OBSERVACIONES ESTRUCTURALES Y PETROGRAFICAS EN EL BASAMENTO METAMORFICO DEL ARCHIPIELAGO DE LOS CHONOS, ENTRE EL CANAL KING Y EL CANAL NINUALAC, AISEN

FRANCISCO HERVE A.
CONSTANTINO MPODOZIS M. Univ. Chile, Depto. Geol. y Geofís., Casilla 13518, Correo 21, Santiago, Chile.
JOHN DAVIDSON M.
ESTANISLAO GODOY P.

RESUMEN

El Basamento Metamórfico del archipiélago de Los Chonos, en su sector central, está compuesto por rocas que, de acuerdo a su estructura, pueden ser agrupadas en dos zonas: La zona oriental (ZEP) se caracteriza por presentar estructuras primarias conservadas; en ella se observa una alternancia irregular, en partes deformada al estilo "mélange", de lutitas negras, pizarras, areniscas grises y radiolaritas. La segunda zona (ZSEP), ubicada al oeste de la anterior, presenta sus estructuras primarias obliteradas y una litología que corresponde a una serie monótona de filitas y "cuarcitas" con intercalaciones de metabasitas.

Las rocas del Basamento fueron afectadas por dos etapas principales de deformación. Durante la etapa temprana (D_1), la estratificación (S_0) fue plegada según pliegues isoclinales y chevrones apretados, asociados a un clivaje de plano axial (S_1), de rumbo variable. La etapa tardía (D_2) se caracteriza por una deformación no homogénea, progresiva, con intensidad creciente hacia el oeste, que se manifiesta por el desarrollo de un clivaje de crenulación (S_2) de rumbo NNW y subvertical en la ZEP. Hacia el oeste, en la ZSEP, esta foliación es subhorizontal, obliterando completamente las fábricas tempranas.

Situaciones estructurales similares a las observadas en este sector central del archipiélago de Los Chonos, han sido descritas en el "Basamento" del archipiélago de Las Guaitecas, en la Cordillera de Nahuelbuta y en el interfluvio inferior de los ríos Mataquito y Maule.

ABSTRACT

Two structural zones are present in the Metamorphic Basement rocks of the central part of the Los Chonos Archipelago: an eastern zone (ZEP) made up of black shales, slates, sandstones and radiolarian cherts where, apart from "melanged" areas, primary sedimentary structures are well preserved, and a western phyllite, "quartzite" and greenschist bearing zone (ZSEP), where primary structures have been completely transposed.

Two main deformation events have been recognized. Isoclinal and tight chevron folds with a variously striking axial plane cleavage (S_1) of the eastern zone developed at an early stage are progressively refolded towards the west, and a steeply dipping crenulation cleavage (S_2) is developed. In the western zone this new foliation becomes flat-lying and completely transposes the previous structures.

Similar structural and lithological conditions have been observed in the Guaitecas Archipelago, Nahuelbuta Range and in the Central Chile matamorphic Basement.

Revista Geológica de Chile No. 13-14, p. 3-16, 5 figs., 1 tabla.

INTRODUCCION

Durante el mes de marzo de 1980, los autores realizaron una campaña de terreno, en la región insular de Aisén, con el objeto de caracterizar la geología del complejo metamórfico "pre-Jurásico", expuesto en el archipiélago de Los Chonos.

El área estudiada (Fig. 1) comprende islas de la parte central del archipiélago de Los Chonos, a ambos costados del canal Pérez Sur, incluyendo las Islas Melchor, Teresa, James, Jorge, Jesús, Tránsito, Cuptana, Carmencita y Jechica.

La región insular de Aisén, en esta latitud, está dividida en dos sectores, geográfica y geológicamente diferentes, por el canal de Moraleda; éste es de dirección aproximada norte-sur y, en el área, tiene un ancho cercano a los 20 km.

Al este del canal de Moraleda, se extiende lo que puede considerarse como la cadena andina principal en esta región. Presenta un relieve muy abrupto, con alturas que sobrepasan los 2.000 m, labradas, principalmente, en rocas graníticas pertenecientes al Batolito Norpatagónico de edad jurásico-terciaria (Halpern y Fuenzalida, 1978). Franjas de rocas cataclásticas y/o miloníticas, relacionadas al sistema de fallas Liquiñe-Ofqui (Hervé *et al.*, 1979), que se extiende por más de 800 km (Fig. 1) en dirección norte-sur, son comunes en el Batolito. Los puntos culminantes del relieve, en esta región, corresponden a los aparatos volcánicos modernos (Cay, Macá, Mentolat), sobreimpuestos al Batolito. Profundos y angostos fiordos, entre los que destaca el fiordo Aisén, son elementos típicos de este sector.

El archipiélgo de Los Chonos, que se extiende al oeste del canal Moraleda, presenta un relieve más suave que la Cordillera principal, sin embargo, sus mayores altitudes alcanzan hasta los 1.600 m (Isla Cuptana). En su parte oriental, el archipiélago está contituido por granitoides del Batolito Norpatagónico. No obstante, la mayor parte de las islas del archipiélago de Los Chonos está constituida por rocas metamórficas, que corresponden a la prolongación hacia el Sur de la franja de metamorfitas del "Basamento Cristalino" de Chile Central.

Las primeras observaciones geológicas en el archipiélago de Los Chonos fueron realizadas por Darwin (1846). Recién en 1970, Stiefel intentó delimitar unidades litológicas en el Basamento metamórficos y, más recientemente, Espinosa y Fuenzalida (1971) y Fuenzalida y Etchart (1975)

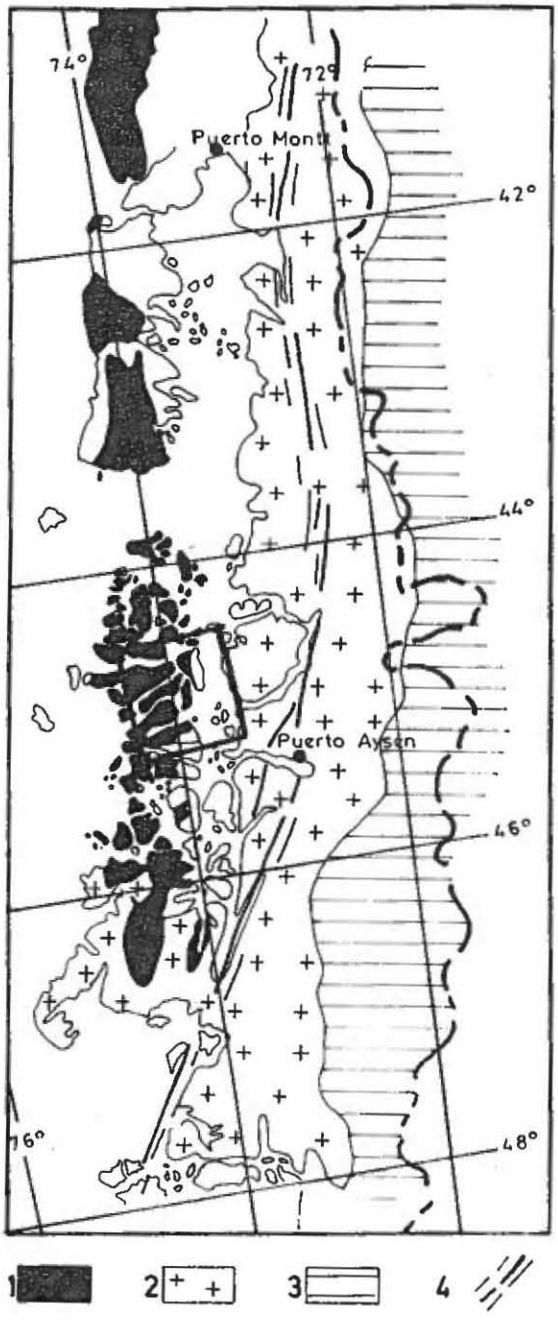

FIG. 1. Distribución del Basamento Metamórfico paleozoico en Chiloé y Aisén insular. 1. Basamento Metamórfico; 2. Batolito Norpatagónico Jurásico-Terciario; 3. Unidades metamórficas, sedimentarias y volcánicas de la vertiente oriental de los Andes; 4. Sistema de fallas Liquiñe-Ofqui. En el recuadro: Zona estudiada en el presente trabajo.

presentaron mapas, escala 1:250.000, que comprenden Aisén insular entre los 44 y los 46°S.

Las rocas del Basamento de Los Chonos han sido estudiadas en especial por Miller (1973, 1976, 1979a, b), quien distinguió allí tres formaciones de diferente edad: la Formación Canal King, de supuesta edad ordovícica, que aflora en las islas más occidentales, constituida por "filitas y micaesquistos con intercalaciones de esquistos verdes"; la Formación Potranca, asignada al Devónico, constituida por pizarras, "areniscas impuras" y cuarcitas, y la Formación Canal Pérez Sur (Paleozoico superior ?), la cual incluye niveles de cherts, areniscas y pizarras, con débil deformación y metamorfismo débil o ausente, que aparecen expuestos en el sector más oriental de archipiélago, donde están intruidos por los granitoides del Batolito Norpatagónico.

La separación en unidades o "formaciones", efectuada por Miller, está basada, sobre todo, en criterios tales como grado de deformación y metamorfismo, aparentemente más alto hacia la parte occidental del archipiélago. La Formación Canal King contendría, como elemento distintivo, intercalaciones de rocas verdes cuya química muestra afinidades con los basaltos toleíticos, abisales (Hervé *et al.*, 1976a; Godoy, 1980). Según Hervé *et al.* (1979), esta formación podría corresponder a parte de un complejo de subducción. La Formación Potranca, que no contiene metabasitas, se habría depositado, según Miller (1976), con posteriodidad a la Formación Canal King, ya metamorfizada y deformada. Dicho autor le asigna una edad devónica, en base a fósiles encontrados en isla Potranca (Miller y Sprechmann, 1977).

Por último, Miller (1979b) asigna a la Formación Canal Pérez Sur, una edad paleozoica superior señalando, entre otros antecedentes, que en esta unidad, no descrita en sus primeros trabajos y caracterizada por una débil deformación y metamorfismo escaso a nulo, se encuentran elementos detríticos provenientes de la erosión de la Formación Canal King. El esquema estratigráfico y cronológico de Miller ha sido, sin embargo, cuestionado debido al hallazgo, por parte de Fuenzalida (*in* Fuenzalida y Spring, 1979), de fragmentos de *Pseudomonotis ochotica* Kerp del Triásico, en isla Potranca. Asimismo, Hervé *et al.* (1976b) con su trabajo en las islas Guaitecas, ponen en duda la separación en "formaciones" del Basamento, en el archipiélago de Los Chonos, ya que, en Islas Guaitecas observaron un aumento progresivo del grado de metamorfismo y deformación, de este a oeste, afectando a un conjunto de rocas en las cuales no existiría ningún quiebre estructural o litológico, que pudiera servir como límite a una o más "formaciones".

Con el presente trabajo, motivado inicialmente por el deseo de verificar la validez de estas interpretaciones geológicas, de conocer la edad real de las rocas allí expuestas y su significado tectónico, así como su petrografía y estructura, esperamos iniciar un estudio geológico sistemático del archipiélago de Los Chonos.

EL BASAMENTO METAMORFICO EN LA ZONA CENTRAL DEL ARCHIPIELAGO DE LOS CHONOS

GENERALIDADES

En el área estudiada (Fig. 2), al occidente del contacto intrusivo con el Batolito Norpatagónico, existirían, según Miller (1979b) afloramientos de las Formación Canal Pérez Sur en contacto, hacia el oeste, con afloramientos de la Formación Potranca al sur de Canal Bynon, y con rocas de la Formación Canal King, al norte de dicho canal. Nuestras observaciones han permitido distinguir, en esa zona, asociaciones de rocas pelítico-arenosas, cherts y esquistos verdes. Las diversas unidades litológicas presentan un grado de deformación variable, que aumenta de este a oeste. Esto se traduce en que, hacia el extremo oriental de los afloramientos recorridos (costa este de Isla Teresa, Isla Cuptana, Isla Jechina), en un área definida aquí como *"Zona con estructuras primarias conservadas"* (ZEP), afloren rocas poco deformadas, en las cuales es posible observar la estratificación original y microtexturas sedimentarias relictas, tales como clastos o formas fósiles de radiolarios, en las rocas pelítico-arenosas y cherts (Fig. 2).

Hacia el oeste, sin embargo, a partir de la costa occidental de Isla Teresa, Isla James, Isla Jesús, se extiende una *"Zona sin estructuras primarias coservadas"* (ZSEP), en la que todos los rasgos sedimentarios primarios están obliterados por el desarrollo de un clivaje de crenulación subhorizontal.

El paso de una a otra de estas zonas se realiza

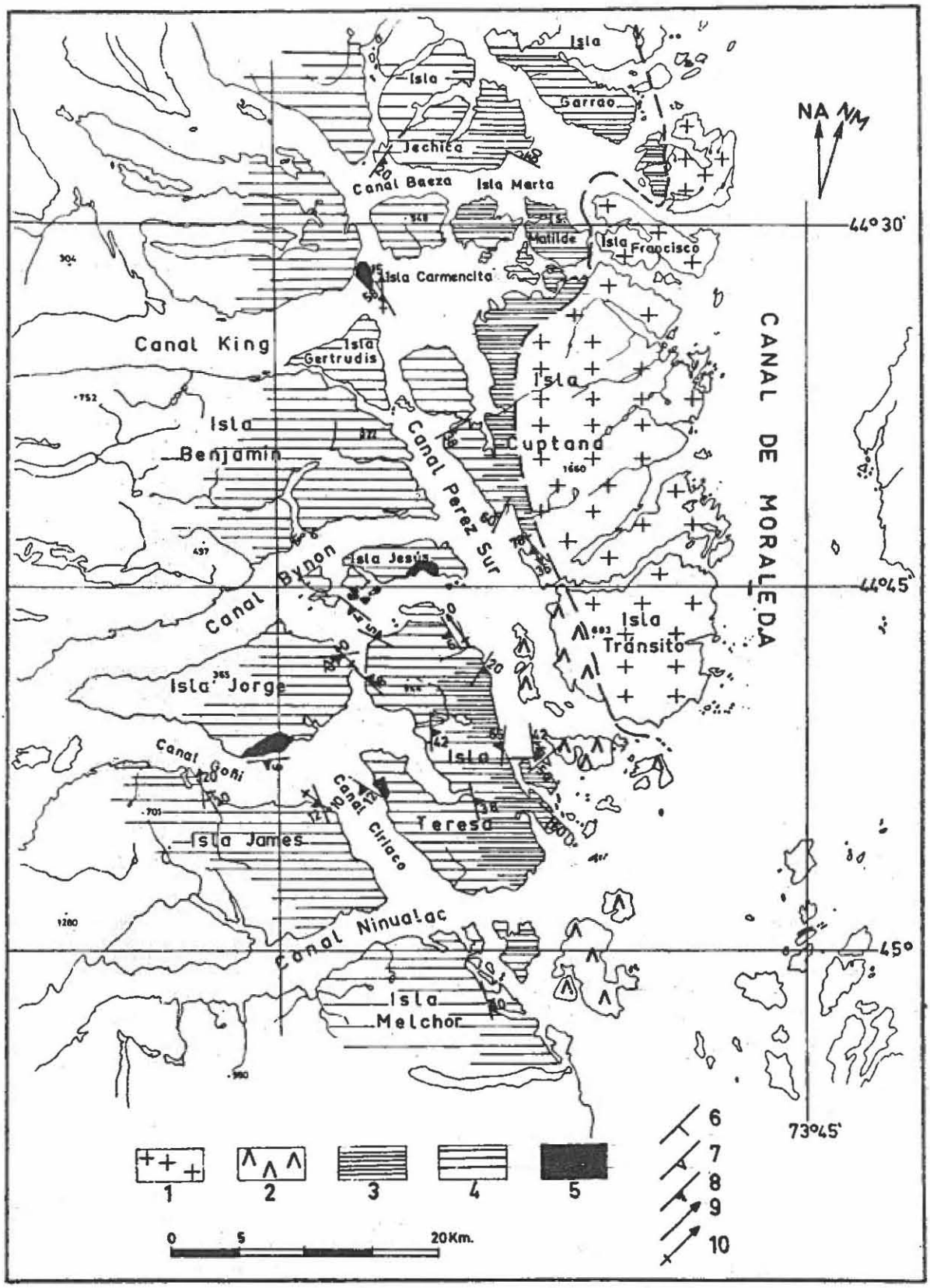
Isla
Isla
Garrao
Jechica
Canal Baeza
Isla Marta
NA
44°30'
Matilde
Isla Francisco
Isla Carmencita
Canal King
Isla Gertrudis
Isla
Isla Benjamin
Cuptana
Canal Perez Sur
CANAL DE MORALEDA
Canal Bynon
Isla Jesús
44°45'
Isla
Tránsito
Isla Jorge
Canal Goni
Isla
Canal Ciriaco
Teresa
Isla James
Canal Ninualac
45°
Isla
Melchor
73°45'
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
0
5
20Km.

FIG. 2. Croquis geológico-estructural del sector central del Archipiélago de Los Chonos entre Canal King y Canal Ninualac. 1. Batolito Norpatagónico; 2. Formación Traiguén (Cretácico Inferior); 3. Basamento Metamórfico: zona con estructuras primarias conservadas; 4. Basamento Metamórfico: zona sin estructuras primarias conservadas; 5. Metabasitas; 6–10. Actitud de diversos elementos estructurales; 6. S_0 ; 7. S_1 ; 8. S_2 ; 9. b_1 ; 10. l_2 . Contactos del Batolito Norpatagónico y Formación Traiguén, según Miller (1979b).

por cambios graduales en la textura y estructura, como lo revela la presencia de rocas con fábricas transicionales entre las típicas de la ZEP y la ZSEP, sin que se haya observado un quiebre brusco entre ambas, ni siquiera en la costa oriental de Isla Teresa, donde los afloramientos son continuos de una a otra zona.

ZONA CON ESTRUCTURAS PRIMARIAS CONSERVADAS (ZEP)

En esta zona la litología se caracteriza por alternancias irregulares de lutitas, pizarras, areniscas grises e intercalaciones de cherts bandeados, bien estratificados.

Las pizarras negras son las rocas predominantes en esta zona, presentando intercalaciones delgadas de metareniscas y cherts con radiolarios.

Los cherts, generalmente blancos y verdes, aparecen como intercalaciones centimétricas en las pizarras, o bien, en capas de algunos metros de espesor, finamente laminadas y muy plegadas (Foto 1).

La asociación de rocas pelítico-arenosas y cherts se presenta, en muchos sectores, bajo la forma de brechas tectónicas en las que fragmentos angulosos a lenticulares de areniscas y, principalmente, de chert de hasta 15 cm de largo, "flotan" en una matriz de pizarra negra, foliada (Foto 2).

Petrografía

Las areniscas de la ZEP presentan una cierta variación petrográfica, tanto en lo que se refiere a sus constituyentes primarios como en los minerales de neoformación.

En el extremo suroriental de Isla Jechica (Fig. 2), afloran las areniscas menos deformadas del área. Se presentan como una secuencia de capas macizas, de 0,5-1 m de espesor, alternando con pelitas oscuras, y se observan, en algunas capas, clastos angulosos, intraformacionales, de lutita. Las arenicas son wacas arcósicas, con clastos angulosos de cuarzo (25%), monocristalino, de 0,05-0,25 cm de largo, plagioclasa (15%), monocristalina, del mismo rango de tamaños, mica blanca (5%), mono o policristalina, de 0,05-4 mm de largo, clastos de lutita de hasta 4 mm y cantidades menores de fragmentos de turmalina verde, apatita, clorita, biotita y clastos de filitas bandeadas, dispuestos en una matriz (40%) constituida por minerales micáceos. Las areniscas de Isla Jechica presentan desarrollo de dos sistemas de planos de clivaje, los cuales se

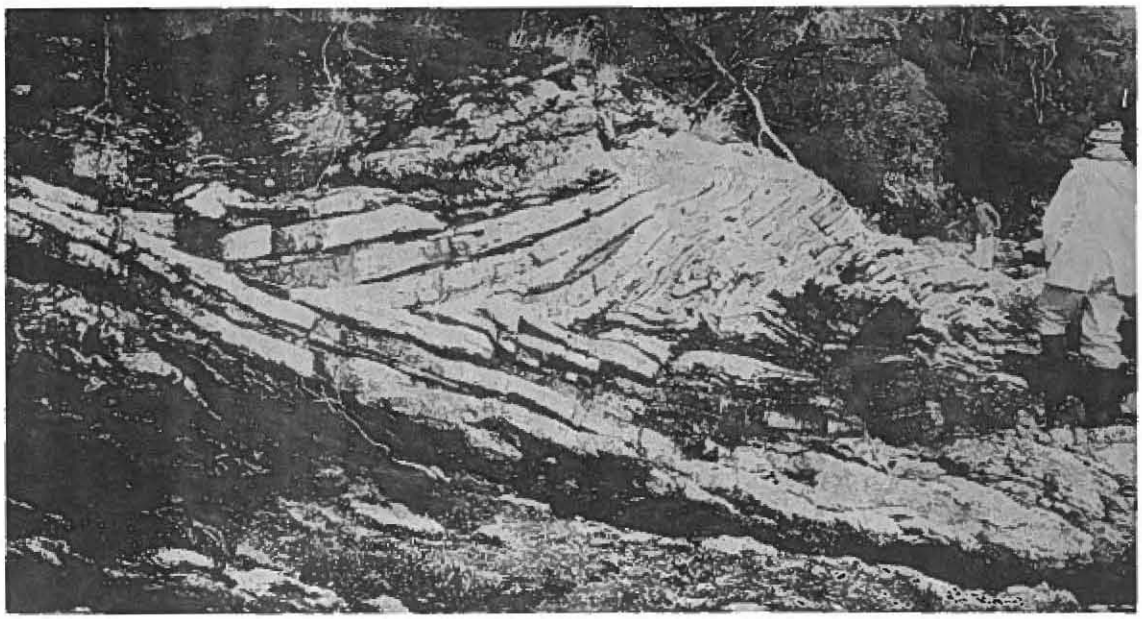

FOTO 1. Pliegues chevron recumbentes, afectando a una alternancia de cherts con radiolarios y lutitas. Islote al este de Isla Teresa. Zona con estructuras primarias conservadas.

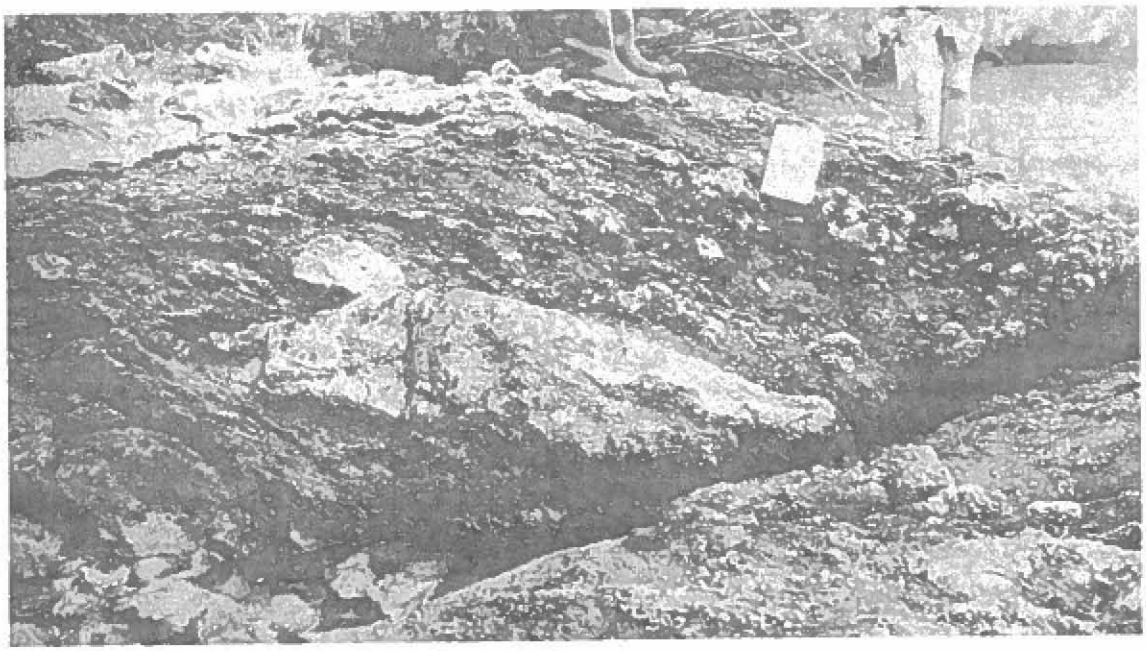

FOTO 2. "Mélange" tectónica. Clastos de areniscas flotando en una matriz de pizarra negra. Costa centro-oriental de Isla Teresa. Zona con estructuras primarias conservadas.

manfiestan como líneas discontinuas de material opaco, espaciados cada 0,1 mm, asociados a una cierta deformación de los clastos y matriz adyacentes. Están, asimismo, atravesadas por diversos sistemas de vetillas de cuarzo-hematita, cuarzo-calcita y cuarzo-siderita (?) pretectónica.

Más al sur, en Isla Cuptana, afloran metareniscas, con un 25% de granos detríticos, redondeados, de cuarzo y plagioclasa, de 0,2-0,7 mm de diámetro, dispuestos en una matriz cuarzo-feldespática, orientada radialmente en torno a los clastos mayores, y con orientación paralela, más lejos de ellos. Estas rocas contienen, además, cristales de turmalina verde, boudinados, probablemente detríticos, al igual que algunos cristales de mica blanca y fragmentos de cuarzo y pertita. En ellas se observa el desarrollo de mica blanca de neoformación, escasa calcita y bandas de minerales opacos.

Las metareniscas de la parte sureste de Isla Teresa, por último, se caracterizan por tener granos detríticos de cuarzo, algunos muy redondeados, de tamaños generalmente inferiores a 0,5 mm, que predominan sobre plagioclasa, feldespato potásico, muscovita, turmalina y circón, dispuestos en una matriz fina, generalmente, con cuarzo y mica blanca de neoformación.

Los cherts también presentan variedades petrográficas. Las capas mas gruesas, observadas en los islotes al este inmediato de Isla Teresa, incluyen nódulos ferromanganesíferos (?) de 10-15 cm de largo. Algunas de las variedades de cherts corresponden a verdaderas radiolaritas con tests de radiolarios ($\varnothing = 0{,}1$ mm) reemplazados por calcedonia. Estos se disponen en una matriz de cuarzo microcristalino, atravesada por venas de cuarzo muy grueso y carbonatos, en la que se presenta, además, algo de mica blanca y clorita. En la costa oriental de Isla Teresa se observaron, por último, rodados de cherts ferromanganesíferos rojos que, bajo el microscopio, presentan formas de radiolarios, abundante magnetita y stilpnomelano.

Estructura

La fábrica estructural de las rocas de la ZEP se carateriza por un intenso plegamiento (D_1) que, afectando a la estratificación (S_0), da origen a

pliegues chevron a subisoclinales, de longitud de onda variable entre metros y algunas decenas de metros (Foto 1). Acompaña a estos pliegues una foliación de plano axial (S_1) bien desarrollada, en los niveles de lutita, en los cuales es visible como un marcado clivaje de pizarra. En ciertos lugares, este clivaje se ve acentuado por el desarrollo de venas miliméticas de cuarzo, paralelas a él.

La foliación S_1 es afectada (D_2) por un clivaje de crenulación (S_2) subvertical, espaciado (5-10 cm, en los afloramientos de la parte sureste de Isla Teresa).

La figura 3 A es un diagrama de Schmidt que representa los planos de estratificación (S_0), los cuales aparecen dispersos.

La figura 3 B muestra que, en cambio, los polos de S_1 presentan una concentración máxima que corresponde a un plano N35°E/65°E. Sobre este plano, tienden a disponerse los ejes de los pliegues sincrónicos (b_1) que afectan a la estratificación. En la figura 3 C, aparecen representados los polos de los planos de clivaje de crenulación S_2, los cuales se concentran en torno a un plano subvertical de rumbo N26°W que, a su vez, contiene a los ejes de micropliegues que afectan a la foliación S_1.

Este esquema estructural caracteriza, sobre todo, a las áreas donde las areniscas y cherts predominan sobre las lutitas y pizarras. En áreas, donde estas últimas sobrepasan en importancia a las primeras, la deformación D_1 parece haber causado el completo desgarramiento de las capas arenosas dando por resultado una fábrica de tipo "mélange". En estas áreas (Foto 2), como ya se ha dicho, fragmentos y "clastos tectónicos" de areniscas y cherts "flotan" en una "matriz" de pizarras, en la cual se desarrolla, como elemento planar predominante, el clivaje (S_1).

ZONA SIN ESTRUCTURAS PRIMARIAS CONSERVADAS (ZSEP)

En el sector oeste de la zona estudiada (costa occidental de Isla Teresa, Isla James, Isla Jesús, Isla Jorge, parte este de Isla Jechica), todos los rasgos sedimentarios primarios están transpuestos y obliterados por el desarrollo de fábricas secundarias penetrativas (Fig. 2).

La litología corresponde allí a una serie monótona de filitas, compuestas por una alternancia de bandas milimétricas a centimétricas de cuarzo y material micáceo, encontrándose además "cuarcitas" e intercalaciones de esquistos verdes.

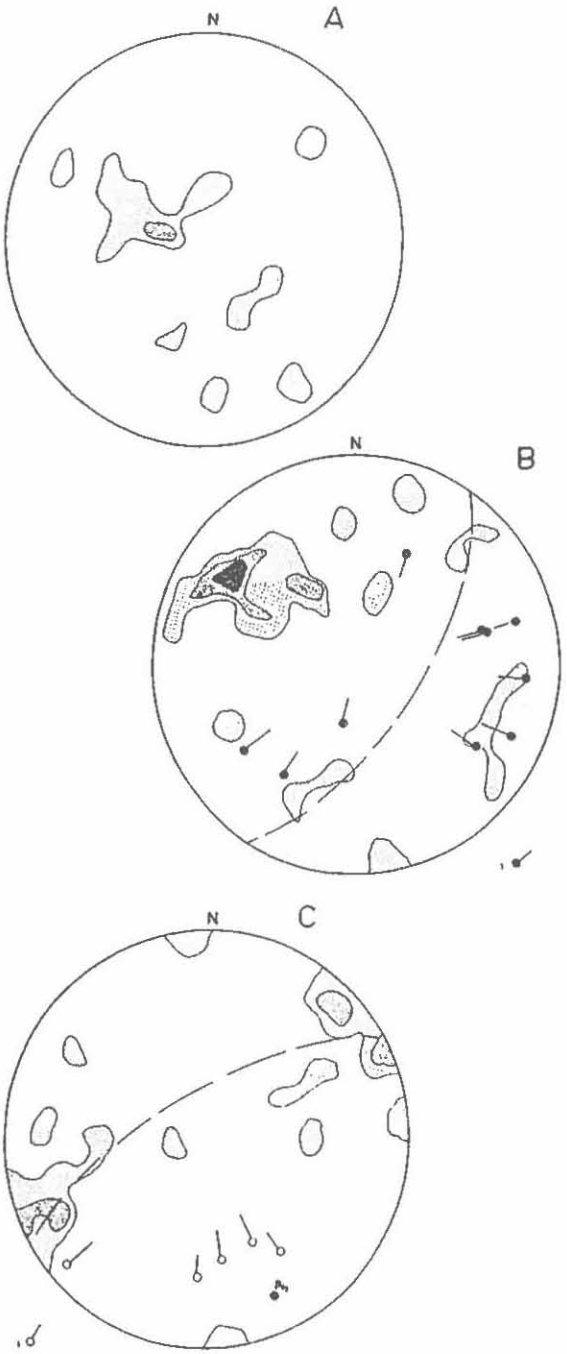

FIG. 3. 3A. Zona con estructuras primarias conservadas; diagrama de Schmidt de polos de S_0 ; 15 medidas. Contorno 7, 14% por 1% área.
3B. Zona con estructuras primarias conservadas, diagrama de Schmidt de polos de planos S_1 ; 27 medidas. Contornos 4, 7, 14% por 1% área. 1. Ejes de pliegues b_1 (10 medidas). Planos: máxima concentración de S_1 (N36°/65°E).
3C. Zona con estructuras primarias conservadas, diagrama de Schmidt de polos de planos S_2 ; 18 medidas. Contornos 6, 12% por 1% área. βS_2: N25°/20°SE. 1. Ejes de pliegues b_2 (5 medidas).

En la parte noreste de Isla Teresa, se observó una transición entre la ZEP y la ZSEP, constituida por semiesquistos en los que, sólo al microscopio, se reconocen rasgos originales modificados por metamorfismo. Los semiesquistos presentan porfiroclastos de cuarzo y albita estirados, con proporción largo/ancho de 4 ó 5/1, en una matriz orientada de cuarzo-albita-clorita y bandas de mica blanca. Minerales accesorios, probablemente detríticos, son circón y turmalina, observándose también cristales de pirita automorfa post-tectónica.

Petrografía

Las filitas de la ZSEP son rocas grises, no homogéneas en las que, frecuentemente, alternan bandas pelíticas decimétricas, de laminación fina, con bandas en que predominan rocas silíceas. El desarrollo de un clivaje de crenulación produce desgarramiento de las bandas y láminas silíceas, dando origen a áreas en que se desarrollan abundantes estructuras de "lápices" de cuarzo y nódulos y/o "boudines" más irregulares, siendo éste un aspecto típico de las rocas occidentales de esta zona.

Intercaladas en bandas o en jirones, dentro de las filitas, aparecen "cuarcitas" grises claras, más macizas que las filitas, cuyo protolito fue ya sea chert o arenisca. El grado de recristalización que presentan impide, por lo general, identificar estructuras primarias del protolito. Están constituidas por agregados granoblásticos, poligonizados, de cuarzo y albita, de 0,05 mm de diamétro promedio que, ocasionalmente, contienen calcita. Las bandas micáceas constituyen menos del 15% del total y están compuestas por mica blanca, clorita, albita, mineral opaco, turmalina y circón. Son frecuentes, en estas rocas, varios sistemas de venas de cuarzo albita y calcita.

Los esquistos verdes son rocas enteramente recristalizadas, que se encuentran ya sea formando bandas delgadas, intercaladas en las filitas (costa oeste de Isla Teresa), o bien constituyendo el tipo predominante, en zonas relativamente amplias, junto a intercalaciones delgadas de rocas silíceas (metacherts ?, "cuarcitas"), muy deformadas.

Entre las rocas verdes se observan variedades macizas, foliadas y bandeadas, y también variedades con estructuras de tectonitas L, como es el caso en el grupo de pequeñas islas, en su mayor parte constituidas por metabasitas, que se sitúan entre las islas Jorge y Teresa, por el sur, y la isla Jesús, por el norte (Fig. 2).

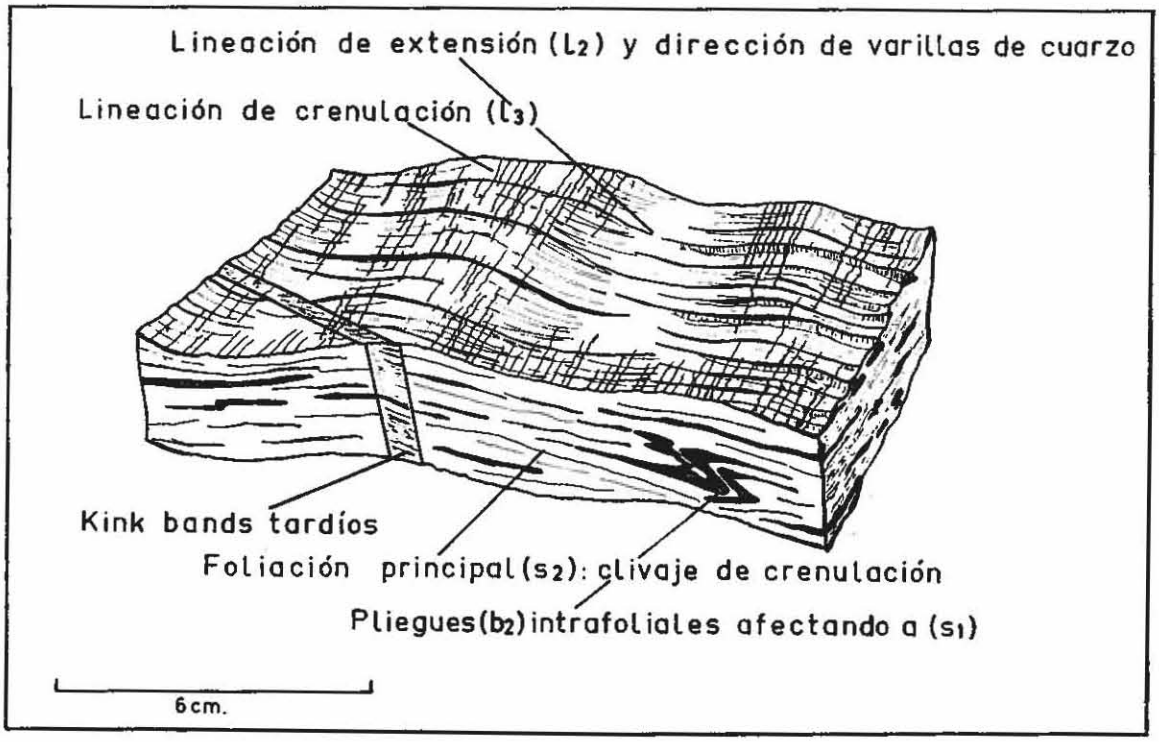

FIG. 4. Croquis realizado a partir de una muestra que ilustra la fábrica predominante en la ZSEP. Costa oriental de Isla James.

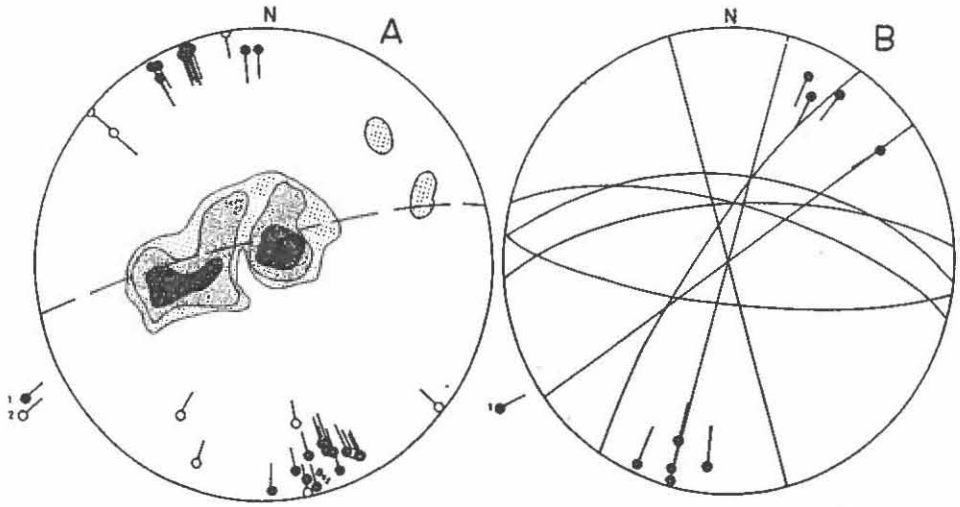

FIG. 5. 5A. Zona sin estructuras primarias conservadas, diagrama de Schmidt de polos de planos S_2; 41 medidas. Contornos 2, 5, 12% por 1% área. βS_2 N15°W/8°SE. 1. Lineación de extensión l_2 (24 medidas); 2. Ejes de pliegues b_2 (7 medidas).
5B. Zona sin estructuras primarias conservadas, diagrama de Schmidt de estructuras tardías: 1. Lineación de crenulación (l_3) (9 medidas). Planos: "kink bands" (9 medidas).

Los esquistos verdes, mineralógicamente más simples, están constituidos por un agregado de clorita isótropa, poco orientada, entrecrecida con algo de albita, mineral opaco, en agregados de contorno difuso, y bandas de cuarzo o de cuarzo-albita y calcita.

Existen también esquistos verdes compuestos, de preferencia, por un agregado fino de edpidota y mineral opaco, probablemente pirita, que presenta lentes alargados o bandas de clorita, albita y calcita poligonizada, con algo de actinolita y venas de cuarzo-albita-clorita y calcita. El cuarzo suele encontrarse también como cristales aislados.

En Isla Carmencita, las metabasitas presentan evidencias de haber experimentado un metamorfismo retrógrado, durante el desarrollo de la última foliación. Se trata de rocas donde alternan bandas máficas y silíceas. Las primeras están formadas por un agregado poco orientado de pistacita, clorita, albita, anfíbola tipo hornblenda, verde-azulosa, con núcleos incoloros, y minerales opacos, con corona de reacción de esfeno.

Las bandas ricas en cuarzo están compuestas por granos de cuarzo muy deformados, que incluyen abundante apatita, hornblenda verdeazulosa, epidota y algo de mica blanca.

Estas bandas están cortadas por láminas de 0,2 a 0,3 mm de espesor, constituidas por anfíbola acicular incolora, muy bien orientada en forma paralela a las láminas, albita alargada y stilpnomelano, y minerales sintectónicos con la foliación principal, que se formaron con posterioridad a los de las bandas máficas y silíceas.

Estructura

La fábrica de la zona mas occidental, donde ya no es visible la estratificación, está dominada por un clivaje de crenulación muy penetrativo y de actitud subhorizontal, que sería equivalente al clivaje de crenulación más tardío (S_2) de la ZEP. Este es acompañado en la ZSEP por una característica e intensa lineación mineral (l_2), marcada por el desarrollo de varillas de cuarzo sobre los planos S_2 (Fig. 4). El rumbo de éstas (N25°W), similar al de los planos S_2 en la ZEP, coincide, además, con el rumbo de los ejes de los pliegues intrafoliales b_2 (isoclinales desarraigados) que, teniendo a S_2 como plano axial, afectan a una foliación S_1 temprana en la ZSEP. La lineación l_2 parece corresponder a una lineación de extensión, que se desarrolla según una dirección de máxima elongación sobre el plano S_2 (Fig. 5). Una lineación de crenulación (l_3), de rumbo aproximado N30°E, aparece en forma esporádica, afectando a la foliación principal S_2 (Fig. 5B). "Kink bands" tardíos de rumbo

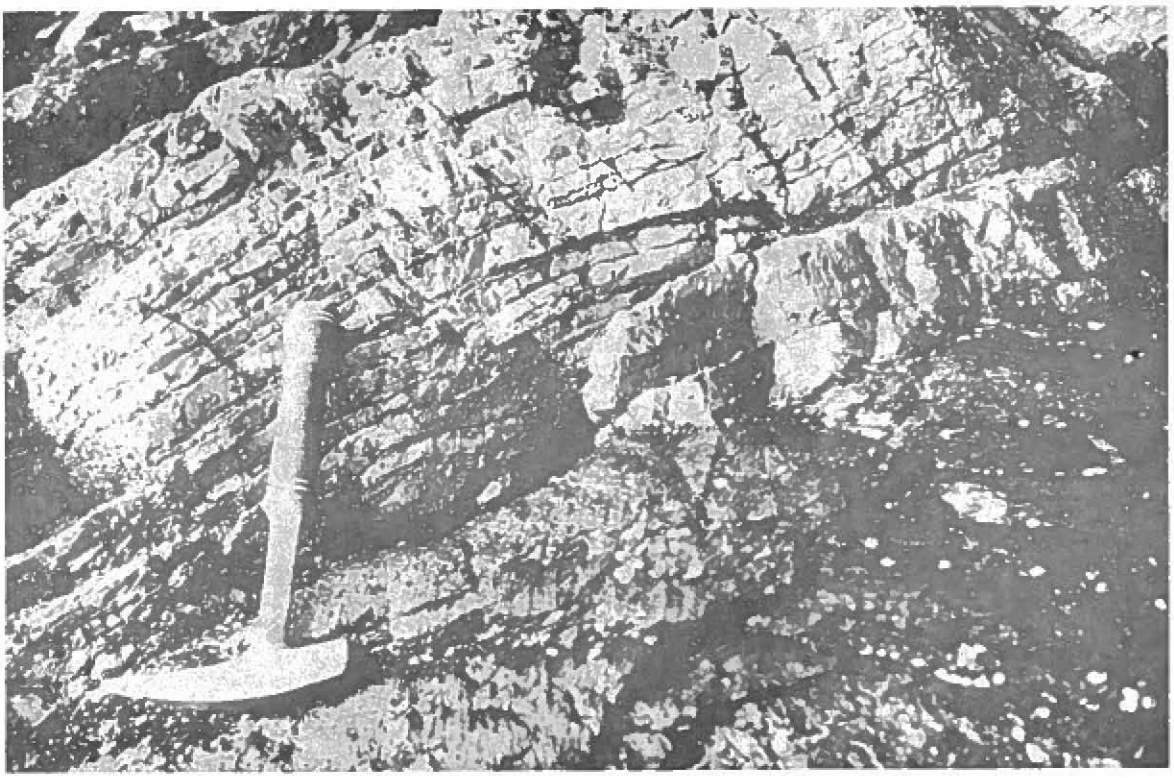

FOTO 3. Contacto sedimentario (S_0) entre areniscas (arriba izquierda) y pizarras negras. En éstas se observa el desarrollo del clivaje de pizarra subhorizontal (S_1), oblicuo a (S_0), afectado por el clivaje de crenulación (S_2) subvertical. Costa sur-oriental de Isla Teresa. Zona con estructuras primarias conservadas.

variable, desarrollados con posterioridad a la lineación de crenulación l_3, deforman también a S_2. En este sector más occidental, la foliación S_2 subhorizontal está afectada por pliegues amplios, de gran longitud de onda y escasa amplitud (Fig. 4), cuya exacta relación con las estructuras tardías es difícil de estimar.

RELACIONES ENTRE METAMORFISMO Y DEFORMACION

A modo de conclusión del análisis anterior, se puede señalar que, en la zona centro oriental del archipiélago de Los Chonos, entre Canal King y Canal Ninualac, existen dos zonas diferentes desde el punto de vista textural y microtextural: en la más oriental (ZEP), las rocas conservan parte de sus estructuras y texturas originales y en la más occidental (ZSEP), éstas están obliteradas. El paso entre una zona y otra es gradual, como lo revela la existencia de rocas de características transicionales entre ambas zonas. Sin embargo, a pesar de esta diversidad estructural, el protolito de las metamorfitas de la ZSEP parece haber sido similar a aquél de las rocas que constituyen la ZEP, a excepción de las rocas básicas, inexistentes en esta última zona.

En ambas zonas se distinguen los efectos de dos episodios de deformación (D_1 y D_2), que generaron estructuras planares (S_1 y S_2), acompañadas de metamorfismo. En las metapelitas, la mayoría de los minerales metamórficos parece haberse formado durante el episodio D_1, en el cual, los porfiroclastos de cuarzo se deformaron en forma plástica. Durante el episodio D_2, se produjo una "filonitización" de estas rocas, con trituración principalmente de la mica blanca y deformación de los cristales de cuarzo, si bien la formación de microporfidoblastos de albita, en las metapelitas, fue contemporánea y/o posterior al desarrollo de S_2.

Sólo en algunas metabasitas existen verdaderas evidencias de dos etapas de metamorfismo, con

cristalización metamórfica importante durante D_2.

Las asociaciones mineralógicas de metamorfismo, presentes en el área estudiada, son las siguientes:

Metapelitas y metareniscas	1	cuarzo - albita - clorita - mica blanca
Metacherts	2	cuarzo-calcita-(mica blanca)-(clorita)
	3	cuarzo-calcita- (stilpnomelano)-magnetita
Metabasitas	4	cuarzo-albita-clorita- calcita
	5	cuarzo-albita-clorita- calcita epidota
	6	cuarzo-albita-clorita- epidota-anfíbola incolora
	7	albita-clorita-epidota- hornblenda verde-azulosa
	8	cuarzo-epidota- hornblenda verde-azulosa
	9	albita-stilpnomelano-anfíbola incolora

En las metabasitas, las asociaciones sin anfíbola se distribuyen al sur de Isla Benjamín, y aquéllas con anfíbola se encuentran hacia el norte de ella. La asociación 9 se desarrolló, probablemente, durante D_2.

Las asociaciones mineralógicas enumeradas indican que el grado de metamorfismo en el área es muy bajo o bajo, en el sentido de Winkler (1976).

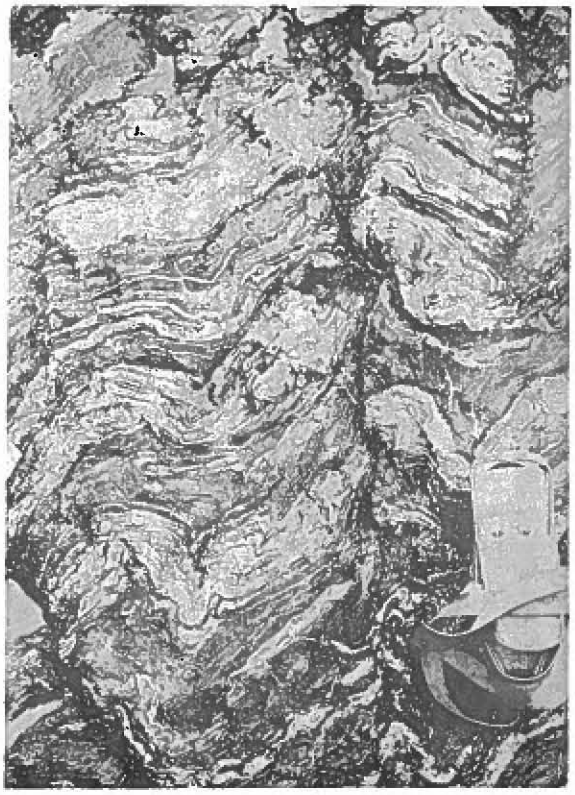

FOTO 4. Bandas alternadas de metareniscas y pizarras transpuestas, siguiendo a S_1, y replegadas por pliegues D_2. Isla Cuptana. Zona con estructuras primarias conservadas.

DISCUSION DE LOS RESULTADOS

En el área estudiada, el Basamento Metamórfico del archipiélago de Los Chonos está compuesto por secuencias de protolito, predominentemente pelítico-arenoso, con intercalaciones de radiolaritas, en la zona con rasgos primarios conservados, e intercalaciones de metabasitas en la zona sin rasgos primarios conservados, la cual se extiende al oeste de la anterior. La historia estructural del área se caracteriza por el desarrollo de dos etapas de deformación principales: durante la etapa temprana, D_1, la estratificación (S_0) fue deformada en apretados pliegues chevron (S_1) de plano axial. La etapa D_2 se caracteriza por el desarrollo de un clivaje de crenulación (S_2), que traspone y oblitera, progresivamente, a las fábricas previas, hacia el oeste, hasta llegar S_2 a constituir el elemento estructural predominante en la ZSEP.

Las observaciones de terreno han permitido verificar que el paso de una a otra zona es gradual. No existen elementos estructurales "propios"a una u otra de las dos grandes zonas estructurales, definidas en este trabajo. El hecho que S_0 esté restringido sólo a la ZEP se debe a que, hacia el oeste, este rasgo estructural está completamente obliterado por las fábricas D_2. Durante la etapa D_2 parece haberse producido un caso de *deformación no homogénea progresiva, con intensidad creciente hacia el oeste*, de tal modo que sólo en la parte más oriental de archipiélago se conservaron las fábricas tempranas. En la zona estudiada en el pre-

TABLA 1. ELEMENTOS ESTRUCTURALES PRINCIPALES, DESCRITOS POR DIVERSOS AUTORES, PARA EL BASAMENTO METAMORFICO DEL ARCHIPIELAGO DE LOS CHONOS. SE INCLUYEN DATOS ESTRUCTURALES DEL BASAMENTO METAMORFICO DE CHILE CENTRAL (RIOS MATAQUITO-MAULE) Y AUSTRAL (ARCHIPIELAGO MADRE DE DIOS).

	D_1	D_2	D_3	D_4 (?)
Guaitecas; Hervé *et al.* (1976a).	S_1 foliación de plano axial de pliegues isoclinales.	S_2 clivaje de crenulación con rumbo general NW; su manteo varía de subhorizontal, en el occidente, a subvertical, en la parte oriental del archipiélago.	Foliación S_3 no penetrativa a escala regional, pliegues "kink" y chevron que afectan a S_2, rumbo general de S_3:N38°E.	Pliegues amplios de S_2.
Archipiélago de Los Chonos; Miller (1976, 1979a y b).	Plegamiento"prevaríscico": pliegues isoclinales de rumbo variable entre NNE y ENE.	Plegamiento "principal varíscico" al cual se asocia una foliación penetrativa, de rumbo aproximado NNW y ejes de pliegues (b_1) en la misma dirección.	Plegamiento"tardivaríscico",con ejes de rumbo N10°-30°E.	
Este trabajo.	S_1 foliación de plano axial, de pliegues chevron e isoclinales, afectando a S_0, y de rumbo variable.	S_2 clivaje de crenulación de rumbo general NNW, de subvertical en la parte oriental del archipiélago, pasa a subhorizontal hacia el occidente. Sobre S_2 se desarrolla una lineación mineral (l_2) de rumbo NNW.	Esporádica foliación S_3 asociada a microplemiento de S_2 y a una lineación l_3 de rumbo N30°E.	Pliegues amplios de gran radio de curvatura, afectando a S_2.
Archipiélago Madre de Dios, Magallanes; Forsythe y Mpodozis (1979).	Cabalgamientos de rumbo E-W. En la isla Duque de York: clivaje de pizarra S_1 subparalelo a S_0, de orientación variable.	Pliegues y micropliegues asociados a un clivaje de plano axial, cuyo rumbo general es NW-SE.		
Ríos Mataquito y Maule; Gana (1981).	S_1 foliación de plano axial de pliegues "similares", afectando a S_0 en el Complejo Las Toscas.	Clivaje de crenualción S_2 y lineación de extensión (l_2) asociada, que transpone a las fábricas D_1. Su actitud varía de un rumbo NNE y manteo 30° - 40°E(?) (Complejo Las Toscas), hasta hacerse subhorizontal hacia el oeste (Complejo Dóllimo). La intensidad de la deformación D_2 aumenta en esa dirección.	Pliegues "kink" y chevron esporádicos, que afectan a S_2 en el Complejo Dóllimo.	Pliegues suaves y ondulaciones afectando a S_2.

sente trabajo, no existen, por lo tanto, criterios estratigráficos y/o estructurales simples, que permitieran separar unidades con rango de "formación" dentro del complejo metamórfico, tal como lo propusiera Miller (1976, 1979b) para el conjunto del archipiélago de Los Chonos.

Una situación estructural muy similar a la aquí descrita existe en las islas Guaitecas (Hervé *et al.*, 1976a). Allí, como en el sector que aquí se describe, la fábrica estructural predominante es un clivaje de transposición S_2 que, de subvertical en el sector oriental de las islas, se transforma en subhorizontal hacia el oeste, conjuntamente con un incremento del grado metamórfico en esa dirección. Fábricas regionales de igual naturaleza han sido descritas también en la Cordillera de Nahuelbuta (Hervé, 1977) y en el Basamento Metamórfico, entre los ríos Mataquito y Maule (Gana, 1981). En esa última región, ocurre una situación parecida a la observada en Archipiélago de Los Chonos: el elemento estructural principal es también allí un clivaje de crenulación S_2 que, de subvertical en un área donde aún se conservan rasgos primarios tales como estratificación (Complejo Las Toscas) pasa, hacia el oeste (Complejo Dóllimo), a presentar una actitud subhorizontal, obliterando a las fábricas previas. Se ha resumido esta comparación en la Tabla 1.

El análisis aquí expuesto no implica que deba tratarse de un mismo evento tectónico D_2, de igual edad y naturaleza, en ambas regiones, ya que no tenemos antecedentes acerca de la edad de la deformación que vayan mas allá de la sugerida por trabajos previos a éste (ejemplo: Miller, 1979b). Sin embargo, creemos interesante llamar la atención sobre esta especial organización estructural, que parece ser común a zonas tan distantes y cuyo significado es, hasta el momento, poco claro.

AGRADECIMIENTOS

Los Grants E083 y E886 del Servicio de Desarrollo Científico de la Universidad de Chile y la Comisión Chilena de Energía Nuclear financiaron, parcialmente, este estudio, el que no habría podido realizarse sin el apoyo de la lancha "Fresia", puesta a disposición del proyecto por la Alcaldesa de Puerto Cisnes, Sra. Eugenia Pirzio-Biroli.

Para la etapa de acercamiento terrestre a la zona de estudio, los autores contaron con el apoyo logístico del Departamento de Geología y Geofísica de la Universidad de Chile.

Esta es una contribución a los Proyectos 44 y 42 del IGCP, Paleozoico inferior y Paleozoico superior de Sudamérica y sus límites.

REFERENCIAS

DARWIN, C. 1846. Geological observations on South America. Smith, Elder & Co., 279 p. London.

ESPINOSA, W.; FUENZALIDA, R. 1971. Geología de las Hojas Rivero, Puerto Aisén y Balmaceda, entre los paralelos 45° y 46° latitud sur. Inst. Invest. Geol. (inédito), 54 p. Santiago.

FORSYTHE, R.; MPODOZIS, C. 1979. El Archipiélago Madre de Dios, Patagonia occidental, Magallanes; rasgos generales de la estratigrafía y estructura del "basamento" pre-jurásico superior. Inst. Invest. Geol., Rev. Geol. Chile, No. 7, p. 13-29.

FUENZALIDA, R.; ETCHART, H. 1975. Geología del territorio de Aisén, comprendido entre los 43°45' y los 45°00' latitud sur. Inst, Invest. Geol. (inédito), 99 p. Santiago.

FUENZALIDA, R.; SPRING, V. 1979. Pórfido cuprífero Leucayec, Cordillera de la Costa, Aisén. *In* Congr. Geol. Chileno, No. 2, Actas, Vol. 2, p. C217-C234. Arica.

GANA, P. 1981. Geología de la Cordillera de la Costa entre los ríos Mataquito y Maule. Memoria de Título, Univ. Chile, Depto. Geol., 171 p. Santiago.

GODOY, E. 1980. Zur Geochemie der Grünschiefer des Grundgebirges in Chile. Münster. Forsch. Geol. Palaeontol., Vol. 51, p. 161-182.

HALPERN, M.; FUENZALIDA, R. 1978. Rb-Sr geochronology of a transect of the Chilean Andes between latitudes 45° and 46°S. Earth Planet. Sci. Lett., Vol. 41, No. 1, p. 60-66.

HERVE, F. 1977. Petrology of the crystalline basement of the Nahuelbuta Mountains, south-central Chile. *In* Comparative studies on the geology of the Circum-Pacific orogenic belt in Japan and Chile (Ichikawa, T.; Aguirre, L.; eds.), Jap. Soc. Promot. Sci., p. 1-51, Tokyo, Japan.

HERVE, F.; THIELE, R.; PARADA, M.A. 1976a. El Basamento metamórfico del Archipiélago de Las Guaitecas, Aisén, Chile. *In* Congr. Geol. Chileno,

No. 1, Actas, Vol. 1, p. B73-B75. Santiago.

HERVE, F.; GODOY, E.; DEL CAMPO, M.; *et al.* 1976b. Las metabasitas del basamento metamórfico de Chile central y austral. *In* Congr. Geol. Chileno, No. 1, Actas, Vol. 2, p. F175-F187. Santiago.

HERVE, F.; ARAYA, E.; FUENZALIDA, J.L.; *et al.* 1979. Edades radiométricas y tectónica neógena en el sector costero de Chiloé continental, X Región. *In* Congr. Geol. Chileno, No. 2, Actas, Vol. 1, p. F1-F18. Arica.

MILLER, H. 1973. Características estructurales del basamento geológico chileno. *In* Congr. Geol. Argent., No. 5, Actas, Vol. 4, p. 101-115. Buenos Aires.

MILLER, H. 1976. El basamento de la provincia de Aisén (Chile) y sus correlaciones con las rocas Premesozoicas de la Patagonia Argentina. *In* Congr. Geol. Argent., No. 6, Actas, Vol. 1, p 125-141. Bahía Blanca.

MILLER, H. 1979a. Unidades estratigráficas y estructurales del basamento andino en el Archipiélago de Los Chonos, Aisén, Chile. *In* Congr. Geol. Chileno, No. 2, Actas, Vol. 1, p. A103-A120. Arica.

MILLER, H. 1979b. Das Grundgebirge der Anden im Chonos-Archipel, Region Aisén, Chile. Geol. Rundsch., Vol. 68, No. 2, p. 428-456.

MILLER, H.; SPRECHMANN, P. 1977. Eine devonische Faunula aus dem Chonos-Archipel, Region Aisén, Chile, und ihre stratigraphische Bedeutung. Geol. Jahrb., Reihe B, No. 28, p. 37-45.

STIEFEL, J. 1970. Das Andenprofil im Bereich des 45 südlichen Breitengrades. Geol. Rundsch., Vol. 59, No. 3, p. 961-979.

WINKLER, H.G.F. 1976. Petrogenesis of metamorphic rocks. 4th edition. Springer-Verlag, 220 p. New York.