

EXPEDICION HEULAND (1795-1800). LA MINERIA DE LA EPOCA DENTRO DEL CONTEXTO DE LA METALOGENIA ACTUAL

R. Oyarzún Muñoz

*Departamento de Cristalografía y Mineralogía. Facultad C. Geológicas
Universidad Complutense de Madrid*

J. Martínez Frías y J. García Guinea

Departamento de Geología. Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC). Madrid

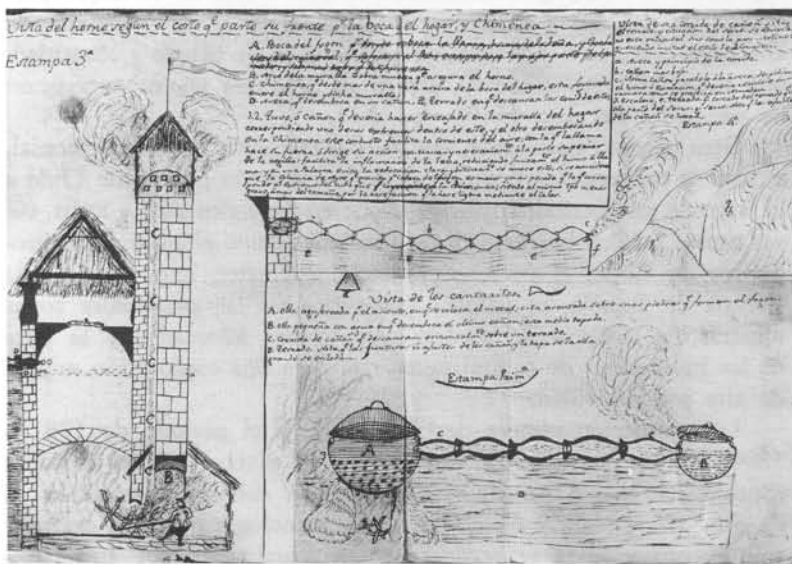
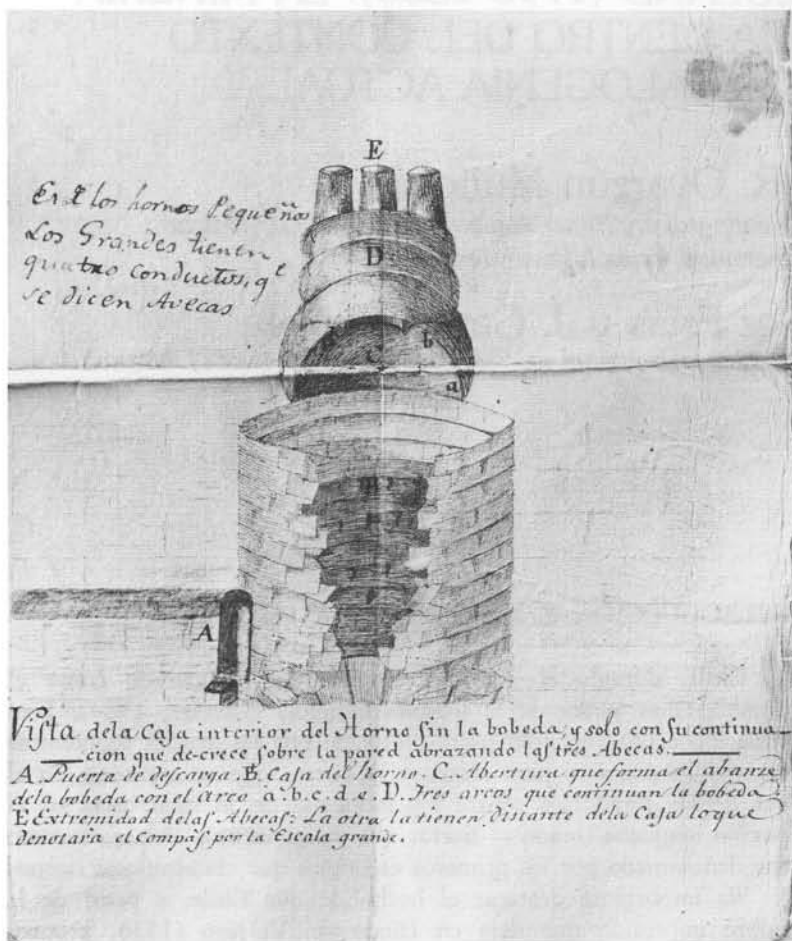
INTRODUCCION Y METODOLOGIA DE ESTUDIO

Chile, durante el período colonial fue considerado como el dominio más pobre de la Corona española (Crozier, 1984). Esta situación estuvo en gran parte motivada por las ayudas económicas requeridas por éste para sostener la guerra que se mantenía en el sur de los territorios contra los indígenas de la zona, esto es, el pueblo mapuche (mapu = tierra; che = hombre) o araucano, como fue denominado por los primeros españoles que vistaron esas tierras.

Es importante destacar el hecho de que Chile, a pesar de la pobre impresión que deja en Diego de Almagro (1536, primera expedición a Chile), posteriormente se convertiría en el mayor productor de oro de las colonias (los sueños de gloria y riqueza de D. Diego carecieron sin embargo de la visión de futuro y tenacidad, que mostraría más tarde D. Pedro de Valdivia en su expedición de conquista del año 1540).

Otro aspecto destacable, dentro del contexto histórico colonial, es, con la excepción del oro, la escasa producción minera de Chile a lo largo de este período, principalmente en los siglos XVII y XVIII, cuyas causas pueden buscarse en factores tales como el aislamiento geográfico de Chile, el comercio bilateral exclusivo impuesto con la Corona de España, el entorno geográfico de las principales zonas mineras, la carencia de medios tecnológicos adecuados y la falta de las inversiones de capital necesarias para una explotación minera de alta productividad.

La producción minera de Chile durante el período de 1781 a 1800, alcanza unas 40 Tm. de oro, 100 de plata y 20.000 de cobre (Sutulov, 1976). A principios del siglo XIX existían unas 67 minas de oro, 35 de plata y 61 de cobre. La tecnología utilizada era muy simple, oro y plata se recuperaban principalmente por amalgama-

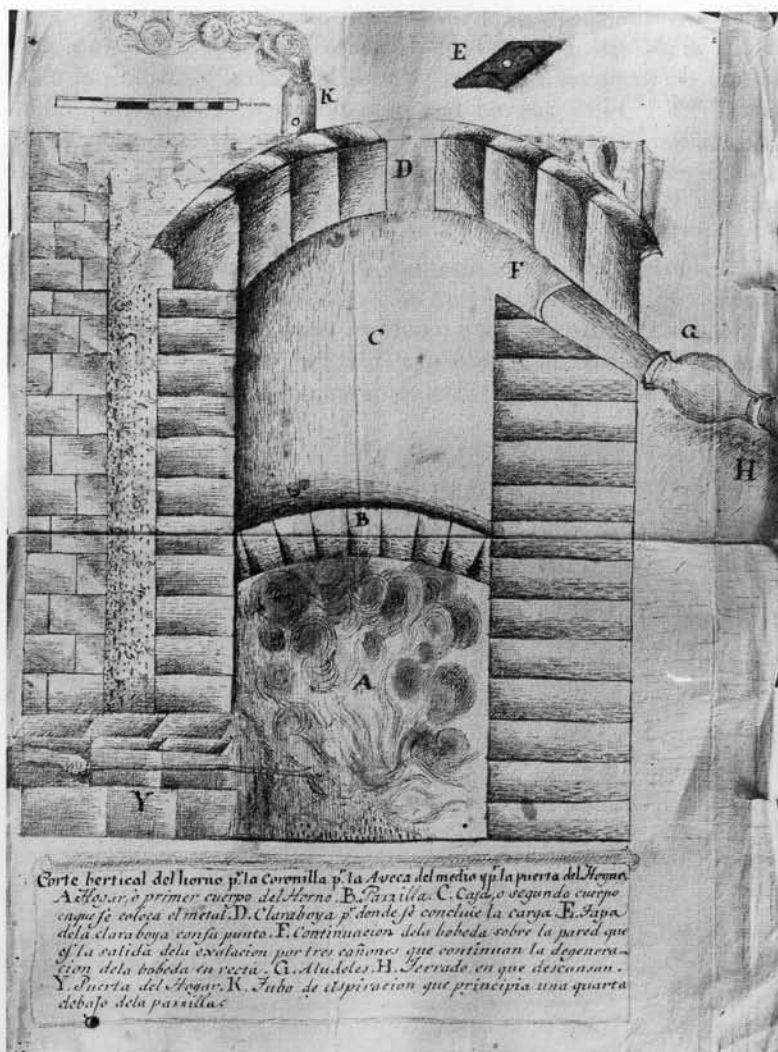


«Noticias de las principales minas conocidas en el Reyno de Chile...», 1788. Expedición Malaspina.

Esquema de hornos para beneficio de los metales, según las nuevas técnicas que fueron imponiéndose a finales del siglo XVIII.

ción, y se empleaban rudimentarios hornos para la fundición de ambos elementos. En el caso del cobre, la situación no era mejor, sólo se explotaban los minerales oxidados de los yacimientos, los cuales eran tratados posteriormente a través de un procedimiento pirometalúrgico, que consistía en mezclar los oxidados de cobre con carbón vegetal que los reducía transformándolos a cobre metálico.

Esta situación se mantiene durante todo el período colonial, en que se produjo este metal (1601-1810) e incluso a comienzos de la República, modificándose hacia 1831 cuando se instala el primer horno para fundición de sulfuros de cobre a través del proceso Lambert (Sutulov, 1976). Por ello, las muestras de minerales recogidas por los hermanos Heuland corresponden a oxidados de cobre y otros metales, ya que la explotación de las minas en la época de

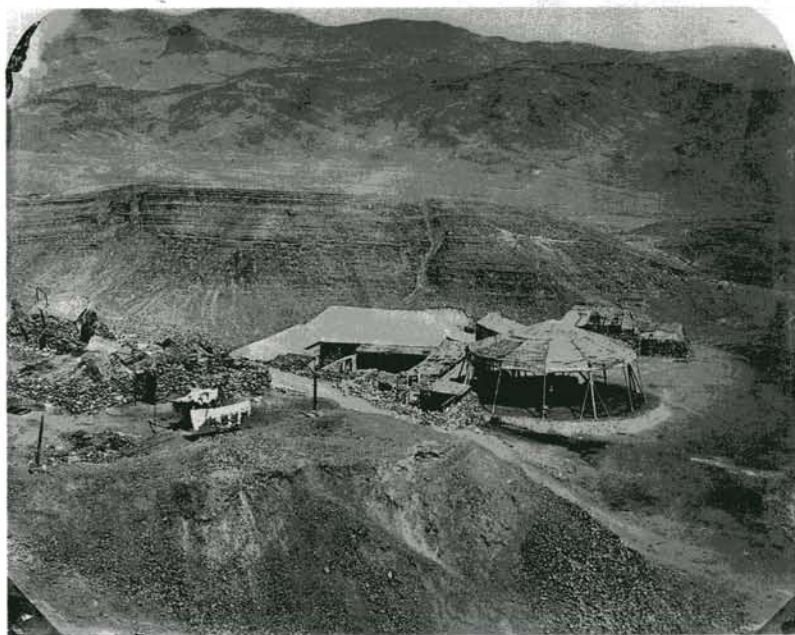


su viaje abarcaba principalmente los niveles superiores de éstas, donde se encuentran los minerales oxidados, como sulfatos, óxidos, carbonatos, silicatos, etc.

De forma breve y sencilla, se han revisado las características geológico-mineras de los yacimientos visitados por los hermanos Heuland. Sin embargo, entre la expedición científica y la actualidad median ya más de 190 años, por lo que gran parte de los yacimientos descritos se encuentran abandonados o han cambiado de nombre. Esto ha dificultado en grado extremo la recopilación de los antecedentes geológicos y la información disponible cubre sólo una pequeña parte del número total. Cabe resaltar que las zonas mineras visitadas más importantes (Copiapó, Andacollo-Coquimbo, Tierra Amarilla, Punitaqui, etc.) constituyen aún en Chile zonas de interés minero potencial, y gran parte de éstas siguen actualmente en la información básica actual, para dar una visión adecuada de los distintos yacimientos.

En el Museo Nacional de Ciencias Naturales existe un gran número de muestras recogidas por los hermanos Heuland entre los años 1795 y 1796 que no han sido objeto de clasificación ni estudio mineralógico hasta este trabajo. El objeto de esta colaboración ha sido establecer una sistemática de trabajo según los siguientes puntos.

1. Ordenación y localización de las muestras existentes de acuerdo con su correspondiente zona minera y/o área local.
2. Estudio de las características geológico-mineras de dichas zonas en la actualidad, haciendo hincapié en la evolución de los conocimientos sobre los yacimientos estudiados en la expedición.





*Diversas vistas de explotaciones
mineras en el desierto de Atacama.
Expedición científica de Jiménez
de la Espada.*



3. Investigación mineralógica específica de las muestras colectadas por los hermanos Heuland de algunas zonas mineras y yacimientos mejor conocidos, tomándolos como zonas «piloto» de estudio (Copiapó, Coquimbo).

4. Selección de las muestras más representativas de cada término geográfico, para su posterior estudio mineralógico. En esta selección se ha intentado cubrir el mayor espectro composicional existente en cada zona.

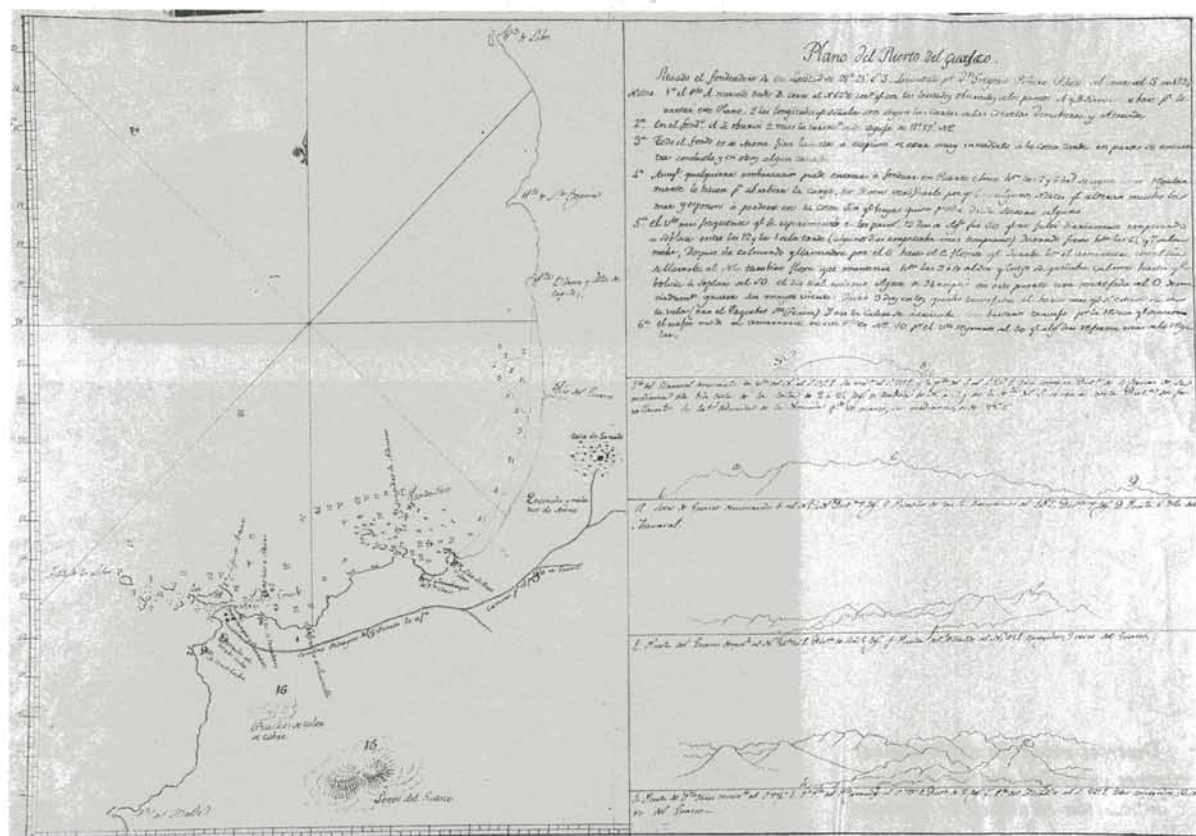
5. Estudio mineralógico mediante difracción de rayos X para la identificación de las muestras seleccionadas, determinando su relación con la mineralogía presente en la actualidad en cada uno de los yacimientos.

6. En conjunto, dar una visión retrospectiva de los trabajos realizados por los hermanos Heuland, desde el punto de vista de las investigaciones que se realizan actualmente en metalogenia y yacimientos minerales.

LOS YACIMIENTOS

La historia metalogénica de Chile puede enmarcarse en dos ciclos tectónicos sucesivos: Paleóidico (Paleozoico) y Andino (Meso-

Mapa del puerto del Guasco,
zona de La Serena y Coquimbo.
Expedición Malaspina.



zoico-Cenozoico) (Frutos, 1986). Durante el primero se encuentran insertos yacimientos del tipo BIF, sulfuros masivos y estratoligados de manganeso.

Las mineralizaciones relacionadas con el ciclo Andino son cualitativa y cuantitativamente más importantes, constituyendo la principal riqueza minera del país (pórfidos de Cu-Mo), yacimientos de hierro estratoligados de Cu-Pb-Zn (Ag); epitermales de metales preciosos (Au-Ag), etc. (Frutos, Oyarzun y Pincheira, 1986). En términos generales, todas estas mineralizaciones se encuentran relacionadas con el magmatismo calco-alcalino Mesozoico y Cenozoico (Oyarzun, 1986), que tanto en sus expresiones volcánicas como plutónicas se encuentra ligado e inserto dentro del contexto de un borde orogénico con subducción activa de placa oceánica (fig. 1).

A lo largo del ciclo Andino se produce una clara migración del magmatismo de oeste a este (Zentilli, 1974), con la consecuente evolución metalogénica ligada a ésta. Rivera (1985) define entre los 26°-28° 30' cuatro períodos metalogénicos principales (fig. 2): Triásico, mineralizaciones auríferas en forma de filones o depósitos irregulares; Jurásico, arcos magmáticos y cuencas ante y tras arco, ligándose a las facies plutónicas depósitos filonianos de cobre, y a las rocas volcánicas, estratoligados del mismo metal; Cretácico, yacimientos exhalativos submarinos de Cu-Fe-Mn formados durante las etapas tempranas del esquema arco/cuenca tras arco; y Terciario, depósitos epitermales de metales preciosos (Au-Ag), ligados a aparatos volcánicos-subvolcánicos. A este período metalogénico conveniría además agregar las mineralizaciones tipo pórfido (Cu-Mo), del Terciario inferior.

Aspectos geológicos locales. Expedición Heuland

Los primeros trabajos de los hermanos Heuland en Chile se inician en los alrededores de Copiapó (*vid supra*). De acuerdo con Rivera (1985), la costa de esta región presenta mineralizaciones auríferas asociadas a cuerpos intrusivos paleozoicos y rocas sedimentarias y/o volcanitas de edad triásica. Este sector incluye además yacimientos filonianos de Cu (Ag-Cu-U) asociados a rocas plutónicas del Jurásico inferior (Carrizal Alto), así como depósitos estratiformes de cobre asociados a las rocas volcánicas jurásicas.

Asociados al plutonismo y volcanismo cretácicos se presentan la mayor parte de las mineralizaciones argentíferas asociadas a cuerpos subvolcánicos, que cortan las secuencias neocomienses (Chañarcillo, fig. 5). El plutonismo del cretácico superior-terciario inferior genera yacimientos de Cu (Mo-Au-W), Ag-Pb, Au-Ag-Pb, Ag-Cu-Au-Hg (U, As) (Pampa Larga) y cherts auríferos asociados a rocas carbonatadas (posiblemente depósitos tipo Carlin).

Yacimientos visitados o mencionados por los hermanos Heuland en esta zona de los que se dispone de información son: Cachiyuyo, Checo, Descubridora, Pampa Larga, Los Plomos, Ladrillos, Cabeza de Vaca (Remolino), Carrizal, Cerro Blanco, El Rincón y Capote.

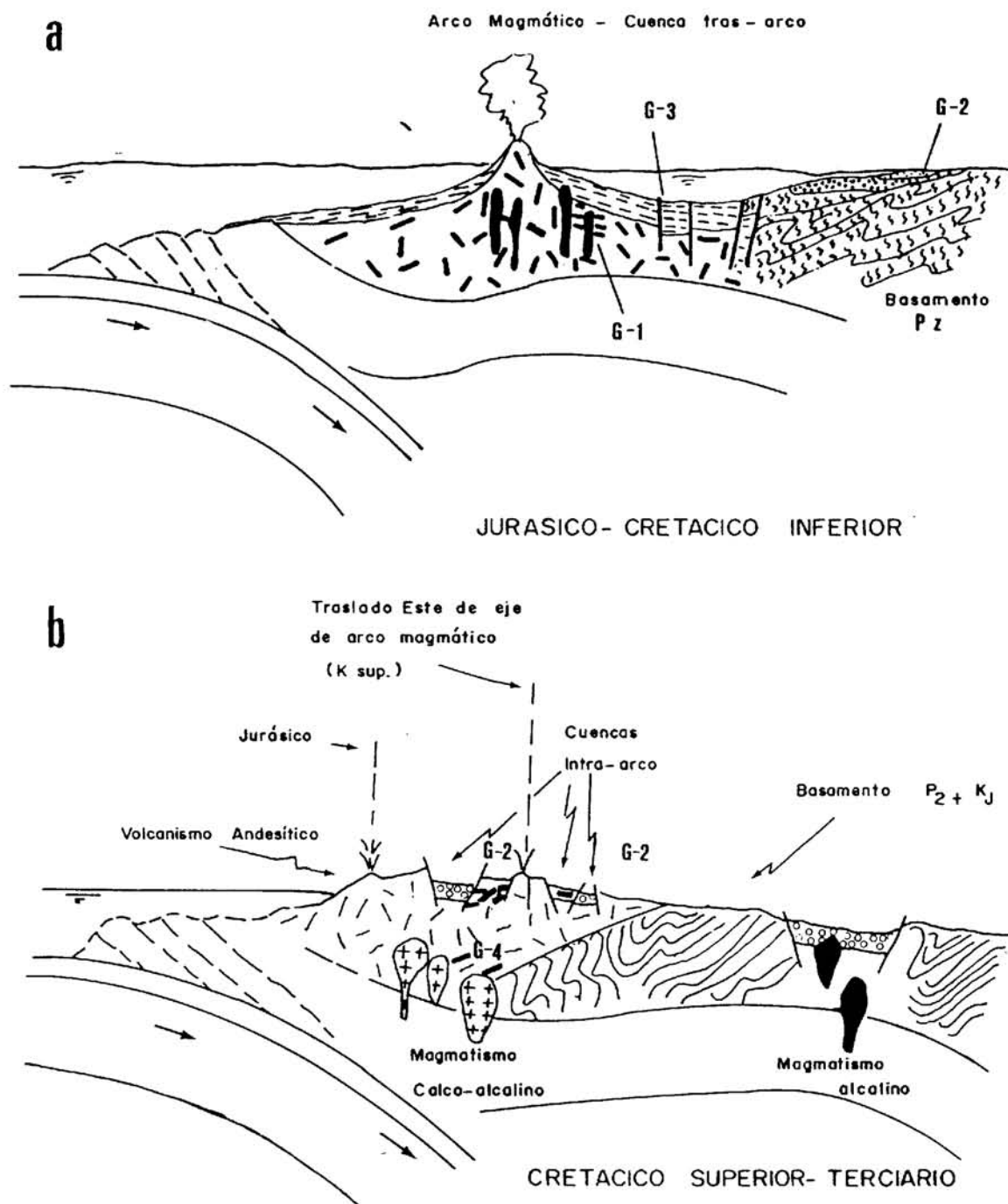


Fig. 1.—Evolución geotectónica del borde continental de Chile durante el Ciclo Andino; *a*, arco magmático desarrollado durante el Jurásico inferior; *b*, el arco magmático migra hacia el Este desde el Cretácico superior hasta el Mioceno. G1-G4, Yacimientos estratoligados de cobre, plomo-cinza y plata; 1. Depósitos ligados a rocas volcánicas. 2. Depósitos ligados a rocas sedimentarias, sean o no de origen volcánico. 3. Sulfuros masivos. 4. Depósitos de contacto metasomáticos o skarns. Camus (1986 a).

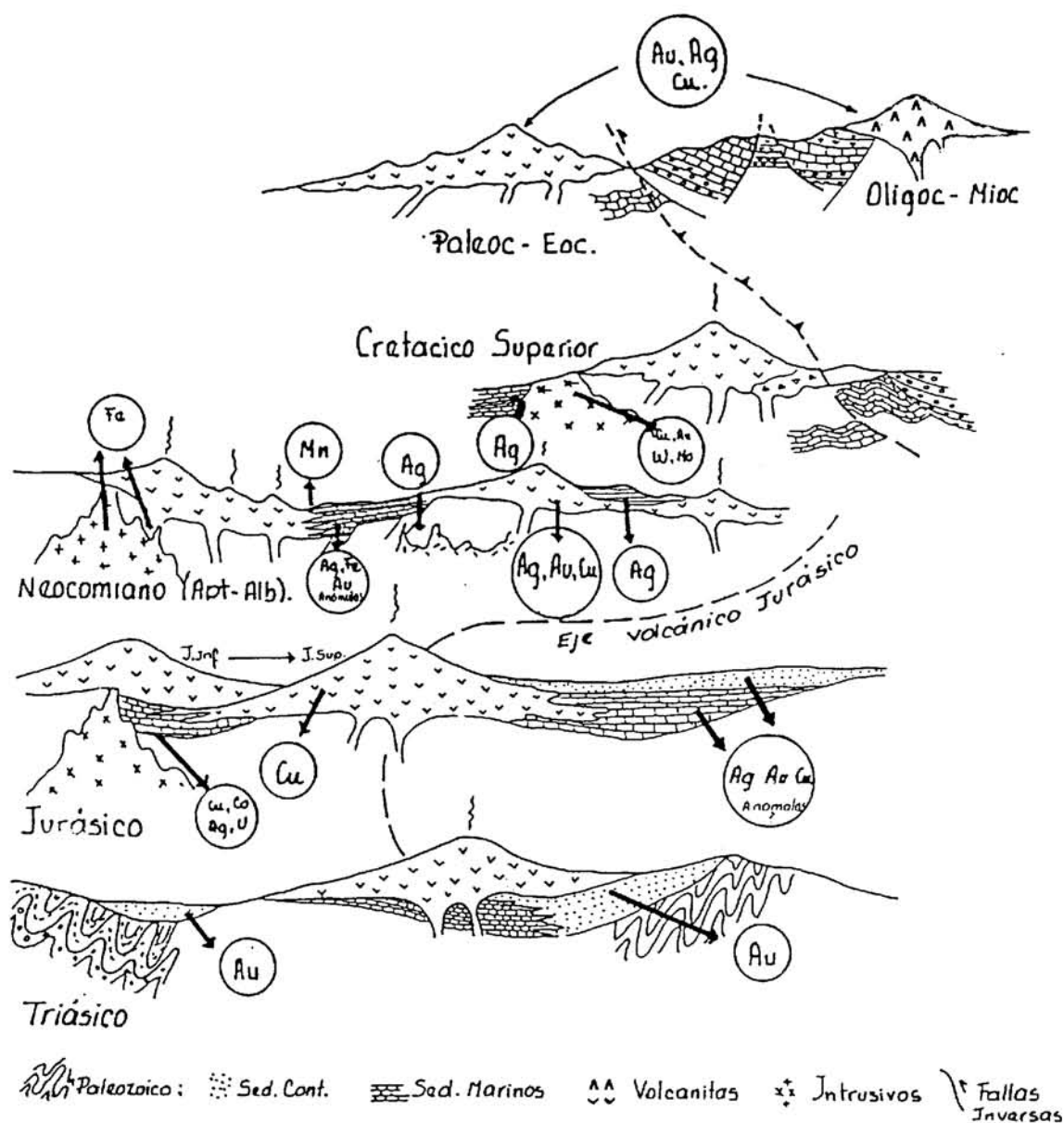


Fig. 2.—Períodos metalogénicos en el sector andino chileno entre los 26°-28° 30' de Latitud sur. Rivera (1985 a).

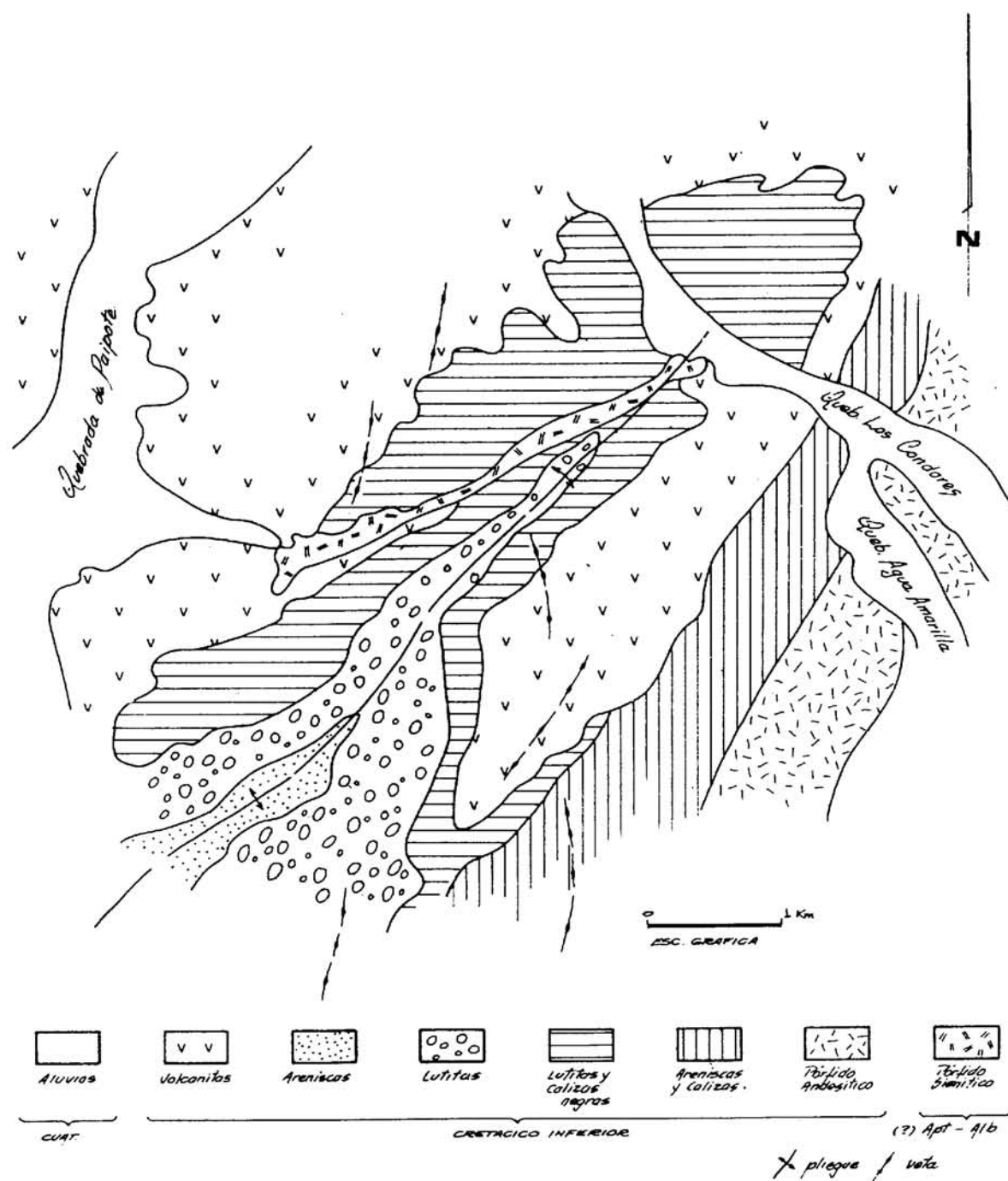


Fig. 4.—Croquis geológico del distrito de Ladrillos. Rivera (1985 b).

En su ruta hacia el sur, visitan una serie de distritos mineros menores en la región de Vallenar-Huasco Alto (fig. 3), llegando finalmente a Coquimbo el 17 de febrero de 1796. Al sur de este lugar visitaron el yacimiento de Andacollo (fig. 6). Se trata de un depósito de cobre (Mo-Au), diseminado del tipo pórfido cuprífero, con desarrollo marginal de vetas auríferas (Llaumet *et al.*, 1975). El marco geológico local incluye rocas de la formación Arqueros (Hauteriviense-Barreniense), lavas y brechas andesíticas con intercalaciones de traquitas e ignimbritas de la formación Quebrada Marquesa (Aptense-Albense) y gravas auríferas del Cuaternario. Las rocas intrusivas (Cretácico superior) incluyen granodioritas, tonalitas y dioritas del plutón de Tablalume, un stock de pórfido tonalítico denominado pórfido Andacollo que presenta alteración-mineralización y diques de pórfido diorítico (fig. 6).

Otro yacimiento visitado en la región es el de Chincolco, yacimiento cuprífero filoniano emplazado en volcanitas piroclásticas.

El 18 de marzo de 1796 llegan a la zona de Punitaqui, donde se localiza un yacimiento filoniano de Au-Cu-Hg emplazado en rocas metaandesíticas. Después de visitar una serie de yacimientos en las zonas de Cogotí e Illapel (fig. 3) entre los que se mencionan Panulcillo y Los Guayacanes, continúan viaje hacia Petorca, pasando el 23 de abril por Las Vacas, distrito aurífero emplazado en un marco geológico que incluye rocas granodioríticas y metasedimentos. El día 29 del mismo mes llegan al yacimiento aurífero de Las Palmas y finalmente, un día después, al distrito del Bronce de Petorca (en la actualidad uno de los distritos auríferos más importantes del país) conocido desde finales del siglo XVIII.

De acuerdo con Camus (1986), este distrito está constituido por numerosos cuerpos filonianos, entre los que destacan El Bronce y Pedro de Valdivia (fig. 7). Los filones auríferos se encuentran emplazados en una secuencia de andesitas porfídicas pertenecientes a la formación Beta Negra (Cretácico medio). Los cuerpos mineralizados presentan una morfología tipo lenticular en rosario y se encuentran localizados en zonas de cizalla. El mismo autor menciona leyes de 8 a 10 grs/Tm. de oro, 20 grs/Tm. de plata y 0,5 % de cobre.

Características geológico-mineras actuales

Se han revisado las características geológico-mineras de las zonas visitadas por la expedición Heuland. En conjunto, se han recopilado 29 zonas que han sido agrupadas atendiendo a los minerales principales de sus paragénesis (Frutos y Pincheira, 1986) *, tabla I.

Tabla I.—Yacimientos y/o zonas mineras visitadas por los hermanos Heuland de los que se dispone información actual.

I) <i>Yacimientos de Cu</i>	II) <i>Yacimientos de Cu-Au</i>
Checo de Cobre.	Remolinos.
Cerro Blanco.	Carrizal Alto.
Panulcillo.	
Los Maquis, Chincolco.	
Las Palmas.	
Guayacán.	
Delirio, Punitaqui.	
Nolasquito.	
III) <i>Yacimientos de Au</i>	IV) <i>Yacimientos de Ag</i>
Capote.	Ladrillos.
Rajos de Oro, Cachiyuyo de Oro.	Checo de Plata.
Cachiyuyo Verde, Cachiyudo de Llampos.	Pampa Larga.
Carmen, Cachiyuyo de Oro.	Chañarcillo.
Cachiyuyo.	V) <i>Yacimientos de Ag-Pb-Zn</i>
Descubridora.	Los Plomos.
Los Mantos, Punitako.	
Punitaqui.	
Hornillos.	
Las Vacas.	
El Bronce, El Espino, Petorca.	
Pedro de Valdivia (Petorca).	
El Purgatorio.	

SIMBOLOS UTILIZADOS

- N. Nombre del yacimiento y/o zona minera
 C. Coordenadas geográficas: lat. sur; long. oeste.
 Cat. Categoría del yacimiento de acuerdo a su tonelaje.
 M. Morfología del yacimiento y orientación.
 M.E. Materias encajantes.
 P. Principales minerales de la paragénesis.

YACIMIENTOS DE COBRE

- N. CHECO DE COBRE
 C. Lat. 27° 32'
 Long. 70° 10,6'
 Cat. III.
 M. Mantos, N/45 E
 Filones. E/70 N; ESE/70 N-50 S
 M.E. Conglomerado volcánico
 P. Pirita, arsenopirita, calcopirita, bornita, calcosina, galena.

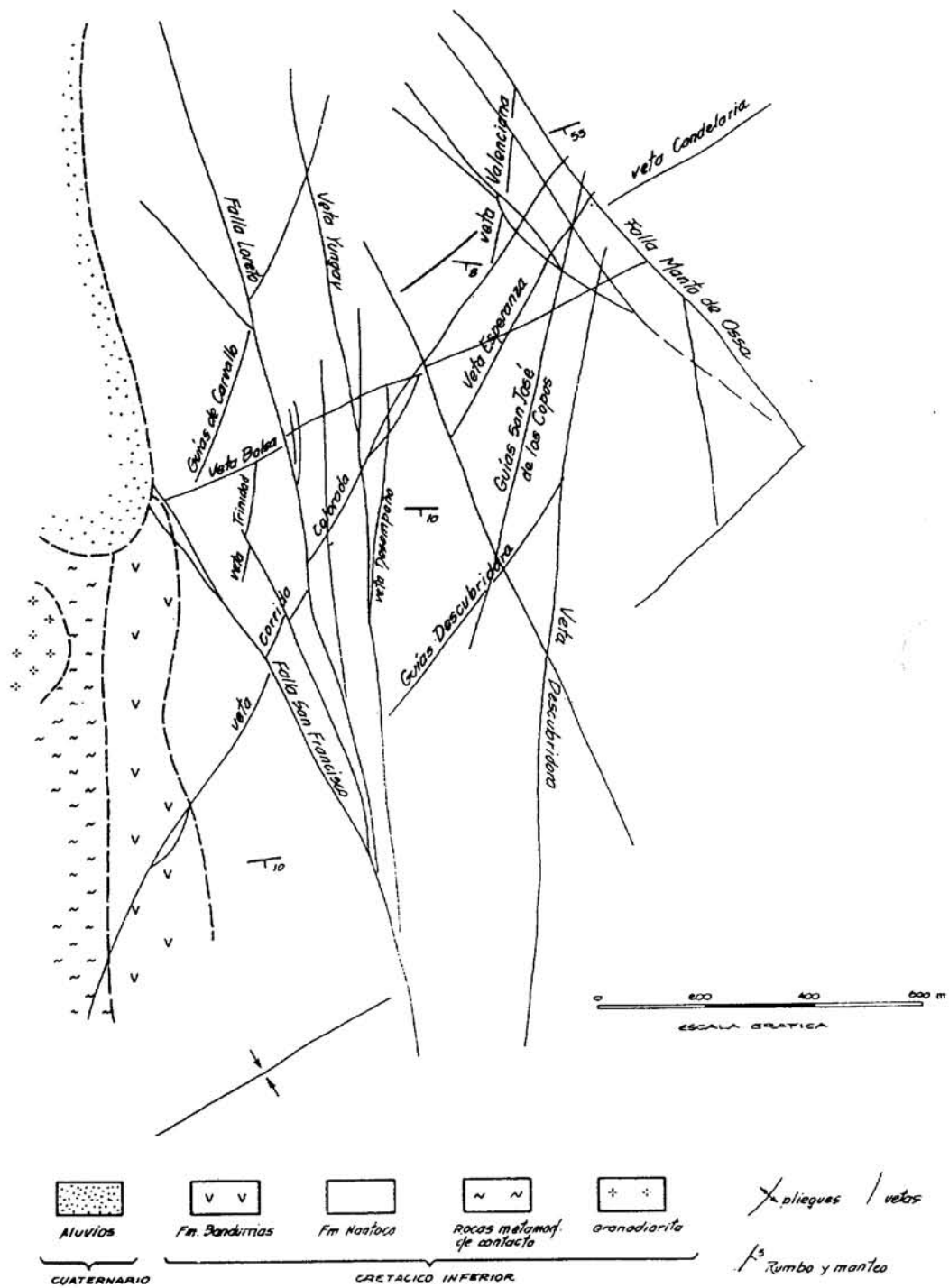


Fig. 5.—Croquis geológico del distrito de Chañarcillo. Rivera (1985 b).

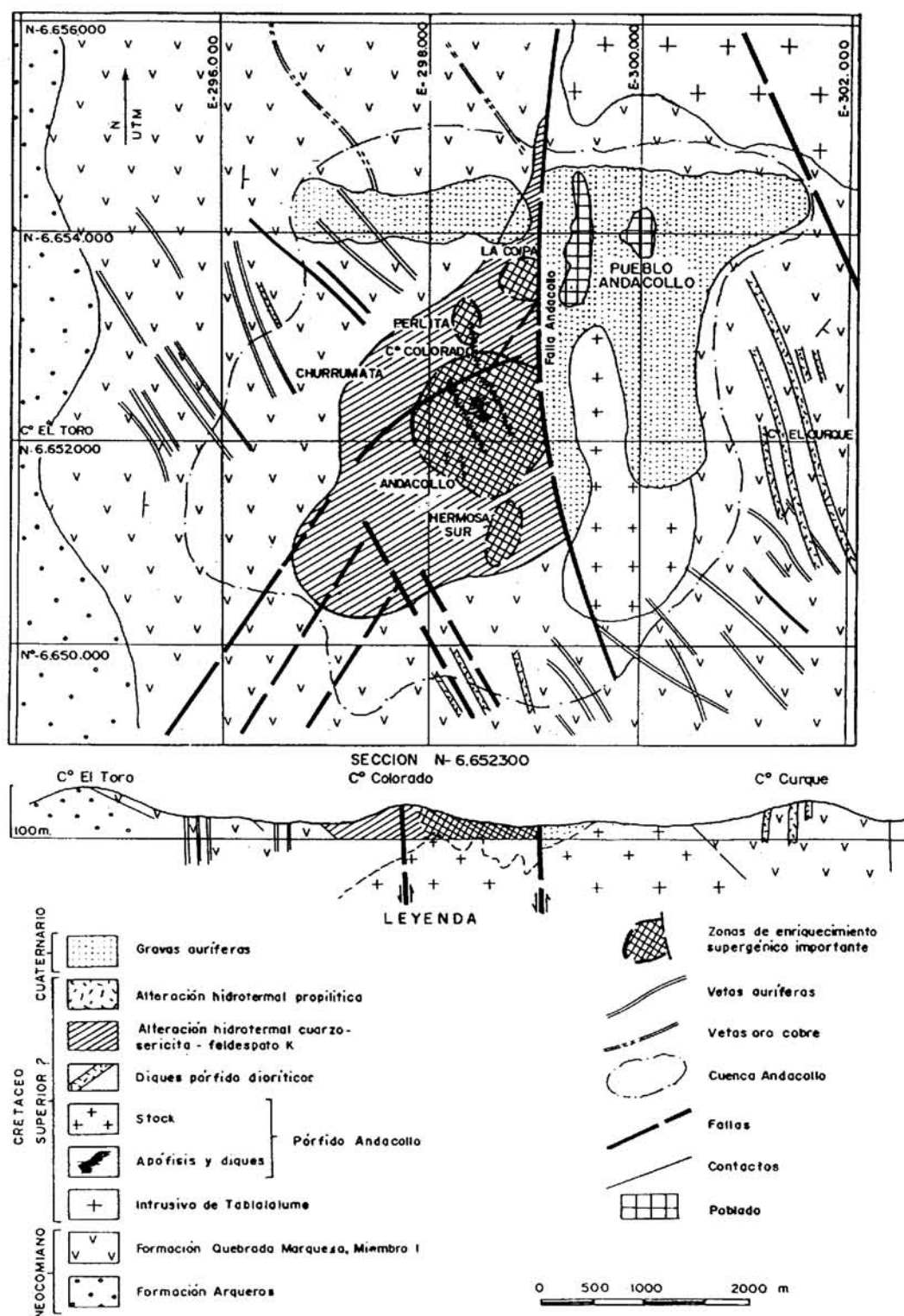


Fig. 6.—Geología del yacimiento de Andacollo. Basado en Llaumet *et al.* (1975).

- N. CERRO BLANCO
 C. Lat. 28° 03'
 Long. 70° 09'
 Cat. Sin determinar.
 M. Filones de pequeño y gran tamaño en zonas de alteración hidrotermal.
 M.E. Granodioritas y rocas volcanoclásticas.
 P. Oxidados de Cu.
- N. PANULCILLO
 C. Lat. 30° 27,3'
 Long. 71° 12,5'
 Cat. II.
 M. Mantos. N/70 E.
 M.E. Mármoles granatíferos con anfíboles y moscovita.
 P. Anfíboles, granates, hematites, magnetita, pirita, esfalerita, calcopirita, bornita, galena.
- N. LOS MAQUIS, CHINCOLCO
 C. Lat. 32° 4,1'
 Long. 70° 50,7'
 Cat. III.
 M. Filones N20 E/70 O.
 M.E. Volcanitas piroclásticas.
 P. Pirita, calcopirita, bornita, calcosina.
- N. LAS PALMAS
 C. Lat. 32° 10,1'
 Long. 71° 8,9'
 Cat. III.
 M. Filones N80 O/50 O.
 M.E. Andesitas.
 P. Magnetita, pirita, calcopirita, oro.
- N. GUAYACAN
 C. Lat. 32° 31,1'
 Long. 71° 5,1'
 Cat. III.
 M. Mantos. N5 O/17 - 25 E.
 M.E. Andesitas y calizas.
 P. Pirita, calcopirita, bornita.
- N. DELIRIO, PUNITAQUI
 C. Lat. 30° 52,7'
 Long. 71° 15,3'
 Cat. II.
 M. Filones (brechas de fallas mineralizadas), N/60 O.
 M.E. Andesitas y rocas córneas.
 P. Pirita, calcopirita, oro.

- N. NOLASQUITO
C. Lat. $27^{\circ} 55,2'$
Long. $70^{\circ} 55,2'$
P. Cobre nativo.

YACIMIENTOS DE COBRE - URANIO

- N. REMOLINOS
C. Lat. $27^{\circ} 36,5'$
Long. $70^{\circ} 2,6'$
Cat. II.
M. Chimeneas y bolsadas.
M.E. Granodioritas y pórfidos.
P. Turmalina, pirita, calcopirita.
- N. CARRIZAL ALTO
C. Lat. $28^{\circ} 5,5'$
Long. $70^{\circ} 55'$
Cat. II.
M. Fiones N50 - 70 E/35 - 80 NO.
M.E. Gabros, dioritas a filones diabásicos.
P. Anfíboles, turmalina, pirita, danaita, cobaltina, magnetopirita, calcopirita, tetraedrita, molibdenita, uraninita.

YACIMIENTOS DE ORO

- N. CAPOTE
C. Lat. $28^{\circ} 18,1'$
Long. $70^{\circ} 57,5'$
Cat. I.
M. Filones N15 - 40 O/70 E - 70 O.
M.E. Dioritas.
P. Hematites, pirita, esfalerita, calcopirita, oro.
- N. RAJOS DE ORO, CACHIYUYO DE ORO
C. Lat. $27^{\circ} 3'$
Long. $69^{\circ} 59'$
Cat. II.
M. Filones N - N20 E/65 - 80 NO.
M.E. Granodioritas.
P. Hematites, calcopirita, oro, calcosina, minerales oxidados de cobre, wulfenita.
- N. CACHIYUYO
C. Lat. $27^{\circ} 03,2'$
Long. $69^{\circ} 57,0'$
P. Oro.

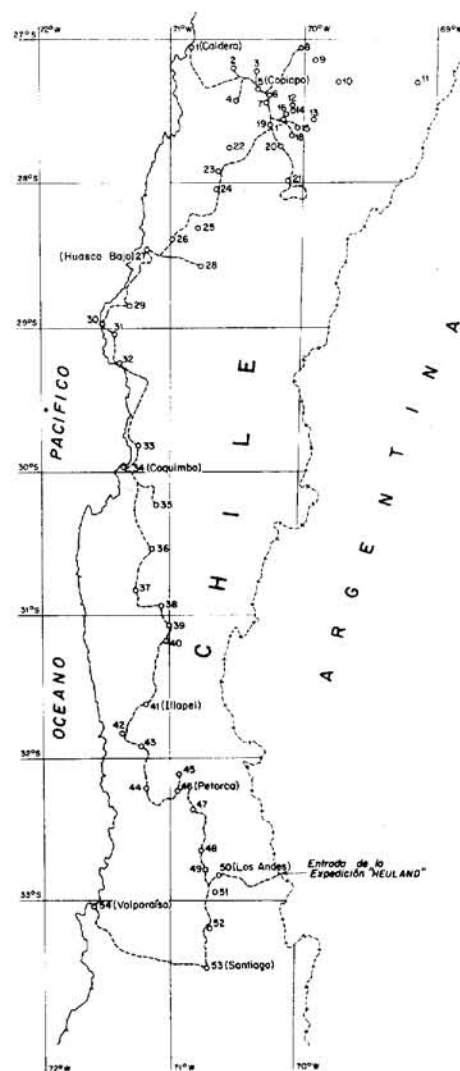


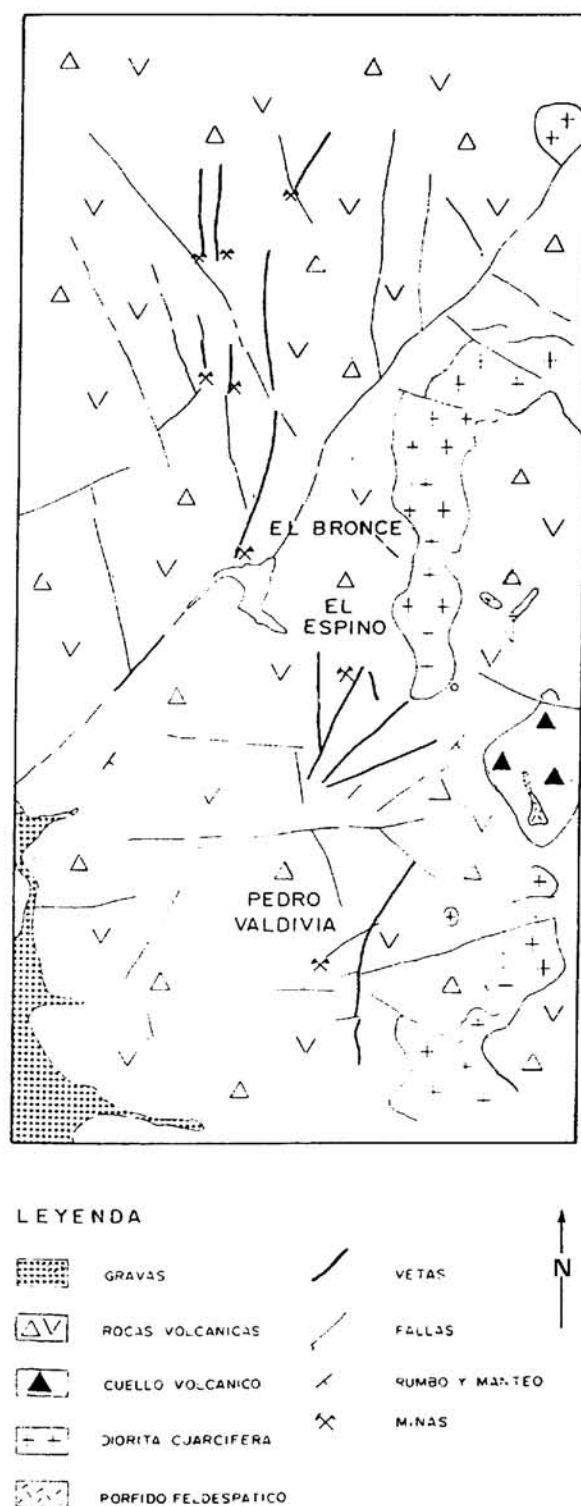
Fig. 3.

1. Caldera.
 2. Cerro Ramadillas.
 3. Chancoquin.
 4. Cerro Chicharras.
 5. Copiapó.
 6. Paipote.
 7. Tierra Amarilla.
 8. Cachiyuyo.
 9. Cerro Puquios.
 10. Cerro La Ternera.
 11. Cerro Azufre.
 12. Descubridora.
 13. Cerro Carrizalillo.
 14. Cerro Checo.
 15. San Pedro, Zapallares.
 16. Checo de la Plata.
 17. Pampa Larga.
 18. Cerro de la Plata.
 19. Totoralillo.
 20. Hornitos.
 21. Cerro Blanco.
 22. Fritis.
 23. Cerros Bayos.
 24. Quebrada Boquerón.
 25. Capote.
 26. Carrizalillo.
 27. Huasco Bajo.
 28. Vallenar.
 29. El Sauce.
 30. Punta de los Leones.
 31. Chañaral de Aceituna.
 32. Playa de Los Choros.
 33. La Serena.
 34. Coquimbo.
 35. Andacollo.
 36. Samo Bajo.
 37. Punitaqui.
 38. San Marcos.
 39. Cogotí.
 40. Combarvalá.
 41. Illapel.
 42. Las Vacas.
 43. Pupio.
 44. Las Palmas.
 45. El Bronce.
 46. Petorca.
 47. Alicahue.
 48. Putaendo.
 49. Curimón.
 50. Los Andes.
 51. Cerro Chacabuco.
 52. Colina.
 53. Santiago.
 54. Valparaíso.
- N. VERDE, CACHILLULLO DE LLAMPOS
 C. Lat. 27° 5,2' ,
 Long. 70° 0,6'
 Cat. II.
 M. Filones N38 E/85 NO.
 M.E. Granodioritas.
 P. Hematites, calcopirita, oro.
- N. CARMEN, CACHİYUYO DE ORO
 C. Lat. 27° 4'
 Long. 69° 58,5'
 Cat. II.
 M. Filones N/O.
 M.E. Granodioritas y sedimentos volcánicos.
 P. Hematites, pirita, calcopirita, oro.
- N. CACHİYUYO.
 C. Lat. 27° 06,3'
 Long. 70° 00,3'
 P. Oro.
- N. DESCUBRIDORA
 C. Lat. 27° 28'
 Long. 70° 05,7'
 P. Oro.
- N. LOS MANTOS, PUNITAQUI
 C. Lat. 30° 52'
 Long. 71° 15'
 Cat. I.
 M. Filones de tipo brecha N20 E/60 - 90 O.
 M.E. Metaandesitas.
 P. Hematites, magnetita, pirita, calcopirita, tetraedrita, oro.
- N. PUNITAQUI
 C. Lat. 30° 55'
 Long. 71° 15'
 M. Placeres.
 P. Oro.
- N. LOS HORNILLOS
 C. Lat. 31° 52'
 Long. 71° 37'
 M. Placeres.
 P. Oro.

- N. LAS VACAS
 C. Lat. 31° 52'
 Long. 71° 20'
 Cat. I.
 M. Filones N 55 - 70 O/65 - 75 O.
 M.E. Granitos.
 P. Pirita, calcopirita, galena, oro.
- N. EL BRONCE - EL ESPINO, PETORCA
 C. Lat. 32° 11,5'
 Long. 70° 56,9'
 Cat. I.
 M. Filones N 5 E/80 E - 80 O.
 M.E. Brecha andesítica.
 P. Pirita, esfalerita, calcopirita, bornita, tetraedrita, galena, oro.
- N. PEDRO DE VALDIVIA, PETORCA
 C. Lat. 32° 12'
 Long. 70° 56,4'
 Cat. I.
 M. Filones N 10 O/60 - 80 E.
 M.E. Andesitas.
 P. Pirita, esfalerita, calcopirita, oro.
- N. EL PURGATORIO
 C. Lat. 36° 38,8'
 Long. 71° 17'
 M. Placeres.
 P. Oro.

YACIMIENTOS DE PLATA

- N. LADRILLOS
 C. Lat. 27° 24,7'
 Long. 70° 13,6'
 Cat. II.
 M. Filones N - N 47 O.
 M.E. Calizas.
 P. Pirita, tetraedrita, safflorita-rammelsbergita, minerales secundarios.—Plata y querargirita.
- N. CHECO DE PLATA
 C. Lat. 27° 30,5'
 Long. 70° 7,2'
 Cat. II.
 M. Filones N 60 O/80 SO.
 M.E. Andesitas.
 P. Baritina, hematites, minerales secundarios de plata.



- N. PAMPA LARGA
 C. Lat. 27° 35,5'
 Long. 70° 10'
 Cat. II.
 M. Filones N 70 - 90 O; N 35 E/65 NO.
 M.E. Granodioritas, rocas metavolcanoclásticas.
 P. Baritina, cobaltina, pirita, calcopirita, galena, estibina, arsenopirita, sulfosales de plata, plata.
- N. CHAÑARCILLO
 C. Lat. 27° 48,6'
 Long. 70° 1,4'
 Cat. I.
 M. Filones N 90; N 25 E/90; N 65 E/90; N 15 O/90.
 M.E. Calizas, tobas.
 P. Baritina, cobaltina, niquelina, pirita, galena, arsenopirita, calcopirita, tetraedrita, proustita, safflorita-rammelsbergita.

YACIMIENTOS DE Ag - Pb - Zn

- N. LOS PLOMOS
 C. Lat. 27° 35,5'
 Long. 70° 10,2'
 M. Filones N 45 - 55 E/60 SE; N 85 O.
 M.E. Granodioritas.
 P. Pirita, esfalerita, calcopirita, galena.

SELECCION DE LAS MUESTRAS

Para su posterior análisis difractométrico, se seleccionaron *las muestras más representativas, de entre las existentes en la colección del Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid*, correspondientes a las zonas mineras de la época, de Huasco Coquimbo y Copiapó (Chile) y Porco y Chichas (Perú).

Zona minera de Huasco

Localización etiquetada de las muestras existentes.

- El Rey, Maidencillo.
- San José Nolasco.
- El Carrisal.
- El Rey de San José. Mineral del Carrisal.
- El Rey del Rosario. Mineral de San Juan.
- El Rey. Mineral del Rincón.
- El Rincón (9 ejemplares).

Zona minera de Coquimbo

Localización etiquetada de las muestras existentes.

- Xarilla, Andacollo (Coquimbo) (16 ejemplares).
- Durasno, Punitaqui (Coquimbo).
- Andacollo, Coquimbo, El Purgatorio.
- Durasno, Punitaqui (Coquimbo).
- El Rey del Malbrán, Andacollo, Coquimbo.
- Andacollo, Coquimbo.
- El Rey del Jaluén, Coquimbo.
- Chincolgo, Andacollo, Coquimbo.
- Saluen, Coquimbo.
- Punitaqui, Coquimbo.
- El Jaluén, Coquimbo.
- Chincolgo, Coquimbo, Andacollo.
- Andacollo, El Rey, La Churuma, Coquimbo.
- Coquimbo.
- Cogotí, Chirinchi, Coquimbo.
- San Pedro, Andacollo, Coquimbo.
- El Rey, Coquimbo, Chincolgo, Andacollo.
- El Purgatorio, Coquimbo.
- Faluen, Coquimbo.
- Clavijo, Coquimbo.
- Andacollo, El Rey de la Churumata.

Zona Minera de Copiapó

Localización etiquetada de las muestras existentes.

- Copiapó, Chile.
- El Rey del Cobre, Mineral de la Tierra amarilla.
- El Rey (10 ejemplares).
- El Rey del Cobre, Mineral de la Tierra amarilla.
- Mineral de Capadrada? de Nanteco?
- El Rey, Remolino Grande.
- San Pedro, El Mozo, El Rey.
- Los Mantos.
- Ntra. Sra. del Carmen.
- El Rey, Mineral de San Pedro.
- El Rey del agua amarilla, Cerro Blanco.
- El Rey, Mineral de San Pedro Nolasco.
- Mineral de San Pedro.
- El Rey del azogue, Mineral del Cerro Blanco.
- Remolino Grande.
- El Rey del Rosario, La Quebrada de Nanteco.
- Mineral del Remolino.
- El Rey, De los Mantos, Mineral de la Tierra amarilla.
- El Rey, Mineral de San Pedro el Viejo.
- El Rey, Remolino Grande.

- El Rey, Ntra. Sra. del Carmen, Mineral del Cerro Blanco.
- El Rey, Mineral del Remolino Grande.
- El Rey, Mineral de San Pedro el Viejo.
- El Rey, San Pedro, Mineral del Checo.
- El Rey, Mineral de San Pedro.
- El Rey, Ntra. Sra. del Carmen, Mineral del Cerro Blanco.
- Ntra. Sra. del Carmen.
- San Pedro el Viejo, El Rey.
- El Rey, San Pedro el Viejo.
- El Rey, San Pedro.
- El Rey, Mineral del Remolino Grande.
- San Pedro.
- La Quebrada de Nantoco.
- El Rey, Sapallar.
- El Rey, San Pedro.
- El Rey, Remolino Grande.
- El Rey, Ntra. Sra. del Carmen.

Zona minera de Porco

Localización etiquetada de las muestras existentes.

- Farallón, Piqueza, Porco (2 ejemplares).
- San José, Uvina, Porco.
- San José, Mineral de Porco.
- Mineral de Uvina, Plomería, Porco.
- San José, Uvina, Porco.
- Farallón, La Soledad, Porco.

Zona Minera de Chichas

Localización etiquetada de las muestras existentes.

- Chichas, Perú (24 ejemplares).
- Chayanta, Perú.
- Cebadillas, Perú.
- Choroma, Perú (2 ejemplares).
- La Concepción, Choroma, Chichas (2 ejemplares).
- Veta Blanca, Chichas, Perú.
- Choroma, Chichas (20 ejemplares).

Otras zonas mineras

Localización etiquetada de las muestras existentes.

- Mauro Alto, *Pupio*.
- El Rey, Colchagua, *Pangalillo*.
- Los Hornos, *Illapel* (2 ejemplares).
- El Rey, Chuchunco, *Maule*.

RESULTADOS ANALITICOS

A partir de los resultados obtenidos por difracción (método de polvo) (figs. 8 y 9), se han detectado los siguientes minerales:

— Malaquita	$\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$
— Hematites	Fe_2O_3
— Galena	PbS
— Cuarzo	SiO_2
— Calcita	CaCO_3
— Messelita?	$\text{Ca}_2(\text{Fe, Mn})(\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
— Bursaita	$\text{Pb}_5\text{Bi}_4\text{S}_{11}$
— Delaffosita?	$\text{Cu}^{+1}\text{Fe}^{3+}\text{O}_2$
— Esfalerita	$(\text{Zn, Fe})\text{S}$
— Goethita	$\alpha - \text{Fe}^{3+}\text{O}(\text{OH})$
— Brochantita	$\text{Cu}_4(\text{SO}_4)(\text{OH})_6$
— Avicenita?	Ti_2O_3
— Cuprita	Cu_2O

En la expedición, los hermanos Heuland, recogieron tanto elementos nativos (oro, plata, cobre), como sulfuros (galena, pirita, estibina, calcopirita, etc.), aunque posiblemente el mayor número de muestras, corresponda a carbonatos hidratados de Cu y a óxidos de Cu y Fe.

BROCHANTITA

CLAVIJO (COQUIMBO, CHILE)

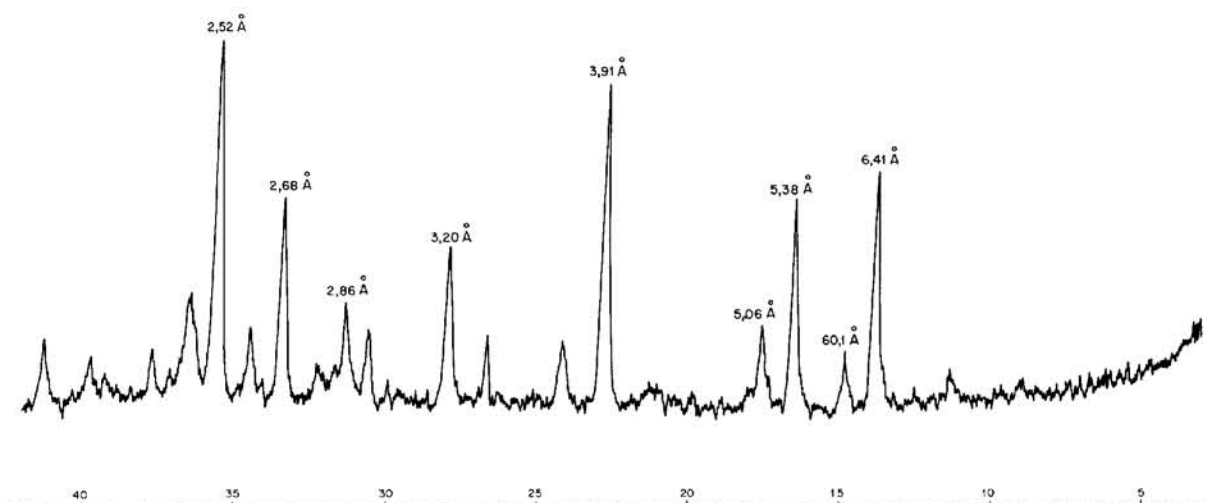


Fig. 8.—Difractograma correspondiente a la Brochantita.

Algunos minerales descubiertos en varias zonas mineras visitadas, por los hermanos Heuland, tales como la coquimbita, (Coquimbo), copiapita (Copiapó) y atacamita (desierto de Atacama) poseen un gran interés tanto desde el punto de vista mineralógico, como histórico. Aunque estos minerales no han sido detectados analíticamente, entre las muestras de la colección Heuland del Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid, fueron citados por primera vez, al estudiar estas zonas mineras, y por lo tanto, es ilustrativo conocer sus características más importantes.

Coquimbita (Breithaupt, 1841)

Grupo = Sulfatos.

Fórmula = $\text{Fe}^{3+} (\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$.

Dureza = 2. Raya = Blanca. Color = Verde, azul a violeta claro. Transparencia = Transparente. Brillo = Vítreo. Exfoliación = Imperfecta según 1011. Morfología = Cristales, agregados granulares y pulverulentos. Solubilidad = Fácilmente soluble en agua. Densidad = 2,1. Sistema Cristalino = Hexagonal. Forma de los cristales = Tabulares, prismáticos. Composición química = Fe_2O_3 28,41 por 100, SO_3 42,74 %, H_2O 28,85 %, inclusiones de Al_2O_3 . Propiedades químicas = Se deshidrata y se disgrega al aire libre. Génesis = Mineral de origen secundario. Paragénesis = Quenstedtita, copiapita, pirita y otros sulfatos. Yacimientos = RFA (Rammelsberg), Checoslovaquia (Smolnik), España (Huelva), Chile (Coquimbo, Copiapó), Estados Unidos (fig. 10).

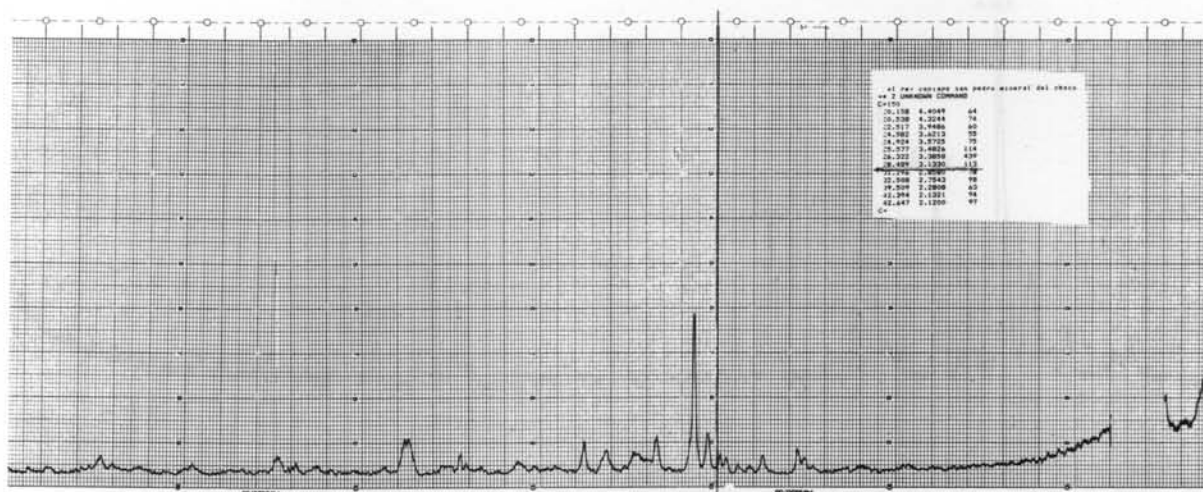


Fig. 9.—Difractograma correspondiente a la Burseita.



Fig. 10.—Coquimbita (distrito minero de Coquimbo).



Fig. 11.—Copiapita (distrito minero de Copiapó).



Fig. 12.—Atacamita (desierto de Atacama).

Copiapita (Haidinger, 1845)

Grupo = Sulfatos.

Fórmula = $\text{Fe}^{2+} \cdot \text{Fe}_4^{3+} (\text{SO}_4)_6 (\text{OH})_2 \cdot 2\text{OH}_2\text{O}$.

Dureza = 2,5. Raya = Más clara que el color. Color = Amarillo a amarillo verdoso o anaranjado. Transparencia = Transparente a translúcido. Exfoliación = Perfecta según 010. Morfología = Pequeños cristales, agregados. Solubilidad = Fácilmente soluble en agua. Densidad = 2,1. Sistema de Cristalización = Triclínico. Forma de los cristales = Tabulares. Composición química = MgO 3,4 por 100, Fe_2O_3 27,0 %, SO_3 40,7 %, H_2O 28,9 %, inclusiones de cobre (cuprocopiapita), Ca, Al. Génesis = Mineral de origen secundario. Paragénesis = Halotriquita, pickeringita, pirita, marcassita. Yacimientos = RFA (Rammelsberg), Checoslovaquia (Dubnik), Francia, España, Chile (Copiapó, Chuquicamata), Estados Unidos, etcétera (fig. 11).

Atacamita (Gallitzen, 1801)

Grupo = Halogenuros.

Fórmula = $\text{Cu}_2 \text{Cl} (\text{OH})_3$.

Dureza = 3 a 3,5 (frágil). Raya = Verde. Color = Verde. Transparencia = Translúcido a transparente. Brillo = Vitro. a adamantino. Exfoliación = Buena según 010. Morfología = Cristales aciculares, tabulares, agregados esféricos y fibrosos. Densidad = 3,76. Sistema de Cristalización = Ortorrómbico. Forma de los cristales = Prismáticos, tabulares, raramente isométricos. Composición química = Cu 59,51 %, Cl 16,60 %, O 11,24 %, H_2O 12,65 %. Propiedades químicas = Fácilmente soluble en ácidos y amoníaco. Génesis = Mineral secundario y fumarólico. Paragénesis = Cobre nativo, cuprita, malaquita, limonita. Yacimientos = Chile (Copiapó, Chuquicamata, Taltal), Méjico (Baja California, Boleo), Namibia (Tsumeb), Australia (Walleroo, grandes cristales, Burra), Italia (fig. 12).

En conjunto, de los minerales analizados merecen la pena ser destacados, la malaquita y azurita como carbonatos, la brochantita como sulfato y la goethita y hematites, como óxidos más frecuentes.

PALABRAS FINALES

Durante su viaje por Chile, los hermanos Heuland visitaron y recogieron muestras de más de setenta yacimientos. Recorrieron parte de las zonas geológica y mineralógicamente más interesantes de ese país, donde la minería ha sido la principal actividad de sus habitantes desde épocas remotas. Los que han vivido en el norte de Chile saben apreciar el enorme sacrificio humano y material del recorrido de más de mil kilómetros bajo condiciones geográficas y climáticas muy duras y con senderos de caballerías como máximas vías de comunicación.

Por otra parte, hay que destacar que desde aquella «pobre» producción minera de oro y cobre durante el período colonial, Chile ha pasado a ser el mayor productor de cobre del mundo (más de un millón de toneladas de cobre fino por año) y uno importante de oro (unas diecisiete toneladas por año).

Resulta sorprendente que en el Museo Nacional de Ciencias Naturales existan abundantes ejemplares de oro, plata y cobre nativos de Chile y Perú conjuntamente con textos manuscritos a plumilla de 1795-1800 de la expedición Heuland y no hayan sido nunca analizados *. Afortunadamente, la Comisión del V Centenario del Descubrimiento de América ha prestado oídos a nuestros informes comprendiendo que la búsqueda de metales preciosos constituyó un poderoso motor de la conquista de América. De todas formas, sigue siendo un tema de investigación muy amplio y poco divulgado.

BIBLIOGRAFIA

- ARIAS DIVTO, J. (1978), *Expedición científica de los hermanos Heuland (1795-1800)*, Ediciones Cultura Hispánica del Centro Iberoamericano de Cooperación, 152 pp.
- BARRAS DE ARAGÓN, F. DE LAS (1912), «Una historia del Perú contenida en un cuadro al óleo de 1799», *Bol. de la Real Soc. Esp. Hist. Nat.*, pp. 224-285.
- CAMUS, F. (1986 a), «Geología de los yacimientos epitermales de oro en Chile y posible modelo idealizado», en Frutos, J.; Oyarzun, R., y Pincheira, M. (eds.) (1986), *Geología y recursos minerales de Chile*, Biblioteca de Recursos Renovables y No Renovables de Chile, Universidad de Concepción, Chile, 923 pp.
- CROZIER, R. (1984), «Gold mining in Chile», *Mining Magazine*, mayo 1984, pp. 460-461.
- CUBAS, P., y OYARZUN, R. (1987), «Entorno geográfico de la expedición Heuland», *Catálogo de la expedición Heuland*.
- FRUTOS, J., y PINCHEIRA, M., «Metalogénesis y yacimientos metalíferos chilenos», en Frutos, J., Oyarzun, R., y Pincheira, M. (eds.) (1986), *Geología y recursos minerales de Chile*, Biblioteca de Recursos Renovables y No Renovables de Chile, Universidad de Concepción, Chile, 923 pp.
- LLAUMET, C.; OLCAY, V.; A. MARQUARDT, J., y REYES, R. (1975), «El yacimiento de cobre porfídico de Andacollo, provincia de Coquimbo, Chile», *Rev. Geológica de Chile*, 2, pp. 56-66.
- OYARZUN, J. (1986), «Magmatismo y metalogénesis Andina en Chile», en Frutos, J.; Oyarzun, R., y Pincheira, M. (eds.) (1986), *Geología y recursos minerales de Chile*, Biblioteca de Recursos Renovables y No Renovables de Chile, Universidad de Concepción, Chile, 923 pp.
- RIVERA, S. (1985 a), *Nuevas ideas acerca de la evolución metalogénica del sector andino chileno comprendido entre los 26 y los 28° 30' de latitud sur*, VI Congreso Latinoamericano de Geología, Bogotá, Colombia, octubre de 1985.
- RIVERA, S. (1985 b), *Los depósitos epitermales argentíferos de Tres Puntas, Ladrillos y Cañarcillo, relaciones metalogénicas*, IV Congreso Geológico Chileno, Universidad del Norte, Antofagasta, pp. 3-288 a 3-303.
- SUTULOV, A. (1976), *Minería chilena*, Centro de Investigación Minera y metalúrgica (Chile), 260 pp.
- ZENTILLI, M. (1974), *Geological evolution and metallogenic relationship in the Andes of northern Chile, between 26 and 29 south*, Phd. Thesis, Queen's University, Canadá.

ANEXO I

Cerro Mineral de Gualgayoc ó Chota

* En el Anexo I se detalla la historia y las características de la explotación de uno de los principales cerros minerales peruanos (Cerro de Guadalupe o Chota), referida al *Cuadro de Historia Natural, Civil y Geográfico del «Reino» del Perú*, año de 1799 (Barras de Aragón, F. de las, 1912).

(Centro primera columna.)

HISTORIA

El Reyno Mineral, pide por sus recomendables objetos unos conocimientos tan vastos, como el Vegetal y Animal: los tres abrazan quantas producciones comprehende la naturaleza, y pertenece á la Historia natural Botánica y Mineralógica, ellos forman lo que llamamos Física y abraza el conocimiento de las operaciones de aquélla, auxiliando la Química á mostrar la composición de estos cuerpos, y las experiencias el modo con que los cuatro Elementos de que está compuesto el Universo, influyendo unos sobre otros, y los efectos que producen. Así como la Historia en el Vegetal tiene el conocimiento de las plantas, y el Reyno animal trata de todo Ser viviente, así también la Mineralogía enseña en el mineral quáles son las diferentes tierras de que está compuesto el Globo, sus Piedras, sus Metales, Petrificaciones y demás que encierra en sus entrañas, pero, dejando ahora el discurso sobre cada una de estas partes, pasaremos á hablar de nuestro propósito que es manifestar el estado de la Minería del Perú.—Una costumbre heredada, perjudicial y vergonzosa, hace que no se vean los adelantamientos en el tráfico Mineral en medio de la abundancia con que nos brinda la Tierra, pues parece que la Providencia quiso que las Yndias excediesen en riquezas metálicas á los siglos memoriales del Ofir y de Tarsis. En este Siglo ilustrado vemos adelantadas las Artes y las Ciencias dedicándose los Sabios á la Escritura para perfeccionar aun los oficios más mecánicos, y aunque sobre el modo de labar, de incorporar el Azogue, y el acierto en el método de la Fundición, ha merecido el desvelo de muchos en lo antiguo y lo modernox con todo, los principales Artífices de la Minería, operan á la ventura, y por una costumbre heredada que jamás abandonarán si no aplica todo el esfuerzo y poder el alto Gobierno.—El Yndio que se reputa por el siervo común de las Américas, es el primer Artífice para la extracción y beneficio de metales, siendo el fruto de su sudor y lágrimas para ajenos Señores. Su carácter es el ser insuperable de la costumbre heredada, y careciendo de estímulo no dobla sus tareas ni adelanta sus conocimientos. El Soberano Dueño del

Rico Ymperio, al conocer estos defectos ha procurado sabia y justamente remediarlos, costeando una numerosa compañía de Mineralogistas científicos baxo de la Dirección del Ilustrado Varón de Nordem-flich, consejero intimo que fué del Rey de Polonia; pero á pesar de sus esmeros, según los experimentos jurídicos á que asistí y en que intervine, no resultaron los progresos que se pronosticaban entre el antiguo sistema de Amalgamación (sic) y el nuebo de Barriles. Sea el que fuese el progreso estriva no en el método de beneficio, sino en el menor costo de extraer los metales del Centro á la superficie.

(Centro segunda columna.)

MINERAL

No se puede sujetar á duda que un aborro de manos es uno de los puntos más interesantes por la sarta de Yndios que tiene el Reyno, y esto con el de menos consumo del Azogue y arreglo de labores podrá ofrecer muchas ventajas á nuestro tráfico mineral, único patrimonio de estas Yndias y al qual debe dedicarse el esmero. El estado actual de las minas del Reyno no se reduce á 391 in-

.....



LA EXPEDICION MINERALOGICA
DE LOS HERMANOS HEULAND
A CHILE Y PERU
1795-1800

LA EXPEDICION MINERALOGICA DE LOS HERMANOS HEULAND A CHILE Y PERU 1795-1800



COMISIÓN
QUINTO CENTENARIO

Museo Nacional de Ciencias Naturales
CSIC

MADRID, 1987

I.S.B.N: 84-404-0552-9

Depósito legal: M. 36353-1987

Artes Gráficas E. M. A., S. A.

Ficha técnica

COMISION QUINTO CENTENARIO

PRESIDENTE

Luis Yáñez-Barnuevo

VICEPRESIDENTA

Pina López Gay

SECRETARIO GENERAL

Luis de la Torre de Andrés

DIRECTORA DE EXPOSICIONES

Mercedes Palau

COORDINADOR

Javier Romero

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS

PRÉSIDENTE

Enrique Trillas Ruiz

DELEGADO DEL CSIC EN LA COMUNIDAD DE MADRID

Alberto Sánchez Alvarez-Insúa

DIRECTORA DEL MUSEO NACIONAL DE CIENCIAS NATURALES

Concepción Sáenz Laín

EXPOSICION

COMISARIO

Javier García Guinea

ASESORES

Enrique Gutiérrez Blanco

Paloma Cubas Domínguez

Roberto Oyarzun Muñoz

REALIZACION DE MONTAJE

Macarrón, S. A.

TRANSPORTE

Macarrón, S. A.

SEGURO

Banco Vitalicio

CATALOGO

EDICION

Comisión Quinto Centenario

DISEÑO, MAQUETACION Y EDICION

Ediciones El Museo Universal, S. A.

FOTOGRAFIA

Alvaro García Pelayo

Angel Sanz Andrés

Mariano Bautista Torres

ARCHIVO FOTOGRAFICO

Ediciones El Museo Universal, S. A.

Sumario

Grupo Aguaytía	
Perú y Chile a finales del siglo XVIII. Una aproximación histórica	1
Enrique Gutiérrez Blanco y Javier García Guinea	
Mineralogía en el entorno histórico más próximo a la expedición Heuland (1795-1800). Período (1771-1833)	17
Paloma Cubas Domínguez y Roberto Oyarzún Muñoz	
Entorno geográfico de la expedición Heuland. Introducción	39
Roberto Oyarzún Muñoz, J. Martínez Frías y Javier García Guinea	
Expedición Heuland (1795-1800). La minería de la época dentro del con- texto de la metalogenia actual	53