

Observaciones Geológicas en la Cordillera de la Costa de Tarapacá

Giovanni Cecioni y Floreal García

Instituto de Investigaciones Geológicas

Chile

Boletín N.º 6

1960

PUBLICACIONES DEL INSTITUTO DE
INVESTIGACIONES GEOLOGICAS

CARTA GEOLOGICA DE CHILE

- Vol. I, Nº 1. Cuadrángulo Los Loros, Prov. de Atacama, Kenneth Segerstrom, 1959. 36 pp., 2 gráficos, 1 mapa a escala 1:50.000. E° 2,00.
- Vol. I, Nº 2. Cuadrángulo Cerrillos. Prov. de Atacama. Kenneth Segerstrom y R. L. Parker. 1959. 36 pp., 1 mapa a escala 1:50.000. E° 2,00.
- Vol. II, Nº 1. Cuadrángulo Quebrada Paipote. Prov. de Atacama. Kenneth Segerstrom, 1960. 35 pp., 1 gráfico, 1 mapa a escala 1:50.000. E° 2,00.

BOLETINES

- Nº 1. El Agua Subterránea de Santiago (Informe Preliminar). Robert J. Dingman y Lorenzo Barraza S. 1958. 13 pp., 2 tablas, 1 plano. E° 0,50.
- Nº 2. Geología de la Cordillera de la Costa entre el Valle de La Ligua y la Cuesta de Barriga. Herbert Thomas B. 1958. 86 pp., 1 cuadro, 2 mapas. E° 2,00.
- Nº 3. El Titoniano de Río Leñas (con una revisión del Titoniano y Neocomiano en la parte chilena del Geosinclinal Andino). José Corvalán D. 1959. 65 pp., 8 grabados y 7 láminas. E° 1,65.
- Nº 4. Investigaciones gravimétricas en la región de Chillán. Cinna Lomnitz. 1959. 19 pp., 2 mapas, 2 gráficos. E° 0,65.
- Nº 5. El agua subterránea en el norte de la Pampa del Tamarugal. Octavio Castillo Urrutia. 1960. 107 pp., 3 cuadros, 14 gráficos. E° 2,50.
- Nº 6. Observaciones geológicas en la Cordillera de la Costa de Tarapacá. Giovanni Cecioni y Floreal García. 1960. 28 pp., 2 gráficos. E° 2,00.

MANUALES

- Nº 1. Fósiles Gufas Chilenos (Titoniano-Neocomiano). José Corvalán D. y Ernesto Pérez D. 1958. 48 pp., 16 láminas. E° 0,65.

Estas publicaciones se pueden obtener en el Instituto: Agustinas 785, 5º piso, Casilla 10463, Santiago, Chile

Observaciones Geológicas en la Cordillera de la Costa de Tarapacá

Giovanni Cecioni y Floreal García

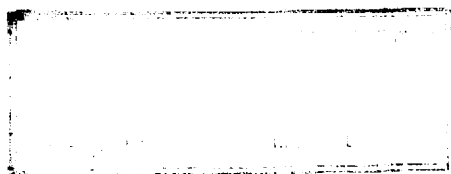
Instituto de Investigaciones Geológicas

Chile

Publicado con autorización de la Empresa Nacional
de Petróleo, ENAP

Boletín N.º 6

1960



Instituto de Investigaciones Geológicas

formado por

CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION

y

DEPARTAMENTO DEL COBRE

AGUSTINAS 785 - CASILLA 10465 - SANTIAGO DE CHILE

CARLOS RUIZ FULLER

DIRECTOR

© Instituto de Investigaciones Geológicas 1960
Inscripción N° 22163

Prensas de
Editorial Universitaria, S. A.
Ricardo Santa Cruz 747
Santiago de Chile

Impreso en Chile

Printed in Chile

INDICE

RESUMEN	5
INTRODUCCION	6
ESTRATIGRAFIA	9
A) Area al sur de Iquique	9
B) Area al sur-este de Iquique	12
C) Area de Negreiros	12
D) Area comprendida entre Quebrada Tiliviche y Arica	15
LA DIORITA ANDINA	22
ESTRUCTURA	23
LAS DISCORDANCIAS Y LA OROGENESIS NEVADIANA	24
ABSTRACT	27
REFERENCIAS	28

ILUSTRACIONES FUERA DE TEXTO:

Mapa de la región estudiada.

Cuadro de correlaciones estratigráficas de las formaciones jurásicas y cretácicas presentes en la cordillera de la costa entre Iquique y Arica.

RESUMEN

La Cordillera de la Costa de la provincia de Tarapacá está constituida principalmente por rocas estratificadas de edad jurásica (Bajociano, Caloviano y Oxfordiano) que muestran una amplia variación en litología y en espesor. También se presentan rocas cretácicas, pero con una distribución areal mucho más limitada. El espesor de las rocas jurásicas varía, aproximadamente, entre 3.000 y 5.000 metros; el espesor total de las rocas cretácicas es, probablemente, superior a 3.000 metros. Las rocas sedimentarias, de origen continental y marino, consisten principalmente en brechas, areniscas, lutitas, calizas y tobos y lavas volcánicas. En algunas áreas, las rocas jurásicas muestran un desarrollo importante de brechas y de estructuras de arrastre, que se atribuyen a la acción de corrientes de turbidez.

Se han estudiado varias secciones de rocas jurásicas y cretácicas y como resultado se describen nuevas formaciones en cuatro áreas, a saber: 1) Área al sur de Iquique; 2) Área al sureste de Iquique; 3) Área de Negreiros, y 4) Área ubicada entre Quebrada Tiliviche y Arica. Las rocas jurásicas del área ubicada al sur de Iquique fueron subdivididas, de más antiguas a más jóvenes, en las siguientes formaciones: 1) Caleta Lígate; 2) Punta Barrancos; 3) Caleta Santiago, y 4) Playa Los Verdes. El área ubicada al sureste de Iquique está constituida por la formación El Godo. Las rocas del área de Negreiros se dividen en las formaciones Aguada, Negreiros y Agua Santa. Las rocas del área ubicada entre Quebrada Tiliviche y Arica fueron divididas en las formaciones Cuya, Chiza, El Morro y los Tarrós, de edad jurásica, y las formaciones Atajaña, Blanco y Suca, de edad cretácica.

Las rocas sedimentarias están plegadas y falladas. Los pliegues que afectan a las rocas jurásicas muestran rumbo norte, mientras que aquéllos que afectan a las rocas cretácicas muestran rumbo este. Los autores expresan la opinión de que entre el Oxfordiano superior y el Neocomiano más inferior ocurrieron movimientos orogénicos y que esta etapa orogénica podría correlacionarse con la orogénesis Nevadiana.

En la región afloran numerosos batolitos y plutones de diorita y granodiorita que se correlacionan con las intrusiones designadas en Chile con con el nombre genérico de Diorita Andina. Se estima que, al menos, parte de las masas ígneas intruyeron durante una fase tardía de la orogénesis Nevadiana y que la erosión subsiguiente proporcionó los rodados graníticos que se encuentra en los conglomerados basales del Cretácico.

INTRODUCCION

Tres unidades morfológicas bien definidas se presentan entre Iquique y Arica. Enumeradas de occidente a oriente ellas son: la Cordillera de la Costa, la Pampa y la Cordillera de los Andes.

La última unidad se caracteriza por la presencia de unos pocos volcanes activos. Los conocimientos geológicos correspondientes a esta área son todavía bastante escasos. Tavera (informe inédito, *vide* una carta de J. Muñoz Cristi) ha indicado la presencia de ammonites oxfordianos-kimmeridgianos (*Perisphinctes andium* Steinman, *P. roubianus* Fontan.) en las quebradas de Piscala y Maní, que se encuentran en la pendiente occidental más austral de la Cordillera de los Andes de esta provincia. Galli (1957) puso en evidencia la presencia de sedimentos del Liás y del Carbonífero superior en el pie occidental de los Andes al oriente de Iquique.

La Pampa se encuentra aproximadamente a 1.000 m. sobre el nivel del mar; carece en general de drenaje y en muchas partes está cubierta por una costra salina. En algunos lugares se encuentran tamarugos, de donde proviene el nombre de Pampa del Tamarugal. Hacia el norte de Zapiga, el drenaje está algo más desarrollado que hacia el sur, y la Pampa y la Cordillera de la Costa aparecen cortadas por unas pocas quebradas profundas, las cuales semejan bastante a los wídián de Africa oriental. En esta área la costra salina y la escasa vegetación desaparecen y, localmente, la Pampa toma los nombres de las quebradas que la cruzan; así por ejemplo: Pampa Tiliviche, Pampa Tana, Pampa Camarones y Pampa Chaca. A la latitud de Arica, esta última baja hasta el nivel del mar mediante una serie de terrazas de diferentes alturas.

La Cordillera de la Costa alcanza su máxima elevación, 1.575 m. en el cerro Atajaña. Está constituida por cerros bastante aplanados y sin crestas notables; en su parte norte la cadena es angosta y de poca elevación. A lo largo de la costa, está limitada por un barranco abrupto que presenta una altura media de 500 m. La Cordillera termina hacia el norte en el Morro de Arica. Su geología ha sido estudiada en forma bastante completa durante la prospección petrolera llevada a cabo por la Empresa Nacional del Petróleo en los últimos tres años.

Con exclusión de los sedimentos del Pleistoceno o Plioceno superior representados por la formación El Loa, no se han encontrado en el área examinada en esta Memoria, sedimentos más jóvenes o más antiguos que los jurásicos o cretácicos que se describirán en el capítulo siguiente. La formación El Loa está constituida por calizas, limolitas y diatomitas, donde

se encontraron mastodontes y moluscos de agua dulce (Hoffstetter *et al.*, 1957).

Las capas que constituyen la cuenca continental de la Pampa del Tamarugal se presentan en posición sub-horizontal y cubren discordantemente sedimentos jurásicos o cretácicos. En los alrededores del puente de Cuya, los autores, conjuntamente con Carlos Mordojovich, descubrieron ostrácodos de agua dulce y oogonia de Charophyta en la arcilla más baja de esta serie continental. En este lugar y hacia el este, en la Cordillera de los Andes, estos bancos están cubiertos por la formación Liparítica, la que según Brüggén pertenece al Mioceno y según Groeber, más probablemente, al Pleistoceno (Hoffstetter *et al.*, 1957).

Al sur de Iquique, en el área del río Loa, siempre en la provincia de Tarapacá, existen afloramientos extensos de pizarras sin fósiles y de cuarcitas, las cuales podrían pertenecer al Paleozoico (1).

En el capítulo siguiente se discute la estratigrafía de la Cordillera de la Costa, en el tramo que se extiende desde aproximadamente 50 Km. al sur de Iquique y la ciudad de Arica. La discusión se hace en base a las observaciones realizadas en las áreas que se mencionan a continuación:

- A. Area al sur de Iquique,
- B. Area al SE de Iquique,
- C. Area de Negreiros, y
- D. Area comprendida entre Quebrada Tiliviche y Arica.

En el mapa de ubicación que se incluye en este Boletín, se señalan, en parte, los límites de las unidades morfológicas a que se ha hecho referencia; igualmente se muestran los lugares típicos de las formaciones jurásicas y cretácicas y la distribución de los sedimentos cretácicos en la Cordillera de la Costa y se indican, en forma muy generalizada, los principales rasgos estructurales de las formaciones jurásicas y cretácicas.

La mayor parte del contenido de este informe aparecerá publicado en el *Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists*, Tulsa, USA. La traducción y publicación de él ha sido previamente autorizada por la Gerencia de dicha Asociación.

Los autores quieren agradecer publicamente a los señores R. Laval L., M. Marino B., y C. Mordojovich K., geólogos de ENAP; a los señores

(1) Recientemente los autores han podido estudiar con mayor detalle estos afloramientos, llegando a la conclusión de que se trata de la formación El Toco, cuyo lugar típico se encuentra más al sur, en la provincia de Antofagasta (Hoffstetter *et al.*, 1957).

K. Segerstrom, W. D. Carter y R. J. Dingman, geólogos del Instituto de Asuntos Interamericanos, y a los señores C. Ruiz F., y J. Corvalán D., geólogos del Instituto de Investigaciones Geológicas por haber leído críticamente el manuscrito; y, de una manera especial, al Director de esta última Institución, por haber publicado la presente Memoria como un Boletín del Instituto.

ESTRATIGRAFIA

Se discute a continuación la estratigrafía de las formaciones jurásicas y cretácicas presentes en la Cordillera de la Costa, según aparecen expuestas en las cuatro diferentes áreas ya mencionadas.

Como resultado de estas observaciones se pueden establecer diversas correlaciones entre las formaciones definidas, las que han permitido elaborar el Cuadro de Correlaciones Estratigráficas que se acompaña a la presente Memoria.

A. AREA AL SUR DE IQUIQUE

Los autores proponen nuevos nombres de formaciones para sedimentos jurásicos que afloran en esta área.

FORMACIÓN CALETA LÍGATE

LUGAR TÍPICO Y ESPESOR: Caleta Lígate, ubicada a 32 Km. al sur de Iquique. El techo de esta formación es la base de la formación Punta Barranco. La base no está expuesta. El espesor máximo expuesto es de 320 m.

LITOLOGÍA: Principalmente lutitas negras y limolitas que muestran sedimentación rítmica. En la parte superior existen 50 m. de areniscas verde amarillentas con nódulos, las cuales se disponen sobre cuarcitas; en el contacto entre las areniscas y las cuarcitas, se presentan lentes conglomerádicas y una fauna fósil muy abundante. Los sedimentos rítmicos han sido plegados en pliegues de arrastre por varios bancos de brechas de 5 a 10 m. de potencia, pertenecientes a la formación Caleta Lígate y que probablemente resbalaron hacia áreas marinas profundas. La textura muestra bastante claramente que estas brechas se deslizaron de este a oeste, constituyendo, probablemente, corrientes de turbidez.

EDAD Y CORRELACIÓN: La fauna está representada por algunos ejemplares de *Terebratula perovalis* Sow., *Stephanoceras humphriesianum* (Sow.) y *Graphoceras concavum* (Sow.), los cuales indican el Bajociano medio.

También ha sido reconocida la formación Caleta Lígate, con una litología similar en el área de El Godo; allí se encontraron numerosos ejemplares de *Stephanoceras humphriesianum* (Sow.), *Hyperlioceras* y *Terebratula perovalis* Sow.; *vide* H. Fuenzalida (informe inédito) en la parte superior de esta formación se encontró un ejemplar de *Sphaeroceras* del Bajociano superior.

En El Godo, la base de la formación Caleta Lígate, descansa sobre una secuencia de brechas, las cuales yacen sobre lava andesítica típica.

En el techo de la formación existe otra serie de brechas andesíticas de 150 a 200 m. de espesor, las cuales cortan discordantemente 200 m. de sedimentos superiores de la formación Caleta Lígate, mostrando así una clara superficie de discordancia. Las brechas andesíticas han sido correlacionadas con la formación Punta Barranco. Los autores son de opinión que allí existe una discordancia local correspondiente al Batoniano.

La misma litología y el mismo contenido paleontológico de la formación Caleta Lígate, han sido reconocidos en el área de Aguada por M. Marino (comunicación verbal) y en Caleta Camarones (quebrada de Chiza) por los autores.

FORMACIÓN PUNTA BARRANCO

LUGAR TÍPICO: Punta Barranco situada a 46 Km. al sur de Iquique. El techo no está expuesto; la base es el contacto discordante con el techo de la formación Caleta Lígate.

ESPESOR: Aproximadamente 1.600 m. Es difícil tomar rumbos y buzamientos en estas brechas, lo que impide determinar espesores exactos.

LITOLOGÍA: Especialmente microbrechas con predominio de brechas hacia la base. La mayor parte de los clastos corresponden a rocas andesíticas, jaspe y arenisca. Unos pocos bancos de lutita, de color amarillo a verde, se encuentran intercalados con las brechas. Cerca de la base de la formación, las brechas se presentan bien estratificadas e incluyen fragmentos de lutitas negras de la subyacente formación Caleta Lígate. En dos lugares se han observado rodados fluviales, bien redondeados, y constituidos por roca ígnea silícea; estos rodados constituyen lentes angostas en las brechas.

EDAD Y CORRELACIÓN: Unos pocos bancos tienen fragmentos de *Terebratula*. Provisionalmente la formación Punta Barranco se asigna al Caloviano.

En Caleta Sarmenia, a 29 Km. al sur de Iquique, existen aproximadamente 1.400 m. de brechas con fragmentos de andesitas y de lutitas oscuras, más abundantes hacia la base. En algunas áreas existe transición gradual entre las brechas y las grauvacas verdes o amarillas; en otras áreas las brechas pasan a lutita roja o chocolate. La parte superior de esta serie incluye unos cuantos nódulos. Se supone la existencia de coladas de lava andesítica, pero faltan observaciones de terreno y de laboratorio para comprobarlo. Posiblemente esta serie se correlacione con la formación

Punta Barranco. Ella tal vez se depositó mediante corrientes de turbidez. En Caleta Sarmentía la base de esta serie no está expuesta; el techo está en contacto con la base de la formación Caleta Santiago.

FORMACIÓN CALETA SANTIAGO

LUGAR TÍPICO: Caleta Santiago, ubicada a 26 Km. al sur de Iquique. Su techo es la base de la formación Playa Los Verdes. Su base es el contacto concordante con la formación Punta Barranco.

ESPESOR: Aproximadamente 600 m. en el lugar típico.

LITOLOGÍA: Lutitas negras con algunas limolitas claras, en algunas partes con sedimentación rítmica. Existen también bancos de grauvacas limolíticas, muy bien clasificadas, con pliegues sin-sedimentarios. Las lutitas negras muestran, en parte, estructuras de resbalamiento (slump structure) con discordancias subacuáticas locales, o sea, las llamadas *discordant hydrodialema* (Sanders, 1957), las cuales son más abundantes hacia el techo de los bancos y en el contacto con las brechas. La textura y la estructura indican sedimentación por corrientes de turbidez procedentes del este.

EDAD: Los únicos fósiles encontrados han sido *Monocotiledonia* y *Posidonomya*, cuya asociación y posición en las grauvacas finas, recuerda las del Kulm germánico, depositado mediante corrientes de turbidez, según Kuenen y Sanders (1956, lámina 1). Es posible que la formación Caleta Santiago pertenezca al Caloviano.

FORMACIÓN PLAYA LOS VERDES

LUGAR TÍPICO: Playa Los Verdes, 24 Km. al sur de Iquique. El techo de esta formación no es conocido. En su base se dispone concordantemente sobre el techo de la formación Caleta Santiago.

ESPESOR: Más de 1.500 m. en el lugar típico.

LITOLOGÍA: Brechas andesíticas verdes y areniscas bien estratificadas que muestran alteración hidrotermal. Existen algunos bancos de microbrechas en contacto con bancos de lutitas negras y limolitas claras. Estos dos últimos elementos muestran en algunos lugares deformaciones contemporáneas con la sedimentación y pliegues de arrastre. Hacia el techo de la for-

mación las brechas están mejor estratificadas. En algunos lugares, en las brechas se observaron bloques de hasta 4 m. de diámetro.

EDAD: No se han encontrado fósiles. Su edad es probablemente oxfordiana.

B. AREA AL SURESTE DE IQUIQUE

Biese (1957 a) se refiere a las secuencias sedimentarias y volcánicas de esta área, usando el término "Jurásico de Iquique". Los autores, de acuerdo con las reglas estratigráficas, no aceptan este nombre y en su lugar distinguen las formaciones El Godo, que se propone, y Caleta Lígate, ya definida.

FORMACIÓN EL GODO

LUGAR TÍPICO: Estación de ferrocarril El Godo, al sur de Santa Rosa. La formación se encuentra entre dos secuencias de brechas andesíticas. La secuencia inferior se apoya discordantemente sobre la formación Caleta Lígate. El espesor medio en el lugar típico varía entre 1.860 y 1.910 m.

LITOLOGÍA Y EDAD: Sedimentos de origen marino que llevan de 150 a 200 m. de brechas andesíticas intercaladas en la parte inferior de la serie. Los sedimentos marinos consisten en: lutitas verdes y negras, que contienen *Posidonomya*, y limolitas y grauvacas presentes en la parte central e inferior de la formación. En la parte superior se presenta una serie potente de caliza, parcialmente maciza. La mayor parte de los bancos calcáreos son oolíticos. Hacia el este, en el área de Cerro Cholita, la parte inferior de la formación El Godo está constituida por 500 m. de caliza litoral, con abundantes ostras y unos pocos moldes de *Reineckeia*.

Un conjunto de fallas radiales dificulta las correlaciones locales. Sólo un estudio detallado permitió establecer la secuencia estratigráfica.

En la parte inferior de la formación se encontraron varios ejemplares de *Reineckeia* de edad Caloviano superior. En la parte superior de la formación se reconocieron algunos ejemplares de *Perisphinctes* muy semejantes a *P. harringtoni* Leanza del Oxfordiano.

C. AREA DE NEGREIROS

Las observaciones se refieren al área ubicada al norte de Iquique, entre Negreiros y Quebrada Tiliviche.

La sección sedimentaria, de edad jurásica, tiene una potencia de,

aproximadamente, 3.000 m. y ha sido subdividida en tres formaciones: Aguada, Negreiros y Agua Santa.

FORMACIÓN AGUADA

LUGAR TÍPICO: Entre Oficina Aurora y Oficina Aguada. El techo de esta formación es la base de la formación Negreiros; su base es desconocida.

ESPESOR: 830 m.

LITOLOGÍA, EDAD Y CORRELACIÓN: En la parte alta y media de la sección, prevalece caliza oolítica amarilla; en la parte basal, así como también hacia el techo, se encontró una abundante fauna con *Macrocephalites*, la cual probablemente indica el Caloviano inferior.

Esta formación no se puede correlacionar litológicamente con las formaciones anteriormente descritas; sin embargo los 300 m. de caliza de la parte inferior de la formación Chiza y el miembro medio calcáreo de la formación El Morro, podrían ser equivalentes.

La misma formación, en base a su litología y contenido faunístico, ha sido identificada en las áreas de Zapiga y Tiliviche.

FORMACIÓN NEGREIROS

LUGAR TÍPICO: Entre Negreiros y Oficina Aurora. Esta formación subyace a la formación Agua Santa y se dispone concordantemente sobre la formación Aguada.

ESPESOR Y LITOLOGÍA: 940 m. de lutitas calcáreas, grises, duras, con unos pocos bancos de calizas y algunos bancos de lutitas de color chocolate, intercalados en la parte central de la formación.

EDAD Y CORRELACIÓN: No se han encontrado ammonites; sin embargo, la edad de las formaciones con que se encuentra en contacto, sugiere edad Caloviano medio para la formación Negreiros, mientras que su litología permite correlacionarla con la formación Caleta Santiago, presente al sur de Iquique. Hacia el norte puede ser correlacionada con la sección media, arcillosa, de la formación Chiza.

FORMACIÓN AGUA SANTA

LUGAR TÍPICO: Área al oeste de Negreiros, en las inmediaciones de Oficina Agua Santa. La base de esta formación es el techo de la formación Negreiros. El techo es desconocido. Se midió un espesor máximo de 1.160 m.

LITOLOGÍA: Limolita gris o gris verdosa con intercalaciones de bancos cal cáreos y de areniscas gris o verde. En la parte superior son más abundantes los sedimentos verdes.

EDAD Y CORRELACIÓN: En esta formación se encontraron numerosos ammonites. Unos pocos metros sobre la base, un banco con *Reineckeia*, parece indicar el Caloviano superior; 265 m. más arriba aparecen asociados *Reineckeia caracolensis* Stehn y *Euspidoceras perarmatum* Sow., indicando probablemente edad Oxfordiano inferior, mientras que más hacia lo alto de la formación se encuentran dos bancos con *Euspidoceras*, el más alto del cual tiene también *Ochetoceras canaliculatum* v. Buch y *Perisphinctes harringtoni* Leanza. Esta última asociación indica el Oxfordiano superior (sensu lato).

Es interesante hacer presente que hacia el techo de esta formación se desarrollan 20 m. de estratos con anhidrita; estos bancos aumentan en espesor de oeste a este. Estos sedimentos podrían correlacionarse con el llamado "Yeso Principal" de Chile central y de Argentina.

El "Yeso Principal" de los geólogos chilenos o el "Auquilcoense" de los geólogos argentinos, es del Rauraciano-Kimmeridgiano (inferior y medio) y se encuentra en el Neuquén septentrional en Argentina y al sureste de Santiago en Chile (Corvalán, 1956). En la provincia de Tarapacá, se encuentra en las cercanías de Arica y fue reconocido y descrito por primera vez por Douglas (1914). Algunos autores creen que el yeso se originó durante una fase orogénica, mientras que otros sugieren su relación con actividades volcánicas (Hoffstetter *et al.*, 1957). Los autores piensan que el yeso se originó durante un solevantamiento anterior a la orogénesis Nevadiana. La depositación de estos bancos puede haber sido acompañada por actividad volcánica que podría haberse desarrollado mientras se depositaban las brechas andesíticas de la formación Playa Los Verdes.

Hacia el norte del lugar típico de la formación Agua Santa, estos sedimentos pasan a una facies arcillosa con disminución correspondiente de las areniscas, como se observa en Pampa Tana. Más hacia el norte, en Quebrada Chiza, la parte superior de la formación Chiza, constituida por caliza, limolita y algunos bancos de arenisca, se correlaciona con la base de la formación Agua Santa. Todavía más al norte, en Quebrada Los Tarros, la formación arcillosa Los Tarros podría representar, considerando su contenido faunístico, la facies eterópica arcillosa de la formación Agua Santa. Es muy posible que al sur del lugar típico de la formación Agua Santa los bancos arenosos pasen hacia las brechas y microbrechas de la formación Playa Los Verdes, la cual es más potente y ha resultado de una depositación mucho más rápida.

D. ÁREA COMPRENDIDA ENTRE QUEBRADA TILIVICHE Y ARICA

Al norte de Tiliviche se descubrieron sedimentos marinos y continentales del Cretácico, sobrepuestos a las formaciones jurásicas.

Se propone subdividir los sedimentos jurásicos, de más antiguos a más jóvenes, en las formaciones Cuya, El Morro y Los Tarros. Para los sedimentos cretácicos se sugieren los nombres de formación Atajaña, Blanco y Suca. Para las formaciones Atajaña y Blanco es posible establecer correlaciones de mayor validez regional, considerando los resultados recientemente alcanzados en la provincia de Antofagasta (Chile) y en el Perú oriental.

FORMACIÓN CUYA

LUGAR TÍPICO: La formación jurásica Cuya, aflora en las inmediaciones de Cuya, parte inferior de Quebrada Chiza. El techo de esta formación es la base de la formación Chiza; la base no está expuesta.

ESPESOR Y LITOLÓGIA: Sedimentos con un mínimo de 1.270 m. de espesor constituidos por bancos brechosos duros, oscuros, que tienen espesores variables entre 5 y 10 m. En esos bancos se presentan intercalaciones de lutitas duras y de coladas andesíticas. Estas rocas presentan metamorfismo de grado variable, según su cercanía a las intrusiones de Diorita Andina.

EDAD Y CORRELACIÓN: En esta formación no se han encontrado fósiles. Sin embargo por ser subyacente a la formación Chiza del Caloviano superior, es más antigua que esta edad. Además, en Caleta Camarones, las brechas de la base de la formación Cuya se encuentran, aparentemente, encima de una secuencia de limolitas verdes con intercalaciones de brechas andesíticas. Las limolitas verdes encierran numerosos ejemplares de *Stephanoceras humphriesianum* (Sow.) y *Terebratula perovalis* Sow. La litología y la fauna permiten correlacionar estos sedimentos con la formación Caleta Lígate del Bajociano medio y superior. En consecuencia, la edad de la formación Cuya puede corresponder al Caloviano inferior y la formación se correlaciona con la formación Punta Barranco. Los afloramientos de Caleta Camarones, que arriba hemos correlacionado con la formación Caleta Lígate, son los más septentrionales de esta unidad reconocidos hasta ahora en la provincia, y localmente presentan también una potente serie de conglomerados en bancos muy delgados, los cuales sin duda fueron depositados por corrientes de turbidez.

FORMACIÓN CHIZA

LUGAR TÍPICO: Quebrada Chiza, 15 Km. al ESE de Cuya.

Su base está en contacto con el techo de la formación Cuya, con gradual transición entre las dos formaciones. El techo es una débil discordancia angular, sobre la cual descansa la formación Atajaña del Cretácico.

ESPESOR: 940 m. en el lugar típico.

LITOLOGÍA, EDAD Y CORRELACIÓN: Sedimentos marinos que han sido subdivididos en tres miembros. El miembro inferior, de 340 m. de potencia, está constituido por caliza; el miembro medio, de 470 m. de espesor, está constituido por lutita, y el miembro superior, de 130 m. de espesor, es una arenisca calcárea. En la base del miembro superior se encontraron muchos ejemplares de *Reineckeia*, los cuales indican el Caloviano, probablemente superior. En la parte central del miembro medio se colectaron *Posidonomya* y *Parkinsonidae*, los cuales no permiten una clasificación más detenida.

Como ya se ha mencionado, es muy probable que el miembro superior de esta formación corresponda a la parte inferior de la formación Agua Santa; que el miembro medio corresponda a la formación Negreiros, y el inferior, a la parte superior de la formación Aguada.

FORMACIÓN EL MORRO

El nombre "Morro de Arica Beds" fue usado por primera vez por Weaver (1942) en su cuadro de correlaciones, pero sin definirlo en el texto.

LUGAR TÍPICO: El Morro, Arica. El techo está en contacto con la base de un complejo andesítico todavía no estudiado en detalle, integrado por brechas e intrusiones y coladas de andesita. El complejo andesítico aparentemente podría ubicarse entre las formaciones El Morro y Los Tarros. La base no está expuesta.

LITOLOGÍA: Se pueden diferenciar tres miembros. El miembro inferior, parte del cual constituye el barranco del Morro de Arica, consta de 400 m. de lava de almohadilla (pillow lava) con intercalaciones de caliza y lutita verde; el miembro medio esta representado por 250 m. de caliza y el miembro superior, de un espesor mínimo de 210 m., consiste especialmente en lutita chocolate.

EDAD Y CORRELACIÓN: La litología del miembro medio de la formación El Morro es similar a la de la formación Aguada, mientras que el miembro superior es semejante al miembro medio de la formación Chiza y a la formación Negreiros.

El contenido faunístico de la formación El Morro fue estudiado anteriormente por Stehn (1923, p. 54 y 150) quien menciona *Macrocephalites macrocephalus* Schloth., *Cosmoceras* aff. *ornatum* Schloth., *Reineckeia* sp. y *Posidonomya dalmasi* Dum., los cuales indican el Caloviano. No se conoce la posición exacta de cada fósil en la columna estratigráfica.

FORMACIÓN LOS TARROS

LUGAR TÍPICO: Quebrada Los Tarros, al sur de Arica. La base es un complejo andesítico que podría ser el mismo que ha sido señalado en el techo de la formación El Morro. El techo está representado por una pronunciada discordancia angular, sobre la que se dispone la formación Atajaña, del Cretácico.

ESPESOR Y LITOLOGÍA: 240 m. de lutita oscura, laminada, con concreciones calcáreas.

EDAD: Se encontraron los mismos *Perisphinctes* y *Ochetoceras* que se han mencionado en la formación Agua Santa, permitiendo una muy buena correlación cronológica, pero la litología sugiere una facies arcillosa mucho más profunda.

FORMACIÓN ATAJAÑA

LUGAR TÍPICO: La formación Atajaña, de edad cretácica, aflora en las cercanías del cerro Atajaña. El techo, muy bien expuesto en su lugar típico, está en contacto con la base de la formación Blanco; la base no está expuesta allí por estar cubierta por unos pocos metros de costra salina. Al noreste del lugar típico, en Quebrada Chiza, los conglomerados y las areniscas de la formación Atajaña se disponen sobre el miembro más alto de la formación Chiza con una débil discordancia angular.

ESPESOR Y LITOLOGÍA: Se exponen un mínimo de 1.400 m. de areniscas continentales claras, conglomerados y limolitas rojas, en gran parte depositados en un ambiente lacustre. Los sedimentos mencionados en último término, en muchas partes presentan grietas de secamiento (mudcracks), con

erosión contemporánea en el contacto entre el barro fino y el banco superior de grano más grueso. Vetillas de yeso se encuentran en algunos niveles de esta serie. En los conglomerados se encuentran algunos rodados de Diorita Andina y de caliza jurásica.

Es muy probable que la mayor parte de estos sedimentos se hayan depositado en lagunas, arrastrados por avenidas procedentes del oeste, según se deduce de la orientación de areniscas con estratificación cruzada. Estas estructuras se encuentran muy bien expuestas en Caleta Chica.

El techo de la formación Atajaña, está representado por una transición gradual a limolitas que alternan con bancos de sedimentos marinos. En la base de la formación Blanco existen numerosos bancos conglomerádicos con rodados muy bien redondeados y que contienen *Ostrea*.

La formación Atajaña, en una sección del río Camarones, se apoya sobre la Diorita Andina mediante un conglomerado basal y está cubierta discordantemente por las rocas andesíticas de la formación Suca.

La base de la formación Atajaña no está bien expuesta en el lugar típico, pero al sur de Cerro Atajaña una arenisca de esta formación está muy cerca de las lutitas del Oxfordiano superior con *Perisphinctes harringtoni* Leanza. Hacia el sureste de Cerro Atajaña, en Pampa Tana (área central), las mismas areniscas están muy cerca de caliza marina con *Parkinsonia* del Bajociano. Al norte de Pampa Tana, esta formación se sobrepone al techo de la formación Chiza, donde se encontraron abundantes ejemplares de *Reineckeia* del Caloviano. También en Quebrada Chiza, a poca distancia bajo la base de la formación Atajaña, se reconoció la misma asociación faunística. Hacia el norte, en Quebrada Chaca, la formación Atajaña se apoya sobre coladas andesíticas (formación Cuya). En Quebrada Los Tarros, la misma formación se dispone con discordancia angular sobre bancos del Oxfordiano superior que comportan una rica fauna con *Perisphinctes harringtoni* Leanza y *Ochetoceras canaliculatum* v. Buch (formación Los Tarros).

Es interesante hacer notar que los mismos bancos de la formación Atajaña, se encuentran aproximadamente al mismo nivel topográfico, cubriendo muy diferentes formaciones, poniendo en evidencia la existencia de una extensa superficie de discordancia en su base. La angularidad está expuesta en Quebrada Los Tarros y en Quebrada Chiza, y se supone que también existe en el lugar típico. Deben haberse desarrollado pliegues y posiblemente fallas, con anterioridad a la depositación de la formación Atajaña.

EDAD Y CORRELACIÓN: Esta formación no ha proporcionado fósiles. Su posición estratigráfica indica que es más joven que el Oxfordiano superior

y más antigua que la formación Blanco (neocomiana) y que su edad es muy cercana a la de esta última, como lo demuestra la gradual transición de los sedimentos en la zona de contacto.

Al pie occidental de la Cordillera de los Andes, 3 Km. al oeste de Paichica, en la quebrada Tarapacá, algunas brechas basales y areniscas claras se han correlacionado por litología con la formación Atajaña. Allí la serie se sobrepone con discordancia angular a sedimentos fosilíferos de indudable edad oxfordiana. En la misma área, M. Marino (informe inédito) encontró que la misma arenisca clara descansa sobre un cuerpo de Diorita Andina, al igual que en el área de Camarones, y que en algunos bancos arenosos se encuentran rodados bien redondeados de esta misma roca.

Todas estas discordancias que aparecen en la base de la formación Atajaña, fueran observadas también por M. Marino, C. Mordojovich y O. Wenzel, geólogos de ENAP, y algunas de ellas por K. Segerstrom, J. Corvalán y C. Ruiz, del Instituto de Investigaciones Geológicas.

En la provincia de Antofagasta, la formación Caleta Coloso presenta la misma litología de la formación Atajaña y está cubierta, concordantemente, por la formación El Way, constituida por caliza marina del Cretácico Inferior ("Caliza del Way" de Wenzel en Hoffstetter *et al.*, 1957). En su lugar típico, la formación Caleta Coloso descansa con discordancia angular sobre rocas andesíticas de probable edad jurásica.

En la misma provincia de Antofagasta, Felsch y Brügggen refirieron al Cretácico Inferior los conglomerados Purilactis y las areniscas y conglomerados con lutitas bituminosas de El Pular, así como la supuesta formación petrolífera Siglia (Hoffstetter *et al.*, 1957, p. 333). Estas tres unidades estratigráficas tienen, en efecto, algunos elementos litológicos en común, así como con las formaciones Caleta Coloso y Atajaña. La base de las formaciones Purilactis, El Pular y Siglia no han sido, hasta la fecha, reconocidas o estudiadas en detalle; igualmente, el techo de éstas es desconocido, en tanto que se ha establecido que las formaciones Caleta Coloso y Atajaña están cubiertas concordantemente por sedimentos marinos fosilíferos.

Además, la formación Atajaña puede ser correlacionada provisionalmente con la formación petrolífera de Agua Caliente, del Perú oriental. La formación Agua Caliente está constituida principalmente por sedimentos continentales; pero están presente dos miembros marinos en su parte media y superior, indicando facies costanera a nerítica de ingresión, desarrollada desde el oeste hacia el este; la parte inferior de esta formación es del Neocomiano (Rüegg, 1956 a).

FORMACIÓN BLANCO

LUGAR TÍPICO: Hacia el oeste de Cerro Blanco, en Pampa Tana. La base está en contacto con el techo de la formación Atajaña; el techo no está expuesto.

ESPESOR: Se exponen 400 m. en su lugar típico.

LITOLOGÍA: Areniscas gris verdosas, con bancos arenosos calcáreos y lutitas fisibles grises o pardas. Las areniscas presentan numerosos "ripple-marks". En la base hay limolitas que pasan hacia la formación Atajaña; en algunos horizontes conglomerádicos se presentan rodados bien redondeados; se pueden observar varios bancos con *Ostrea*.

EDAD Y CORRELACIÓN: A 120 m. sobre la base de la formación Blanco, fueron colectados varios ejemplares de *Argentiniceras*, los cuales indican el Berriasiano (Cretácico basal).

En la provincia de Antofagasta, la formación calcárea El Way (Wenzel en Hoffstetter *et al.*, 1957, p. 21 y 374) presenta unos cuantos lamelibranchios (*Exogira couloni* Defr., *Trigonia transitoria* Steinm., *Lucina neuquensis* Haupt.) del Neocomiano superior, así como un ammonite perteneciente al género *Crioceras*, el cual indicaría el Hauterviano-Barremiano con más exactitud (según Tavera, inédito, *vide* Corvalán, 1959). Es muy probable entonces que la formación El Way represente una facies calcárea de la formación Blanco (facies arenosa), pero su edad podría tal vez alcanzar hasta el Aptiano-Albiano inferior, en el caso que se confirmara la presencia, en la parte alta de esta formación, de ammonites que provisoriamente han sido clasificados como *Douvilleiceras* (?) Leanza y Castellaro, 1955. Sin embargo, los autores no han encontrado ejemplares correspondientes a este género.

Provisionalmente la formación Blanco podría ser correlacionada también con la formación Jaguay, del Perú meridional, y con el miembro inferior, de lutitas negras macizas, de la formación petrolífera de Agua Caliente (Rüegg, 1956 a).

FORMACIÓN SUCA

LUGAR TÍPICO: Quebrada Suca, afluente suroriental de la quebrada Chiza. El techo no está expuesto en su lugar típico; hacia el este la formación está cubierta, con una pronunciada discordancia angular, por rocas pleistocenas subhorizontales. En su lugar típico la base es la formación Atajaña.

ESPESOR Y LITOLOGÍA: Tal vez un mínimo de 2.170 m. de coladas andesíticas, de 3 a 10 m. de espesor cada una, y brechas delgadas y bancos arenosos rojos los cuales parecen acuñarse hacia el oeste.

A lo largo del río Camarones, la formación Suca descansa discordantemente sobre la formación Atajaña; la angularidad en el contacto es pronunciada. Es probable que haya tenido lugar una fase de solevantamiento después de la depositación de las formaciones Atajaña y Blanco, desarrollándose así un período de erosión previo a la depositación de la formación Suca. Estos solevantamientos podrían atribuirse a la fase orogénica Sub-herciniana.

En esta formación no se encontraron fósiles; es de edad posterior al Nocomiano superior y posiblemente también a la orogénesis Sub-herciniana (llamada también orogénesis Mesocretácica Peruana o Intersenoniana; Groeber, 1952, p. 490).

LA DIORITA ANDINA

En la provincia de Tarapacá se encuentran ampliamente distribuidos afloramientos extensos de rocas plutónicas, tanto en la Cordillera de la Costa como en la de los Andes; estas rocas están constituidas principalmente por diorita y granodiorita.

Intrusivos similares se presentan en toda la extensión de Chile y han sido designados en conjunto con los nombres de "Diorita Andina" o "Batolito Andino" (Fuenzalida en Hoffstetter *et al.*, 1957, p. 22).

En Chile se ha supuesto que la Diorita Andina corresponde a un mismo y único ciclo intrusivo que ocurrió en el Cretácico superior. La Diorita Andina del Batolito Patagónico es muy probablemente post-turoniana y pre-maestrichtiana y su intrusión parece haber tenido lugar durante la fase epi-orogénica del diastrofismo Sub-herciniano (Cecioni, 1957, p. 554). Sin embargo, la generalización de atribuir a todo el conjunto de la Diorita Andina una edad del Cretácico superior, no en todos los casos tiene un fundamento estratigráfico y paleontológico adecuado.

En la provincia de Tarapacá, la edad de parte de las rocas intrusivas que por su similitud litológica son comparables a la Diorita Andina, puede establecerse en forma bastante aproximada y con buenos fundamentos estratigráficos y paleontológicos.

En la región que se discute, la Diorita Andina intruyó las rocas jurásicas metamorfoseándolas y mineralizándolas localmente; puede, pues, afirmarse que ella es posterior al Oxfordiano.

Además, puede afirmarse que, en parte al menos, la Diorita Andina es más antigua que la formación neocomiana Atajaña, pues la primera aparece, en Camarones y Pachica, cubierta discordantemente por la segunda. Además, los conglomerados basales de la formación Atajaña, tanto en las localidades mencionadas como en su lugar típico, presentan rodados bien redondeados de granodiorita.

Según las consideraciones anteriores se deduce que localmente la Diorita Andina es post-oxfordiana y pre-neocomiana.

En la provincia de Tarapacá no se han observado intrusivos que por sus relaciones con las formaciones vecinas, puedan asignarse al Cretácico; sin embargo, es posible que existan, intrusiones de esa edad, lo cual no se puede probar, debido especialmente a la escasa distribución de sedimentos cretácicos en la región.

ESTRUCTURA

Solamente se hará una descripción muy generalizada de las estructuras según las cuales aparecen dispuestas las rocas jurásicas y cretácicas.

Al sur de Iquique, cerca de la estación de ferrocarril El Godo, se ha observado un amplio solevantamiento de las rocas jurásicas, debido probablemente a la intrusión del batolito de la Diorita Andina. El solevantamiento presenta un rumbo general NW-SE, con muchas fallas de desplazamiento variable, distribuidas radialmente. La Diorita Andina se encuentra expuesta hacia el este y sur de este solevantamiento.

Más hacia el sur, las rocas jurásicas están plegadas según un rumbo general NNW. Al norte de Iquique estas mismas rocas están plegadas según ejes de rumbo N, pero entre Zapiga y Agua Santa los pliegues vuelven a presentar rumbo NNW.

Los pliegues que afectan a las rocas cretácicas tienen rumbo E. Existen, además, varias fallas del mismo rumbo; es probable que movimientos diferenciales del basamento a lo largo de estas fallas, hayan producido los suaves pliegues E-W, que difieren radicalmente de los rumbos generales de los pliegues que afectan a las rocas jurásicas.

LAS DISCORDANCIAS Y LA OROGENESIS NEVADIANA

En Cerritos Bayos, en la provincia de Antofagasta, Biese (1957) describió una secuencia estratigráfica continua que comprende sedimentos que van desde el Lías inferior hasta el Titoniano. La secuencia faunística presentada por Biese tiene repeticiones de fósiles, como es el caso de *Macrocephalites*, *Cosmoceras*, *Aspidoceras*, etc. Los autores no encontraron evidencias para atribuir parte de esta serie al Batoniano, Portlandiano y Titoniano. Se encontró que la estructura es diferente, incluyendo la existencia de un mayor número de fallas, que la concebida por Biese. Aproximadamente 60 Km. al S de Cerritos Bayos, en la localidad de Caracoles, Harrington (1945) describió formaciones del Oxfordiano, Caloviano y Bajociano, o sea, que en ese lugar no se exponen rocas con fósiles que se puedan atribuir con seguridad al Batoniano. La presencia de *Lissoceras psilodiscus* Schloenb, del Batoniano, mencionada por Steinmann y Stehn (1923), en el área de Caracoles, no ha sido confirmada ni por Leanza (1947) ni por los autores.

Otro estudio de Biese (1957 a, *fide* Hoffstetter *et al.*, 1957, p. 161) describe la estratigrafía del Jurásico en el área de Iquique. En El Godo, Biese estudió una serie continua desde el Bajociano hasta el Caloviano superior, encontrando en esos sedimentos algunos ammonites.

Según Biese, los sedimentos batonianos contienen los géneros *Oppelia*, *Ochetoceras* y *Cosmoceras*. Los autores creen que es muy dudosa la presencia de sedimentos batonianos y que algunos de los géneros mencionados parecen indicar más bien el Oxfordiano. Los 1.551 m. de lutitas con *Posidonomya*, considerados de edad batoniana, por Biese, podrían corresponder a la formación El Godo en su parte oxfordiana. Hasta el presente se desconocen sedimentos marinos batoniano al sur de México.

En el techo de la formación Caleta Ligate, los autores han encontrado en muchos lugares brechas andesíticas pertenecientes o que pueden correlacionarse con la formación Punta Barranco. En el área de El Godo y en la costa al sur de Iquique, se observa que el plano de contacto es de erosión y que presenta una cierta angularidad en relación a las inclinaciones de los bancos subyacentes. En otras áreas, donde los bancos aparecen de frente, no se ha podido apreciar diferencia de buzamiento entre los sedimentos de la formación Caleta Ligate y los bancos brechosos de la formación Punta Barranco: como se mencionó anteriormente, no se pueden tomar datos geométricos satisfactorios en esta última formación.

Los sedimentos bajocianos arcilloso-arenosos y rítmicos de la formación Caleta Ligate, así como sus conglomerados en Caleta Camarones, delgados y bien desarrollados en el rumbo, indican una facies de Flysch y deposita-

ción por corrientes de turbidez. La misma facies ha sido reconocida en la formación Caleta Santiago; allí presenta además, a semejanza del Kulm germánico, discordancias hidrodialemas y, en las grauvacas finas, Monocotiledoneas y *Posidonomya*.

Como conclusión, las rocas batonianas estarían representadas en la provincia de Tarapacá, por brechas andesíticas y por esto los autores son de opinión que no existen sedimentos marinos evidentes de edad batoniana en la parte más septentrional de la Cordillera de la Costa chilena.

Su ausencia se debería a un período geocrático acompañado por un sollevamiento, atestiguado por los depósitos bajocianos y calovianos de tipo Flysch; las brechas andesíticas podrían ser entonces piroclásticas. Se podría suponer también que el Batoniano está representado por depósitos brechosos originados en el mar por corrientes de turbidez y por erupciones submarinas o, también, por sollevamiento de una cordillera activada continuamente que podría haber alimentado las brechas que serían en este caso de deslizamiento submarino.

En los tres casos considerados, siempre debería suponerse en el Batoniano un período álgido orogénico, cuya amplitud e importancia no se puede hoy prever. Serán necesarios ulteriores estudios sobre estas brechas intercaladas entre sedimentos marinos bajocianos y calovianos con facies de Flysch.

Gerth (1955, p. 233 y 238), en su estudio sobre el origen de la cordillera sudamericana, establece dos regresiones jurásicas: la batoniana en el Perú meridional y la oxfordiana en la cordillera chileno-argentina; se refiere además a los pocos datos que pueden hacer pensar en una posible orogénesis en el Jurásico superior.

Arkell (1956) puso en evidencia que mientras en Norte América la orogénesis Nevadiana alcanza su máximo desarrollo, en Sudamérica no se han reconocido plegamientos jurásicos seguros.

Posteriormente, Rüeegg (1956) descubrió en Perú meridional un pequeño afloramiento de 52 m. de espesor, de sedimentos titonianos, que yacen con probable discordancia sobre la formación Río Grande del Dogger; los autores, de acuerdo con Rüeegg, proponen el nombre de formación Jaguay para estos sedimentos titonianos.

Además, según el mismo autor (Rüeegg, 1956 a) la formación fluvio-lacustre Agua Caliente del Perú oriental, asignada provisionalmente al Neocomiano-Turoniano, transgrede discordantemente sobre rocas paleozoicas y jurásicas; estas últimas consisten en areniscas continentales del Jurásico superior (formación Chapiza o Boquerón Superior), de 1.800 m. de espesor, cuyo techo está truncado por la arenisca cretácica de Agua Caliente. Los datos de terreno no son aquí concluyentes en lo que se refiere a la edad

exacta de este período de plegamiento, atribuido al Nevadiano (Rüegg, 1956 a),

Al discutir la estratigrafía de la parte más septentrional de la Cordillera de la Costa chilena, se ha puesto en evidencia que la formación cretácica Atajaña se apoya sobre formaciones fosilíferas del Jurásico, diferentes en edad y litología, a un mismo nivel topográfico, como si ello se debiera a la existencia de una base peneplanizada pre-cretácica. Además las formaciones cretácicas y jurásicas tienen disposición estructural muy diferente.

Puede así concluirse que entre las rocas del Oxfordiano más superior y la formación Atajaña, del Cretácico basal, hubo una efectiva orogénesis que puede correlacionarse con la Nevadiana. La falta de quebradas bastante profundas no permite observar directamente los pliegues jurásicos truncados por estratos cretácicos.

Es posible que en la parte más septentrional de Chile, así como en Canadá y Alaska, la orogénesis Nevadiana haya sido más suave que en el occidente de Estados Unidos (Arkel, 1956).

Al menos parte de la Diorita Andina presente en Tarapacá, se introdujo durante una fase tardía de la orogénesis Nevadiana y, al ser erosionada, proporcionó rodados al conglomerado basal del Cretácico, tanto en la Cordillera de la Costa como en la de los Andes.

Es posible que la formación Suca, constituida por vulcanitas andesíticas, se haya depositado después de la orogénesis Sub-herciniana. La erosión que tuvo lugar después de esta última fase orogénica es posiblemente la causa de la escasez, en la provincia de Tarapacá, de formaciones de edad neocomiana, tanto marinas como continentales.

ABSTRACT

The coastal range of the Province of Tarapacá is comprised principally of stratified rocks of Jurassic (Bajocian, Callovian, and Oxfordian) age that show a wide range in lithology and thickness. Cretaceous rocks, also present, are more limited in extent. The Jurassic rocks range from about 3,000 to 5,000 meters in thickness; the aggregate thickness of Cretaceous rocks is probably more than 3,000 meters. The sedimentary rocks, of both marine and continental origin, consist primarily of breccias, sandstones, shales, limestones and volcanic tuffs and lavas. In certain areas, the Jurassic rocks exhibit well developed breccias and slump structures that are attributed to action of turbidity currents.

Jurassic and Cretaceous rocks have been studied and new formations described in four areas: 1) South of Iquique, 2) Southeast of Iquique, 3) Negreiros area, and 4) Area between Quebrada Tiliviche and Arica. The Jurassic rocks on the area south of Iquique are subdivided from oldest to youngest into the following formations: 1) Caleta Ligate, 2) Punta Barrancos, 3) Caleta Santiago, and 4) Playa Los Verdes. The area to the southeast of Iquique is underlain by the Godo formation. The rocks of the Negreiros area are divided into the Aguada, Negreiros, and Agua Santa formations. The rocks of the area between Quebrada Tiliviche and Arica are divided into the Cuya, Chiza, El Morro and Los Tarros formations of Jurassic age and the Atajaña, Blanco and Suca formations of Cretaceous age.

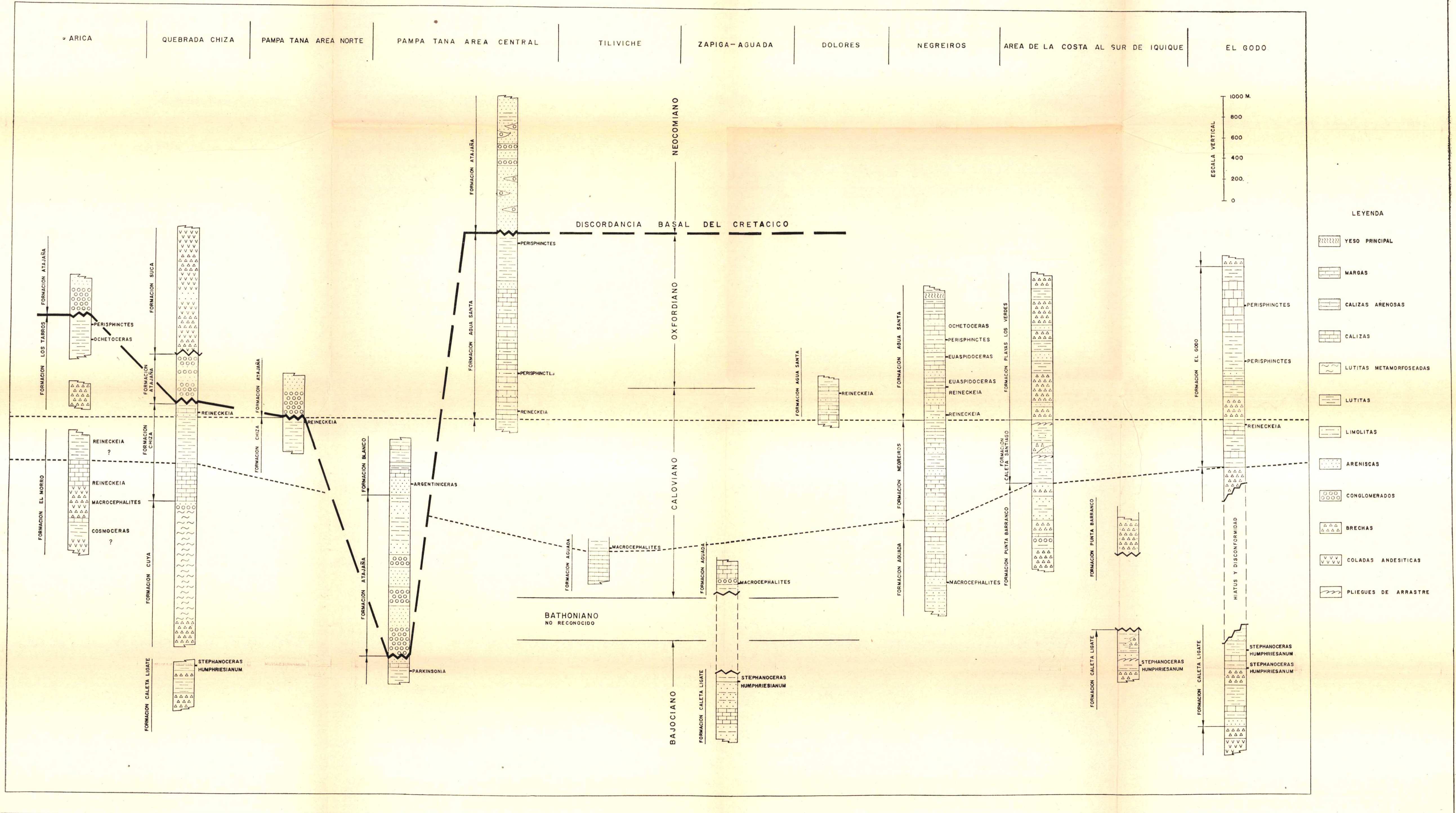
The sedimentary rocks are folded and faulted. Folds in the Jurassic rocks trend northward, whereas those in the Cretaceous rocks trend eastward. It is postulated that orogenic movement took place between the time of late Oxfordian and earliest Neocomian and that this orogenic stage correlates with the Nevadian orogeny.

Many diorite and granodiorite batholiths and stocks that crop out in the region are correlated with the intrusions that are referred to in Chile, as the Andean diorite. It is considered that at least part of the igneous masses were intruded during the late phase of the Nevadan orogeny and that subsequent erosion furnished the granitic boulders found in the basal conglomerates of the Cretaceous.

REFERENCIAS

- ARKELL, W. J., 1956. *Jurassic Geology of the World*. Hafner Publ. Inc. New York.
- BIESE, W., 1957. *Der Jura von Cerritos Bayos, Calama, República de Chile, Province Antofagasta*. Geol. Jb., Band 72, Hannover.
- BIESE, W., 1957a. *Zur Verbreitung des marinen Jura im chilenischen Raum der andinen Geosynklinalc.* Geol. Rundsc., Band 45, Heft 3.
- CECIONI, G. O., 1957. *Cretaceous Flysch and Molasse in Departamento Ultima Esperanza, Magallanes Province, Chile*. Bull. Am. Ass. Petrol. Geol., v. 41, N° 3, Tulsa.
- CORVALÁN D., J., 1956. *Über marine Sediments des Tithon und Neocom der Gegend von Santiago*. Geol. Rundsch., Band 45, Heft 3, Stuttgart.
- DOUGLAS, J. A., 1914. *Geological sections through the Andes of Perú and Bolivia: I — from the coast of Arica in the North of Chile to the La Paz and the Bolivian "yungas"*. Quart. Journ. Geol. Soc., v. 70, London.
- GALLI, C., 1957. *Las formaciones geológicas en el borde occidental de la Puna de Atacama, sector de Pica, Tarapacá*. "Minerales", Rev. Inst. Ing. de Minas, año XII, N° 56, Santiago.
- GERTH, H., 1955. *Der geologische Bau der südamerikanischen Kordillere*. Berlin, Gebrüder Borntraeger.
- GROEBER, P., 1952. *Mesozoico. Geografía de la República Argentina*, t. 2, 1ª parte, Buenos Aires (Coni).
- HARRINGTON, H., 1945. *Stratigraphic sections*. Informe inédito.
- HOFFSTETTER, R., FUENZALIDA, H.; CECIONI, G., 1957. *Chile. Lexique Stratigr.* Intern., v. 5, fac. 7, Paris.
- KUENEN, PH. H. y SANDERS, J. E., 1956. *Sedimentation phenomena in Kulm und Flozleeres Graywackes, Sauerland and Oberharz, Germany*. Americ. Journ. of Science, v. 254.
- LEANZA, A. F., 1947. *Ammonites Coralianos en el Jurásico de Chile*. Rev. Soc. Geol. Arg., t. 2, N° 4, Buenos Aires.
- RÜEGG, W., 1956. *Geologie zwischen Cañete - San Juan, 13° 00' - 15° 24', Sud Perú*. Geol. Rundsch., Band 45, Stuttgart.
- RÜEGG, W., 1956a. *Geología y petróleo en la faja subandina peruana*. XX Congr. Intern. Symposium sobre Yacimientos de Petróleo y Gas, t. 4, México.
- SANDERS, J. E., 1957. *Discontinuities in the stratigraphic record*. Trans. The New York Acad. of Sciences, ser. 2, v. 19, N° 4.
- STEHN, E., 1923. *Beiträge zur Kenntniss der Bathonian und Callovian in Südamerika*. Neu. Jb. für Min., etc., Band 49, Stuttgart.
- WEAVER, C. E., 1942. *A general summary of the Mesozoic of South America and Central America*. Proc. VIII Amer. Sc. Congr., Washington, 1940, v. 4.

CUADRO DE CORRELACIONES ESTRATIGRAFICAS DE LAS FORMACIONES JURASICAS Y CRETACICAS PRESENTES EN LA CORDILLERA DE LA COSTA ENTRE IQUIQUE Y ARICA



MAPA DE LA REGION ESTUDIADA

SE INDICAN UBICACION DE LOS LUGARES TÍPICOS DE LAS FORMACIONES JURASICAS Y CRETASICAS Y SUS PRINCIPALES RASGOS ESTRUCTURALES

