



Gobierno de Chile
Servicio Nacional de
Geología y Minería

ISSN 0717-7283

SUBDIRECCIÓN NACIONAL DE GEOLOGÍA



GEOLOGÍA DEL ÁREA LANCO-LONCOCHE

REGIONES DE LA ARAUCANÍA Y DE LOS RÍOS

David Quiroz P.
Paul Duhart O.
Pedro Crignola G.

CARTA GEOLÓGICA DE CHILE
SERIE GEOLOGÍA BÁSICA

No. 106

Escala 1:100.000

2007

CARTA GEOLÓGICA DE CHILE SERIE GEOLOGÍA BÁSICA

- No. 81 Geología del Área Los Lagos-Malalhue, Región de Los Lagos. 2003. P. Duhart, J.L. Antinao, J. Clayton, S. Elgueta, P. Crignola y M. McDonough. Texto y 1 mapa escala 1:100.000.
- No. 82 Carta Baquedano, Región de Antofagasta. 2004. M. Basso. Texto y 1 mapa escala 1:100.000.
- No. 83 Geología del Área de Liquiñe-Neltume, Regiones de Los Lagos y de La Araucanía. 2004. L. Lara y H. Moreno. Texto y 1 mapa escala 1:100.000.
- No. 84 Hoja Arica, Región de Tarapacá. 2004. M. García, M. Gardeweg, J. Clavero y G. Hérial. Texto y 1 mapa escala 1:250.000.
- No. 85 Área Oriental de la Hojas Cochrane y Villa O'Higgins, Región Aisén del General Carlos Ibáñez del Campo. 2004. R. de la Cruz, D. Welkner, M. Suárez y D. Quiroz. Texto y 1 mapa escala 1:250.000.
- No. 86 Geología del Área Chonchi-Cucao, Región de Los Lagos. 2004. D. Quiroz, P. Duhart y P. Crignola. Texto y 1 mapa escala 1:100.000.
- No. 87 Geología del Volcán Lanin, Región de La Araucanía. 2004. L. Lara. Texto y 1 mapa escala 1:50.000.
- No. 88 Geología del Volcán Llaima, Región de La Araucanía. 2005. J.A. Naranjo y H. Moreno. Texto y 1 mapa escala 1:50.000.
- No. 89 Cartas Antofagasta y Punta Tetas, Región de Antofagasta. 2005. G. González y H. Niemeyer. Texto y 1 mapa escala 1:100.000.
- No. 90 Hoja Salvador Occidental, Región de Atacama. 2005. E. Godoy y L. Lara. Texto y 1 mapa escala 1:250.000.
- No. 91 Carta Copiapó, Región de Atacama. 2005. C. Arévalo. Texto y 1 mapa escala 1:100.000.
- No. 92 Carta Los Loros, Región de Atacama. 2005. C. Arévalo. Texto y 1 mapa escala 1:100.000.
- No. 93 Geología del Complejo Volcánico Taapaca, Región de Tarapacá. 2005. J. Clavero y R.S.J. Sparks. Texto y 1 mapa escala 1:50.000.
- No. 94 Geología del Área Quellón-Isla San Pedro, Región de Los Lagos. 2006. D. Quiroz y P. Duhart. Texto y 1 mapa escala 1:100.000.
- No. 95 Geología del Área Guadal-Puerto Sánchez, Región de Aisén del General Carlos Ibáñez del Campo. 2006. R. de la Cruz y M. Suárez. Texto y 1 mapa escala 1:100.000.
- No. 96 Geología del Área Andacollo-Puerto Aldea, Región de Coquimbo. 2006. C. Emparan y G. Pineda. Texto y 1 mapa escala 1:100.000.
- No. 97 Geología del Área Vicuña-Pichasca, Región de Coquimbo. 2006. G. Pineda y C. Emparan. Texto y 1 mapa escala 1:100.000.
- No. 98 Geología del volcán Villarrica, Región de La Araucanía. 2006. H. Moreno y J. Clavero. Texto y 1 mapa escala 1:50.000.
- No. 99 Geología del Complejo Volcánico Puyehue-Cordón Caulle, Región de Los Lagos. 2006. L. Lara y H. Moreno. Texto y 1 mapa escala 1:50.000.
- No. 100 Geología del Área Freirina-El Morado, Región de Atacama. 2006. D. Welkner, C. Arévalo y E. Godoy. Texto y 1 mapa escala 1:100.000.
- No. 101 Geología del Volcán Parinacota, Región de Tarapacá. 2006. J. Clavero, R.S.J. Sparks y E. Polanco. Texto y 1 mapa escala 1:50.000.
- No. 102 Carta Inca de Oro, Región de Atacama. 2006. S.J. Mathews, P. Comejo y R. Riquelme. Texto y 1 mapa escala 1:100.000.
- Nos. 103 y 104 Cartas Mejillones y Península de Mejillones, Región de Antofagasta. 2007 J. Cortés, C. Marquardt, G. González, H.-G. Wilke y N. Marinovic. Texto y 1 mapa escala 1:100.000.
- No. 105 Carta Oficina Domeyko, Región de Antofagasta. 2007 N. Marinovic. Texto y 1 mapa escala 1:100.000.

SERVICIO NACIONAL DE GEOLOGÍA Y MINERÍA - CHILE

SUBDIRECCIÓN NACIONAL DE GEOLOGÍA



**GEOLOGÍA DEL ÁREA
LANCO - LONCOCHE**

REGIONES DE LA ARAUCANÍA Y DE LOS RÍOS

David Quiroz P.
Paul Duhart O.
Pedro Crignola G.

**CARTA GEOLÓGICA DE CHILE
SERIE GEOLOGÍA BÁSICA**

No. 106

Escala 1:100.000

2007

GEOLOGÍA DEL ÁREA LANCO-LONCOCHE, REGIONES DE LA ARAUCANÍA Y DE LOS RÍOS
Escala 1:100.000

CARTA GEOLÓGICA DE CHILE
SERIE GEOLOGÍA BÁSICA, No. 106, 2007
ISSN 0717-7283
Inscripción No. 167.107

Servicio Nacional de Geología y Minería, Avda. Santa María 0104, Casilla 10465, Santiago, Chile.
Director Nacional: Patricio Cartagena D.
Subdirectora Nacional de Geología: Renate Wall Z.

Derechos reservados. Prohibida su reproducción.

Comité Editor: Paula Cornejo P., Anibal Gajardo C., Estanislao Godoy P-B., Arturo Hauser Y., Ernesto Pérez d'A., Andrew Tomlinson, Renate Wall Z.
Editores: Estanislao Godoy P-B., Manuel Suárez D.

Jefe Unidad de Publicaciones: Manuel Suárez D.
Encargada de Unidad de Publicaciones y corrección idiomática: Soraya Amar N.
Diagramación: Paula Moreno S.

Referencia bibliográfica:

Quiroz, D.; Duhart, P.; Crignola, P. 2007. Geología del Área Lanco-Loncoche, Regiones de La Araucanía y de Los Ríos. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, Serie Geología Básica 106: 21 p., 1 mapa escala 1:100.000. Santiago.

Portada: Pórfido riódacítico del Cretácico Superior (Riódacita Loncoche). que aflora en corte de camino de la Ruta 5 Sur. al norte de Loncoche. Hacia el borde derecho de la foto. se observa el pórfido cubierto por depósitos diamicticos de la Glaciación Río Llico.

Fotografía: D. Quiroz P.

Tiraje: 300 ejemplares

Impreso por: Andros Impresores

CONTENIDO

RESUMEN.....	4
ABSTRACT	4
INTRODUCCIÓN.....	5
PALEOZOICO-TRIÁSICO	5
Complejo Metamórfico Bahía Mansa PzTrbm.....	5
CRETÁCICO SUPERIOR.....	8
Granodiorita Los Boldos Kgb	8
Riodacita Loncoche Krl	8
PALEÓGENO-NEÓGENO.....	9
Estratos de Pupunahue OImp.....	9
PLEISTOCENO	10
DEPÓSITOS DE LA GLACIACIÓN RÍO LLICO.....	10
Depósitos Morrénicos Plm3.....	10
DEPÓSITOS DE LA GLACIACIÓN SANTA MARÍA.....	11
Depósitos Morrénicos Plm2.....	11
Depósitos Glaciofluviales Plgf2	11
DEPÓSITOS DE LA GLACIACIÓN LLANQUIHUE	12
Depósitos Glaciofluviales Plgf1.....	12
HOLOCENO	12
Depósitos Fluviales Hf.....	12
Depósitos de Remoción en Masa Hrm.....	12
GEOLOGÍA ESTRUCTURAL.....	13
RECURSOS MINERALES	14
SÍNTESIS GEOLÓGICA.....	14
AGRADECIMIENTOS	15
REFERENCIAS.....	15

ANEXOS

I	DATACIONES RADIOMÉTRICAS.....	20
	Tabla 1. Edades radiométricas.....	20
	Tabla 2. Datos analíticos K-Ar de este trabajo.....	20
II	YACIMIENTOS, DEPÓSITOS Y OCURRENCIAS	21
	Tabla 3. Depósitos y ocurrencias metálicas.....	21
	Tabla 4. Yacimientos de rocas y minerales industriales.....	21

MAPA (fuera de texto)

GEOLOGÍA DEL ÁREA LANCO-LONCOCHE, REGIONES DE LA ARAUCANÍA Y DE LOS RÍOS.

Escala 1:100.000.

RESUMEN

En el área de Lanco-Loncoche se exponen esquistos pelíticos a semipelíticos, con intercalaciones menores de metaareniscas y metacherts, esquistos máficos y rocas ultramáficas serpentinizadas, en general intensamente plegadas, que se incluyen en el Complejo Metamórfico Bahía Mansa (CMBM), el cual evidencia una evolución en el lapso ¿Devónico?-Triásico. Las rocas de este complejo constituyen el basamento de las unidades del Cenozoico que yacen sobre ellas.

Cuerpos granodioríticos y pórfidos riodacíticos del Cretácico Superior, de exposiciones areales reducidas, se emplazan en rocas metamórficas del CMBM. Estas rocas representan los eventos magmáticos más occidentales reconocidos en relación al eje del contemporáneo arco magmático de la Cordillera Principal, y podrían estar relacionados genéticamente con intrusivos de similar edad y disposición espacial, observados en Valdivia, al sur del área del mapa.

Conglomerados, areniscas y lutitas de los Estratos de Pupunahue, de ambiente parálico-continental, se distribuyen, restringidamente, en la parte sur del área del mapa, y se apoyan, discordantemente, sobre rocas del CMBM. Representan sedimentos depositados en llanuras aluviales durante el Oligoceno tardío-Mioceno temprano.

Depósitos glaciales del Pleistoceno están distribuidos en el área oriental y norte del mapa. Corresponden a diamictos que representan parte de las denominadas glaciaciones Río Llico y Santa María, con morfología de lomajes suaves, y a depósitos glaciofluviales, de formas aterrazadas, relacionados con las glaciaciones Santa María y Llanquihue.

Depósitos sedimentarios fluviales no consolidados, del Holoceno, se encuentran bien representados en el extremo norte y en el borde oriental del área del mapa, asociados a los cursos fluviales principales. Aisladamente, se reconocen depósitos de remoción en masa del Holoceno, que forman pequeños abanicos, en escarpes de la zona oriental del área del mapa.

El CMBM evidencia, regionalmente, al menos, tres episodios de deformación caracterizados por el desarrollo de fuerte foliación y dos de metamorfismo, uno en la facies de esquistos azules, casi totalmente obliterado, y de probable edad carbonífero-permiana, y otro en la facies de esquistos verdes, sobrepuesto al anterior, caracterizado por el desarrollo de la foliación principal S_2 , y de edad permiano-triásica. Este complejo habría evolucionado como un prisma de acreción, en un ambiente de subducción, en el margen suroccidental de Gondwana durante el Paleozoico superior-Triásico. La existencia de un fenómeno de extensión cortical, ocurrido durante el Oligoceno Superior-Mioceno Inferior, ha sido ampliamente registrado en la región. En una etapa temprana, se le asociaría fallamiento normal y volcanismo y, en una etapa más tardía, la generación de cuencas sedimentarias colmatadas entre finales del Oligoceno y el Mioceno medio.

En el área de Lanco-Loncoche se han identificado ocurrencias minerales de Cr-Ni y Mn, subeconómicas. Yacimientos de caolín son explotados, estacionalmente, para la elaboración de cerámica blanca.

ABSTRACT

Pelitic to semipelitic schists are exposed in the Lanco-Loncoche area, with minor metasandstones and metacherts, mafic schists and serpentinitized ultramafic rocks, in general intensely folded. They are included in the Bahía Mansa Metamorphic Complex (CMBM), which evolved during the Devonian?-Triassic and constitute the basement of the overlying Cenozoic units.

Late Cretaceous granodioritic bodies and rhyodacitic porphyries of reduced exposure, intruded metamorphic rocks of the CMBM. These rocks represent the westernmost magmatic events in relation to the axis of the contemporary magmatic arc in the Main Range, which are genetically related to intrusives of similar age and space distribution, recognized in the Valdivia area to the south.

Conglomerates, sandstones and shales of the Estratos de Pupunahue, of paralic continental environment, are restricted to isolated exposures in the southern part of the area of the map and discordantly overlie metamorphic rocks of the CMBM. They represent sediments deposited in alluvial plains during late Oligocene-early Miocene times.

Pleistocene glacial deposits are distributed in the eastern and northern part of the studied area. They correspond to diamictos, representing part of the designated Río Llico and Santa María glaciations, with morphology of smooth hills, and glaciofluvial deposits terraces of the Santa María and Llanquihue glaciations.

Holocene unconsolidated fluvial sedimentary deposits are well represented in the northern and eastern part of the map area, associated to main fluvial courses. Holocene landslides form small fans in scarps of the eastern portion of the map area.

The Bahía Mansa Metamorphic Complex evidence, at least, three deformations characterized by the development of strong foliation and two metamorphic events. An early, almost totally obliterated, carboniferous-permian blueschist facies event was overprinted by a greenschist facies one, characterized by the development of main permian-triassic foliation S_2 . This complex evolved as an accretionary prism, in a subduction environment, in Gondwana's southwestern margin during the late Paleozoic-Triassic. Late Oligocene-early Miocene crustal extension is widely registered in the region and it is associated to normal faulting and volcanism. In a late stage, sedimentary basins were completely infilled between the late Oligocene and middle Miocene.

In the Lanco-Loncoche area, subeconomic mineral occurrences of Cr-Ni and Mn have been identified and kaolin deposits are operated, seasonally, for white ceramics elaboration.

INTRODUCCIÓN

El área del mapa Lanco-Loncoche se ubica en el límite de las regiones de La Araucanía y de Los Ríos. De esta forma, el tercio sur del mapa comprende parte de la Provincia de Valdivia y la porción norte restante corresponde a la Provincia de Cautín. La base topográfica, que incluye los cuadrángulos 1:50.000 del Instituto Geográfico Militar denominados Comuy, Gorbea, Lanco y Loncoche, ocupa una superficie aproximada de 2.000 km² e incluye las ciudades de Lanco, Loncoche y Gorbea, y los poblados de La Paz y Lastarria. Fisiográficamente, esta parte de la región está caracterizada por la interrupción de la meridional Depresión Central por la Dorsal de Loncoche (Chotin, 1975; Laugenie, 1982). Esta corresponde a un alto estructural que, entre los ríos Toltén y Bueno, hace que los esquistos micáceos típicos la Cordillera de la Costa se internen hacia el este, alcanzando los primeros contrafuertes de la Cordillera Principal. Así, se distinguen serranías que alcanzan hasta los 800 m s.n.m. y depresiones locales caracterizadas, en general, por una topografía de planicies y lomajes, modelada por la acción de los hielos durante las glaciaciones del Pleistoceno y de los ríos durante el Holoceno. Climáticamente, el área representa una transición entre los tipos templado cálido y templado lluvioso, protegida de la influencia directa marina proveniente del oeste.

La red de drenaje, en el área del mapa, se origina fundamentalmente en los grandes lagos localizados a los pies de la Cordillera Principal. El río Toltén, de curso anastomosado, proveniente del desagüe de lago Villarrica y de la afluencia del río Allipén, es el más importante en la zona desde el punto de vista del caudal y de las formas depositacionales; las terrazas fluviales y llanuras de inundación de este río marcan el relieve en el extremo norte del mapa. En la parte sur, se encuentran los ríos Cruces y Leufucade, originados al este, en los alrededores de los lagos Calafquén y Panguipulli. Estos ríos confluyen en el área de Lanco y desarrollan cursos meandriiformes.

Las unidades litológicas que afloran en el área Lanco-Loncoche corresponden a rocas metamórficas del Paleozoico-Triásico (Complejo Metamórfico Bahía Mansa, CMBM) intruidas, localmente, por cuerpos granodioríticos y riódacíticos del Cretácico Superior (Granodiorita Los Boldos y Riódacita Loncoche) y cubiertas, parcialmente, en la parte sur del área del mapa, por rocas sedimentarias continentales del Oligoceno-Mioceno (Estratos de Pupunahue). En el borde oriental del área del mapa están representados depósitos sedimentarios glaciogénicos del Pleistoceno, relacionados con las glaciaciones Río Llco, Santa María y Llanquihue. Irregularmente, en toda el área, se distribuyen sedimentos fluviales no consolidados del Holoceno.

Entre los trabajos anteriores que han estructurado la base del conocimiento geológico en esta región del país, y que son citados en este texto, cabe mencionar los de González-Bonorino (1970), por su carácter pionero en el estudio del Basamento Metamórfico, así como los trabajos de Illies (1960, 1970), Hauser (1970) y Aguirre *et al.* (1972). En el tema de los yacimientos metalíferos destacan Ruiz *et al.* (1965), Cruzat (1976) y Frutos y Pincheira (1985).

Para el mapeo geológico se utilizaron, además de las cartas topográficas indicadas anteriormente, fotografías aéreas SAF 1998, de escala aproximada 1:70.000, e imágenes satelitales de variadas escalas. Las asignaciones de tiempo geológico se basaron en la Carta Estratigráfica Internacional de Gradstein *et al.* (2004).

PALEOZOICO-TRIÁSICO

COMPLEJO METAMÓRFICO BAHÍA MANSA PzTrbm (¿Devónico?-Triásico)
(Duhart *et al.*, 2001)

Definición y relaciones de contacto. Conjunto heterogéneo de rocas metamórficas, fuertemente foliadas que, en su localidad tipo, al sur del área del mapa, están representadas por esquistos pelíticos y

cuarzo-feldespáticos con menor cantidad de metaareniscas y metacherts, esquistos máficos, cuerpos ultramáficos serpentinizados y rocas miloníticas y ultramiloníticas (Duhart *et al.*, 1998, 2001). Estas rocas fueron reconocidas, inicialmente, por Brügger (1950) y descritas, más detalladamente, por Illies (1960, 1970) en los alrededores de Valdivia, quien las incluyó dentro de la denominada Formación Piedra Laja. Posteriormente, fueron asignadas por González-Bonorino (1970) a la Zona III de la Serie Curepto, mientras que Aguirre *et al.* (1972) y Hervé (1974) las incluyeron dentro de la denominada Serie Occidental del Basamento Metamórfico del centro-sur de Chile. Más recientemente, al sur del área de estudio, en el ámbito de la Cordillera de la Costa, las rocas de esta unidad fueron agrupadas dentro del Complejo Metamórfico Bahía Mansa (CMBM) (Duhart *et al.*, 1998, 2001).

En el área del mapa, esta unidad abarca aproximadamente el 80% de la totalidad de las rocas y depósitos sedimentarios reconocidos. Las rocas del complejo no tienen su base expuesta y, localmente, están intruidas por 'stocks' granodioríticos y pórfidos riódacíticos del Cretácico Superior. En los alrededores de los intrusivos porfídicos, los esquistos pelíticos y máficos han sido cortados por numerosos diques félsicos que, en su mayoría, se encuentran intensamente argilizados. En el extremo sur del área del mapa, las rocas metamórficas del CMBM están parcialmente cubiertas por rocas sedimentarias continentales asignadas a los niveles inferior y superior de los Estratos de Pupunahue (OIMp) y por sedimentos diamicticos de la Glaciación Santa María (PIgf2). Al norte y noreste de Loncoche, el borde oriental del CMBM subyace a depósitos diamicticos y glaciofluviales de las glaciaciones Santa María (PIgf2) y Llanquihue (PIgf1).

Litología. El CMBM está representado, en el área del mapa, por esquistos pelíticos y cuarzo-feldespáticos (**a**), esquistos máficos (**b**) y cuerpos ultramáficos serpentinizados (**c**). Las relaciones estratigráficas originales entre las distintas litologías se encuentran totalmente obliteradas por efecto de los procesos tectónicos y metamórficos que finalmente generaron esta unidad.

Los esquistos pelíticos y cuarzo-feldespáticos, PzTrbm (**a**), constituyen la litología predominante en esta área, con intercalaciones menores de metaareniscas y metacherts de dimensiones milimétricas a centimétricas. Localmente, a escala no cartografiable, afloran pizarras y filitas. Los esquistos pelíticos son rocas de color gris y aspecto lustroso, con foliación bien desarrollada según bandas cuarzo-micáceas que alternan con bandas de cuarzo paralelas a subparalelas a la foliación principal, S_2 . Microscópicamente, estas rocas muestran una textura lepidoblástica a granolepidoblástica, formada por bandas de muscovita y de cuarzo con menor cantidad de albita. Abundante clorita se presenta como reemplazo de muscovita. En algunos sectores, se observa epidota y granate, además de minerales opacos y circón detrítico. Es común encontrar porfiroblastos de albita, así como los moldes de este mineral lixiviado. Esta asociación mineral ha sido reportada por Duhart *et al.* (2001) en afloramientos de esquistos pelíticos inmediatamente al sur del área del mapa. A menos de 10 km al oeste de Lastarria, González-Bonorino (1970) describe la asociación mineral indicada, pero con presencia de biotita y ausencia de clorita. En parte importante de los afloramientos observados es frecuente la ocurrencia de psilomelano, diseminado en finos núcleos y rellenando fracturas. Las metaareniscas no presentan estructura interna y están constituidas por un mosaico de cuarzo con escasa albita. Los metacherts presentan un incipiente bandeamiento y están constituidos por un mosaico de cuarzo con escasas bandas de granate y de óxidos de Fe y Mn.

Los esquistos máficos, PzTrbm (**b**), son rocas de color verde, cuando están frescas y pardo a ocre cuando están meteorizadas, con una foliación S_2 poco desarrollada. Estas rocas se distribuyen en dos franjas, relativamente bien definidas, de tendencia NO, en la Cordillera de Mahuidanche y entre Lastarria y Gorbea. Microscópicamente, muestran textura granonematoblástica gruesa, constituida por clorita, albita, epidota, actinolita, mica blanca, cuarzo y, aisladamente, piroxeno relicto. Las relaciones de contacto entre los esquistos máficos y los esquistos pelíticos, donde es posible observar, sugieren emplazamiento tectónico. Al sur del área del mapa, en los alrededores de Pucatrihue y Curiñanco, Duhart *et al.* (2001) reportan el hallazgo de estructuras relictas de posibles lavas almohadilladas en esquistos máficos. Además, Díaz *et al.* (1988) y Crignola *et al.* (1997) señalan, sobre la base de análisis químicos de elementos mayores, trazas y tierras raras, que los esquistos máficos, asignados a este complejo, que afloran al sur del área del mapa, en las localidades de Bahía Mansa y Río Llico, al oeste de Osorno y Puerto Montt, respectivamente, tienen características geoquímicas semejantes a basaltos oceánicos normales, lo que reafirma su emplazamiento tectónico por acreción de corteza oceánica al margen continental (Godoy, 1979; Hervé, 1988).

Las rocas ultramáficas, PzTrbm (c), son de aspecto macizo, tienen tonos verde oscuro y reducida expresión areal. Se distribuyen al este de Lastarria, al NO de Gorbea y en el Cordón Penehue, al este de Lanco. Al microscopio, exhiben una débil foliación con desarrollo de textura nematoblástica. La serpentización, caracterizada por el desarrollo de la asociación mineralógica antigorita-crisotilo, es intensa, obliterando la mineralogía y textura original de estas rocas. Se observan, además, relictos de antofilita y tremolita cloritizada, así como biotita fresca en fracturas. Estas rocas se encuentran asociadas tanto a esquistos máficos como a esquistos pelíticos y, frecuentemente, muestran desarrollo de cristales de actinolita.

Estructura y metamorfismo. Los esquistos del CMBM están afectados por una foliación regional (S_2), dúctil y penetrativa (Kato, 1985), que oblitera, parcial a totalmente, la foliación más antigua (S_1), preservada como foliación interna y como micropliegues en porfiroblastos de albita y microfoliación intrafolial (Duhart *et al.*, 1998). A escala de afloramiento, es común observar pliegues desraizados de cuarzo, interpretados también como representativos de una foliación anterior (S_1). En el área del mapa, la foliación principal S_2 muestra tendencias NO y NE, la primera coincidente con la orientación de la elongación de franjas de esquistos máficos, lo que refleja su probable emplazamiento tectónico. Aquellas medidas que muestran orientación en la dirección aproximada NE, se interpretan como producto de un evento posterior de plegamiento, vinculado con el desarrollo de un incipiente clivaje de crenulación (S_3) que afecta a la foliación principal S_2 .

Las asociaciones de minerales metamórficos, tanto en las rocas de protolito sedimentario como volcánico, indican que el evento metamórfico principal que afectó el conjunto de rocas del CMBM corresponde, mayoritariamente, a la facies de esquistos verdes, con evidencias locales de transición a la facies anfibolita. Este evento metamórfico principal desarrolló fábricas penetrativas sobrepuestas a un evento metamórfico previo. Al sur del área del mapa, este evento metamórfico anterior se relaciona con un metamorfismo relictivo de alta presión-baja temperatura en la facies de esquistos azules (Duhart *et al.*, 1998).

Edad. Un abundante conjunto de edades radiométricas existe para rocas de este mismo complejo, fuera del área del mapa, en la zona de Valdivia, al oeste de Osorno e isla Grande de Chiloé.

En los alrededores de Valdivia, el evento principal de deformación y metamorfismo ha sido datado como Pérmico-Triásico, por medio de edades de enfriamiento $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ y K-Ar, en el rango de 260-240 Ma (Duhart *et al.*, 2001), mientras que más al sur, en la isla Grande de Chiloé, en el rango de 240-220 Ma (Duhart *et al.*, 2001; Duhart y Adriasola, 2007) y, en el archipiélago de Los Chonos, en 210 Ma (Hervé y Fanning, 2001). Al oeste de Osorno, edades $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ y K-Ar, obtenidas en bloques de esquistos azules (Kato y Godoy, 1995), sugieren que la edad del metamorfismo previo, en la facies de esquistos azules, ocurrió en el Carbonífero tardío.

La edad de una parte de los protolitos sedimentarios ha sido estimada a partir de datos U-Pb en circones detríticos provenientes de rocas metasedimentarias de las áreas de Valdivia, Bahía Mansa e isla Grande de Chiloé (Duhart *et al.*, 2001; Duhart y Adriasola, 2007). Las fracciones de circones más jóvenes indican, para estas áreas, una edad máxima de sedimentación carbonífera. Otras fracciones de circones concordantes más antiguas indican, adicionalmente, fuentes del Devónico, Silúrico, Ordovícico y Mesoproterozoico, cuyo probable origen correspondería a rocas magmáticas, distribuidas actualmente en Chile, Argentina y en la Península Antártica, de acuerdo a lo discutido en Duhart *et al.* (2001) y Duhart y Adriasola (2007).

La historia de exhumación de las rocas de este complejo ha sido estudiada, en el área de Valdivia e isla Grande de Chiloé, por medio de trazas de fisión en circón y apatita, provenientes de rocas metamórficas del CMBM. Trazas de fisión en circón de tres muestras del área de Valdivia dieron edades entre 176 y 212 Ma, con un promedio de 186 ± 24 Ma, que fue interpretada como la edad de enfriamiento por debajo de los 200°C (Glodny *et al.*, 2005). Sin embargo, la probada existencia de rocas sedimentarias continentales del Triásico Superior tardío en la región (Arrondo *et al.*, 1988; Rodríguez *et al.*, 1999), que evidencian una importante contribución de sedimentos provenientes de la erosión de rocas metamórficas del CMBM, indican que, al menos parte de este complejo, presentaba un relieve positivo en el Triásico Superior temprano. El modelamiento de edades de trazas de fisión en circón (5) y apatita (7), en muestras provenientes de la isla Grande de Chiloé, entregó distribuciones de edades que indican un máximo en el Cretácico Superior (Duhart y Adriasola, 2007). Lo anterior, junto a la existencia de una sucesión sedimentaria marina del Cretácico Superior tardío en la plataforma continental, inmediatamente al oeste de la Cordillera de la Costa de la isla Grande de Chiloé (Mordojovich y Álvarez, 1977), sugiere exhumación del CMBM durante el Cretácico

Superior temprano (Duhart y Adriasola, 2007). Así, es posible que posterior a la exhumación producida en el Triásico Superior temprano, al menos una parte de este complejo haya experimentado un proceso de enterramiento en el lapso Jurásico-Cretácico Inferior que reinició las trazas de fisión (Duhart y Adriasola, 2007).

Ambiente tectónico. Sobre la base de las asociaciones litológicas y rasgos estructurales observados en este complejo, de las características geoquímicas de los esquistos máficos afines con rocas de fondo oceánico, de la presencia de lavas almohadilladas y, localmente, de la presencia de minerales indicativos de condiciones de alta presión-baja temperatura, se acepta que estas rocas representan un sistema de acreción-subducción, tal como ha sido propuesto por Hervé (1988), el cual habría evolucionado entre el ¿Devónico? y el Triásico en el margen suroccidental de Gondwana (Duhart *et al.*, 2001).

CRETÁCICO SUPERIOR

GRANODIORITA LOS BOLDOS Kgb (Cretácico Superior)

(Nueva denominación)

Definición y relaciones de contacto. Se denomina como Granodiorita Los Boldos a dos cuerpos intrusivos, descritos inicialmente por Munizaga *et al.* (1988), de ca. 2 km de diámetro cada uno, emplazados en esquistos máficos y, en menor proporción, en esquistos pelíticos del CMBM. Sus afloramientos, expuestos en el sector de San Ramón en las nacientes del río Boldo, se encuentran, en parte, fuertemente meteorizados y la roca es fácilmente deleznable.

Litología. Son rocas faneríticas, de grano medio, con cristales de entre 1 y 4 mm y textura holocristalina, equigranular e hipidiomórfica. La mineralogía principal está constituida de plagioclasa subhedral zonada (40%), débilmente sericitizada, de entre 1 y 4 mm; cuarzo anhedral (33%), de entre 2 y 4 mm; feldespato potásico subhedral (10%), de entre 1 y 2 mm; biotita subhedral (15%), levemente cloritizada, de entre 1 y 3 mm, además de escasa anfíbola euhedral (~1%), menor que 1 mm. Circón, esfeno y turmalina constituyen minerales accesorios (~1%). Hacia los bordes, cerca del contacto con los esquistos, los intrusivos incorporan abundante muscovita, cuarzo con extinción ondulosa y subgranos y granos recristalizados de cuarzo, provenientes de la roca de caja metamórfica.

Edad. Munizaga *et al.* (1988) obtuvieron una edad K-Ar en biotita de 86 ± 3 Ma para esta unidad y en este estudio, por el mismo método, se obtuvo una de 89 ± 2 Ma (Tabla 1). Ambas representarían, probablemente, edades mínimas.

RIODACITA LONCOCHE Krl (Cretácico Superior)

(Nueva unidad)

Definición y relaciones de contacto. Se denomina como Riodacita Loncoche a dos cuerpos intrusivos félsicos, de textura porfírica. El más pequeño, de menos de 1 km de diámetro, es un pórfido pobremente expuesto en el sector de San Antonio, donde intruye esquistos pelíticos del Complejo Metamórfico Bahía Mansa (CMBM). El cuerpo principal, que exhibe una forma alargada en dirección este-oeste de ca. 9 km de extensión y entre 2 y 5 km de ancho, se ubica al NE de Loncoche, donde intruye esquistos pelíticos y esquistos máficos del mismo complejo. La forma de su contorno insinúa un cuerpo tabular inclinado al sur, posiblemente conformando una intrusión lacolítica.

Litología. Estas rocas están constituidas por fenocristales (30%) de hasta 5 mm, inmersos en una masa fundamental (70%) microcristalina. Los afloramientos de esta unidad muestran, comúnmente, rocas afectadas por alteración supérgena, evidenciada por intensa argilización y, en menor grado, cloritización, que han dado lugar a depósitos de arcillas y, localmente, a yacimientos y minas de esos minerales. Puntualmente, 2 km al norte del cerro Niquén, el cuerpo principal exhibe afloramientos frescos, con fenocristales de biotita, cuarzo y feldespatos.

Microscópicamente, las rocas muestran una textura holocristalina, inequigranular, hipidiomórfica y felsosídica. Los fenocristales incluyen cuarzo anhedral de hasta 3 mm, microclina subhedral y plagioclasa (andesina-oligoclasa) de hasta 5 mm, y biotita subhedral, levemente cloritizada, de hasta 2 mm. La masa fundamental, de textura felsosídica, exhibe un intercrecimiento de microlitos de plagioclasa y cuarzo acompañados de escasos microcristales de biotita. Localmente, se observan cavidades rellenas por calcita, además de intensa sericitización y argilización de feldespatos.

Asociados a estos cuerpos intrusivos se reconocen diques félsicos, verticales e inclinados, fuertemente argilizados, emplazados en esquistos del CMBM. La mayor parte de los diques son de potencia métrica, con orientaciones variadas, aunque parte importante de ellos sigue la orientación de la foliación principal S_2 .

Edad. Una datación K-Ar en biotita de una muestra del cuerpo principal, tomada a los pies del cerro Niquén, arrojó una edad de 72 ± 2 Ma (Tabla 1). El bajo contenido de K de esta muestra (5,499%) indicaría alteración y posible pérdida de Ar. Otra datación K-Ar en biotita, de una muestra tomada 3 km al norte de la anterior, entregó un valor más antiguo de 87 ± 2 Ma (Tabla 1). Ambas representarían, probablemente, edades mínimas.

PALEÓGENO-NEÓGENO

ESTRATOS DE PUPUNAHUE OIMp (Oligoceno-Mioceno Inferior)

(emend. de Illies, 1970 por Duhart *et al.*, 2003)

Definición y relaciones de contacto. Unidad sedimentaria continental-parálica descrita inicialmente por Illies (1970) como Estratos de Pupunahue, en el sector homónimo, ubicado en el área de Los Lagos-Malalhue, donde aflora discretamente. Tiene su mayor potencia en subsuperficie, en el sector de las Minas Pupunahue y Catamutún, al sur del área de este mapa. Duhart *et al.* (2003) han subdividido esta unidad en dos niveles: el nivel inferior 1, constituido por conglomerados de grano medio a grueso, clasto- y matriz soportados, de cuarzo y fragmentos de rocas metamórficas, mal seleccionados, angulosos a subredondeados, que intercalan areniscas de grano medio a fino, limolitas y arcillolitas carbonosas. El nivel superior 2, está constituido por conglomerados arenosos, areniscas de grano grueso a fino, con horizontes delgados de tobas, arcillolitas carbonosas y mantos de carbón. La potencia de los Estratos de Pupunahue ha sido reconocida en subsuperficie en el sector de la mina homónima, con un máximo de 150 m (Duhart *et al.*, 2003).

Esta unidad se distribuye en el borde sur de área del mapa, en el sector de Las Trincheras (al norte de San José de la Mariquina), donde representa los depósitos más septentrionales de la parte continental de la Cuenca de Valdivia (Elgueta *et al.*, 2000). En esa área, las rocas se apoyan con discordancia angular sobre rocas metamórficas del CMBM y son sobreyacidas, con discordancia, por depósitos glaciofluviales de la Glaciación Santa María (PIgf2).

Litología. Los afloramientos son escasos y con mala exposición, especialmente en cortes de caminos. En la parte central de la unidad, se reconocen areniscas de grano fino a limo-arcillosas, de color gris claro, con escaso contenido de cuarzo y arena basáltica de grano grueso, con techo de limolitas arcillosas. Hacia el sur, si bien el contacto no está expuesto, se infiere que estos depósitos engranarían y serían sobreyacidos por bancos de 30 a 40 cm de espesor, de areniscas de grano medio a grueso. Dichas areniscas están compuestas por cuarzo, micas y líticos de esquistos pelíticos, con difusa estratificación horizontal e intercalaciones de areniscas conglomerádicas, de 50 a 70 cm de espesor, con débil imbricación, y fragmentos líticos casi exclusivamente de cuarzo blanco, redondeado y anguloso. En el extremo norte de la unidad, dentro del área del mapa, afloran limolitas con lentes e intercalaciones de areniscas conglomerádicas, pardo amarillas, de grano fino a grueso. Sobreyacen a estas limolitas, con contacto erosivo, conglomerados de grano grueso, matriz soportados, con imbricación difusa, compuestos

por fragmentos derivados del CMBM. Los bloques alcanzan hasta 70 cm de diámetro. Toda la unidad tiene disposición subhorizontal.

Edad y correlaciones. Al sur del área del mapa, en la zona de Máfil, sobre la base de la presencia de un horizonte que contiene *Panoepa panis lhering*, intercalado en un manto de carbón, y de correlaciones regionales, Fenner y Silvestre (1936) sugirieron una edad oligocena para el horizonte carbonífero incluido en estos estratos. Una edad U-Pb en circones extraídos de una intercalación tobácea en un manto de carbón del yacimiento Catamutún, arrojó una edad de $23,5 \pm 0,5$ Ma, correspondiente al límite Oligoceno-Mioceno (Elgueta y Urqueta, 1998). Esta unidad se correlaciona con rocas similares expuestas al este y sur del área del mapa, denominadas Estratos de San Pedro (Brüggen, 1950), Estratos de Catamutún y Estratos de Cheuquemó (García, 1968).

Ambiente de sedimentación. Los depósitos descritos representarían la Asociación de Facies I de Elgueta *et al.* (2000), correspondientes a conglomerados y areniscas depositados por flujos laminares de detritos gravitacionales y por abanicos aluviales, desarrollados en los márgenes de los sistemas depositacionales.

Los depósitos de los Estratos de Pupunahue representan el relleno de cuencas (en este caso pertenecientes a la Cuenca de Valdivia, Elgueta *et al.*, 2000) asociadas a un fenómeno de extensión regional producido durante el Oligoceno tardío-Mioceno temprano (Muñoz *et al.*, 2000).

PLEISTOCENO

Los depósitos glaciogénicos que cubren grandes extensiones de las regiones de La Araucanía, de Los Ríos y de Los Lagos, han sido estudiados detalladamente y se han diferenciado en ellos cuatro ciclos glaciales ocurridos durante el Pleistoceno. Los trabajos de Heusser (1974), Mercer (1976), Porter (1981) y Denton *et al.* (1999), principalmente, han permitido conocer la estratigrafía de los depósitos del último ciclo glacial, denominado Glaciación Llanquihue por Mercer (1976), y han documentado con cronología ^{14}C los avances y retrocesos de los glaciares durante los últimos 50.000 años AP.

Por otra parte, Porter (1981) estableció criterios de diferenciación estratigráfica para los depósitos de los diferentes ciclos glaciales, sobre la base de las características geomorfológicas de los depósitos glaciogénicos, de su grado de meteorización y del espesor de suelo de origen volcánico, desarrollado sobre estos. Esta metodología ha permitido identificar y diferenciar los depósitos de tres glaciaciones más antiguas que la Glaciación Llanquihue, las que se denominan, en orden creciente de edad, Santa María, Río Llco y Caracol. Sus edades fueron correlacionadas con las 'Etapas Isotópicas de Oxígeno Marino' (EIOM) por Clayton *et al.* (1997), ubicándolas en el intervalo Pleistoceno Medio a Superior.

DEPÓSITOS DE LA GLACIACIÓN RÍO LLICO

(Pleistoceno Medio)

(Porter, 1981)

DEPÓSITOS MORRÉNICOS P1m3

Consisten en diamictos glaciales, polimícticos, matriz soportados, de color pardo-anaranjado, que presentan clastos redondeados a subredondeados. Los clastos son blandos y total a parcialmente disgregables, algunos con cáscaras concéntricas de meteorización, de 1 a 5 mm de espesor. La matriz es limoarcillosa, con abundante presencia de óxidos de Fe y Mn, los que le otorgan el color característico a esta unidad. Se encuentran cubiertos por una capa de suelo pardo oscuro, de probable origen piroclástico.

Los depósitos de esta unidad se distribuyen, restringidamente, inmediatamente al este de Loncoche, donde se encuentran cubiertos, hacia el este, por depósitos diamícticos de la Glaciación Santa María (P1m2). Lateralmente, los cubren, también, depósitos glaciofluviales de la Glaciación Llanquihue (P1g1)

y gravas y arenas fluviales del Pleistoceno-Holoceno (PIHf). Se apoyan sobre esquistos pelíticos del CMBM y sobre la Riodacita de Loncoche (Krl).

Sobre la base del grado de meteorización de la matriz y sus clastos, estos sedimentos han sido asignados a la Glaciación Río Llico, descrita más al sur por Porter (1981) y Clayton *et al.* (1997). Se correlacionarían con las EIOM 12-10 (480.000 a 338.000 AP; Shackleton y Opdyke, 1973, 1977), lo que los sitúa en el Pleistoceno Medio.

DEPÓSITOS DE LA GLACIACIÓN SANTA MARÍA

(Pleistoceno Medio)

(Porter, 1981)

DEPÓSITOS MORRÉNICOS Plm2

Diamictos glaciales, polimícticos, matriz soportados, con buena a moderada compactación. Los sedimentos de esta unidad, de amplia distribución en el sector este del área del mapa, ocupan relieves relativamente planos, sin morfología morrénica preservada. Estos depósitos se apoyan sobre esquistos del CMBM y cubren, parcialmente, la Riodacita Loncoche y depósitos morrénicos de la glaciación río Llico (Plm3). Están sobreyacidos, localmente, por gravas y arenas glaciofluviales de la Glaciación Llanquihue (Plgf1) y por gravas y ripios fluviales del Holoceno (Hf). Al este de Gorbea, los diamictos (Plm2) están cubiertos, en parte, por gravas y arenas glaciofluviales (Plgf2).

Los clastos, redondeados a subredondeados, son de variada litología y tienen tamaños de hasta 1 m en su eje mayor. La mayoría de los clastos están frescos, aunque algunos fragmentos volcánicos presentan cáscaras concéntricas de meteorización, de hasta 4 mm, mientras que algunos fragmentos de rocas intrusivas son total a parcialmente disgregables. La matriz es limoarcillosa, moderadamente a bien compactada, de color gris a pardo rojizo, debido a la presencia de óxidos de Fe y Mn, que también aparecen como pátinas sobre la superficie de los clastos.

De acuerdo con los criterios establecidos por Porter (1981), esto es, el grado de meteorización de los clastos, el color característico pardo rojizo, la presencia de óxidos de Fe y Mn y el desarrollo de suelo, además de su relación espacial con los depósitos glaciofluviales Plgf2, estos sedimentos han sido asignados a la Glaciación Santa María. Se correlacionarían con las EIOM 8-6 (Shackleton y Opdyke, 1973, 1977) y se habrían depositado durante el Pleistoceno Medio (entre 260.000 y 132.000 AP).

DEPÓSITOS GLACIOFLUVIALES Plgf2

Consisten en gravas y arenas que se distribuyen al este de Gorbea, en contacto transicional con los diamictos de la Glaciación Santa María (Plm2) y están parcialmente cubiertas por depósitos que conforman terrazas glaciofluviales de la Glaciación Llanquihue (Plgf1), al norte de la misma localidad. Las gravas son macizas o presentan estratificación planar horizontal. Son clastosoportadas, de moderada a mala selección, con clastos redondeados a subredondeados de basaltos, andesitas y dioritas, localmente con imbricación. Las arenas, finas a medias, exhiben estratificación horizontal y laminación, con algunas intercalaciones de niveles de gravas y limos. Los depósitos manifiestan la presencia de óxidos de Fe y Mn, tanto en pátinas de clastos como en intersticios, hasta una profundidad de 3 m. Los clastos, en general, están frescos, aunque es común encontrar clastos volcánicos con cáscaras concéntricas de meteorización de hasta 3 mm de espesor y clastos de rocas intrusivas muy disgregables. Una capa de suelo pardo oscuro, de hasta 2 m de espesor, desarrollada en depósitos piroclásticos, suele cubrir estos sedimentos.

De acuerdo con su grado de meteorización, el espesor de la cubierta de suelo y su relación espacial con los depósitos morrénicos de la Glaciación Santa María y los sedimentos glaciofluviales de la Glaciación Llanquihue, esta unidad se asigna a la Glaciación Santa María y se correlacionaría con las EIOM 8-6 (Shackleton y Opdyke, 1973, 1977). Estos depósitos se asemejan a las facies tipo 'Trollheim' y 'Donjek' de Miall (1977), que corresponden a sedimentos típicos de ríos trenzados de desagüe glacial.

DEPÓSITOS DE LA GLACIACIÓN LLANQUIHUE

(Pleistoceno Superior)

(Mercer, 1976)

DEPÓSITOS GLACIOFLUVIALES P_{lgf1}

Gravas y arenas, con menor proporción de limos y arcillas, que conforman amplias llanuras aterrazadas en los márgenes de los ríos Toltén, Cruces y Leufucade.

Las gravas son moderadamente a mal seleccionadas, con clastos subredondeados a redondeados, compuestos en su mayoría por andesitas y dacitas, provenientes de la Cordillera Principal. Se observan, también, clastos de basaltos, limolitas y de rocas plutónicas. Los clastos, en general, no presentan cáscaras de meteorización, aunque algunos clastos dacíticos son leve a moderadamente disgregables, lo que podría indicar retrabajo de sedimentos glaciares más antiguos. En algunos fragmentos, es posible observar estrias y facetas glaciares. Las gravas, clastosoportadas, con matriz de arena gruesa, presentan estratificación planar horizontal y, localmente, imbricación de clastos e intercalaciones de niveles de arena, de formas lenticulares a tabulares, que son interpretadas como estructuras de barras.

Las arenas, de grano fino a grueso, con estratificación planar horizontal y cruzada, aparecen intercaladas con niveles de gravas matriz soportadas que, en algunos sectores, presentan gradación normal. La presencia de óxidos de Fe y Mn en los sedimentos es, en general, escasa y se limita a los 2 m superficiales. Es común la existencia de una capa de suelo pardo oscuro, menor que 1 m en espesor, que cubre estos depósitos, desarrollado en material piroclástico.

Siguiendo los criterios de Porter (1981), es decir, considerando el escaso desarrollo de cáscaras de meteorización y de suelo, la exigua presencia de óxidos de Fe y Mn, una morfología plana aterrazada muy bien conservada y su relación espacial con los cordones morrénicos de la Glaciación Llanquihue (73.000-14.600 AP) hacia el este del área del mapa, estos depósitos han sido asignados a esa misma glaciación. Las arenas y gravas de esta unidad son similares a las facies de secuencias tipo 'Scott' y 'Donjek' de Miall (1977), que corresponden a sedimentos típicos de ríos trenzados.

HOLOCENO

DEPÓSITOS FLUVIALES H_f

Están conformados por depósitos de gravas, moderadamente a bien seleccionadas, redondeadas a subredondeadas, de aspecto fresco, matriz y clastosoportadas y, en parte, imbricadas. Localmente, se interdigitan con bancos de arenas y limos, los que muestran laminación paralela y, en menor proporción, estratificación cruzada. Estos se distribuyen en las riberas de los ríos principales (Toltén, Cruces, Leufucade, Mahuidanche, Puyehue y Donguil) en el borde norte y oriental del área del mapa. En algunos sectores del río Toltén, estos depósitos conforman terrazas de no más de 5 m sobre el nivel base del río. En otras áreas, estos depósitos ocupan valles planos y angostos (Mahuidanche, Puyehue, Donguil), de escasa pendiente y reducida extensión, orientados norte-sur a noroeste, posiblemente controlados por estructuras en el CMBM. Estos sedimentos, no consolidados, se han generado por acción de los cursos fluviales actuales.

DEPÓSITOS DE REMOCIÓN EN MASA H_{rm}

Consisten en depósitos caóticos, conformados por bloques y gravas, de tendencia monomítica, mala selección, angulosas a subangulosas, en general clastosoportadas y, en parte, inmersas en una matriz de gravas, arenas y subordinadamente limos. Morfológicamente, corresponden a pequeños abanicos en el sector del río Leufucade y al norte de Lastarria.

Estos sedimentos se acumulan al pie de escarpes y son producidos por movilización rápida o lenta de rocas, derrubios y/o suelo, como resultado de procesos gravitacionales, como deslizamientos y avalanchas, favorecidos por debilidades estructurales de las rocas en zonas de alta pendiente y muchas veces gatillados por la sobresaturación de agua durante las lluvias.

GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

En el área del mapa, es notable la existencia de un relieve positivo que expone rocas metamórficas del CMBM e interrumpe la continuidad de la Depresión Intermedia. Este alto estructural, transversal en relación a las cordilleras de la Costa y Principal, denominado Dorsal de Loncoche (Chotin, 1975; Laugenie, 1982), prolonga los afloramientos de rocas metamórficas hacia el dominio de la Cordillera Principal.

Las rocas metamórficas han experimentado deformación dúctil a frágil, penetrativa, que de manera similar a lo descrito al sur de Valdivia por Duhart *et al.* (2001), en la localidad tipo del CMBM, ha obliterado completamente las características originales de estas rocas. La foliación principal (S_1) que exhiben las rocas del CMBM muestra dos direcciones preferenciales, una al NO con manteos variables entre 20° y 40° , principalmente al NE, y otra al NE, con manteos al SE. La fábrica estructural dominante (S_2) de rumbo NO, es coincidente con la dirección de elongación de los cuerpos de esquistos máficos en esta área y su orientación es semejante a la reconocida hacia el sur, en las anomalías magnéticas estudiadas por Godoy y Kato (1990). En este sentido, los rasgos magnéticos lineales de escala regional en las rocas metamórficas, estudiados inmediatamente al sur del área del mapa, han sido interpretados como yuxtaposición tectónica de esquistos máficos con esquistos pelíticos (McDonough *et al.*, 1997a). La foliación (S_2) de dirección NE y vergencia NO se presenta, principalmente, en la parte sur del área del mapa y tiene continuidad hasta el área norte de Valdivia, donde ha sido descrita por Duhart *et al.* (2001).

Localmente, plegamientos simétricos abiertos de la foliación principal, S_2 (NE y NO), generan antiformas cuyos ejes muestran direcciones similares a los rumbos de estas. Asociados a los pliegues, se observan estructuras tipo 'kink' y también desarrollo de clivaje de plano axial, relacionado con las charnelas de pliegue, que genera una incipiente foliación S_3 .

Algunas fallas inversas, de vergencia al oeste, asociadas a los emplazamientos tectónicos de esquistos máficos y de rocas ultramáficas, se observan en la mitad oriental del área del mapa. Hacia el sur de esta zona, en los alrededores de Los Lagos-Malalhue, estructuras de vergencia al este han sido interpretadas como fallas inversas dentro del complejo metamórfico, generadas durante el evento principal de deformación y metamorfismo en la facies de esquistos verdes (McDonough *et al.*, 1997a).

En el perfil trazado entre los sectores de Quechuco y cerros de Choshuenque, en el CMBM, se ha representado la foliación S_1 plegada isoclinalmente. Dicha foliación, a escala de afloramiento, está caracterizada por la presencia de pliegues de cuarzo desraizados.

Lineamientos regionales de tendencia NO observados en imágenes de sensores remotos y fotos aéreas, a lo largo de los valles del estero Pidenco y los ríos Quinque y Mahuidanche han sido interpretados como fallas indiferenciadas. El límite oriental del CMBM en esta área parece estar controlado, de igual forma, por estructuras de la misma orientación, que podrían tener continuidad hacia el sur y corresponder a las fallas normales, subverticales, reconocidas por Duhart *et al.* (2003). Fallas inferidas, de tendencia NE y de presencia restringida en el borde sur del área del mapa, han generado patrones de control estructural en nacientes de ríos menores (río Lingue y estero Cono) y en el valle del río Cruces, entre Lanco y Loncoche. Hacia el sur, en la Cordillera de la Costa, entre Valdivia y Maullín, lineamientos de direcciones NE y NO han sido observados en imágenes satelitales Radarsat y Landsat e interpretados como un sistema de fallas extensionales (las de rumbo NE) y transcurrentes (las de dirección NO), que habrían controlado la ubicación de las cuencas cenozoicas en el borde occidental de la Depresión Central (Muñoz, 1997).

RECURSOS MINERALES

En el área de Lanco-Loncoche se han identificado ocurrencias minerales de Cr-Ni, Mn (Ericksen, 1961; Ruiz *et al.*, 1965; Cruzat, 1976; Guzmán, 1976; Duhart *et al.*, 2005) y caolín (Gajardo, 2000; Mendoza y Gajardo, 2003; Duhart *et al.*, 2005); este último es el único recurso en actual explotación.

Las ocurrencias de Cr-Ni (Tabla 3) están hospedadas en cuerpos ultramáficos serpentinizados del CMBM. Los minerales de mena, pentlandita y cromita, se presentan diseminados y acompañados por magnetita, que constituye siempre el mineral más abundante. Localmente, en Quitratúe, contienen pirita y calcopirita en bajas proporciones (Guzmán, 1976). Algunos cuerpos serpentiniticos fueron estudiados por el Instituto de Investigaciones Geológicas en la década del 70, como prospectos de Cr-Ni. Sin embargo, estudios preliminares efectuados en algunos de ellos, indican que son subeconómicos (Guzmán, 1977a, b; Karzulovic *et al.*, 1979).

Los depósitos de Mn (Tabla 3) en el ámbito de la Cordillera de la Costa corresponden, normalmente, a delgados mantos, menores que 1 m de potencia, de pirolusita, rodonita y psilomelano. Estos mantos se encuentran incluidos en horizontes de metacherts, generalmente de 0,25 a 2,0 m de espesor, que se intercalan en esquistos micáceos del Complejo Metamórfico Bahía Mansa (Ruiz *et al.*, 1965). Otras ocurrencias corresponden a bloques de metacherts, con óxidos de manganeso asociados, incluidos en depósitos no consolidados de origen glacial (Ruiz *et al.*, 1965). En la zona de Pitrufrquén y Gorbea se ha descrito mineralización de manganeso en nódulos irregulares, con ocurrencia de hollandita, braunita, pirolusita y psilomenlano asociados a esquistos de albita-clorita-cuarzo (Alfaro, 1982). Los depósitos de manganeso han sido clasificados como de tipo sedimentario-metamórfico por Ruiz *et al.* (1965). Sin embargo, su carácter estratoligado y su ocurrencia en estrecha relación con horizontes de metacherts, sugiere más probablemente un origen volcánico exhalativo (Duhart *et al.*, 2005). Los depósitos hasta ahora conocidos carecen de significación económica (Duhart *et al.*, 2005).

Los yacimientos de caolín (Tabla 4) se distribuyen entre las latitudes de Gorbea y Loncoche (Mendoza y Gajardo, 2003). Consisten en cuerpos vetiformes y/o irregulares de entre 2 y 20 m de potencia, generados por alteración supérgena de filones y 'stocks' tonalíticos a granodioríticos y de pórfidos dacíticos de edad cretácica (Gajardo, 2000), que intruyen rocas metamórficas del Complejo Metamórfico Bahía Mansa. Los depósitos están compuestos, principalmente, por caolinita, cuarzo y sericita (Gajardo, 2000) y son explotados en forma estacional para la elaboración de cerámica blanca.

Exploración geoquímica de drenaje en el área de estudio (Cruzat, 1976; Duhart *et al.*, 2005), indica anomalías locales de Cr-Ni y Cr-Ni-Zn y Ni, probablemente relacionadas con la ocurrencia proximal de cuerpos ultramáficos.

SÍNTESIS GEOLÓGICA

Las asociaciones litológicas, el estilo de deformación y las condiciones de metamorfismo de las rocas del CMBM, inicialmente incorporado en la Serie Occidental del basamento metamórfico de Chile (*e.g.*, Aguirre *et al.*, 1972), fueron generadas en un ambiente tectónico tipo prisma de acreción, relacionado con subducción activa, el cual evolucionó entre el Devónico y el Triásico Medio en el margen suroccidental de Gondwana (Hervé, 1988; Duhart *et al.*, 2001). Los antecedentes radiométricos regionales obtenidos en esas rocas, indican una evolución compleja y sugieren que los fragmentos localizados en la Cordillera de la Costa, al sur de los 38°S, evolucionaron de manera diacrónica (Hervé *et al.*, 1998; Hervé *et al.*, 1999; Duhart *et al.*, 2001; Hervé y Fanning, 2001). Fuera del área del mapa, fragmentos del CMBM están representados en unidades sedimentarias del Triásico Superior, lo que indica que, al menos parte del CMBM, habría estado expuesto en esa época.

Unidades geológicas, sedimentarias y/o volcánicas del Triásico, Jurásico y Cretácico Inferior no están representadas en el área del mapa ni tampoco en zonas adyacentes de la Cordillera de la Costa. Lo anterior puede implicar, nuevamente, que parte de las rocas del CMBM constituyeron, en esos períodos, un

relieve positivo y/o dichas unidades han sido erosionadas con posterioridad. Así, en el área del mapa, el Mesozoico sólo está representado, muy localmente, por dos unidades de rocas intrusivas del Cretácico Superior, de distribución restringida, emplazadas en el CMBM, también identificadas en la Cordillera de la Costa al oeste y sur del área del mapa. Esas unidades intrusivas resultan de una actividad magmática desarrollada en la actual Cordillera de la Costa, en parte coetánea con aquella de la Cordillera Principal, la cual tiene mayor expresión y distribución. Aunque su distribución es muy local, su posición geográfica, aproximadamente 100 km al oeste del eje magmático Mesozoico en la Cordillera Principal, y su composición geoquímica sugieren actividad magmática de antearco (Quiroz *et al.*, 2006). La edad de exposición de esas rocas no ha sido todavía determinada, pero pudo haber ocurrido probablemente antes del Oligoceno.

Las secuencias sedimentarias continentales del Oligoceno-Mioceno temprano (Estratos de Pupunahue) están constituidas, en parte, por sedimentos provenientes de la denudación de rocas del CMBM. Ellas representan depositación en ambientes parálisos, ocurrida durante una etapa inicial del relleno de cuencas sedimentarias, desarrolladas en rocas del CMBM y asociadas a extensión cortical regional, las cuales posteriormente evolucionaron hacia un ambiente marino, aunque las rocas representativas de este último ambiente de depositación están expuestas fuera del área del mapa.

Finalmente, los tres últimos ciclos glaciales, ampliamente reconocidos en las regiones de Los Ríos y Los Lagos, están bien representados en el área del mapa por diamictos glaciales y depósitos glaciofluviales, que marcan los cambios climáticos globales ocurridos durante el Pleistoceno, mientras que con posterioridad, durante el Holoceno, se depositaron los materiales fluviales y aluviales que ocupan los actuales valles.

AGRADECIMIENTOS

Esta cartografía forma parte del 'Estudio Geológico Ambiental de Chiloé Insular y Parte Occidental de la IX Región', ejecutada por la Oficina Técnica Puerto Varas del Servicio Nacional de Geología y Minería, financiada a través de fondos sectoriales. Los autores agradecen el apoyo técnico del Laboratorio del Servicio Nacional de Geología y Minería. Se agradece, de manera especial, a E. Godoy, M. Suárez, P. Cornejo y J. Muñoz por la minuciosa revisión de los manuscritos y las valiosas sugerencias a las versiones originales. De igual manera se agradece a I. Bascuñán, E. Córdova y J. Parra, quienes trabajaron en la producción digital del mapa, al personal de preparación de muestras y, especialmente, a conductores y ayudantes de terreno del equipo logístico, así como al personal auxiliar y administrativo, todos de la Oficina Técnica Puerto Varas.

REFERENCIAS

- Aguirre, L.; Hervé, F.; Godoy, E. 1972. Distribution of metamorphic facies in Chile. an outline. *Krystalinikum* 9: 7-19.
- Alfaro, G. 1982. Distribución de la mineralización en la Cordillera de la Costa entre los 38° y 40° latitud sur. *In Congreso Geológico Chileno*, No. 3, Actas 2: E38-E59. Concepción.
- Arrondo, O.G.; Morel, E.M.; Ganuza, D.G.; Hervé, F.; Parada, M.A.; Muehlebach, W. 1988. La formación Panguipulli y su contenido paleoflorístico, Chile. *In Congreso Geológico Chileno*, No. 5, Actas 1: C137-C145. Santiago.
- Biese, W. 1956. Los Yacimientos de Manganeso en Chile (Inédito), Mauricio Hochschild y Cia. Ltda.: 35 p. Santiago.
- Brüggen, J. 1950. Fundamentos de la Geología de Chile. Instituto Geográfico Militar: 374 p. Santiago.
- Clayton, J.D.; Clapperton, C.M.; Antinao, J.L. 1997. Las Glaciaciones Pleistocenas de la cuenca del Lago Villarrica, Andes del Sur. *In Congreso Geológico Chileno*, No. 8, Actas 1: 307-311. Antofagasta.
- Crignola, P.; Duhart, P.; McDonough, M.; Muñoz, J. 1997. Antecedentes geoquímicos acerca del origen de los esquistos máficos y cuerpos ultramáficos en la Cordillera de la Costa, sector norte de la X Región, Chile. *In Congreso Geológico Chileno*, No. 8, Actas 2: 1254-1258. Antofagasta.
- Crignola, P.; Ordóñez, A. 2003. Depósitos metalíferos, anomalías geoquímicas, rocas y minerales industriales y recursos energéticos del sector sur de la Región de Los Lagos. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, Serie Recursos Minerales y Energéticos 21: 32 p., 1 mapa escala 1:500.000. Santiago. (*)

- Cruzat, A. 1976. Prospección Geoquímica en la Cordillera de la Costa entre las latitudes 38° y 41° 30'S (Inédito), Instituto de Investigaciones Geológicas: 7 p. Santiago. (*)
- Chotin, P. 1975. Les Andes méridionales et la terminaison du bassin andin. Le Lonquimay (Chili) et le Neuquen (Argentine). Lat. 38°45'S. Thèse de doctorat (Unpublished), Université Pierre et Marie Curie: 326 p. France.
- Denton, G.H.; Lowell, T.V.; Heusser, C.J.; Schluchter, C.; Andersen, B.G.; Heusser, L.; Moreno, P.; Marchant, D.R. 1999. Geomorphology, stratigraphy, and radiocarbon chronology of Llanquihue Drift in the area of the southern Lake District. Seno Reloncaví, and Isla Grande de Chiloé, Chile. *Geografiska Annaler, Series A, Physical Geography* 81 A (2): 167-2.
- Díaz, L.; Vivallo, W.; Alfaro, G.; Cisternas, M.E. 1988. Geoquímica de los esquistos paleozoicos de Bahía Mansa, Osorno, Chile. *In Congreso Geológico Chileno*, No. 5, Actas 2: E75-E96. Santiago.
- Duhart, P.; Lara, L.; Pérez, Y.; Rodríguez, C.; Antinao, J.L.; Clayton, J.; McDonough, M.; Fonseca, E.; Muñoz, J. 1998. Síntesis Geológica, Vol. 2, Tomo I. *In Estudio Geológico-Económico de la X Región Norte*. Servicio Nacional de Geología y Minería. Informe Registrado (Inédito), IR-98-15, 6 Vols., 12 Tomos, 27 mapas. Santiago. (*)
- Duhart, P.; McDonough, M.; Muñoz, J.; Martín, M.; Villeneuve, M. 2001. El Complejo Metamórfico Bahía Mansa en la Cordillera de la Costa del centro-sur de Chile (39°30'-42°00'S): geocronología K-Ar, ⁴⁰Ar/³⁹Ar y U-Pb e implicancias en la evolución del margen sur-occidental de Gondwana. *Revista Geológica de Chile* 28 (2): 179-208.
- Duhart, P.; Antinao, J.L.; Clayton, J.; Elgueta, S.; Crignola, P.; McDonough, M. 2003. Geología del Área Los Lagos-Malalhue. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, Serie Geología Básica 81: 30 p., 1 mapa escala 1:100.000. Santiago.
- Duhart, P.; Léppez, L.; Quiroz, D. 2005. Depósitos metalíferos, de rocas y minerales industriales y de recursos energéticos del sector occidental de la IX Región de La Araucanía. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, Serie Recursos Minerales y Energéticos 25: 49 p., 1 mapa escala 1:500.000. Santiago.
- Duhart, P.; Adriasola, A.C. 2007. New time-constraints on provenance, metamorphism and exhumation of the Bahía Mansa Metamorphic Complex on the Main Chiloé Island, south-central Chile. *Revista Geológica de Chile* 35 (1): 79-104.
- Elgueta, S.; McDonough, M.; LeRoux, J.; Urqueta, E.; Duhart, P. 2000. Estratigrafía y sedimentología de las cuencas terciarias de la Región de Los Lagos (39°-41°30'S). Servicio Nacional de Geología y Minería, Boletín 57: 50 p. Santiago.
- Elgueta, S.; Urqueta, E. 1998. Sedimentología y estratigrafía de las cuencas terciarias de antearco de la Xa Región Norte, Chile (entre las latitudes 39° y 42°S). *In Estudio Geológico-Económico de la Xa Región Norte*. Servicio Nacional de Geología y Minería. Informe Registrado, IR-98-15, 6, (3), 60 p. Santiago.
- Ericksen, G. 1961. Ore deposits of the Cordillera de la Costa, Region of Valdivia-Victoria (Inédito), Instituto de Investigaciones Geológicas: 28 p. Santiago. (*)
- Frutos, J.; Pincheira, M. 1985. Fichas metalógicas de yacimientos minerales metálicos chilenos. *In Geología y Recursos Minerales de Chile* (Frutos, J.; Oyarzún, R.; Pincheira, M.; editores). Universidad de Concepción: 839-899. Chile.
- Fenner, R.; Silvestre, C. 1936. Informe sobre los carbones situados en las provincias de Valdivia y Chiloé (Inédito), Caja de Fomento Minero: 51 p. Santiago.
- Gajardo, A. 2000. Rocas y Minerales Industriales de Chile. Servicio Nacional de Geología y Minería, Boletín 58: 181 p. Santiago.
- García, F. 1968. Estratigrafía del Terciario de Chile central. *In El Terciario de Chile Zona central* (Cecioni, G.; editor). Editorial Andrés Bello: 25-57. Santiago.
- Glodny, J.; Lhormann, J.; Echlter, H.; Gräfe, K.; Seifert, W.; Collao, S.; Figueroa, O. 2005. Internal dynamics of a paleoaccretionary wedge: insights from combined isotope tectonochronology and sandbox modelling of the South-Central Chilean forearc. *Earth and Planetary Sciences Letters* 231: 23-39.
- Godoy, E. 1979. Metabasitas del basamento metamórfico chileno: nuevos datos geoquímicos. *In Congreso Geológico Chileno*, No. 2, Actas 3: E133-E148. Arica.
- Godoy, E.; Kato, T. 1990. Late Paleozoic serpentinites and mafic schists from the Coast Range accretionary complex, central Chile: their relation to aeromagnetic anomalies. *Geologische Rundschau* 79: 121-130.
- González-Bonorino, F. 1970. Series Metamórficas del Basamento Cristalino de la Cordillera de la Costa de Chile Central. Universidad de Chile, Departamento de Geología, Publicación 37: 81 p.
- Gradstein, F.; Ogg, J.; Smith, A.; Bleeker, W.; Lourens, L. 2004. A new Geologic Time Scale, with special reference to Precambrian and Neogene. *Episodes* 27 (2).
- Guzmán, R. 1976. Prospección geoquímica de detalle del área de Quitratúe. Informe de avance y recomendaciones de sondeos (Inédito), Instituto de Investigaciones Geológicas: 22 p. Santiago. (*)
- Guzmán, R. 1977a. Exploración de Cromo y Níquel en el Prospecto Quitratúe, Provincia de Cautín (Inédito), Instituto de Investigaciones Geológicas: 51 p. Santiago. (*)
- Guzmán, R. 1997b. Sondas preliminares del prospecto Quitratúe (Inédito), Instituto de Investigaciones Geológicas: 51 p. Santiago. (*)
- Hauser, A. 1970. Geología de Cautín. *In Estudio Integrado de los Recursos Naturales de Cautín*. Instituto de Investigaciones de Recursos Naturales: 1-72. Santiago.

- Hervé, F. 1974. Petrology of the crystalline basement of Nahuelbuta Mountains, South-Central Chile. Ph.D. Thesis (Unpublished), University of Hokkaido: 86 p. Japan.
- Hervé, F. 1988. Late Paleozoic subduction and accretion in southern Chile. *Episodes* 11: 183-188.
- Hervé, F.; Aguirre, L.; Godoy, E.; Massone, H.; Morata, D.; Pankhurst, R.J.; Ramirez, E.; Sepúlveda, V.; Willner, A. 1998. Nuevos antecedentes acerca de la edad y condiciones P-T de los complejos metamórficos de Aysén, Chile. *In* Congreso Latinoamericano de Geología, No. 10 y Congreso Nacional de Geología Económica, No. 6, Actas 2: 134-137. Buenos Aires.
- Hervé, F.; Prior, D.; López, G.; Ramos, V.; Rapalini, A.; Thomson, S.; Lacassie, J.; Fanning, M. 1999. Mesozoic blueschists from Diego de Almagro, Southern Chile. *In* South American Symposium on Isotope Geology, No. 2, Actas 1: 318-321. Rio de Janeiro.
- Hervé, F.; Fanning, C.M. 2001. Late Triassic detrital zircons in meta-turbidites of the Chonos Metamorphic Complex, southern Chile. *Revista Geológica de Chile* 28 (1): 91-104.
- Heusser, C.J. 1974. Vegetation and climate of the southern Chile lake district during and since the last Interglaciation. *Quaternary Research* 4: 290-315.
- Illies, H. 1960. *Geologie der Gegend von Valdivia (Chile)*. Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen 111: 30-110. Stuttgart.
- Illies, H. 1970. *Geología de los alrededores de Valdivia y volcanismo y tectónica en márgenes del Pacífico de Chile Meridional*. Universidad Austral. Instituto de Geología y Geografía: 64 p. Valdivia.
- Instituto de Geología Económica Aplicada (GEA). 1996. Recursos no metálicos de la IX Región de La Araucanía (Inédito), Universidad de Concepción: 250 p. Chile.
- Kato, T. 1985. Pre-Andean orogenesis in the Coast Range of central Chile. *Geological Society of America Bulletin* 96: 918-924.
- Kato, T.; Godoy, E. 1995. Petrogenesis and tectonic significance of Late-Paleozoic coarse-crystalline blueschist and amphibolite boulders in the Coastal Range of Chile. *International Geology Review* 37: 992-1006.
- Karzulovic, J.; Hauser, A.; Velasco, L. 1979. Informe del potencial de recursos mineros y energéticos de la Provincia de Valdivia, X Región Geográfica (Inédito), Corporación de Fomento de la Producción: 77 p., 1 mapa escala 1:250.000. Santiago.
- Laugenie, C. 1982. La region des lacs, Chili méridional. *Recherches sur l'évolution géomorphologique d'un piémont glaciaire quaternaire andin*. Thèse de doctorat Université de Bordeaux (2): 822 p. France.
- McDonough, M.; Ugalde, H.; Duhart, P.; Crignola, P. 1997a. Nuevos antecedentes estructurales de la Cordillera de la Costa y el adyacente Valle central en la parte norte de la Xa Región: su relación con el patrón magnético. *In* Congreso Geológico Chileno, No. 8, Actas 1: 169-172. Antofagasta.
- Mendoza, J.L.; Gajardo, A. 2003. Yacimientos de rocas y minerales industriales de la IX Región de La Araucanía. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, Serie Recursos Minerales y Energéticos 17: 10 p., 1 mapa escala 1:500.000. Santiago.
- Mercer, J.H. 1976. Glacial history of southernmost South America. *Quaternary Research* 6: 125-166.
- Miall, A. 1977. A review of the braided-river depositional environments. *Earth Sciences Reviews* 13: 1-62.
- Mordojovich, C.; Álvarez, J. 1977. Morfología de la Plataforma Continental de Chile del sector Valdivia-Isla Guafo. *Ciencia y Tecnología del Mar, CONA* 3: 9-22. Santiago.
- Moreno, H.; Varela, J. 1985. Geología, volcanismo y sedimentos piroclásticos cuaternarios de la región central y sur de Chile. *In* Suelos Volcánicos de Chile (Tosso, J.; editor), Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura: 491-526.
- Munizaga, F.; Hervé, F.; Drake, R.; Pankhurst, R.; Brook, M.; Snelling, N. 1988. Geochronology of the Lake Region of south-central Chile (39°-42°S): Preliminary results. *Journal of South American Earth Sciences* 1 (3): 309-316.
- Muñoz, J. 1997. Sistemas estructurales Cenozoicos en la Región de Los Lagos de Chile. Interpretación de Lineamientos en Imagen Radarsat. *In* Congreso Geológico Chileno, No. 8, Actas 1: 190-194. Antofagasta.
- Muñoz, J.; Troncoso, R.; Duhart, P.; Crignola, P.; Farmer, G.; Stern, C. 2000. The relation of the mid-Tertiary coastal magmatic belt in south-central Chile to the late Oligocene increase in plate convergence rate. *Revista Geológica de Chile* 27 (2): 177-203.
- Porter, S.C. 1981. Late Pleistocene glaciation in the southern lake district of Chile. *Quaternary Research* 16: 263-292.
- Quiroz, D.; Duhart, P.; Muñoz, J. 2006. Antecedentes geocronológicos del magmatismo Cretácico Superior y Eoceno de la Cordillera de la Costa del centro sur de Chile (39°-43°S), Implicancias paleogeográficas. *In* Congreso Geológico Chileno, No. 11, Actas 2: 539-542. Antofagasta.
- Rodríguez, C.; Pérez, Y.; Moreno, H.; Clayton, J.; Antinao, J.; Duhart, P.; Martín, M. 1999. Área Panguipulli-Riñihue. Región de Los Lagos. Servicio Nacional de Geología y Minería, Mapas Geológicos 10, 1 mapa escala 1:100.000. Santiago.
- Ruiz, C.; Corvalán, J.; Klohn, C.; Klohn, E.; Levi, B. 1965. Geología y yacimientos metalíferos de Chile. Instituto de Investigaciones Geológicas: 305 p. Santiago.
- Saliot, P. 1969. Etude géologique dans l'île de Chiloe (Chile). *Bulletin Société Géologique de France* 7 (11): 388-399.
- Shackleton, N.J.; Opdyke, N.D. 1973. Oxygen-isotope and paleomagnetic stratigraphy of equatorial Pacific core V28-238: Oxygen isotope temperatures and ice volumes on 105 year and 106 year scale. *Quaternary Research* 3: 183-190.

- Shackleton, N.J.; Opdyke, N.D. 1977. Oxygen-isotope and palaeomagnetic stratigraphy of Pacific core V28-239, late Pliocene to latest Pleistocene. Geological Society of America Memoir 145: 449-464.
- Steiger, R.H.; Jäger, E. 1977. Subcommission on Geochronology: convention on the use of decay constants in geo and cosmochronology. Earth and Planetary Sciences Letters 36: 359-362.

(*) Documento inédito disponible en la Biblioteca del Servicio Nacional de Geología y Minería. Santiago.

ANEXOS

I DATACIONES RADIOMÉTRICAS

Tabla 1. Edades Radiométricas

Tabla 2. Datos analíticos K-Ar de este trabajo

II YACIMIENTOS, DEPÓSITOS Y OCURRENCIAS

Tabla 3. Depósitos y ocurrencias metálicas

Tabla 4. Yacimientos de rocas y minerales industriales

DATACIONES RADIOMÉTRICAS

Método K-Ar

Las dataciones por el método K-Ar fueron ejecutadas en el Laboratorio de Geocronología del Servicio Nacional de Geología y Minería (Santiago de Chile). El material utilizado tiene, en el caso de los minerales, una pureza cercana al 100%; en el caso de roca total, el material es tamizado en malla 60/80. En ambas circunstancias, el material es pasado por un cuarteador y las fracciones son analizadas por K y por Ar radiogénico. El análisis químico de K se realiza, por triplicado, en un espectrómetro de absorción atómica, en modo emisión, con estándar de litio. Para el análisis de Ar la muestra es introducida en un crisol de molibdeno y colgada dentro de una línea de ultra alto vacío de vidrio Pyrex, la cual es calentada a una temperatura de 300°C, por un período de 13 a 15 horas, obteniendo finalmente un nivel de vacío adecuado (10-8 Torr). Posteriormente, la muestra es fundida en un horno de inducción de radiofrecuencia y los gases purificados mediante ceolitas, Cu, óxido de Cu y Ti. El volumen de argón extraído se determinó por dilución isotópica, con trazador enriquecido con ^{38}Ar ; las lecturas de razones isotópicas se realizaron en un espectrómetro de masa AE1, modelo MS-10S. Las constantes utilizadas corresponden a las adoptadas en el Congreso Internacional de Geología No. 25 (1976), Sydney, Australia, y posteriormente publicadas por Steiger y Jäger (1977).

$$\lambda(^{40}\text{K}_\epsilon)=0,581 \times 10^{-10} \text{ años}^{-1}; \lambda(^{40}\text{K}\beta)=4,962 \times 10^{-10} \text{ años}^{-1};$$

$$\text{abundancia isotópica } ^{40}\text{K}=0,01167 \text{ átomos } \%, \text{ razón atmosférica } ^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}=295,5$$

TABLA 1. EDADES RADIOMÉTRICAS.

Muestra	UTM		Litología	Método y Material	Edad (Ma \pm 2 σ)	Referencias
	N	E				
Riodacita Loncoche Krl						
XI-1245	5.644.025	709.475	pórfido riodacítico	K-Ar biotita	72 \pm 2	este trabajo
XI-1255	5.647.231	709.339	pórfido riodacítico	K-Ar biotita	87 \pm 2	este trabajo
Granodiorita Los Boldos Kgb						
XI-1347	5.655.415	680.897	granodiorita	K-Ar biotita	89 \pm 2	este trabajo
Bol 1	NP ¹	NP ¹	granodiorita	K-Ar biotita	86 \pm 3	Munizaga <i>et al.</i> , 1988

¹: Dato no publicado

TABLA 2. DATOS ANALÍTICOS K-Ar DE ESTE TRABAJO.

Muestra	Unidad	Material	%K	Ar rad. (n/g)	%Ar atm.	Edad (Ma \pm 2 σ)
XI-1245	Krl	biotita	5,499	15,737	30	72 \pm 2
XI-1255	Krl	biotita	6,601	22,734	14	87 \pm 2
XI-1347	Kgb	biotita	6,713	23,732	22	89 \pm 2

ANEXO II

YACIMIENTOS, DEPÓSITOS Y OCURRENCIAS

TABLA 3. DEPÓSITOS Y OCURRENCIAS METÁLICAS.

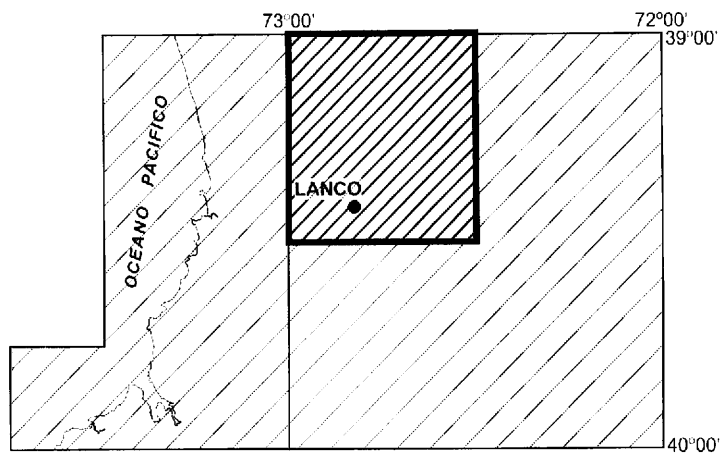
No.	Nombre/descripción	UTM		Mena principal	Roca de caja	Referencias
		N	E			
1	Gorbea/diseminado	5.675.000	696.000	Cr-Ni	serpentinita	Instituto de Geología Económica Aplicada, 1996
2	Quitratue/diseminado	5.659.988	710.181	Cr-Ni	serpentinita	Instituto de Geología Económica Aplicada, 1996
3	Mina Quitratúe/irregular	5.659.007	704.042	Mn	metachert	Ruiz <i>et al.</i> , 1965
4	Lastarria/irregular	5.657.037	679.864	Mn	metachert	Ruiz <i>et al.</i> , 1965
5	Mina Eugenia/vetiforme	5.639.346	700.109	Mn	metachert	Biese, 1956

TABLA 4. YACIMIENTOS DE ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES.


No.	Nombre/descripción	UTM		Recurso	Referencias
		N	E		
1	Nueva Lastarria	5.659.045	694.382	caolín	Mendoza y Gajardo, 2003
2	Carmen 1	5.655.900	693.400	caolín	Mendoza y Gajardo, 2003; Instituto de Geología Económica Aplicada, 1996
3	Carmen 2	5.655.800	693.200	caolín	Mendoza y Gajardo, 2003; Instituto de Geología Económica Aplicada, 1996
4	Rinconada	5.654.001	694.483	caolín	Mendoza y Gajardo, 2003
5	San José	5.653.742	693.553	caolín	Mendoza y Gajardo, 2003
6	Ximena	5.651.226	699.132	caolín	Mendoza y Gajardo, 2003
7	Nueva Hijueta Fuentes	5.649.797	704.376	caolín	Mendoza y Gajardo, 2003
8	Afquintué Oriente	5.647.217	706.674	caolín	Mendoza y Gajardo, 2003
9	Valencia	5.647.121	705.950	caolín	Mendoza y Gajardo, 2003
10	Cecilia	5.646.877	705.898	caolín	Mendoza y Gajardo, 2003
11	Afquintué Poniente	5.646.687	706.800	caolín	Mendoza y Gajardo, 2003; Instituto de Geología Económica Aplicada, 1996
12	Francisca 3	5.644.724	705.283	caolín	Mendoza y Gajardo, 2003
13	Francisca 2	5.644.571	705.177	caolín	Mendoza y Gajardo, 2003
14	Francisca 1	5.642.985	704.596	caolín	Mendoza y Gajardo, 2003
15	Afquintué Oriente 2	5.641.419	703.321	caolín	Mendoza y Gajardo, 2003; Instituto de Geología Económica Aplicada, 1996

CARTA GEOLÓGICA DE CHILE

SERIE GEOLOGÍA BÁSICA



 Escala 1:250.000

 Área de la presente Publicación



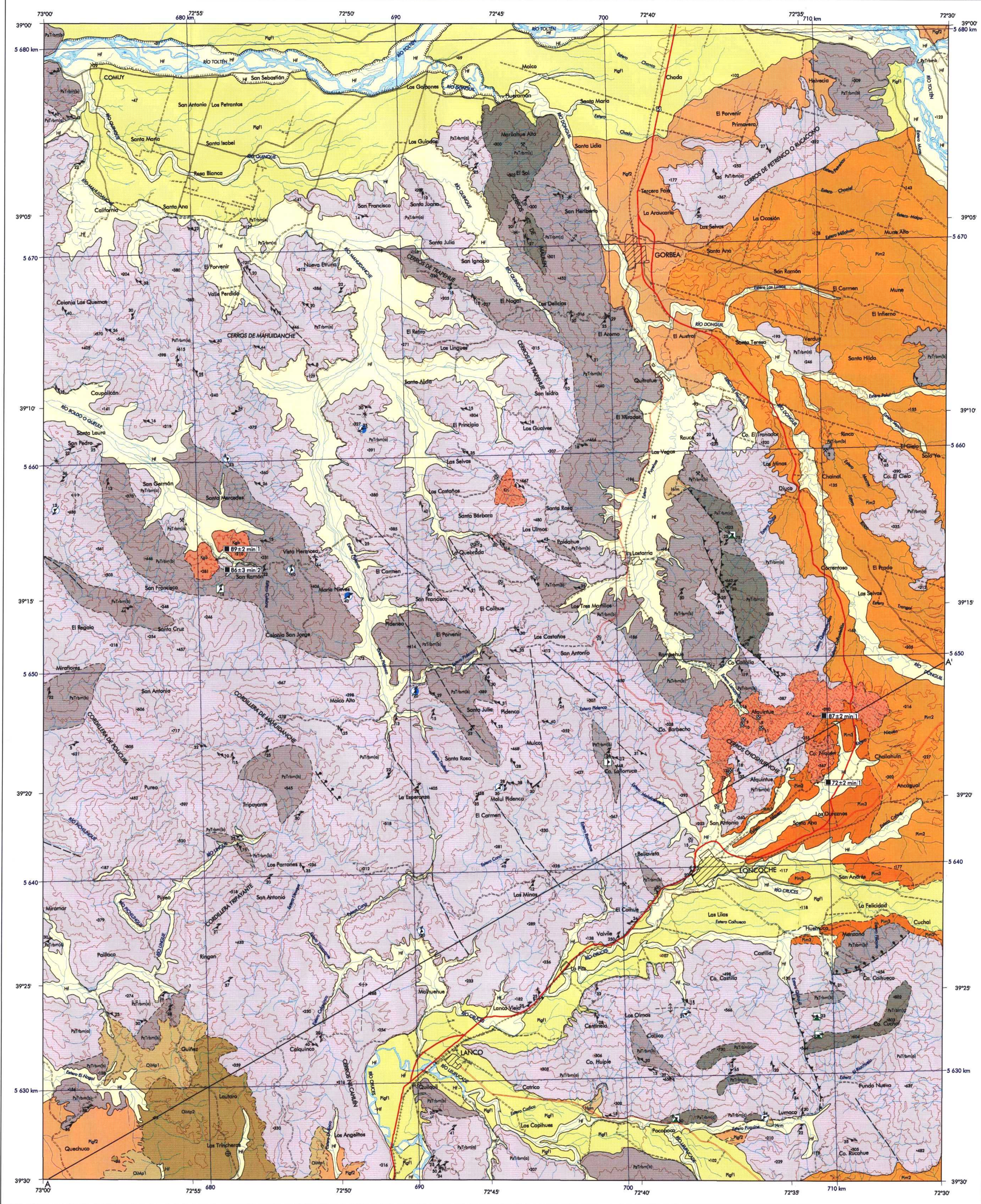
SITUACIÓN DE ÁREAS VECINAS



TERRITORIO CHILENO ANTÁRTICO



* ACUERDO ENTRE LA REPUBLICA DE CHILE Y LA REPUBLICA ARGENTINA PARA PRECISAR EL RECORRIDO DEL LIMITE DESDE EL MONTE JICZ KUY HASTA EL CERRO SAUDEZ* (Montes Aisén, TS de 10 de noviembre de 1984)



LEYENDA

Geological time scale table with columns for CENOZOICO (HOLOCENO, PLEISTOCENO), MESOZOICO (CRETÁCICO, JURÁSICO, TRIÁSICO), and PALEOZOICO (DEVÓNICO, CARBÓNIFERO).

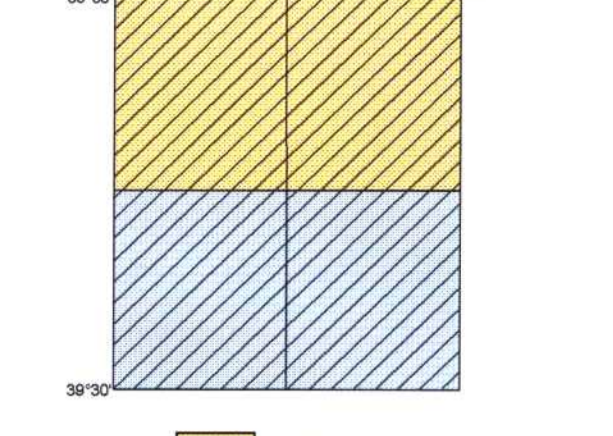
- HF Depósitos fluviales
Hm Depósitos remociones en masa
Pigf1 Depósitos glaciofluviales
Pim2 Depósitos de la Glaciación Santa María
Pigf2 Depósitos glaciofluviales
Pim3 Depósitos de la Glaciación Río Llico
OIMp Estratos de Pupunahue
P2Trbm Complejo Metamórfico Bahía Mansa

- Kf1 Riódacita Loncoche
Kfb Grandiorita Los Baldos
P2Trbm(a) Esquistos pellicos a semipellicos
P2Trbm(b) Esquistos mellicos
P2Trbm(c) Cuerpos ultramáficos

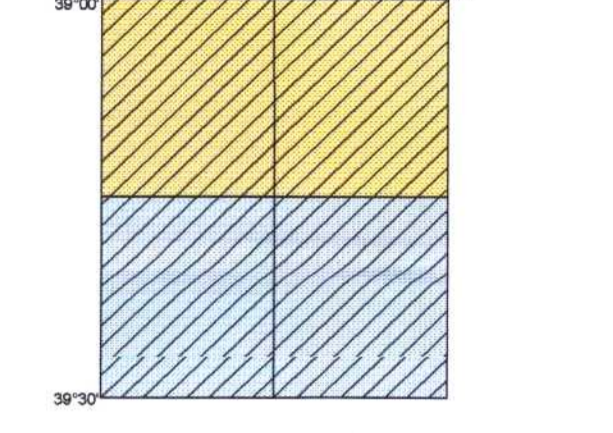
SIMBOLOGÍA

- Contacto geológico observado, inferido
Falla inferida
Falla normal inferida
Estratos horizontales
Falla normal, a escala de afloramiento
Rumbo y manteo de primera foliación

FUENTE DE LA INFORMACIÓN

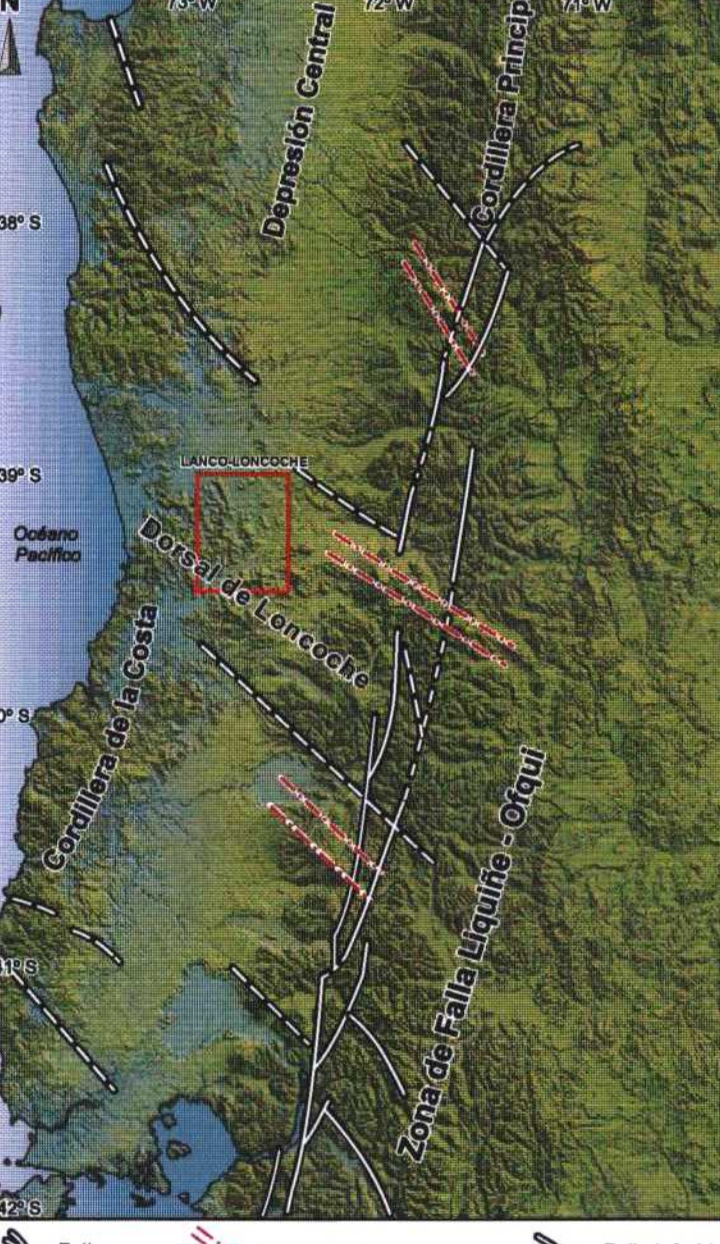


TRABAJOS ANTERIORES

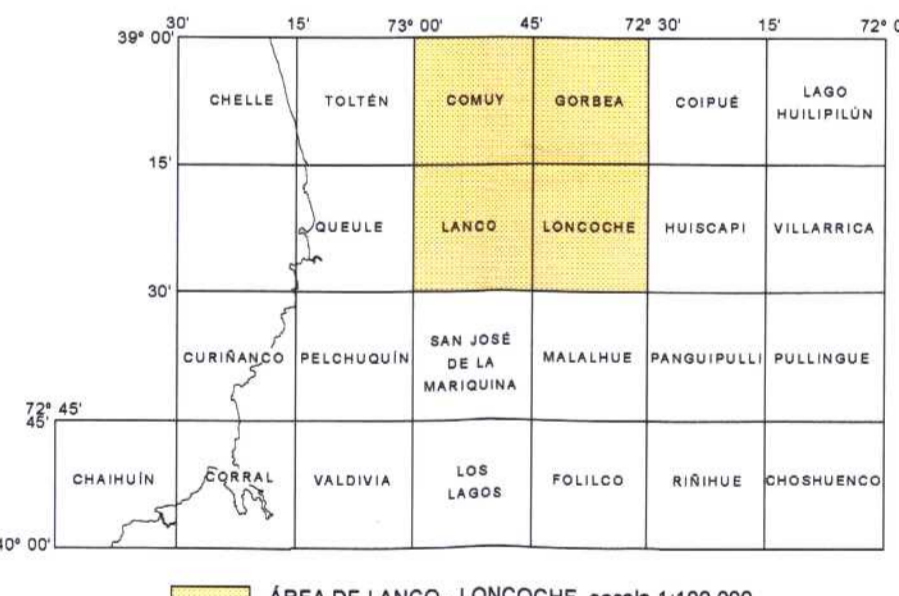


- DATACIONES RADIMÉTRICAS (Ma)
FUENTE DE LAS DATACIONES RADIMÉTRICAS
ASOCIACIONES DE MINERALES METAMÓRFICOS

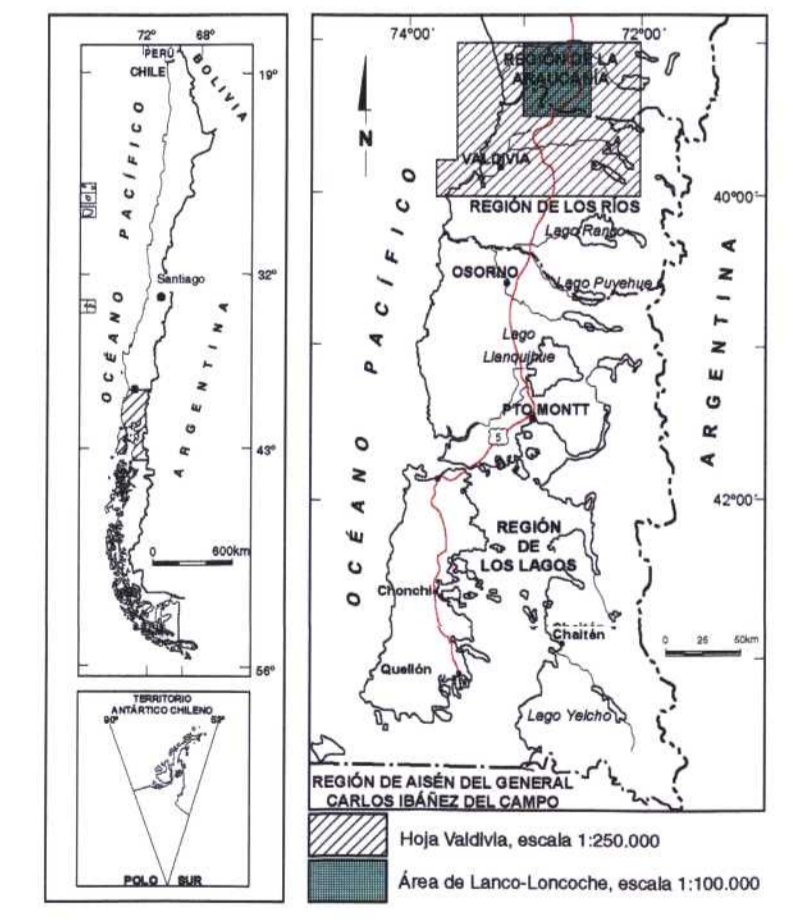
ESQUEMA MORFO-ESTRUCTURAL



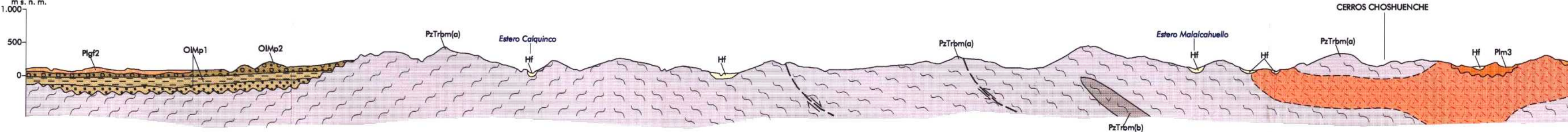
CUADRO DE SITUACIÓN EN HOJA VALDIVIA



MAPA DE UBICACIÓN



PERFIL ESQUEMÁTICO



SIMBOLOGÍA

- Conglomerados arenosos
Esquistos pellicos
Areniscos
Esquistos mellicos
Limalitas
Porfidos riódacíticos
Disarcando
Falla inferida y sentido del movimiento

Referencia bibliográfica
Cuarto: P. Crignola, P. 2007. Geología del Área Lanco-Loncoche, Regiones de la Araucanía y de Los Ríos.
ISSN 0717-7283
Inscripción No. 167.107
© Servicio Nacional de Geología y Minería, Avda. Santa María 0104, Casilla 10466, Santiago, Chile.

Publication title block: SUBDIRECCIÓN NACIONAL DE GEOLOGÍA, GEOLOGÍA DEL ÁREA LANCO-LONCOCHE, REGIONES DE LA ARAUCANÍA Y DE LOS RÍOS, CARTA GEOLÓGICA DE CHILE SERIE GEOLOGÍA BÁSICA No. 106, 2007, Escala 1:100.000.