



DISTRIBUCION DE LA MINERALIZACION EN LA CORDI-
LLERA DE LA COSTA ENTRE LOS 38° y 40° LATITUD
SUR

Guillermo Alfaro Hanne

Departamento de Geociencias,
Universidad de Concepción.

RESUMEN

Se describe la distribución espacial de los diferentes tipos de mineralización que han sido identificados en la Cordillera de la Costa, entre los 38° y 40° latitud sur, en su contexto geológico regional, y se discute un esquema genético volcánico-sedimentario.

Se observa que sulfuros macizos de cobre, zinc y hierro (principalmente calcopirita, blenda y pirita) están relacionados con esquistos verdes, probablemente meta-volcanitas; mantos de magnetita y hematita, con trazas de sulfuros de cobre y hierro, se intercalan en cuarcitas; mineralización podiforme de cromita y trazas de cobaltina aparece en cuerpos ultramáficos serpentinizados; mantos de pirolusita, braunita y hollandita se asocian a esquistos verdes de posible origen volcánico intercalados a su vez en una secuencia de esquistos de cuarzo-muscovita y cuarcitas;

vetas con stibnita y calcopirita se emplazan en esquistos de cuarzo-muscovita y posiblemente en un plutón diorítico asignado tentativamente al Cretácico Superior, respectivamente.

ABSTRACT

The spatial distribution of different mineralization types in the Coastal Range, south of Chile, between 38° and 40° south is described. Also a volcanic-sedimentary genetic model, in the regional geological framework is analysed.

It is observed that copper, zinc and iron massive sulfide (mainly chalcopyrite, sphalerite and pyrite), are related with green schists, probably meta-volcanic rocks; magnetite and hematite, with copper and iron sulfide traces. Podiform chromite and small quantities of cobaltite related with ultramafic rocks; pirolusite, braunite and hollandite beds associated with green schists with probably volcanic origin and stibnite and chalcopyrite veins are observed.

1. ANTECEDENTES.

Las investigaciones realizadas la última década por el antiguo Instituto de Investigaciones Geológicas y el Departamento de Geociencias de la Universidad de Concepción, han permitido visualizar en la Cordillera de la Costa, entre los 38° y 40° latitud sur (fig. 1), un conjunto de zonas mineralizadas que pueden ser relacionadas entre sí, desde el punto de vista genético. Este mismo hecho hace posible ordenarlas espacialmente y por lo tanto apli-

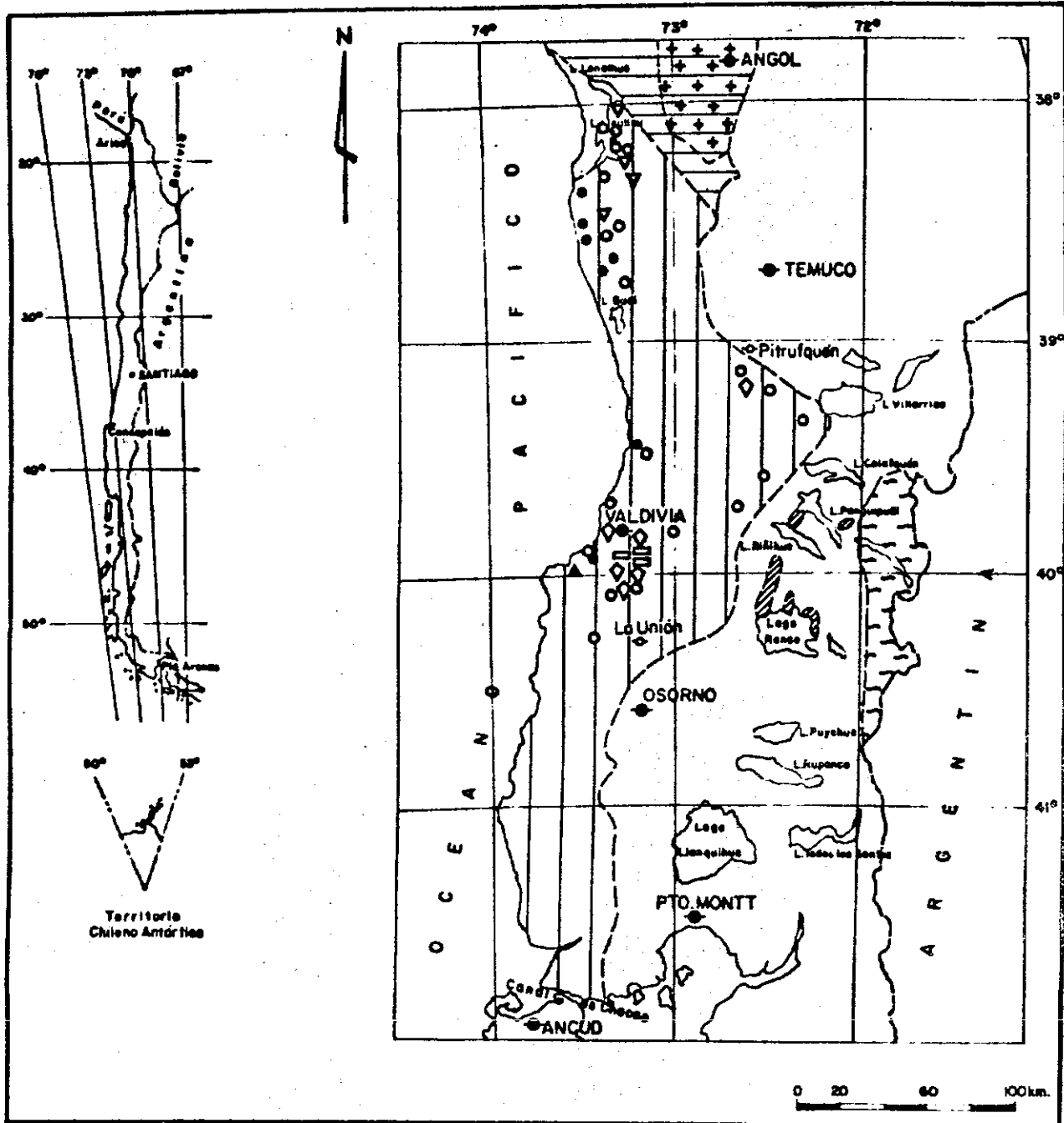


FIG. N°1_BOSQUEJO GEOLOGICO DEL BASAMENTO PALEOZOICO Y TIPOS DE MINERALIZACION ASOCIADOS

SERIE OCCIDENTAL :

ESQUISTOS VERDES Y GRISIS, METABASITAS, METACHERTS, CUARCITAS.

SERIE ORIENTAL :

PIZARRAS Y FILITAS

BATOLITO DE LA COSTA :

PRINCIPALMENTE GRANITOS Y TONALITAS

FORMACION PANGUIPULLI :

PIZARRAS Y FILITAS CON INT. DE CONGLOMERADOS Y ARENISCAS CONGLOMERADICAS

COMPLEJO IGNEO-METAMORFICO DE LA

CORDILLERA ANDINA ORIENTAL



YACIMIENTOS DE HIERRO BANDEADOS.



CUERPOS ULTRAMAFICOS SERPENTINIZADOS CON CROMITA.



SULFUROS MACIZOS DE COBRE HIERRO Y ZINC.



MINERALIZACION VETIFORME DE COBRE.



MINERALIZACION VETIFORME DE ANTIMONIO.



MINERALIZACION DE MANGANESO.

car este conocimiento, aún insuficiente, como guía de exploración para los minerales encontrados, si bien, hasta ahora, ellos carecen de importancia económica.

La presencia de minerales metálicos (incluyendo manganeso entre ellos) es conocido desde principios de siglo; sin embargo, el estudio geológico de ellos ha sido escaso y esporádico; la excepción la constituyen los depósitos bandeados de hierro de la región situada al sur del lago Lanalhue y al norte del río Imperial, donde durante la década del año 1960 se realizaron estudios geológicos y prospección sistemática (Alvarez, 1970; Vergara, 1970).

En el desarrollo de la campaña de exploración de hierro efectuada por la Compañía de Acero del Pacífico (CAP) entre los años 1967 y 1970, la cual incluyó geofísica aérea, se detectaron numerosos afloramientos de rocas serpentinitizadas que incluían cromita diseminada y maciza (Alvarez, 1970; Vergara, 1970). Algunos de estos afloramientos fueron estudiados en detalle con posterioridad, llegándose a reconocer mediante sondajes con corona de diamantes el cuerpo Quitratué (lat. $39^{\circ}23'$ S; long. $73^{\circ}24'$ W), con resultados poco alentadores (Alvarez y Rivera, 1970; Vergara y Becerra, 1972; Conn y Page, 1973; Muñoz y Conn, 1975; Cruzat, 1976; Cruzat, Alfaro y Guzmán, 1976; Alfaro, 1976; Serrano, 1977; Guzmán, 1977a, 1977b; González, 1977).

Más al sur, en los alrededores de Valdivia, se conocen varios yacimientos de manganeso, algunos de los cuales fueron explotados incipientemente para los altos hornos de Corral. La descripción geológica de ellos ha tenido carácter preliminar (Ericksen, 1961; Di Biase y Lillo, 1972).

También en la zona de Valdivia se conocen algunas áreas con antimonio, una de las cuales, denominada Los Joaquines, fue explorada mediante labores subterráneas. La presencia de minerales de antimonio, en el contexto geológico regional, constituye un problema genético que no ha sido resuelto.

Quizás los hallazgos de mayor significación, tanto académica como por el posible interés económico que ellos puedan tener, es el descubrimiento reciente de varias zonas con sulfuros macizos de cobre, zinc y hierro o sulfuros de hierro y cobre (Collao y Oyarzún, 1981; Alfaro, 1981 y Collao y Alfaro, 1982), que se agregan a los descritos en la literatura geológica (Anónimo, 1917); Illies, 1970; Alvarez, 1970; Alvarez y Rivera, 1971).

La presencia de cuerpos ultramáficos serpentinizados se ve reflejada en los contenidos de elementos en trazas en sedimentos fluviales, que por su carácter geoquímico están relacionados con dichos intrusivos (fig. 2) (Cruzat, 1976; Alfaro, 1981).

Mediante este trabajo, fundamentalmente descriptivo, el autor desea llamar la atención sobre lo que podría ser la nueva Provincia Metalogénica Paleozoica de la Cordillera de la Costa del Sur de Chile.

2. MARCO GEOLOGICO.

Aguirre et al. (1972) divide el Basamento Metamórfico en dos series en base a sus características de metamorfismo, denominándolas Serie Oriental y Serie Occidental; dicha nomenclatura es mantenida por Hervé (1977).

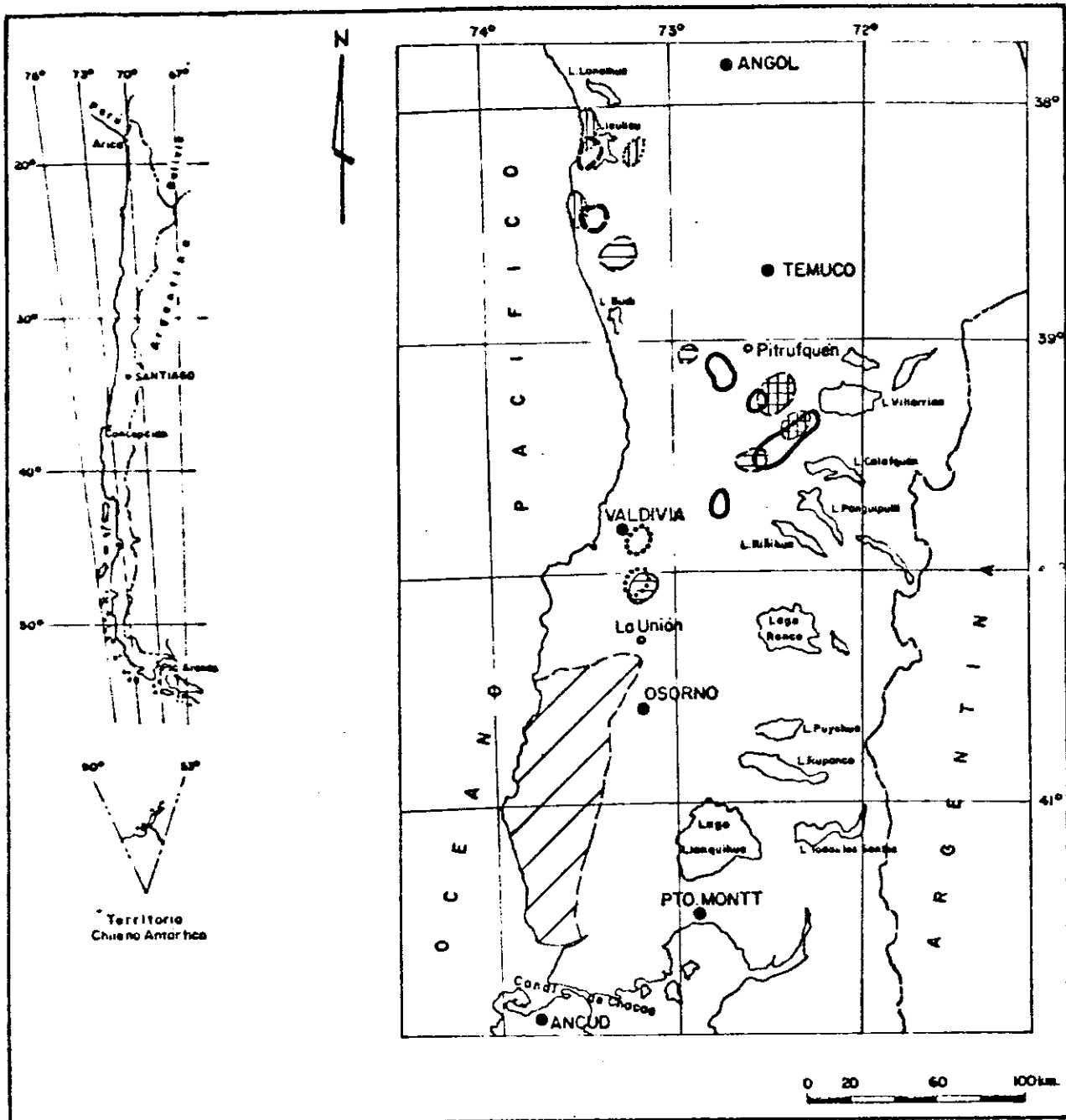


FIG. N°2 — ANOMALIAS GEOQUIMICAS EN SEDIMENTOS FLUVIALES

— POBLACION TAMIZADA —

ANOMALIA GEOQUIMICA



Cu-Zn [Cu > 72 ppm
Zn > 128 ppm]



Cu



Zn

ANOMALIA GEOQUIMICA



Ni-Ce-Cr [Ni > 89 ppm
Ce > 60 ppm
Cr > 243 ppm]



Cr-Ce



Ni-Ce



AREA DE Al (Al > 9,5%)

2.1. La Serie Oriental.

Presenta una deformación y metamorfismo menor que la Serie Occidental. Los planos de estratificación y los cuerpos de diferentes rocas pueden ser identificados, corresponde en general a una alternancia de metaareniscas y metapelitas oscura, con intercalaciones de pizarras y filitas.

Predomina una estratificación de potencias centimétricas, aunque en algunos sectores alcanza hasta 0,5 m.

La proporción entre los metasedimentos se mantiene más o menos constante a lo largo del área estudiada.

Todo lo anterior aparece bastante obliterado por las distintas fases de deformación y metamorfismo, que incluyen recristalización, esquistosidad, plegamientos, boudinage, segregación de cuarzo y fracturamiento. Incluso, en algunos sectores la deformación borra totalmente las estructuras originales.

La potencia de esta serie no ha sido determinada, pero su distribución es bastante extensa o continua, sin presentar mayores variaciones de facies.

Hervé (1977) en base a observaciones de terreno y estudio de minerales clásticos relictos en zonas de bajo grado de metamorfismo, consideró que esta secuencia representa un complejo sedimentario de plataforma, depositado bajo un régimen flychoide.

2.2. La Serie Occidental.

Posee mayor deformación y metamorfismo que la Serie Oriental. Aparece compuesta por esquistos grises, esquistos verdes, cuarcitas, mantos ferríferos e intrusivos serpentínicos.

Es difícil reconocer en ella los planos de estratificación originales, pero se pueden identificar contactos entre las distintas rocas.

Esta serie presenta una esquistosidad muy penetrativa (denominada por varios autores como "Foliación Principal") y una recristalización intensa. Esto dificulta el reconocimiento de sus constituyentes originales, tales como su estructura y composición litológica. En ciertos sectores la foliación principal aparece muy plegada y afectada por numerosas fracturas. Algunas fallas de carácter inverso pueden identificarse en una red de fracturamiento mayoritariamente normal.

Para Hervé (1977) este tipo de asociación corresponde a una secuencia eugeosinclinal, donde el protolito estaría compuesto por pelitas, grauvacas, cherts y rocas volcánicas básicas, algunas de tipo piroclástico.

La distribución de los esquistos verdes derivados de rocas básicas es más restringida que la de las series clásticas, por ello pueden tener una mayor implicancia paleogeográfica. De ahí que es muy importante la observación de Hervé et al. (1978) en el sentido de que las metabasitas tienen un quimismo similar al de los

basaltos toleíticos de fondos abisales. Incluso se han preservado estructuras de lavas de almohadillas, que en conjunto con los cherts y areniscas podrían configurar una asociación petrotectónica de corteza oceánica, acrecionada al continente probablemente durante el Permo-Triásico (Hervé; op. cit.).

Godoy (1980) señaló también que el quimismo de los esquistos verdes corresponde a basaltos toleíticos y mencionó la posibilidad de que, en conjunto con su asociación litológica, representen una paleozona abisal acrecionada al continente durante el Ordovícico y/o Silúrico. Esta opinión es discordante con la de Frutos y Tobar (1975), que señalaron que estas rocas representan una primitiva subducción con un sistema arco-fosa.

La edad que diferentes autores han asignado al Basamento Metamórfico, fundamentada en similitudes petrográficas y estructurales con otras series conocidas, ha variado desde precámbrica hasta paleozoica. Las determinaciones cronológicas mediante el método Rb-Sr indican una edad paleozoica superior (González-Bonorino, 1970; González-Bonorino y Aguirre, 1970; Munizaga et al, 1973).

La misma edad fue determinada por Nishimura (1971, in Hervé, 1977). En base a los antecedentes expuestos, puede asignarse el Basamento Metamórfico al Paleozoico Medio.

Sobre el Basamento Metamórfico se disponen, en discordancia de erosión y plegamiento, rocas del Mesozoico y Cenozoico.

A la Serie Occidental se asocian los diferentes tipos de mineralización que se conocen en la Cordillera de la Costa Sur de Chile.

3. MINERALOGIA.

Los tipos de mineralización consisten en yacimientos bandeados de hierro; cromita maciza o diseminada asociada a rocas ultramáficas serpentinitizadas, mineralización de manganeso estratiforme; sulfuros macizos de cobre, zinc y hierro, y vetas de cobre y de antimonio.

3.1. Yacimientos bandeados de hierro.

Se agrupan en tres áreas. Ellas son (de norte a sur): Pocuno (lat. $38^{\circ}03'$, long. $73^{\circ}20'$ W), Mahuilque-Relún (lat. $38^{\circ}15'$ S, long. $73^{\circ}12'$ W) y La Cabaña (lat. $38^{\circ}32'$ S, long. $73^{\circ}15'$ W). Ruiz (1965), por comparación con la mineralización ferrífera del Escudo Brasileño, los consideró como "itabiritas" asignándolos al Precámbrico.

La mineralización descrita por Alvarez (1970) consiste en magnetita, hematita, pirita y calcopirita con ganga de cuarzo. La relación entre ellas varía en las diferentes áreas; así, en Pocuno, contrariamente a lo que sucede en Mahuilque-Relún, la hematita es predominante sobre la magnetita.

Collao et al. (1980) menciona la ocurrencia de sulfuros de cobre, hierro y plomo e ilmenita, los cuales, aunque aparecen a nivel microscópico, siempre están

presentes en los niveles con hierro y se encuentran incluidos en magnetita. En orden decreciente de abundancia, los sulfuros son: calcopirita, pentlandita, pirita, galena, bornita y calcosina. El hecho que los sulfuros se encuentren como inclusiones en cristales de magnetita es explicado por Collao et al. (op. cit.) como un sin cronismo en la formación de todos los minerales metálicos, a partir de exhalaciones volcánicas submarinas; esta idea es mantenida por Collao y Alfaro (1982) para explicar, en el contexto geológico global, los tipos de mineralización que se discuten en el presente trabajo.

3.2. Mineralización de cromita

Este tipo de mineralización se relaciona con cuerpos ultramáficos fuertemente serpentinitizados. Las dimensiones de estos cuerpos varía entre algunas decenas de metros (p. ej. Pocuno, lat. 38°03' S, long. 73°20' W), hasta kilométricos (Voipire, lat. 39°15' S, long. 72°27' W).

En general la mineralogía es simple, está com puesta por cromita, magnetita, inclusiones de pentlandita y pirita. Cobaltina en trazas se ha determinado en dos serpentinitas que además presentan cromita finamente dise minada. Ambos afloramientos están situados en la provincia de Valdivia.

La cromita aparece finamente diseminada, en masas compactas o con textura en cadena. En el primer caso está asociada con magnetita siendo difícil diferen-

ciar a simple vista el tipo de mineral. La cromita compacta es generalmente del tipo aluminico aún cuando también se han identificado especies ricas en hierro (Alfaro, 1980).

De todas las intrusiones ultramáficas estudiadas (fig. 1), sólo el conocido como La Cabaña (lat. $38^{\circ}30'$ S; long. $73^{\circ}15'$ W) tiene concentraciones de cromita superiores a 6%, los cuerpos restantes presentan leyes variables entre 0,5 y 2%, lo cual puede considerarse como rango normal para rocas ultramáficas.

Los otros minerales mencionados, además de la cromita y magnetita, aparecen como trazas y constituyen curiosidades mineralógicas.

3.3. Mineralización de manganeso.

Los depósitos más importantes se ubican en la provincia de Valdivia; en la literatura geológica se conocen como Santo Domingo, Isabel, Bellavista y Piedra Negra. Biese (1956) indica que mineralización de manganeso se conoce también en la provincia de Cautín. Estudios recientes han permitido visualizar en las cercanías de Pitrufquén mineralización de manganeso, de forma irregular, intercalada en una secuencia cuya base es una metavolcanita verde con textura piroclástica relictas ("esquistos verdes", sobre la cual se reconocen esquistos de cuarzo-muscovita con buena foliación. Próximo a dichos afloramientos con manganeso, el autor ha reconocido rocas con estructura en almohadilla ("pillow-lavas") y que corresponderían a las mencionadas por Hervé (1977).

La mineralogía aludida por Ericksen (1961) es pirolusita y rodonita, sugiriendo que el primer mineral se formó por oxidación del segundo. Esta asociación mineralógica simple de los yacimientos de los alrededores de Valdivia es más compleja en la zona de Pitrufrquén donde se ha identificado mineralización de manganeso en nódulos irregulares similares a los mencionados por Raguin (1961). La mineralogía que se observa en este sector consiste en hollandita, braunita, pirolusita y psilomelano asociados a cuarcitas y esquistos de cuarzo-piamontita-muscovita y esquistos de albita-clorita-cuarzo-(piamontita) (Helle et al., en preparación). La mineralogía, estructura y litología descrita ha sido relacionada con procesos volcánicos exhalativos submarinos (Raguin, 1961).

3.4. Sulfuros macizos de cobre, zinc y hierro.

Existen al menos ocho zonas conocidas con mineralización sulfurada de cobre, zinc y hierro en la zona estudiada; de ellas, las denominadas Mina Vieja (lat. $38^{\circ}23'$ S, long. $73^{\circ}31'$ W); Playa Casa de Piedra (lat. $38^{\circ}29'$ S, long. $73^{\circ}31'$ W) y Pirén (lat. $39^{\circ}21,5''$ S, long. $73^{\circ}05,5'$ W) son las que presentan las características más importantes por su asociación mineralógica y litología (Collao y Alfaro, 1982).

La Mina Vieja y Playa Casa de Piedra comprende horizontes de hasta 30 m de corrida y 0,20 m de potencia, predominantemente con pirita y contenidos menores de calcopirita, blenda, covelina y bornita, interbandeados en los esquistos verdes epidota-albita-clorita.

La mineralización que se observa en Pirén es similar a la descrita y consiste en pirita, calcopirita, blenda, pirrotina y trazas de calcosina y covelina.

3.5. Vetas de cobre y de antimonio.

Las vetas de cobre y de antimonio se emplazan en rocas de la Serie Occidental del Basamento Metamórfico y por lo tanto son posteriores a ellas. Se conocen dos zonas con este tipo de mineralización, ambas próximo a Valdivia.

3.5.1. Mineralización vetiforme de cobre.

Hay una veta en la costa, al sur de Valdivia. Consiste en una veta de rumbo N 60°E/90° y potencia menor que 0,30 m. En superficie hay restos de tres piques, aterrados e inundados. La mineralogía de esta veta está compuesta por pirita y calcopirita con ganga de cuarzo (Alfaro, 1981).

3.5.2. Mineralización vetiforme de antimonio.

El yacimiento de antimonio denominado Los Joaquines (lat. 39°56,5', long. 73°12' W) fue mencionado por Ericksen (1961); posteriormente se ubicaron en las proximidades otros dos cuerpos cuyas magnitudes se desconocen y que han sido denominados Coke Uno y Coke Dos; el primero de ellos tiene importancia (Alfaro, 1981). Los Joaquines consiste en una veta de rumbo N 10E/90 y potencia inferior a 0,50 m; la veta puede seguirse en corrida unos 200 m. La mineralización está formada por stibnita

con ganga de cuarzo. En el área conocida como Coke Uno, asociada a stibnita, hay pirita y trazas de galena y blenda con cuarzo y sericita. En el afloramiento principal, el rumbo de la veta es NS/30°W y 1,2 m de espesor. En todos los casos mencionados, la roca huésped de la mineralización son esquistos de cuarzo-sericita-clorita-(albita).

4. DISTRIBUCION DE LA MINERALIZACION.

La distribución de los tipos de mineralización descritos, desde el punto de vista geográfico, es la siguiente (fig. 1).

4.1. Los yacimientos de hierro bandeados se ubican en la parte norte del área, inmediatamente al sur del lago Lleu-Lleu y en el sector costero comprendido entre los lagos Lanalhue y Lleu-Lleu.

4.2. Los cuerpos ultramáficos serpentinitizados con cromita se distribuyen en dos franjas con rumbo aproximado NNW-SSE y NNE-SSW respectivamente, que se cortan al oeste del lago Villarica, lugar donde existen los afloramientos más extensos de rocas ultramáficas (Alfaro, 1980). Las franjas de serpentinitas con cromita mencionadas están siempre situadas al este de la mineralización sulfurada de cobre, zinc y hierro. Los afloramientos más septentrionales se encuentran en el cordón montañoso que separa los lagos Lanalhue y Lleu-Lleu y los meridionales han sido hallados cerca de La Unión, aún cuando existe información, que no consta al autor, de cuerpos serpentiniticos al occidente de Puerto Montt.

4.3. Los sulfuros macizos de cobre, hierro y zinc aparecen exclusivamente en la zona costera, siempre asociados a "esquistos verdes". La discontinuidad de la mineralización entre los 39° S y 39°30' S puede deberse a los pocos afloramientos, conjuntamente con falta de exploración.

4.4. Mineralización vetiforme de cobre. Solo se conoce una veta, en la costa, al sur de Valdivia. Al respecto, existen dudas de la relación genética entre la mineralización, los esquistos del Basamento Metamórfico y un plutón granítico, de edad incierta, que aflora en las proximidades.

4.5. Mineralización vetiforme de antimonio. Todas las vetas de antimonio se ubican al sur de Valdivia, próximo al río Futa. Aunque las vetas se emplazan en esquistos, se desconoce la relación cronológica entre mineralización y roca huésped.

4.6. Mineralización de manganeso. El manganeso aparece interbandeado en esquistos de cuarzo-muscovita y cuarcitas. Los principales yacimientos se sitúan en los alrededores de Valdivia, aún cuando se encontraron áreas no mencionadas en la literatura geológica al suroeste de Pitrufquén.

5. DISCUSION.

El presente trabajo permite entregar nuevos antecedentes respecto la relación entre fenómenos volcánicos-exhalativos submarinos y mineralización ocurrida

durante el Paleozoico (Collao y Alfaro, 1982). Es así como la presencia de estructuras en almohadillas en "esquistos verdes" que representan fenómenos volcánicos en ambiente acuoso, próximos a mineralización de manganeso (sector Pitrufquén), corrobora la idea general sobre la génesis de minerales en la Cordillera de la Costa Sur de Chile, expresada por los autores mencionados. Del mismo modo, los sulfuros de cobre, zinc y hierro, también asociados a rocas verdes de origen volcánico (¿submarino?) y los yacimientos bandeados de hierro serían parte del mismo proceso de mineralización. Nuevas investigaciones dirigidas a aclarar problemas geocronológicos y geoquímicos de los "esquistos verdes" son fundamentales para apoyar, o rechazar, el esquema propuesto.

REFERENCIAS

- AGUIRRE, L. et al., 1972. Distribution of Metamorphic facies in Chile - an outline. *Krystalinikum* 9, pp. 7-19.
- ALFARO, G., 1976. Prospección de minerales básicos y ferrosos en Arauco. *Inst. Invest. Geol.* (Inédito).
- _____ 1980. Antecedentes Preliminares sobre la Composición y Génesis de las Cromitas de La Cabaña (Cautín). *Rev. Geológica de Chile* N° 11, pp. 29-41.

1981. Mapa de Yacimientos Minerales de la Provincia de Valdivia. Inst. Invest. Geol. (Inédito). 1 mapa, sin texto.
- ALVAREZ, O., 1970. Estudio Geológico de los Yacimientos de Hierro de la Cordillera de Nahuelbuta, Provincias de Arauco, Malleco y Cautín. Memoria para optar al Título de Geólogo. Dpto. de Geología. U. de Chile.
- ALVAREZ, O. y RIVERA, A., 1970. Informe Preliminar de la Primera Etapa de Estudios de las Anomalías Magnéticas y Radiométricas Detectadas en la Región de la Cordillera de la Costa entre el río Imperial y el Extremo Sur de la Isla de Chiloé". Inst. Invest. Geol. (Inédito).
- Anónimo, 1917. New Río Tinto Mine, Tirúa, Chile. Arch. SERNAGEOMIN, Santiago.
- BIESE, W., 1956. Los Yacimientos de Manganeso de Chile. XX Congr. Geol., México. pp. 377-416.
- COLLAO, S.; MONTECINOS, P.; OYARZUN, R.; et al. 1980. Estudio genético de las mineralizaciones de fierro de Mahuilque. Univ. de Concepción, Dpto. Geociencias. Contrib. N° 4. 160 p.

- COLLAO, S. y ALFARO, G., 1982. Mineralización Sulfurada de Hierro, Cobre y Zinc en la Cordillera de la Costa, Sur de Chile. Rev. Geol. de Chile N° 15. pp. 41-47.
- CONN, H. y PAGE., 1973. Prospección Geoquímica de Cromo-Níquel en Rocas Ultrabásicas, Provincia de Cautín y Valdivia, Chile. Inst. Invest. Geol. (Inédito).
- CRUZAT, A., 1976. Informe Preliminar-Prospección Geoquímica de la Cordillera de la Costa entre las latitudes 38° y 41°30' S. Inst. Invest. Geol. (Inédito).
- CRUZAT, A., ALFARO, G. y GUZMAN, R., 1976. Prospección en el Area de Voipire, Provincia de Cautín, IX Región. Inst. Invest. Geol. (Inédito).
- DI BIASE, F. y LILLO, F., 1973. Geología Regional, Geoquímica del Drenaje y Minera de la Provincia de Valdivia. Inst. Invest. Geol. Rec. Nat: (IREN).
- ERICKSEN, G., 1961. Ore Deposits of the Cordillera de la Costa of Valdivia. Inst. Invest. Geol. (Inédito).

- FRUTOS, J. y TOBAR, A., 1973. Evolution of the Southwestern Continental Margin of South America. III International Gondwana Symposium. Canberra, Australia. pp. 565-577.
- GODOY, E. 1980. Zur Geochemie der Grünschiefer des Grundgebirges in Chile. Muenster. Forsch. Geol. Palaeontol. V. 51. p. 161-182.
- GONZALEZ-BONORINO, F., 1970. Series Metamórficas del Basamento Cristalino de la Cordillera de la Costa, Chile Central. Univ. de Chile. Dpto. de Geología. Publ. N° 37.
- GONZALEZ-BONORINO, F. y AGUIRRE, L., 1970. Metamorphic Facies Series of the Crystalline Basement of Chile. Geol. Rundsch., 59. Hf. 3. pp. 979-993.
- GONZALEZ, F., 1977. Prospección por Cromo, Níquel, Cobalto y Magnesio en los Cuerpos Ultrabásicos Pozo de Plata, Pedro y Antiquina, Provincia de Arauco, VIII Región. Inst. Invest. Geol. (Inédito).
- GUZMAN, R., 1977a. Exploración de Cromo y Níquel en el Prospecto Quitratué, Provincia de Cautín. Inst. Invest. Geol. (Inédito).

1977b. Sondajes Preliminares en el Prospecto Quitratué. Inst. Invest. Geol. (Inédito).

HELLE, S.; ALFARO, G.; COLLAO, S. y FRUTOS, J., 1982. Antecedentes sobre la mineralización de Manganeso de Gorbea (Provincia de Cautín). Dpto. de Geociencias, Univ. de Concepción. En preparación.

HERVE, F., 1974. Petrology of the Crystalline Basement of the Nahuelbuta Mountains, South-Central Chile. Ph. D. Thesis, Hokkaido Univ., Japón. p 53.

ILLIES, H., 1960. Geologie der Gegend von Valdivia. Chile. Neues Jahrb. Geol. Palaeontol. V. 3. p. 110.

KATO, T., 1976. The relationship between low-grade metamorphism and Tectonics in the Coast Range of Central Chile. Diss. Univ. Calif. p. 120.

MUNIZAGA, F., AGUIRRE, L. y HERVE, F., 1973. Rb-Sr Ages of rocks from the Chilean Metamorphic basemend. Earth Planet. Sci. Lett. V. 18, N° 1. pp. 87-91.

- MUÑOZ, M. I. y COVN, H., 1975. Evaluación Geoquímica de Quitratué, Provincia de Cautín. Inst. Invest. Geol. (Inédito).
- NISHIMURA, T., 1971. On the geology of the Magellan geosyncline. Rep. Geol. Surv. Hokkaido, N° 44. p. 45-53.
- RAGUIN, E., 1961. Geologie des Gites Minéraux Paris. p. 686.
- RUIZ, C., 1965. Geología y Yacimientos Metalíferos de Chile. Santiago. p. 305.
- SERRANO, L., 1976. Exploración Geoquímica del Area de Voipire, Provincia de Cautín. Inst. Invest. Geol. (Inédito).
- VERGARA, L., 1970. Prospección de Yacimientos de Cromo y Hierro en La Cabaña - Cautín. Tesis para optar al Título de Geólogo. Dpto. de Geología. Univ. de Chile.
- VERGARA, L. y BECERRA, E., 1972. Prospección de Polimetálicos en la Zona Sur entre el río Imperial y Chiloé. Inst. Invest. Geol. (Inédito).