

GEOLOGIA Y MINERALIZACION DEL YACIMIENTO LA AFRICANA

NICOLAS SARIC R.

Sociedad Minera Pudahuel Ltda.

RESUMEN

En el presente artículo se describe la geología y mineralización de la veta que constituye el yacimiento de cobre La Africana. Se hace mención a estudios geofísicos y geoquímicos sobre esta veta, que pueden servir de pautas de prospección para la ubicación del mismo tipo de yacimientos en el área.

ABSTRACT

The geology and mineralogy of the Africana vein type copper deposit is described. Special mention is done to geophysical and geochemical studies that can be useful as prospecting tools for similar deposits in the area.

INTRODUCCION

La mina La Africana se ubica en el faldeo oriental del cordón de cerros de Lo Aguirre, 22 km al W de Santiago, Area Metropolitana (Fig. 1).

El acceso se efectúa por la carretera pavimentada que une Santiago con Valparaiso, desviándose hacia el S después de pasar el puente del Estero Lampa, recorriéndose finalmente 3 km por un camino de tierra en buen estado.

Las pertenencias originales AFRICANA, fueron manifestadas el 11 de Diciembre de 1896 por el señor J.A. Pinochet, quien las vendió al Sr. G. Acaña en 1910. La Compañía Andes Copper Co. of Maine adquirió la propiedad a fines de 1914, transfiriendo los títulos en 1917 a la Santiago Mining Co., una subsidiaria de The Anaconda Company, la cual comienza el desarrollo de un pique vertical y labores en cinco niveles de reconocimiento a la veta.

A pesar que desde 1917 se extrajo una pequeña cantidad de mineral las condiciones imperan-

tes no permitieron una explotación económica del yacimiento. La propiedad permaneció inactiva hasta 1953, año en que se tomó la decisión de explotar la mina y construir una planta de flotación, entrando finalmente en producción en Septiembre de 1957. La inversión fresca efectuada, sin considerar lo pagado por las pertenencias mineras y por el desarrollo de las minas, alcanzó a 2.8 millones de dólares. Los estudios de factibilidad consideraron una cubicación de 1.481.000 tons con 4.12 % Cu.

En Diciembre de 1969, Sociedad Minera Pudahuel adquirió el activo y el pasivo de Santiago Mining Co., lo que incluía las minas La Africana y Lo Aguirre. A esa fecha se estimaba que las reservas de la mina La Africana, durarían uno o dos años al ritmo de extracción que se llevaba. La nueva Sociedad es intervenida desde Febrero de 1972 hasta Mayo de 1974, lapso durante el cual la faena fue administrada y explotada por ENAMI.

El método de explotación aplicado en mina La Africana correspondió a reacle sobre relleno hidráulico (Cut and Fill), principalmente usado en zonas débiles por fallas o cercanas a los piques, y reacle sobre mineral quebrado (Shrinkage Stope) en la mayor parte del yacimiento explotado en los últimos años. El desarrollo de la mina siguió el esquema planteado por las labores de reconocimiento realizado durante los años 1918 a 1924, o sea, 5 niveles a cada 60 m de profundidad, perforados en su mayoría en el yacente de la veta, efectuán-

dose la extracción por un pique rectangular de tres naves. La capacidad de extracción de mineral de la mina ha sido de 13.500 tons al mes en los últimos años, habiéndose extraído alrededor de 21 000 tons al mes anteriormente.

La disminución de las leyes de cobre e irregularidad de la veta, llevaron en Febrero de 1978 a la paralización de las operaciones porque esas condiciones no permitían una explotación económica del yacimiento.

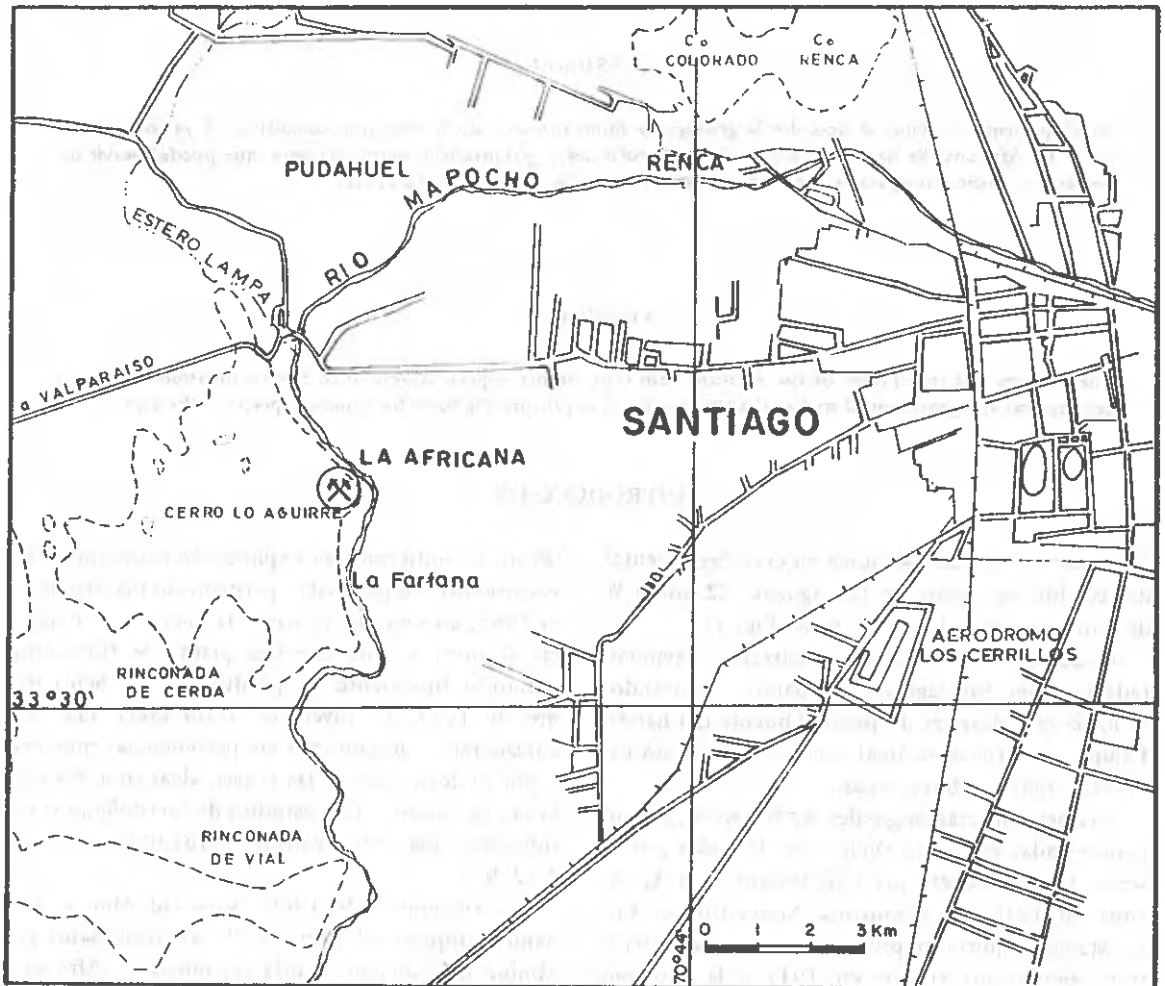


Fig. 1. Plano ubicación mina La Africana.

GEOLOGIA REGIONAL

La geología regional está representada por una serie de rocas volcánicas con intercalaciones menores de sedimentos marinos en la base y sedimentos continentales en su parte media y superior (Fig. 2).

Al conjunto, que tiene un rumbo general NNW a NNE con manteo fuerte al E y una potencia entre 13.350 m (Thomas, 1958) y 16.000 (Levi, 1968), se le asigna una edad Cretácica, encontrándose intruído por un batolito de edad Cretácico Superior, que se visualiza rodeando la serie volcánica-sedimentaria y con apófisis menores en la secuencia misma.

Thomas (1958) definió tres formaciones en este paquete de rocas, las cuales de más antigua a reciente son:

Formación Lo Prado

Compuesta de efusivos andesíticos y queratófiros con intercalaciones de sedimentos marinos, arenosos y calcáreos, de edad Neocomiano.

Formación Veta Negra

-- Miembro Purehue, conformada por lavas y brechas andesíticas con areniscas continentales y

lutitas lagunares.

-- Miembro Ocoa, representado por andesitas efusivas con grandes fenocristales de feldespato.

En esta misma formación, del Cretácico Superior, Levi (1968), incluye el miembro Noviciado representado por lavas básicas brechosas, rocas clásticas y lavas ácidas.

Formación Las Chilcas

Compuesta por depósitos fluviales, lavas básicas parcialmente brechosas, rocas piroclásticas básicas y escasas ignimbritas ácidas. La edad asignada a esta formación es Cenomaniano-Turoniano.

Hacia el este, en el sector de los cerros de Lo Aguirre, ésta última formación se encuentra intruída por una diorita correspondiente al Batolito que ocupa toda la parte oriental del cordón. En este intrusivo se encuentra encajada la veta que corresponde a la mina La Africana.

La parte más oriental del área se encuentra cubierta por material Cuaternario, producto del penúltimo período glacial que se depositó en el Pleistoceno rellenando el valle central.

GEOLOGIA DEL YACIMIENTO

La Africana es un yacimiento epigenético hidrotermal, vetiforme, emplazado en una falla normal que afecta a un intrusivo de edad Cretácico, casi en el contacto con rocas volcánicas. Sin embargo, roca andesítica alterada, con limonita proveniente de sulfuros primarios y cortada en la parte norte mediante sondajes en lo que sería la corrida de la veta, hace suponer que ésta posiblemente puede estar en parte encajada en las rocas volcánicas de la formación Las Chilcas, que aparecen intruídas por el batolito en el sector de la mina.

Numerosos diques, con contactos bastante claros, acompañan o cortan la veta, siendo afectados por un fallamiento posterior que los distorsiona localmente.

LITOLOGÍA

Las rocas en general, debido a procesos de meteorización y enriquecimiento secundario, se encuentran más alterada hacia la superficie.

En el área de la mina se han diferenciado dos tipos de roca, a saber:

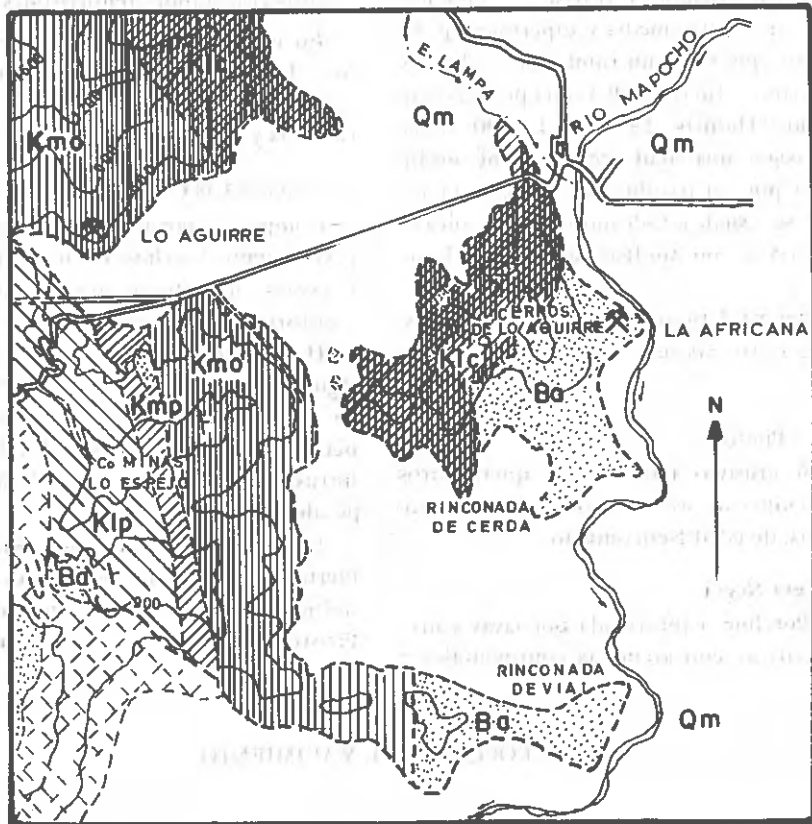
1. Roca Intrusiva

La roca intrusiva, que conforma las cajas de la veta, corresponde a una diorita de textura equigranular, que experimenta variaciones en composición y tamaño del grano. Localmente presenta aspectos de granodiorita, aplita o tonalita, según el aumento relativo del cuarzo respecto a los máficos.

En general es una roca de grano fino a medio, color grisáceo que toma tonos anaranjados.

Al microscopio la diorita tiene una textura hipidiomorfa granular, presentando fenocristales de plagioclasa, anfíbola y biotita. La plagioclasa corresponde a una oligoclasa que a veces presenta arcillización.

Normalmente esta roca es relativamente fresca, apta para ser dejada como roca de caja en la explotación.



- Qm** Morrena de piedra pómez, penúltimo periodo glacial.
- Zc** Zona de contacto de intrusiones del Batolito.
- Ba** Intrusiones del Batolito
- Klc** Rocas volcánicas y sedimentos continentales
- Kmp** Andesitas efusivas con grandes fenocristales de feldespato
- Kmp** Principalmente lavas y brechas andesíticas
- Klp** Efusivos andesíticos y queratófiros

Fig. 2. Geología Regional (según Thomas, 1958).

2. Rocas Filonianas

Los diques en general son post-minerales, con rumbo predominante norte-sur, buzando un gran ángulo y tienen una composición litológica bastante similar. En amplios sectores conservan características espaciales concordantes con la veta pero cambian de rumbo sin causa definida por cortos trechos.

Al parecer este hecho, junto a su preferencial ubicación en el contacto veta-caja, hacen suponer que han usado planos de debilidad pre-existentes para su emplazamiento, al igual que lo hicieron anteriormente las soluciones mineralizantes.

Debido a su alteración y fracturamiento característico, además de producir dilución de mineral, son desfavorables como cajas por su inestabilidad. Hacia la superficie la alteración aumenta y ocasionalmente, en sus fracturas se deposita apreciable cantidad de cobre nativo.

La veta afectada por diques no experimenta cambios, debido a estas intrusiones, continuando sin variaciones a ambos lados de ellas. La potencia de los diques es variable, entre 0.3 a 2.0 m, siendo además irregular en un mismo cuerpo.

Se han podido reconocer 2 tipos principales de filones:

- A) Afaníticos. Macroscópicamente, son de color gris verdoso y no se observa desarrollo alguno de fenocristales.
- B) Porfíricos. Son los más comunes. Tienen color gris verdoso, presentando fenocristales euédrales de plagioclasas de hasta 2 mm, ocasionalmente sericitizadas o albitizadas; los fenocristales de máficos presentan contornos subhedrales, correspondiendo probablemente a piroxenos. Cuando presentan predominio de fenocristales feldespáticos son de carácter andesítico y cuando se presentan casi exclusivamente con fenocristales máficos (los menos) corresponden a lamprófiros.

ALTERACION

La roca de caja se encuentra alterada por procesos hidrotermales relacionados con el emplazamiento de la veta.

La alteración varía según la proximidad a la veta y es de ésta hacia afuera.

A. Zona de silicificación—cloritización

La roca toma un color gris verdoso, se compone casi totalmente de clorita, calcita y cuarzo. Se desarrolla inmediata a la veta misma, observándose abundante especularita en venillas y como impregnación.

B. Zona de feldespato potásico

Según su densidad se caracteriza por una menor o mayor proporción de ortoclasa, epidota, clorita, cuarzo, calcita y turmalina.

Existe abundante desarrollo de ortoclasa en forma de manchones, venillas y guías. Localmente se producen segregaciones características, que junto al cuarzo presente, le imponen a la roca un carácter aplítico. Cuando existe epidota el desarrollo de ortoclasa es periférico, apreciándose guías de epidota rodeadas por bandas de feldespato potásico.

C. Zona propilítica

Es la más externa, alejada de la veta. Los minerales de alteración son: cuarzo, clorita, epidota, calcita, zeolitas.

Se caracteriza principalmente por una sericitización de las plagioclasas y cloritización de los máficos.

ESTRUCTURAS

Las fracturas observadas pueden agruparse en dos tipos:

1. Las que siguen una dirección paralela o ligeramente oblicua a la veta.
Son las más importantes, buzando desde 75° W a vertical concordando con la estructura en la cual está emplazada la mineralización. Normalmente se ramifican dejando entre ellas zonas de rocas muy fracturadas de mala calidad geotécnica.
2. Las que forman un ángulo apreciable con la veta.
En general cortan la veta a gran ángulo, buzando tanto al N como al S. Estas fallas afectan los diques y a la mineralización produciendo desplazamientos de poco monto (0.5 - 1 m). Si bien es cierto que las fallas NS son las más importantes desde el punto de vista operacional, las segundas adquieren gran influencia en lo que a agua subterránea se refiere, ya que por sus corridas dan cauce al agua que se encuentra hacia el E y hacia la superficie.
Asociado a las fracturas existe generalmente,

desarrollo de carbonatos los que son fácilmente lavados, aumentando en consecuencia el espacio abierto que sirve de cauce al agua.

MINERALIZACION

La mineralización ocurre en lentes o ramificaciones que conforman una veta de rumbo general N 10° W con buzamiento 70° - 80° W. La potencia es variable habiendo alcanzado en las mejores zonas anchos superiores a 20 m para posteriormente adelgazarse y convertirse en venillas. La corrida reconocida de la veta (Fig. 3) es de 1.7 km. Hacia el S, sin razón justificada, la mineralización disminuye encontrándose vestigios de la veta principal con leyes muy bajas después que ésta se ramifica. Hacia el norte queda una "cola" irregular tanto en potencia como en ley que se pierde junto con la superficie rocosa bajo los sedimentos que rellenan el valle longitudinal.

La mineralización consiste principalmente en sulfuros primarios: calcopirita, pirita y en menor cantidad calcosina y cobre nativo, productos de enriquecimiento supérgeno. En la parte sur debido al buen desarrollo de una zona de oxidación, se explotó también chalcantita, crisocola, malaquita, kroenkita. Acompañando la mena se encuentra abundante cantidad de especularita masiva o en bandas, magnetita subordinada y cuarzo, ya sea en venillas, geodas o bandas silíceas.

La calcopirita se presenta en bandas, guías y lentes, casi siempre asociada con pirita.

Al cambio de las propiedades dimensionales de la veta, anteriormente expuestos, debe agregarse un cambio en la relación cobre-ferro y un cambio mineralógico sobreimpuesto posteriormente, como consecuencia de los procesos de enriquecimiento supérgeno. La veta en profundidad tiende a empobrecerse en cobre aumentando el contenido de hierro hasta quedar sólo con especularita, pirita y cuarzo. Hacia el S, el Nivel 4 ha sido la cota límite para la mineralización de cobre a profundidad. Hacia el N este contacto relativamente regular, sube encontrándose a cota del Nivel N° 3 en la coordenada 200 N (Fig. 4).

Por otro lado, los procesos de generación de soluciones ricas en cobre a partir de minerales primarios, debido a la descomposición de pirita, formación de ácido sulfúrico, solubilización de los minerales de cobre y subsecuente redepositación, han resultado en la formación de zonas de lixiviación, oxidación y enriquecimiento secundario. Hacia el sur se originó una zona de lixiviación—oxida-

ción que supera los 60 m y una zona irregular de enriquecimiento con calcosina y minerales hipógenos. Hacia el norte ambas zonas van angostándose hasta casi desaparecer; se presume que la excesiva cantidad de agua junto a la extrema erosión que afectó esta parte previo a su recubrimiento, han sido condiciones desfavorables para el desarrollo de un buen perfil de enriquecimiento.

El yacimiento de La Africana está considerado según Ruiz y otros (1965), en el tipo paragenético N° 8, debido a su asociación: especularita, magnetita, pirita, calcopirita, acompañados de cuarzo y calcita como ganga.

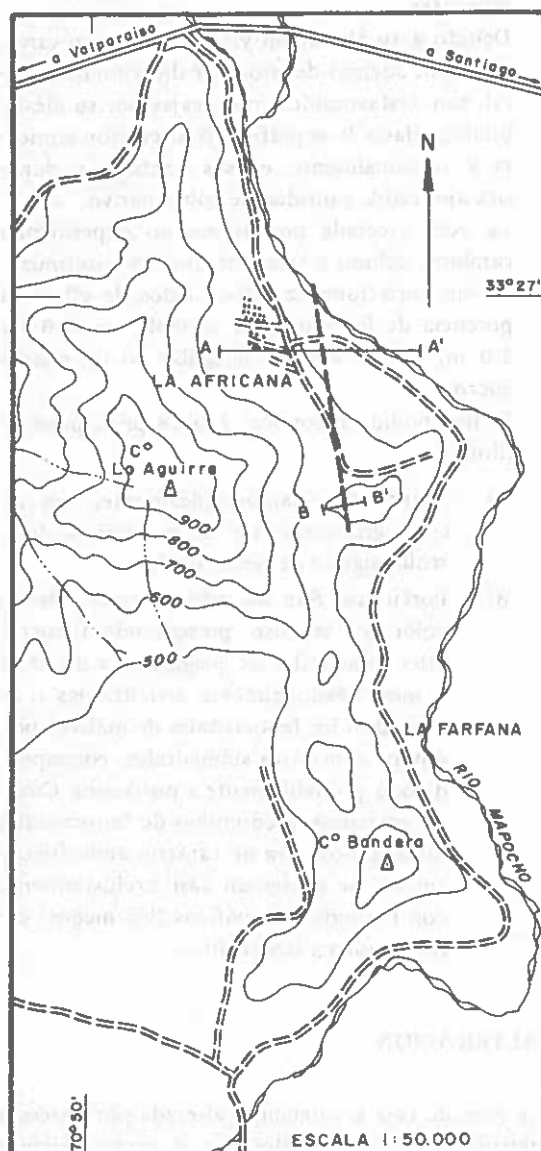


Fig. 3. Traza en superficie de la veta La Africana.
Traza de la veta;
AA' : Perfil Magnético. BB' : Perfil Geoquímico.

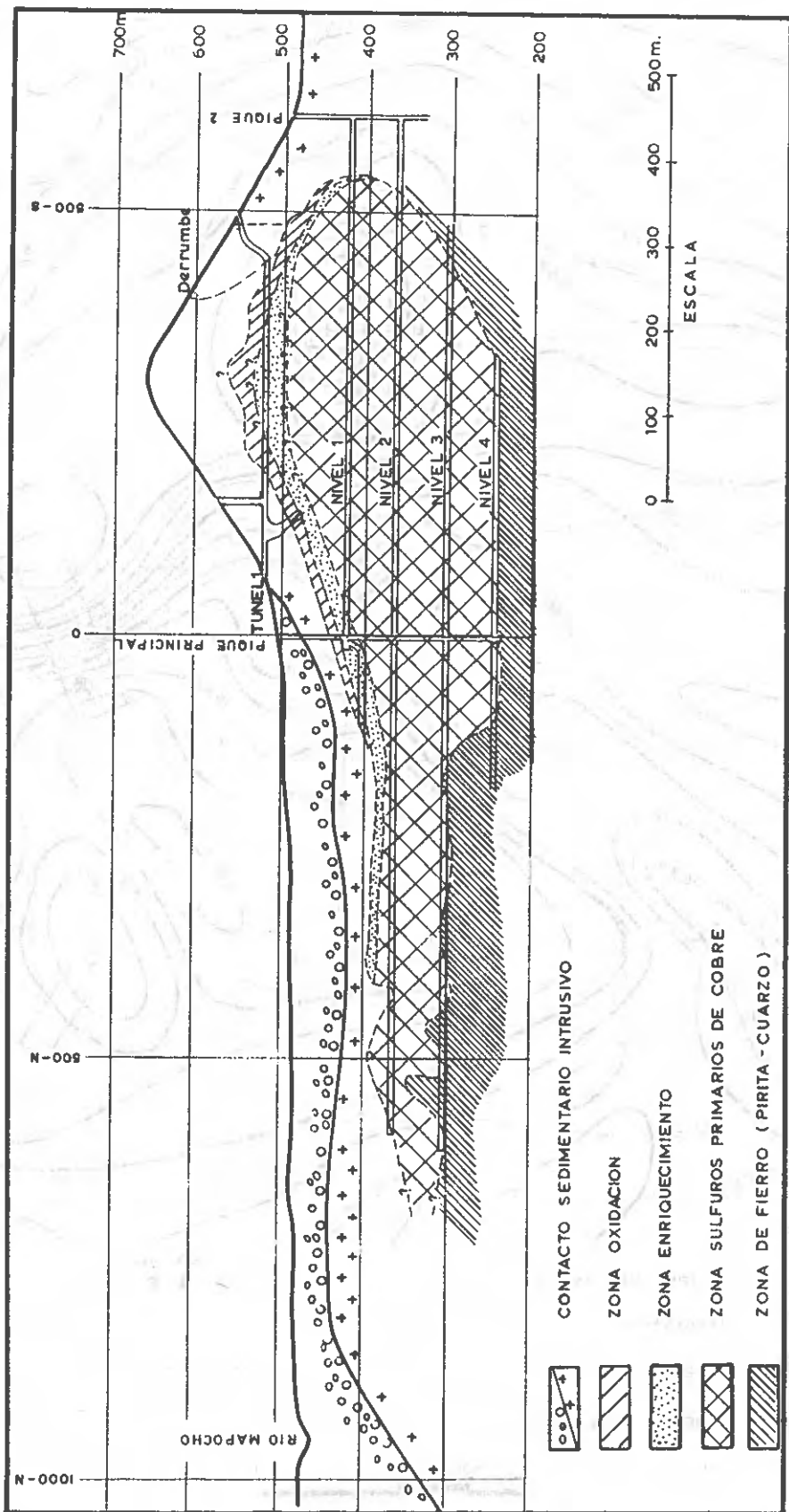


Fig. 4. Perfil longitudinal de La Africana (modificado de Figueredo y Reyes, 1972).

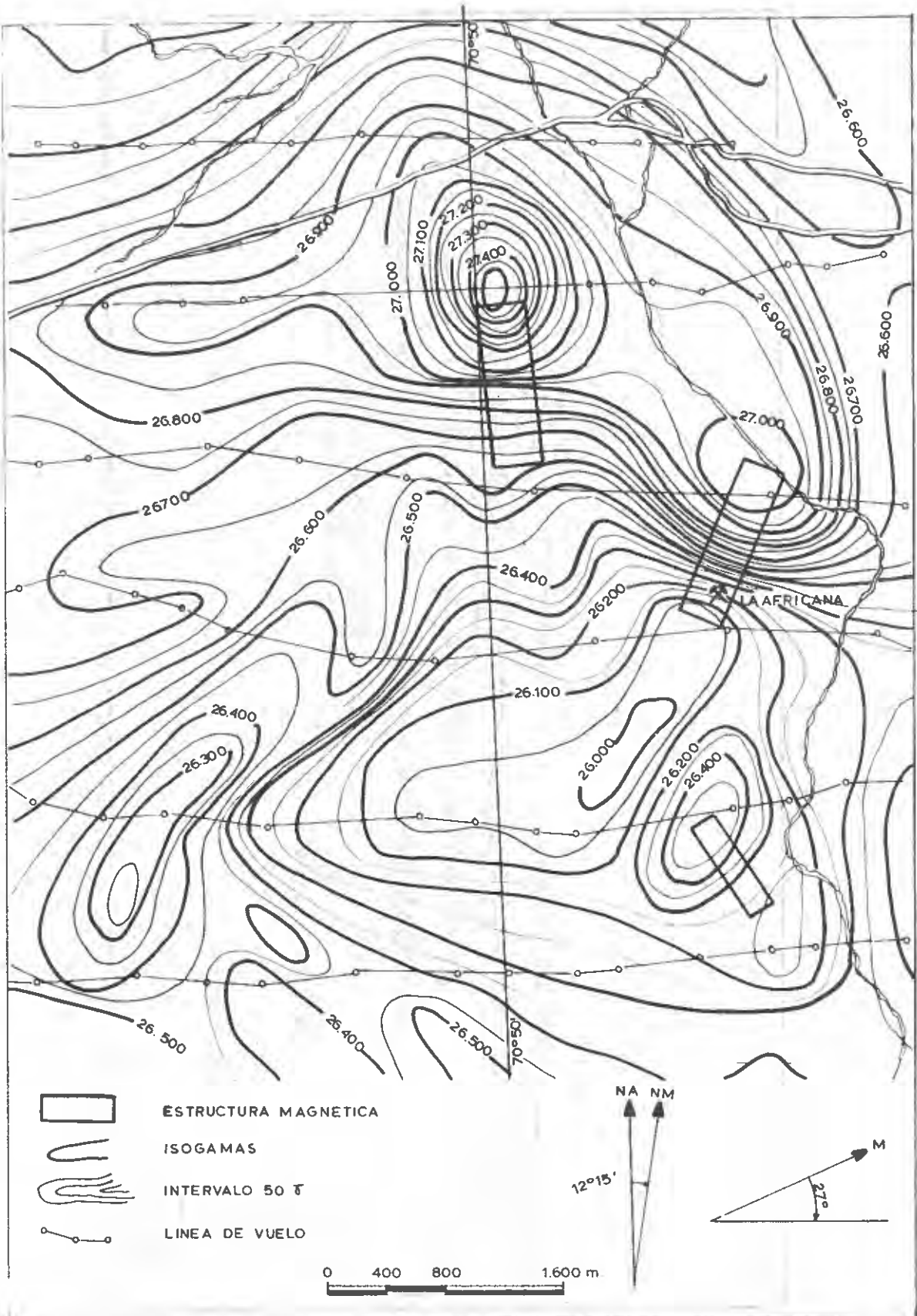


Fig. 5. Plano del campo acromagnético total. Zona La Africana, (según L. Silva Rev. Geol. Chile N° 1, 1974).

GENESIS DEL YACIMIENTO

El yacimiento es epigenético y debido a sus características puede ser clasificado como mesotermal de poca profundidad.

El conjunto volcánico-sedimentario que se observa en el área, fué intruído en el Cretácico por un batolito que ocupa toda la parte oriental del área. El intrusivo diorítico fue afectado por una tectónica en el Cretácico Superior, que produjo en el área de la mina un fracturamiento N-S en esta roca competente, dejando espacios abiertos por los cuales ascendieron las soluciones hidrotermales; aprovechando estos mismos espacios o planos de debilidad intruyeron posteriormente numerosos diques. Tanto la veta como los diques fueron afec-

tados por un fallamiento E-W producto de esfuerzos de compresión.

La mineralización sufrió un control térmico, depositando cobre hacia la superficie y hierro a profundidad. Paralelamente se produjo la alteración de la roca de caja.

Finalmente se produjo un enriquecimiento supérgeno que llevó a la formación de una delgada zona de oxidación y enriquecimiento secundario, siendo este último casi totalmente borrado hacia el N por subsecuente erosión, para después ser cubierta esa parte por materiales del relleno del valle central.

RESPUESTA A LOS METODOS CONVENCIONALES DE EXPLORACION

GEOFISICA

La asociación que se presenta en el yacimiento de cobre con magnetita, como era de suponer, avalaban un buen resultado frente al método magnético.

Un levantamiento aeromagnético del área Lo Prado evidenció una anomalía en la zona correspondiente a la veta de mina La Africana (Fig. 5).

La anomalía fue detectada con un magnetómetro de resonancia nuclear instalado en un helicóptero, el cual remolcó el detector magnético a una altura de 200 m sobre el terreno, (Silva 1972).

Posteriormente, Pimstein y Silva (1972) con el propósito de comprobar y controlar la anomalía aeromagnética efectuaron perfiles magnéticos terrestres que confirmaron la existencia de una anomalía, sobre la traza conocida de la veta de mina La Africana (Fig. 6).

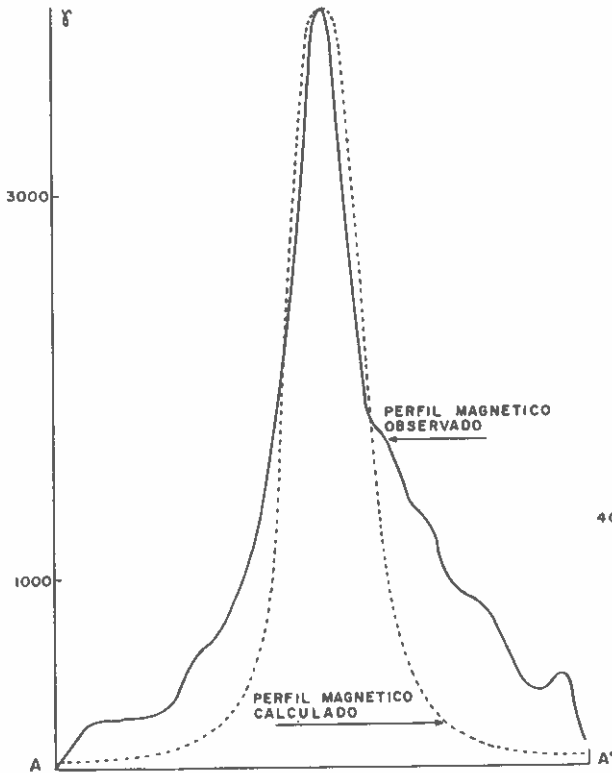


Fig. 6. Perfil Magnético de la componente vertical (traza indicada en Fig. 3).

GEOQUIMICA

Con el objeto de tener un padrón completo para eventuales efectos de exploración, se realizó una serie de perfiles geoquímicos tomando muestras del horizonte B del suelo. Se muestreó dicho horizonte porque generalmente en él es mayor el

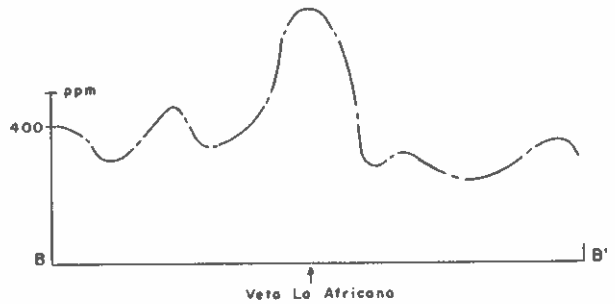


Fig. 7. Perfil Geoquímico (Cu) sobre veta La Africana. (traza indicada en Fig. 3).

contenido de muchos metales, usándose preferencialmente en la detección de cobre (Levinson, 1974).

Los perfiles fueron programados de manera que cruzaran perpendicularmente la estructura y las muestras se analizaron en el laboratorio de La Africana.

Los valores obtenidos mostraron una correlación entre los valores anómalos de cobre y la posición en terreno de la veta (Fig. 7).

Se concluye que una buena táctica de explo-

ración en esta zona, para ubicar yacimientos similares a La Africana, incluye el reconocimiento magnético ayudado por un programa geoquímico de muestreo de suelos.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a Sociedad Minera Pudahuel Ltda. C.P.A., la autorización para la publicación de este trabajo.

REFERENCIAS

- FIGUEIREDO, B.; REYES, M.** 1972. Informe Geológico de Mina La Africana de Pudahuel. Departamento y Provincia de Santiago. ENAMI. Inf. Inédito.
- LEVI, B.** 1968. Cretaceous Volcanic Rocks from a part of the Coast Range West from Santiago, Chile: A study in Lithologic Variation and Burial Metamorphism in the Andean Geosyncline. Tesis de Doctorado, 113 p. Universidad de California, Berkeley.
- LEVINSON, A.** 1974. Introduction to Exploration Geochemistry, 612 p. Applied Publishing Ltd., Calgary, Canada.
- PIMSTEIM, C.; SILVA, L.** 1972. Prospecciones Geofísicas en el área de la mina La Africana. Inst. Invest. Geológicas. Inf. Inédito.
- RUIZ, C.; AGUIRRE, L.; CORVALAN, J.; KLOHN, C.; KLOHN, E. y LEVI, B.** 1965. Geología y Yacimientos Metalíferos de Chile. Inst. Invest. Geológicas, 306 p. Stgo., Chile.
- SILVA, L.** 1972. Levantamiento Aeromagnético Lo Prado, Santiago. Inst. Invest. Geológicas. Inf. Inédito.
- THOMAS, H.** 1958. Geología de la Cordillera de la Costa entre el valle de La Ligua y la Cuesta de Barriga, Bol. 2. Inst. Invest. Geológicas, 86 p. Stgo., Chile.