

Hallazgo de Dinosaurios en el Cretácico Superior de Chile

Su importancia cronológica-estratigráfica

Rodolfo M. Casamiquela

José Corvalán

Francisco Franquesa

Instituto de Investigaciones Geológicas
Chile



GEOLOGIA Y YACIMIENTOS METALIFEROS DE CHILE

Carlos Ruiz Fuller con la colaboración principal de L. Aguirre, J. Corvalán, C. Klohn, E. Klohn y B. Levi, 1965. 385 pp., 36 ilustraciones, 1 mapa metalogénico en colores a escala 1:1.500.000, 1 cuadro, 1 tabla.

MAPA GEOLOGICO DE CHILE

1960. Escala 1:1.000.000. Siete hojas en colores.

CARTA GEOLOGICA DE CHILE

(Hojas cuadrangulares)

- Vol. I, N° 1. Cuadrángulo Los Loros, Prov. de Atacama, Kenneth Segerstrom, 1959, 36 (Carta N° 1) pp., 2 gráficos, 1 mapa a escala 1:50.000.
- Vol. I, N° 2. Cuadrángulo Cerrillos. Prov. de Atacama, Kenneth Segerstrom y R. L. (Carta N° 2) Parker, 1959. 36 pp., 1 mapa a escala 1:50.000.
- Vol. II, N° 1. Cuadrángulo Quebrada Paipote, Prov. de Atacama. Kenneth Segerstrom, (Carta N° 3) 1960. 35 pp., 1 gráfico, 1 mapa a escala 1:50.000.
- Vol. II, N° 2. Cuadrángulo Llampos, Prov. de Atacama. Kenneth Segerstrom, 1960, 41 (Carta N° 4) pp., 2 gráficos, 1 mapa a escala 1:50.000.
- Vol. II, N° 3. Cuadrángulo Chamonate, Prov. de Atacama. Kenneth Segerstrom, Beatriz (Carta N° 5) L. de Valenzuela y Sonia Mehech, 1960. 42 pp., 2 gráficos, 1 mapa a escala 1:50.000.
- Vol. III, N° 1. Cuadrángulo Copiapó, Prov. de Atacama. Kenneth Segerstrom y Carlos (Carta N° 6) Ruiz Fuller, 1962. 115 pp., 11 gráficos, 1 mapa a escala 1:50.000.
- Vol. III, N.os 2, 3, 4 y 5. Cuadrángulos Pica, Alca, Matilla y Chacarilla, Prov. de Tara- (Cartas N.os 7-10)pacá. Carlos Galli Olivier y Robert J. Dingman, 1962. 125 pp., 11 tablas, 12 figuras, 11 láminas y 4 mapas a escala 1:50.000.
- Carta N° 11. (Desde esta publicación los cuadrángulos tienen numeración simple). Cuadrángulo Tular, Prov. de Antofagasta. Robert J. Dingman, 1963. 37 pp., 6 gráficos, 1 mapa a escala 1:50.000, 1 tabla.
- Carta N° 12. Cuadrángulo Pintadas, Prov. de Atacama. Kenneth Segerstrom, Hérbert Thomas y R. I. Tilling, 1963, 52 pp., 1 mapa a escala 1:50.000.
- Carta N° 13. Cuadrángulo Chañarillo, Prov. de Atacama. Kenneth Segerstrom y Aldo Moraga Brito, 1964. 50 pp., 1 gráfico, 2 tablas y 1 mapa a escala 1:50.000.
- Carta N° 14. Cuadrángulo San Pedro de Atacama, Prov. de Antofagasta. Robert J. Dingman, 1965. 28 pp., 5 ilustr., 3 tablas, 1 mapa a escala 1:50.000.
- Carta N° 15. Cuadrángulo Quebrada Marquesa, Prov. de Coquimbo. Luis Aguirre Le- Bert y Ernesto Egert Ruiz, 1966. 92 pp., 11 ilustraciones, 5 tablas, 1 mapa a escala 1:50.000.
- Carta N° 16. Cuadrángulo Vicuña, Prov. de Coquimbo. Pedro Dediós Ayala, 1967. 66 pp., 1 gráfico, 8 tablas, 1 mapa a escala 1:50.000.
- Carta N° 17. Cuadrángulo Mamiña, Prov. de Tarapacá. Arturo Thomas N., 1967. 49 pp., 11 figuras, 1 mapa a escala 1:50.000, 5 tablas.
- Carta N° 18. Cuadrángulo Juan de Morales, Prov. de Tarapacá. Carlos Galli Olivier, 1968. 53 pp., 1 figura, 1 mapa a escala 1:50.000, 2 tablas.
- Cartas N.os 19 y 20. Cuadrángulos Camaraca y Azapa, Prov. de Tarapacá. Alvaro Tobar B., Iván Salas Y. y René F. Kast. 1968. 20 pp., 1 figura, 1 mapa a escala 1:50.000. 3 tablas.

(Pasa a las páginas finales).

Hallazgo de Dinosaurios en el Cretácico Superior de Chile

Su importancia cronológica-estratigráfica

*Rodolfo M. Casamiquela**

*José Corvalán***

*Francisco Franquesa***

Instituto de Investigaciones Geológicas
Chile

*Sección Geología del Museo Nacional de Historia Natural.

**Instituto de Investigaciones Geológicas, Chile.

Boletín N.º 25

1969

Instituto de Investigaciones Geológicas

creado por

CORPORACIÓN DE FOMENTO DE LA PRODUCCIÓN

y

DEPARTAMENTO DEL COBRE

AGUSTINAS 785 - CASILLA 10465 - SANTIAGO DE CHILE

CARLOS RUIZ FULLER

DIRECTOR

© Instituto de Investigaciones Geológicas, 1967

Inscripción N° 24.521

Prensas de
Editorial Universitaria, S. A.
San Francisco 454
Santiago de Chile

Impreso en Chile

Printed in Chile

INDICE

RESUMEN	5
INTRODUCCION	6
GEOLOGIA DEL AREA DE PICHASCA	
Ubicación	9
Rasgos geológicos generales	9
Estratigrafía de la secuencia fosilífera	11
Los vertebrados de los sedimentos de Pichasca	13
Edad y correlación de los sedimentos de Pichasca y de la formación Viñita	16
CRONOLOGIA DE LA FORMACION VIÑITA	
Caracterización y edad de los Estratos con Dinosaurios	22
Edad de la formación Viñita	26
Edad de la sección fosilífera de Pichasca	27
ABSTRACT	29
REFERENCIAS	30
ILUSTRACIONES	
Fig. 1. Mapa de ubicación del área de Pichasca y geología general de la parte oriental de la Hoja Ovalle, escala 1:250.000	8
Fig. 2. Croquis geológico del área de Pichasca, escala 1:25.000	10
Fig. 3. Sección local de la secuencia fosilífera de Pichasca, perpendicular al rumbo de la estratificación, escala 1:5.000	12
Láminas 1-3. Porción proximal de húmero derecho de <i>Antarctosaurus</i> cf. <i>wichmannianus</i> . 1. Vista superior; 2. Vista posterior; 3. Vista anterior (fuera de texto).	
Lámina 4. Porción de escápulo-coracoides de un titanosáurido indeterminado (fuera de texto).	
Lámina 5. Porción de placa de caparazón de tortuga (fuera de texto).	

por

Rodolfo Casamiquela, José Corvalán y Francisco Franquesa

FE DE ERRATAS

Página	Línea	DICE	DEBE DECIR
6	39	estratos con dinosaurios	Estratos con Dinosaurios
13	13	8	, 8 ,
14	29	profunda :	profunda ;
16	7	titanosáurino	titanosaurino
17	39	postaptiana	post-aptiana
17	39	postquebrada	post-Quebrada
17	39	preformación	pre-formación
19	1	Precampaniano	pre-Campaniano
19	20	postneocomiana	post-neocomiana
19	21	postalbiana	post-albiana
22	31	con una faja	como una faja
24	6	Slappenbeck	Stappenbeck
26	17	roca	Roca
28	8	presiosaurios	plesiosaurios

En lámina 5, la leyenda correcta es: Porción de placa de caparazón de tortuga; arriba, vista externa; abajo, vista interna del mismo ejemplar.

En figuras 1, 2 y 3, vale sólo la escala gráfica.

RESUMEN

En el presente trabajo se informa sobre el primer hallazgo en Chile de restos óseos de vertebrados correspondientes a dinosaurios. Estos se encuentran en una unidad volcánica y sedimentaria clástica continental, en parte lagunar (formación Viñita), expuesta en la parte central-oriental de la provincia de Coquimbo.

La sección fosilífera se ubica en el área de Pichasca, a 40 km en línea recta al noreste de la ciudad de Ovalle. Este hallazgo proporciona un valioso antecedente para la datación de la formación Viñita y sus equivalentes litoestratigráficos (formaciones Abanico y Las Chilcas) en Chile central.

Los restos de vertebrados consisten en fragmentos de huesos de varios individuos, probablemente correspondientes a diferentes formas, todos los cuales pertenecen a dinosaurios (Sauropodos) titanosáuridos. Entre éstos existe un húmero de *Antarctosaurus* cf. *wichmannianus* Huene y una porción de escápulo-coracoides de un titanosáurido indeterminado. Existen, además, fragmentos de placas de caparazón de tortugas.

Esta fauna, junto con numerosos troncos y hojas fósiles, se presenta en la parte superior de la formación Viñita (= Abanico = Las Chilcas), cuya edad relativa no podía antes ser precisada dentro del lapso Cretácico Superior al que se la asignaba. En consideración a que esta unidad tendría gran semejanza en cuanto a contenido paleontológico, litología y disposición estratigráfica, con los Estratos con Dinosaurios de Argentina, de edad maestrichtiana a probablemente campaniana superior, se asigna una edad maestrichtiana superior a la sección fosilífera de Pichasca, que representa la parte superior de la formación Viñita. Los equivalentes litoestratigráficos de esta unidad, las formaciones Abanico y Las Chilcas, podrían, en consecuencia, ser considerados tentativamente de edad maestrichtiana.

En el área de Pichasca, ubicada a 40 km al noreste de la ciudad de Ovalle, en la provincia de Coquimbo, se ha evidenciado la presencia de numerosos restos de vertebrados, troncos y plantas fósiles, entre los cuales tienen especial interés para la paleontología y geología chilena, aquellos que se han determinado como correspondientes a huesos de dinosaurios.

Hasta la fecha se había encontrado en el país solamente huellas de este grupo de grandes reptiles en la región de la cordillera andina de las provincias de Tarapacá y de Colchagua, pero no se tenía ningún antecedente sobre la existencia de restos óseos.

La primera información acerca del hallazgo de huesos de dinosaurios en Pichasca, fue recogida por la Srta. Irene Tapia, representante del Instituto de Investigaciones Geológicas (iig) en el Stand organizado por esa institución en la xx Exposición Agrícola y Ganadera de Peñuelas, realizada en La Serena en abril de 1968. Ante ella se presentó el Sr. Gastón Zeballos M., propietario de un yacimiento de cobre en Pichasca, comunicándole haber encontrado en el área de sus pertenencias mineras numerosos troncos fósiles. Entre las muestras que entonces exhibió el Sr. Zeballos, personal del iig reconoció la presencia de un fragmento de hueso que por sus características debía corresponder a una pieza de grandes dimensiones.

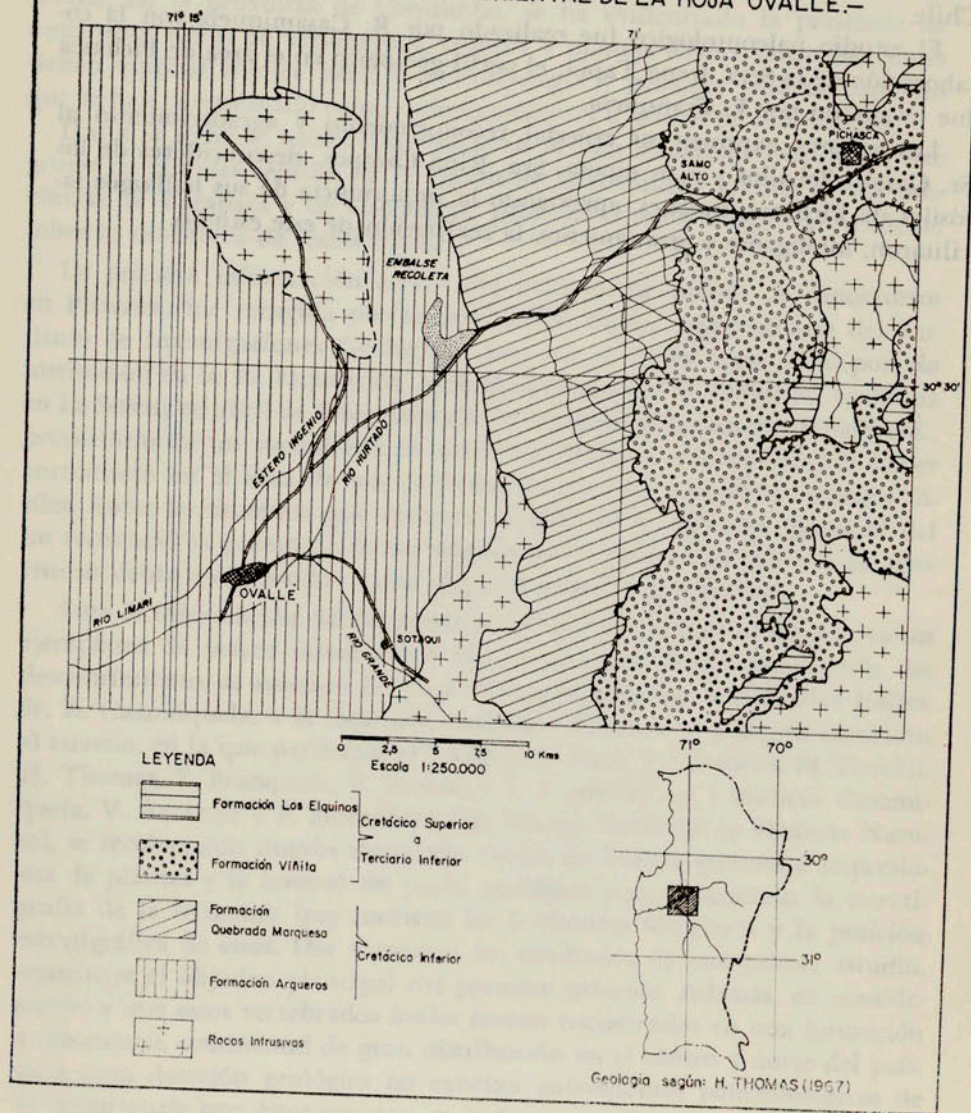
Ante la información del Sr. Zeballos, de que en el terreno tendría varios ejemplares de mayor tamaño que éste, y en vista de la importancia del descubrimiento, se convino la visita del especialista en vertebrados fósiles, Sr. R. Casamiquela, a la localidad fosilífera. Durante la primera excursión al terreno, en la que participaron los Sres. C. Ruiz, J. Corvalán, M. Zentilli, H. Thomas, F. Franquesa, F. Peebles e I. Tapia del iig y los Sres. Casamiquela, V. Azcárate y P. Hernández, del Museo Nacional de Historia Natural, se recolectaron nuevos materiales fósiles de huesos, troncos e impresiones de plantas y se levantó un perfil geológico para determinar la estratigrafía de la secuencia que contiene los horizontes fosilíferos y la posición estratigráfica de éstos. Dar a conocer los resultados de este primer estudio, constituye el objetivo principal del presente informe. Además, en consideración a que estos vertebrados fósiles fueron encontrados en una formación sedimentaria continental de gran distribución en el centro y norte del país, para cuya datación geológica no existían antecedentes paleontológicos de la importancia que éstos revisten, se incluye una discusión de las condiciones geológicas generales y cronología de esta formación que en el área de Pichasca contiene los huesos de dinosaurios. En efecto, ella presentaría rasgos sedimentarios muy similares a la unidad que en Argentina contiene numerosas formas de dinosaurios (estratos con dinosaurios), lo que per-

mite esbozar ciertas consideraciones paleogeográficas que se sumarían a los elementos disponibles para establecer la edad relativa de la formación en Chile.

El estudio paleontológico fue realizado por R. Casamiquela con la colaboración de la Srta. Irene Tapia; el perfil geológico en el área de Pichasca fue levantado por F. Franquesa.

Los autores expresan su especial reconocimiento y agradecimiento al Sr. Gastón Zeballos y a su esposa, Sra. Rina Campos, descubridores de los fósiles de Pichasca, quienes, apreciando la importancia de sus hallazgos facilitaron, inteligente y prontamente, la realización de este estudio.

FIG. I.- MAPA DE UBICACION DEL AREA DE PICHASCA Y GEOLOGIA GENERAL DE LA PARTE ORIENTAL DE LA HOJA OVALLE.-



GEOLOGIA DEL AREA DE PICHASCA

UBICACION

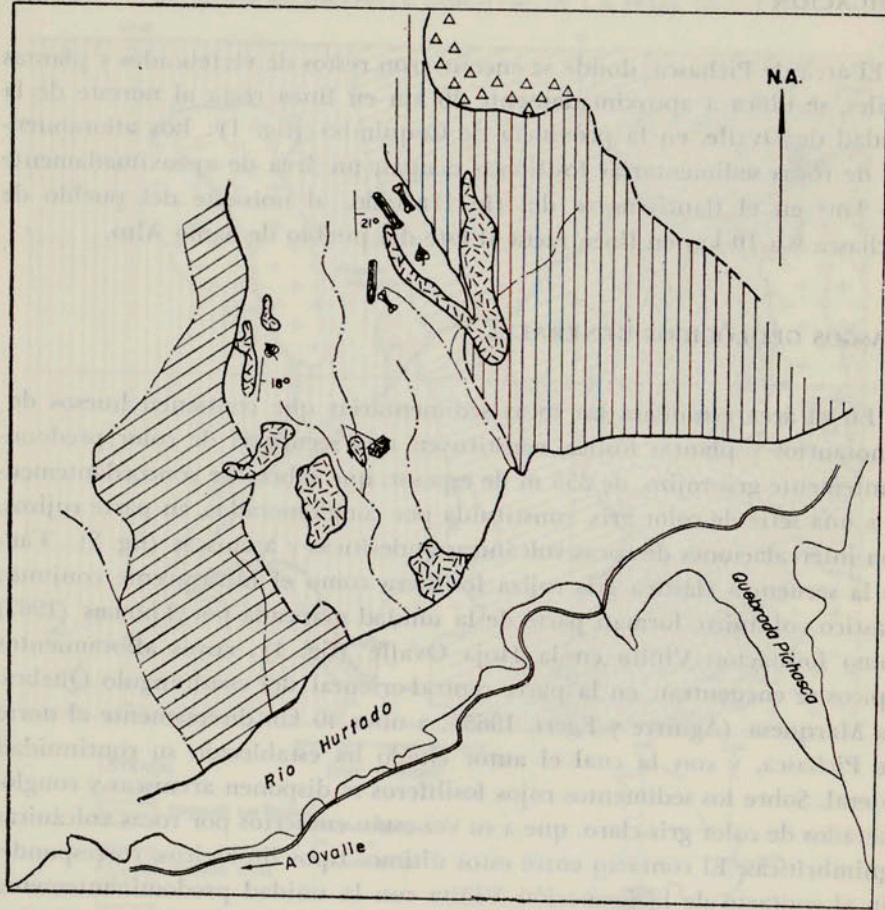
El área de Pichasca, donde se encontraron restos de vertebrados y plantas fósiles, se ubica a aproximadamente 40 km en línea recta al noreste de la ciudad de Ovalle, en la provincia de Coquimbo (fig. 1). Los afloramientos de rocas sedimentarias fosilíferas ocupan un área de aproximadamente 2,5 km² en el flanco norte del río Hurtado, al noroeste del pueblo de Pichasca y a 10 km en línea recta al este del pueblo de Samo Alto.

RASGOS GEOLÓGICOS GENERALES

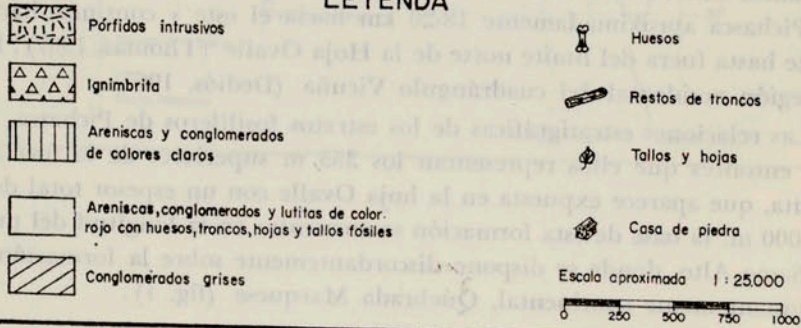
En el área estudiada las rocas sedimentarias que contienen huesos de dinosaurios y plantas fósiles, constituyen una secuencia de color predominantemente gris-rojizo, de 355 m de espesor, que sobreyace concordantemente a una serie de color gris, constituida por conglomerados, en parte rojizos, con intercalaciones de rocas volcánicas andesíticas y areniscas (fig. 2). Tanto la secuencia clástica gris rojiza fosilífera como el infrayacente conjunto clástico volcánico, forman parte de la unidad mapeada por Thomas (1967) como formación Viñita en la Hoja Ovalle (fig. 1), cuyos afloramientos típicos se encuentran en la parte central-oriental del cuadrángulo Quebrada Marquesa (Aguirre y Egert, 1965), a unos 40 km directamente al norte de Pichasca, y con la cual el autor citado ha establecido su continuidad lateral. Sobre los sedimentos rojos fosilíferos se disponen areniscas y conglomerados de color gris claro, que a su vez están cubiertos por rocas volcánicas ignimbríticas. El contacto entre estos últimos tipos litológicos, correspondería al contacto de la formación Viñita con la unidad predominantemente volcánica denominada formación Los Elquinos. Esta última se extiende desde Pichasca aproximadamente 18-20 km hacia el este y continúa hacia el norte hasta fuera del límite norte de la Hoja Ovalle (Thomas, 1967), hacia la región occidental del cuadrángulo Vicuña (Dediós, 1967).

Las relaciones estratigráficas de los estratos fosilíferos de Pichasca, indican entonces que ellos representan los 355 m superiores de la formación Viñita, que aparece expuesta en la hoja Ovalle con un espesor total de 750 a 1.000 m; la base de esta formación se encuentra en la longitud del pueblo de Samo Alto, donde se dispone discordantemente sobre la formación predominantemente continental, Quebrada Marquesa (fig. 1).

Fig.2 CROQUIS GEOLOGICO DEL AREA DE PICHASCA



LEYENDA



ESTRATIGRAFÍA DE LA SECUENCIA FOSILÍFERA

Los sedimentos fosilíferos de Pichasca constituyen una secuencia clástica continental de color predominantemente rojizo, que tiene una orientación N5°E a N12°W e inclinaciones variables entre 10° y 21°E. Según su desarrollo litológico vertical, esta secuencia, cuyo espesor total es de 355 m, ha sido subdividida en 6 unidades (fig. 3), que en orden estratigráfico son las siguientes (de arriba hacia abajo):

	Techo: Rocas volcánicas ignimbríticas (formación Los Elquinos).	
Unidad F	Alternación de areniscas y conglomerados gruesos de color gris claro. Los conglomerados tienen rodados de andesitas de 10 a 30 cm de diámetro. En la base existe un conglomerado gris amarillento, con rodados de andesitas y de lutitas de 1 a 10 cm de diámetro y fragmentos (astillas) de huesos fósiles.	75 m
Unidad E	Alternación de areniscas y conglomerados finos de color pardo rojizo oscuro, en capas de 0,20 a 1,00 m de espesor. Los conglomerados contienen rodados de andesitas y de areniscas de 1 a 5 cm de diámetro y fragmentos de huesos fósiles. La unidad incluye algunas capas lenticulares de lutitas de color gris oscuro de hasta 40 cm de espesor.	15 m
Unidad D	Arenisca pardo rojiza oscura, en parte con estratificación cruzada, con intercalaciones de capas lenticulares de lutitas pardo rojiza oscuras a gris oscuras, de hasta 30 cm de espesor. Las areniscas contienen troncos silicificados de diversos tamaños (excepcionalmente 5 m de largo) y algunos fragmentos de huesos fósiles. Las lutitas contienen restos de hojas y tallos fósiles. En algunos lugares la unidad presenta zonas blanqueadas y mineralizadas con óxidos de cobre.	45 m
Unidad C	Alternación de areniscas y conglomerados finos, pardo rojizo oscuros, en capas de 40 cm a 1 m de espesor.	15 m
Unidad B	Arenisca pardo rojiza oscura con algunas capas lenticulares de lutita del mismo color, intercaladas. La parte alta de esta unidad contiene troncos silicificados. Existen zonas mineralizadas con óxidos de cobre.	175 m
Unidad A	Conglomerado fino, pardo rojizo oscuro, con algunas intercalaciones de areniscas. Los conglomerados contienen rodados de andesitas de 1. a 5 cm de diámetro en la parte alta de la unidad y de hasta 10 cm de diámetro en la parte baja. La unidad está parcialmente intruida.	30 m
	Total secuencia fosilífera.	355 m
Base:	Conglomerados gruesos de color gris, con algunas intercalaciones de rocas volcánicas andesíticas de 2 a 3 m de espesor. Los conglomerados tienen rodados de andesitas de 10 a 30 cm de diámetro. La secuencia está afectada por cuerpos intrusivos.	

LOS VERTEBRADOS DE LOS SEDIMENTOS DE PICHASCA*

Constan sólo de fragmentos de huesos de varios individuos y seguramente diferentes formas (especies y géneros). Algunos se presentan rodados, sobre el terreno, y otros incluidos en areniscas gruesas y areniscas conglomerádicas; la procedencia exacta de los fragmentos rodados se desconoce. Los restos coleccionados, aparte de numerosos fragmentos menores, inidentificables, son los siguientes:

1, parte proximal, incompleta, de un húmero derecho; 2, centro incompleto de una vértebra caudal mesial o distal; 3, porción basal de un escápulo-coracoides izquierdo; 4, porción terminal, abultada, de un hueso chato (isquion?); 5, fragmento de costilla; 6, porción proximal de metápodo; 7, fragmentos de huesos largos y otros. Todos estos restos pertenecen a dinosaurios (saurópodos) titanosáurinos. Además existen 8 fragmentos de placas de caparazón de tortugas. En el terreno queda, entre fragmentos menores, parte de la diáfisis de un fémur de tamaño más bien pequeño.

A continuación se describen los restos más representativos y se analizan rápidamente sus afinidades:

Húmero (Nº 20-vi-68) **. Se trata de un hueso de gran tamaño, robusto pero relativamente grácil. La cresta —incompleta—, subparalela al borde, es angosta y bien definida, con curvatura hacia adentro apenas insinuada. Parece presentar escaso desarrollo longitudinal y su nacimiento, por arriba, es abrupto y se produce a los 100 mm de su parte más elevada; la porción inferior está incompleta pero aparentemente era simétrica con la superior.

A pesar de la mala conservación de la pieza en esa parte, es posible inferir que la región contigua, basal a la cresta, del lado externo, no presentaba abultamiento notable.

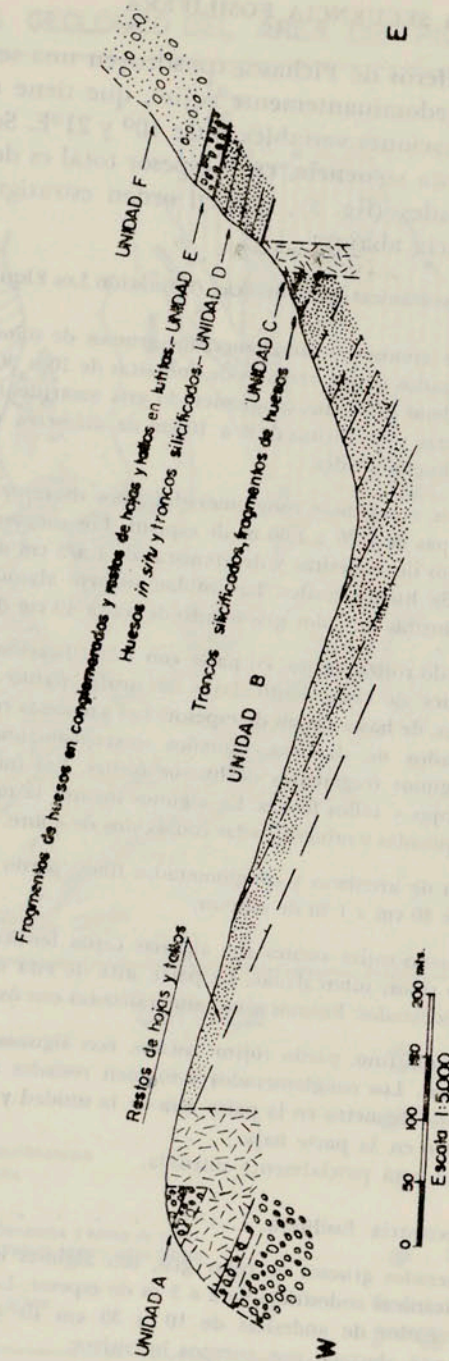
Lamentablemente, falta el ángulo conformado por los bordes superior y lateral externo, de cierto valor diagnóstico, pero de la orientación de éste parece probable que dicho ángulo fuera recto, o escasamente redondeado. Hacia su parte mesial, el borde superior muestra asomos de la lámina externa del hueso, lo que revela que la parte que falta se limita a una capa reducida; esto es concordante con la curvatura que se insinúa en la porción superior de la cara anterior. Sólo un leve abultamiento, que se origina en realidad en la cara anterior, denuncia a la cabeza articular del hueso.

El borde interior, redondeado en su parte superior, se aplana y tiende a

*Colaboró en su estudio, con R. Casamiquela, la Srta. Irene Tapia, del Instituto de Investigaciones Geológicas.

**Museo Nacional de Historia Natural.

FIG. 3 SECCION LOCAL DE LA SECUENCIA FOSILIFERA DE PICHASCA PERPENDICULAR AL RUMBO DE LA ESTRATIFICACION



hacerse anguloso hacia abajo. Con respecto al eje longitudinal ideal del húmero, se muestra oblicuo de tal manera que obliga a deducir la existencia de una curva muy pronunciada, que se iniciaría inmediatamente después del borde de fractura.

La cara anterior presenta, contigua a la base de la cresta externa, una depresión relativamente profunda que comienza en la prolongación de la parte más elevada de la cresta y se ensancha hacia arriba hasta ocupar aproximadamente la mitad de la cara. Su borde interior está dado por una región más elevada, que se transforma en una pendiente rápida hacia el ángulo proximal y la cabeza articular del hueso. En la región comprendida entre ésta y la línea media, existe una protuberancia bien desarrollada, contigua al borde superior.

Vista por su cara posterior, la porción proximal del húmero conservada presenta dos superficies aplanadas, ligeramente deprimida la externa y de mayor desarrollo que la otra, que se dirigen hacia adelante a manera de un ángulo diedro a partir de un vértice longitudinal.

La angulosidad de la cara se atenúa hacia el borde superior, de tal manera que si se observa la pieza desde arriba muestra un perfil redondeado de modelo general.

Medidas:

Largo calculado: 1.300 mm.

Ancho mínimo estimado de la diáfisis: 135 mm?

Espesor promedio en la línea sagital, de la porción conservada: 60 mm.

Espesor máximo del borde superior a nivel de la cabeza articular: 100 mm.

Espesor máximo del borde externo hasta la cúspide de la cresta: 148 mm.

Vértebra caudal (Nº 20-vi-68-2). Se conserva sólo el centro, ancho y achatado—impresión a la que contribuye una acusada deformación—, procélico y macizo. Mide aproximadamente 170 mm.

La cara articular anterior es profunda: la posterior, convexa, está incompleta por fractura. La cara inferior demuestra haber sido convexa en sentido longitudinal. Todas las caras están deformadas artificialmente, lo que hace que las laterales hayan prácticamente desaparecido.

Superiormente, la destrucción alcanza hasta la base de las láminas superiores, anchas y relativamente cortas, interiormente convexas. Se inician a unos 24 mm del borde anterior y se desarrollan a lo largo de proximadamente las $\frac{3}{4}$ partes del centro vertebral. En relación con la morfología de la base de las láminas, el piso del canal neural se expande ampliamente en ambos extremos.

Escapulo-coracoides (Nº 20-vi-68-3). Se conserva la porción basal de la escápula, con el inicio de la hoja escapular, íntimamente soldada con la placa coracoidea, de la que resta la parte principal, incluido el foramen coracoideo, de un escapulo-coracoides izquierdo. El hueso es grande, macizo, aunque achatado y se singulariza por la ausencia de prácticamente todo vestigio de sutura entre ambos componentes. Como aparte de muy incompleto, está bastante desgastado, se hace difícil interpretar su morfología original.

Si se lo mira por su borde anterior, que se aguza hacia el observador, se hace visible el acusado acodamiento de la hoja escapular con respecto al resto basal de la pieza. Vista por su cara externa, de contorno redondeado, ésta es deprimida a lisa, para abultarse en los ángulos ánterosuperior y pósteroinferior. En aquél el abultamiento es fuerte, aunque aparece sesgadamente rebajado por la erosión; se infiere por consiguiente su continuación hacia adelante y arriba, con lo que quedaría conformada la expansión anterior del coracoides, seguramente muy moderada. El otro abultamiento aludido, diagonalmente enfrentado con el anterior, posee menor desarrollo y va a constituir hacia arriba y atrás el borde anterior del foramen coracoideo, ancho y atravesando sesgadamente la lámina ósea; el otro borde falta por fractura.

De acuerdo con el espesor de la parte afectada por ésta, en especial en la región pre y supraglenoidea, la fractura ha afectado a una porción importante del hueso. Nada puede decirse, pues, acerca de la morfología de la cavidad glenoidea. De la hoja escapular, sí, que era seguramente muy ancha.

AFINIDADES. La primera aproximación para el estudio de los materiales presentes podría ser a través de su edad, seguramente cretácica y, más aún, no más antigua que mesocretácica, según unánime consenso. Esto reduce la confrontación a unos pocos géneros, meso a supracretácicos. Entre ellos es igualmente lícito, por razones de contigüidad geográfica, el comenzar la búsqueda por las formas contemporáneas reconocidas en el lado oriental de Los Andes, estudiadas fundamentalmente por Lydekker (1893) y Huene (1929).

Con respecto al húmero, es así relativamente fácil llegar a encontrar sus mayores afinidades en la especie *Antarctosaurus wichmannianus* Huene, o en sus vecindades, pero en todo caso con gran probabilidad dentro de ese género.

El parecido entre las partes conservadas de ambos húmeros es muy grande y las medidas prácticamente coincidentes. Morfológicamente el rasgo fundamental (aparte de la forma del ángulo externo, que falta en la pieza en estudio) está dado por el angostamiento mesial del hueso, rasgo que se vincula con su esbeltez general. En cambio, en el húmero de Pichasca parece faltar, o estar escasamente desarrollada, la parte basal del borde en que

se origina la cresta, que ha hecho hablar a Huene de una "apófisis lateral" (*op. cit.*, 71). No obstante ello, las diferencias se atenúan mucho si la comparación se remite estrictamente a la figura por él proporcionada.

La vértebra caudal en estudio está demasiado incompleta y deformada como para llevar su comparación más allá de las relaciones puramente internas de su ubicación en la columna. Evidentemente se trata de una vértebra caudal, mesial a posterior, de modelo titanosáurino generalizado.

En razón de su estado de conservación, es poco lo que puede decirse con respecto a las afinidades de la escápula. Sólo tal vez que, de acuerdo con el escaso grado de expansión inferible para la parte anterior de la base escapular, se hace dudosa la confrontación con formas tales como *Laplata-saurus* y *Antarctosaurus*. Un mayor parecido presentaría esa región con la morfología observable en *Titanosaurus*, pero aparte de que ella no es extensible a otras regiones del hueso, las diferencias de tamaño rechazan toda idea de comparaciones ulteriores: la distancia entre el borde súperoanterior de la placa coracoidea y el foramen coracoideo es de 110 mm en *Titanosaurus* y de 220 mm en la forma en estudio, es decir, exactamente el doble. El escápulo-coracoides de *Argyrosaurus* no se conoce.

LOS QUELONIOS. Existen tres o cuatro pequeños fragmentos de caparazón, no ornamentados. Los restos son demasiado poco elocuentes como para intentar compararlos. Sólo se puede decir —y es muy importante para el caso— que recuerdan mucho a otros procedentes de capas subcontinentales, palustres, del "Senonense lacustre" (maastrichtense) del norte de la Patagonia (*vide* la parte estratigráfica), de colección propia.

Entre las formas reconocidas en los sedimentos de esa edad en general, en la Argentina, Huene cita a *Osteopygis* (Toxochelyidae), *Naiadochelys* (Bothremydidae) y *Gyremis* (Testudinidae), de las cuales la primera es de hábito marino; la segunda marina y palustre, y la tercera palustre.

EDAD Y CORRELACIÓN DE LOS SEDIMENTOS DE PICHASCA Y LA FORMACIÓN VIÑITA

Con anterioridad al hallazgo de vertebrados fósiles en la formación Viñita, la edad asignada a esta unidad había sido inferida indirectamente, en base a su posición relativa en la secuencia estratigráfica general de Chile central y después de realizadas ciertas correlaciones litológicas. Para el caso de la formación Viñita el procedimiento ha consistido en interpretar como sincrónicas aquellas unidades con las cuales ella se correlaciona, tanto por su litología como por su posición estratigráfica y, luego, inferir una edad relativa que sería la misma asignada a sus equivalentes litoestratigráficos.

Sin embargo, debido a que estas últimas son formaciones volcánico-sedimentarias continentales, cuya edad relativa tampoco ha podido hasta ahora ser precisada en base a antecedentes paleontológicos, sino que también ha sido inferida por métodos indirectos, la cronología general de estas formaciones ha debido tomarse con ciertas reservas y con el carácter solamente de tentativa. Sin considerar todavía el nuevo antecedente que se agrega con el hallazgo de dinosaurios en los estratos de la formación Viñita en Pichasca, lo que concretamente se sabe con respecto a su edad relativa es lo siguiente:

En la provincia de Coquimbo, donde la formación Viñita fue definida (Aguirre y Egert, 1965), la unidad integrada por rocas sedimentarias clásicas de origen continental con intercalaciones de rocas volcánicas andesíticas, se dispone con discordancia de erosión y ligeramente angular sobre distintos niveles de la formación Quebrada Marquesa (Aguirre y Thomas, 1964) y está cubierta por la formación volcánica sedimentaria continental Los Elquinos. La formación infrayacente, Quebrada Marquesa, se considera tentativamente de edad neocomiana superior hasta albiana superior, en consideración a que en su parte inferior contiene una intercalación de sedimentos marinos, con una fauna de edad neocomiana superior a posiblemente aptiana y a que su techo está marcado por una importante discordancia que Aguirre y Egert (1965, p. 35) interpretan como resultante de la primera y principal fase orogénica del Cretácico en Chile. La edad que los autores citados infieren para esta fase de plegamiento es albiana superior, siguiendo el esquema adoptado por Klohn (1954) quien la habría correlacionado con la orogénesis austriaca u oregónica. Debe destacarse, sin embargo que, al parecer, Aguirre y Egert (1965) interpretaron erróneamente a Klohn (1954), ya que este último autor expresó claramente que el primer y principal plegamiento de las formaciones del Geosinclinal Andino habría ocurrido en el Senoniano y que sería correspondiente a la fase orogénica subhercínica del Coniaciano. Este es el que habría afectado a las formaciones del Cretácico Inferior, anteriores a la depositación de la formación Coya-Machalí (Klohn, 1956, 1960), o sea, a los equivalentes litoestratigráficos de la formación Quebrada Marquesa y unidades más antiguas. En base a lo expuesto, y a que la formación Quebrada Marquesa sobreyase concordantemente a la unidad predominantemente marina Arqueros, cuya edad mínima comprobada por fósiles es barremiana, hay suficientes antecedentes para aceptar una edad neocomiana superior-aptiana para la base de la formación Quebrada Marquesa, pero no así para justificar su edad mínima (albiana superior). Quedaría así establecido que la formación Viñita es por lo menos postaptiana, postquebrada Marquesa y preformación Los Elquinos, ya que infrayace a esta última unidad. La edad de la formación Los Elquinos no se puede precisar, ya que en ella no se han encontrado fósiles. Esta unidad,

que es de origen continental y que está constituida principalmente por rocas volcánicas, ha sido reconocida desde el área de los cuadrángulos Quebrada Marquesa y Vicuña (Aguirre y Egert, 1965; Dediós, 1967, respectivamente y de allí hacia el sur, en las Hojas Ovalle (Thomas, 1967) e Illapel (Thomas, 1968), o sea, en una longitud de por lo menos 250 km. Hacia el sur de la Hoja Illapel, al sur del paralelo 32°, la misma unidad volcánica es conocida con el nombre de formación Farellones en la Cordillera de los Andes (Aguirre, 1960; Klohn, 1960) y como formación Lo Valle en la Cordillera de la Costa (Thomas, 1958). En todas sus áreas de afloramiento, la formación Los Elquinos (= Farellones = Lo Valle) se dispone discordantemente sobre la formación Viñita o sus equivalentes litoestratigráficos (formación Abanico, Aguirre, 1960; Las Chilcas, Thomas, 1958, y Coya-Machalí, Klohn, 1960).

La edad relativa que se infiere para la formación Farellones sería cretácica superior, según algunos autores, o terciaria inferior, según otros. Como en la formación Farellones se han encontrado solamente fragmentos de troncos silicificados de coníferas y dicotiledóneas que no han permitido precisar la edad relativa de la unidad, Klohn, intentó su datación basándose en: a) que la discordancia angular de la base de la unidad podría corresponder al plegamiento Larámico (Daniano-Paleoceno); b) que la edad que se podría inferir para la subyacente formación Coya-Machalí (= Viñita = Abanico) sería cretácica superior, fundamentalmente maestrichtiana, por considerarla, al igual que los Estratos con Dinosaurios de la región extra andina de Argentina (Campaniano-Maestrichtiano), como la primera secuencia sedimentaria depositada sobre los estratos cretácicos más antiguos, afectados por una primera fase de plegamiento. Este plegamiento sería el mismo que en la cuenca magallánica fue seguido de una sedimentación marina durante el Campaniano Superior y el Maestrichtiano, y c) que el suave plegamiento que afectó a la formación Farellones, sería cronológicamente equivalente al diastrofismo pirenaico. Esto llevó a Klohn (1956, 1960) a inferir una edad terciaria inferior, principalmente eocena para la formación Farellones y en consecuencia a justificar más su idea de una edad cretácica superior, principalmente maestrichtiana, para la infrayacente formación Coya-Machalí, equivalente litoestratigráfico de la formación Viñita. Muñoz Cristi (1960, comunicación oral) y Levi y Aguirre (1960) consideran la formación Farellones de edad cretácica superior, más antigua que Campaniano Superior, en base a que rodados de esta unidad estarían presentes en el conglomerado del Campaniano Superior marino de Algarrobo en la Cordillera de la Costa de la provincia de Valparaíso. Con esta asignación de edad a la formación Farellones, la edad mínima de la infrayacente formación Las Chilcas (=

Abanico = Viñita) quedaría restringida al Cretácico Superior, Precambiano.

En resumen, cualquiera que sea la edad que se acepte como la más probable para la formación Farellones habría que aceptar que la formación Viñita, infrayacente, sería de edad cretácica superior. Esta misma edad se puede inferir para sus equivalentes litoestratigráficos, las formaciones Abanico y Coya-Machalí en la Cordillera de los Andes de Chile central y Las Chilcas en la Cordillera de la Costa.

Los sedimentos fosilíferos de Pichasca, que en opinión de uno de los presentes autores (R. Casamiquela) son muy similares tanto litológicamente como por su contenido de vertebrados fósiles a la unidad que en Argentina se conoce como "Estratos con Dinosaurios", son asignados por el autor mencionado al Maestrichtiano Superior. En consideración a que estos sedimentos representan la parte superior de la formación Viñita en la provincia de Coquimbo, ésta sería la edad mínima de dicha formación. Sin embargo, su edad máxima, o sea, de la base de la formación, aún quedaría sin comprobación por métodos paleontológicos. Casamiquela se inclina a considerar la unidad, de edad maestrichtiana, hasta posiblemente campaniana. Por su disposición discordante sobre la formación Quebrada Marquesa, sólo se puede afirmar que sería postneocomiana superior-aptiana o posiblemente postalbiana, ya que ésta es la edad en parte comprobada por fósiles y en parte inferida, de esta última formación.

La correlación estratigráfica que se ha indicado de la formación Viñita con las formaciones Abanico y Coya-Machalí de la Cordillera de los Andes de Chile central y con la formación Las Chilcas, que ha llevado a considerar estas formaciones como unidades isócronas, es hasta ahora la más aceptable ya que ellas tienen la misma posición estratigráfica relativa dentro de la secuencia general de formaciones en las distintas regiones del país en que se presentan. A excepción de la formación Abanico, que está constituida principalmente por rocas volcánicas, la formación Viñita y restantes, consisten en su mayor parte en rocas sedimentarias clásticas de color rojizo (conglomerados y areniscas, con intercalaciones de lutitas) de origen continental. Estas representan los productos de erosión de las formaciones del Cretácico Inferior y más antiguas, que fueron afectadas por una importante fase orogénica. Después de esta fase de plegamiento, la erosión habría condicionado un rebajamiento del relieve recién formado y la acumulación de los materiales epiclásticos en una extensa región del territorio que pudo haberse conectado, como ambiente depositacional, con el suroeste argentino donde se acumuló una secuencia de similar litología representada por los Estratos con Dinosaurios.

La edad maestrichtiana superior que Casamiquela aquí asigna a los sedimentos de Pichasca y en consecuencia a la parte superior de la formación Viñita es, no obstante la presencia de vertebrados fósiles, deducida indirectamente por comparación del desarrollo litológico y contenido faunístico de esta unidad con los Estratos con Dinosaurios de Argentina, que el autor mencionado conoce en todos sus detalles y que discute en los siguientes capítulos.

CRONOLOGIA DE LA FORMACION VIÑITA

La edad de la formación Viñita ha de ser deducida por un camino indirecto, geopaleontológico, que involucra el análisis previo de los Estratos con Dinosaurios* del lado oriental de la cordillera y su paralelización con la formación en estudio. En el fondo, es la determinación de la exacta ubicación estratigráfica de aquella entidad la que ha de proporcionar la edad buscada, desde que ella condiciona el biocron de los géneros de titanosáuridos (y en cierto modo los quelonios) en juego. Esta aseveración se hace más clara si se recuerda que aquel de la familia Titanosauridae abarca desde el Neojurásico hasta el Neocretácico, y el correspondiente a las tortugas es todavía más amplio.

Desde aquel punto de vista, es decir, petrográfico-sedimentológico y paleontológico, el llegar a la homologación de ambas formaciones es tarea simple; véase por ejemplo la siguiente caracterización de los Estratos con Dinosaurios (*vide* Feruglio, 1949, pp. 247-8): "En conjunto, el área de sedimentación del Chubutense puede representarse como una vasta región llana o poco ondulada, recorrida por corrientes fluviales, sembrada de pantanos y probablemente con algunos pequeños lagos. Los detritos que componen los sedimentos chubutenses son tobas cineríticas, arcilla y limo policromos, arena de cuarzo y calcedonia, rodados de rocas porfíricas y en parte granitoideas".

"Es un hecho digno de consideración que la mayoría de los restos de dinosaurios que he visto en Patagonia consisten en fragmentos de huesos y, que cuando se encuentran huesos enteros, éstos están sueltos y aislados, o a lo sumo asociados en pequeño número... Además, es raro poder dar con porciones de cabeza... De todas estas circunstancias se infiere que los cadáveres de esos reptiles no han quedado enterrados en seguida, sino que han sufrido un transporte bastante largo, durante el cual varias piezas óseas, al descomponerse las partes blandas y los ligamentos, se han separado y han caído al fondo unas tras otras aisladamente, o en pequeño número".

"Confirma esta interpretación la circunstancia de que los huesos que se encuentran *in situ* están siempre incluidos (según mi propia experiencia) en sedimentos de acarreo, o sea, en bancos de areniscas y de conglomerado a veces grosero. No recuerdo haber visto huesos enterrados en arcilla o limo. Todo esto, por lo demás, está perfectamente de acuerdo con el indudable

*O Chubutense, Pehuenche, etc. *auctorum*, denominaciones ya con sentido litológico, ya con sentido cronoestratigráfico, pero todas incorrectas desde el punto de vista nomenclatorio. A falta de una formalmente aceptable, opto entre las más difundidas por aquella que posee una alusión a su contenido en vertebrados fósiles. Para una discusión sobre la nomenclatura *vide* Frenguelli, 1931; Feruglio, 1949; Groeber, 1959.

origen fluvial que revela la mayor parte del Chubutense, sobre todo el superior. Son areniscas y conglomerados en bancos y lentejones irregulares y a menudo estratificación cruzada, que se entrecruzan con arcillas y tufitas”.

“Juntamente con huesos o restos de reptiles y, aún más abundantes que éstos, se encuentran en el Chubutense fragmentos de árboles petrificados que no han sido objeto de estudio histológico. En las tobos verdes he observado en varios puntos impresiones de hojas. Sin embargo, los restos bien conservados son raros... Quiero dejar constancia de que no conozco ejemplares completos de árboles enterrados en el lugar mismo donde vivieron, con excepción de un afloramiento...”.

El mismo Feruglio ha pasado revista al contenido en vertebrados de la formación, los que están representados por dinosaurios saurisquios y ornitisquios y un ofidio, si no se toma en cuenta el elenco típico de las capas denominadas “Senonense lacustre” por Wichmann (= Estratos del Jagüel, etc., *auctorum*), que constituyen una facies subcontinental particular y que incluye diversos vertebrados (*vide infra*).

Entre los dinosaurios, son abrumadoramente mayoritarios los saurópodos del grupo de los titanosáuridos, con los géneros *Titanosaurus*, *Laplatasaurus*, *Macrurosaurus*, *Argyrosaurus* y *Antarctosaurus*, los dos últimos de talla agigantada. A lo significación de las tortugas habré de referirme *infra*.

Las semejanzas geopaleontológicas entre ambas entidades comparadas se hacen todavía mayores si se recuerda el carácter cuprífero que posee la formación Viñita. Casualmente los “Estratos con Dinosaurios” presentan impregnaciones de minerales de cobre en vastas áreas de la provincia de Neuquén (austral), en donde han sido señaladas por Wichmann (1927) y estudiadas desde el punto de vista económico por Fernández Aguilar (1945). Alcanzan allí a la sección superior de la entidad (Capas de Plaza Huincul, *vide infra*).

CARACTERIZACIÓN Y EDAD DE LOS ESTRATOS CON DINOSAURIOS

Los sedimentos continentales reconocidos bajo ese rótulo, o denominaciones equivalentes, se extienden con una faja con escasas y muy breves interrupciones desde el sur de Mendoza por toda la porción extraandina de Neuquén (y oeste de la Pampa), Río Negro, Chubut y Santa Cruz. No es el caso discutir aquí si se trata de una sola y misma formación, que tendría entonces un enorme desarrollo areal, o si, con sentido cronoestratigráfico, corresponde la erección de un piso (Chubutense, Pehuenche, etc., *auctorum*). Con este último carácter —y similar litología— cabe aludir a sus manifestaciones en otras áreas, extrapatagónicas: Jujuy (Bonaparte, comu-

nicación verbal) y el litoral (Entre Ríos, Corrientes) argentino hasta el Uruguay.

Su composición, carácter y espesores en la Patagonia, quedan expresados a través de la ordenación en secciones realizada por diferentes autores. En el área septentrional (Mendoza, Neuquén y Río Negro), sobre la base de las observaciones de Windhausen, Keidel, Wichmann, Stessin, Roll, Herrero Ducloux, Loomis y Baldwin (*vide Feruglio, 1949, p. 240*), se reconocen tres secciones principales; esquemáticamente:

Sección Superior: 730 m;

Capas de Allen: 125 m Arcillas rojo moradas, coronadas por areniscas compactas; a 50 m debajo del techo se presenta una capa calcárea repleta de valvas y moldes de *Corbicula dinosauriorum*, *C. pehuenchensis*, *Viviparus wichmanni*, de dientes de *Ceratodus*, Cocodrilos y placas de tortugas.

Capas de Anacleto: 65 m. Areniscas blandas, en la parte superior con arcillas coloradas.

Capas del Bajo de la Carpa: 70 m.

Capas de Plottier: 25 m. Areniscas arcillosas rojo violáceas.

Capas del Portezuelo: 130 m. Arenisca poco arcillosas, compactas, amarillentas, gris claras, blanquecinas, a veces, verdes y rojizas, que contienen intercalaciones lenticulares arcillosas.

Capas del Cerro Lisandro: 60 m. Arcillas rojas, algo arenosas, con lentejones de areniscas amarillas.

Capas de Plaza Huincul: 250 m. Areniscas amarillentas, resistentes a la erosión, por lo que forman acantilados, con intercalaciones de conglomerado, arcillas rojas y alguna que otra capa de toba litoidea.

Sección Media: 300 m.

Capas de Candeleros: 300 m. Areniscas de grano mediano y grueso, violeta pardas a pardo oscuras, de estratificación cruzada: a la intemperie forman pilares llamados localmente “candeleros”.

En cuanto a la sección inferior, con un espesor atribuido de 550 m, se ha demostrado ahora (Groeber, 1959) que en su mayor parte (Capas del río Pichi Picún Leufú, Capas del Bajo de Ortiz, Capas del río Limay y, parcialmente, Capas de la Bajada Colorada) habían sido incluidas por error en la entidad Estratos con Dinosaurios y que poseen edades diferentes, eocretácica hasta quizás neotriásica (Pichi Picún Leufú, *vide de Ferrariis apud Groeber, op. cit., 79*). Aquel geólogo (*ibid.*) se inclina a incluir la porción restante del grupo de Bajada Colorada, o “facies austral”, en las Capas de Candeleros. De ser todo esto correcto, los Estratos con Dinosaurios en esta área septentrional comprenderían sólo dos secciones en realidad, con una potencia total de 1.000 m.

Un tratamiento mucho más circunstanciado del tema se encontrará en

el trabajo citado de Groeber. Y de este mismo autor, se resumirá la situación en el área restante de la Patagonia.

El pasaje de los Estratos con Dinosaurios de Río Negro a Chubut se hace por distintas zonas, del centro y del este de aquella provincia. Sobre la base de los datos de Ameghino, Frenguelli, Hatcher, Hemer, Keidel, Piatnitzki, Ramaccioni, Slappenbeck, Wichmann, Wilckens y Windhausen fundamentalmente ordenados por Feruglio y Roll; Groeber (*id.*) elabora el siguiente cuadro (Cuadro 1) de correlaciones, que integra a todos los grupos reconocidos entre la región del río Chubut Medio y el sur de la provincia de Santa Cruz.

Es precisamente en esta porción suroccidental de Santa Cruz en que Groeber basa su atribución de una edad fundamentalmente maestrichtiana (en contadas localidades hasta neocampaniana) para los Estratos con Dinosaurios. En los perfiles de los cerros Baguales y Cazador, entre el Lago Argentino y el Seno de Ultima Esperanza, se ubican estratos fundamentalmente marinos, integrantes de una columna que se inicia en el Turoniano superior y, con un hiato que abarca el Santoniano y tal vez parte del Coniaciano (correspondiente a los movimientos intersenonianos), llega hasta el Maestrichtiano (incluido).

En el cerro Cazador aparecen restos de presuntos dinosaurios, asociados con *Holcodiscus hauthali* W., por lo que Groeber les asigna una edad que "puede descender hasta el Campaniano medio superior en la región extrandina..." (*op. cit.*, 26). Los restos de dinosaurios son más conspicuos en el grupo continental Chorrillos (areniscas y arcillas con una potencia de 250-60 m), intercalado en el perfil compuesto del lago Argentino. Groeber (*ibid.*) fija su edad del siguiente modo: "En vista de que el horizonte ammonitífero más alto debe localizarse en el Campanense Superior, el grueso de las areniscas con dinosaurios se ubica en el Maestrichtense Inferior medio".

El análisis de los restantes perfiles conocidos hacia el norte, revela una individualidad creciente de estas capas continentales con dinosaurios (y plantas), que ningún autor vacila en homologar con los Estratos con Dinosaurios de nuestro interés presente. En fin, queda clara igualmente su posición discordante sobre las capas neocomianas.

Groeber ha resumido así toda la cuestión (*id.*, 37): "La superposición anormal de las areniscas con dinosaurios del lago Pueyrredón y del cerro Belgrano en los estratos neocomianos queda confirmada por el mapa de Feruglio (1:2.000.000) por el hecho allí consignado de que, a unos 35 km al norte del lago, las areniscas con dinosaurios se apoyan directamente en la serie de porfiritas y de pórfiros cuarcíferos, no quedando ya rastros de

CUADRO 1

CORRELACIÓN DE LOS GRUPOS FOSILÍFEROS DE RÍO CHUBUT Y SUR DE LA PROVINCIA DE SANTA CRUZ (ARGENTINA)

Río Chubut Medio (sensu lato)	Al sur del río Deseado Medio	Cerro Castillo y Sierra Nevada	Serranía de San Bernardo	Lagos Pueyrredón y Posada
Areniscas coloradas (Lefipán).	Tobas amarillas. Tobas gris-blanquecinas, con pocas intercalaciones arenosas en bancos muy gruesos con fajas limoníticas pardas, amarillas, anaranjadas y castañas. 100-200 m	Tobas amarillas. Tobas amarillentas, blanquecinas y blancas níveas, regularmente consistentes en bancos gruesos con fajas más duras amarillas y pardas. 150-450 m		
Arcilla verdosa con abundantes fósiles marinos. Arenisca amarillenta con <i>Trigonia</i> , etc. (Lefipán).	Arcillas y tobas grises. Arcillas y tobas arcillosas y litoideas grises con algunas fajas delgadas de color níveo, rosado y verdoso, con huesos de dinosaurios y trozos de madera silicificada 150-280 m	Tobas grises. Tobas cineríticas, blandas, de aspecto arcilloso, grises claras y oscuras con alguna faja rosada, roja y violácea; abajo con areniscas verdosas y verdes azuladas. Restos de grandes dinosaurios. 140 m	Arcillas grises y tobas amarillentas. Arcillas tobáceas grises a verdes pálidas, con arenisca incoherente, lentes de ripio; las arcillas grises contienen restos de grandes dinosaurios.	
	Tobas verdes. Tobas litoideas, a veces, silicificadas, a la intemperie blanquecinas y amarillentas; arriba con partes rojas encarnadas y verdes. 200 m	Tobas verdes. Tobas litoideas bien estratificadas, verdes y verdosas, con fajas rojas y violáceas. 350 m	Arcillas y tobas verdes y grises; tobas cineríticas friables y arcillas tobáceas blancas, grises y verde pálidas; algunas tobas litoideas, arenisca tobífera compacta; arcillas grises, verdes.	
Tobas verdes. Tobas verdosas, en parte claras o violáceas y rosadas, con restos de <i>Tharrias feruglioi</i> Bord y <i>Oligopleurax groeberi</i> Bord.			Tobas y pudingas verdes. Tobas litoideas verdes y blancas, asociadas con areniscas, brecha fina y conglomerado alternantes; pudinga verde; tobas grises y verdosas.	Tobas verdes. Tobas cineríticas o brechosas alternantes con areniscas y conglomerados varicolores, sobre todo verdes, arriba rosadas y blanquecinas, muy semejantes a las "tobas verdes" de San Bernardo. 450 m
Areniscas coloradas. Areniscas, conglomerados y tobas varicolores, a menudo verdosas, moradas y rojas.		Tobas coloradas. Tobas finas, terrosas o sublitoideas, rojas, azuladas, gris-verdes, azuladas y blancas; algunos lentes de conglomerados policromos. 150-450		Conglomerados y areniscas rojas y verdes. Bancos de conglomerados cuarzoso, blanquecino, rojizo y verdoso con trozos de madera silicificada, alternantes con areniscas rojas o verdosas y con arcillas o tobas finas rojo-pardas. 150 m

la serie sedimentaria neocomiana hasta titonense. No es posible admitir que las areniscas con dinosaurios hayan sustituido en ese trecho también la parte inferior de la serie marina; ella ha sido destruida, sin asomo de duda, por erosión subaérea antes de la expansión de las "Areniscas con Dinosaurios" o del "Chubutense" homónimo de aquel término".

"Por otro lado, se confirma la desaparición de la parte inferior marina del conjunto senoniano que, bajo la forma de los estratos de la Anita, ha ido perdiendo espesor desde la parte occidental del lago Argentino hasta Kachaiké, destacándose los Estratos con Dinosaurios en el mismo trayecto con caracteres cada vez más pronunciados..."

Y acto seguido concluye para estos estratos terrestres una edad claramente maestrichtiana, "pudiendo tener sus pies en el Campaniano más alto".

En los párrafos transcritos, Groeber hace alusión a la posición de Feruglio, quien estimaba concordantes (y no discordantes) a los estratos neocomianos marinos y las areniscas con dinosaurios en el área del lago Pueyrredón, interpretación que daría a éstas un desarrollo estratigráfico mucho mayor. Para Groeber la sola ausencia "de la mayor parte de los sedimentos del ciclo ándico es prueba suficiente para la existencia del hiatus y de la discordancia" (*Id.*, 36).

La interpretación de Groeber, basada en los perfiles disponibles hasta entonces (1959), acaba, en efecto, de recibir confirmación definitiva a través de un último perfil comunicado por Rossi de García y Camacho (1965; Camacho, 1967), correspondiente a una perforación (Santa Cruz 3) realizada por Y. P. F. en el centro de la cuenca austral. El análisis macro y micropaleontológico revela la presencia de sedimentos maestrichtiano-campanianos directamente sobrepuestos a otros eocenomanianos. Hay que atribuir a los movimientos intersenonianos, ahora precisados fundamentalmente en el Santoniano según vimos, la ausencia del resto de la columna, y por ende, correlacionadamente, es imposible aceptar que ella está representada en áreas vecinas por la porción basal de los Estratos con Dinosaurios, según la idea de Feruglio.

La realidad de los aludidos movimientos y su magnitud se redemuestra en el ámbito septentrional de las manifestaciones de la entidad en estudio.

Según Feruglio (1949, p. 238) "en la parte boreal de Neuquén y en el sur de Mendoza, el complejo marino ándico (titonense-neocomiano) se continúa hacia arriba, con transición paulatina, en una serie de terrenos de origen lagunar en su parte inferior y, luego, francamente continentales, que constituyen la llamada formación del cerro Rayoso, de varios cientos de metros de espesor y que abarca cronológicamente el espacio que va desde el Barremense superior hasta quizás el Turonense inclusive. El límite superior de este complejo está marcado por una superficie de discordan-

cia, producida por los movimientos acaecidos en el Turonense-Senonense inferior (en realidad fundamentalmente en el Santonense) y sobre la cual generalmente se asientan los Estratos con Dinosaurios”.

La porción superior (cf. Groeber *et al.*, 1952) de esta formación del cerro Rayoso en Neuquén fue denominada primero Yeso de Transición por Groeber (para distinguirla del Yeso Principal, que sigue hacia abajo) y más tarde Huitriniano por este mismo autor. A su cúspide, en la región del río Diamante, Mendoza, la denominó Diamantiano (confundida por él y otros autores con los verdaderos Estratos con Dinosaurios por su semejanza litológica; cf. Herrero Ducloux, 1947; Groeber, 1959, p. 138).

La entidad entera se desarrolla entre la mitad septentrional de Neuquén y el río Diamante; por él éste alcanza hasta el meridiano 69°15' y por el oeste el pie de la cordillera. Los Estratos con Dinosaurios en esa área “se disponen discordantemente sobre términos diferentes de los estratos del cerro Rayoso, o del complejo ándico y, hasta sobre terrenos más antiguos, estando limitados hacia arriba por la superficie de transgresión sobre la que descansan las capas marinas de roca (*vide infra*). La discordancia en la base del complejo, ora es muy pronunciada, llegando las capas basales a asentarse sobre terrenos de edad muy diversa..., ora es tan leve que puede pasar inadvertida a un estudio superficial, cosa que ocurre cuando los Estratos con Dinosaurios yacen sobre los Estratos del Cerro Rayoso” (Ferguson, *op. cit.*, p. 240).

EDAD DE LA FORMACIÓN VIÑITA

La formación Viñita (y sus equivalentes) yace en discordancia sobre la formación Quebrada Marquesa, continental, la que a su vez descansa sobre una formación marina, según vimos. Es precisamente a la luz de esta situación estratigráfica, después de un hiato de importancia, que cobran valor los datos paleontológicos utilizables para su datación, según dije al comienzo. Quiero expresar que, desde que los géneros de titanosáuridos (y otros vertebrados) tienen un biocrón que trasciende ampliamente en profundidad la edad asignada a los Estratos con Dinosaurios, un camino de datación directo a través de ellos sería imposible. El indirecto aquí utilizado, parte de la ausencia real de depósitos mesocretácicos (debido a la erosión vinculada con el ascenso intersenoniano) a ambos lados de la cordillera.

Aceptado esto, tales elementos paleontológicos se harían perfectamente válidos para la correlación estratigráfica aun con independencia de las características litológicas y sedimentológicas de las entidades en juego. En el caso presente, según se desprende de todos los datos barajados, su

valor se ve reforzado por este tipo de argumentos de tal manera que es incluso ineludible aceptar la paralelización absoluta de ambas entidades involucradas: Estratos con Dinosaurios, por un lado y formación Viñita, (Abanico) por el otro. Esto significa postular para ésta una edad fundamentalmente maestrichtiana, pero que podría extenderse hasta la parte alta del Campaniano (cf. Klohn, 1960, quien la extendía hasta el Santoniano inclusive).

EDAD DE LA SECCIÓN FOSILÍFERA DE PICHASCA

Para precisar, dentro de la edad asignada a la formación Viñita, los términos exactos en que ha de ubicarse la sección fosilífera en estudio, puede recurrirse a argumentos de índole geológica y paleontológica.

Aquéllos son por un lado la ubicación de la sección en la parte alta de la entidad, según el informe geológico de este mismo trabajo. Por el otro, las mineralizaciones cupríferas, que en los Estratos con Dinosaurios parecen estar localizadas en la parte basal de la sección superior (*vide supra*).

Los argumentos paleontológicos se refieren, esta vez, a la presencia de numerosas placas de caparzones de tortugas de agua dulce en la sección fosilífera de la formación Viñita. Como he dicho, la presencia de tortugas no es por sí sola indicadora de edad, en especial si se tiene presente que no existe para estos restos determinación segura. Sin embargo, ellos adquieren valor estratigráfico (relativo) si se recuerda que en los Estratos con Dinosaurios son típicas de las capas conocidas como “Senonense lacustre” o Estratos del Jaguel o Estratos de Allen, de edad neomaestrichtiana. Personalmente, he recogido placas de tortugas en areniscas rojizas, netamente continentales, de esa misma edad, aflorantes en la región de la Balsa de Las Perlas, en el ángulo noroeste de Río Negro. Puede aceptarse así una *prima facie* que su presencia indica Maestrichtiano superior (cf. Huene, 1929).

Las capas “lacustres” (*sensu* Wichmann; *vide* discusión in Groeber, 1959, Casamiquela, MS) se depositaron como una facies subcontinental de aguas salobres, que pasaban a dulces hacia el interior y a saladas hacia el mar abierto, de la transgresión maestrichtiana superior con que se cierra el Mesozoico en el norte de la Patagonia. Es el Roca I o Roca Viejo *auctorum* (incluido Groeber, salvo en sus últimos trabajos). En mi opinión personal (MS) la transgresión Rocanense de Roca *auctorum*, o Roca II, de edad probadamente daniana (eopaleocena cf. Bertels, 1964), no es otra cosa que la continuación, en determinadas áreas, de la transgresión neomaestrichtiana.

En cuanto a los sedimentos subcontinentales aludidos, que corresponden a ésta, encierran en todas partes (desde el norte de Neuquén hasta el centro y este de Río Negro por lo menos), aparte de un rico elenco de invertebrados de aguas salobres y dulces, restos de troncos y otros fósiles vegetales (fructificaciones de caráceas), etc., y de numerosos restos de tortugas de agua dulce, igualmente dientes de peces pulmonados, vértebras y otros elementos de peces en general, dientes y otros restos de cocodrilos, coprolitos y aun aves lacertiformes (colección propia), presiosaurios y dinosaurios. Entre éstos he exhumado personalmente y estudiado un conspicuo representante de los Hadrosaurinae (ornitisquio ornitópodo).

De un modo u otro, ninguno de estos vertebrados indica edad con mayor aproximación que Senoniano-Maestrichtiano. Para establecer la correspondiente a dichas capas, y a las facies propiamente continental contemporánea de los Estratos con Dinosaurios, es necesario remitirse a la transgresión maestrichtiana final aludida, la que deposita sus sedimentos sobre ellas sin que medie una fase erosiva. (A la inversa, la presencia de tal fase erosiva es la que permite separar en el terreno a ésta de la transgresión daniana).

Según todos los argumentos utilizados, pues, me inclino a aceptar una edad neomaestrichtiana también para la sección fosilífera del área de Pichasca, que representa la parte superior de la formación Viñita.

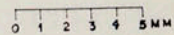
ABSTRACT

The occurrence of dinosaur bones in Chile is here reported for the first time. The vertebrate remnants were found in the upper part of a continental volcanic and clastic sedimentary unit (Viñita formation) exposed in the east central part of the Coquimbo province. The fossiliferous section is located within the Pichasca area, at approximately 40 km north-east of the city of Ovalle. This discovery provides important information for dating the Viñita formation and its litho-stratigraphic equivalents (Abanico and Las Chilcas formations) in Central Chile.

The vertebrate remnants occur together with abundant fossil trunks and leaves. They correspond to bone fragments of several individuals which might represent different forms; all of them belong to titanosaurid dinosaurs (sauropods). Among them, a fragment of a humerus has been identified as *Antarctosaurus* cf. *wichmannianus* Huene, and a portion of scapulo-coracoides as titanosaurid indet. Plate fragments of turtle's caparaces also occur associated with the bones.

The Viñita formation, and its litho-stratigraphic equivalents (Abanico and Las Chilcas formations) had so far been assigned to the Late Cretaceous, without specification as to the age within that Epoch. On the basis of its paleontological content, lithologic characteristics and stratigraphic relationships, the unit is interpreted as equivalent to the Estratos con Dinosaurios of Argentina, of maestrichtian and probably late campanian age; therefore a late maestrichtian age is here assigned to the upper, fossiliferous, part of the Viñita formation at Pichasca. The litho-stratigraphic equivalents of this unit, the Abanico and Las Chilcas formations, could in consequence tentatively be considered of maestrichtian age.

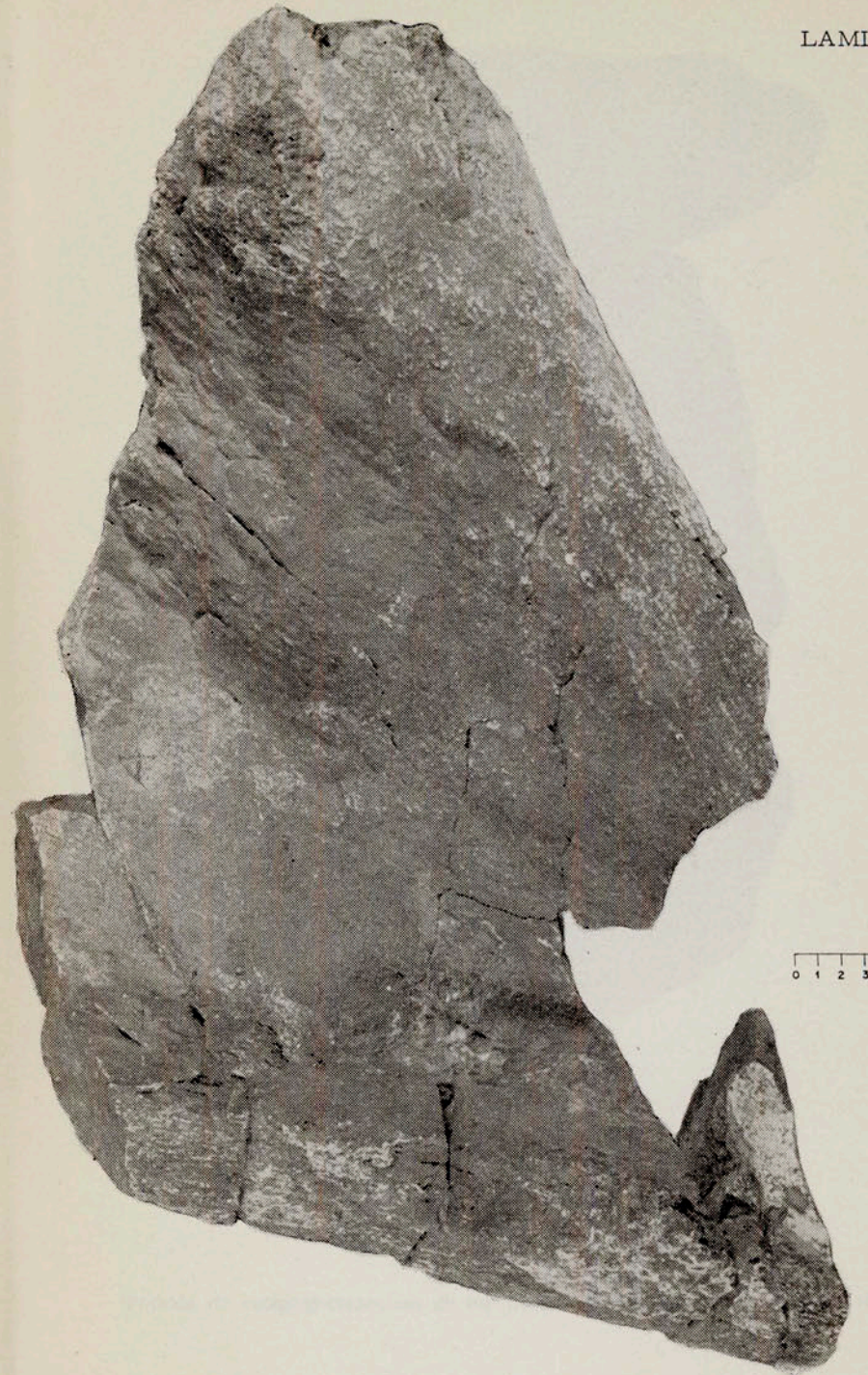
- AGUIRRE, LUIS, 1960. *Geología de los Andes de Chile Central; provincia de Aconcagua*. Santiago, Inst. Invest. Geol., Bol. N° 9.
- AGUIRRE, LUIS y THOMAS, HERBERT, 1954. *El contacto discordante entre las formaciones cretácicas Quebrada Marquesa y Viñita en la provincia de Coquimbo*. Santiago, Inst. Invest. Geol., Apartado N° 22.
- AGUIRRE, LUIS y EGERT, ERNESTO, 1965. *Cuadrángulo Quebrada Marquesa, provincia de Coquimbo*. Santiago, Inst. Invest. Geol., Carta Geol. Chile, N° 15.
- BERTEL, A., 1964. *Micropaleontología del Paleoceno de General Roca (Provincia de Río Negro)*. Rev. Mus. La Plata, tomo IV, Paleont., N° 23.
- CAMACHO, H. H., 1967. *Las transgresiones del Cretácico Superior y Terciario de la Argentina*. Rev. Asoc. Geol. Arg., tomo XXII, N° 4.
- CASAMIQUELA, R. M. (MS). *La presencia en Chile de Aristonectes Cabrera (Plesiosauria), del Maestrichtense del Chubut, Argentina*. Edad y carácter de la transgresión "Rocanense".
- DEDIÓS, PEDRO, 1967. *Cuadrángulo Vicuña, provincia de Coquimbo*. Santiago, Ins. Invest. Geol., Carta Geol. Chile, N° 16.
- FERNÁNDEZ AGUILAR, R., 1945. *Los yacimientos de areniscas cupríferas del Neuquén*. Buenos Aires, Bol. Direc. Minas, Geol. Hidrol., N° 58.
- FERUGLIO, E., 1949. *Descripción geológica de la Patagonia*, tomo II. Buenos Aires, Direc. Gen. Yac. Petrol. Fiscales.
- FRENGUELLI, J., 1931. *Nomenclatura estratigráfica patagónica*. An. Soc. Cient. Santa Fe, tomo III.
- GROEBER, P. F. C. et al., 1952 (1953). *Mesozoico*. Geografía de la República Argentina, tomo II, 1ª parte. Buenos Aires, Soc. Arg. Est. Geogr. GAEA.
- GROEBER, P. F. C., 1959. *Supracretácico*. Geografía de la República Argentina, tomo II, 2ª parte. Buenos Aires, Soc. Arg. Est. Geogr. GAEA.
- HERRERO DUCLOUX, A., 1947. *Los depósitos terrestres del Cretácico Medio y Superior del Neuquén y sur de Mendoza*. Buenos Aires, Bol. Infor. Petrol., tomo XXIV, N° 271.
- HUENE, F., 1929. *Los saurisquios y ornitiscuios del Cretácico argentino*. An. Mus. La Plata, 2ª serie, tomo III.
- KLOHN, CARLOS, 1954. *Informe geológico mímico regional sobre la Cordillera de los Andes de las provincias de O'Higgins, Colchagua y Curicó*. Santiago, Corporación de Fomento de la Producción, informe inédito.
- 1956. *Estado actual del estudio geológico de la formación porfírtica*. Santiago, Rev. Minerale, N° 55.
- 1960. *Geología de la Cordillera de los Andes de Chile Central, provincia de Santiago, O'Higgins, Colchagua y Curicó*. Santiago, Ins. Invest. Geol., Bol. N° 8.
- LEVI, BEATRIZ y AGUIRRE, LUIS, 1960. *El Conglomerado de Algarrobo y su relación con las formaciones del Cretácico Superior de Chile Central*. Santiago, Inst. Invest. Geol., Apartado N° 17.
- LYDEKKER, R., 1893. *The dinosaurs of Patagonia*. An. Mus. La Plata, Paleont. Argentina, tomo II.
- ROSSI DE GARCIA, E. y CAMACHO, H. H., 1965. *Descripción de fósiles procedentes de una perforación efectuada en la provincia de Santa Cruz (Argentina)*. Ameghiniana, Rev. Asoc. Paleont. Arg., tomo IV, N° 3.
- THOMAS, HERBERT, 1967. *Geología de la Hoja Ovalle, provincia de Coquimbo, Santiago*. Inst. Invest. Geol., Bol. N° 23.
- 1968. *Geología de la Hoja Illapel, provincia de Coquimbo, Santiago*. Inst. Invest. Geol., Bol. en preparación.
- WICHMANN, R., 1927. *Resultados de un viaje de estudios geológicos en los territorios de Río Negro y Chubut efectuados durante los meses de enero hasta junio del año 1923*. Buenos Aires, Publ. Dir. Gen. Min. Geol. Hidrol., N° 33.



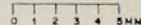
Porción proximal de húmero derecho de *Antarctosaurus* cf. *wichmannianus*. Vista superior.



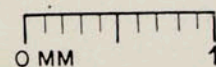
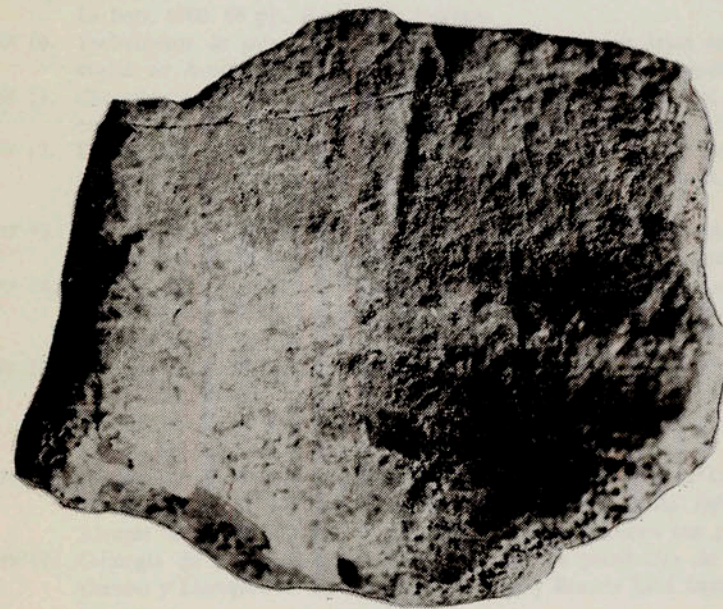
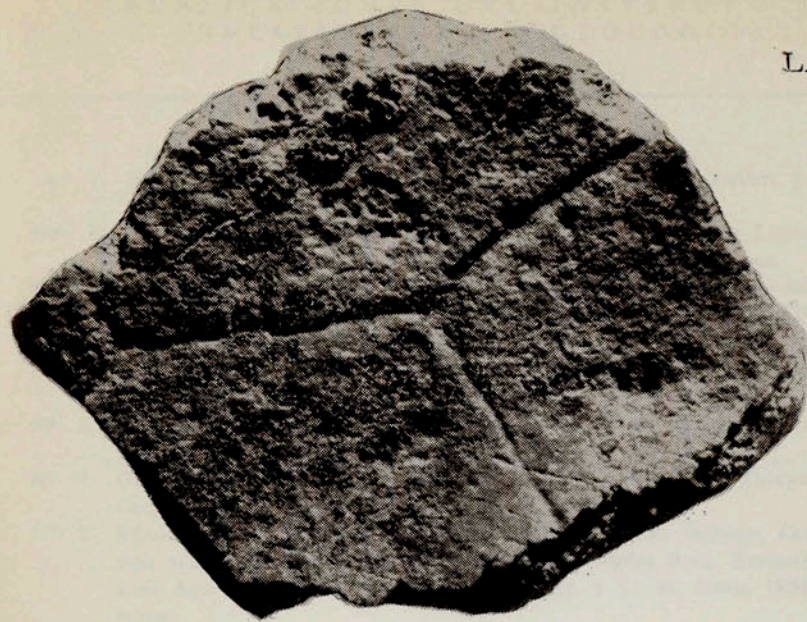
Porción proximal de húmero derecho de *Antarcosaurus* cf. *wichmannianus*. Vista posterior.



Porción proximal de húmero derecho de *Antarcosaurus* cf. *wichmannianus*. Vista anterior



Porción de escápulo-coracoides de un titanosáurido indeterminado. Vista anterior.



Porción de placa de caparazón de tortuga; fig. 1, del mismo ejemplar; fig. 2, vista interna.

BOLETINES

- Nº 1. El agua subterránea de Santiago, Informe Preliminar. Robert J. Dingman y Lorenzo Barraza. 1958. 13 pp., 2 tablas, 1 plano.
- *Nº 2. Geología de la Cordillera de la Costa entre el Valle de La Ligua y la Cuesta de Barriga. Herbert Thomas, 1958. 86 pp., 1 cuadro, 2 mapas.
- *Nº 3. El Titoniano del Río Leñas, Prov. de O'Higgins. Con una revisión del Titoniano y Neocomiano de la parte chilena del Geosinclinal Andino. José Corvalán Díaz, 1959. 65 pp., 8 grabados y 7 láminas.
- Nº 4. Investigaciones gravimétricas en la región de Chillán. Cinna Lomnitz, 1959. 19 pp., 2 mapas, 2 gráficos.
- Nº 5. El agua subterránea en el norte de la Pampa del Tamarugal. Octavio Castillo Urrutia, 1960. 107 pp., 3 cuadros, 14 gráficos.
- Nº 6. Observaciones geológicas en la Cordillera de la Costa de Tarapacá. Giovanni Cecioni y Floreal García, 1960. 28 pp., 2 gráficos.
- Nº 7. Edades plomo-alfa y marco estratigráfico de granitos chilenos, Con una discusión acerca de su relación con la orogénesis. Carlos Ruiz, Kenneth Segerstrom, Luis Aguirre, José Corvalán, H. J. Rose Jr. y T. W. Stern, 1960. 36 pp., un mapa.
- Nº 8. Geología de la Cordillera de los Andes de Chile Central, Provincias de Santiago, O'Higgins, Colchagua y Curicó. Carlos Klohn Giehm, 1960. 95 pp., 3 gráficos, 1 mapa.
- Nº 9. Geología de los Andes de Chile Central, Provincia de Aconcagua. Luis Aguirre Le-Bert, 1960. 68 pp., 6 gráficos, 1 mapa.
- Nº 10. Yacimientos de cobre tipo manto, Su distribución en fajas mineralizadas, Provincia de Aconcagua. William D. Carter, 1961. 30 pp., 6 gráficos.
- Nº 11. Contribución de la Corporación de Fomento al desarrollo del agua subterránea en Chile. Jaime Donoso Rojas y Robert J. Dingman, 1962. 43 pp., 2 grabados.
- Nº 12. Edades radiométricas y petrografía de granitos chilenos, Muestras Chile 13 a Chile 36. Beatriz Levi, Sonia Mehech y Fernando Munizaga, 1963. 42 pp., 5 grabados.
- Nº 13. Investigaciones de geología aplicada a la ingeniería, Provincia de Concepción. Carlos Galli Olivier y Richard W. Lemke, 1963. 82 pp., 10 grabados.
- Nº 14. Geología de los distritos mineros Checo de Cobre, Pampa Larga y Cabeza de Vaca, Provincia de Atacama. Raymond L. Parker, Raúl Salas O. y Gabriel Pérez R., 1963. 46 pp., 12 grabados y 1 mapa.
- Nº 15. El agua subterránea de Santiago, Segundo Informe 1958-1962. Octavio Castillo Urrutia, Eduardo Falcón Moreno, William W. Doyel y Manuel Valenzuela Muñoz (Con un apéndice sobre calidad química del agua, por Hernán Cusi-canqui Ribera), 1963. 65 pp., 5 planos, 16 figs., 11 tablas.
- Nº 16. El suelo de fundación de Valparaíso y Viña del Mar. Kurt Grimme y Leonardo Alvarez Sch. Geología del área Valparaíso y Viña del Mar. Leonardo Alvarez Sch., 1964. 58 pp., 8 grabados, 4 mapas, 1 anexo con perfiles litológicos.
- Nº 17. Geología de la Cordillera de los Andes de las provincias de Cautín, Valdivia, Osorno y Llanquihue. Luis Aguirre Le-Bert y Beatriz Levi Dresner, 1964. 37 pp., 2 mapas.

*Publicación agotada.

- Nº 18. Exploración de minerales radiactivos en Chile, Primera Parte, Provincias de Tarapacá y Antofagasta. Paul H. Knowles, William A. Bowes, Mario Serrano C., Erik Klohn H., Rodolfo Gruenwald S. y Aldo Moraga B., 1964. 78 pp., 7 mapas, 11 bosquejos geológicos.
- Nº 19. Reconocimiento geológico en las provincias de Llanquihue y Chiloé. Beatriz Levi D., Adela Aguilar M. y Ricardo Fuenzalida P., 1966. 45 pp., 1 grabado, 1 bosquejo geológico, 5 láminas.
- Nº 20. Efectos del sismo de marzo de 1965, Provincias de Aconcagua y Valparaíso. Nelson Aliste Torres, Aldo Moraga Brito y Leonardo Alvarez Schultz, 1966. 72 pp., 1 tabla, 16 figuras, 63 fotografías.
- Nº 21. Geología y recursos minerales del departamento de Arica. R. Salas O., René F. Kast, Francisco Montecinos e Iván Salas Y. 1966. 114 pp., 19 figuras, 7 tablas, 9 fotografías, 1 mapa.
- Nº 22. Exploración de minerales radiactivos en Chile, Segunda Parte, Provincias de Atacama y Coquimbo. William A. Bowes, Paul H. Knowles, Mario Serrano C., Erik Klohn H., Rodolfo Gruenwald S. y Aldo Moraga B., 1966, 83 pp., 6 mapas. 3 bosquejos geológicos.
- Nº 23. Geología de la hoja Ovalle. Provincia de Coquimbo. Herbert Thomas Bohnhorst, 1967. 54 pp., 1 figura, 1 mapa.
- Nº 24. Geología de las hojas Copiapó y Ojos del Salado, provincia de Tarapacá. Kenneth Segerstrom, 1968. 58 pp. 2 figuras, 1 mapa.

MANUALES

- Nº 1. Fósiles guías chilenos, Titoniano-Neocomiano. José Corvalán D. y Ernesto Pérez D., 1958. 48 pp., 16 láminas.
- Publicación agotada.

ESTUDIOS GEOTECNICOS

- Nº 1. El suelo de fundación de Valdivia. Rolando Barozzi y Richard W. Lemke, 1966.
- Nº 2. El suelo de fundación de Concepción. Carlos Galli Olivier y Richard W. Lemke, 1967.

PUBLICACIONES ESPECIALES

- Informe geológico del distrito minero de Punta del Cobre. Francisco J. Ortiz O., Roberto Araya A., Francisco Franquesa R., Aldo Moraga B. y Marcos Zentilli van K., 1966. 4 tomos.
- Estudio geológico del distrito cuprífero de Talcuna. Federico Peebles L., 1966. 110 p., 21 mapas, 5 láminas y 1 tabla.

Estas publicaciones se pueden obtener en el Instituto: Agustinas 785, 5º piso, Casilla 10465. Santiago, Chile

APARTADOS

(Tirada reducida)

- Nº 1. Galli O., C., 1956.
Nota sobre el hallazgo del Paleozoico Superior en la provincia de Tarapacá. *Revista Minerale*, Año XI, N.os 53-54, pp. 30-31, Santiago de Chile.
- Nº 2. Klohn G., C., 1956.
Estado actual del estudio geológico de la "Formación Porfirítica". *Revista Minerale*, Año XI, Nº 55, pp. 49-60, Santiago de Chile.

- Nº 3. Corvalán D., J., 1956.
Über Marine Sedimente des Tithon und Neocom der Gegend von Santiago. *Geologischen Rundschau*, Band 45, Heft 3, pp. 919-926, Stuttgart, Alemania.
- Nº 4. Galli O., C., 1957.
Las formaciones geológicas en el borde occidental de la Puna de Atacama, Sector de Pica, Tarapacá. *Revista Minerale*, Año XII, Nº 56, pp. 14-26, Santiago de Chile.
- Nº 5. Aliste T., N.; Pérez d'A., E. y Carter, W. D., 1960.
Definición y edad de la formación Patagua, provincia de Aconcagua, Chile. *Revista Minerale*, Año XV, Nº 71, pp. 40-51, Santiago de Chile.
- Nº 6. Carter, W. D., 1960.
Origin of "Manto-Type" copper deposits of the Cabildo mining district, Central Chile. *Reports XXI International Geological Congress*, Part XVI, pp. 17-28, Copenhagen, Dinamarca.
- Nº 7. Segerstrom, Kenneth, 1960.
Structural geology of an area east of Copiapó, Atacama Province, Chile. *Reports XXI International Geological Congress*, Part XVIII, pp. 14-20, Copenhagen, Dinamarca.
- Nº 8. Dediós A., P., 1961.
Fluorita en la región de Paihuano, provincia de Coquimbo. *Revista Minerale*, Año XVI, Nº 73, pp. 23-32, Santiago de Chile.
- Nº 9. Pérez d'A., E. y Levi de Valenzuela, B., 1961.
Relación estratigráfica entre la formación Moctezuma y el granito subyacente, Calama, provincia de Antofagasta. *Revista Minerale*, Año XVI, Nº 74, pp. 39-48, Santiago de Chile.
- Nº 10. Ruiz F., C., Aguirre L-B., L., Corvalán D., J., Rose, H. J., Segerstrom Kenneth and Stern, T. W., 1961.
Ages of Batholithic Intrusions of Northern and Central Chile. *Geological Society of America Bulletin*, v. 72, pp. 1551-1559, EE. UU.
- Nº 11. Ruiz F., C., 1961.
Exploración por métodos geofísicos, aéreos y terrestres de las anomalías ubicadas en la región de cerro Chañar-Boquerón, con una discusión sobre las génesis de los yacimientos de hierro de Atacama. *Revista Minerale*, Año XVI, Nº 75, pp. 23-30, Santiago de Chile.
- Nº 12. Ruiz F., C. and Saint-Amand, Pierre, ed., 1961.
Observations concerning the Chilean earthquakes of May 1960. *Reports XXI International Geological Congress*, Part XXVI, pp. 116-133, Copenhagen, Dinamarca.
- Nº 13. Aguirre L-B. y Egert R., E., 1962.
Las formaciones manganíferas de la región de quebrada Marquesa, provincia de Coquimbo. *Revista Minerale*, Año XVIII, Nº 76, pp. 25-37, Santiago de Chile.
- Nº 14. Ruiz F., C. and Ericksen, G. E., 1962.
Metallogenetic provinces of Chile, S. A. *Economic Geology*, v. 57, pp. 91-106, EE. UU.
- Nº 15. Segerstrom, Kenneth, 1962.
Geología de la Precordillera de Copiapó. *Revista Minerale*, Año XVII, Nº 76, pp. 11-16, Santiago de Chile.
- Nº 16. García A., F., Pérez d'A., E. y Ceballos S., E., 1962.
El Ordovícico de Aguada de la Perdiz, Puna de Atacama, provincia de Antofagasta. *Revista Minerale*, Año XVII, Nº 77, pp. 52-61, Santiago de Chile.

- Nº 17. Levi de Valenzuela, B. y Aguirre L-B., L., 1960.
El conglomerado de Algarrobo y su relación con las formaciones del Cretácico Superior de Chile Central. *Anales de las Primeras Jornadas Geológicas Argentinas*. T. II, pp. 417-431, Buenos Aires, Argentina.
- Nº 18. Segerstrom, Kenneth, 1962.
Regional geology of the Chañarcillo silver mining district and adjacent areas, Chile. *Economic Geology*, v. 57, pp. 1247-1261, EE. UU.
- Nº 19. Segerstrom, Kenneth, 1962.
Paisaje maduro que se extiende al sur de la Pampa del norte de Chile y su relación con depósitos minerales. *Revista Minerale*s, Año XVII, Nº 79, pp. 46-53, Santiago de Chile.
- Nº 20. Segerstrom, Kenneth, 1963.
Matureland of Northern Chile and its relationship to ore deposits. *Geological Society of America Bulletin*, v. 74, pp. 513-518, EE. UU.
- Nº 21. Segerstrom, Kenneth, 1964.
Quaternary geology of Chile: Brief Outline. *Geological Society of America Bulletin*, v. 75, pp. 157-169, EE. UU.
- Nº 22. Aguirre L-B., Luis y Thomas B., H., 1964.
El contacto discordante entre las formaciones cretácicas Quebrada Marquesa y Viñita en la provincia de Coquimbo. *Revista Minerale*s, Año XIX, Nº 84, pp. 30-37, Santiago de Chile.
- Nº 23. Mehech N., S. y Corvalán D., J., 1964.
Undulatory extinction in quartz grains of some Chilean granitic rocks of different ages. *Geological Society of America Bulletin*, v. 75, pp. 363-366, EE. UU.
- Nº 24. Aguirre L-B., Luis y Mehech N., S., 1964.
Stratigraphy and mineralogy of the manganese sedimentary deposits of Coquimbo province, Chile. *Economic Geology*, v. 59, pp. 428-442, EE. UU.
- Nº 25. Levi D., B. y Corvalán D., J., 1964.
Metamorfismo regional en las rocas volcánicas del Geosinclinal Andino. *Revista Minerale*s, Año XIX, Nº 86, pp. 6-15, Santiago de Chile.
- Nº 26. Ruiz F., C., 1965.
Distribución y origen de la mineralización en Chile. *Revista Minerale*s. Año XX, Nº 90, pp. 46-54, Santiago de Chile.
- Nº 27. Carter, W. D. y Aguirre L-B., L., 1965.
Structural geology of Aconcagua province and its relationship to the Central valley grabben, Chile. *Geological Society of America Bulletin*, v. 76, pp. 651-664, EE.UU.
- Nº 28. Carter, W. D. y Aliste T., N., 1964.
Paleo-channels at the Guayacán copper mine, Cabildo district, Aconcagua province, Chile. *Economic Geology*, v. 59, pp. 1283-1292, EE. UU.
- Nº 29. Galli O., C y Sánchez R., J., 1963.
Effects of the earthquakes of May 1960 in Concepción and vicinity. *Bulletin Seismological Society of America*, v. 53, pp. 1281-1297, EE. UU.
- Nº 30. Galli O., C. y Sánchez R., J., 1963.
Relation between the geology and the effects of the earthquakes of May 1960 in the city of Ancud and vicinity, Chiloé. *Bulletin Seismological Society of America*, v. 53, pp. 1273-1280, EE. UU.
- Nº 31. Galli O., C. y Sánchez R., J., 1963.
Relation between geology and the effects of the earthquakes of May 1960 in the city of Castro and vicinity, Chiloé. *Bulletin Seismological Society of America*, v. 52, pp. 1263-1271, EE. UU.
- Nº 32. Silva R., L., 1966.
La geofísica como herramienta de prospección minera. *Revista Minerale*s, Año 21, Nº 93, pp. 19-23, Santiago de Chile.
- Nº 33. Alvarez Sch., L., 1966.
Reconocimiento geológico de la región del cerro El Plomo. *Revista Minerale*s, Año 21, Nº 94, pp. 15-21, Santiago de Chile.
- Nº 34. Ruiz F., C., 1966.
Metalliferous deposits of Chile. *Communications Scientifiques présentees a la Commission de la Carte Geologique du Monde*, XXII Congres Geologique International India, 1964, pp. 143-147, Paris.
- Nº 35. Sánchez, Joaquín y Cassidy, William, 1966.
A previously undescribed meteorite crater in Chile. *Journal of Geophysical Research*, v. 71, Nº 20, pp. 4891-4895, EE. UU.
- Nº 36. Segerstrom, Kenneth, 1967.
Geology and ore deposits of Central Atacama Province, Chile. *Geological Society of America Bulletin*, v. 78, pp. 305-318, EE. UU.
- Nº 37. Ruiz F., C., 1967.
Discusión sobre el origen de los yacimientos de hierro. *Minerale*s, Año 22, N.os 96-97, pp. 9-22, Santiago de Chile.
- Nº 38. Segerstrom, Kenneth, 1967.
Mapa geológico de una franja transversal de la provincia de Atacama y guía geológica referido al camino carretero. *Minerale*s, Año 22, N.os 96-97, pp. 57-72, Santiago de Chile.
- Nº 39. Aguirre L. B., L., 1967.
Geología de las Islas Choros y Damas y de Punta Choros, provincia de Coquimbo. *Minerale*s, Año 22, N.os 96-97, pp. 73-83, Santiago de Chile.
- Nº 40. Ortiz O., F., 1967. Exploraciones en el yacimiento de hierro de Boquerón-Chañar, provincia de Atacama. *Minerale*s, Año 22, Nº 98, pp. 60-87, Santiago de Chile.