

XILOTOMIA DE CONIFERAS FOSILES DE LA ISLA QUIRIQUINA, CHILE

XILOTOMY OF FOSSIL CONIFERS FROM THE QUIRIQUINA ISLAND, CHILE

TERESA TORRES G.* Y LAJOS BIRO - BAGOCZKY**

* Departamento de Tecnología de la Madera, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile. Casilla 9206. Santiago, Chile

** Departamento de Geociencias, Facultad de Ciencias, Universidad de Concepción. Casilla 3-C. Concepción, Chile.

RESUMEN

Se describen dos especies fósiles de la familia Araucariaceae, encontradas en la Isla Quiriquina ($36^{\circ}37'$ Lat. S., $73^{\circ}03'$ Long. W).

La madera fósil fue determinada como *Araucarioxylon pluriresinosum* n. sp. y *Araucarioxylon resinum* n. sp. Estas formas provienen probablemente de la Formación Quiriquina, de edad cretácica superior y están vinculadas con especies actuales del género *Agathis*, que existen en Australia y Nueva Zelanda.

ABSTRACT

Two fossil species of the Araucariaceae family, found in the Quiriquina Island ($36^{\circ}37'$ Lat. S. - $73^{\circ}03'$ Long. W), are described.

The fossil wood was classified as *Araucarioxylon pluriresinosum* sp. nov. and *Araucarioxylon resinum* sp. nov. These forms probably come from the Late Cretaceous Quiriquina Formation, and would be related with the living species of the genus *Agathis*, found in Australia and New Zealand.

INTRODUCCION

Pese a su escaso desarrollo geográfico, la isla Quiriquina es famosa por su riqueza fosilífera y su nombre ha sido ampliamente divulgado en el ámbito geológico y paleontológico a nivel nacional e internacional. Hasta la fecha se han reconocido unas 130 especies fósiles, correspondientes a reptiles, pelecípodos, cefalópodos y otros fósiles pertenecientes a 12 clases taxonómicas distintas.

Naturalistas como Darwin se interesaron en esta pequeña isla y sucesivos autores como Steinmann et al. (1895), Wetzel (1930), Fuenzalida (1956),

Hoffstetter *et al.* (1957), Biró-Bagóczy (1982) y Frutos *et al.* (1982) entre otros, han aportado al conocimiento geológico y paleontológico de ella.

Los estudios sobre determinaciones sistemáticas de microfósiles vegetales son reducidos. Nishida (1981, 1984a, 1984b) describió algunas maderas fósiles terciarias del sector Punta Amarilla de la isla Quiriquina. El autor determinó: *Araucarioxylon pseudoparenchymatosum* Gothan, *A. doeringii* Conwentz, *A. quiriquinaense* Nishida, *Quiriquineoxylon escallionoides* Nishida, *Laurelioxylon intermedium* Nishida, *Nothofagoxylon pseudoblicum* Nishida y *Myrceugenelloxylon pseudoapiculata* Nishida. Torres (1983), publicó un informe preliminar sobre maderas fósiles de la Formación Quiriquina, afin a *Araucarioxylon*. Posteriormente González y Torres (1984) determinaron *Weinmannioxylon quiriquinensis*, madera fósil de la familia Cunoniaceae.

El objetivo de este trabajo es presentar los estudios xilotómicos que permitieron determinar algunos fragmentos de troncos silicificados encontrados en la isla. Estos fueron colectados en la playa de la bahía de las Tablas (Fig. 1), durante la expedición organizada por el Departamento de Geociencias de la Universidad de Concepción, como una actividad del III Congreso Geológico Chileno en el año 1982.

UBICACION Y MARCO GEOLOGICO

La Isla Quiriquina se encuentra en la Bahía de Concepción, VIII Región del Bío - Bío, Chile. (36°37' Lat. Sur y 73°03' Long. W); Fig. 1.

En ella se destacan tres unidades litológicas principales:

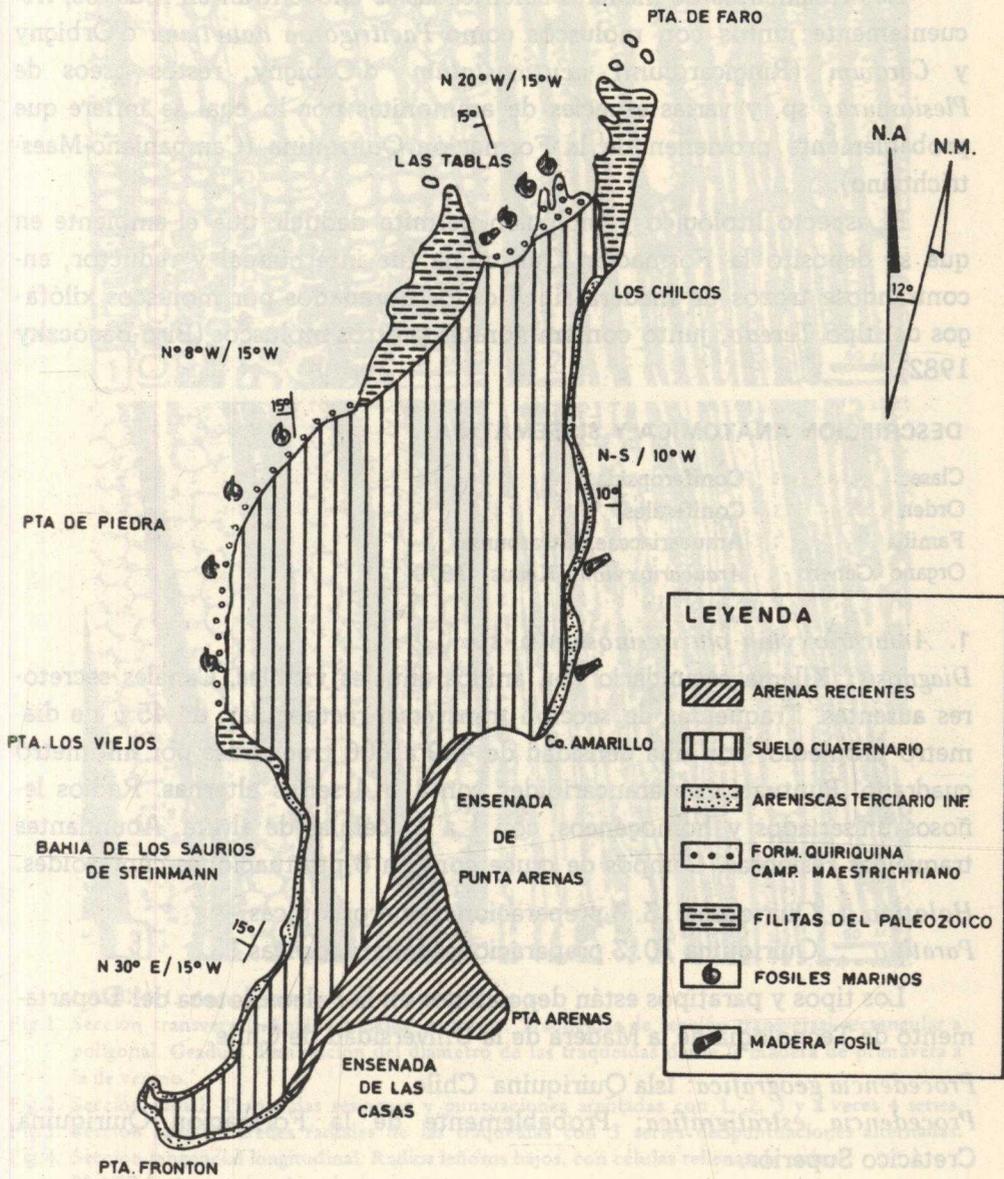
- Rocas metamórficas; principalmente filitas grises, oscuras a negras, de edad paleozoico superior, (fide Hervé *et al.*, 1976). Sobre ellas se encuentra, en forma discordante y con un hiatus, la:
- Formación Quiriquina (Biró-Bagóczy, 1982), compuesta por un conglomerado basal transgresivo, sobre el cual se dispone una secuencia de areniscas calcáreas, gris verdosas, muy fosilíferas, de origen litoral, y sobre éstas, areniscas calcáreas verdosas, con abundantes concreciones, que contienen una gran cantidad de *Baculites vagina* Forbes.

La edad campaniana-maestrichtiana de esta Formación está determinada sobre la base de 10 especies de ammonites. Sobre este conjunto del Cretácico Superior se disponen concordantemente,

- Areniscas amarillentas con estratificación cruzada y areniscas amarillantas con abundantes concreciones, aparentemente sin fauna fósil, probablemente de edad paleocena, Hacia el techo, aparecen lutitas

MAPA GEOLÓGICO DE LA ISLA QUIRIQUINA

POR: LAJOS BIRO BOGOCZKY.



LEYENDA

-  ARENAS RECIENTES
-  SUELO CUATERNARIO
-  ARENISCAS TERCARIO INF
-  FORM. QUIRIQUINA CAMP. MAESTRICHTIANO
-  FILITAS DEL PALEOZOICO
-  FOSILES MARINOS
-  MADERA FOSIL

Fig. 1. Mapa Geológico de la Isla Quiriquina

Fig. 1. Geologic map of Quiriquina Island.

negras con abundantes vegetales fósiles con intercalaciones de láminas de carbón, posiblemente del Eoceno.

ESTRATIGRAFIA, ASOCIACION Y PALEOECOLOGIA

Los fragmentos de maderas silicificadas se encuentran en rodados, frecuentemente juntos con moluscos como *Pacitrignia hanetiana* d'Orbigny y *Cardium* (*Ringicardium*) *acuticostatum* d'Orbigny, restos óseos de *Plesiosaurus* sp. y varias especies de ammonites por lo cual se infiere que probablemente provienen de la Formación Quiriquina (Campaniano-Maestrichtiano).

El aspecto litológico y biológico permite deducir que el ambiente en que se depositó la Formación Quiriquina fue intermareal y reductor, encontrándose trozos de madera silicificados horadados por moluscos xilófagos del tipo *Teredo*, junto con ammonites y otros moluscos (Biró-Bagóczy 1982).

DESCRIPCION ANATOMICA Y SISTEMATICA

Clase : Coniferopsida
Orden : Coniferales
Familia : Araucariaceae, Strasburger
Organo - Género : *Araucarioxylon*, Keaus, 1870

1. *Araucarioxylon pluriresinosum* n. sp.

Diagnosis: Xilema secundario con anillos anuales visibles. Canales secretorios ausentes. Traqueidas de sección transversal rectangular, de 45 μ de diámetro promedio, con una densidad de 400 a 600 traqueidas por milímetro cuadrado. Puntuaciones araucarioides con 1 a 4 series alternas. Radios leñosos uniseriados y homogéneos, con 1 a 25 células de altura. Abundantes traqueidas resinosas. Campos de cruce con 2 a 8 puntuaciones cupresoides.

Holotipo : Quiriquina 13. 3 preparaciones microscópicas

Paratipo : Quiriquina 10. 3 preparaciones microscópicas

Los tipos y paratipos están depositados en la Paleoxiloteca del Departamento de Tecnología de la Madera de la Universidad de Chile.

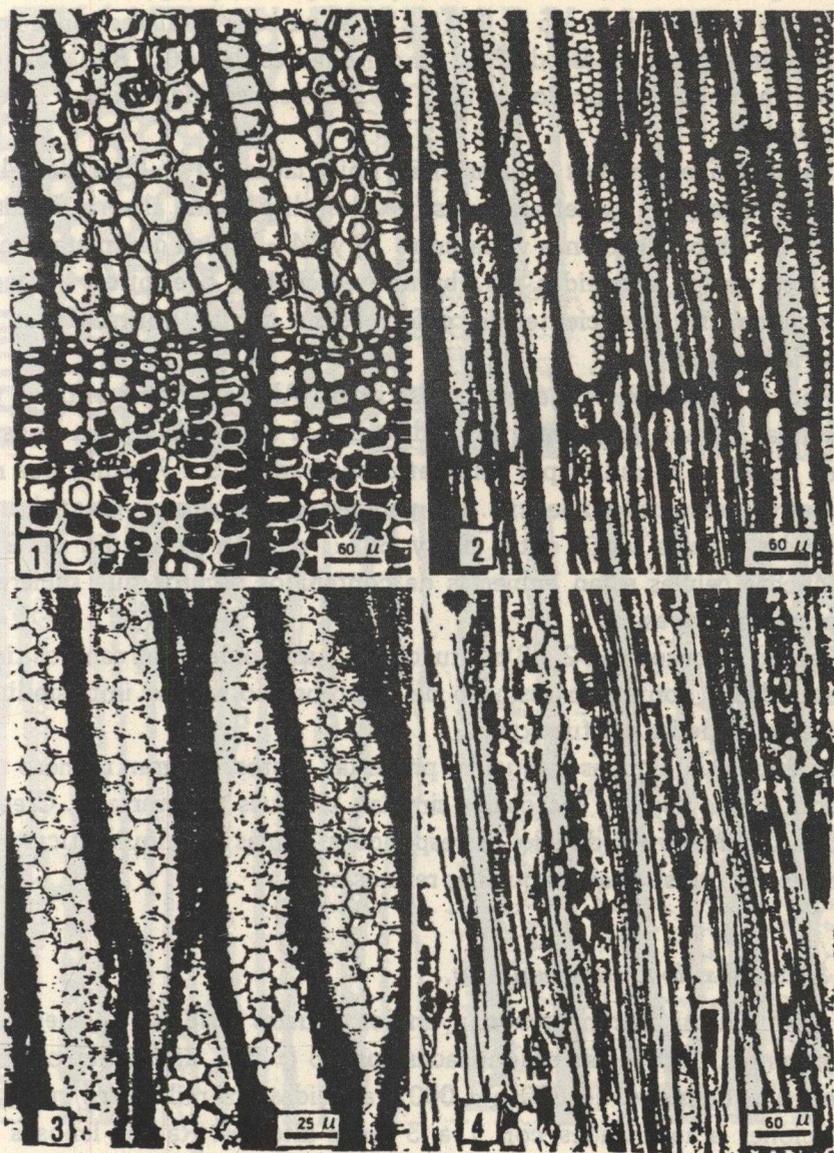
Procedencia geográfica: Isla Quiriquina Chile

Procedencia estratigráfica: Probablemente de la Formación Quiriquina, Cretácico Superior.

Descripción Microscópica del Material

- Anillos de crecimiento visibles con una distancia de 2 a 5 mm entre dos anillos. Canales secretorios ausentes.

LAMINA I



LAMINA I. *Araucarioxylon pluriresinosum* n.sp.

- Fig.1. Sección transversal. Anillos anuales notorios. Traqueidas de sección transversal rectangular a poligonal. Gradual disminución del diámetro de las traqueidas desde la madera de primavera a la de verano.
- Fig.2. Sección radial. Traqueidas resinosas y puntuaciones areoladas con 1, 2, 3 y a veces 4 series.
- Fig.3. Sección radial. Paredes radiales de las traqueidas con 3 series de puntuaciones alternadas.
- Fig.4. Sección tangencial longitudinal. Radios leñosos bajos, con células rellenas de resina.

PLATE I. *Araucarioxylon pluriresinosum* n.sp.

- Fig.1. Transverse section. Growth rings distinct. Tracheids rectangular to polygonal in cross section. Gradual diminution in the diameter of the late and early tracheids.
- Fig.2. Radial section. Tracheids with resin plugs and bordered pits with 1, 2, 3 and sometimes 4 series.
- Fig.3. Radial section. Radial walls of tracheids with 2 series of alternate bordered pits.
- Fig.4. Tangential longitudinal section Rays low; ray cells with resin fill.

Fig. 4. Tangencial longitudinal section. Rays uniseriate, occasionally diseriata 1 to 12 cells high.

Fig. 3. Radial section. Radial wall of tracheids, with 1 to 3 series of alternate pits.

- Traqueidas de sección transversal rectangular a poligonal con un diámetro promedio de 45μ ($\pm 15 \mu$). Las paredes celulares son delgadas con un espesor medio de 3μ . La densidad es de 400 a 600 traqueidas por milímetro cuadrado, con 2 a 10 filas de traqueidas entre 2 radios leñosos.
- Puntuaciones radiales araucarioides, uniseriadas (10%), biseradas (40%), triseriadas (30%) y tetraseriadas (5%), en disposición alterna. El diámetro de las puntuaciones varía entre 12 y 14μ cubren completamente la pared de las traqueidas. La abertura es circular o elíptica, a veces es incluida. El coeficiente de deformación de las puntuaciones uniseriadas es de 1.
- Radios leñosos homogéneos, uniseriados. Altura variable entre 1 y 25 células, siendo frecuentes los radios con 3 a 10 células. La densidad es de 20 a 28 radios por milímetro cuadrado y 5 a 7 radios por milímetro horizontal tangencial. Las paredes son delgadas y lisas; el ancho de las células varía entre 18 y 36μ , con un promedio de 25μ . Muchas células están cubiertas de contenidos oscuros que sugieren la presencia de resina.
- Campo de cruce con 2 a 8 puntuaciones cupresoides. Los campos tienen abundante contenido resinoso de color oscuro lo que imposibilitó la medición de las puntuaciones.
- Parénquima: algunas traqueidas presentan septos. Un gran número tiene contenidos oscuros los cuales simulan tabiques transversales. Creemos que un número reducido corresponde a células parenquimáticas verticales, las otras serían traqueidas resinosas.

2. *Araucarioxylon resinsum* n.sp.

Diagnosis: Xilema secundario con anillos anuales visibles. Canales secretorios ausentes. Traqueidas redondeadas con $28 (\pm 8) \mu$ de diámetro promedio con una densidad de 800 a 1.000 traqueidas por milímetro cuadrado. Puntuaciones araucarioides con 1 a 3 series alternas. Radios leñosos uniseriados y homogéneos, con 1 a 40 células de altura. Campo de cruce con 2 a 3 puntuaciones cupresoides. Septos y resina en las traqueidas.

Holotipo : Quiriquina 3. 3 preparaciones microscópicas.

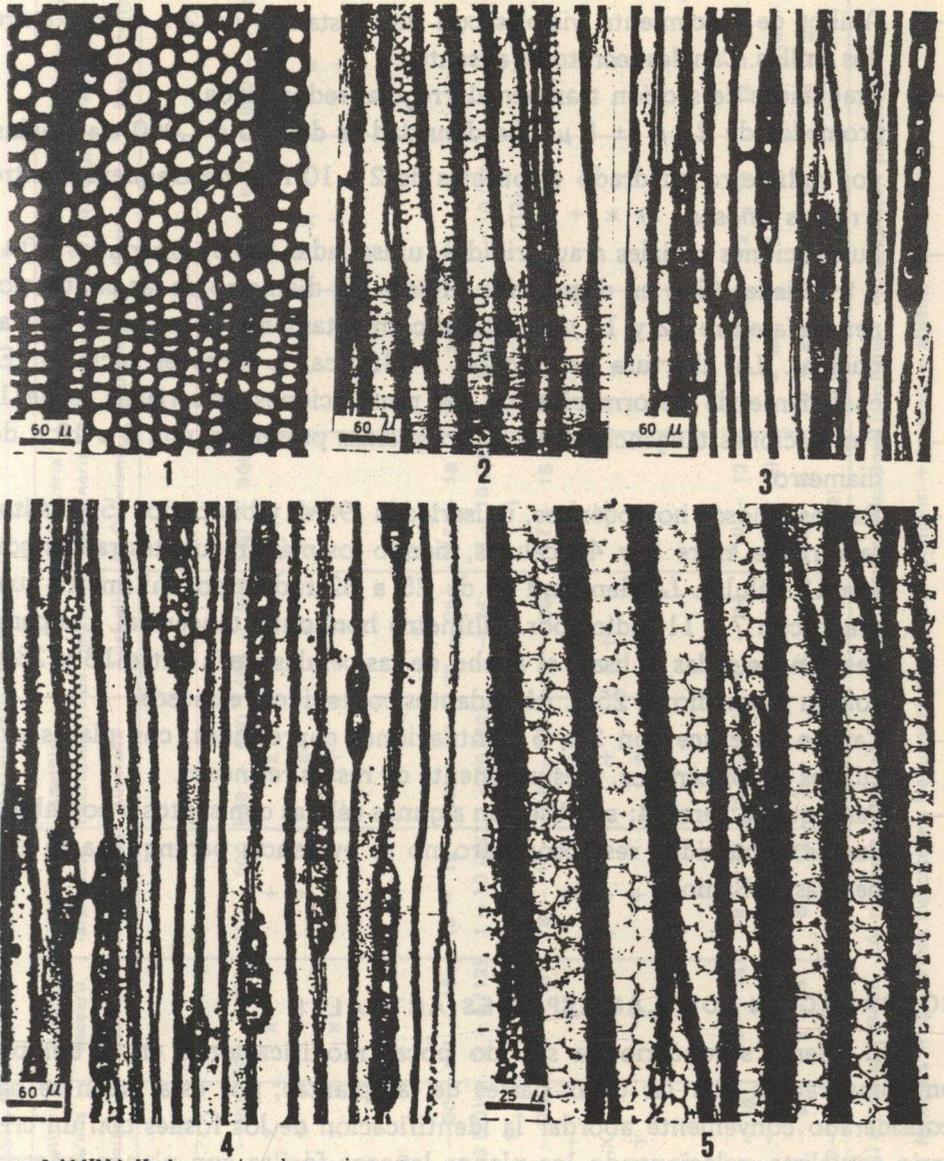
Paratipo : Quiriquina 11. 3 preparaciones microscópicas.

Los tipos y paratipos están depositados en la Paleoxiloteca del Departamento de Tecnología de la Madera de la Universidad de Chile.

Procedencia geográfica : Isla Quiriquina - Chile.

Procedencia estratigráfica: Probablemente de la Formación Quiriquina, Cretácico Superior.

LAMINA II



LAMINA II. *Araucarioxylon resinatum* n.sp.

- Fig.1. Sección transversal. Anillos anuales notorios, marcados por una gradual disminución de las traqueidas.
- Fig.2. Sección radial. Traqueidas con 1 a 2 series de puntuaciones areoladas.
- Fig.3. Sección tangencial, longitudinal. Traqueidas adyacentes a los radios septadas por la resina secretada de los radios leñosos.
- Fig.4. Sección tangencial, longitudinal. Radios leñosos uniseriados, ocasionalmente biseriados, con 2 a 12 células de altura.
- Fig.5. Sección radial. Paredes radiales de las traqueidas con 1 y 2 series de puntuaciones alternas.

PLATE II. *Araucarioxylon resinatum* n.sp.

- Fig.1. Transverse section. Growth rings distinct, marked by a gradual diminution of the tracheids.
- Fig.2. Radial section. Tracheids with 1 to 2 series of bordered pits.
- Fig.3. Tangential longitudinal section. Tracheids adjacent to the rays, septate by resin secreted from the rays.
- Fig.4. Tangential longitudinal section. Rays uniseriate, occasionally biseriate 2 to 12 cells high.
- Fig.5. Radial section. Radial walls of tracheids, with 1 to 2 series of alternate pits.

Descripción microscópica del material:

- Anillos de crecimiento visibles con una distancia de 2 a 5 mm entre dos anillos. Canales secretores ausentes.
- Traqueidas de sección transversal irregular redondeada promedio de 28μ ($\pm 8 \mu$). La densidad es de 800 a 1.000 traqueidas por milímetro cuadrado dispuestas de 2 a 10 filas de traqueidas entre 2 radios leñosos.
- Puntuaciones radiales araucarioides, uniseriadas (30%), biseriadas (40%) y triseriadas (5%) en disposición alterna. El diámetro de las puntuaciones varía entre 12 y 15μ y cubren completamente la pared de las traqueidas. La abertura es circular o elíptica, a veces es incluida. El coeficiente de deformación de las puntuaciones uniseriadas es de 1.
- Puntuaciones tangenciales en las traqueidas presentes, con 8 a 10μ de diámetro.
- Radios leñosos homogéneos, uniseriados (95%) y biseriados (5%). Altura variable entre 1 y 40 células, siendo los más frecuentes radios con 6 a 12 células. La densidad es de 25 a 32 radios por milímetro cuadrado con 7 a 11 radios por milímetro horizontal tangencial. Las paredes son delgadas y lisas, el ancho de las células varía entre 18 y 28μ con un promedio de 25μ . Abundantes contenidos resinosos.
- Campo de cruce con 2 a 3 puntuaciones cupresoides, con placas circulares en los campos, presuntamente de restos resinosos.
- Parénquima vertical: se observan algunas células con septos y con abundantes contenidos resinosos pero no se evidencia parénquima ni trabéculas de Sanio.

COMPARACION CON LAS ESPECIES ACTUALES

El xilema secundario ha sufrido pocas modificaciones en el tiempo en comparación con las otras partes de las plantas; por esta razón se ha considerado conveniente abordar la identificación de los fósiles con un criterio actualista, relacionando los planos leñosos fósiles con planos leñosos de especies actuales, de los cuales se tiene una completa información (Greguss, 1955).

Las especies de la familia de las Araucariaceas son aproximadamente 30 y se las encuentra en el Hemisferio Sur repartidas en los generos *Agathis* y *Araucaria*. Ambos tienen la anatomía de sus maderas muy similares, diferenciándose por algunas características muy específicas. El genero *Agathis* tiene 18 especies, restringidas a Nueva Guinea, Nueva Caledonia, Nueva Zelandia, Indonesia y Australia. El género *Araucaria*, en cambio, tiene 12 especies, distribuidas en Nueva Guinea, Nueva Caledonia,

TABLE 1. COMPARISON OF THE ARAUCARIAS FOSSILS WITH LIVING SPECIES
 TABLE 1. COMPARISON OF FOSSIL ARAUCARIACEA WITH LIVING SPECIES

Países de Origen	Agathis australis N. Zelandia	Agathis beccarii Indonesia	Agathis lanceolata N. Caledonia	Agathis microstachya Australia	Agathis palmerstonii Australia	Araucaria columnaris N. Caledonia	Araucaria montana N. Caledonia	Araucarioxylon pluriresinosum Fósil - Chile	Araucarioxylon resinosum Fósil - Chile
Superficie transversal									
Traqueidas:									
Número por mm ²	700 - 800	700 - 800	450 - 500	500 - 550	480 - 500	550 - 600	550 - 650	400 - 600	800 - 1000
Cuadradas	X	X	+	X	X	-	X	+	X
Redondeadas	+	+	X	X	X	+	+	X	X
Anillos Anuales	+	X	+	+	+	-	-	+	+
Superficie tangencial									
Radio leñosos:									
Número por mm ²	29 - 30	12 - 15	12 - 15	18 - 20	20 - 25	15 - 18	25 - 30	20 - 28	25 - 30
Número de células altura	1 - 8 (20)	2 - 4 (12)	1 - 10 (45)	1 - 25 (40)	1 - 24	1 - 10 (16)	1 - 8 (12)	1 - 10 (25)	1 - 12 (40)
Número de series	1	1	1 (2)	1	1	1	1	1 (2)	1 (2)
Ancho de μ	18 - 22	8 - 16	8 - 18	18 - 20	18 - 30	17 - 18	18 - 15	18 - 30	18 - 28
Puntuaciones tangenciales	+	+	X	+	+	+	X	+	X
Perénquima	X	-	+	+	+	+	-	X	-
Traqueidas resinosas									
Superficie radial									
Diámetro de las puntuaciones (μ)	4 - 7 (14 - 16)	13 - 16	19 - 20	10 - 12 (14)	11 - 14	10 - 13	11 - 12	12 - 14	12 - 15
Número de series alternas	1 - 4	1 - 3	1 - 4	1 - 3	1 - 4	1 - 2 (3)	1 - 2 (3)	1 - 4	1 - 2 (3)
Campo de cruce con puntuaciones	3 - 6 (10 - 12)	2 - 5 (12)	6 - 12 (20 - 22)	2 - 4 (12)	4 - 10 (12)	2 - 4 (12)	8 - 9 (14)	2 - 8	2 - 3
Cupresolides									

Los datos fueron tomados de Greguss (1955) y Phillips (1948). Los números entre paréntesis indican característica poco frecuente. Notaciones: + presente; - ausente; X ocasional.

Data from Greguss (1955) and Phillips (1948). Numbers in parenthesis indicate less frequent characteristic. notations: + present; - absent; X occasional.

Australia, Sur de Africa y Sudamérica (Argentina, Brasil y Chile) (Emberger, 1966; Greguss, 1955).

Para la comparación entre las especies actuales y los taxa fósiles se consideraron relevantes las siguientes características anatómicas.

- 1) Puntuaciones radiales alternas con más de dos series en las traqueidas.
- 2) Anillos anuales visibles
- 3) Presencia de traqueidas resinosas.

En relación con estas características anatómicas, se ha abordado algunos aspectos relacionados con diferencias específicas entre las maderas actuales de los géneros *Araucaria* y *Agathis*; estos antecedentes permitieron definir la determinación de los taxa fósiles.

Las traqueidas resinosas se forman durante la transición desde albura a duramen, aparentemente de material secretado por las células parenquimáticas de los radios leñosos (Bamber, 1979). Esta característica ha sido utilizada por Dadswell y Echersley (1935) para diferenciar entre la madera de los géneros *Agathis* y *Araucaria* que crecen en Australia. Estos autores han señalado que las traqueidas resinosas y el paránquima son características poco frecuentes en el género *Araucaria*, pero sí es frecuente encontrar estos elementos en el género *Agathis*.

Los anillos anuales de crecimiento también han sido considerados como discriminatorios para diferenciar entre los géneros *Agathis* y *Araucaria*. La transición gradual desde madera de primavera a madera de verano es más definida en las especies del género *Agathis* que en aquellos del género *Araucaria*, con excepción de la especie *A. araucana* Mol., la cual presenta anillos visibles (Greguss, 1955).

Las puntuaciones araucarioides de las traqueidas es una característica que ha sido objeto de discrepancia entre los dos géneros. Las traqueidas con 3 y 4 series de puntuaciones alterna no es una característica común en el género *Araucaria*, en cambio sí lo es en el género *Agathis*, donde el número de puntuaciones alterna en las traqueidas puede llegar hasta 5 (Boureau, 1955).

De las 30 especies mencionadas para el género *Agathis* y *Araucaria*, solamente se consideraron en la comparación aquéllas que tienen menos de 1.000 traqueidas por milímetro cuadrado. Este límite, permitió elegir 7 especies de grandes diámetros en las traqueidas y con más de 2 series de puntuaciones alternas, en la pared radial de las traqueidas.

Las comparaciones se consignan en la Tabla 1, estableciéndose afinidades con algunas de las especies del género *Agathis*. De los 14 caracteres considerados, la especie *Araucarioxylon pluriresinosum*, presenta 10 caracteres comunes con la especie *Agathis palmerstonii*, que crece actualmente en Australia; en cambio la especie *Araucarioxylon resinosum*, coincide solamente en 7 caracteres.

TABLA 2. COMPARACION ENTRE LAS MADERAS FOSILES DEL ORGANNO - GENERO "ARAUCARIOXYLON" KRAUS
 TABLE 2. COMPARISON AMONG FOSSIL WOODS OF THE GENUS ARAUCARIOUX KRAUS

Especie fósiles	Araucarioxylon pseudoparenchymatosum Gothend (1909)	Araucarioxylon doeringii Conwentz (1885)	Araucarioxylon quiriquinaense Nishida (1984)	Araucarioxylon pichasquensis Torres y Rello (1981)	Araucarioxylon arayali Torres (1982)	Araucarioxylon resinosum n.s.p. -	Araucarioxylon pluriresinosum
Autor	Terciario I. Seymour Río Las Minas I. Quiriquina	Terciario I. Quiriquina Patagonia	Terciario I. Quiriquina	Cret. Superior Pichasca	Cret. Inferior I. Livingston Antártica	Cret. Superior I. Quiriquina	Cret. Superior I. Quiriquina
Edad asignada							
Localidad							
Caracteres							
Anillos de crecimiento	X	+	+	X	-	+	+
Punt. radiales 1 serie	+	+	+	X	+	+	+
Punt. radiales 2 series	+	+	-	-	+	X	+
Punt. radiales 3 series	X	+	-	-	-	-	+
Punt. radiales 4 series	-	X	+	+	-	+	+
Punt. tangenciales	-	+	-	-	+	+	+
Traqueidas septadas	+	+	-	-	-	-	-
Traqueidas resinosas	+	+	-	-	+	+	+
Parénquima vertical	-	+	-	-	-	-	X
Radios > 30 células	-	+	+	+	+	+	+
Radios < 30 células	+	-	+	-	-	-	-
Radios > 10 células	-	+	+	+	+	+	+
Radios 1 serie	+	X	+	+	+	+	+
Radios 2 series	X	+	-	-	-	X	-
Punt. cupresoides	+	+	+	+	+	+	+
Punt. taxodioides	-	-	-	-	X	-	-

Simbología: (+) presente, visible, notorio; (-) ausente, indistinguible; (X) ocasional o poco notorio;
 Datos tomados por Torres et al. (1981, 1982) y Nishida (1984a).

Los datos utilizados en la comparación provienen de la clave inglesa para identificar coníferas (Phillips, 1948) y los valiosos datos de Greguss (1955).

COMPARACION CON ESPECIES FOSILES

El órgano-género *Araucarioxylon* Kraus (1870) engloba a las maderas fósiles mesozoicas y cenozoicas que tienen la estructura anatómica del leño secundario similar a las especies actuales de la familia de las Araucariaceas.

En el extremo sur de Sudamérica y en la Antártica se han determinado varias maderas fósiles atribuibles al género *Araucarioxylon*. En particular Torres y Rallo (1981) y Torres et al (1982), describieron *Araucarioxylon pichasquensis*, del Cretácico Superior en Pichasca (IV Región) y *Araucarioxylon arayaii*, del Cretácico Inferior, Isla Livingston (Antártica).

En la Isla Quiriquina, Nishida (1981) colectó maderas fósiles en los sedimentos terciarios del sector Punta Amarilla. El autor japonés determinó:

- 1) *A. pseudoparenchymatosum* Gothan (1908), madera fósil terciaria encontrada anteriormente en el Río Las Minas cerca de Punta Arenas, en la Isla Seymour y en Tierra del Fuego.
- 2) *A. doeringii* Conwentz (1887) madera fósil terciaria encontrada también en la Patagonia y,
- 3) *A. quiriquineanum* Nishida (1981).

En el primer informe sobre estas especies fósiles no se detallan las características anatómicas, no se ilustran los fósiles, ni se dan las diagnósis. Posteriormente, el autor (Nishida, 1984), cambia el nombre de la especie. *A. quiriquineanum* por *A. quiriquinaense*.

Las comparaciones con las maderas fósiles antes señaladas se consignan en la Tabla 2, en donde queda de manifiesto algunas similitudes y diferencias.

Las especies *A. pluriresinosum* y *A. resinosum* no son comparables con *A. quiriquinaense* Nishida (1984); *A. pichasquensis* Torres y Rallo (1981) y *A. arayaii* Torres et al. (1982), difieren en los anillos de crecimiento, en el número de puntuaciones radiales de las traqueidas y en la ausencia de traqueidas resinosas, características que fueron consideradas trascendentes para determinar las maderas fósiles objeto de este estudio.

Con *A. pseudoparenchymatosun* Gothan difieren en los anillos de crecimiento y en el número de puntuaciones radiales en las traqueidas. La especie *A. doeringii* Conwentz ocasionalmente presenta puntuaciones radiales tetra-seriadas y los radios tienen alturas superiores a 30 células.

Los antecedentes expuestos justifican la proporción de las 2 especies nuevas para el órgano-género *Araucarioxylon* de la familia de las Araucariaceas. Estas formas fósiles están vinculadas a nivel genérico con algunas

especies del género *Agathis*.

La historia fósil del género *Agathis*, según Emberger (1966), es poco conocida, encontrándose evidencias fósiles en el Oligoceno - Mioceno de Australia y Nueva Zelandia.

Cabe señalar que en Chile y Argentina se ha detectado la presencia de *Araucariacites australis* Cookson, palinomorfo conocido desde el Jurásico al Oligoceno (Romero, 1977). Doubenger y Chotin (1975), encuentran este polen en el Terciario de Arauco, indicando que la afinidad botánica sería la especie actual *Agathis australis*, endémica de Nueva Zelandia.

LOS CARACTERES ANATOMICOS DE LOS TAXAS FOSILES Y EL MEDIO AMBIENTE

En consideración que en Chile los estudios de maderas fósiles son reducidos, se ha estimado oportuno profundizar sobre los caracteres anatómicos encontrados en las maderas silicificadas determinadas en este estudio

Las numerosas traqueidas resinosas indican que los fragmentos corresponderían a la parte central de un tronco de árbol, comunmente llamada duramen. (Dr. Bamber, comunicación epistolar, 1983). El gran número de puntuaciones en las traqueidas indica que cuando el árbol era joven, y por este tejido, se transportaba el agua desde las raíces, estas puntuaciones habrían aumentado tanto las posibilidades de conducción, como la resistencia a la ruptura, infiriéndose de ello árboles de grandes dimensiones, en ambientes húmedos.

Los anillos de crecimiento están claramente definidos en los fósiles, consideradas en este estudio. Estudiosos de la estructura vegetal de especies actuales, así como de la variación y evolución de los caracteres anatómicos en especies fósiles, han descriminado entre el género *Agathis* y *Araucaria* por la presencia o ausencia de anillos. Este carácter depende del ritmo biológico y de la sensibilidad fisiológica al medio (Lemoigne, 1971), pudiendo coexistir en las mismas condiciones ecológicas especies de *Araucaria* y *Agathis* y presentar discrepancias en los anillos. Este antecedente permite visualizar que los taxa fósiles no necesariamente habitaban en climas con estaciones diferenciadas.

Los alcances de este estudio, no contemplan asociaciones de comunidades, pero es de interés señalar que las especies fósiles determinadas para

la familia de las Araucariaceas, están asociadas con Angiospermas fósiles en las cuales los anillos de crecimiento no se han evidenciado.

CONCLUSIONES

Los estudios xilotómicos comparativos con especies actuales y fósiles, permitieron determinar dos especies nuevas para la familia de las Araucariaceas denominadas: *Araucarioxylon pluriresinosum* y *Araucarioxylon resinolum*, ambas vinculadas al género *Agathis*, no representado en la actualidad en Sudamérica.

Por las características anatómicas descritas se deduce que los fragmentos de madera corresponderían a árboles adultos, de gruesos diámetros, adaptados a climas templados, con alta humedad, no necesariamente con estaciones diferenciadas.

El hallazgo de fragmentos de madera silicificada en la Bahía de las Tablas (sector representativo de la Formación Quiriquina) y la presencia en el mismo sector de fósiles marinos guías, permite inferir que la posición cronoestratigráfica de los fósiles determinados, correspondería al Campaniano Maestrichtiano. Sin embargo, como los fósiles objeto de este estudio fueron colectados como rodados, no se descarta la posibilidad de que provengan de los sedimentos terciarios de la Formación Cerro Alto.

Agradecimientos

Se agradece al Departamento de Investigación y Bibliotecas de la Universidad de Chile, que mediante el Proyecto A-1188-844 financió este trabajo. Al Dr. Bamber, de Australia, por responder nuestras dudas. Al Sr. Rubén Martínez por su constante apoyo y estímulo. Al Sr. Manuel González, del Taller de Cortes del Departamento de Geología de la Universidad de Chile, por su excelente trabajo en la elaboración de las preparaciones microscópicas. Al Comité Editor de la Revista Comunicaciones por las constructivas observaciones emitidas. A la Srta. Gloria Bascuñan por mecanografiar el manuscrito.

REFERENCIAS

- Bamber, R.K. 1979. Longitudinal parenchyma and resin plugs in Araucariaceae wood. IAWA - Bulletin, 4:75-77.

- Biro-Bagoczky, L. 1982. Revisión y redefinición de los estratos de Quiriquina, Campaniano-Maestrichtiano, en su localidad tipo, en la Isla Quiriquina, 36°37' Lat. Sur, Chile, Sudamérica. *Actas III Congr. Geol. Chileno*, Tomo I(A):29-64
- Boureau, E. 1955. *Anatomie végétale. L'appareil végétatif des Phanérogames*. Presses Universitaires de France
- Dadswell, H.E. & Eckersley, A.M. 1935. The identification of the Principal Commercial Australian Timbers other than *Eucalyptus*. *Bull. Coun. Sci. Res. Aust.*, 90.
- Doubenger, J. & Chotin, P. 1975. Etude palynologique de lignites tertiaires du bassin d'Arauco-Concepción (Chili). *Revista Española de Micropaleontología*, 3:549-565.
- Emberger, L. 1966. *Les plantes fossiles dans leurs rapports avec les végétaux vivants*. Ed. Masson et Cie.
- Fuenzalida, V.H. 1956. Los saurios de la Isla Quiriquina. *Stgo., Museo Nacional de Historia Natural. Not. Mensual*, 5: 2.
- Frutos, J.; Mencarini, P.; Pincheira, M.; Bourret, Y.; Alfaro, G.; 1982. Geología de la Isla Quiriquina. *Actas III Cong. Geol. Chileno*, Tomo III(F):307-338.
- Greguss, P. 1955. The identification of living Gymnosperms on the basis of xylotomy. *Akademiai Kiado, Budapest*.
- González, V. & Torres, T. 1984. *Weinmannioxylon quiriquinensis* n.sp. Madera fósil de la Isla Quiriquina. *Actas V Reunión Nacional de Botánica, La Serena, Chile*. p. 34.
- Herve, F.; Munizaga, F.; Montavani, M. y Herve, M. 1976. Edades Rb/Sr neopaleozoicas del basamento cristalino de la cordillera de Nahuelbuta. *Actas I Cong. Geol. Chileno*, Tomo, II(F):19-26.
- Hoffstetter, R.; Fuenzalida, H.; Cecioni, G. 1957. *Lexique stratigraphique international*. Fasc. 7. Chile. Centre de la Recherche Scientifique, Paris.
- Lemoigne, V. 1971. Sur la zonation de bois et écorces d'arbres du Paléozoïque et notion de rythmes biologiques. *Ann. Soc. Géol. Nord. XCI*, 1:93-100.
- Nishida, M. 1981. A report of paleobotanical survey to Southern Chile. Japan, Fac. of Science, Chiba University, Ed. Nishida, M. 38-40.
- Nishida, M. 1984a. The anatomy and affinities of the petrified plants from the Tertiary of Chile. II. *Araucarioxylon* from Quiriquina Island, near Concepción. In: *Contributions to the botany in the Andes I* Academic Scientific Book, Inc. Tokyo. Ed. Nishida, M., 86-90.
- Nishida, M. 1984b. The anatomy and affinities of the petrified plants from the Tertiary of Chile. IV *Dicotyledoneous woods* from Quiriquina Island, near Concepción. In: *Contributions to the botany in Andes I*. Ed. by M. Nishida. Academic Scientific Book, Inc. Tokyo, 111-123.
- Phillips, E.W.J. 1948. Identification of softwoods by their microscopic structure. *For. Prod. Res. Bull.*, 22: 27.
- Romero, J.E. 1977. *Polen de Gimnospermas y Fagaceas de la Formación Río Turbio (Eoceno)*, Santa Cruz, Argentina. Fundac. Ciencia y Cultura, Buenos Aires.
- Steinmann, G.; Deecke, W. y Moricke, W. 1895. Des Alter und die Fauna der Quiriquina Schichten in Chile. *N. Jahrb. Min. Geol. Pal.*, (T)10:1-118.
- Torres, T. 1983. Características anatómicas e identificación de *Araucarias* fósiles de la Quiriquina. *Archivos de Biología y Medicina Experimentales*, 16:186.
- Torres, T. Rallo, M. 1981. Anatomía de troncos fósiles del Cretácico Superior de Pichasca, Norte de Chile. *Anais II Cong. Latinoamericano de Paleontología*, 1:385-398.

GEOLOGIA DEL DISTRITO MINERO ESTERO QUELEN, COMUNA DE SALAMANCA, IV REGION**Ramón Cerda González**

En el valle Estero Quelén, ubicado a 15 km al este de la ciudad de Salamanca, IV Región, Coquimbo, se expone una secuencia de rocas sedimentarias rojizas, con relaciones de engrane lateral con rocas volcánicas. Esta rocas volcánicas, a su vez, llegan a sobreyacer a la secuencia clástica.

En general, estas rocas se disponen en forma subhorizontal, con manteos al este y han sido asignadas a la Formación Viñita, de edad cretácica superior.

Se presenta intruida por cuerpos hipabisales y plutónicos. De acuerdo a las relaciones de terreno y al estudio de secciones transparentes se ha establecido una posible sucesión de eventos magmáticos.

- Pórfido andesítico del cerro Angelino
- Pórfido andesítico de la quebrada El Aletón
- Monzogranito de Loma Los Quilos, Coirón y Cerro Nocuí
- Diorita de mina Las Tazas y mina San Juan
- Brecha de Turmalina de la quebrada Zarzaparrilla
- Diques y filones
- Vetas mineralizadas de las minas Las Tazas, San Juan y El Toro.

En el distrito se manifiesta un claro control estructural para la mineralización ya que ésta se presenta en forma de vetas siguiendo direcciones de emplazamiento bien definidas (N 65° E - N 85° E).

La principal mina del distrito (mina Las Tazas), corresponde a un yacimiento vetiforme emplazado a lo largo de una estructura de falla, según una dirección N 65° E - N 85° E.

La roca huésped es generalmente un filón de composición gabroica y en menor proporción un stock diorítico, los cuales se presentan en parte mineralizados por efecto de la veta.

La mena principal está constituida por sulfuros de cobre, principalmente calcopirita además de valores concentrados, importantes de oro y plata. La secuencia paragenética establecida es la siguiente: magnetita - pirita - arsenopirita - calcopirita y tenantita. Calcosina y covelina, se presentan como minerales de reemplazo.

La ganga está constituida por cuarzo, calcita, turmalina y rutilo.

Las demás minas del distrito con excepción de la mina San Juan, no presentan expectativas económicas para su explotación.

ESTUDIO GEOLOGICO DE LOS CUERPOS INTRUSIVOS Y SU RELACION CON LA MINERALIZACION CUPRIFERA DEL SECTOR DEL DISTRITO MINERO CERRO NEGRO, QUINTA REGION

Martín Pérez Villagrán

Cerro Negro es un distrito minero conformado por yacimientos de cobre con contenidos de plata significativos, tipo manto. Se ubica a unos 95 km en línea recta, al Norte de la ciudad de Santiago, provincia de Petorca, V Región.

Las rocas que afloran en el área corresponden principalmente a secuencias volcano-sedimentarias y sedimentarias, intruídas por cuerpos ígneos de carácter intermedio; que forman parte de la formación Las Chilcas y en sus bordes a rocas pertenecientes a las formaciones Cerro Morado y Lo Valle.

En el sector estudiado, se observa la secuencia sedimentaria correspondiente al miembro Pitipeumo de Las Chilcas, (areniscas rojas inferiores, brechas Diablo, lutitas negras, areniscas verdes superiores, brechas y areniscas superiores); donde se emplazan diques, filones mantos, lacolitos, cuerpos irregulares, apófisis y stocks que petrográficamente corresponden en mayor proporción a andesitas porfíricas, minoritariamente a dioritas y diques lamprofíricos no significativos. Su distribución conforma un cinturón periférico de cuerpos ígneos intrusivos que por el modo de emplazamiento y textura corresponden a rocas subvolcánicas, hipabisales; dejando sectores internos no intruídos en los que se desarrollan depósitos de cobre económicamente explotables emplazados en la Unidad Brecha Diablo (minas Diablo Sur, Diablo Norte, Valparaíso y Pirquitas) y bordes de los intrusivos mayores, andesíticos.

Análisis químicos por roca total indican que son originadas de un magma común a partir de mecanismos de diferenciación magmática (cristalización fraccionada), existiendo una marcada removilización y adición de algunos cationes producto de un proceso de alteración hidrotermal.

En los yacimientos y en los cuerpos intrusivos hay una estrecha relación de la mineralización de cobre (calcopirita, bornita, neodigenita y calcosina) y los minerales de alteración (clorita, calcita, epidota, cuarzo, arcilla, sericita y albita); deduciéndose que la alteración y mineralización de ambos tipos litológicos es similar a derivada de las andesitas intrusivas a partir de un mismo proceso.

Profesor Guía: Sr. Luis Olcay

25.03.85

EVENTOS INTRUSIVOS EN EL YACIMIENTO CUPRIFERO EL SOLDADO, V REGION

Raúl Ahumada Toro

Los objetivos del presente trabajo son caracterizar los diferentes eventos intrusivos del yacimiento cuprífero El Soldado, así como determinar su petrografía, su cronología relativa, su quimismo y las relaciones petrogeológicas entre ellos y las rocas estratificadas.

El estudio se ha realizado en el sector norte del yacimiento, en donde se diferencian seis unidades de rocas estratificadas, pertenecientes a la formación Lo Prado. (Thomas 1958; Piracés y Maksaeu, 1977), de edad neocomiana. Estas rocas se encuentran intruídas por filones de composición traquítica y andesítica.

Se aportan nuevos argumentos que permiten confirmar que los filones traquíticos, de rumbo general E a NNW, son los ductos alimentadores de las traquitas efusivas.

Los filones andesíticos se han dividido en tres grupos, de acuerdo a sus características tecturales y estructurales: filones andesíticos mayores de rumbo general E, filones andesíticos menores con rumbos variables entre N y NE y filones microdioríticos de rumbo NW y NE.

En general todas las rocas del área presentan alteración hidrotermal. La intensidad de ésta rara vez es la suficiente como para obliterar la textura original de la roca. Los procesos de alteración más importantes en las traquitas son la carbonatación y la silicificación y en las andesitas la cloritización, sericitización y carbonatación. La albitización normalmente es débil, contrariamente a lo postulado en publicaciones anteriores.

Normalmente todas las rocas ígneas de El Soldado tienen un alto contenido de álcalis, especialmente de sodio.

Se han clasificado las rocas intrusivas y efusivas de El Soldado considerando sus características petrográficas y químicas. Se propone mantener el nombre de "traquitas" para las rocas más silíceas y con alto contenido de feldespatos potásicos. En el caso de las andesitas se mantiene la clasificación para la mayor parte de los filones, excepto en uno de los casos, en el que se propone clasificarlo como basalto; las andesitas efusivas se denominan "andesitas alcalinas" para enfatizar su alto contenido de álcalis.

En base a lo observado en los diversos diagramas de variación, a la existencia de una roca de composición intermedia entre andesítica y traquítica y a las características químicas de las rocas volcánicas y subvolcánicas de El Soldado, se postula que se han originado por el fraccionamiento de un magma basáltico anómalamente alcalino.

Se compara El Soldado con otros yacimientos cupríferos del tipo estrato ligado, observándose algunas semejanzas, especialmente en lo referente al tipo de roca en que está emplazada la mineralización.

Profesor Guía: Sr. Carlos Ruiz

24.05.85

HIDROGEOLOGIA DEL SALAR DE PUNTA NEGRA, II REGION

Christine Mongard Castex

Los objetivos del presente estudio son caracterizar y evaluar los recursos hídricos del Salar de Punta Negra, determinando las características hidrológicas de los sedimentos y rocas presentes y la distribución química de las aguas subterráneas.

Se reconocen tres unidades hidrogeológicas: roca fundamental, rocas volcánicas y sedimentarias terciarias y sedimentos cuaternarios a recientes. De éstas sólo las unidades terciarias y cuaternarias presentan características sedimentarias que permiten convertirlas en acuíferos potenciales.

La zona de saturación en el área está compuesta por los siguientes niveles, que desde abajo hacia arriba son acuífero, acuitardo II, acuífero y acuitardo I. El acuífero se encuentra en las unidades Conglomerádica Superior y Tobácea Inferior, ambas terciarias. El nivel base sobre el cual circulan las aguas subterráneas lo constituye la Unidad de Arcillas Inferiores (terciaria). El espesor promedio del acuífero es de 30 m, alcanzando hasta 90 m.

Se han identificado tres sistemas principales de fallas, uno más antiguo de dirección NS y dos sistemas más nuevos de dirección NNE y NW. La falla Punta Negra de dirección NS, sería una barrera, dando origen a dos sistemas hidrogeológicos: uno ubicado al oriente de la falla en donde los acuíferos son semiconfinados y otro al poniente, donde son artesianos. Las fallas de dirección NNE y NW serían canales por los cuales circulan las aguas subterráneas.

El nivel freático se encuentra a poca profundidad en las cercanías del salar, aumentando progresivamente a medida que se aleja de la zona de descarga. El gradiente hidráulico en la Zona Sur es de 1×10^{-3} ; en la zona Central varía entre 26×10^{-3} en las cercanías de la Falla Punta Negra y $3,2 \times 10^{-3}$ hacia el Salar; en la Zona Oriental varía entre 34×10^{-3} y 54×10^{-3} ; en la Zona Norte es de 3×10^{-3} .

Suponiendo que la hoya hidrográfica del Salar de Punta Negra es un sistema hidrológico cerrado, se estima una recarga media anual de 56 Hm^3 ,

equivalentes a 1.789 l/s. La descarga por evaporación desde el anillo exterior de la costra salina es del orden de 506 mm anuales.

El volumen de agua almacenada en la cuenca del Salar de Punta Negra se estima en $760 \times 10^6 \text{ m}^3$, lo que permite extraer agua a razón de 400 l/s durante 60 años, en ausencia total de recarga.

Se han diferenciado tres niveles de agua con calidades químicas diferentes: un nivel superior con aguas dulces a salobres ubicado en el acuitardo superior o en el acuífero, con una potencia no superior a 40 m en la Zona Sur; cercana a 100 m en la Zona Central y superior a 130 m en la Zona Norte. Un nivel intermedio de agua salobre a salada, de escaso desarrollo en la Zona Central. Un nivel inferior de aguas saladas a salmuera, de amplio desarrollo en la Zona Sur, aparentemente presente en la Zona Central y ausente en la Zonas Norte y Oriental.

La calidad química de las aguas del nivel superior es óptima para uso industrial y presenta ciertas limitantes en cuanto a su uso como agua potable y con fines de regadío; las aguas del nivel intermedio presentan limitantes tanto para uso industrial como potable y las del nivel inferior no son aptas para uso industrial ni potable, por lo que su explotación debe ser descartada.

Las Zonas Norte y Central en conjunto almacenan suficiente agua de calidad buena o tolerable como para satisfacer las necesidades del proyecto "Mina La Escondida" (100 l/s durante treinta años).

Se recomienda realizar estudios más detallados de la interfase agua dulce/agua salina, a modo de cuantificar el volumen de agua dulce que es posible extraer sin que se produzca contaminación con las aguas salinas inferiores.

Profesor Guía: Sr. Pablo Talloni

07.06.85

DEFINICION DE ACUIFEROS Y CALIDAD QUIMICA DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS DE LOS VALLES DEL ACONCAGUA, LIGUA Y PETORCA, (V REGION)

Carlos Parraguez Decker

El trabajo realizado, en las cuencas de los ríos Aconcagua, Ligua y Petorca estuvo orientado a definir los principales acuíferos existentes y a caracterizar y calificar las aguas subterráneas que por ellos circulan.

Los antecedentes de sondajes y las observaciones fotogeológicas y de terreno, acusaron la presencia de un acuífero freático de gran desarrollo en

el valle del Aconcagua y acuíferos freáticos de regular envergadura en los valles de los ríos Ligua y Petorca, así como en los principales tributarios del primero. La presencia de acuíferos semiconfinados a confinados se detectó, de preferencia, en el valle del estero Los Loros y en la zona de desembocadura del río Aconcagua.

El acuífero de mayor relevancia e interés corresponde al freático del valle del Aconcagua. Sus características de potencia, extensión, continuidad y permeabilidad indican que se trata del principal reservorio de la zona estudiada. Las mayores potencias y permeabilidades se detectaron en el tramo comprendido entre la ciudad de Los Andes y el sector denominado Puntilla de Romeral. Estas últimas presentan sus valores máximos en las proximidades de la ciudad de San Felipe. Aguas abajo del tramo indicado, la unidad disminuye su potencia y, en parte, su permeabilidad, sin que ésto implique una merma demasiado importante en sus buenas características hidrogeológicas.

Los acuíferos freáticos existentes en los valles de los ríos Ligua, Petorca y tributarios del Aconcagua se caracterizan por presentar permeabilidades, potencias y extensiones más bajas, lo cual los transforma en unidades hidrogeológicas de escaso interés para una explotación regional de importancia. La excepción la constituye el acuífero del valle del río Putaendo, que en su tramo terminal acusa características de buen reservorio.

Los acuíferos semiconfinados a confinados del área son también de regular a pequeña envergadura y no representan fuentes potenciales importantes. En el caso del acuífero confinado de Concón se suma el hecho de que éste ha sido fuertemente explotado, creándose de esta forma, condiciones favorables para que se produzca una intrusión de agua de mar de carácter irreversible.

Las aguas subterráneas de los valles estudiados son, en general, de muy buena calidad y no presentan restricciones para su uso tanto en la agricultura como en el consumo humano. No obstante lo anterior, las aguas circulantes por el acuífero freático, de la zona de desembocadura del valle del Aconcagua, no presentan iguales características. Estas, por condiciones esencialmente artificiales, suelen presentar valores altos en la concentración de sodio, cloruros y total de sólidos disueltos, lo cual limita su uso agrícola y humano.

La composición química de las aguas subterráneas del valle del Aconcagua es básicamente calco-bicarbonatada, con excepción del sector de la desembocadura donde presentan una composición sódico-clorurada. En los valles de los ríos Ligua y Petorca la composición química es calco-bicarbonatada, salvo en las inmediaciones de Placilla donde las aguas presentan concentraciones de sodio similares o levemente superiores a las de calcio.

La concentración del total de sólidos disueltos, se encuentra contro-

lada, principalmente, por la composición del agua de recarga, por la solubilidad de los compuestos del sustrato, por el tiempo de escurrimiento superficial y la permeabilidad del acuífero. La variación de la composición química de las aguas subterráneas de los acuíferos está controlada por la constitución petrográfica de estos.

Profesor Guía: Sr. Juan Varela

28.06.85

GEOLOGIA REGIONAL DEL CUADRANGULO EL TRANSITO, REGION DE ATACAMA, CHILE

Luis Ribba Guajardo

En el cuadrángulo El Tránsito ($29^{\circ}45'$ Lat. S, $70^{\circ}30'$ Long. W, III Región), afloran rocas metamórficas e intrusivas del Paleozoico-Triásico Inferior, cubiertas en discordancia por unidades estratigráficas del Triásico Cretácico, e intruidas por plutones terciarios.

Las rocas más antiguas corresponden a los gneisses granodioríticos de "La Pampa" (GLP), (Valle del río del Tránsito), de edad Silúrica (edad Rb-Sr de 415 ± 5 Ma); junto a ellos aflora el Complejo Metamórfico del Tránsito (CMT) formado por mármoles, cuarcitas, esquistos micáceos y verdes. La química de elementos mayores y trazas de los esquistos verdes es afín con la de las toleítas de fondo oceánico. Se habrían generado en una fase de metamorfismo regional que alcanzó gradientes P/T intermedios y facies transicionales entre anfibolitas y esquistos verdes durante el Devónico Superior-Carbonífero Inferior (edad Rb-Sr de 335 ± 20 Ma). Ambas unidades están principalmente afectadas por el magmatismo del Paleozoico Superior-Triásico Inferior, representado por la unidad Guanta (tonalitas y granodioritas de hornblenda y biotita con edad K-Ar de 310 ± 18 Ma) y la unidad Cochiguás (granitos y granodioritas de dos micas emplazadas probablemente en niveles corticales profundos), como lo indican los efectos generalizados de deformación probablemente sinmagmática.

El CMT representa probablemente a una asociación petroectónica de prisma de acreción acumulada en el borde occidental de Gondwana y los GLP pueden ser remanentes de la antigua corteza continental de dicho super continente. La subducción asociada debe haber originado el magmatismo que atravesó el prisma en crecimiento y/o la corteza de Gondwana, y que continuó en la zona durante el Pérmico-Triásico Inferior, posterior a un período de alzamiento-erosión.

En el Triásico Medio a Superior el régimen tectónico parece cambiar, la subducción parece interrumpirse en el área, dando lugar a la depositación

de la formación San Felix en una depresión, posiblemente limitada tectónicamente hacia el E. La conforman más de 6.000 m de rocas predominantemente detríticas, derivadas de la erosión del cinturón magmático del Paleozoico Superior. Esta unidad es sobreyacida por los Estratos del Verraco (Triásico Superior-Lías), los que engranan hacia el E con las formaciones La Totora y Lautaro (Triásico Superior y Lías-Dogger, respectivamente). Las dos primeras unidades representan los productos de un arco volcánico, en cambio la última, conformada por depósitos calcáreos y clásticos, representa un ambiente marino de plataforma. Posteriormente, el arco que en el Jurásico Inferior se desarrolló al oeste del área, extiende sus productos sobre ella (Formación Picudo), cubriendo los depósitos antes mencionados. En el Cretácico Superior se acumula una potente secuencia de rocas volcánicas andesíticas (Formación Cerrillos) las que junto a la formación San Félix, son intruidas por stocks en el Paleoceno-Eoceno (edades K-Ar entre 59 y 44 Ma), entre los que destaca la unidad La Mesilla compuesta por granodioritas y granitos de muscovita con ciertas afinidades químicas a los granitoides tipo S.

En el Cretácico Superior y Terciario, la zona fue afectada por dos eventos de deformación. El primero generó fallas y pliegues "antiformes" y "sinformes" de zócalo, con pliegues de tipo gravitacional asociado a despegue de la cobertura sobre el zócalo. Probablemente en esta etapa comenzó al formación del relieve andino, el que fué posteriormente modificado por el segundo evento, en el cual se generaron fallas inversas de alto ángulo, características de la región. Algunas de ellas pudieron generarse a partir de la reactivación de zonas de debilidad cortical heredadas del Paleozoico.

Profesores Guías: Sr. Constantino Mpodozis
Sr. Francisco Hervé

30.10.85

GEOLOGIA DEL YACIMIENTO DE LAPISLAZULI FLOR DE LOS ANDES, IV REGION

Lucia Cuitiño Gallegos

En la Alta Cordillera de Ovalle, a la latitud $31^{\circ}41,7'$ S y longitud $70^{\circ}31,9'$ W se ubica el único yacimiento de lapislázuli conocido en Chile hasta la fecha. Este yacimiento llamado "Flor de los Andes", se encuentra en la zona externa de una aureola de metamorfismo de contacto desarrollada por la intrusión del Monzogranito del Río Grande, Oligoceno-Mioceno (24 Ma, K-Ar en biotita), en las calizas neocomianas de la Formación Río Tascadero. En esta aureola se distinguen tres zonas mineralógicas.

— Zona I o de Mármoles, cuyo límite exterior está dado por la aparición de *wollastonita* y se caracteriza por la presencia de: calcita, *wollastonita*, diópsido, *escapolita*, *plagioclasa*, *haiüyna*, *lazurita*, *afghanita* (estas tres últimas restringidas al yacimiento de *lapislázuli*), como especies metálicas se encuentra *pirita*, *pirrotina*, *arsenopirita*, *calcopirita* y trazas de *molibdenita* y *blenda*.

— Zona II o de Skarns, cuyo límite exterior está dado por la aparición de *granates*. Se caracteriza por la presencia de *andradita-grossularita*, diópsido, *wollastonita* y *tremolita*, como opacos se observa abundante *pirita* y escasa *blenda* y *magnetita*.

— Zona III, cuyo límite exterior está dado por la presencia de *hedenbergita*. Se caracteriza por la presencia de *hedenbergita*, *cuarzo* y *plagioclasa*.

Las condiciones físicas para este metamorfismo se estiman en un rango de temperatura de 500 a 550°C, con una presión total de 1.5 Kb y una presión de CO₂ (XCO₂) de 0.1.

El *lapislázuli* es una roca constituida esencialmente por *lazurita* (64%), acompañada de cantidades subordinadas de *haiüyna* (2-3%), *wollastonita*, (21%), diópsido (3%), *escapolita* (1%), *calcita* (3%) y trazas de *tremolita*, *epidota*, *afghanita* y *sodalita*; y opacos como *pirita arsenical*, *arsenopirita*, *pirrotina*, *calcopirita* y *blenda*.

Químicamente es una roca pobre en SiO₂ (42%), y rica en CaO (40%), Na₂O (5%) y S (3%).

El mineral *lazurita* es el que otorga el color azul característico al *lapislázuli*. La dimensión "a" de la celda unidad determinada mediante difracción de R-X es de 9.08 ± 0.01 Å. La fórmula estructural determinada con microsonda (EM) es: (Na_{1.505}, Ca_{1.226}) Al_{5.455} Si_{6.143} (SO₃, Cl_{1-x}), la confirmación de su hábito cúbico se obtuvo con microscopio electrónico de barrido (SEM).

La *lazurita* del yacimiento "Flor de los Andes", comparada con las otras ocurrencias en el mundo, es, químicamente más rica en aluminio y silicio, deficiente en sodio y mantiene valores similares de calcio y potasio.

Con respecto a la génesis del *lapislázuli* "Flor de los Andes", pueden establecerse dos etapas:

a) Etapa de metamorfismo de contacto (24 Ma), durante el cual se formaron los calcosilicatos y la *haiüyna* en los sectores con concentraciones de sodio.

b) Etapa de alteración hidrotermal (13-9 Ma) representada por la intrusión de diques y su subsecuente alteración hidrotermal cuyos fluidos habrían sido los portadores del azufre que al introducirse en la molécula de *haiüyna* da origen a la *lazurita*.

Profesor Guía: Sr. Francisco Hervé

31.10.85

GEOLOGIA Y PETROGENESIS DEL PORFIDO DON LUIS EN EL YACIMIENTO RIO BLANCO, DIVISION ANDINA, CODELCO-CHILE

Ana Rojas Bustos

El pórfido Don Luis es el intrusivo subvolcánico del miembro Don Luis del complejo de rocas intrusivas subvolcánicas y extrusivas denominado Formación Río Blanco, del yacimiento homónimo de cobre y molibdeno de la División Andina, Codelco-Chile.

Este pórfido aflora al sur de la mina subterránea y al nor-oeste del rajo abierto "Sur-Sur", y corresponde a un stock elongado en dirección nort-sur, con digitaciones filonianas de orientación general N 27° W.

El pórfido se compone de fenocristales de plagioclasa, cuarzo, biotita y megacristales de feldespato potásico con halo de albita, rodeados por una masa fundamental de feldespatos y cuarzo, cuya textura varía entre aplítica y felsofídica.

Macroscópicamente, presenta variaciones en el color de la masa fundamental, lo que permitió definir, en terreno, tres subunidades. Microscópicamente, estas subunidades presentan, principalmente, diferencias en el tamaño del grano y textura de la masa fundamental, en el porcentaje de fenocristales y variaciones pequeñas en los porcentajes de sus minerales.

Los análisis químicos de elementos mayores reflejan una composición química relativamente similar para las tres subunidades correspondientes a dacita. Además las dataciones radiométricas (K-Ar en biotita) efectuadas en dos de estas subunidades indican para ambas una edad mínima plioceno inferior ($4,5 \pm 0,4$ Ma y $3,9 \pm 0,7$ Ma).

Dentro del contexto de la formación de este yacimiento, la intrusión del pórfido Don Luis habría interrumpido la evolución del sistema hidrotermal existente, lo que estaría reflejado por la escasa a nula existencia de la asociación de alteración hidrotermal-tardía en el yacimiento y por la ocurrencia de un evento tardi-magmático restringido a este pórfido, que sería responsable de la alteración potásica y propilitica. A este evento, se habría superpuesto un segundo que habría originado la alteración filica en el pórfido.

Observaciones de terreno respecto a la mineralogía metálica, indican que es principalmente piritosa, aunque en el sector norte ocurren importantes concentraciones de calcopirita, bornita, y molibdenita. Estas concentraciones podrían ser producto de una removilización de la etapa anterior de mineralización, y/o estarían asociadas a las etapas de alteración potásica y cuarzo-sericítica del pórfido.

Profesor Guía: Sr. Fernando Henriquez

13.01.86

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA HOYA HIDROGRAFICA DEL RIO QUILIMARI, IV REGION, CHILE

Gerd Brinck Heller

Los objetivos del presente estudio son analizar y evaluar los recursos hídricos de la hoya hidrográfica del Río Quilimarí. Para ello se determinaron las características hidrológicas de los sedimentos y rocas presentes.

La región presenta un clima de estepa o semiárido con precipitaciones pluviales sobre 250 mm/año. Estas precipitaciones constituyen un factor favorable para la acumulación de aguas subterráneas sin embargo la gran variabilidad de un año a otro, incluso con largos períodos de sequía, no ha permitido un uso pleno del recurso.

La geología esta dada por rocas queratofíricas y sedimentarias marinas y continentales, rocas volcanoclásticas jurásicas y cretácicas dispuestas en forma de franjas N-S, e intruídas por rocas graníticas y granodioríticas mesozoicas. Estas rocas constituyen el 80% de la hoya hidrográfica y están representadas por las Formaciones Pichidangui, Los Molles y otras unidades de rocas. El resto de la hoya son sedimentos terciarios-cuaternario, representados principalmente por depósitos marinos y fluviales, dispuestos en forma de terrazas en la zona costera. También se encuentran depósitos aluviales, coluviales y eólicos.

El análisis hidrológico determinó que:

- un 75% de las rocas son impermeables,
- entre 5 y 10% de las rocas constituyen reservorios de mala calidad,
- un 10% de las rocas constituyen reservorios de mediana calidad
- un 5% de las rocas constituyen reservorios de buena calidad.

Los reservorios de buena calidad se ubican principalmente en los depósitos aluviales, sedimentos fluviales y depósitos marinos costeros, originando excelentes acuíferos, tanto libres, como confinados, limitados sólo por la presencia de algunos bancos de arcilla y por la baja distribución areal de este tipo de rocas.

La dinámica del agua subterránea esta dada por:

- recarga de precipitaciones invernales, sin aportes subterráneos provenientes de otras cuencas vecinas.
- circulación E-W controlada por la topografía,
- descarga a través de pozos, norias y vertientes, evapotranspiración y descarga en el Océano Pacífico.

El reservorio Guangualí presenta un potente nivel impermeable con características de transmisibilidad, capacidad de almacenamiento y permeabilidad bajos. El Guangualí la superficie freática se encuentra muy deprimida debido a una intensa extracción de agua subterránea y a la falta de plani-

ficación en la distribución de pozos y norias. Además el agua de la napa se encuentra contaminada por los pozos sépticos.

La zona de Quilimarí es la que presenta las mejores condiciones hidro-lógicas: el relleno terciario - cuaternario en este sector supera los 40 m y esta constituido por material permeable con intercalaciones de un nivel de arcilla originando un acuífero artesiano entre los 22,5 y 33 m de profundidad. En la parte superior del relleno, el nivel freático coincide con la cota topográfica.

El agua de esta zona es de excelente calidad química y es apta para todo uso. El resto de la hoya hidrográfica presenta en general agua de buena calidad, siendo apta tanto para el consumo humano, como para cultivos agrícolas.

Profesor Guía: Sr. Hugo Henriquez

23.01.86

GEOLOGIA ECONOMICA Y PROSPECCION GEOQUIMICA DE SUELOS DEL AREA DE LA MINA LA LEONA, DISTRITO MINERO CHANCON VI REGION

Sergio Díaz Bonilla

Se estudió un área de 5 km² en el sector central del Distrito Minero Chancón (oro-cobre), situado a 15 km al noroeste de Rancagua.

En el área aflora una secuencia piroclástica predominantemente dacítica, con intercalaciones de lavas andesíticas, intruídas por diques andesíticos. Las rocas presentan alteración regional del tipo clorita-calcita-albita-epidota, atribuída a metamorfismo de carga. Los estratos se disponen en posición subhorizontal, y están afectados por fallas normales de rumbo predominante N20°-30°E. Esta secuencia es asignada a la Formación Lo Valle, de edad cretácica superior.

En el área fueron reconocidos 32 cuerpos mineralizados vetiformes, emplazados en fracturas y zonas de fallas pre-existentes, que han sido explotados en sus zonas superiores oxidadas por su contenido de oro.

Las vetas tienen corridas comprendidas entre 40 y 550 m, potencias de 0,1 a 10 m y profundidad máxima reconocida de 200 m. El rumbo predominante es N50° - 60° W, con manteos de 60° - 85° SW.

Se reconoció una zonación mineralógica supérgena vertical, que consiste en una zona superior lixiviada, de profundidad desconocida, una zona oxidada que se extiende hasta los 40-50 m bajo la superficie, una zona de transición oxidada-primaria de profundidad variable, y una zona de sulfuros primarios, que en la mayoría de las vetas no ha sido explotada ni explorada.

La mineralización primaria es de tipo polimetálica, y corresponde a piritita, blenda, arsenopiritita, calcopiritita, cuarzo y calcita, acompañados por menor cantidad de galena y trazas de bornita y magnetita. Oro nativo se presenta como inclusiones ($3 - 10 \mu$) intra e intercristalinas en arsenopiritita y calcopiritita. Plata se detectó solamente en análisis químico, y es probable que esté asociada al oro. En la zona de oxidación, la mineralización consiste en cuarzo, relictos de sulfuros primarios, hematita y limonitas, con altos contenidos puntuales de oro ($40 \text{ a } 300 \text{ g/t}$) y leyes medias de $7 \text{ a } 14 \text{ g/t Au}$ y $0.7 \text{ a } 1\% \text{ Cu}$. El enriquecimiento secundario de los sulfuros se limita a pequeñas concentraciones locales de calcosina y covelina. La zona de lixiviación esta caracterizada por cuarzo de textura sacaroidal o inequigranular, con estructuras porosas y celulares rellenas por limonitas y hematita.

La alteración asociada a las vetas se manifiesta como halos de $10 \text{ a } 80 \text{ m}$ de potencia, en superficie, estrechándose hasta cerca de 3 m en profundidad y consiste en silicificación de la masa fundamental o matriz y transformación de las plagioclasas a feldespato potásico. En las partes más profundas la roca alterada constituye un agregado de cuarzo-sericita-clorita-calcita. Los halos son cortados por un enrejado de vetillas de cuarzo y, en menor proporción, de calcita, cuarzo-calcita y cuarzo-calcita-feldespato potásico.

Del estudio se concluye que la mineralización sería de tipo epitermal y estaría relacionada al emplazamiento de intrusivos subvolcánicos dacíticos, de posible edad post-miocénica.

Con el fin de establecer la posible prolongación en corrida de los cuerpos mineralizados conocidos y de detectar nuevos cuerpos, se efectuó un estudio geoquímico de muestras de suelos. Fueron analizadas 194 muestras, por Au, Ag, As, Cu, Pb y Zn. Los resultados indican:

- 1) la existencia de 2 zonas de anomalías conjuntas de oro-plata-plomo-zinc, que no han sido aún exploradas.
- 2) la probable continuación de la veta Chacabuco por 200 m hacia el SE de los afloramientos conocidos, y de la veta Divisadero por 100 m hacia el sur.

Los recursos calculados para el área son del orden de 860.000 ton. de mineral in situ, que se desglosan en 250.000 ton. de reservas inferidas, con ley estimada $\geq 4 \text{ g/t Au}$, y 610.000 ton. de recursos potenciales hipotéticos.

Profesor Guía: Sr. Federico Peebles

07.05.86

**GEOLOGIA DE LA ALTA CORDILLERA DE ILLAPEL ENTRE LOS
31°30' y 32°00' LATITUD SUR****América Olivares Morales****Grado Magister**

Las unidades Meso-Cenozoicas que abarcan el Jurásico Superior-Cretácico Inferior y Cretácico Superior-Neógeno, caracterizan dos períodos paleogeográficos mayores en la evolución del ciclo andino de los Andes Centrales.

El primer lapso se caracterizó por dos elementos morfoestructurales mayores: un arco volcánico ubicado en la Cordillera de la Costa y una cuenca tras arco que ocupó la zona en estudio propiamente tal. La secuencia estratificada predominantemente sedimentaria, tanto marina, como continental, que caracteriza el dominio de tras arco está constituida por las formaciones Tordillo, Río Totoral, Pucalume y los Estratos calcáreos del Río Alitre, con un espesor total de 5.350 m.

La organización paleogeográfica de este período habría sido causada por una tectónica de distensión producida por un desacoplamiento de la placa subductada, en un regimen de subducción del tipo Mariana.

El segundo período paleogeográfico está separado del anterior por una discordancia y se organizó al inicio del Cretácico Superior, concluyendo en el Neógeno. Comprendió el desarrollo de un arco volcánico, sin participación marina como único elemento morfoestructural.

Los procesos volcánicos y la actividad intrusiva, cuyos cuerpos constituyen las raíces del arco volcánico, estuvo asociada a la subducción. Sus productos evidencian una polaridad geoquímica y cronológica hacia el este, la primera consiste en el aumento de K_2O y la última en la disminución de las edades de las unidades volcánicas e intrusivas.

Las rocas estratificadas, predominantemente volcánicas a volcanoclástica, que representan este período paleogeográfico han sido agrupadas en las formaciones Viñita, El Elquino y Farellones con un espesor total de 5.470 m. Las unidades intrusivas relacionadas a estos procesos efusivos son las unidades Chellepín del Cretácico Superior-Terciario Inferior, Cuncumén del Terciario Inferior, Piuquenes y Las Ojotas del Terciario Superior.

La organización paleogeográfica de este segundo período se relaciona con un mayor acoplamiento de la placa subductada en una subducción del tipo propiamente Chileno. Esta dió origen al volcanismo, plutónismo y las estructuras compresivas del Dominio Alitre.

Posteriormente al Mioceno se desarrolla una tectónica distensiva caracterizada por las estructuras del Dominio Cuncumén, ubicado hacia la mitad occidental.

En la actualidad existiría, bajo esta área, un fuerte acoplamiento de la placa subductada asociada a una subducción plana con ausencia de volcanismo.

La mineralización metálica es escasa, concentrándose en pequeñas zonas de alteración hidrotermal. El único yacimiento de importancia corresponde a Pelambres.

Profesores Guía: Sr. Estanislao Godoy
Sr. Sergio Rivano

28.08.85

ADDENDA A CONTRIBUCIONES DEL DEPARTAMENTO

1976

- 711 MORENO, H. y LOPEZ, L. 1976. Los nevados de Chillán y la actual erupción. Termas minerales de Chillán, Rev. Invest. Ecol., Univ. de Chile, Sede Ñuble, 14—19.

1977

- 712 CHARRIER, R. 1977. Geology of the region of Huentalaquén, Coquimbo Province, Chile. En: Comparative studies of the geology of the Circum-Pacific Orogenic Belt in Japan and Chile, 1st Rept. T. Ishikawa and L. Aguirre (edit.), Japan Society for the Promotion of Science, 81—84, Tokyo.
- 713 MORENO, H. 1977. Observaciones geológicas en el sector de El Enladrillado, Alto de Vilches, precordillera de Talca, VII Región. Actas VII Congreso de Arqueología de Chile, (Santiago), 2:631—636.

1978

- 714 CECIONI, G. 1978. Petroleum possibilities of the Darwin's Navidad Formation near Santiago. Public. Ocas., Mus. Nac. Hist. Nat., 25:3—28, Santiago.
- 715 CECIONI, G. 1978. Observaciones geomorfológicas en Ultima Esperanza, Chile, y consideraciones sobre la elasticidad de la corteza terrestre. Inform. Geogr., Depto. Geografía, Univ. de Chile, 25:3—20, Santiago.
- 716 VALENZUELA, E. 1978. Seminario/Taller sobre Desarrollo e Investigación de los Recursos Marinos de la VIII Región. Comunicaciones, Depto. Geología, Univ. de Chile, 22:36—37. Nota, Santiago.

1979

- 717 CECIONI, G. 1979. El Cretácico Superior y la morfología estructural de la costa sur del Seno Skyring, Magallanes. Inform. Geogr., Depto. Geografía, Univ. de Chile, 26:151—161. Santiago.
- 718 GONZALEZ, I., FOLGUERAS, S. y RODRIGUEZ, J. 1979. Estudio del comportamiento epitáxico del cuarzo y frente al NH₄l. Resúmenes VII Congreso Iberoamericano de Cristalografía, (Santiago), G4.
- 719 MORENO, H. y GONZALEZ-FERRAN, C. 1979. Llaima Volcano (Chile), eruption October 15, 1979. Sean Bulletin, Smithsonian Institution, 4(10):4—5.
- 720 VALENZUELA, E. 1979. La Geología Submarina como factor de desarrollo de los recursos marinos de la VIII Región. Actas Seminario/Taller sobre Desarrollo e Investigación de los Recursos Marinos de la Octava Región, Chile (Concepción), 46—55.
- 721 VALENZUELA, E., REYES, E. y VERGARA, H. 1979. Petrología sedimentaria del litoral y la plataforma continental de Valparaíso, V Región. Actas II Congreso Geológico Chileno (Arica), 3:1 101—1 121.

1980

- 722 CECIONI, G. 1980. Darwin's Navidad embayment, Santiago Region, Chile, as a model of southeastern Pacific shelf. *Journ. Petrol. Geol.*, 2(3): 309-321.
- 723 HUNICKEN, M., CHARRIER, R. y LAHSEN, A. 1980. Baculites (Lytocerotina) de la base de la Formación Fuentes (Campaniano medio-superior) de la Isla Riesco, Provincia de Magallanes, Chile. *Acad. Nac. Cienc.*, 53(3/4):221-234, Córdoba, Argentina.
- 724 MORENO, H. 1980. Villarrica Volcano (Chile), eruption September 19, 1980. *Sean Bulletin*, Smithsonian Institution, 5(9):5.
- 725 VALENZUELA, E. y REYES, E. 1980. Sedimentación Reciente de la plataforma submarina de Valparaíso. *Rev. Biol. Mar. Depto. Oceanología, Univ. de Chile*. 17(1): 149-169, Valparaíso.
- 726 VALENZUELA, E. 1980. Cordillera y abismos en el fondo del mar. *Rev. Univ. de Chile, Vicerrec. Exten. Comunic.*, 161:12-13.

1981

- 727 CECIONI, G. 1981. Observaciones geomorfológicas y económicas en Ultima Esperanza, Chile. Base para la concepción de un tipo de sistema proceso-respuesta. *Inform. Geogr.*, Depto. Geografía, Univ. de Chile, 28:125-137, Santiago.
- 728 CECIONI, G. 1981. Precambrian pebbly mudstone in Eritrea, north-eastern Ethiopia. En: *Earth's pre-Pleistocene glacial record*. A24:150, M.J. Hambrey and W.B. Harland (edit.).
- 729 CHARRIER, R. 1981. Geologie der chilenischen Hauptkordillere zwischen 34° und 34°30' südlicher Breite und ihre tektonische magmatische und paläogeographische Entwicklung. *Berliner Geowissenschaftliche Abhandlungen*, A 36:1-370, Berlin.

1982

- 730 CECIONI, G. 1982. Acontecimientos geológicos e historia del Hombre. *Actas III Congreso Geológico Chileno (Concepción)*, 3:45-65, Conferencia Invitada.

1984

- 731 CHARRIER, R. 1984. Areas subsidentes en el borde occidental de la cuenca de tras arco jurásico—cretácico, Cordillera Principal chilena entre 34° y 34°30' S. *Actas Noveno Congreso Geológico Argentino (Bariloche)*, 2:107-124.
- 732 HARRINGTON, R., AMIN, H., STERN, C.R. y CHARRIER, R. 1984. The Maipo stratovolcano-caldera complex in the Southern Andes of Central Chile. *Abs. Ann. Meet. Amer. Geophys. Union (San Francisco)*.
- 733 MARINOVIC, N. y LAHSEN, A. 1984. Hoja Calama, Region de Antofagasta. *Carta Geológica de Chile*, escala 1:250.000, Ser. Nac. Geol. Miner. 58:1-140.
- 734 VALENZUELA, E., MORALES, E., MPODOZIS, C., PARRA, J.C., UGARTE, G. y TELLO A.R. 1984. Anteproyecto para la evaluación del potencial minero del fondo oceánico del Mar de Chile. *Informe del Proyecto 242-83 presentado a CONICYT*, 1:1-218 y 2:1-158.
- 735 CECIONI, G. 1985. Perspectivas de petróleo y gas en Chile. En: *Geología y recursos minerales de Chile*, 1:349-365, J. Frutos, R. Oyarzún y M. Pincheira (edit.), Univ. de Concepción.

- 736 CHARRIER, R., ÁRCOS, R., MALBRAN, F. y REBOLLEDO, S. 1985. Estilos estructurales en los Andes de Chile Central: algunos ejemplos de la región costera y Cordillera Principal. *Actas IV Congreso Geológico Chileno (Antofagasta)*, 4:2/194-2/218.
- 737 CHARRIER, R. 1985. Conclusiones preliminares de observaciones geológicas en el área afectada por el terremoto del 3 de Marzo de 1985. *Gaceta Invest. Amb., CIPMA.*, 1(1):5-6, Santiago.
- 738 CHARRIER, R. 1985. Factores que parecen haber controlado la magnitud de los daños durante el sismo del 3 de Marzo de 1985. *Gaceta Invest. Amb. CIPMA.*, 1(1):6, Santiago.
- 739 CHARRIER, R. 1985. Recomendaciones derivadas de estudios geológicos preliminares en el área afectada por el sismo del 3 de Marzo de 1985. *Gaceta Invest. Amb., CIPMA.*, 1(1):7, Santiago.
- 740 CHARRIER, R. 1985. Estratigrafía, evolución tectónica y significado de las discordancias de los Andes chilenos entre 32° y 36° S durante el Mesozoico y Cenozoico. En: *Geología y recursos minerales de Chile*, 1:101-133, J. Frutos, R. Oyarzún y M. Pincheira (edit.), Univ. de Concepción.
- 741 GODOY, E. 1985. El Paleozoico metamórfico en Chile. Reflexiones sobre su significado geotectónico. En: *Geología y recursos minerales de Chile*, 1:91-94, J. Frutos, R. Oyarzún y M. Pincheira (edit.), Univ. de Concepción.
- 742 GODOY, E. y VELA, I. 1985. Consideraciones sobre la Formación Colimapu en la alta cordillera de Santiago y el control paleogeográfico de la estructura. *Actas IV Congreso Geológico Chileno (Antofagasta)*, 4:1/613-1/628.
- 743 MORENO, H., THIELE, R., LAHSEN, A., VARELA, J., LOPEZ, L. y VERGARA, M. 1985. Geocronología de rocas volcánicas cuaternarias en los Andes del Sur entre las latitudes 37° y 38° S, Chile. *Rev. Asoc. Geol. Argent.*, XL, 3-4, 297-299.
- 744 MORENO, H., VARELA, J. 1985. Geología, volcanismo y sedimentos-piroclásticos cuaternarios de la región central y sur de Chile. En: *Suelos volcánicos de Chile*, INIA, 493-522, J. Tosso (edit.), Santiago.
- 745 VALENZUELA, E. 1985. Evidencias de un posible alzamiento costero por el terremoto de Marzo de 1985. *Gaceta Invest. Amb., CIPMA*, 1(1):11-12, Santiago.
- 746 VALENZUELA, E. y ARAYA, M. 1985. Evidencias morfoestratigráficas de un basculamiento post miocénico en Isla Grande de Chiloé. *Actas IV Congreso Geológico Chileno (Antofagasta)*, 4:1/668-1/687.

722 CECIONI, G. 1980. Datos de la actividad tectónica en la zona de la Cordillera de la Cruz, Región de Antofagasta, Chile. En: *Boletín de la Asociación Geológica de Chile*, 1: 1-12.

723 CHARRIER, R. 1982. Evolución tectónica y sedimentaria de la zona de la Cordillera de la Cruz, Región de Antofagasta, Chile. En: *Boletín de la Asociación Geológica de Chile*, 1: 1-12.

724 CHARRIER, R. 1982. Geología y tectónica de la zona de la Cordillera de la Cruz, Región de Antofagasta, Chile. En: *Boletín de la Asociación Geológica de Chile*, 1: 1-12.

725 CHARRIER, R. 1982. Recomendaciones derivadas de estudios geológicos realizados en el sector de la Cordillera de la Cruz, Región de Antofagasta, Chile. En: *Boletín de la Asociación Geológica de Chile*, 1: 1-12.

726 CHARRIER, R. 1982. Estratigrafía, evolución tectónica y significado de las discordancias de los Andes chilenos entre 33° y 36° S durante el Mesozoico y Cenozoico. En: *Geología y Recursos Minerales de Chile*, 1: 101-133. (Edit. R. Oyarzún y M. Pincheira).

727 CECIONI, G. 1981. Ordoño, zona de la Cordillera de la Cruz, Región de Antofagasta, Chile. En: *Boletín de la Asociación Geológica de Chile*, 1: 1-12.

728 CECIONI, G. 1981. Ordoño, zona de la Cordillera de la Cruz, Región de Antofagasta, Chile. En: *Boletín de la Asociación Geológica de Chile*, 1: 1-12.

729 CECIONI, G. 1981. Ordoño, zona de la Cordillera de la Cruz, Región de Antofagasta, Chile. En: *Boletín de la Asociación Geológica de Chile*, 1: 1-12.

730 CECIONI, G. 1981. Ordoño, zona de la Cordillera de la Cruz, Región de Antofagasta, Chile. En: *Boletín de la Asociación Geológica de Chile*, 1: 1-12.

731 CHARRIER, R. 1982. Evolución tectónica y sedimentaria de la zona de la Cordillera de la Cruz, Región de Antofagasta, Chile. En: *Boletín de la Asociación Geológica de Chile*, 1: 1-12.

732 HARRINGTON, R., AMIN, K., STERN, D. R., CHARRIER, R. 1984. The Magallanes Andean Cordillera complex in the Southern Andes of Central Chile. *Abstr. Ann. Meet. Amer. Geophys. Union* (San Francisco).

733 MARINOVIC, N. y LAHSEN, A. 1984. Hoja Colera, Región de Antofagasta, Carta Geológica de Chile, escala 1:250.000, Ser. Nac. Gest. Miner. 55: 1-140.

734 VALENZUELA, E., MORALES, E., MPODOZIS, C., PARRA, J.C., UGARTE, G. y TELLO, A.R. 1984. Anteproyecto para la evaluación de los recursos minerales del fondo oceánico del Mar de Chile. Informe del Proyecto 342-83 presentado a CONICYT, 1: 1-218 y 2: 1-158.

735 CECIONI, G. 1985. Perspectivas de petróleo y gas en Chile. En: *Geología y recursos minerales de Chile*, 1: 349-365. J. Frutos, R. Oyarzún y M. Pincheira (edit.). Univ. de Concepción.

**PREMIO NACIONAL DE GEOLOGIA
MEDALLA AL MERITO Dr. JUAN BRUGGEN**

El día 17 de Diciembre de 1985 se realizó en el Auditorium de IDIEM un Acto Académico, en homenaje al Prof. Francisco Hervé Allamand, Académico del Departamento de Geología y Geofísica, por haber sido distinguido con el Premio Nacional de Geología, Medalla al Mérito Dr. Juan Bruggen del Colegio de Geólogos de Chile.

El Acto fue ofrecido por el Decano de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, Prof. Atilano Lamana Pola.

El discurso pronunciado por el Prof. Francisco Hervé, con que agradeció el homenaje que le fue ofrecido, se transcribe como nota de actualidad en el presente número de Comunicaciones.

SEMBLANZA DEL PROFESOR HUMBERTO FUENZALIDA VILLEGAS

El día 20 de Diciembre de 1985 se realizó un homenaje a la memoria del fundador y ex-Director de la Escuela de Geología, Prof. Humberto Fuenzalida Villegas.

El acto lo organizó la Sociedad Geológica de Chile, en una Sesión Académica Extraordinaria, en la que el Académico del Departamento de Geología y Geofísica, Prof. Reynaldo Charrier, ofreció una semblanza del recordado y destacado Maestro.

El discurso pronunciado por el Prof. Charrier en esa ocasión, se transcribe como nota de actualidad en el presente número de Comunicaciones.

PREMIO NACIONAL DE GEOLOGIA
MEDALLA AL MERITO D. JUAN BRUGGER

El día 17 de Diciembre de 1985 se realizó en el Auditorium de IDIEM un Acto Académico, en homenaje al Prof. Francisco Hervé Allamano, Académico del Departamento de Geología y Geofísica, por haber sido distinguido con el Premio Nacional de Geología Medalla al Mérito D. Juan Brugger del Colegio de Geólogos de Chile.

El Acto fue ofrecido por el Decano de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, Prof. Allano Lamana Polz.

El discurso pronunciado por el Prof. Francisco Hervé, con que agasajó el homenaje que le fue ofrecido, se transcribe como nota de actualidad en el presente número de Comunicaciones.

SEMBLANZA DEL PROFESOR HUMBERTO FUENZALIDA VILLEGAS

El día 20 de Diciembre de 1985 se realizó un homenaje a la memoria del fundador y ex-Director de la Escuela de Geología, Prof. Humberto Fuenzalida Villegas.

El acto lo organizó la Sociedad Geológica de Chile, en una Sesión Académica Extraordinaria, en la que el Académico del Departamento de Geología y Geofísica, Prof. Reynaldo Charrier, ofreció una semblanza del recordado y destacado Maestro.

El discurso pronunciado por el Prof. Charrier en esa ocasión, se transcribe como nota de actualidad en el presente número de Comunicaciones.