fino, compuestas de cuarzo, feldespato alcalino, plagioclasa sódica y escasa biotita cloritizada. Las pegmatitas presentan una mineralogía similar pero el tamaño del grano suele alcanzar hasta 7.0 mm.

Estructura

Intrusivos pre-deformación. Se incluyen aquí los filones esquistos de composición andesítica a dacítica y metadiabasas abudinas, emplazadas en las metamorfitas de la SECA, pero sin cortar a los intrusivos mayores.

Los filones esquistos presentan espesores de 0.4-1.0 m, una foliación bien desarrollada y planos de contacto paralelos a la foliación S_2 . Esta relación sumada a la existencia de sombras de presión alrededor de fenocristales relictos y de bordes desgastados, representan evidencias que sugieren sin muchas dudas, un emplazamiento a lo menos pre- D_2 .

La metadiabasas son diques masivos de hasta 0.5m afectadas por un abudinamiento irregular. En un mismo cuerpo tanto las formas como los tamaños de los budines varían notablemente, como también el grado de estrangulamiento.

Así pueden observarse budines de hasta 2.5 m de largo, con cuellos débilmente estrangulados, y budines de 0.5 a 1.0m, con cuellos fuertemente estrangulados. El grado de desarrollo de dichas estructuras y la recristalización estática reconocida, permiten ubicar sus emplazamientos en etapas pre- D_3 .

Intrusivos post-deformación. En una etapa de emplazamiento post- D_3 se ubican los intrusivos mayores y filones aplíticos pegmatíticos asociados como también diques microdioritas y andesitas porfídicas.

Los cuerpos intrusivos mayores presentan escasas estructuras. La tonalita Morro de Mejillones aunque por lo general aspecto masivo, tiende a desarrollar una leve apariencia gnéisica hacia las zonas de borde, relacionada prin

principalmente con la orientación fluidal de la biotita. Medidas planares y lineales del rasgo fluidal general de la tonalita (Fig. 4 D) coinciden con las medidas de foliación y lineación de los esquistos intruidos. Por otra parte, en las zonas de contacto, resulta frecuente la producción de mezclas, desarrollándose sobre todo rocas migmatíticas, bandeadas (gneises migmatíticos).

Conectados al cuerpo tonalítico principal, se reconocen abundantes filones tonalíticos gneisosos (de 0.2 a 3.0m de espesor) y de contactos paralelos a la foliación principal S_2 . Evidencias de microcataclasis autoinferida, y su alto índice de color, se interpretan como resultantes de un emplazamiento forzado junto con la contaminación e incorporación de biotita y/o hornblenda a partir ya sea de los esquistos o anfibolitas albergantes.

Emplazados sólo en la Tonalita Morro de Mejillones se reconocen filones aplíticos, pegmatíticos o compuestos. Sus contactos suelen presentarse sinuosos e irregulares, por lo que se les interpreta como cuerpos sin-plutónicos, probablemente originados por diferenciación magmática.

Tanto los intrusivos mayores como las metamorfitas, son cortadas por numerosos diques microdioríticos y andesíticos, de rumbo general NNE, y contactos rectos y tajantes. Representan el último evento megmatítico del área que los conecta con el volcanismo jurásico de la región costera (BAEZA, 1984).

CONCLUSIONES

La serie de esquistos, cuarcitas y anfibolitas de la PM septentrional, ha sido afectada por polideformación y polimetamorfismo, como también por la intrusión de filones, diques y plutonitas pertenecientes a varias etapas de magmatismo. La relación temporal entre los principales eventos deformativos, el metamorfismo y magmatismo son resumidos en la tabla 3.

Las asociaciones minerales sintectónicas a D_1 y D_2 (zona de clorita) son consistentes con las facies esquistos verdes o con el bajo grado metamórfico de WINKLER (1976). Las asociaciones minerales post- D_3 , producto de un metamorfismo estático relacionado a la intrusión de la Tonalita Morro de Mejillones, alcanzaron las facies de piroxeno en el extremo norte de la península (zona de ortoclasa-sillimanita), originando a su vez abundantes migmatitas bandeadas de

Tabla 3. Relación entre la deformación tectónica, el crecimiento mineral y el magmatismo.

| | | Metamorfismo Regional | | | Metamorfismo Térmico (estático) | | | |
|-------------------------------------|------------------------|-----------------------|----------------|---------------------------------|--|---------------------------------|---|--|
| | | D ₁ | D ₂ | | D ₃ | | | |
| | | S ₁ | | S ₂ , b ₂ | | S ₃ , b ₃ | | |
| | | pre | sin | sin | sin | | | |
| Elementos estructurales reconocidos | | zona de clorita | | | Conservación de elementos del metamorfismo Regional. post | | | |
| | | | | | zona de biotita | zona de and-sillimanita | zona de ortoclasa sillimanita | |
| METAPELITAS | Cuarzo | | | | | | | |
| | Albita | | --- | | | --- | | |
| | Feldespat. K | | | | | | | |
| | Plagioclasa | | | | | --- | | |
| | mica blanca | | --- | | | | --- | |
| | Clorita | | | | | --- | | |
| | Biotita | | | | | --- | | |
| | Granate | | | | | --- | | |
| | Grafito | | | | | | --- | |
| | stilonmelano | | | | | | --- | |
| | Cordierita | | | | | | --- | |
| | Andalucita | | | | | | --- | |
| Sillimanita | | | | | | --- | | |
| METABASITAS | Cuarzo | | | | | | | |
| | Albita | | | | | --- | | |
| | Plagioclasa | | | | | --- | | |
| | Actinolita (tremolita) | | | | | --- | | |
| | Hornblenda | | | | | --- | | |
| | Biotita | | | | | --- | | |
| | Clorita | | --- | | | --- | | |
| | Granate | | | | | --- | | |
| | Epidota | | | --- | | --- | | |
| Clinopirox | | | | | | --- | | |
| Cordierita | | | | | | --- | | |
| Magmatismo básico-intermedio | | | ■ | ■ | Gabro C°San Luciano | | Microdioritas v andesitas | |
| Magmatismo ácido | | ■ | | | | | Tonalita Morro de Mejillones y venas de cuarzo. | |

↑ ↑ ↑ ↑

Movimientos Hercínicos Principales Movimientos Hercínicos Tardíos Pérmico Jurásico

—————→

inyección. El emplazamiento del material igneo estuvo en gran medida controlado por las estructuras de las metamorfitas huéspedes, tal como lo demuestra el paralelismo observado entre la foliación principal S_2 y ejes de pliegues con los planos y lineamientos fluidales medidos en la periferia del cuerpo tonalítico.

Los intentos de datar los eventos deformativos establecidos, topan con la falta de edades absolutas consistentes. Si se acepta la edad pérmica asignada con reserva para la Tonalita Morro Mejillones (FERRARIS y DI BIASE, 1978) es posible ubicar el evento D_3 en una edad mínima similar a la del cuerpo intrusivo. Por otra parte, el marcado paralelismo exhibido por los ejes b_2 y b_3 parecieran representar la actividad deformativa de sólo un período tectónico de características cambiantes en el tiempo. Al desarrollo de pliegues recumbentes tempranos (b_2) en niveles infracorticales, le sucederían pliegues tardíos en planos axiales subverticales (b_3) en niveles superiores, cuyos efectos podrían coincidir con el alzamiento cortical y emplazamiento tardi-tectónico de las plutonitas gábricas y tonalíticas del Paleozoico Superior (niveles infraestructurales y supraestructurales del modelo de Fyson, 1971). De este modo, es probable que, por lo menos, los eventos deformativos D_2 y D_3 representen al tectonismo hercínico principal y tardío respectivamente.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue financiado por el Programa de Petrología, dependiente de la Dirección de Investigaciones de la Universidad del Norte. Se agradece el apoyo logístico del Departamento de Geociencias de la misma Universidad en lo referente a campañas de terreno, confección de secciones delgadas y laboratorios.

Nuestro agradecimiento al Dr. Hans Niemeyer por la crítica revisión del manuscrito y al Dr. Jaime Arias por la revisión del Abstract.

REFERENCIAS

- BAEZA, L.; 1984. Petrography and tectonics of the plutonic and metamorphic complexes of Limón Verde and Mejillones Península, Northern Chile. Ph.D. Thesis. University Tübingen, West Germany, 205 p. Tübingen.
- FERRARIS, F. y DI BIASE, F.; 1978. Carta Geológica de Chile. Hoja Antofagasta, N°30, Escala 1:250.000. Instituto de Investigaciones Geológicas.
- FYSON, W.K. 1971. Fold attitudes in metamorphic rocks. Amer. Journal of Science, Vol. 270, p. 373-382.
- HALPERN, M., 1978. Geological significance of Rb-Sr isotopic data of Northern Chile crystalline rocks of the Andean orogen between latitudes 23° and 27° South. Geological Society of America Bulletin, V.89, p.522-583.
- MARTINEZ, E. y NIEMEYER, H. 1982. Depósitos marinos aterrazados del Plioceno Superior en la ciudad de Antofagasta, su relación con la falla de Atacama. III Congreso Geológico Chileno, Concepción, V.1, A 176-A 188.
- MEHNERT, K.R. 1968. Migmatites and the origin of granitic rocks. Elsevier Publishing Company, 393 p.
- RAMSAY, J., 1977. Plegamiento y fracturación de rocas. Ed. H. Blume, Madrid, 590 p.
- VENEGAS, R., 1979. Rocas metamórficas y plutónicas de la Península de Mejillones al sur de los 23°17' sur y al oeste de los 70°30' oeste, II Región, Chile. Segundo Congreso Geológico Chileno, El-E20, Arica, Chile.
- WINKLER, H., 1976. Petrogenesis of metamorphic rocks, IV Edition, Springer Verlag, 334, p.