

**RESUMENES DE TESIS**  
**1971 - 1975**

**SANTIAGO-CHILE**  
**1976**

**DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FISICAS Y MATEMATICAS**  
**UNIVERSIDAD DE CHILE**

**RESUMENES DE TESIS  
1971-1975**





# ESTUDIO DE LOS YACIMIENTOS DE COBRE Y MANGANESO DEL DISTRITO DE LAMBERT PROVINCIA DE COQUIMBO

por

Olga Arancibia Ramos  
1 9 7 1

En el distrito de Lambert afloran rocas de la formación Arqueros de edad Hauteriviano-Barremiano. Las rocas de esta formación que están representadas en el área mapeada corresponden a los miembros 3, 4 y 5. El miembro 5 fue subdividido por el autor en 5 unidades con el fin de distinguir niveles predominantemente sedimentarios de niveles predominantemente volcánicos, en consideración a que la mineralización se ubica en las unidades sedimentarias 2 y 4.

Las rocas intrusivas ocupan áreas restringidas y corresponden a apófisis de intrusivos mayores, un lacolito, filones y un filón a filón manto ocolítico.

Las rocas estratificadas presentan una disposición homoclinal con algunas variaciones producidas por fallamiento. Un plegamiento muy suave caracteriza a este sector.

La mineralización de cobre se presenta principalmente en la unidad 4, diseminada en areniscas, limolitas, y en clastos de lavas andesíticas incluidas en limolitas y en areniscas conglomerádicas.

La mineralización útil de cobre corresponde a óxidos, siendo los más abundantes malaquita y crisocola y en menor cantidad cobre nativo y cuprita. Los sulfuros se presentan finamente diseminados y son muy escasos debido a que los mantos se presentan fuertemente oxidados; corresponden a bornita, bornita anómala, calcosina, covelina normal, covelina azul, idaíta y calcopirita. Esta mineralización se puede clasificar en el tipo paragenético 12 (Ruiz, 1965).

La mineralización de manganeso se presenta en areniscas, areniscas lítica volcánicas y chert. Corresponde a braunita, principalmente, y en menor proporción a pirolusita, psilomelano y hausmanita.

La mayoría de los antecedentes recogidos en terreno permite suponer para los yacimientos de cobre un origen singenético y para los yacimientos de manganeso un origen sedimentario asociado a actividad volcánica. La mineralización de cobre de la unidad 4 ocupa un área aproximada de 800 m x 1,8 km, encontrándose erosionados los mantos en algunos sectores. La mineralización de manganeso en la unidad 2 ocupa un área de afloramientos máximo de aproximadamente 5,5 km x 1,5 km y en la unidad 4 de 4 km x 3 km, presentándose también erosionada en algunos sectores.

La ley de los minerales seleccionados de los mantos de cobre varía entre 3 y 4 %, y la de los mantos de manganeso entre 45 y 48%.

GEOLOGIA DEL DISTRITO MINERO BELLAVISTA Y ESTUDIO  
GEOLOGICO MINERO DEL YACIMIENTO PELADEROS

por

Miguel Araya M.  
1 9 7 1

El Distrito Minero Bellavista, está ubicado en la provincia de Coquimbo, Depto Illapel, comuna de Salamanca. Es un área de 60 km aproximadamente, limitada por las coordenadas geográficas  $70^{\circ} 53' 48''$  E-  $70^{\circ} 58' 8''$  E y  $31^{\circ} 58' 16''$  S-  $32^{\circ} 2' 40''$  S.

El marco geológico del Distrito consiste en rocas volcánicas estratificadas de edad cretácica superior, pertenecientes a la formación Abanico, intruidas por rocas graníticas que varían de Sienita a granodiorita de edad cretácica superior a terciario inferior.

Las unidades identificadas en la serie volcánica estratificadas son:

-Andesitas inferiores rojas con las subunidades:

Metaandesitas

Andesitas afaníticas

Andesita de piroxeno con epidota

Andesita de piroxeno con hematita

-Andesitas azules:

Andesita de oligoclasa andesina

-Andesitas verdes con las sub-unidades:

Alternancia de lavas brechosas masivas y vesiculares

Toba gruesa laminada

Andesita con piroxeno

Brechas alteradas con epidota

-Tobas y lavas superiores con las sub-unidades:

Toba fina laminada

Andesita verde brechosa

En el paquete volcánico estratificado existen dos discordancias: la unidad de andesitas rojas inferiores constituye un miembro separado por discordancia angular de las andesitas azules y verdes, estas dos se presentan concordantes entre sí, constituyendo un segundo miembro separado en el techo por una discordancia de las lavas y tobas superiores que son el tercer miembro.

El intrusivo se presenta principalmente como una apófisis alargada de dirección norte sur, existe a su alrededor una aureola de metamorfismo de contacto, además el intrusivo ha generado alteración hidrotermal.



La mineralización de cobre del distrito se presenta en tres tipos de yacimientos:

- 1.- Vetas
- 2.- Estratiformes
- 3.- Stowerck asociado con el intrusivo (?)

La principal fuente de explotación han sido los yacimientos tipo veta, los que están relacionados con fallas son de dos tipos:

- A.- Con bornita calcosina
- B.- Con calcopirita

Aparte de Peladeros que veremos más adelante hay otras minas del mismo tipo, que son: Porfiada, Navarro y Mercedita. Y se hallan en la misma corrida. Estas vetas emplazadas en una falla presentan zonación de sulfuros de arriba hacia abajo, calcosina, bornita, calcopirita. El control estructural es importante pues los clavos se han constituido en aperturas de origen tectónico.

En vetas con calcopirita se encuentran las minas Eta, Esperanza, Felicidad y Chiripa.

Del tipo de yacimiento estratiforme son las manifestaciones mineralizadas denominadas Manto Herrero, que se hayan en las inmediaciones de la mina Peladeros. Consisten en una disseminación de calcosina bornita ubicada en un horizonte de las andesitas verdes. El control de la mineralización está dado por la existencia de fisuras relacionadas con la veta Peladeros, desde las cuales proviene la mineralización, es entonces un control, estratigráfico por un horizonte favorable. El mismo fenómeno se presenta en el flanco oeste del cerro Peladeros donde hay calcopirita disseminada en el mismo horizonte, relacionada con una falla. La existencia de una disseminación de sulfuros de cobre del tipo stowerck o cobre porfírico es solamente una posibilidad dada por la alteración hidrotermal existente relacionada con el intrusivo. La zona más favorable sería el Llano Bellavista.

La mina Peladeros es una veta alojada en una falla en roca volcánica estratificada, su rumbo medio es N30W y sus manteos entre 67 a 75 al W. Ha sido descrita en tres sectores.

- 1.- Mina Vieja
- 2.- Principal
- 3.- Bossio

En el primero la mineralización es calcosina secundaria en la veta y calcosina bornita disseminada en la caja oeste. En el segundo la mineralización en la veta es calcosina y calcosina bornita,

los clavos que hay allí son Gálvez Viejos y dos posibles clavos, inferidos de la estructura llamados Posible Sur y Posible Norte. El 3° sector está constituido por el clavo Bossio donde tenemos calcopirita bornita. De arriba hacia abajo hay una zonación de sulfuros: calcosina, bornita calcopirita, En general hay una gúla maciza que varía de 1 cm a 50 cm de sulfuro y en los clavos la caja pendiente está fracturada relleno la mineralización las grietas. Los clavos Bossio y Viejo están intensamente explotados.

Hay perspectivas en los clavos posibles sur y norte y en la diseminación a la altura del sector mina Vieja.



LOS MOLUSCOS PLEISTOCENICOS Y HOLOCENICOS DE SAN VICENTE DE  
TAGUA TAGUA

por

Vladimir Covacevich Castex  
1971

En el siguiente trabajo se estudian los diferentes moluscos fósiles encontrados en la secuencia bioestratigráfica de la exlaguna de San Vicente de Tagua Tagua. Al mismo tiempo, se analiza la distribución biogeográfica de los principales moluscos de agua dulce chilenos, destacando la repartición de algunos géneros y especies actuales de acuerdo con las variaciones morfológicas que presentan de norte a sur del país.

En base a estos antecedentes se interpretan las condiciones ecológicas y climáticas que existieron en Tagua Tagua durante el Pleistoceno superior y el Holoceno, las que resultan ser equivalente a latitudes más australes.

El estudio sistemático permitió reconocer en las formas fósiles la existencia de cinco gastrópodos y tres pelecípodos. Entre ellos Tropicorbis taguataguensis nov. sp. y Gundlachia Taguataguensis nov. sp. son descritos como especies paleontológicas nuevas. En la fauna actual, y dentro del grupo de Tropicorbis atacamensis Biese, se señalan tres subespecies nuevas para la ciencia, atacamensis, caseronensis y vallenarensis, para los ríos Copiapó y Huasco.

Diversos métodos biométricos utilizados en el análisis de las poblaciones fósiles y recientes de Tropicorbis spp. permiten establecer criterios de diferenciación a nivel de especie e indicar las condiciones ambientales de los medios que habitan tanto en la actualidad como en el pasado.

"GEOLOGIA DEL AREA DE LAS NACIENTES DEL TENO, PROVINCIA DE CURICO"

por

John Davidson Monett

1 9 7 1

La región estudiada comprende la Alta Cordillera de las provincias de Curicó (Chile) y Mendoza (Argentina) entre los paralelos 35° y 35° 15' latitud sur, y constituye una zona de transición paleogeográfica y tectónica entre un dominio occidental (interno o euliminar) volcánico y un dominio oriental (externo o mioliminar) sedimentario.

La estratigrafía se reduce a una sucesión natural de ciclos sedimentarios que conforman una columna de 16.000 m de espesor y que representan las tres paleogeografías sucesivas del ciclo andino.

-Un período geoliminar, en el cual distinguimos

- \* un estadio de Vacuidad I, desde la transgresión bajociana sobre el zócalo Permo-Trásico hasta las evaporitas del Oxfordiano superior Kimmeridgiano inferior; y que corresponde al Primer Ciclo Sedimentario Marino Andino. Se individualizan además de este estadio el Surco del Santa Elena y la Dorsal del Rlo Tordillo;
- \* un estadio de Relleno I, durante el Kimmeridge, con depósitos molásicos sin a post orogénicos que corresponden al Primer Ciclo Continental;
- \* un estadio de Vacuidad II, desde el Titoniano inferior hasta el Hauteriviano, representación al Segundo Ciclo Sedimentario Marino Andino, en una zona de talud Continental;
- \* un estadio de Relleno II, desde el Barremiano al Senoniano inferior, con depósitos volcano sedimentarios rojos del Segundo Ciclo Continental (Fm. Colimapu s. 1.) Andino constituyendo un pie de bajada";
- \* un estadio de orogénesis durante el Senoniano medio que pone fin al período geoliminar (Fase Orogénica Subherclica).

-Un período tardiliminar Que está representado por tres ciclos volcano-sedimentarios separados por tres fases orogénicas

- \* Ciclo volcano-sedimentario del Senoniano superior (maas - trichtia - no) (Fm. Abanico = Fm. Coya-Machall)
- \* Ciclo volcano-sedimentario del Eoceno (Fm. Farellones)
- \* Ciclo volcánico del Mioceno (Fm. Cola de Zorro)

-Un período postliminar, durante el Plioceno-Cuaternario y que co -



responde al volcanismo del Plateau Ponto Plioceno y Central Plio-Cuaternario.

Se infieren 5 fases orogénicas, la primera de las cuales no presenta tectogénesis conocida. Las cuatro restantes causan discordancias de erosión y plegamiento entre;

- \* el período geoliminar y el tardiliminar  $D_2$
- \* el ciclo Senoniano superior y el Eoceno  $D_3$
- \* el ciclo Eoceno y el Oligo-Mioceno  $D_4$
- \* el Mioceno y las series postliminares  $D_5$

Se reconocen dos fases intrusivas mayores asociadas a las fase ( $D_4$ ) del Eoceno superior (Plutón de Santa Rita) y a la fase ( $D_5$ ) del Mioceno superior (Plutón de Santa Elena) que evidencian la polaridad orogénica de la cadena andina.

El análisis de 6 perfiles tectónicos muestra en forma general de W a E la existencia de tres unidades tectónicas caracterizadas respectivamente por un estilo macizo de revestimiento solidario al zócalo ("losa" volcánica occidental), un estilo de revestimiento con desarmonías intercortáneas (unidad sedimentaria interna) y un estilo plástico de cobertura estricto que sigue las deformaciones del zócalo y se despega según un nivel Bajociano y otro Oxfordiano superior (unidad sedimentaria externa). Estos conjuntos resultan de la acción superpuesta de las 4 fases orogénicas indicadas anteriormente.

Del punto de vista de la cronología de las deformaciones y de sus importancias relativas se establece que:

- la fase intersenoniana es responsable de los accidentes inversos del zócalo generando el accidente mayor andino en las cabeceras de los arroyos Santa Elena y Las Cargas e induciendo un intenso plegamiento de cobertura más al este.
- La fase Paleocena ondula las series volcánicas del Senoniano superior (Fm. Abanico).
- La fase Eocena superior es responsable del accidente del Fierro, favorecido por una morfología larámica y anterior.
- La fase Mioceno superior ondula las series volcánicas miocénicas y produce el abombamiento braquianticlinal del valle Vergara. Esta fase constituye la fase orográfica de los Andes.

Se subraya finalmente la importancia que posee la zona de transición paleogeográfica entre las facies volcánicas (al W) y las facies sedimentarias (al E) en la localización del accidente mayor andino y en el aspecto morfológico general del área.

ORIGEN Y DISTRIBUCION DE FOSFORO, AZUFRE Y SILICE EN EL YACIMIENTO  
DE HIERRO " EL ALGARROBO" PROVINCIA ATACAMA, CHILE.

por

Sergio Espinoza Reyes  
1 9 7 1

1) Se hace un análisis de la situación del yacimiento El Algarrobo dentro del cuadro general de los yacimientos de hierro chilenos definiendo el significado geológico de la Franja Ferriífera de la provincia del Geosinclinal Andino.

2) Se describe el marco geológico de El Algarrobo como un roof-pendant de rocas volcánicas asignadas al cretácico (neocomiano) rodeadas por rocas del intrusivo cretácico.

3) Se describe la geología del área, su litología, estructura, mineralización y oxidación de la mena. Se establece que el P y el S provienen prácticamente en su totalidad de apatita y pirita respectivamente y se describen la forma en que estos minerales se presentan y sus asociaciones mineralógicas.

4) Se hace un estudio estadístico de la distribución de P, S y  $\text{SiO}_2$  y de su variación con respecto a la mena, la profundidad y la distancia al intrusivo.

5) Se hace un análisis de las hipótesis sobre la génesis de El Algarrobo refiriéndolas al resto de los yacimientos de la franja. Se discuten las distintas ponencias.



ESTUDIOS GEOLOGICOS Y MINERALOGICOS DE AREAS TIPO "COBRE PORFIDICO" EN  
CERRO COLORADO Y CERRO QUIPISCA, PROVINCIA TARAPACA.

por

Harry Neumann Jaramillo  
1 9 7 1

El área del presente estudio está ubicada en la Precordillera de la provincia de Tarapacá, en una zona morfológicamente clasificada como Fosa Precordillerana. El paisaje corresponde a formas topográficas antiguas, las que han existido con poca variación desde el Cenozoico Medio. Las rocas de la región corresponden a la formación volcánica continental Cerro Empexa, de edad cretácica media a superior y a la formación Altos de Pica, asignada al Mioceno. Esta formación más joven cubre prácticamente toda el área y está compuesta por flujos ignimbólicos y conglomerados. Tanto el cerro Colorado como el cerro Quipisca corresponden a cerros-islas de rocas cretácicas, rodeados por las rocas más recientes. En ambos cerros los fenómenos hidrotermales afectan exclusivamente a la formación Cerro Empexa y a las rocas que la intruyen.

En Cerro Colorado la alteración hidrotermal se presenta zonada concéntricamente, en la cual el núcleo corresponde a una zona sericitica con cobre y molibdeno, rodeada por una zona argílica con algo de cobre, la que a su vez está circundada por una zona propilitica estéril que gradúa hacia las rocas frescas. Además de estas tres zonas existen sectores silicificados, cuya distribución es esporádica a través del área alterada. Los sulfuros, pirita, calcopirita y molibdenita, se encuentran diseminados y en vetillas; estas vetillas siguen un fracturamiento polidireccional (brecha de ruptura), especialmente en la zona sericitica. Como fenómenos póstumos de actividad hidrotermal existen algunas brechas hidrotermales, generalmente estériles, las que se han clasificado en brechas y conglomerados intrusivos hidrotermales. El área de Cerro Colorado ha sufrido procesos supérgenos, los que se manifiestan en una zona de sulfuros secundarios premiocénica, parcialmente erosionada y oxidada. Desde la depositación de la formación Altos de Pica hasta la actualidad la depositación de sulfuros supérgenos ha sido insignificante.

El área de Cerro Quipisca está formada esencialmente por pórfido dacítico. La alteración hidrotermal no se encuentra zonada y corresponde fundamentalmente a propilitización, con algunos sectores argílicos estériles y otros silicificados. Las brechas hidrotermales, al igual que en Cerro Colorado, son estériles y corresponden a brechas intrusivas hidrotermales. La ausencia de alteración sericitica en esta zona determina la falta de mineralización cuprífera. La alteración supérgena se limita a oxidación de pirita.

En el área de Cerro Colorado las zonas sericiticas, argílica y propilitica son esencialmente contemporáneas, pero los fenómenos de sericitización se entendieron en un lapso mayor. Cuarzo y muy pequeña

cantidad de turmalina se formaron durante todo el proceso hidrotermal; molibdenita y parte de la calcopirita se encuentran asociadas y son anteriores a la fase principal de mineralización. La sericita se formó conjuntamente con los primeros sulfuros, pero no persistió hasta el término de la formación de estos últimos.

El área de Cerro Colorado presenta varias características similares a las de otros yacimientos tipo "porphyry copper" de Chile y de otras partes del mundo.

GRAVIMETRIA Y GEOLOGIA DE LA CORDILLERA DE LA COSTA.  
PROVINCIA DE ACONCAGUA, CHILE

por

Clara Pimstein C.

1 9 7 1

En este trabajo se realizó un levantamiento gravimétrico en un área enmarcada por los paralelos  $32^{\circ}$  y  $33^{\circ}$  de latitud sur, y los meridianos  $70^{\circ}30'$  y  $71^{\circ}30'$  de longitud oeste.

Las extensas anomalías gravimétricas encontradas están claramente relacionadas con la geología regional. El mapa de anomalías residuales muestra en general valores positivos sobre los afloramientos volcánico-sedimentarios y valores negativos sobre las rocas graníticas. La interpretación cuantitativa de las anomalías da espesores máximos del orden de los 9 kilómetros para el complejo volcánico-sedimentario.

Se incluye también, una breve síntesis de la distribución de los sismos en la región, no apreciándose una correlación directa entre esta distribución y las anomalías gravimétricas.

por

Manuel Suárez Dittus

1 9 7 1

La región está ubicada en la parte central-oeste de la provincia de Magallanes, entre los paralelos 51°00' S y 52°30' S, y los meridianos 73°00' y 74°30', y cubre un área aproximada de 9.000 km<sup>2</sup>.

Las rocas estratificadas que afloran en esta región, corresponden en orden decreciente de edad, a:

1. Formación Staines; filitas asignadas tentativamente al Paleozoico.
2. Formación Tobífera; rocas volcánicas ácidas, de aproximadamente 2.000 m de espesor; de edad jurásica.
3. Formación Zapata; principalmente lutitas marinas del Titoniano-Neocomiano, y de unos 800 a 12000 m de espesor.
4. Formación Sarmiento; rocas volcánicas básicas submarinas, de aproximadamente 2.000 m de espesor, y asignadas tentativamente al lapso fines del Cretácico Inferior- comienzos del Cretácico Superior.

A comienzos del Cretácico Superior, y posteriormente a las efusiones básicas de la formación Sarmiento, habría ocurrido un importante episodio de deformación regional, durante el cual la componente principal de las fuerzas tectónicas habría actuado de oeste a este. El grado de deformación decrece progresivamente en la misma dirección a través de la región y hacia el este de ella.

El Batolito Patagónico en esta región está constituido principalmente por plutones ácidos post-cinemáticos; además hay áreas de diorita, en su mayoría de naturaleza híbrida, y una cantidad muy subordinada de gabro. Los granitos integran tres asociaciones espaciales, distribuidas en forma de franjas adyacentes, paralelas y de dirección aproximadamente norte-sur. En la región occidental existe una zona de tonalitas, y en la oriental una zona de adamelitas; ambas franjas intrusivas están separadas por una zona delgada de granodioritas cortadas por numerosos filones básicos inclinados con ángulos bajos.

La principal característica de los elementos estructurales observados en la región estudiada es su paralelismo. La disposición general de ellos es de dirección en promedio aproximadamente norte-sur, y de inclinación preferentemente en ángulos altos hacia el oeste.

Durante el Cuaternario, y probablemente en parte el Terciario (?), en la región hubo erupciones de andesitas/basaltos representadas por los Volcánicos del Monte Burney.

La región sufrió intensas glaciaciones en el Cuaternario, las que con mucho menor desarrollo continúan hasta hoy día.

## GEOLOGIA DE PENINSULA BYERS , ISLA LIVINGSTON ANTARTICA

por

Eduardo Valenzuela Ayala  
1 9 7 1

En la península Byers ( $62^{\circ}38'$  L S y  $61^{\circ}09'$  L O) cuya superficie es de aproximadamente 64 km cuadrados, existen rocas estratificadas de edad titoniano aptiano y oligo-mioceno, y rocas intrusivas de edad cretácica superior y terciaria inferior.

Las rocas del cretácico inferior (espesor aproximada de 400 metros) corresponden a sedimentos marinos y continentales, ambos fosilíferos, que evidencian un cambio de facies en el sentido S E/ N W en el siguiente orden:

Terrenos elevados continentales con cubierta andesítica.  
Zona costera lagunar, de poca altura y clima templado húmedo.

Zona litoral con engrane vertical y lateral hacia el NW, de facies continentales marinas.

Zona nerítica marina fosilífera (ammonites).

Probable cuenca de sedimentación, cuyo eje estaría orientado en dirección NE/SW.

Las rocas terciarias (200 metros de espesor) constituyen una unidad volcanoclástica que se superpone con discordancia angular sobre las rocas del cretácico inferior.

Las rocas intrusivas del cretácico superior, corresponden a apófisis de un plutón granodiorítico, y las del terciario inferior, constituyen chimeneas volcánicas y filones mantos.

Las rocas estratificadas evidencian tres fases de deformación sucesivas, en el siguiente orden de más antiguas a más recientes:

Movimiento de ascenso verticales (orogénesis) durante el cretácico superior.

Fracturas y pliegues con fallas y ejes verticales orientados en dirección N  $35^{\circ}$  W.

Fracturamiento con fallas orientadas en dirección N  $63^{\circ}$  E.

La altura y forma actual de la península, se originó en el reciente.



## GEOLOGIA DE LA SERRANIA CHURQUI Y ESTUDIO DE SUS DEPOSITOS CUPRIFEROS.

por

Jaime Villagran Torres  
1971

El distrito Esperanza de Churqui, está ubicado en la Sierra del mismo nombre, aproximadamente 15 kms al norte del pueblo de Domeyko y 30 kms al sur de Vallenar, Provincia de Atacama, Departamento de Huasco.

Las unidades litológicas que se observan en el área del Distrito corresponden en general a intercalaciones volcánicas sedimentarias, de posible edad Neocomiana, las que se encuentran afectadas en parte por un intrusivo de carácter granodiorítico.

Las unidades geológicas identificadas en el área son las siguientes:

Unidad A.- Brechas y Andesitas grises  
Andesita verde

Unidad B.- Andesita porfírica (ocoíta)  
metandesita  
Andesita porfírica de anfíbol  
Horizonte sedimentario (calizas inferiores)

Unidad C.- Secuencia clástico-volcánica brechas y andesitas rojas  
Horizonte sedimentario (calizas superiores)

Unidad D.- Granodiorita

Además de diques y pequeños cuerpos intrusivos de composición ácida a intermedia.

Las rocas estratificadas forman un anticlinal regional, de rumbo N NE y que buza suavemente hacia el sur.

La tectónica es de bloques y se distinguen dos sistemas de fracturamiento principales, uno Nor noroeste y un segundo norte-sur; con manteos prácticamente verticales.

Se estudiaron dos yacimientos en detalle en el distrito, el yacimiento de cobre "Esperanza de Churqui" y el de hierro denominado

"Los Llanos", ambos corresponden al tipo manto.

El primero de ellos (Esperanza de Churqui), está asociado a un nivel de brechas que se encuentran en la base de la secuencia clástico-volcánica (Unidad C).

El manto tiene un rumbo general de N 40W con manteos entre 14 y 20 al oeste, está cruzado por numerosos diques sub-verticales de carácter andesítico, que se disponen en forma paralela al rumbo general de Este.

La mineralización es irregular y preferentemente diseminada, formándose en algunos casos pequeños bolsones de mayor ley en la cercanía de los diques. Los sulfuros de cobre están representados en su mayor parte, por calcosina, existiendo en menores proporciones covelina y digenita. Los minerales de ganga son escasos, (Cuarzo, calcita y hematita).

De acuerdo a su origen se clasifica como "litogénico".

El yacimiento Los Llanos se encuentra ubicado prácticamente en la base del nivel sedimentario (Unidad B), tiene origen hidrotermal de alta temperatura y corresponde a un yacimiento de contacto o pirometasomático.

La mineralización la constituyen principalmente magnetita y hematita, formando un nivel mineralizado compacto y regular (en potencia).

Los minerales de ganga son cuarzo, calcita y óxidos secundarios de cobre (azurita, malaquita y crisocola).

En general las perspectivas del distrito para cobre son buenas, existiendo la posibilidad de encontrar zonas favorables al norte y sur del área del yacimiento de Esperanza de Churqui.

A nivel local de yacimiento, las posibilidades para encontrar buena mineralización a profundidad (cercanía de los diques), son favorables especialmente en el sector "picaditos".

En cuanto al yacimiento de fierro Los Llanos Este no presenta buenas perspectivas económicas por el momento.

Se concluye este estudio, dando normas generales de prospección regional, además de recomendar una primera etapa de exploración, en el yacimiento Esperanza de Churqui.

METAMORFISMO DE CONTACTO EN LA SERIE VOLCANICO-SEDIMENTARIA  
DE SANTA GRACIA, PROVINCIA DE COQUIMBO.

por

Leonidas Chavez Burgos  
1 9 7 2

En el área de Santa Gracia existe una secuencia volcánico-sedimentaria, de edad cretácida inferior, afectada por procesos de metamorfismo de contacto y alteración regional. La secuencia está constituida en un 75% por rocas volcánicas andesíticas (lavas y brechas); el resto son principalmente calizas y brechas. Comprende la formación Arqueros, de origen marino y los estratos basales de la formación Quebrada Marquesa, de origen continental que sobreyace concordantemente a la primera. Esta secuencia está intruida por un plutón granítico de edad cretácica superior, alrededor del cual se desarrolla una zona de borde básico y una aureola de metamorfismo de contacto. Además, inmediatamente fuera de la aureola existe una zona de alteración regional. El borde básico está constituido por migmatitas (brechas de arranque) y pseudo-dioritas producto de la diorización de las rocas andesíticas. En la aureola de contacto se han desarrollado con grado creciente de metamorfismo hacia la intrusión granítica, las facies de rocas córneas de albita-epidota y de hornblenda. En la zona de alteración regional, las rocas se presentan alteradas a través de todo el espesor de la secuencia estratigráfica; andesitas no alteradas están presentes como relictos en la parte baja de algunas coladas. La alteración se describe como perteneciente a una "facies de alteración regional de albita - epidota". Fuertes cambios metasomáticos caracterizan el metamorfismo y la alteración de las andesitas; las partes más porosas de las coladas (alta y media) son las más susceptibles al metasomatismo, mientras las partes bajas permanecen químicamente casi inalteradas. En el área existen yacimientos de hierro-cobre (skarns estratiformes y vetas cuya génesis está relacionada con el metamorfismo de contacto.

GEOLOGIA GENERAL DEL DISTRITO MINERO DE TAMBILLOS,  
 PROVINCIA DE COQUIMBO  
 ESTUDIO GEOLOGICO DEL YACIMIENTO FLORIDA DEL DISTRITO  
 MINERO DE TAMBILLOS

por

Carlos Münchmeyer Fick  
 1 9 7 2

El distrito minero de Tambillos se encuentra en la Comuna de Andacollo, Provincia de Coquimbo, 33 km al sur de la ciudad de La Serena y cubre una superficie aproximada de 40 km<sup>2</sup>.

Las rocas estratificadas que afloran en el área comprenden lavas andesíticas con intercalaciones sedimentarias marinas y han sido correlacionadas tentativamente con la formación Arqueros, de edad neocomiana.

La estructura es monoclinal de rumbo general norte e inclinación de 40° a 55° al este. Las fallas principales son transversales a la estructura y se presentan como un sistema escalonado que produce un desplazamiento relativo de los bloques sur hacia el oeste.

Las rocas estratificadas han sido afectadas por metamorfismo de contacto ocasionado por una intrusión que ocupa alrededor de una cuarta parte del área estudiada. El intrusivo está compuesto por un núcleo de granito aplítico y facies marginales de granodioritas y dioritas.

En el distrito minero de Tambillos hay yacimientos estratiformes de cobre y cobalto-cobre, y yacimientos vetiformes de cobre. El primer tipo incluye las minas Buitre, Florida y Minillas, las que se encuentran emplazadas en un mismo horizonte meta-sedimentario constituido por rocas cárneas con metaandesitas como caja yacente y chert en la caja pendiente. La asociación de minerales metálicos común para estos yacimientos es: calcopirita, pirita, arsenopirita, blenda, galena y cobaltita. En los yacimientos Buitre y Minillas aparece además arsenopirita cobaltífera y tetrahedrita y, por otra parte, la mina Florida contiene magnetita y marcasita.

Los yacimientos vetiformes se agrupan en sistema de orientación N50° a N80°E (San Felipe, El Rulo etc.), N30°O a N 60°O (Grupo Fortuna Sr, etc.) y aproximadamente este-oeste (Majaditas y Culebra).

El sistema de orientación N50°E a N80°E constituye el grupo más numeroso de vetas, las que a diferencia de los otros dos sistemas, se encuentran casi en su totalidad emplazadas en el cuerpo intrusivo. La asociación mineralógica es la siguiente: anfíbola, apatita, magnetita, calcopirita y pirita además de cantidades menores de molibdenita y pechblenda, minerales que en su mayor parte están también presentes en las vetas del sistema N30°O a N60°O. Las vetas este-oeste contienen magnetita, calcopirita y pirita como asociación primaria y bornita (secundaria?), calcosina y covelina como minerales de enriquecimiento secundario.

La mina Florida, cuyas características se exponen en la segunda parte de este trabajo, es un yacimiento de cobre que se encuentra en la base de una secuencia volcánico-sedimentaria. Los componentes estratigráficos locales son: andesita inferior, rocas córneas y caliza recristalizada, chert, calcáreos indiferenciados, andesita y brecha volcánica. La mena se encuentra restringida a las rocas córneas. Los minerales metálicos presentes son calcopirita, pirita, magnetita, arsenopirita, marcasita y blenda, además de escasa galena y cobaltita; los minerales de ganga son granate, anfíbola, calcita, apatita, diópsido, escapolita, clorita y titanita. La textura de la mena es gruesa, de reemplazo, con algunos cuerpos vetiformes macizos de calcopirita-pirita incluidos en el manto.

El yacimiento se interpreta como perteneciente al tipo manto-chimenea, en atención a que el cuerpo mineralizado presenta una parte superior de tendencia tabular que, en profundidad, constituye chimeneas incluidas en zonas de baja ley de cobre. Se propone para este yacimiento una génesis pirometasomática de contacto.



GEOLOGIA DE LAS HOJAS PISAGUA Y ZAPIGA PROVINCIA DE  
TARAPACA, CHILE

por

Luis Ignacio Silva Prieto  
1972

Las hojas Pisagua y Zapiga ocupan parte de la Cordillera de la Costa y Pampa del Tamarugal de la provincia de Tarapacá, comprendida entre los paralelos 19°30' y 20°00' lat. S., al oeste del meridiano 69°30' long. W., cubriendo un área de aproximadamente 4.000 km<sup>2</sup>.

La estratigrafía de esta región comprende rocas volcánicas y sedimentarias de edad jurásica y terciaria superior-cuaternaria. Las rocas más antiguas corresponden a una secuencia de lavas andesíticas (formación Oficiana Viz) de edad mínima bajociana media, con un espesor visible de aproximadamente 2.000 m. En el borde sur-occidental de la hoja Pisagua, concordantemente sobre las andesitas se disponen calizas, brechas finas y areniscas glauconíticas de aproximadamente 600 m, de espesor, que constituyen la formación Caleta Ligate de edad bajociana media a caloviana inferior. Esta unidad se acuña hacia el este, engranando probablemente en el área de Negreiros-Zapiga con los niveles inferiores de una secuencia de areniscas, calizas oolíticas y evaporitas que integran la formación Huantajaya de edad bajociana a oxfordiana superior, posiblemente hasta kimmeridgiana; su espesor aproximado es de 1.000 m.

La secuencia sedimentaria jurásica indica una depositación marina continua desde el Bajociano medio al Oxfordiano superior, en un ambiente sub-litoral, con desarrollo de cuencas de circulación restringida y facies costaneras hacia la parte superior.

En esta región no afloran rocas sedimentarias o volcánicas de edad cretácica.

Durante el Plio-Pleistoceno, los depósitos continentales tienen gran desarrollo en la Pampa del Tamarugal y en las cuencas interiores de la Cordillera de la Costa. Estos depósitos clásticos y en parte lagunares, provisoriamente asignados en este estudio a la formación Altos de Pica. Los que se disponen discordantemente sobre las rocas mesozoicas.

Se reconocen dos cuerpos intrusivos principales: el intrusivo de Pisagua de composición granodiorítica-diorítica, de probable edad jurásica superior y el intrusivo de Huara de composición granodiorítica de edad cretácica media a superior (Pb/α: 100± 10 m.a.).

Las estructuras principales se han agrupado en dos sistemas uno más antiguo de dirección norte-sur y otro este-oeste, que desplaza al anterior. Estas fallas se desarrollaron principalmente durante el Terciario Superior y han experimentado una reactivación reciente condicionando la morfología actual. Las rocas mesozoicas de esta región se disponen en forma de monoclinal con rumbo nor-noroeste y manteo variable de  $15^{\circ}$  a  $25^{\circ}$  al sur-oeste.

La única discordancia observada en esta región es entre los sedimentos jurásicos y los depósitos terciarios, que podrían representar la orogénesis del Jurásico Superior o bien la del Cretácico Superior.

Depósitos aluvionales recientes son encauzados por quebradas modernas y depositados en el borde occidental de la Pampa del Tamarugal que limita con la Cordillera de la Costa.

## AREAS DE DESLIZAMIENTO EN EL CAMINO DE CONCEPCION A CAÑETE.

por

Saturnino Zapata Ruíz  
1 9 7 2

El presente estudio analiza problemas relativos a deslizamientos considerando, específicamente, fenómenos de remoción en masa ocurridos en tramos del camino pavimentado de Concepción a Cañete en las provincias de Concepción y Arauco.

Los tipos de movimientos involucrados corresponden especialmente a deslizamientos en bloque y flujos de tierra.

Las causas principales de los fenómenos ocurridos en el camino de referencia, son la existencia de áreas inestables, ausencia de drenajes apropiados, altura de terraplenes excesivo para las condiciones del terreno de emplazamiento de ellos y precipitaciones intensas de primavera e invierno.

Las medidas de corrección, en los tramos afectados por remoción en masa, incluyen en especial relocalización de algunos tramos, remociones de materiales deslizados, construcción de sostenimiento de terraplenes a base de hincado de pilotes, obras de drenaje adecuado a las condiciones climáticas del lugar, y construcción de terrazas en los taludes mayores de cortes y terraplenes.

El estudio incluye, en Anexos, los registros de sondajes de reconocimiento perforados en las zonas afectadas por movimientos y los resultados de una serie de ensayos de mecánica de suelos sobre muestras seleccionadas de superficie y subsuperficie.

RECONOCIMIENTO GEOLÓGICO DEL AREA CATALINA SIERRA DE  
VARAS Y ESTRATIGRAFIA DEL JURASICO DEL PROFETA.

por

Guillermo Chong Díaz  
1 9 7 3

Este trabajo corresponde al levantamiento geológico a escala 1:100.000 de un área de 5.000 km<sup>2</sup> ubicada en la parte central sur de la provincia de Antofagasta. La zona estudiada, denominada Catalina-Sierra de Varas, está comprendida, en forma parcial, entre los 24°30' y 25°30' de Lat. S. y los 69° y 70° Lon. W.

De la región no existían antecedentes geológicos importantes y este levantamiento permite establecer un modelo estratigráfico-estructural que puede ser usado en extensas áreas de la Cordillera de Domeyko en el norte de Chile.

Se ha establecido una columna estratigráfica que va desde el Paleozoico al Reciente con el siguiente esquema:

- Paleozoico      formaciones de rocas metamórficas asignadas al Paleozoico Inferior y Superior.
- Triásico (?)    rocas continentales y volcánicas silíceas que sobreyacen, con discordancia angular, a rocas continentales y marinas del Jurásico.
- Jurásico        formaciones sedimentarias, marinas y continentales, además de rocas volcánicas en la parte basal y superior del Sistema. Las rocas marinas son muy fosilíferas y se han podido reconocer los pisos Hettangiano a Oxfordiano. (Kimmeridgiano?).
- Cretácico      formaciones volcánicas y continentales que sobreyacen, con discordancia angular, a formaciones jurásicas marinas y volcánicas
- Terciario        formaciones clástico-volcánicas que sobreyacen, en discordancia angular, a unidades cretácicas y jurásicas.
- Cuaternario    depósitos aluviales y salinos.

Durante el Triásico se desarrollaron extensos capítulos de volcanismo extrusivo en un dominio continental, mientras que en el Jurásico existieron cuencas marinas de características geosinclinales de las que se reconocen paleocostas en zonas arealmente coincidentes con la Cordillera de Domeyko. La abundante fauna fósil de invertebrados marinos jurásicos ha permitido reconocer numerosos fósiles guías de Zonas con los que se puede establecer una columna biostratigráfica bastante completa para dicho periodo. Entre otros hallazgos paleontológicos

en las rocas jurásicas se han evidenciado, por primera vez para Chile, la presencia de cocodrilos marinos; asimismo se han encontrado numerosos restos de otros reptiles; entre los cuales, Yctiosaurios y Plesiosaurios y una apreciable cantidad de peces en el Oxfordiano superior.

Desde el Jurásico Superior la región vuelve a ser un dominio continental con un intenso desarrollo volcánico de carácter andesítico en un comienzo para hacerse más ácido a partir del Cretácico Superior.

Se distinguen varios sistemas de plegamientos y periodo de fallamientos. Se han establecido fases compresivas principales a cada una de las cuales se asignan ciclos intrusivos en el Paleozoico Superior, Jurásico Superior, Cretácico Superior y Terciario y etapas de distensión en el Triásico, Cretácico y Terciario. Los intrusivos Terciarios tienen una estrecha relación con cuerpos subvolcánicos y periodos de mineralización.

La revisión general de los recursos naturales de la región, incluyendo los de agua, indica que existen excelentes posibilidades de un futuro desarrollo económico, especialmente de la minería del cobre plata y oro.



## GEOLOGIA Y GEOTECNIA DEL TUNEL CHACABUCO

por

Hugo Delucchi Fuenzalida  
1 9 7 3

El presente trabajo fue realizado a solicitud de la Dirección de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) a fin de evaluar las características geotécnicas del área como antecedente para los ingenieros de Vialidad, lográndose de esta manera establecer el nexo necesario entre ingeniero y geólogo en la planificación y desarrollo de una obra ingenieril de importancia.

Este estudio fue realizado cuando las obras del túnel Chacabuco estaban muy adelantadas, por lo que nada se pudo aportar a la elección del terreno y a métodos de investigación previos a la decisión de construcción.

Las calidades geotécnicas de las rocas atravesadas en la excavación del túnel son malas a regulares en su mayoría. En la zona del estudio ocurren principalmente, rocas volcánicas andesíticas y sedimentos continentales de la formación Farellones intruidas por basaltos y dioritas. Las rocas estratificadas tienen rumbo NS inclinadas preferentemente unos  $15^{\circ}$  a  $20^{\circ}$  al E.

Se ha efectuado un mapeo geológico de la superficie en el área del túnel Chacabuco, además de reactualizarse y unificarse toda la información de diversas entidades, particulares y públicas, han recopilado y efectuado en distintas épocas.

Se ha separado y descrito las calidades, tipos y estructuras que presentan las rocas del túnel en diversos tramos, tratándose así de simplificar y graficar mejor su comprensión.

Dentro del túnel Chacabuco hay zonas de malas características geotécnicas en las cuales se deberá mantener un control constante; estas zonas son las ubicadas en los kms 7.100 al 7.200, 7.500 y 8.170. Para estas y otras zonas se describen una serie de recomendaciones que, dada la importancia de la obra, deben ser atendidas prontamente para que así las autoridades y profesionales encargados de la mantención del túnel estén preparados a enfrentar las eventualidades que podrían producirse con el transcurso del tiempo.



por

Herne Etchart Kaempffer  
1973

Este trabajo representa los resultados estratigráficos sedimentológicos, estructurales y geomorfológicos del levantamiento geológico a escala 1:25.000, realizado en la región ubicada al norte e inmediatamente al sur de la desembocadura del río Rapel.

En esta zona afloran principalmente rocas sedimentarias marinas conocidas tradicionalmente con el nombre de formación Navidad (Darwin 1846). Sin embargo, se ha separado de ella una unidad litoestratigráfica menor que está separada de la formación Navidad, más joven por una discordancia angular.

Las rocas estratigráficas que afloran en esta región y que se apoyan discordantemente sobre el intrusivo tonalítico permo-carbonífero corresponden a una secuencia que de abajo hacia arriba, está constituido por:

a) Formación La Boca (marina): areniscas gris oscuras con matriz calcarea de grano medio a grueso con intercalaciones de limolitas negras y lentes de conglomerados. Aproximadamente 25 m de espesor y edad miocénica media.

b) Formación Navidad (marina): areniscas de colores claros, grano medio a fino, poco compactas y de alto contenido faunístico. Se reconocen tres miembros de distinta composición. Aproximadamente 200 m de espesor y de edad miocénica superior.

c) Sedimentos conglomerádicos arenosos de origen fluvio-marino de edad pliopleistocénica que descansa discordantemente sobre las unidades superiores. Aproximadamente 20 m de espesor.

Los estudios sedimentológicos efectuados sobre las sedimentitas de la formación Navidad permiten confirmar la subdivisión en tres miembros de dicha formación.

Se reconocen tres discordancias angulares y de erosión que de abajo hacia arriba estratigráficamente separan:

1) la formación La Boca de la tonalita basal; 2) la formación Navidad de la formación La Boca; y 3) la formación Navidad de los sedimentos conglomerádicos arenosos fluvio-marinos.

La principal característica de los elementos estructurales observados en el sector norte del río Rapel es el paralelismo y magnitud de las fallas, donde su orientación general varía entre  $N35-45^{\circ}E$  y mantienen verticalmente, descendiendo siempre el bloque NW. En el sector al sur del río Rapel (Navidad) no se reconoció este paralelismo y las direcciones preferenciales son  $N40-50^{\circ}W$ ,  $N20-30^{\circ}E$ ,  $N-50-60^{\circ}E$ ,  $N70-80^{\circ}E$ .

La paleogeografía durante el Mioceno superior estaba caracterizada por bahías abiertas hacia el noroeste, cuyo fondo estaría constituido por sedimentos de la formación La Boca, existiendo relieves positivos por el plutón tonalítico.

Evidencias faunísticas dejan en claro que la fauna recolectada en la formación Navidad es de aguas más frías que aquella que habitaron los foraminíferos reconocidos en la formación La Boca.

Durante el Plioceno y/o Pleistoceno, un conglomerado arenoso de carácter fluviomarino cubrió en forma discordante a la formación Navidad.

Las observaciones morfológicas permiten analizar los efectos de remoción en masa de los acantilados costeros y el avance de dunas modernas sobre dunas fósiles en Bucalemu. Se relaciona las terrazas costeras bajas a las del nivel de Cachagua.

ESTUDIO SOBRE LA RELACION SISMICIDAD - TECTONICA DE LA PARTE  
SUR DE SUDAMERICA ENTRE LOS MERIDIANOS 65° y 77° LONGITUD  
OESTE

por

Claudio Gallardo Loyola

1 9 7 3

Se estudian alrededor de 1.000 sismo de los boletines del USCGS, cuyos epicentros están ubicados en América del Sur al sur de los 17°S.

Con la intención de encontrar evidencias que permitan asociar la sismicidad con el desarrollo geotectónico de los Andes, se analizan la forma espacial de la distribución de los hipocentros, la distribución temporal y espacial de la energía, la relación entre ésta y el marco geotectónico, y la relación entre la distribuciones espaciales de los focos y de la energía.

Se postula que la causa de los sismos, es el fenómeno de tectónica global producido por el movimiento de la corteza oceánica, hacia y por debajo de la corteza continental, a baja velocidad, originado por las corrientes convectivas del Manto.

Para la determinación de la forma geométrica de la zona de Bienoff, se emplearon dos métodos: 1) curvas estructurales de la superficie de asociación de los focos, y 2) curvas de densidad de epicentros. Los resultados de los cuales son muy coherentes con los obtenidos, por métodos sismológicos, de la determinación de la distribución espacial de los parámetros asociados con la energía sísmica:  $a, b$ , y  $E$ ; a partir de la relación de frecuencia de la magnitud de Gutenberg-Richter ( $\log N (M) = a - bM$ ).

Se concluye que, probablemente, hay una estrecha relación entre la distribución espacial de estos parámetros y la estructura de la zona de Bienoff, con los rasgos neotectónicos de los Andes Meridionales, posiblemente desde principios del Mioceno; dirigidos mecánicamente por dos estructuras diferentes, una bajo los Andes chilenos-bolivianos y la otra, bajo los Andes chileno-argentinos, aproximadamente.

Complementariamente, se definen tres provincias sismotectónicas y una región interprovincial en los Andes Meridionales: 1) Provincia Septentrional, entre los 17° y 25°S; Interprovincial, entre los 25° y 32°S, ocupando el territorio de Chile; 2) Provincia Central-Sur, entre los 25° y 42°S; y 3) Provincia Austral, desde los 42° hasta los 56°S.

ANALISIS GEOTECNICO DE LOS ANGULOS DE TALUD DE RAJO FINAL EN MINAS DE FIERRO " EL ALGARROBO" VALLENAR, PROVINCIA DE ATACAMA, CHILE

por

Rolando Jorquera Alonso

El yacimiento de fierro "El Algarrobo" está emplazado en un "roof pendant" de rocas volcánicas asignadas al Neocomiano, rodeadas por rocas intrusivas granodioríticas del Cretácico. El mineral de fierro está formado por magnetita y hematita secundaria; se encuentra en rocas descritas como metandesitas y rocas de contacto. Las estructuras principales tienen rumbos entre NNE y NNW

Minas "El Algarrobo" está formada por tres "rajos" o sectores independientes; mediante tres planos escala 1:1000, se muestra el mineral, los tipos de roca, filones, contactos, fallas y fracturas. Un plano geológico escala 1:10000 permite apreciar la situación general del yacimiento.

La presentación de 12 Redes de Schmidt modificadas, 16 perfiles estructurales, 58 modelos de deslizamiento y planos de zonificación, permite deducir el comportamiento mecánico de las estructuras, según sea su orientación respecto a los taludes.

Se propone un método de evaluación del riesgo de deslizamiento, representado por las discontinuidades de la roca y se entrega un programa de computación para su aplicación. Finalmente es propuesto un sistema de trabajo y son entregados valores de ángulos de talud de "rajos finales" para Minas "El Algarrobo"; Estos ángulos varían principalmente entre  $40^{\circ}$  y  $42^{\circ}$ .



PETROGRAFIA, ALTERACION Y MINERALIZACION DEL YACIMIENTO  
CUPRIFERO EXOTICA - PROVINCIA DE ANTOFAGASTA.

por

Carlos Marín Bisquertt

1 9 7 3

La mina de cobre Exótica se encuentra ubicada en la provincia de Antofagasta a 2 km al sur del yacimiento de Chuquicamata.

El cuerpo mineralizado tiene forma lenticular con un eje mayor de rumbo noroeste. La mineralización se aloja en la parte superior del complejo intrusivo metamórfico de posible edad paleozoica, en aproximadamente un 60% y en la base de gravas cuaternarias suprayacentes en aproximadamente un 40%

El complejo intrusivo metamórfico presenta una antigua superficie de erosión que en forma generalizada presenta un leve buzamiento hacia el sur, e incluye una paleoquebrada principal que coincide con la elongación principal del yacimiento. Las rocas que componen este complejo son: diorita (metadiorita?), anfibolita de grano medio, anfibolita de grano grueso, granodiorita, granito y filones principalmente andesíticos. La cubierta sedimentaria está representada en su mayor parte por la grava Fortuna (cenuconglomerado) que se distribuye desde el sector central norte hacia el sur del yacimiento y en una pequeña parte por la grava Exótica (escombro de falda). El espesor de esta cubierta sedimentaria varía aproximadamente entre 75 y 1.55 m, aumentando de norte a sur.

Las rocas del complejo intrusivo metamórfico se distribuyen en el yacimiento de la siguiente manera: la diorita aparece en el sector central norte rodeando a un cuerpo de granodiorita; las anfibolitas aparecen en el sector sur y en la parte superior del sector central este; el granito aparece como pequeños cuerpos en los sectores este, oeste y sur del yacimiento.

Las rocas dioríticas y anfibolíticas se componen principalmente de plagioclasa y anfíbola, mientras que en la granodiorita y el granito el cuarzo y los feldspatos son los minerales más abundantes.

Los minerales de cobre principales son crisocola, copper pitch o crisocola negra, copper wad y atacamita. La mineralización ocurre fundamentalmente en venillas, y en menor grado en forma diseminada como componente del cemento en gravas.

Existen dos asociaciones mineralógicas de alteración en el yacimiento. Estas son: a) clorita-sericita-epidota-calcita, caracterizada en rocas débilmente alteradas y b) caolinita-clorita-montmorillonita, caracterizada en rocas moderadamente alteradas e intensamente alteradas. La primera asociación mineralógica de alteración ocurre en roca mineralizada y estéril; la calcita ocurre sólo cuando la roca es estéril o se encuentra muy pobremente mineralizada. La segunda asociación mineralógica de alteración ocurre casi exclusivamente en roca mineralizada. Esta asociación el mineral caolinita es predominante, y la montmorillonita existe ocasionalmente.

La asociación clorita-sericita-epidota-calcita abarca algo menos de las tres cuartas partes del yacimiento, ubicándose principalmente en la parte inferior de él. El resto corresponde a rocas con la asociación caolinita-clorita-montmorillonita, las que se ubican fundamentalmente en la parte superior del cuerpo mineralizado.

Existe una estrecha relación entre mineralización y alteración, de tal manera que la crisocola y el copper pitch ocurren principalmente en rocas con la asociación clorita-sericita-epidota-calcita, mientras que el copper wad y la atacamita ocurren en rocas con la asociación caolinita-clorita-montmorillonita.

La ley media del yacimiento es 1,85% de cobre total; la que corresponde exclusivamente a minerales oxidados de cobre. Las leyes más altas ocurren en gravas frescas y las más bajas en gravas intensamente alteradas. En el complejo intrusivo metamórfico la intensidad de la mineralización disminuye con el aumento de la "acidez de las rocas", de manera que la tendencia decreciente de ley es como si fue: anfíbolita de grano grueso, anfíbolita de grano medio, diorita, granodiorita y granito.

ESTUDIO GEOTECNICO DEL PROYECTO DE EMBALSE " EL CANELO"  
PROVINCIA DE SANTIAGO

por

Robert G. Monypenny Davies

Se consulta la posibilidad de construir un muro de embalse de uso múltiple sobre el río Maipo, en la zona comprendida entre las localidades de El Canelo y El Manzano, para fines de agua potable, riego y generación de energía eléctrica. En el lugar señalado el río Maipo fluye hacia el oeste, cortando rocas volcánicas pertenecientes a la formación Abanico y depósitos aterrazados de materiales de acarreo fluvial, con un gasto promedio del orden de  $80 \text{ m}^3 / \text{seg}$ .

El muro de embalse propuesto se apoyaría, en parte sobre las rocas volcánicas andesíticas de calidad geotécnica aceptable y en parte, sobre depósitos fluviales aterrazados que requerirán tratamiento de impermeabilización por inyección.

Los materiales de empréstito y agregados se podrán obtener de la zona misma del embalse, o muy cercana a ella, salvo materiales finos necesarios para construir un núcleo impermeable del muro.

Se considera factible, en primera instancia, la construcción subterránea de las obras de aducción, casa de máquinas, túnel de desviación y parte del vertedero, sin embargo, se recomienda la iniciación de un programa de exploración y prospección mediante perfiles sísmicos, sondajes, zanjas y calicatas.

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA CUENCA DEL RIO SALADO  
EN LA PROVINCIA DE ATACAMA

por

Silvia Montti Cabrera  
1 9 7 3

En el presente informe se dan a conocer los resultados del estudio hidrogeológico de la cuenca del río Salado, ubicada entre los  $26^{\circ}00'$  y  $26^{\circ}55'$  de latitud S y los  $69^{\circ}15'$  y  $70^{\circ}35'$  de longitud W, abarcando una superficie de 7.266 km<sup>2</sup>. En ella, las principales localidades son: Chañaral, Pueblo Hundido, Inca de Oro, El Salvador y Potrerillos.

El propósito de este estudio fue determinar zonas favorables, desde el punto de vista del agua subterránea y proponer ubicación de sondajes para su extracción.

En el área en estudio, las rocas fundamentales corresponden principalmente a rocas volcánicas andesíticas y cuerpos intrusivos graníticos, cuyas edades van desde el Paleozoico Superior al Cuaternario constituyendo aproximadamente el 60% del total de afloramientos de la cuenca.

El 40% restante, son sedimentos no consolidados de edad cenozoica, correspondientes en su mayoría a corrientes de barro, de baja permeabilidad, con algunas interestratificaciones de sedimentos permeables.

Las escasas precipitaciones (máximo 30 mm anuales, estación Potrerillos) es un factor desfavorable para la acumulación de agua subterránea.

Hidrogeológicamente, tiene pocas perspectivas de producir grandes cantidades de agua, sin embargo, existen zonas en que se podría aprovechar la mayor parte del agua subterránea de la cuenca.

Como recomendaciones, se propone efectuar perfiles geofísicos en las cercanías de Chañarillo y Pueblo Hundido y sondajes en el valle del río Salado a la estación El Carmen.

ESTUDIO DE LAS REPLICAS DEL TERREMOTO DE  
TALTAL, 28 de DICIEMBRE de 1966

por

María Isabel Muñoz Merello  
1973

Se han determinado los epicentros del terremoto de Taltal y sus réplicas con tres métodos diferentes, que se describen brevemente a continuación:

- 1.- Método Olea (1967)- Este método consulta un modelo simplificado de corteza y manto homogéneos, con el Moho representado por un plano inclinado.
- 2.- Método JB1 - El modelo usado en este método es el de Jeffreys-Bullen, e intervienen en el cálculo ondas P y S.
- 3.- Método JB2 - Este método usa también el método standard de Jeffreys-Bullen, pero sólo ondas P.

El modelo Olea, debido al modelo que usa no es adecuado para determinar hipocentros que se encuentran mar afuera, lejos de la red sísmológica. Finalmente se eligió la mejor determinación de entre los dos últimos métodos.

El sismo principal, de magnitud  $M_s = 7.5$  fue ubicado en los  $25^{\circ}58'$  de latitud sur y los  $71.42^{\circ}$  de longitud oeste con una profundidad de foco de 68 km. Del estudio del mecanismo de foco, se obtuvo un plano de falla de rumbo NE e inclinado hacia el SE, que coincide con la tendencia de la zona de Benioff.

Las réplicas, salvo dos excepciones son superficiales y definen un área de réplicas de  $23.000 \text{ km}^2$ . Su forma es elíptica, transversal al eje de la fosa de Perú - Chile. Las primeras réplicas se produjeron en la región noroeste del área de réplicas, extendiéndose posteriormente al sureste.

El área focal del terremoto principal, determina a partir del área de las réplicas iniciales, es de  $11.000 \text{ km}^2$ . La relación entre esta área y la magnitud del sismo principal coincide con lo determinado por Utsu para sismo japoneses.

No se observa relación directa entre el sismo y las principales estructuras geológicas de la región. El terremoto de Taltal concuerda con los postulados de la nueva tectónica global.

por

Gonzalo Tufiño Montaña

1 9 7 3

El yacimiento cuprífero de Pampa Norte, ubicado en la Provincia de Antofagasta, inmediatamente al norte de Chuquicamata, está emplazado en un cuerpo de pórfidos granodioríticos de edad terciaria. Diferencias esencialmente texturales y mineralógicas menores permiten hacer distinción entre tres tipos de pórfido: pórfido tipo oeste, pórfido tipo este y pórfido Banco. Las características petrográficas comunes de los pórfidos mencionados son: textura porfírica y masa fundamental microgranular; los fenocristales corresponden a feldespatos potásico, plagioclasa y biotita; la masa fundamental está formada por cuarzo y feldespato potásico.

El yacimiento es del tipo pórfido cuprífero y se caracteriza por una disseminación de calcopirita y bornita en la masa fundamental y fenocristales de los pórfidos y un stockwork de vetillas. Existe una zonación vertical del yacimiento que se manifiesta por una zona superior de minerales oxidados de cobre, una zona intermedia de sulfuros supergénicos y una zona inferior de sulfuros primarios.

La mineralización de la zona de oxidación que tiene un desarrollo vertical máximo de 120 m, consiste principalmente en atacamita, crisocola y antlerita. Estos minerales se encuentran disseminados en la roca, en vetillas y como impregnación de feldespatos.

La zona intermedia de sulfuros supergénicos es delgada y tiene un espesor promedio 10 m. Los minerales aquí presentes con calcosina y covelina que reemplazan a calcopirita, bornita y pirita.

La zona de sulfuros primarios tiene un desarrollo vertical desconocido y la mineralización consiste en calcopirita, bornita, pirita y molibdenita.

Existen dos tipos diferentes de alteración hidrotermal: una interna, potásica y otra periférica, sericitica. La alteración potásica se caracteriza por la presencia de feldespato potásico y biotita y abarca toda la parte conocida del depósito. La zona sericitica es de escasa representación areal y está constituida por la asociación sericita-cuarzo.



por

Gloria Valenzuela Bermudez  
1 9 7 3

En el área estudiada (369 km<sup>2</sup>) abarca parte de las comunas de Renca, Conchalí, Barrancas y Quinta Normal, del Departamento y Provincia de Santiago.

Geológicamente esta zona está constituida por rocas cretácicas-terciarias de las formaciones Las Chilcas-Abanico y Lo Valle-Farellones, constituidas por estratos volcánicos y sedimentarios de rumbo general N-S y suave inclinación hacia el este; rocas intrusivas de naturaleza diorítica y andesítica y por depósitos de relleno cuaternario, entre los cuales se han determinado 8 unidades de suelo del tipo: relleno artificial, depósitos aluviales recientes, depósitos de escombros de falda, depósitos de conos, depósitos de ceniza volcánica, arenas, ripios y finos (limos y arcillas) todos los cuales tienen una amplia distribución en la zona estudiada. Estos tipos son representados en un mapa escala 1: 20.000

La diferenciación de las unidades de suelo se hizo sobre la base de 40 perforaciones realizadas con una sonda B-40 (tipo Taladro de una profundidad máxima de penetración de 40 m; de estas perforaciones se obtuvieron 350 muestras en las cuales se determinaron características tales como granulometría, índices de consistencia, peso específico, contenido de humedad y litología, información que se complementó con el estudio de perfiles litológicos de pozos perforados por CORFO, Empresa Particular y con datos obtenidos por IDIEM.

En las perforaciones efectuadas con la sonda B-40, se determinó el nivel freático, complementándose la información con antecedentes obtenidos de los archivos de pozos que existen en el Instituto de Investigaciones Geológicas y en el Departamento de Recursos Hidráulicos de CORFO.

DISTRIBUCION DE RUBIDIO, ESTRONCIO Y POTASIO EN LOS  
YACIMIENTOS DE EL TENIENTE, RIO BLANCO  
CHUQUICAMATA.

por

Jaime Arias Farías  
1 9 7 4

La tesis tiene por objeto estudiar la distribución de los elementos K, Rb y Sr en los yacimientos tipo pórfido cuprífero de Chuquicamata, El Teniente y Río Blanco, a fin de obtener una medida cuantitativa de la intensidad de la alteración hidrotermal.

La posibilidad de utilizar los elementos K, Rb y Sr para realizar estudios geoquímicos cuantitativos en zonas de alteración de yacimientos tipo pórfido cuprífero se basa en la asociación espacial frecuente de alteración del tipo metasomatismo de K en dichos yacimientos y la asociación también frecuente con rocas intrusivas diferenciadas las cuales muestran valores distintivos de los elementos mencionados.

La tesis comprende una revisión de la literatura geoquímica mundial relacionada con los elementos considerados; además se incluyen datos geoquímicos sobre rocas y yacimientos chilenos.

Este estudio contiene los análisis realizados por los elementos K, Rb y Sr en 372 muestras de los 3 yacimientos mencionados; y por Cu y Mo en 100 muestras seleccionadas del yacimiento de El Teniente.

Los análisis de K fueron realizados por absorción atómica; los de Rb, Sr, Cu y Mo por espectrometría de fluorescencia de Rayos X. Los resultados fueron calculados utilizando standards (U. S. G. S.) y rocas previamente analizadas por referencia a dichos standards.

El tratamiento matemático de los datos se efectuó usando una computadora IBM 360-50 y programas proporcionados por la Sección Geoquímica del Instituto de Investigaciones Geológicas.

## ESTUDIO DEL PORFIDO CUARCIFERO. YACIMIENTO EL SALVADOR

por

Jorge Diderot Chelén Franulic

1 9 7 4

Este trabajo corresponde a un estudio integral de un cuerpo intrusivo perteneciente al Complejo Intrusivo Central del yacimiento El Salvador: El Pórfido Cuarzífero.

La ubicación marginal de estos cuerpos, en forma de embudos en posición normal, ha permitido definir tres cuellos de entre los cuales dos están extensamente representados por afloramientos en los distintos niveles de trabajo de la mina. Su estudio, a través de perfiles petrográficos y petrogenéticos junto a diagramas químicoc y de alteración, permiten definir dos tipos de alteración superpuestas a una mineralogía original. Una de ellas es de origen súpergena, presente en los niveles superiores del yacimiento, y la otra, de origen hidrotermal, ubicada en las zonas más profundas de estos cuellos.

Relaciones estructurales y de contacto dan pautas para considerar un emplazamiento no forzado que se ha gestado a baja presión y alta temperatura, lo que se ratifica por sus asociaciones mineralógicas primarias. Su emplazamiento se produjo con manifestaciones en superficie donde actualmente el cuerpo presenta una escasa erosión.

Este trabajo ha permitido, según el autor, definir su mecanismo de intrusión, algunos aspectos geológicos ligados a este cuerpo que dan nuevas pautas de prospección en cuanto a estructuras, mineralogía y alteración, en lo que se refiere a yacimientos de este tipo y la edad relativa de intrusión de estos cuellos con respecto a los otros intrusivos que componen el Complejo Intrusivo Central del yacimiento. El Pórfido Cuarzífero se presenta así, bajo este estudio, como el último intrusivo entre aquellos que componen el complejo mencionado.

## GEOLOGIA DE HOJA CHACRITAS, PROVINCIA DE ATACAMA, CHILE.

por

Hugo Conn Díaz  
1 9 7 4

Se presenta los resultados de los estudios sobre estratigrafía, litología y estructura de un sector de la región andina de la provincia de Atacama, comprendido entre los 28°15' y 28°30' latitud sur y los 70°30' y 70°45' longitud oeste.

Las formaciones reconocidas comprenden secuencias de rocas sedimentario-volcánicas del Cretácico y Terciario, cuya distribución vertical es la siguiente:

Formación Agua Amarga (Continental) Constituida predominantemente por aglomerados volcánicos.	Terciario Inferior?	100 m aprox.
Formación Los Barriales (Continental) Rocas sedimentarias clásticas, lavas andesíticas y conglomerados.	Cretácico Superior	600 m aprox.
Formación Quebrada Cortadera (marina) Rocas calcáreas con sedimentos clás- ticos, principalmente areniscas e intercalaciones de pedernal negro.	Barremiano Hauteriviano	1100 m aprox.
Formación Sierra Calavera (Continental). Rocas sedimentarias clásticas lavas andesíticas, lavas brechosas con intercalaciones marinas hacia su parte superior.	Hauteriviano	1100 m aprox.

Se evidencia dos discordancias. La primera separa la formación Barriales de la subyacente formación Quebrada Cortadera y se atribuye tentativamente a la fase Subhercínica. La segunda se ubica entre las formaciones Sierra Calavera y Agua Amarga y evidencia un hiatus prolongado que separa rocas estratificadas asignadas al lapso Hauteriviano de rocas estratificadas asignadas tentativamente al Terciario-Inferior.

Rocas intrusivas de edad cretácica superior y terciaria inferior se distribuyen en las márgenes occidental y oriental respectivamente. En su composición varían entre diorita y granodiorita; además

se presentan andesitas intrusivas de edad cretácica inferior y terciaria inferior. La edad de las rocas graníticas ha sido establecida de sus mutuas relaciones intrusivas y por determinaciones radiométricas por el método potasio-argón; la edad de las andesitas intrusivas ha sido inferida de sus relaciones estratigráficas.

La estructura de las rocas estratificadas de la región consiste principalmente en pliegamientos que forman un gran anticlinorium cuyo eje principal tiene rumbo norte-sur.

Se han indicado dos sistemas principales de fallamientos; uno de rumbo predominantemente noroeste y otro de rumbo noreste.

Finalmente, se expresan conclusiones acerca de las condiciones de depositación y paleogeografía de las unidades del Cretácico inferior, en parte de la Provincia de Atacama, y se interpreta el ambiente de depositación de un sector de la cuenca andina, durante el Neocomiano, comprendido entre las regiones de Copiapó y La Serena.

Se incluye una reseña de los principales yacimientos de cobre, oro, plata, grafito, mármol, hierro y plomo presentes en el área estudiada.

EXPLORACION GEOLOGICA EN QUEBRADA BLANCA, DEPARTAMENTO DE IQUIQUE,  
PROVINCIA DE TARAPACA, CHILE

por

Ramón Fam Romero  
1 9 7 4

El área de Quebrada Blanca está ubicada en la zona cordillera del norte de Chile, en el sector limítrofe entre las provincias de Tarapacá y Antofagasta. Desde el punto de vista geológico corresponde a una zona con característica de litología, estructura, alteración y mineralización propias de yacimientos del tipo porfido cuprífero.

Estudios geológicos, geofísicos (polarización inducida) y geoquímicos ejecutados en el área coinciden en señalar la conveniencia de continuar la exploración pasando una etapa de reconocimiento mediante sondajes.

En la zona de alteración se han definido 5 unidades litológicas, todas de carácter intrusivo, que en orden cronológico de emplazamiento son: diorita, adamelita de grano grueso, monzonita cuarclífera, porfido cuarclífero y porfido dacítico. Además, como etapa póstuma del proceso intrusivo, se emplazan algunos cuerpos de brecha intrusiva hidrotermal con o sin turmalina y se desarrollan zonas irregulares con intenso fracturamiento (brechas de ruptura).

La alteración hidrotermal sobreimpuesta a las rocas ya mencionadas se desarrolla según una franja elongada de dirección WSW-ENE, cubriendo una superficie de aproximadamente 7 km<sup>2</sup>. Se reconocieron 5 tipos de alteración: propilitica, arcillosa, cuarzo-sericitica, silificación y biotitización. Aunque la distribución areal de estos tipos de alteración no es totalmente simétrica, es posible reconocer una tendencia de zonación, controlada en gran medida por la distribución de los diferentes tipos litológicos.

No existe mineralización importante de sulfuros de Cu en superficie. La observada en el presente estudio consiste principalmente en pirita diseminada y en fracturas, acompañada por calcopirita diseminada y algo de molibdenita en vetillas de cuarzo; localmente se observa magnetita diseminada. La escasez de sulfuros frescos en superficie se debe a que casi la totalidad del área alterada está fuertemente lixiviada. La intensidad de la lixiviación es especialmente notoria en las zonas sericitizadas y arcillizadas.

Manifestaciones de óxidos de Cu se concentran especialmente en los sectores central y SW, coincidiendo con zonas menos lixiviadas afectadas por alteración biotítica. En ambos casos, sin embargo, corresponden a mineralización en fracturas que no profundiza mucho. Las indicaciones sobre el posible desarrollo de una zona de óxidos de Cu en el área son desfavorables.



En el sector W del área alterada, coincidiendo con alteración cuarzo-sericitica y silicificación en monzonita cuarcífera muy brechizada, se observa una lixiviación intensa que ha dado origen a remanentes limoníticos que permiten suponer la existencia de una zona de enriquecimiento secundario en profundidad.

El estudio de PI detectó una zona de intensas anomalías cubriendo prácticamente la totalidad del área alterada. La intensidad de estas anomalías es especialmente alta en los sectores central y E. La profundidad estimada para el techo de las concentraciones anómalas de sulfuros oscilaría entre los 50 y 100 m bajo la superficie.

El estudio geoquímico detectó zonas coincidentes con valores de interés de Cu y Mo que cubren los sectores central y W del área alterada. El hecho de que se hayan detectado valores de Cu de interés en el sector W, a pesar de la intensa lixiviación desarrollada, sugiere una alta concentración original de sulfuros de Cu. En este sector existen por lo tanto buenas posibilidades para el desarrollo de un cuerpo de enriquecimiento secundario en profundidad. En el sector central, además de los valores intermedios, existen algunas anomalías de Cu, las que podrían reflejar en gran medida la mineralización superficial de óxidos de Cu presente en dicho lugar; la mineralización hipógena en este sector consiste principalmente en pirita acompañada por cantidades subordinadas de calcopirita.

Como conclusión final se estima conveniente continuar con los trabajos de exploración en Quebrada Blanca, pasando a una etapa preliminar de sondajes. Estos deberían estar dirigidos especialmente a reconocer el sector W del área alterada, donde existen las mejores indicaciones para encontrar un cuerpo de enriquecimiento secundario de importancia.

ESTUDIO DE LA SISMICIDAD DE ISLA DECEPCION, PREVIA  
A LA ERUPCION DE 1967.

por

Emilio Lorca Mella

1 9 7 4

El 4 de Diciembre de 1967, una erupción volcánica se produjo en Isla Decepción (Isla Shetland del Sur, a pocos kilómetros del lugar donde estaba ubicada la Base Presidente Aguirre Cerda. En dicha base, funcionaba desde 1965 una estación sismológica instalada por el Instituto Antártico Chileno (INACH). Esta estación registró normalmente, desde comienzos de 1966, la actividad sísmica del lugar y algunos sismo lejanos de gran magnitud.

La actividad sísmica local comenzó a incrementarse a mediados del año 1966, hasta culminar con la erupción volcánica, anteriormente señalada. En el momento de la erupción, el instrumental sísmico estaba sometido a calibración, por lo cual no existen registros de la misma.

Se estudia en este trabajo la distribución temporal, espacial y en magnitud de la actividad sísmica de los años 1966-1967.

Se compara la energía sísmica liberada con la energía cinética estimada por E. Valenzuela (1968).

Mediante el estudio de la frecuencia de las ondas sísmicas, se propone un procedimiento de predicciones de futuras erupciones volcánicas.

"GEOLOGIA DE LA CORDILLERA DE OVALLE, PROVINCIA DE COQUIMBO, ENTRE  
LOS 30°20' y 30°55' LATITUD SUR.

por

A. Constantino Mpodozis Marín  
1 9 7 4

La Cordillera de Los Andes, a la latitud de Ovalle, (30°-40°S) se caracteriza por la elevación estructural del Zócalo pre-andino que constituye, a esta latitud el eje principal de la cordillera. Los terrenos pre-andinos corresponden a un extenso complejo de granitoides del Suprapaleozoico (Permo-Carbonífero?) mientras que, en la zona fronteriza con Argentina alcanzan gran desarrollo los niveles volcano-sedimentarios de la formación Choiyoi (Permo-Triásico).

En el borde occidental de este gran "Abombamiento" de terrenos paleozoicos se ubican las series del Ciclo Orogénico Andino que se ordenan como sigue:

Lías Dogger : Sedimentos marinos (calizas y areniscas arcósicas) con intercalaciones de coladas andesíticas del Sinemuriano-Bajociano. Es pesor =640 m.

Malm: En discordancia de erosión sobre los terrenos precedentes : 2.000 m de brechas y conglomerados rojos, continentales que hacia el este engranan con la serie de 1.000 m de lavas andesíticas de la Cordillera de Doña Rosa.

Neocomiano : Sedimentos marinos carbonatados (hasta 600 m de espesor) del Barrasiano superior-Barremiano? que descansa en marcada discordancia anular sobre el Malm y muestran importantes cambios la facies y espesores en sentido transversal (este-oeste). Hacia el oriente engranan con areniscas rojas, las que finalmente se acuñan.

Cretácico medio : 2.000 m de lutitas, areniscas, conglomerados rojos y calizas lagunares que se oponen a secuencias más orientales constituidas por 1.000 m de conglomerados y brechas andesíticas.

Cretácico superior : 1.500 m de lavas y brechas andesíticas gris verdosas en discordancia sobre el Cretácico medio.

Terciario inferior : 500 m de lavas andesíticas y riolíticas con intercalaciones sedimentarias; en discordancia sobre el Cretácico superior.

Terciario superior (Plioceno?) 50 m de lava columnares (andesitas de piroxena).

Los terrenos estratificados andinos se presentan intruidos por numerosos stocks de diorita, granodiorita granito de edad terciaria, y al comparar la sucesión estratigráfica de la Cordillera de Ovalle con zonas con un valor paleogeográfico similar en los Andes del Centro de Chile (zonas externas) la Cordillera de Ovalle se destaca por:

- Las intercalaciones volcánicas en el Jurásico marino
- La ausencia del Veso Principal Oxfordiano y su reemplazo por una discordancia de erosión entre el Malm y Dogger.
- La presencia de volcanitas del Malm en el borde oriental de la cuenca andina.
- La ausencia del Títoniano marino y la existencia de una discordancia angular entre el Neocomiano y el Jurásico.
- La existencia de aportes orientales de material detrítico durante el Cretácico medio.

En cuanto a la tectónica, la Cordillera de Ovalle ha sufrido los efectos de varias fases compresivas superpuestas que, (con excepción de la fase infraneocomiana) son las mismas que han afectado a los Andes del centro del país. Las fases de mayor importancia parecen ser la mesocretácica y la fini-miocena; esta última caracterizada por juegos de fallas inversas volcadas al oeste que han elevado en más de 3.000 m el bloque de la Alta Cordillera y que aparecen cortadas por fallas normales pliocuaternarias.

por

Guillermo Ossandon Correa  
1 9 7 4

Se estudió el pórfido dacítico en el Teniente como un aporte al conocimiento geológico de ese yacimiento cuprífero. Para ello se recolectaron alrededor de 300 muestras distribuidas en: un nivel, siete secciones transversales y dos secciones longitudinales al intrusivo.

El pórfido dacítico se presenta como un filón de 200 m de ancho, que intruye andesitas de la formación Farellones en el sector norte del yacimiento. Consiste en fenocristales de oligoclasa, biotita y cuarzo, en una masa fundamental de textura aplítica compuesta de cuarzo, feldespatos potásico y biotita diseminada. Las variaciones en el idiomorfismo de los cristales, tamaño de la masa fundamental, características de la plagioclasa y contenido de feldespato micropertítico, permiten definir dos tipos petrográficos. La facie idiomorfa ocupa el sector norte del filón y la facie potásica hipidiomorfa el sector sur hasta la Chimenea Braden.

En el pórfido la alteración potásica, caracterizada por la presencia de micropertitas, constituye un background sobre el cual se superponen vetillas de alteración de cuarzo sericita. La alteración propilitica en su extremo norte y la alteración sericitica de la plagioclasa debido a la Chimenea Braden, completan el cuadro zonal cuya gradiente de intensidad es creciente hacia el núcleo de alteración potásica penetrativa.

La diferenciación petrográfica, alteración y mineralización cuprífera del pórfido dacítico, serían el resultado de su evolución a través de los sucesivos períodos magmáticos, tardimagmáticos e hidrotermal.

Con menos detalle se estudia el intrusivo de tonalita, que comprende varios cuerpos de textura porfídica y un stock, en el sector sureste del yacimiento, que tiene una facie porfídica rodeando un cuerpo fanerítico. En el depósito la tonalita está alterada a cuarzo, sericita, y fuera de él a propilita. La mineralización es calcopirita y pirita, notándose un predominio de calcopirita cerca de la Chimenea Braden y aumento de pirita hacia la propilita.

LA ZONA DE CONTACTO DEL INTRUSIVO GRANITICO DE TOCOPILLA CON  
LA FORMACION VOLCANICA LA NEGRA, Y SU INFLUENCIA EN LA  
MINERALIZACION DEL AREA.

por

Carlos Palacios Monasterio

En el sector de Tocopilla afloran rocas volcánicas pertenecientes a la formación La Negra (Jurásico medio a superior), que por sus características químicas y mineralógicas se pueden clasificar como andesitas bajas en  $\text{SiO}_2$  y alúmina.

Un extenso cuerpo de granodiorita de edad cretácica inferior, intruye a las andesitas.

En las rocas volcánicas en torno al intrusivo, se desarrolló una baja de metamorfismo de contacto de 200 m de amplitud (facies albita-epidota).

Los afloramientos del intrusivo de Tocopilla corresponden en esta área, a la zona de cúpula de dicho cuerpo magmático. En todo el sector existen numerosos roof pendants de andesitas, estructuras de estratificación relictas y xenolitos. Estos xenolitos están formados por agrupaciones de minerales relictos de las rocas volcánicas granitizadas.

Además se han desarrollado en la zona de contacto, cuerpos de rocas básicas (dioritas gábricas y monzodioritas) que se deben a la mezcla del magma ascendente con las coladas pre-existentes. Sienitas y granitos alcalinos que representan la acción de soluciones póstumas de la intrusión, han causado marcados efectos de autometamorfismo.

Las sienitas y granitos alcalinos aparecen asociados especialmente a la mayoría de los yacimientos de cobre existentes en el área, además de estar muy enriquecidos en este elemento.

Gran parte del cobre contenido en las andesitas originales ha sido lixiviado durante el proceso de la intrusión y reconcentrado en forma de sulfuro en la zona afectada por autometamorfismo. La cantidad de cobre así obtenida sería suficiente para explicar los numerosos yacimientos existentes en el sector de Tocopilla, ya que el volumen de roca asimilada es muy alto.



## DISTRIBUCION ZONAL DE LOS MINERALES DE GANGA EN LA MINA EL TENIENTE

por

Carlos Portigliati Navarro  
1 9 7 4

El yacimiento de cobre El Teniente está emplazado en rocas andesíticas de la formación Farellones (Cretácio Superior-Terciario Inferior) de Chile Central y en rocas más jóvenes que la intruyen. La mineralización está asociada a estos cuerpos intrusivos (porfido dacítico y diorita cuarcifera) que afloran en el área. El depósito rodea por el norte, por el este y por el sur a un gran cuerpo, casi circular en sección horizontal que constituye la formación Braden. En el cuerpo mineralizado, se estudió la zonación de los minerales de ganga, incluyendo aquellos que se han producido por efectos de alteración hidrotermal, conjuntamente con algunos de los sulfuros hipógenos más importantes (calcopirita, bornita, molibdenita y pirita).

Se sugiere la ubicación de los minerales de alteración en tres asociaciones típicas.

La primera de ellas, se ubica dentro del depósito y está constituida por cuarzo, biotita y anhidrita y constituye la asociación de silicato de potasio definida por Meyer y Hamley (1967). Contiene cantidades menores de sericita, calcita y feldespato potásico. Este último en algunos casos, se presenta bajo la forma de desmezclamientos peritéticos. Esta asociación se desarrolla principalmente en las andesitas. El porfido dacítico presenta una asociación similar aunque en ella no hay biotita hidrotermal.

El segundo grupo de minerales aparece en el área marginal del yacimiento y está formado por clorita, turmalina, magnetita y cuarzo. Localmente se observa la presencia de sericita, epidota, albita y anhidrita; la presencia de estos últimos parece estar controlada parcialmente por un posible contacto con un cuerpo de diorita cuarcifera adyacente. La zona con clorita muestra una buena concordancia con los sectores de baja ley en el yacimiento, por lo cual la aparición de ese conjunto mineralógico puede ser usado como un "cut-off" natural del depósito.

El tercer grupo incluye principalmente cuarzo y anhidrita y se desarrolla especialmente en el sector sur del depósito, cerca del contacto entre la diorita cuarcifera y la andesita. Ambas rocas presentan este tipo de mineralización.

Se ha determinado que el límite inferior de la zona de enriquecimiento secundario, coincide con el contacto que señala la desaparición de la anhidrita. Esta, a su vez, indica la presencia de la

zona primaria del yacimiento.

Los sulfuros hipógenos que se han mencionado, también muestran un claro arreglo zonal. Cerca de la formación Braden, el sulfuro dominante es la bornita, por lo general asociada con molibdenita, la que experimenta un incremento moderado en profundidad. Esta zona con bornita tiene poco ancho y la calcopirita cerca de la formación Braden pasa a ser el mineral principal. Estos sulfuros están estrechamente relacionados con la primera asociación de minerales de alteración definida. Finalmente la calcopirita tiende a desaparecer, apareciendo la pirita que en la zona marginal del depósito es la especie dominante, asociada con los minerales de alteración del segundo grupo.

Se discute la paragénesis del yacimiento y se propone la presencia de un sólo período de mineralización con turmalina, y no de dos, como lo establecieron Howell y Molloy (1960).

Se pone en evidencia el desarrollo de metamorfismo de contacto, entre la andesita con el pórfido dacítico y la diorita cuarclifera, lo que está manifestado por una recristalización de la masa fundamental de la roca intruida y por la generación de nuevas especies mineralógicas.

Probablemente los fenómenos de contacto, van acompañados por una adición metasomática de potasio, en la alteración de silicato de potasio, y de silicio en el contacto diorita cuarclifera-andesita.

Finalmente se interpreta la intrusión del pórfido dacítico, como una gradación a través de un mismo conducto magmático, de rocas con textura porfirica-afanítica a rocas fenerlticas e hipidiomorfa granulares de la misma composición.

## ESTUDIO GEOLOGICO DE LA MINA CHACRITAS, PROVINCIA DE COQUIMBO

por

Manuel Alberto Reyes Serani

1 9 7 4

El yacimiento de Chacritas se ubica en el extremo norte de la provincia de Coquimbo, departamento de La Serena, a 70 km en línea recta de La Serena y a 150 km por carretera.

El área está compuesta por una secuencia volcánica que constituye un "roof-pondant" perteneciente a la formación Viñita (Miembro 3) del Cretácico superior. El "roof-pondant" descansa sobre rocas intrusivas de composición granodiorítica de probable edad terciaria inferior; estas rocas intrusivas forman parte de un batolito que aflora a lo largo de 65 km en dirección norte-sur.

Dentro del cuerpo intrusivo, en el área estudiada, existen tres zonas con alteración hidrotermal, consistente en silicificación fuerte y sericitización moderada a débil.

La secuencia volcánica es monoclinal y su rumbo promedio es N13°E con 13° de inclinación hacia el este. Está constituida por andesitas fluidales, andesitas porfíricas finas, brechas andesíticas y brechas de flujo.

En la zona se reconoció una importante falla de dirección noreste, que atraviesa el área estudiada y se prolonga hacia el sur hasta el pueblo Condoriaco ubicado a 30 km. Fallas menores afectan localmente al "roof-pondant" y se ubican en el extremo occidental del área reconocida. El yacimiento de Chacritas consiste en una chimenea de brecha localizada en el "roof-pondant" andesítico. Su sección horizontal es elíptica y las longitudes de los ejes mayor y menor son 230 m y 120 m respectivamente. La extensión vertical ha sido reconocida en 100 m y el contacto con el intrusivo se encontrarla a unos 200 m bajo el afloramiento.

Contiene fragmentos paralelepípedicos que se han denominado "panecitos" en el presente estudio. Estos "panecitos" son de la misma composición que la roca de caja y aparecen notablemente orientados, excepto en los bordes de la chimenea. Según la disposición de los "panecitos" se distinguieron tres tipos de brecha: brecha ordenada, brecha semiordenada y brecha caótica.

La zona mineralizada tiene una sección de forma de media luna y está cementando los fragmentos de la brecha caótica y semiorde-

nada, en el sector suroeste de la chimenea de brecha. La mineralización sulfurada consiste en calcopirita y pirita, ambas presentan localmente una pátina de calcosina. También existen trazas de covelina, bornita y molibdenita. Los minerales de ganga son cuarzo, calcita, turmalina y escasa scheelita.

Los fragmentos de brecha ordenada están cementados por cuarzo de cristalización gruesa, idiomorfos donde quedan espacios abiertos. Localmente estos huecos están rellenos por pirita.

Se reconoció una zona de lixiviación de unos 7 m de espesor, una zona de oxidación de aproximadamente 20 m, una zona de débil enriquecimiento secundario de 50 m y una zona primaria reconocida hasta 20 m verticales a la fecha.

En cuanto a la génesis de la chimenea de brecha se ha postulado que ésta se formó por subsidencia de la columna rocosa. Esta subsidencia sería resultado de la formación en profundidad de una bóveda generada por la liberación de una burbuja de agua magmática (relacionada con una apófisis del intrusivo) que quedó atrapada bajo la corteza fría del plutón. Pulsaciones magmáticas transmitidas verticalmente hacia arriba por acción de la apófisis del intrusivo fracturaron la roca suprayacente, produciendo fracturas subhorizontales, radiales y concéntricas. Estas fracturas determinaron la formación de los "panecitos", que en la etapa de subsidencia generaron un volumen importante de espacios abiertos, los que posteriormente fueron rellenos por los minerales más arriba mencionados durante la etapa hidrotermal.

Muestreos geoquímicos evidenciaron que elementos como el cobre, molibdeno y zinc presentan una distribución zonada. El cobre ocupa una posición central, el molibdeno una posición intermedia y el zinc una posición externa.

Se ubicaron reservas de 333.616 toneladas entre probadas, y posibles. Las probadas y probables alcanzan a 251.05 toneladas de mineral con 2,72% de cobre total; 2,65% cobre insoluble y 16 gr de plata por tonelada.

GEOLOGIA DEL DESTRITO MINERO MORRO EL TORNO Y  
ESTUDIO GEOLOGICO MINERO DE LAS MINAS EL  
QUISCO Y MONTOYA

por

Hans Ruge R.  
1 9 7 4

El distrito minero Morro El Torno se encuentra ubicado en la provincia de Aconcagua, departamento de Petorca, a unos 20 km al nor-este de Cabildo y abarca una superficie de 25km<sup>2</sup>.

Las rocas estratificadas que afloran en el sector corresponden a una secuencia de rocas volcánicas que se han asignado a la formación Las Chilcas y parte de la formación Lo Valle de edad cretácico superior. Estas rocas constituyen un monoclinas de rumbo entre N 30°W y N 20°E y manteo de 10 a 30° de inclinación hacia el este, intruido por filones mantos, diques y lopolitos de andesita. Las unidades descritas están intruidas por un cuerpo granodiorítico-diorítico más joven alrededor del cual se desarrolla una aureola de metamorfismo de contacto.

Tanto las rocas estratificadas como las intrusivas están afectadas por un fracturamiento de tipo cizalle longitudinal de dirección predominante norte y un sistema transversal secundario que representa las fracturas de tensión principalmente.

En el distrito existen aproximadamente 25 minas de las cuales se han estudiado 4 en detalle mapeándose alrededor de 1000 metros de labores subterráneas. El distrito está en actividad desde fines del siglo pasado aunque no existen datos concretos de su producción. En 1969 (fecha del estudio) la producción era de 380 toneladas/mes de 2,5 a 3,0% de cobre.

Los depósitos minerales del distrito corresponden a vetas cupríferas y auríferas de origen hidrotermal, probablemente ligadas a la intrusión diorítica. La paragénesis establecida para la mineralización es la siguiente: magnetita-hematita, pirita specularita, calcopirita-bornita-calcosina y oro nativo. Se observa una zonación vertical hipógena de bornita calcopirita-pirita, presentándose la calcopirita y pirita a mayor profundidad. La zona supérgena es de poca importancia. La zona de lixiviación-oxidación de una potencia de 20 a 30 metros de profundidad presenta pocos minerales de importancia económica siendo el principal malaquita; mientras que en la zona de cementación que alcanza una profundidad de alrededor de 80 metros se observan escasos fenómenos de enriquecimiento secundario, siendo los principales minerales de enriquecimiento covelina y neodiginita.

Las perspectivas generales del distrito son desfavorables porque se requieren inversiones de consideración para comprobar la existencia de las reservas potenciales. Las minas que presentan mayores posibilidades son la Veta Quisco, La Veta Montoya, la mina Pajaritos y la Veta Santa Rosa todas ellas en profundidad, además la Veta Montoya en el sector del Cortaveta Colighe y el sector norte del socavón Loreto.

Se cubicaron 12.500 toneladas de mineral probado de una ley de 2,5% de cobre, además 69.000 toneladas de mineral posible de una ley de 3,0% que pasarían a la categoría de probadas con 400 metros de labores y 100 metros de sondajes. Con 400 metros de socavón se comprobaría la existencia de 327.000 toneladas con una ley de 2,0 a 3,5% en la categoría de reservas geológicas.



## GEOLOGIA DE LA REGION CONTINENTAL DE AISEN ENTRE LOS 45°46°LAT. SUR.

por

Jorge Skarmeta Magri

1974

En la región continental de Aisen entre los 45 - 46° de latitud sur se han reconocido las siguientes unidades litoestratigráficas: Basaltos Modernos: 150 m de coladas, Plio-Pleistoceno; Rodados Patagónicos: 1 m? cubierta de rodados, Plioceno?; Formación Galera 60 - 660 m areniscas, conglomerados y tufitas, Mioceno-Plioceno inferior; Formación Punta del Monte: 20 - 150 m andesitas, Oligoceno?; Formación Nirehuao: 50 - 300 m tobas, brechas y andesitas, Terciario inferior; Formación Divisadero: 250 - 670 m tobas, areniscas y andesitas, Hauteriviano-Aptiano/Albiano; Formación Coyhaique: 100 - 400 m lutitas y areniscas y en partes andesitas, Berrasiano - Hauteriviano; Formación Elizalde: tobas y brechas, Jurásico superior.

Las rocas intrusivas se agrupan en tres ciclos que se caracterizan por su posición, tamaño y edad probable que de este a oeste son: Intrusivos Andesíticos y Basálticos: cuellos y stocks, Mioceno; Intrusivos Dioríticos y Tonalíticos: cuerpos hipobisales, Terciario inferior y Complejo Granítico Patagónico granitos y granodioritas Jurásico - Cretácico.

Se describen además formas geomorfológicas de erosión y de acumulación como artesas, cricos, rocas estriadas morrenas, varves, terrazas y flujos de barro.

En base a los antecedentes expuestos se determina la presencia de tres fases compresivas en el Cretácico superior, Oligoceno y Plioceno inferior, fases que están estrechamente relacionadas con las intrusiones.

GEOLOGIA Y GEOQUIMICA DE LOS SALARES ANDINOS  
PROVINCIA DE ANTOFAGASTA (CHILE).

por

Tomás Vila Gajardo

1 9 7 4

Se presenta un estudio de los depósitos salinos andinos en la provincia de Antofagasta, distribuidos aproximadamente entre los 21°00' y 25°00' de latitud sur entre los 67°00' y 69°00' longitud oeste. Estos depósitos se desarrollan en cuencas cerradas emplazadas generalmente sobre rocas volcánicas ácidas modernas (riolitas y riodacitas del Terciario Superior a Cuaternario), a menudo con estructura ignimbrítica, y que constituyen las rocas predominantes de la región estudiada.

Se describen las características generales de los depósitos salinos andinos, estableciéndose que éstos pueden ser considerados como integrados por tres fracciones principales: salina detrítica y líquida. Se estima que la fracción salina proviene principalmente de la lixiviación de sales solubles presentes en las rocas encajantes de estos depósitos y que sales son precipitadas en la cuenca por saturación de la solución transportante. Esta precipitación está directamente relacionada con la solubilidad de cada una de las sales, por lo que en cada cuerpo salino es posible diferenciar tres tipos principales de facies salinas: carbonatos, sulfatos y cloruros. La presencia de boratos en las costras salinas, es interpretada como aporte del vulcanismo andesítico moderno.

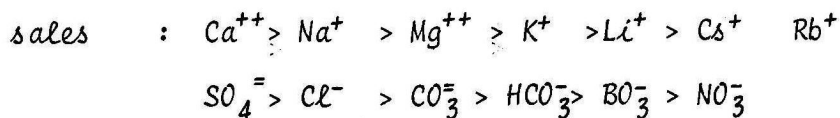
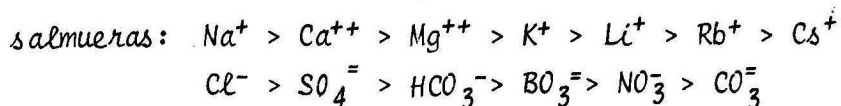
La fracción detrítica, presente como intercalaciones relativamente potente de arenas, limos y arcillas en el cuerpo salino, es interpretada como resultado de aumentos del contenido en agua de las cuencas, con lo cual se redisolvería parte de las costras superficiales depositándose en su lugar fracciones sedimentarias finas llevadas en suspensión área o líquida.

La fracción líquida está constituida por salmueras cloruradas, las cuales determinan un nivel freático poco profundo, normalmente inestable, y que parece presentar una recarga continua. Esta salmuera residual se mantiene con valores de pH neutros (cercaos a 7.0) y se forma por la combinación de diferentes tipos de aportes líquidos que confluyen a la cuenca: aguas carbonatadas provenientes de aportes superficiales con valores de pH sobre 8.0, aguas cloruradas provenientes de vertientes termales (entre 8° a 12°C) con valores de pH entre 7.0 y 8.0 y aportes de aguas de lluvias de las que no se tienen antecedentes tanto de calidad como de cantidad.

Considerando las características composicionales, la ubicación tectónico-geográfica y el clima al cual están sometidos, se propone un sistema de clasificación para los diversos tipos de depósitos salinos del Norte Grande de Chile, ubicándolos en cuatro grandes categorías: depósitos salinos en cuencas andinas, en cuencas pre-andinas, en cuencas de la Depresión Central y en cuencas de la Cordillera de la Costa.

Debido a la estrecha interdependencia entre los depósitos salinos y el clima al cual están sometidos, se considera a este tipo de depósitos como sistemas cinemáticos, que sufren cambios de ciclos diarios y estacionales. Por esta razón, la geomorfología de las costras y estructuras salinas aún dentro de un mismo depósito evaporítico. Por efectos de basculamiento tectónico de las cuencas, se observa en ellas en general una zonación salina dirigida desde la parte oriental más solevantada hacia la parte occidental más deprimida.

Desde el punto de vista geoquímico, se determina la abundancia relativa de cationes y aniones en costras salinas y salmueras, la que resulta ser:



Los diagramas de distribución de los diferentes iones determinados en las salmueras demuestran que éstos se distribuyen en forma log-normal y permiten determinar los valores background para cada uno de ellos

Na	:	5.600	mg/lit
Mg	:	550	"
K	:	450	"
B	:	63	"
Li	:	14	"

Se sugiere que los patrones de distribución log-normal similares de los diferentes iones representa un origen común para ellos y/o que los procesos que juegan en su dispersión posterior sean semejantes. Esta interpretación se ve en cierta medida corroborada por los diagramas de correlación de diferentes pares de elementos.

Los gráficos de evolución de la composición de las salmueras en relación a la salinidad total demuestran que ésta es "normal", es decir, al aumentar la salinidad, las salmueras evolucionan hacia composiciones cloruradas.

La gran similitud de la razón Cl/Na mostrada por las salmueras de los depósitos salinos en relación al agua de mar, permite sugerir que parte del cloruro de sodio presente en estos depósitos es de origen oceánico reciclado.

Se propone, en base al análisis químico de sales y salmueras presentes en otros depósitos salinos tales como el Salar de Atacama y los salares de Bellavista-Pintados y Lagunas, de los diferentes tipos de depósitos salinos del Norte Grande presentan distintos "estados de evolución", entendiéndose bajo este término a la asociación salina depositada en cada uno de ellos a partir de soluciones saturadas de cloruro de sodio. Estos "estados de evolución" se encuentran directamente relacionados con la posición geotectónica, la edad y el clima al cual están sometidos las diferentes categorías de depósitos salinos. Se distingue un "estado de evolución I" representado por los depósitos salinos andinos y caracterizado por la depositación actual, junto con halita, de sulfato de calcio y sulfato de sodio; "un estado de evolución II" representado por el salar de Bellavista-Pintados y Lagunas y los de la Depresión Central) caracterizados por la depositación, conjuntamente con halita, de sulfato de sodio y otros sulfatos potásicos relativamente solubles, y un "estado de evolución III" representado por el salar de Atacama (¿ y Punta Negra?) caracterizado por precipitar, conjuntamente con halita, sales cloruradas de alto producto de solubilidad (silvita, carnalita, kainita, etc.).

Finalmente, desde el punto de vista geológico-económico, se concluye que salvo los yacimientos de borato de los salares de Ascotán y Aguas Calientes I, los restantes depósitos salinos no constituyen yacimientos de importancia económica como fuentes de litio, potasio y otras sales comparables con las salmueras del salar de Atacama.

GEOLOGIA DEL GRUPO VOLCANICO MOCHO - CHOSHUENCO  
 PROVINCIA DE VALDIVIA, CHILE

por

Francisco Di Biase Ferone  
 1 9 7 5

La región estudiada está ubicada en la Provincia de Valdivia y comprende un sector de la Cordillera de los Andes, entre  $39^{\circ}50' / 40^{\circ}02'$  lat. sur y los  $71^{\circ}54' / 72^{\circ}11'$  long. oeste, constituido por rocas volcánicas de edad Pleistoceno a Reciente, las que se apoyan discordantemente sobre un basamento granítico, constituido principalmente por tonalitas y granodioritas.

La unidad más antigua está representada por la formación Pan-guipulli, de edad probable Paleozoico superior; consiste en una secuencia de rocas metamórficas (pizarras y filitas) y sedimentarias (areniscas y conglomerados), intruidas por un complejo de rocas graníticas (Paleozoico superior - Terciario inferior). A ésta sigue en orden de edad decreciente, la formación Curarrehue (Cretácico superior - Terciario - inferior) constituida por un conjunto de rocas volcánicas y sedimentarias continentales.

Las unidades del Grupo Volcánico Mocho-Choshuenco, están constituidas por las efusiones de la caldera (Fase I), predominantemente andesitas y basaltos de olivina, que subyacen a la Fase II, constituida por lavas andesítico-basálticas con sus correspondientes piroclásticos; el Volcán Choshuenco (basáltico-andesítico); el Volcán Mocho (andesítico-dacítico) y la actividad parásita que representa el volcanismo andesítico post-glacial.

La tectónica está representada principalmente por fallas que afectan el volcanismo andesítico cuaternario, además de las fallas de colapso que originaron la Caldera Choshuenco. Una estructura importante es la falla Liquiñe-Reloncavil que pone en contacto rocas graníticas indiferenciadas, con rocas graníticas del Complejo Igneo Metamórfico.

En los análisis químicos del promedio de ocho muestras del Grupo Volcánico Mocho-Choshuenco, se obtuvo un contenido en sílice de 50 a 66% y un 17% de  $Al_2O_3$ . El Índice de Peacock es de 58.2. La naturaleza del magma que originó este grupo volcánico correspondería a la composición del basalto aluminoso.

GEOLOGIA DE LA REGION COMPRENDIDA ENTRE EL LAGO GENERAL CARRERA  
Y EL RIO CHACABUCO PROVINCIA DE AYSÉN- CHILE

por

Hans Niemeyer Rubilar  
1 9 7 5

En la región continental de Aysén comprendida entre el lago General Carrera y el río Chacabuco, se han reconocido nueve unidades litoestratigráficas cuyo rango de edad está comprendido entre el Paleozoico inferior y/o Precámbrico y el Plioceno.

En los terrenos pre-andinos se han reconocido dos unidades : una UNIDAD INFERIOR: esquistos, filitas, cuarcitas y mármoles, Paleozoico inferior y/o Precámbrico?; una UNIDAD SUPERIOR: metaconglomerados y metareniscas, Mesopaleozoico.

En los terrenos pertenecientes al Ciclo Andino se han reconocido siete unidades, que de más antiguas a más jóvenes son: FORMACION IBANEZ: 2600 m, pórfidos cuarcelferos riolíticos a dacíticos con intercalaciones andesíticas: Triásico-Jurásico?; FORMACION COYHAIQUE: 900 m, lutitas y areniscas marinas: Valanginiano superior-Aptiano/Albiano; FORMACION DIVISADERO: 1000 m: pórfidos cuarcelferos, tobas brechosas y arenosas continentales: Cretácico superior; FORMACION CHILE-CHICO: 400 m: riolitas, dacitas, tobas arenosas y brechosas continentales: Maestrichtiano-Eoceno?; FORMACION GUADAL: 300-40 m: areniscas, areniscas calcáreas y calizas marinas: Oligoceno?-Mioceno inferior; FORMACION RIO ZEBALLOS: 800 m?: conglomerados, areniscas y lutitas continentales Mioceno superior; BASALTOS DE LA MESETA BUENOS AIRES: 600 m: basaltos alcalinos de olivino: Plioceno.

El estudio geomorfológico permite reconocer un fuerte modo - lado glacial caracterizado por artesas, circos y morrenas. Dicho modo - lado ha sido retocado posteriormente por numerosas formas periglacia - ciales. Los antecedentes reunidos permiten reconocer la inversión del drenaje hacia el Pacífico, a principios del Post-glacial.

En la región estudiada se ha reconocido la presencia de cua - tro fases tectónicas compresivas (tecto y orogenéticas) en el Jurási - co superior, Cretácico superior, Eoceno-Oligoceno, Mioceno superior - Plioceno inferior. A estas fases compresivas se agrega una fase tec - tónica en extensión: Plioceno- Cuaternario. Los relieves formados du - rante estas fases controlaron la evolución paleogeográfica de la zona.

Acompaña a la fase del Cretácico superior, el emplazamiento de pequeños intrusivos granítico ("stocks").



Cretácico superior (Formación Viñita): lavas andesíticas, que terminan en la parte superior con niveles de brechas y conglomerados y algunas intercalaciones calcáreas, dispuestas discordantemente sobre el Cretácico medio y Neocomiano. Espesor: 2000 m.

Terciario inferior (Formación Los Elquinos): lavas andesíticas, con intercalaciones de sedimentos continentales rojos, en suave discordancia sobre el Cretácico superior. Espesor: 500 m.

Terciario superior: lavas columnares de andesitas de piroxeno asociadas a cuellos volcánicos preglaciales. Espesor: 50 m.

Estos terrenos son intruidos por dioritas, granodioritas y granitos de edad terciaria (Oligoceno?), todos asociados entre sí y que corresponden a un extenso batolito, cuyos mejores afloramientos aparecen en la mitad sur del área. Otros intrusivos, más jóvenes y de edad imprecisa, forman numerosos cuerpos pequeños, de composición gabroica a los cuales se asocian filones lamprofíricos, ellos han sido denominados Conjunto Aplíntico del Río Grande.

Durante el Plio-Cuaternario, una actividad termal post-volcánica, aún funcional, produjo emanaciones sulfurosas que impregnando las zonas de contacto entre los intrusivos cenozoicos y las calizas neocomianas de el Río Tascadero, completaron la génesis de los yacimientos de lapislázuli.

En cuanto a las originalidades de la zona, con respecto de otras de igual valor paleogeográfico, ella destaca por:

- las intercalaciones volcánicas en el Jurásico marino,
- la ausencia del Veso Principal oxfordiano y su reemplazo por una discordancia de erosión entre el Malm y Dogger,
- la presencia de volcanitas del Malm en el borde oriental de la cuenca andina,
- La ausencia del Titoniano marino y la existencia de una notable discordancia angular entre el Neocomiano y el Jurásico, correlacionable con la Fase Nevadiana de Norteamérica.

La zona ha sufrido los efectos de varias fases compresivas superpuestas que, con excepción de la fase infraneocomiana (Nevadiana), son las mismas que han afectado a los Andes del centro del país. Las fases de mayor importancia parecen ser la Mesocretácica y la Finimiocena; esta última caracterizada por juegos de fallas inversas volcadas al oeste que han elevado el bloque de la Alta Cordillera.

El cruce a estas latitudes, de las estructuras hercínicas del zócalo preandino, con las del edificio andino, parece ser el causante de las originalidades del área.



"ESTUDIO GEOLOGICO DE LOS ALREDEDORES DE LOS LAGOS CALAFQUEN,  
PANGUIPULLI Y RINIHUE, PROVINCIA DE VALDIVIA".

por

Miguel Angel Parada Reyes

1 9 7 5

El sector de la Cordillera de los Andes de la provincia de Valdivia, entre los paralelos  $39^{\circ}30'$  y  $39^{\circ}53'$  y los meridianos  $72^{\circ}30'$  y  $72^{\circ}00'$ , se caracteriza por la presencia de rocas pre-andinas que constituyen cuatro unidades geológicas claramente separables y por la presencia de rocas volcánicas modernas, producto de un intenso volcanismo de tipo central del Cenozoico superior.

Las rocas más antiguas corresponden a filitas, metareniscas y esquistos, considerados como pertenecientes a la Serie Occidental del basamento metamórfico de Chile Central (AGUIRRE et. al., 1972). El estudio de estas rocas escapa a este trabajo.

La formación Panguipulli (carbonífero superior Pérmico medio) es la unidad que le sigue en antigüedad a la recién mencionada. Está compuesta de una alternancia rítmica de areniscas (litarenitas inmaduras) y pizarras con algunas intercalaciones de conglomerados. Los materiales de esta formación se depositaron concordantemente sobre el basamento metamórfico, en una cuenca tectónicamente inestable.

El batolito Panguipulli (Triásico inferior) tiene una composición granodiorítica-tonalítica predominante y está intruyendo a las rocas de la formación Tralcán. Este cuerpo desarrolla una extensa aureola de contacto con las rocas de la formación Panguipulli y se distinguieron cuatro zonas metamórficas: Zona I (Czo-musc-clor), Zona II (Czo-biot-musc-clor), Zona III (Czo-biot-cord-musc-plag) y Zona IV (Czo-biot-andal-plag-feld/K). El emplazamiento del batolito de Panguipulli es considerado como de mesozona-epizona.

La formación Tralcán (Triásico superior) dispuesta discordantemente sobre la formación Panguipulli, está compuesta de conglomerados rojos, areniscas rojas (litarenitas inmaduras) y lutitas; en estas últimas se han encontrado restos de flora fósil que aseguran su edad Rética.

Las rocas más jóvenes que se exponen en el área corresponden a las rocas volcánicas del Cenozoico superior que cubren discordantemente a rocas de la formación Panguipulli. Proviene de dos centros volcánicos de tipo central: Volcán Sierra de Quinchilca y Grupo Volcánico Mocho-Choshuenco. Las características petrográficas de este volcanismo, revelan una composición basáltica-andesítica para las lavas

más antiguas (pre-interglacial) andesítica-dacítica para las más jóvenes (tardi-postglacial). Los análisis químicos de algunas muestras indican un carácter calcoalcalino marcado.

Con respecto a las estructuras se reconocieron por lo menos cuatro deformaciones (excluyendo las que afectaron al basamento metamórfico). La primera deformación (Carbonífero Superior Pérmico medio) afectó a las rocas de la formación Panguipulli y en parte es sincrónica con su depositación. Se desarrollaron pliegues con escasa longitud de onda y amplitud, volcados hacia el este en el sector occidental y hacia el oeste en el sector oriental. La segunda deformación (Triásico inferior) es de menor intensidad que la anterior; afectó también a las rocas de la formación Panguipulli y está íntimamente ligada a la intrusión del batolito de Panguipulli. Otras deformaciones de tipo compresivo y de edad no precisada afectaron a rocas de la formación Panguipulli, del batolito del mismo nombre y a la formación Tralcán. La última deformación (Plioceno-Holoceno) corresponde a una fase de fallamiento y fracturamiento que afecta a todas las unidades descritas anteriormente y probablemente causante del principal alzamiento de los Andes de estas latitudes. Se distinguieron, entre otros, dos sistemas de fallas importantes:  $N10^{\circ}E$  y  $N60^{\circ}E$ .

RECONOCIMIENTO GEOLOGICO DE LAS NACIENTES DEL RIO GRANDE (ALTA  
CORDILLERA DE OVALLE, ENTRE LOS 30°50' y 31°20'  
LATITUD SUR, PROVINCIA DE COQUIMBO

por

Sergio O. Rivano G.  
1975

La región estudiada abarca la Alta Cordillera de las provincias de Coquimbo (Chile) y San Juan (Argentina) entre los 30°50' y 31°20' latitud sur.

Corresponde al sector oriental (externo o mioliminar) del edificio andino, notoriamente estrecho a estas latitudes, en comparación con otros sectores de misma ubicación, conocido más al norte y más al sur.

La estratigrafía se reduce a:

- Un zócalo preandino compuesto por efusivos (Grupo Choiyoi) y granitoides permotriásicos (Batolito compuesto de la Cordillera Frontal);
- Las series andinas, con un espesor superior a los 7000 m, que se reparten de la siguiente manera:

Lias Dogger: sedimentos marino-litorales, con intercalaciones de coladas andesíticas en el Aaleniano (Sinemuriano Caloviano).

Espesor: 650 m

Malm (post-Caloviano inferior, pre-Berriasiense superior): en discordancia de erosión sobre los terrenos precedentes y constituido por conglomerados y areniscas rojas hacia el este engranan con andesitas.

Espesor: 2000 m

Neocomiano: sedimentos marino-litorales carbonatados (Berriasiense superior-Hauteriviense) en discordancia angular sobre el Malm.

Espesor: hasta 700 m.

Cretácico medio (Formación Pucalume): areniscas y limolitas rojas y grises continentales-lagunares, con Ostrácodos con algunos niveles calcáreos.

Espesor: 400 m

HIDROGEOLOGIA DE ANDACOLLO Y SU APLICACION  
EN EL DRENAJE DEL AGUA SUBTERRANEA DEL  
YACIMIENTO DE COBRE PORFIDICO

por

Emiro Robles Burbano

El presente trabajo está incluido dentro del plan que ejecutó la Empresa Nacional de Minería con el nombre de "Proyecto Andacollo". El área de estudio se ubica entre las coordenadas U T M N 6.648.000 a N 6.656.000 y E 294.000 a R 303.000; cubre un área de 43 Km<sup>2</sup> que corresponde a la llamada "Cuenca Andacollo".

Debido a los múltiples problemas que produce el agua subterránea en las operaciones de una mina, se creyó conveniente hacer una evaluación de las condiciones hidrogeológicas de la cuenca y plantear algunas alternativas de drenaje.

Se pudo comprobar que el agua proviene de la infiltración de las precipitaciones y que ésta se presenta y escurre en las fisuras de la roca fundamental, no hallándose en las acumulaciones sedimentarias.

Las líneas de flujo que generalmente coinciden con el rumbo de las fallas demuestran que el agua escurre desde los bordes de la cuenca hacia el yacimiento.

Los índices de transmisibilidad medidos por medio de Pruebas de Bombeo varían entre 34 y 32 m<sup>2</sup>/ día / m; el almacenamiento que representa la cantidad de agua presente en las fracturas, varían entre 0,12 y 0,32%. La permeabilidad obtenida por medio de Ensayos de Descenso del Nivel de Sondajes es aproximadamente de 0,04 m/día. El volumen de agua renovable tomando un promedio de lluvias de 100 mm anuales y una tasa de infiltración de 10% es de 4,42 x 10<sup>5</sup> m<sup>3</sup> que equivale a un caudal de 14 l/s. El volumen de agua acumulado en la zona del yacimiento tomando una porosidad efectiva de 0,2% y un área de 5 km<sup>2</sup> es de 1,5 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> que equivale a un gasto de 42 l/s durante un año. Con el objeto de drenar estos caudales de agua se presentan cuatro alternativas de distinto diseño y costo.

El agua de Andacollo presenta un contenido de sólidos disueltos que llega en algunos casos a más de 4.000 p.p.m.; los iones más abundantes son el calcio, magnesio, sulfato y cloruro y su distribución permite confirmar el sentido de las líneas de flujo y su estrecha relación con las estructuras. La dureza total varía entre 200 y 2.000 p.p.m. de CaCO<sub>3</sub>, la cual debe considerarse como elevada; la dureza bicarbonatada o acidez varían entre 4,5 a 286 p.p.m. de CaCO<sub>3</sub>, lo que la convierte en un agua muy ácida. Su pH varía entre 2,5 y 6,5.

Un análisis de corrosiones permite afirmar que todas las aguas de la cuenca están en el rango denominado como "Zona de Corrosión Intensa", No se debe temer las incrustaciones de  $\text{CaCO}_3$  debido a que los pH son inferiores a 8,5 límite en el cual se empieza a precipitar; sin embargo se presentan depósitos de yeso, principalmente en la parte central-norte tanto del yacimiento como de la cuenca.

Un estudio del contenido de cobre en el agua demostró que éste va desde cero en los bordes de la cuenca hasta 1.200 mg/l en el centro del yacimiento; el molibdeno a su vez presenta valores que van también desde cero hasta 0,01 mg/l.