

**ESTRATIGRAFIA DE LA CORDILLERA DE LA COSTA ENTRE LA CUESTA
EL MELON Y LIMACHE, PROVINCIA DE VALPARAISO. CHILE**

Raymundo Piracés L. *

RESUMEN

Se discute la estratigrafía de la Cordillera de la Costa entre la Cuesta El Melón y Limache. Se propone para esta zona un nuevo marco estratigráfico formacional que contribuye a clarificar los esquemas usados hasta la fecha. El rango estratigráfico analizado en este trabajo corresponde sólo al conjunto de unidades definidas, enmendadas o modificadas por el autor, desde abajo hacia arriba ellas son las siguientes:

Formación Ajial, constituida por lavas y piroclásticos queratofíricos con intercalaciones sedimentarias marinas de edad Lías superior? - Bajociano inferior.

Se propone para esta unidad un cambio de su localidad tipo y de su límite superior.

Formación Cerro Calera (sedimentaria marina). Se distinguen dos miembros:

- Miembro La Cruz, de edad Bajociano medio formado por areniscas, tobas y calizas subordinadas.
- Miembro Los Rodeos, compuesto por areniscas calcáreas, calizas y areniscas de edad Bajociano superior.

Formación Horqueta, volcánica clástica continental de edad Jurásico superior (¿Kimmeridge?). Se distinguen dos miembros:

- Miembro Navío, constituido por queratófiro con algunas intercalaciones de tobas y areniscas.
- Miembro Santa Teresita, representado por lavas queratofíricas, brechosas e intercalaciones de sedimentos tobáceos con areniscas, brechas y conglomerados en la base.

Formación Lo Prado, volcánica y sedimentaria marina de edad neocomiana. Se proponen dos miembros:

- Miembro Inferior o Patagua constituido por areniscas, tobas y calizas.
- Miembro Superior que corresponde a la secuencia andesítica y queratofírica con intercalaciones de sedimentos marinos.

Se analizan además las relaciones estratigráficas entre las distintas unidades y se hacen algunas consideraciones sobre cambios de facies.

ABSTRACT

This study discusses the stratigraphy of the Coastal Range of Central Chile between Cuesta El Melón and Limache. A new formational frame is proposed for this area. This paper deals only with those units which have been here modified in an attempt to clarify the previous

* Instituto de Investigaciones Geológicas. Casilla 10465, Santiago - CHILE.

ones. The stratigraphic sequence in decreasing age is:

Ajial Formation, mainly formed by lava and queratofiric flows, with marine sedimentary interbedded upper Lias? - early Bajocian age.

A change in its type locality and upper limit is proposed.

Cerro Calera Formation (marine sediments); two members are recognized:

- La Cruz Member, of middle Bajocian age, formed by tuffs and subordinated limestones.
- Los Rodeos Member, composed by calcareous sandstones, limestones and sandstones, of upper Bajocian age.

Horqueta Formation, continental, volcano-clastic of upper Jurassic-(Kimmeridgian?) age. Two members are distinguished:

- Navío Member, conformed by queratofiric lavas with interbedded tuffs and sandstones.
- Santa Teresita Member, represented by queratofiric breccias with interbedded tuffaceous, sediments with sandstones, breccias and conglomerates at its base.

Lo Prado Formation, volcanic and marine sedimentary unit of Neocomian age.

Two members are proposed:

- Lower or Patagua Member, sandstones, limestones and tuffs.
- Upper Member; that corresponds to the queratofiric and andesitic sequence with interbedded marine sediments.

The stratigraphical relations and facies analysis of different units are made.

INTRODUCCION

El estudio de la estratigrafía en el sector entre la Cuesta El Melón y Limache corresponde, en parte al tema central de un proyecto encomendado al autor por el Instituto de Investigaciones Geológicas a comienzos del año 1974. Dicho proyecto contemplaba el levantamiento geológico a escala 1:50.000 con énfasis en el Miembro Nogales de la Formación Melón, unidad donde se ubican los principales yacimientos de calizas de la región.

De la información acumulada, se ha usado parcialmente la que documenta el rango estratigráfico analizado en este estudio y se la ha desarrollado en forma que contribuya a la presentación de un nuevo esquema de la litoestratigrafía formacional, sin pretender aquí entrar en implicancias que van más allá de un estudio arealmente restringido y fundamentado en evidencias de terreno.

Se deja constancia que las determinaciones paleontológicas aportadas por este estudio fueron realizadas por Vladimir Covacevich.

Ubicación del área estudiada (fig. 1)

En el presente trabajo se estudió parte de la Cordillera de la Costa entre la Cuesta El Melón y Limache, Provincia de Valparaíso. Su límite oriental aproximado corresponde a la longitud 71°10' y el occidental está determinado en las proximidades de la longitud de San Antonio de Puchuncaví. Por lo general, la región estudiada es fácilmente accesible gracias a la

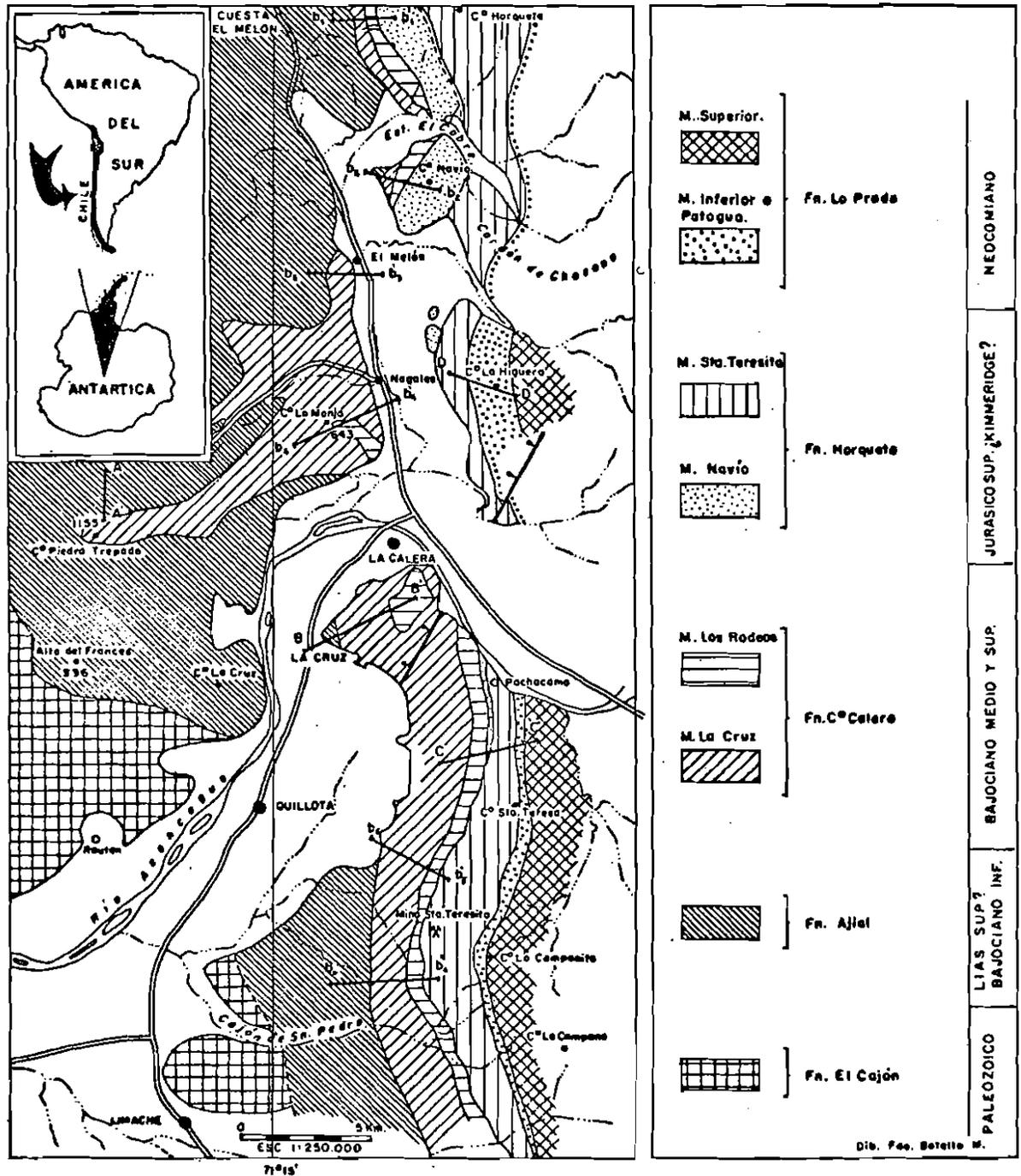


FIG. N°1 MAPA DE UBICACION Y DISTRIBUCION DE LAS UNIDADES FORMACIONALES ENTRE LA CUESTA EL MELON Y LIMACHE CON LA UBICACION DE LAS SECCIONES ESTUDIADAS.

Carretera Panamericana que la cruza longitudinalmente, a la Transversal que une Calera - Concón y al camino que va de Nogales a Puchuncaví.

Antecedentes Geológicos Generales

Moericke (1894) hace la primera mención de fósiles del Dogger comprobando la zona del *S. humphriesianum* en las intercalaciones sedimentarias de los alrededores de El Melón, este autor evidencia la presencia de la siguiente fauna: *Coeloceras humphriesianum* d'Orb (non Sow) (= *Stephanoceras*), *Sphaeroceras zirkeli* Stein., *Plagiostoma tenuistriatum* Goldf., *Lingula plagemanni* Moericke., *Rhynchonella manflasensis* Moer., *Belemnites canaliculatum*., *Trigonia exotica* Moer. ; este es el aporte más importante a esa fecha. Posteriormente, después de: Hemmer y Bianchi (1935), Muñoz Cristi (1938), Fuenzalida, H. (1938) y Felsh, J., (1942), Herbert Thomas (1958) estableció la litoestratigrafía formacional del Jurásico-Cretácico entre La Ligua y la Cuesta de Barriga, compilando la información en un mapa a escala 1:150.000. Dicho autor en el rango estratigráfico interferido por este estudio, distinguió las siguientes formaciones (de abajo hacia arriba): Ajial, Melón con los Miembros Nogales, Horqueta y Patagua, Pachacama y Lo Prado. Beatriz Levi (1960) estudió el perfil que incluye el Cerro Navío y el Cordón de Chacana en que detalla la litología de la secuencia bajociana y de las principales volcanitas asociadas. Aliste, Pérez y Carter (1960). en base al levantamiento del Cuadrángulo El Melón y al hallazgo de ammonoideos de los géneros *Cuyaniceras*, *Argentiniceras*, *Olcostephanus* y *Thurmanniceras* establecieron el límite Jurásico-Cretácico y modificaron en parte el esquema estratigráfico de Thomas. Tidy, E., (1970) en su trabajo de tesis dió a conocer, con gran detalle la litoestratigrafía en el sector del Cerro La Campana, área donde Thomas había realizado pocas incursiones. MaksaeV, V., (1975), realizó el levantamiento geológico del sector sur oriental del Cuadrángulo El Melón modificando el mapa de Carter y Aliste (1962). Corvalán, J., ha realizado muchos estudios paleontológicos que han sido la base del esquema estratigráfico de Thomas y autores posteriores.

ESTRATIGRAFIA

Formación Ajial

Definición, relaciones estratigráficas y distribución (fig. 5). Herbert Thomas (1958) denominó Formación Ajial a una sucesión de lavas queratófíricas con intercalaciones de tobas, brechas y rocas sedimentarias lenticulares. Esta unidad se apoya concordantemente sobre la Formación Quebrada del Pobre sedimentaria marina y subyace a "una gruesa serie de brechas y tobas con intercalaciones de areniscas" que dicho autor reconoció en la base de la Formación Melón. Este mismo autor (1958, p. 28 y 29) considera las dificultades que se presentan en el terreno para identificar la base y especialmente el techo de esta unidad. Posteriormente Carter y Aliste (1962) usaron, para los efectos de mapeo, una unidad que está constituida por la Formación Ajial (Thomas, 1958) y "la serie de brechas y tobas con intercalaciones de areniscas".

En este estudio se denominará Formación Ajial, la unidad descrita por Carter y Aliste en el Cuadrángulo El Melón. Esta posición se basa en que "las brechas y tobas con intercalaciones de areniscas" representan un nivel litoestratigráfico con desarrollo restringido sólo a un sector del área de estudio y su tipo petrográfico es relativamente frecuente en otros niveles estratigráficos, razón por la cual resulta muy inconveniente la definición del techo realizada por

Thomas (1958). De esta manera el techo modificado de la Formación Ajial lo constituyen las areniscas basales de la Formación Cerro Calera.

En este estudio se comprobó que la Formación Ajial tiene su mejor exposición en el sector del Cerro Piedra Trepada donde aparecen expuestos su base, su techo y en consecuencia es posible reconocerla en toda su extensión. Acá la base la constituyen las metaareniscas y filitas de la Formación El Cajón, sin embargo, en el cordón de cerros inmediatamente al norte del Cerro Piedra Trepada - (en la localidad de la Mina "La Raíz del Cobre")-, esta unidad se dispone sobre una sucesión de areniscas y calizas con una colada de lava intercalada, en que no se ha encontrado fauna, pero que por sus relaciones estratigráficas con las Formaciones El Cajón y Ajial, parece corresponder a la continuación sur de la Formación Quebrada del Pobre.

En consideración a la gran difusión que tiene el nombre Ajial, se propone seguir llamando Formación Ajial a esta unidad.

Esta formación se dispone en una franja ancha con elongación en sentido norte - sur ubicada en el centro de la zona estudiada.

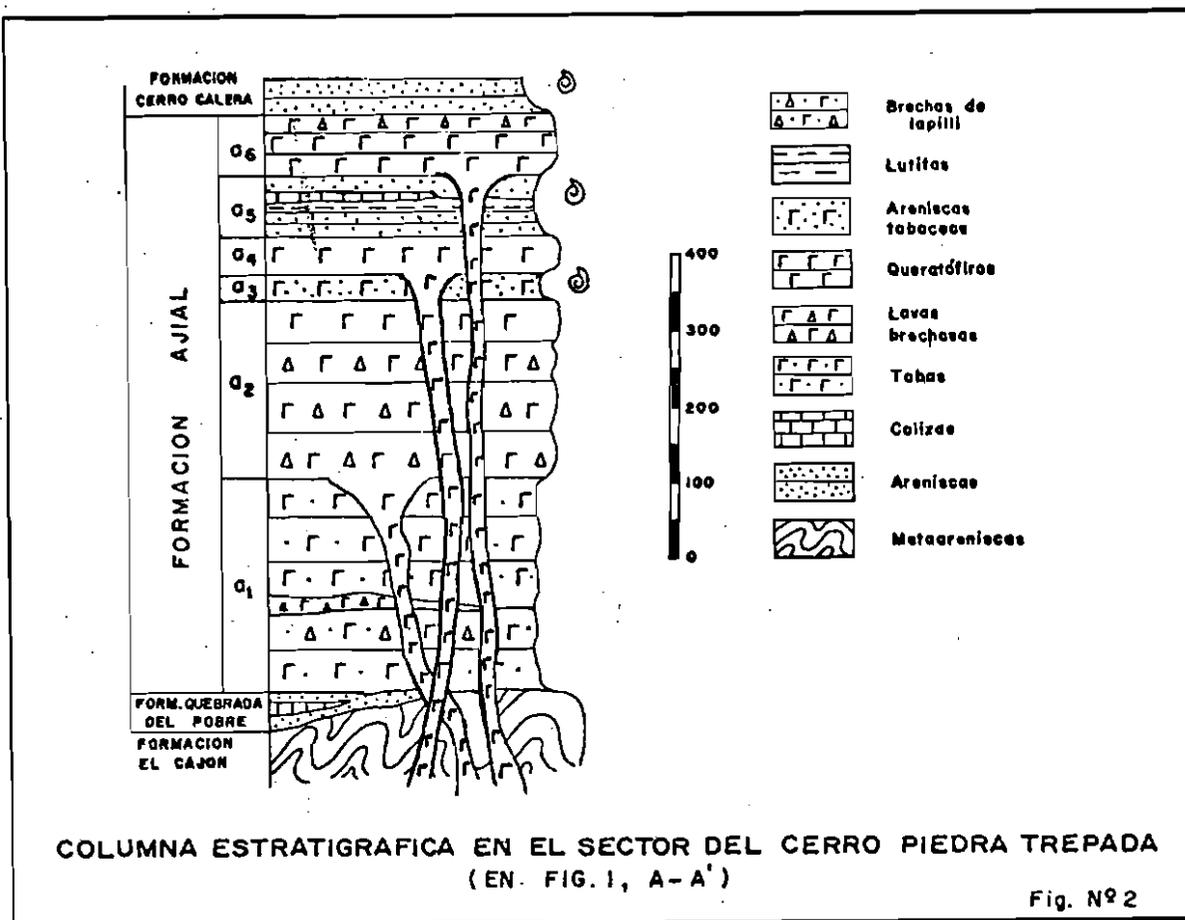
Litología y espesor (fig. 2). De la integración de cuatro perfiles en el sector del Cerro Piedra Trepada (fig. 1, AA') se obtuvo la siguiente sucesión:

Base: Formación El Cajón		
a ₁	280 m	volcanitas piroclásticas gris claras a pardo claras. Se distinguen algunas coladas porfíricas y niveles tobáceos muy fracturados y alterados. Los afloramientos son poco frecuentes.
a ₂	230 m	lavas queratófíricas principalmente brechosas con clastos con estructura fluidal, en una masa fundamental gris rojiza. En la parte superior se disponen queratófiros porfíricos con estructura fluidal en una masa fundamental afanítica del mismo color.
a ₃	30 m	tobas y areniscas tobáceas gris pardo claras con laminación fina que en algunas localidades muestra restos de pelecípodos marinos.
a ₄	50 m	queratófiros con estructura fluidal de color gris rojizo.
a ₅	30-80 m	areniscas y lutitas gris claras con intercalaciones delgadas de calizas lenticulares, las que contienen una fauna de corales, belemnites y pelecípodos.
a ₆	80 m	lavas queratófíricas gris rojizas con estructura fluidal que hacia la parte superior gradan a lavas brechosas rojizas.
Espesor total de la Formación Ajial: 750 m		
Techo: Areniscas basales de la Formación Cerro Calera		

Hacia el norte del área estudiada (en la Cuesta El Melón), se midió un espesor parcial de esta formación de 1.300 m, sin embargo, es muy probable que este aumento esté acentuado por otros factores como fallas y/o por los frecuentes intrusivos queratófíricos que complican allí la estratigrafía.

Edad. La fauna proveniente de esta formación se caracteriza por la escasez de ammonoideos. Sólo se encontró un ejemplar en la Meseta de Pucalán; éste corresponde al molde con una impresión incompleta que Covacevich (1975) determinó como *Sonninido*; esto permitiría asignar a esas capas una edad bajociana, y en consecuencia dejar de considerarlas como parte de la Formación Quebrada del Pobre (en Thomas, 1958) y correlacionarla con la intercalación sedimentaria más alta de la Formación Ajial.

Considerando : a) Que el biocrón de los *Sonninidos* abarca desde el Aaleniano Alto hasta



la base de la zona humphriesianum y b) Que en la parte basal de la Formación Cerro Calera (cuya base ha sido asignada a la zona del *Otoites sauzei* y a la Zona sowerbyi-sauzei indiferenciadas), también se han encontrado ejemplares de *Sonninidos*. Entonces, es probable que la edad mínima de la Formación Ajial sea bajociana media? (Zona de *S. sowerbyi*) hasta bajociana inferior (Aaleniano alto).

La edad máxima de la Formación Ajial debe ser Post-Sinemuriano, ya que ésta yace sobre la Formación Quebrada del Pobre en la cual Fuenzalida, H. (in Muñoz Cristi, 1938) y Corvalán (in Thomas, 1958) determinaron asociaciones faunísticas pertenecientes al Sinemuriano.

Formación Cerro Calera

Definición, relaciones estratigráficas y distribución (fig. 5). Se propone el nombre de Formación Cerro Calera a la secuencia sedimentaria marina que se apoya concordantemente sobre las lavas queratófíricas de la Formación Ajial y subyace pseudoconcordantemente a los queratófiros o brechas, conglomerados y areniscas rojas de la Formación Horqueta. Se la ha denominado Formación Cerro Calera ya que en el Cerro del mismo nombre presenta su mejor desarrollo.

Thomas, H. (1958) incluyó las rocas que aquí denominamos Formación Cerro Calera dentro del Miembro Nogales de la Formación Melón. Tilly (1970) en el área del Cerro La Campana, donde no se conoce su base, la denominó Unidad C-1.

La presente denominación se fundamenta en los antecedentes siguientes:

- a. Que la secuencia presenta arealmente un desarrollo con cierta uniformidad, que es mapeable y que tiene sus límites bien definidos.
- b. La necesidad de dar la categoría de formación a esta secuencia luego de haber reconocido, definido y mapeado en ella dos unidades con rango de miembro.

La Formación Cerro Calera se dispone en el flanco oriental de un anticlinal de eje NS. La exposición más completa corresponde a este flanco y constituye una franja de sentido general NS en el tercio oriental de la zona estudiada. En el centro del área aflora la base de esta unidad y los afloramientos más occidentales de ella, que se ubican ya, en la cresta del anticlinal recién mencionado.

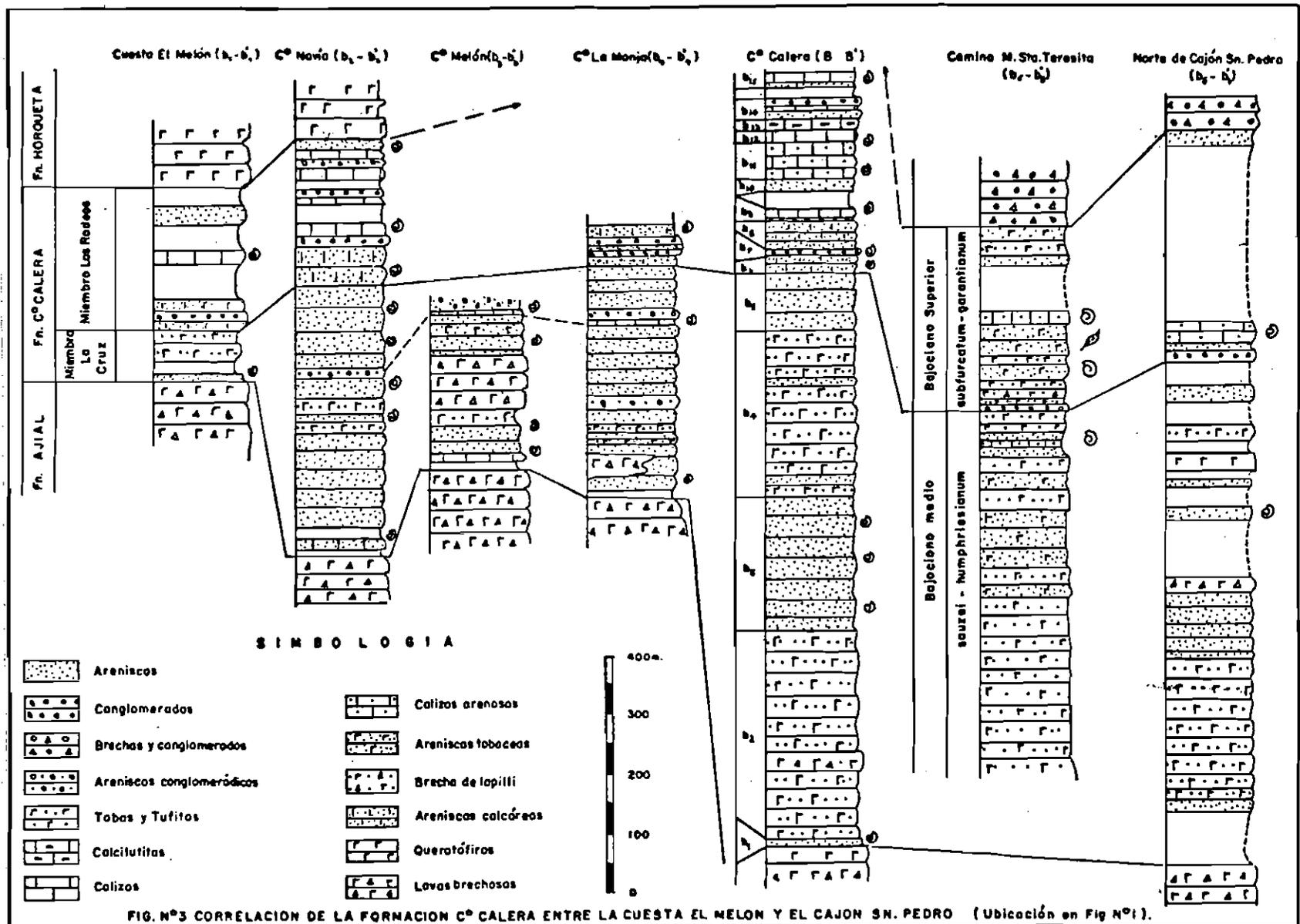
Litología y espesor (fig. 3). La Formación Cerro Calera está constituida principalmente por areniscas tobáceas, calcareniscas, calizas, lutitas y conglomerados. Estas rocas son generalmente gris pardo claro, gris y gris verdoso.

Basado en la distribución vertical de los tipos litológicos y en la presencia de un nivel de conglomerados cuarzo-feldespáticos que constituye una capa guía en toda el área de estudio, se propone la distinción de dos miembros para esta formación. Desde abajo hacia arriba ellos son:

- Miembro La Cruz, constituido principalmente de areniscas, areniscas tobáceas y tufitas de color gris a gris amarillento, con intercalaciones de calizas y calcareniscas cerca de la base y parte media. Con frecuencia en la mitad inferior tiene algunas intercalaciones de lavas queratófíricas. Este miembro tiene su mejor desarrollo y exposición en el filo que existe entre La Cruz y el Cerro Calera.
- Miembro Los Rodeos, constituido principalmente por calcareniscas y calizas de color gris con algunas intercalaciones de conglomerados cuarzo-feldespáticos de grano fino. Caracteriza las rocas carbonatadas de este miembro, la presencia de oolitas y cuerpos peloides. En el flanco noroccidental del Cerro Navío (conocido como Los Rodeos), este miembro tiene buenos afloramientos y se exponen allí su base y techo, razón por la cual se le denomina Miembro Los Rodeos.

En el levantamiento geológico escala 1:50.000 realizado, se ha podido comprobar que el Miembro La Cruz tiene un desarrollo areal relativamente uniforme mientras el Miembro Los Rodeos sufre un importante cambio de facies desde el Cerro Calera hacia el sur donde toma un carácter más arenoso y tobáceo con una disminución acentuada de las rocas carbonatadas. Este cambio de facies dificulta su individualización en el sector al sur del Cerro Calera. Sin embargo, en la base del Miembro Los Rodeos o muy cerca de ella, se dispone una delgada capa de conglomerados finos cuarzo-feldespáticos, descritos en el Cerro Navío por B. Levi (1960), los que son muy característicos, de amplia distribución en el área de este estudio y que por su dureza afloran aún en sectores donde la secuencia no está bien expuesta debido a la meteorización y cobertura de los afloramientos. Entre la Cuesta El Melón y el Cerro Calera, bajo esta capa de conglomerados se dispone un delgado nivel de calcareniscas verdes con oolitas y cuerpos peloides que corresponde a la base del Miembro Los Rodeos en ese sector.

A partir del levantamiento de varios perfiles de la Formación Cerro Calera entre la Cuesta El Melón y el Cajón de San Pedro, se puede comprobar que esta unidad aumenta su espesor de



de norte a sur y presumiblemente de oeste a este. En fig. 3 se muestran las columnas estratigráficas de las principales secciones estudiadas y es posible visualizar allí los espesores y la litología de esta formación.

El perfil que aflora entre La Cruz y la cima del Cerro Calera (fig. 1, B-B'), se eligió como sección tipo de esta formación. Allí la secuencia está constituida de abajo hacia arriba (fig. 3):

Base: Lavas rojizas, principalmente brechosas y queratofíricas fluidales con intercalaciones tobáceas (Formación Ajial).

MIEMBRO LA CRUZ

b ₁	10 m	areniscas feldespáticas verde claras con fauna de <i>Nerinea (nerinella?)</i> sp. y <i>Cerithium</i> sp.
b ₂	350 m	areniscas tobáceas y tobas muy finas, silicificadas, de color gris claro a pardo claro con un nivel medio de lavas brechosas verdes.
b ₃	225 m	areniscas finas verde claras. Contiene <i>Lytoceras</i> aff. <i>L. eudesianum</i> d'Orb. in Gottsche, 1878 y <i>Oxytoma costata</i> Sowerby in Gottsche, 1878.
b ₄	285 m	tobas y tobas soldadas con algunas intercalaciones de areniscas y tobas silicificadas blanco azuladas.
b ₅	100 m	areniscas feldespáticas finas gris amarillentas.

Espesor del Miembro La Cruz : 960 m

MIEMBRO LOS RODEOS

b ₆	30 m	areniscas calcáreas verde claras con estratificación cruzada de bajo ángulo. Al microscopio, las muestras RP - 68, RP - 69 (del Cerro Navío) y RP - 95 (del Cerro La Monja), tomadas en la capa de areniscas calcáreas que subyace a los conglomerados cuarzo-feldespáticos antes mencionados, corresponden a felsareniscas líticas con una fracción carbonatada (aprox. 15 ^o /o) de : oolitas, intraclastos, restos orgánicos y cemento calcáreo.
b ₇	10 m	conglomerados cuarzo-feldespáticos con estratificación cruzada constituidos por clastos subredondeados de la siguiente composición (M. RP-106): <ul style="list-style-type: none"> - cuarzo con extinción ondulante, que en algunos casos se presenta en agregados cristalinos. - microlina-pertita formada por guiecillas de albita (An-10) en la que se puede distinguir a veces, macla polisintética. - fragmentos líticos con textura porfírica. Esta capa contiene en localidad cercana al filo, abundantes ejemplares de <i>Trigonia</i> sp. (ex. gr. <i>T. exotica</i> Steimann?).
b ₈	50 m	calcareniscas de grano fino y color gris verdoso, con estratificación cruzada. Al microscopio (M RP-124) corresponde a una felsarenisca lítica con algunas oolitas y restos orgánicos.
b ₉	2 m	conglomerados lenticulares con clastos bien redondeados ($\phi = 2 - 3$ cm) de composición queratofírica.
	20 m	calizas micríticas grises con algunos interclastos y oolitas
	30 m	no expuestos.
b ₁₀	20 m	areniscas verdosas finas.
b ₁₁	60 m	calizas arenosas y calcareniscas gris medio.
b ₁₂	20 m	calizas y calizas arenosas gris medio. Al microscopio (M 121, de una caliza de la parte superior), se trata de una intraesparita con oolitas y fracción detrítica (aprox. 10 ^o /o) correspondiente a una felsarenisca de grano fino.
b ₁₃	20 m	calilititas gris oscuras. La fracción carbonatada (M RP-120, de la parte alta de la capa), corresponde a restos orgánicos y oolitas
b ₁₄	10 m	areniscas feldespáticas verdosas de grano medio
	10 m	calizas grises.
	10 m	arenisca brechosa calcárea de color gris con clastos de calizas. Al microscopio (M-177, de la parte superior), se observa una fracción detrítica (aprox. 60 ^o /o) constituida principalmente por clastos (ϕ : hasta 4mm) de cuarzo, feldespatos, fragmentos de rocas volcánicas porfíricas. La fracción carbonatada corresponde a intraclas-

		tos, oolitas y cuerpos peloides. Los intraclastos alcanzan tamaños de hasta 0.5 cm.
	20 m	sin afloramientos.
b ₁₅	15 m	areniscas calcáreas gris con huellas de gastrópodos y pelecípodos.
Espesor del Miembro Los Rodeos: 327 m (techo no aflora).		

En el faldeo oriental del Cerro La Calera, cerca de la cima, hay un afloramiento aislado de brechas con clastos de hasta 10 cm de diámetro que puede asociarse a la base del Miembro Santa Teresita de la Formación Horqueta.

Edad. La fauna de la Formación Cerro Calera indica la presencia de tres horizontes cronoestratigráficos que en conjunto señalan el Bajociano Medio y Superior. El horizonte inferior, ubicado cerca de la base del Miembro La Cruz, está documentado por formas de *Sonninidos* que indican fundamentalmente las zonas de *S. sowerbyi* y de *O. sauzei*. Corvalán (*in* Thomas, 1958, p. 39 - 46), da a conocer la presencia de *Otoites* y *Sonninias*, determinando la fauna de varias localidades fosilíferas ubicadas en lo que aquí denominamos Miembro La Cruz. Corvalán señala para ellas la zona del *O. sauzei*, con la excepción de una asociación faunística proveniente del Cerro Calera donde indica la presencia de *Sonninia* sp. cfr. *S. fascicostata* Tornquist, forma que Gottsche (1878) ubica en una Zona indiferenciada *sowerbyi* - *sauzei*.

El horizonte medio, ubicado muy cerca del anterior y estratigráficamente no diferenciado de él, corresponde a la zona *humphriesianum* en sentido amplio que ha sido determinada en base a ejemplares de *Stephanoceras* y *Chondroceras* (det. V. Covacevich). Esta zona fue comprobada por Moericke (1894), confirmadas por Corvalán (*in* Thomas, 1958) y por Von Hillebrandt (1970).

El horizonte superior, ubicado en el Miembro Los Rodeos, ha sido estudiado en base a una asociación formada por ammonoideos de los géneros *Nannolytoceras*, *Lissoceras*, *Teloceras* (?), *Megasphaeroceras* y *Leptosphinctes* (Covacevich y Piracés, 1976) que le confiere una edad bajociana superior (zonas *subfurcatum* y/o *garantianum*).

Los horizontes inferior y medio, ubicados en el Miembro La Cruz, indican para esta unidad una edad restringida a las zonas *sowerbyi-sauzei* y *humphriesianum*. El horizonte superior señala una edad restringida a las zonas *subfurcatum* y/o *garantianum* para el Miembro Los Rodeos. La edad de la Formación Cerro Calera queda documentada en base a los tres horizontes recién mencionados, vale decir, es Bajociano medio y superior.

Formación Horqueta

Definición, relaciones estratigráficas y distribución (fig. 5). Se propone el nombre de Formación Horqueta a la unidad volcánico-clástica continental que se apoya pseudoconcordantemente sobre la Formación Cerro Calera y subyace en forma pseudoconcordante al Miembro Pata-gua de la Formación Lo Prado.

Al norte del Río Aconcagua, esta unidad corresponde a la integración del Miembro Horqueta de Thomas (1958) y de los queratófiros que lo infrayacen. Al sur del Río Aconcagua, corresponde a la Formación Pachacama definida por dicho autor. Tidy (1970), en el área del Cerro La Campana, denominó Unidad C-2 la sucesión que aquí definimos como Formación Horqueta.

La proposición se fundamenta en: a) Que la unidad presenta arealmente un desarrollo con relativa uniformidad, es de un espesor considerable y tiene límites definidos. b) El reconocimien-

to de todo este conjunto litológico originado bajo una misma historia geológica. c) La nueva edad relativa al datarse el Bajociano Superior (Covacevich y Piracés, 1976) en la unidad que la infrayace y que aquí denominamos Formación Cerro Calera. d) La situación de sinonimia entre el Miembro Horqueta y la Formación Pachacama (Thomas, 1958), unido a un doble significado en la columna litoestratigráfica formacional (fig. 5).

En este estudio se la reconoció parcialmente en el flanco occidental del Cerro Horqueta y se optó por mantener vigente la sección tipo propuesta por Thomas para el "Miembro Horqueta", ampliándola estratigráficamente para poder incluir en ella los queratófiros inferiores. Tomando como base la sección tipo y la amplia difusión que tiene el nombre "Horqueta" se optó por llamar Formación Horqueta a esta unidad.

La Formación Horqueta se distribuye según una franja de sentido general norte-sur ubicada en el borde oriental del área de estudio.

Litología y espesor (fig. 4). La Formación Horqueta esta constituida principalmente por lavas queratófíricas brechosas, a veces fluidales. Estas rocas efusivas alternan con tobas, areniscas, brechas y conglomerados de colores generalmente rojizos.

Basado en la distribución vertical de los tipos litológicos Tidy (1970) distinguió, dentro de lo que aquí denominamos Formación Horqueta, tres subunidades que representó separadamente en su mapa geológico 1:10.000. En forma resumida estas son las siguientes:

- Subunidad inferior (800 m), areniscas y sedimentos piroclásticos, principalmente tobáceos de color gris rojizo.
- Subunidad intermedia (600 m), lavas queratófíricas de aspecto masivo y color gris violáceo a gris rosado. Tiene algunas intercalaciones de andesitas moradas.
- Subunidad superior (700 m), brechas de queratófiros con lavas intercaladas. Tiene algunas intercalaciones de lavas y brechas andesíticas grises.

El estudio estratigráfico en el resto del área ha permitido reconocer que no se cumple esta subdivisión en forma general. Considerando lo anterior y, por la conveniencia de destacar los queratófiros inferiores en esta formación, se propone la distinción de sólo dos miembros para la Formación Horqueta, que serían los siguientes:

- Miembro Navío (inferior), constituido por queratófiros fluidales de color gris rosado a gris violáceo claro con algunas intercalaciones de areniscas tobáceas. Corresponde a la parte superior del Miembro Nogales de Thomas (1958). Se le asignó este nombre por estar bien representados en el Cerro Navío, donde han sido descritos por otros autores.
- Miembro Santa Teresita (superior), constituido por lavas queratófíricas fluidales y brechosas de color gris rosado claro. Estas rocas alternan con tobas y areniscas tobáceas que tienen especial desarrollo en la base, donde se asocian a brechas y conglomerados arenosos de color gris rojizo. Tiene su mejor desarrollo (especialmente la base) en los alrededores de la Mina Santa Teresita. El Miembro Santa Teresita corresponde al Miembro Horqueta (Thomas, 1958) expuesto al norte del Río Aconcagua y a la Unidad C-2 (Tidy, 1970) del sector del Cerro La Campana.

En el levantamiento geológico realizado se ha podido comprobar el acuñaamiento que sufre hacia el sur el Miembro Navío, entre los alrededores de Pachacama y el Cerro Santa Teresa, lugar donde no fue reconocido.

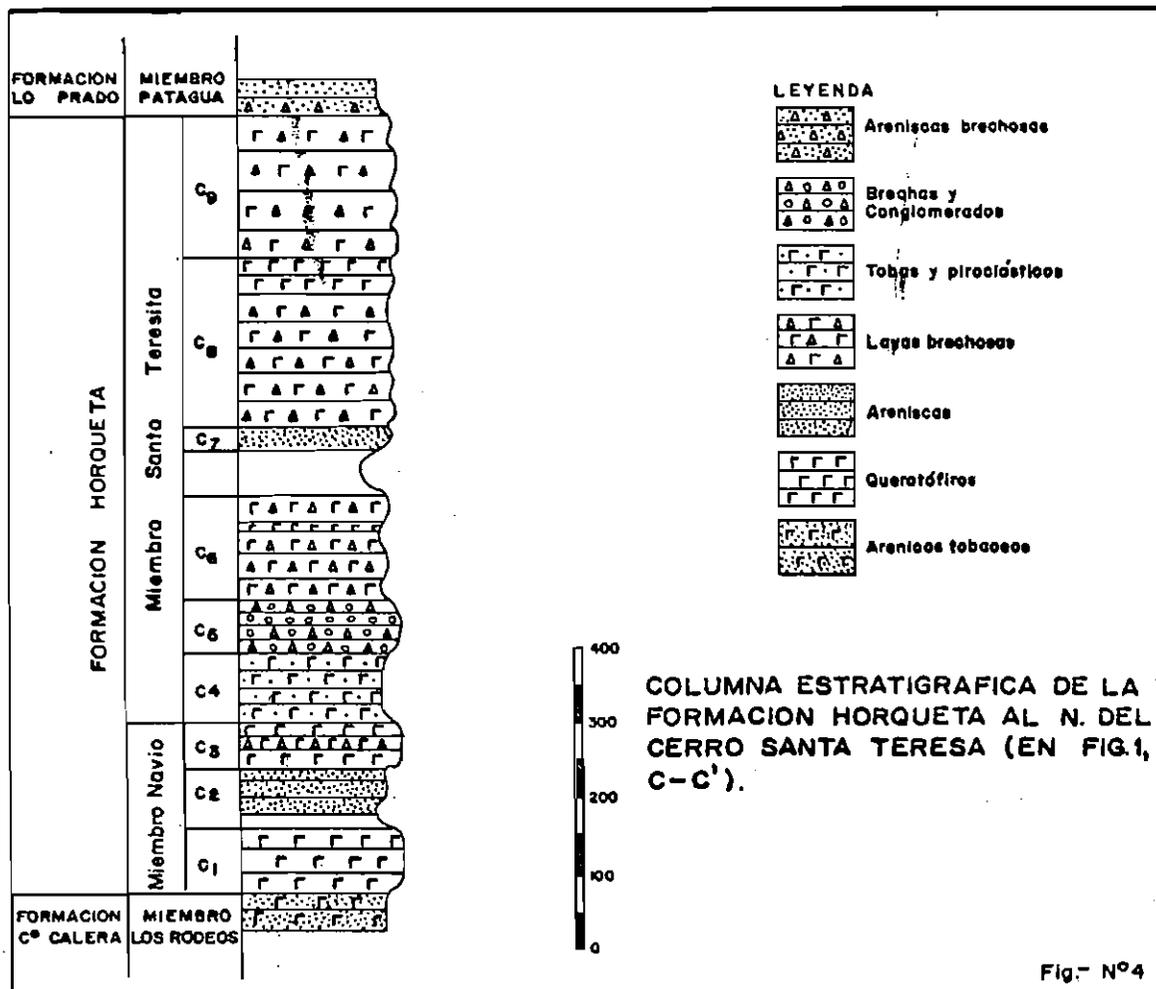


Fig. N°4

En el filo ubicado al norte del Cerro Santa Teresa y a 3 km al sur de Pachacama (fig. 1, C-C') la Formación Horqueta está constituida de la siguiente manera (fig. 4):

Base: Tobs y areniscas tobáceas gris amarillentas de la Formación Cerro Calera.

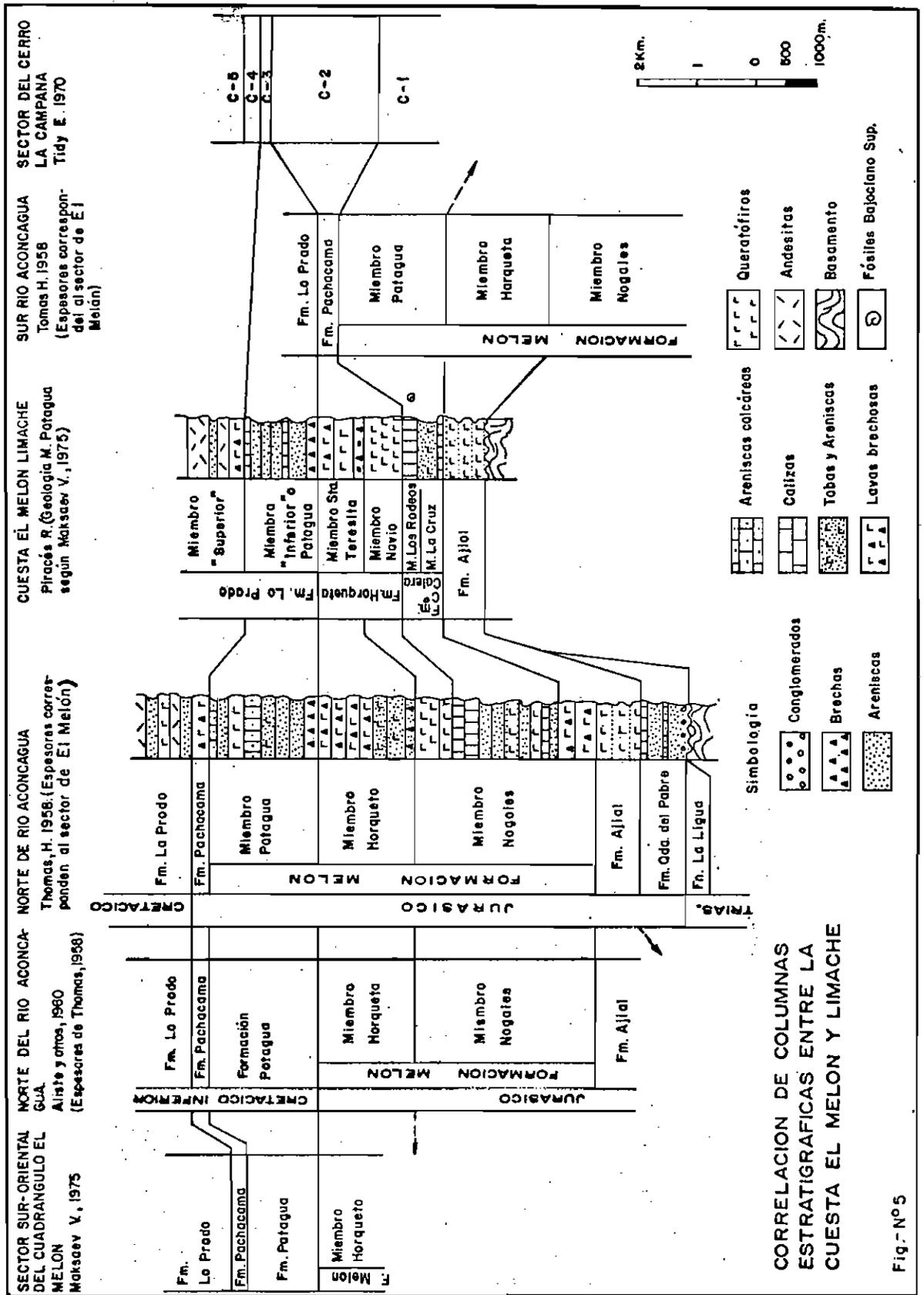
MIEMBRO NAVIO

- c₁ 80 m lavas queratófíricas gris violáceas con textura porfírica que en algunos niveles es fluidal.
- c₂ 80 m los 20 m basales no están expuestos. Los 60 m corresponden a areniscas grises y gris amarillentas bastante alteradas.
- c₃ 60 m lavas queratófíricas gris violáceas a gris rosadas en que algunos niveles muestran fluidez y algo de brechosidad.

Espesor del Miembro Navio: 220 m

MIEMBRO SANTA TERESITA

- c₄ 90 m (aprox), rocas piroclásticas constituidas principalmente de tobas gris violáceas a gris rojizas.
- c₅ 70 m brechas y conglomerados gris rojizos con clastos de hasta 4 cm de queratófiros fluidales y lavas porfíricas
- c₆ 140 m brechas y lavas rojizas con delgadas intercalaciones de queratófiros fluidales.
- 60 m sin afloramientos
- c₇ 30 m areniscas y areniscas tobáceas rojizas de grano fino que constituyen una cornisa.
- c₈ 220 m lavas brechosas gris rojizas. En la parte superior se observan algunas intercalaciones delgadas de queratófiros con estructura fluidal.



CORRELACION DE COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS ENTRE LA CUESTA EL MELON Y LIMACHE

Fig. N°5

c₉ 190 m lavas queratofíricas brechosas gris violáceas que muestran estructura fluidal desarrollada.

Espesor del Miembro Santa Teresita : 800 m

Espesor total de la Formación Horqueta: 1.020 m

Techo: Base del Miembro Patagua de la Formación Lo Prado. Areniscas y lutitas gris claras a gris violáceas.

En el Cerro Horqueta esta formación tiene un espesor aproximado de 3.000 a 3.200 m basados en el espesor que Thomas asigna al Miembro Horqueta en dicha localidad y a los 1.500m de queratofiros subyacentes medidos durante este estudio. Tidy (1970) midió un espesor de 1.800 m para esta unidad en el Cerro La Campana.

Edad y correlación. La Formación Horqueta tiene una edad mínima Jurásico superior, ya que infrayace al Miembro Patagua de la Formación Lo Prado, que corresponde a la unidad donde Aliste, Pérez y Carter (1960) encontraron ammonites que evidencian los pisos Berriasiano y Valanginiano. La edad máxima de esta Formación es post-bajociana porque sobreyace al Miembro Los Rodeos donde Covacevich y Piracés (1976) dan a conocer una fauna de ammonoideos que señala el Bajociano superior. En consecuencia, los antecedentes paleontológicos locales sitúan a la Formación Horqueta en el rango Batoniano-Malm.

Sin embargo, considerando que en el rango cronoestratigráfico asignado a esta formación volcánico-clástica terrígena, es muy conocido el Ciclo Continental del Kimmeridge, que está bien representado en la Cordillera de Los Andes de Chile Central por la clásica Formación Río Damas (Klohn, 1960, González y Vergara, 1961, Davidson, 1971), que tiene grandes espesores (5.500 m en Klohn, 1960) constituida por sedimentos clásticos y volcánicos terrestres; y que no se conoce un episodio volcánico-clástico continental de esta magnitud en una posición cronoestratigráfica distinta de la anterior, es que se sugiere para esta formación una edad Jurásico superior ¿Kimmeridge? .

Formación Lo Prado

Introducción. Después que Aliste y otros (1960) definieron el límite Jurásico-Cretácico en la Cordillera de la Costa al norte del Río Aconcagua, surgió para muchos autores el nuevo problema referente a la correlación entre las unidades que allí representan al Neocomiano y la Formación Lo Prado de Thomas en su área tipo. Dicho autor definió la Formación Lo Prado en el sector de la cuesta del mismo nombre y le confirió un límite inferior (allí no expuesto) "constituido por la serie transgresiva basal del Neocomiano". Esto está demostrado en el sector entre el Río Aconcagua y la Cuesta de Barriga, región donde Thomas conocía antecedentes paleontológicos que señalan el Neocomiano (Tavera, 1952 y 1956; Corvalán en Thomas, 1958).

Sin embargo, en el sector entre La Ligua y el Río Aconcagua, Thomas no tuvo antecedentes paleontológicos que permitieran comprobar la edad neocomiana del Miembro Patagua. Esto y escasos ejemplares colectados, que muestran afinidad con formas del Jurásico, valió para que dicho autor definiera esa unidad como miembro de la Formación Melón y asignara a ella una edad bajociana.

Definición y relaciones estratigráficas (fig. 5). Basado en lo anterior y por la conveniencia de uniformar criterios, en este estudio se propone denominar Formación Lo Prado al conjunto litoestratigráfico representado en el sector al norte del Río Aconcagua por el Miembro Patagua y por las Formaciones Pachacama y Lo Prado, definidas por Thomas (1958).

En el área de este estudio la Formación Lo Prado (sl.) se apoya pseudoconcordante sobre la Formación Horqueta que la infrayace. Carter (1962), al norte de La Ligua concluyó una discordancia angular entre los equivalentes estratigráficos de estas formaciones.

Litología. La Formación Lo Prado está constituida por andesitas, queratófiros y tobas, con intercalaciones de areniscas, areniscas calcáreas, calizas y conglomerados marinos. Los sedimentos tienen mejor desarrollo en la parte inferior de esta unidad.

Basado en la distribución vertical de los tipos litológicos, se distinguen dos miembros que en forma preliminar se denominan:

Miembro Inferior o Patagua, constituido principalmente por (Maksaev, 1975): areniscas y areniscas calcáreas finas, calizas y lutitas calcáreas; tiene intercalaciones de brechas y conglomerados con clastos de queratófiros en una matriz de arenisca volcánica. También se intercalan escasas rocas andesíticas y queratófíricas. Es característica la laminación fina en las rocas sedimentarias. Los colores predominantes son generalmente grises, especialmente gris pardo y gris verdoso. Corresponde al Miembro Patagua de Thomas (1958).

Miembro Superior, constituido por las rocas andesíticas y queratófíricas con varias intercalaciones sedimentarias marinas integradas por la Formación Pachacama y Formación Lo Prado (Thomas, 1958; Al norte del Río Aconcagua).

De acuerdo al alcance que pretende esta discusión, sólo se presenta la descripción del Miembro Inferior o Patagua cuya litología ha sido estudiada por Maksaev, V. (1975) en el Cerro La Higuera, (5 km al E de Nogales, en fig. 1, D-D'). De abajo hacia arriba se disponen:

Base: Formación Horqueta	
75 m	rocas muy silicificadas y blancas, aparentemente la roca original es una arenisca fina.
50 m	areniscas y conglomerados con clastos subangulares de hasta 3 cm, muy silicificados pero donde en parte se reconoce la roca original; color blanco.
50 m	areniscas finas silicificadas, color blanco.
145 m	areniscas finas gris oscuras.
40 m	brecha con clastos de queratófiros (ϕ hasta 5 cm); matriz tobácea tipo lapilli de color claro.
150 m	areniscas, areniscas calcáreas, calizas y lutitas finamente laminadas. Color gris y gris pardo.
20 m	andesita gris verdosa.
440 m	areniscas y areniscas calcáreas gris a gris pardas con laminación fina.
15 m	andesita porfírica gris verdosa.
10 m	arenisca fina gris
20 m	brecha con clastos de queratófiros (ϕ hasta 5 cm) en matriz de arenisca volcánica gruesa; color gris oscuro.
25 m	arenisca media de color gris.

Espesor total aproximado: 1.050 m

Techo: Miembro Superior

Los nombres "Inferior" y "Superior" con que aquí se denomina a los miembros de la Formación Lo Prado (sl.) tienen un carácter preliminar a modo que futuros estudios ubiquen las correspondientes secciones tipos y en base a éstas las denominen formalmente.

CONCLUSIONES

En este trabajo se da a conocer un nuevo esquema que contribuye a interpretar las rocas estratificadas de la región estudiada, con un mayor grado de detalle y precisión. Entre las conclu-

siones más importantes obtenidas aquí están:

- La confirmación de la existencia del Bajociano superior en Chile Central (Covacevich y Piracés, 1976).
- La reducción apreciable de espesor que sufre el rango estratigráfico analizado (referido a la mitad norte del área estudiada), respecto al estimado por otros autores.
- La situación de sinonimia entre la Formación Pachacama y el Miembro Horqueta de Thomas (1958) y la falta de correspondencia general de las unidades formales (Thomas, 1958) aquí analizadas, entre los sectores al norte y al sur del Río Aconcagua.

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece al Instituto de Investigaciones Geológicas, en nombre de su Director, Oscar González-Ferrán por su autorización para publicar este trabajo.

Al Dr. José Corvalán D., quien analizó críticamente el esquema formacional aquí propuesto.

A Jorge Skarmeta M., que leyó críticamente los borradores.

A Vladimir Covacevich, quien determinó la fauna de este estudio.

A Carmen Pineda, que tuvo la gentileza de copiar la presente versión del trabajo.

BIBLIOGRAFIA

Aliste, N., Pérez, E. y Carter, W.D., 1960, Definición y edad de la Formación Patagua, Provincia de Aconcagua, Chile. Rev. Minerale, Año XV, N° 71, p. 40 - 50, Santiago de Chile.

Carter, W. D., 1962, Unconformity marking the Jurassic-Cretaceous boundary in the La Ligua area, Aconcagua Province, Chile. U.S. Geol. Surv. Prof. paper, 450 - E art. 196, p. 61 - 63.

Carter, W. D y Aliste, N., 1962, Cuadrángulo El Melón. Carta Inédita, Inst. Invest. Geol., Santiago.

Corvalán, J., 1958, Informe sobre el material fosilífero de la Provincia de Aconcagua. Inf. Inédito, Inst. Invest. Geol., Santiago.

—————, 1959, El Titoniano de Río Leñas, Provincia de O'Higgins, con una revisión del Titoniano y Neocomiano de la parte chilena del geosinclinal Andino. Bol. N° 3, Inst. Invest. Geol., 65 p., 7 láms., 8 figs. Santiago.

Corvalán, J. y Dávila, A., 1964, Observaciones geológicas en la Cordillera de la Costa entre los Ríos Aconcagua y Mataquito. Resúmenes de la 13ª Sesión Soc. Geol. de Chile, n. 9, Santiago.

Covacevich, V., 1975, Faunas fósiles del área Cuesta El Melón - Limache. Informe Paleontológico Interno N° 4. 14 p., 1 fig., 1 mapa.

Covacevich, V. y Piracés, R., 1976, en este Congreso, Hallazgo de ammonites del Bajociano superior en la Cordillera de la Costa de Chile Central entre la Cuesta el Melón y Limache. 3 figs., 1 lám.

Charrier, R., 1973, Geología Regional de las Provincias de O'Higgins y Colchagua. Publ. IREN, N° 7, p. 1 - 69, Santiago.

Charrier, R. y Vicente, J.C., 1970, Liminary and Geosyncline Andes: major tectonic phases

- and evolution of the Central and Magellan sectors of the Chilean - Argentine Andes. Conf. on Solid Earth.
- Darwin, C., 1846, Geological observations of South America. 279 p., Smith, Elder & Co. Londres.
- Davidson, J., 1971, Geología de las Nacientes del Teno, Prov. de Curicó, Chile. Tesis de Grado, Univ. Chile, 131 p., 53 figs., 1 mapa, Santiago.
- Felsch, J., 1942, Informaciones sobre los yacimientos de calizas, en los alrededores de la estación El Melón.
- Fuenzalida, H., 1938, Las capas de Los Molles. Bol. Mus. Hist. Nac., n. 16, p. 66-98, 1 fig. 5 planos. Santiago.
- González-F., O., 1962, Observaciones Geológicas en el Valle del Río Volcán. Ap. Rev. Minerales, n. 81 y 82, Santiago.
- González-F., O. y Vergara, M., 1964, Reconocimiento geológico de la Cordillera de Los Andes entre los paralelos 35° y 38° Lat. S. Univ. Chile., Inst. Geol., Publicación n. 24, año 1962, pp. 20-21, 12 láms. 1 mapa geol.
- Gottsche, C., 1878, Sobre fósiles jurásicos de la Cordillera Argentina, Paso del Espinacito, Provincia de San Juan. (Traducción de Bodenbender, 1925). - Actas de la Academia Nacional de Ciencias, Tomo 8, entrega 3° y 4°. Córdoba.
- Hemmer y Bianchi, 1935, Informe geológico minero de las minas de la Sociedad Aurífera de Ocoa. Bol. Min. y Pet. Vol. V, n. 42. Santiago.
- Klohn, C., 1960, Geología de la Cordillera de Los Andes de Chile Central, provincias de Santiago, O'Higgins, Colchagua y Curicó. Santiago, Inst. Invest. Geol., Bol. n. 8, 95 p.
- Levi, B., 1960, Estratigrafía del Jurásico y Cretáceo inferior de la Cordillera de la Costa entre las latitudes 32°40' y 35°40'. Univ. Chile., Inst. Geol. Publicación n. 16, p. 221 - 269, 6 láms.
- , 1968, Cretaceous Volcanic Rocks from a Part of the Coast Range West from Santiago, Chile. Tesis Doctorado, Universidad de California, Berkeley.
- Levi, B., y Corvalán, J., 1968, Espesor y distribución de los depósitos del Geosinclinal Andino en Chile Central. Min., Año XXIII, n. 101, p. 13 - 15 (Corresponde a: Apartado Inst. Invest. Geol., n. 42).
- Maksaev, V., 1975, Geología del Sector Sur Oriental del Cuadrángulo El Melón, Provincia de Aconcagua, V Región de Chile. Curso Proyecto II, Depto. Geología Univ. Chile.
- Moericke, W., 1894, Versteinerungen des Lias und Unteroolith von Chile. Neues Jahrb. Geol. Paläont. 9, p. 1 - 100, 6 pl., Stuttgart.
- Muñoz, Cristi, J., 1938, Geología de la región de Longotoma y Guaquén en la Provincia de Aconcagua. Bol. de Minas y Petr. Vol. VIII, n. 81, Santiago.
- Piracés, R., 1976, Estratigrafía de la Cordillera de la Costa entre Catapilco y Limache, provincias de Aconcagua y Valparaíso, Chile. Tesis de Grado, en prep.

- Tavera, J., 1952, Informe sobre material de fósiles muestreado en calizas de la Cuesta de Lo Prado. Depto. Geología Univ. Chile, Santiago (inédito).
- , 1956, Informe sobre un material de fósiles recolectados por el Dr. Juan Brügger proveniente de Las Campanitas, provincia de Valparaíso. Depto. Geología, Univ. Chile, Santiago (inédito).
- , 1969, Informe sobre material paleontológico procedente del distrito minero La Campana, provincia de Valparaíso (material recolectado por E. Tidy), Depto. Geología, Univ. Chile, Santiago (inédito).
- Thomas, H., 1958, Geología de la Cordillera de la Costa entre el Valle de La Ligua y la Cuesta de Barriga. Inst. Invest. Geol., Bol. n. 2, 86 p., 2 figs. 1 mapa. Santiago.
- Tidy, E., 1970, Geología del distrito minero La Campana. Tesis de Grado, Univ. Chile. Santiago.
- Vicente, J.C., 1970, Reflexiones sobre la porción meridional del sistema peripacífico oriental. Solid Earth Problem Conf. Upper Mantle Project, Buenos Aires, 1, p. 158 - 184. Argentina.
- , 1970, Tectónica de los Andes Argentino-Chilenos Centrales: El Accidente Mayor Andino o Relaciones Paleogeográficas y Estructurales entre Zona interna (Eu-Liminar) y Zona externa (Mio-Liminar) en la región comprendida entre los Cerros Aconcagua y Mercedario. 1st. L.A. Geol. Congr., 1970, Lima.
- , 1972, Aperçu sur l'organisation et l'évolution des Andes Argentino-Chiliennes Centrales au parallèle de l'Aconcagua. 24th. Int. Geol. Congr., 3, 423-436, Montreal, Canada.
- Von Hillebrandt, A.V., 1970, Zur Biostratigraphie und Ammoniten-Fauna des südamerikanischen Jura (insbes, Chile). Neues Jahrb. Geol. Paläont., 136, p. 166-211, 3 figs. 2 tablas, Stuttgart.