

empresa nacional de minería

ESTUDIO GEOLOGICO DISTRITAL



DISTRITO CAMARONES SUR

REGION DE ARICA Y PARINACOTA

COMUNA DE CAMARONES

INFORME FINAL

ABRIL 2010

1. INTRODUCCION

Antecedentes generales (Figs. 1, 2)

La Gerencia de Fomento de la Empresa Nacional de Minería, a través de su Unidad Operación Fomento Zona Norte, licitó la realización de 15 Estudios Geológicos Distritales distribuidos entre las regiones de Atacama y Arica, aunque mayoritariamente se localizan entre Vallenar y Chañaral. La invitación se realizó a mediados del mes de octubre y la adjudicación hacia fines del mes de noviembre, adjudicándose el estudio del distrito Camarones Sur a nuestra empresa MAG Ltda.

El área adjudicada tiene por límites las coordenadas N – 7.904.000 a N – 7.908.000 y desde el Borde Costero hasta la coordenada a E – 374.000, es decir, un área aproximada de 39 km², dentro de la cual se señalan como yacimientos y propiedades mineras de interés las siguientes: Roxana 1/20, Pamela 1/40, Maveca 1/4, Claudia 1/10, Fortaleza, Belén 6 (Casa Chica), Belén 7 y Belén 3.

El distrito se ubica a unos 53 km en línea recta hacia el sur de Arica una altitud media de 900 m snm. Se accede desde Arica, a través de la ruta 5 norte hacia el sur y a los 60 km de la ciudad, recién terminada la subida desde la Quebrada Vitor hasta el llano, existe un anunciado desvío hacia el oeste hasta el Poder de Compra de Minerales de Enami, se recorren 17 km hasta la Planta y, desde allí se toma un desvío hacia el sur que va bordeando un salar y a los 7km se entra al área por el sector del Proyecto Salamanca de Enami, conocido también como Proyecto Camarones.

El área de estudio forma parte de lo que se conoce como Pampa Camarones, que es una zona conformada por llanos, pequeñas cuencas salinas y cerros relativamente bajos y lomajes suaves, donde destaca el cerro Punta Madrid con una cota de 1.183m. Esta pampa termina bruscamente hacia el oeste en el acantilado costero que alcanza el mar.

En el distrito existen algunos antecedentes de minas antiguas ubicadas en los faldeos del acantilado del borde costero, con un abrupto desnivel de cerca de 900m, donde se explotaron al pirquén las minas Casa Grande, Casa Chica, Argolla (esta última mina fuera del área de estudio) y, posiblemente también existen otros laboreos menores, hoy todos inaccesibles, o con accesos por senderos en zigzag por el acantilado lo que lo hace muy peligroso y fuera de las normativas de seguridad de cualquier empresa (habría que habilitar un acceso). Estas minas se explotaron por peruanos en el siglo antepasado, antes de la Guerra del Pacífico y, los últimos antecedentes de explotación son del periodo 1958 hasta el año 1973, fecha en la cual la mina fue tomada por cooperativas de pirquineros que destruyó un andarivel que bajaba el mineral hasta el nivel del mar, pues el transporte se hacía por lanchones hasta Arica.

En tiempos antiguos y hasta mediados del siglo pasado se explotaron muchas minas de características similares de dificultad en diferentes partes del país y que consistían básicamente en cuerpos mineralizados pequeños y de alta ley que requerían un gran esfuerzo físico para su explotación. Las minas del acantilado de la Pampa Camarones son la máxima expresión de tenacidad minera, difíciles de emular en nuestro siglo.

Los antecedentes recopilados se refieren a las minas Casa Grande, Casa Chica y Argolla, todas ubicadas en el acantilado costero, a las cuales se accedió, por última vez y parcialmente, hace unos 20 años. Los antecedentes indican lo siguiente:

Mina Casa Grande (FOTO 1). Se trata de dos vetas subparalelas N 10° - 15° W/ 75° E, separadas por unos 100m que se ubican a unos 240m bajo el nivel de la pampa, en el acantilado mismo. Existen numerosos laboreos, algunos de ellos de varios cientos de metros de largo, donde se reportan vetas de 1 a 3 m de potencia. También se menciona la existencia de un manto mineralizado, poco reconocido y, se estiman recursos de más de 100.000 toneladas, con la clara mención de la limitante que existe por estar la mayoría de los laboreos aterrados. No hay antecedentes de leyes.

Mina Casa Chica. Yacimiento vetiforme hospedado en una secuencia de lavas andesíticas con intercalaciones de areniscas, de edad jurásica, en contacto con un intrusivo básico, de tipo gabro. La mineralización se localiza adyacente a diques lamprofíricos de hornblenda que cortan las lavas. La mineralización es de óxidos de cobre, de tipo atacamita – malaquita, con ganga de epidota cuarzo, calcita halita, con una explotación incipiente a rajo abierto.

Mina Argolla. Consistiría en un yacimiento con mantos y vetas emplazadas en una secuencia de areniscas volcánicas y lavas jurásicas, donde se reportan leyes entre 0,6% y 1,0% de Cu (óxidos y sulfuros) y un potencial de reservas de 1.000.000 de toneladas, concluyéndose perspectivas muy favorables pero de gran dificultad de acceso y de explotación. De acuerdo a los antecedentes, la mina Argolla se ubicaría al norte del área de estudio.

En el momento del estudio, no había actividad minera alguna ni minas en el distrito, destacándose el Proyecto Camarones de Enami, con muchos trabajos de caminos, zanjas y numerosos sondajes, proyecto amparado por la Propiedad Minera Salamanqueja, de orientación NNE, y cuyo límite sur se interna aproximadamente 1 km dentro del área de estudio.

En resumen, las únicas minas con laboreos mineros corresponden a aquellas ubicadas en el sector del acantilado (Mina Casa Grande), inaccesibles, a la Mina Manto Verde, ubicada en el límite sur del área de estudio, al Proyecto Camarones donde existen sólo unos pocos picados muy poco relevantes y a otros picados menores del extremo este. La mayoría de los nombres corresponden a pedimentos mineros, algunos de ellos abandonados por sus dueños, como es el caso de las pertenencias Belén y, en los otros, no ha existido, en tiempo alguno, actividad minera.

Geológicamente, el distrito está conformado por una unidad principal, correspondiente a la Formación Camaraca, que es una secuencia volcánico sedimentaria marina, de edad jurásica y que cubre gran parte del área central y del borde costero. En segundo término, se encuentran los depósitos semiconsolidados del terciario superior y los depósitos cuaternarios sedimentario y marino que cubren los llanos y depresiones del distrito. Finalmente, existen cuerpos intrusivos jurásicos indiferenciados, de silíceos a intermedios y básicos en el sector oeste y gabros en el sector este. Estructuralmente predomina un tectonismo NNE a NE, con variantes a NS.

La mineralización descrita para las minas del borde costero y lo observado en picados del Proyecto Camarones y mina Manto Verde, indica que existen evidencias de mineralización de tipo vetiforme emplazada en estructuras NNE a NE / 40° - 50° NW y también se sospecha la existencia de mineralización de tipo estratoligada donde existiría una componente estructural y otra mantiforme. Tal parece ser los casos de las minas Manto Verde, Proyecto Camarones y la mina Argolla del borde costero, pero a unos 2 km al norte del área de estudio. Los minerales característicos son atacamita, malaquita, crisocola, con ganga de cuarzo, calcita, hematita y se estima que el mineral oxidado se proyecte por varias decenas de metros de profundidad, antes de que aparezcan los sulfuros.

Los caminos y accesos pueden ser muy complicados en el distrito y el área en general, por cuanto esa zona fue hasta hace poco ocupada por el ejército para ejercicios militares. Esa situación, dejó un sinnúmero de huellas en diferentes direcciones y transformadas en "chuscales" difíciles de recorrer y atravesar, y creando una situación diferente, en el sentido que la mayoría de las huellas no arriban a mina alguna, ocultando los caminos reales y de mayor consistencia, de manera que es fácil tener un percance y quedarse atascado en los chuscales.

Objetivo y alcances del estudio

El objetivo de los estudios de diagnóstico en general es, a través de un recorrido e inspección general del distrito, a escalas 1: 10.000 a 1: 5.000, y estudios específicos de detalle de minas, a escalas 1: 250 a 1: 1.000, sumado a muestreos estratégicos y de semidetalle, lograr tener una idea relativamente clara de la potencialidad geológico minera del distrito, diferenciando aquellos sectores y minas con las mejores opciones de ser objeto de reconocimientos o prospecciones, orientadas a comprobar recursos geológicos. Simultáneamente y, en consecuencia, descartar o poner con opciones de menor interés a aquellas manifestaciones de mineralización de menor consistencia y potencialidad.

El alcance del estudio incluye un mapeo geológico detallado de las minas y su georeferenciación amarrada a la red geodésica, que permita la programación y ubicación detallada de las prospecciones que el estudio, eventualmente, recomiende y que corresponden a un siguiente paso de evaluación geológica que puede incluir habilitación de minas, zanjas, sondajes y túneles.

Trabajo realizado y metodología empleada (Fig. 3)

El trabajo realizado corresponde a lo ofrecido en la propuesta como parte del “*modus operandi*” de MAG Ltda para este tipo de estudios, cual es la utilización de imágenes satelitales de alta resolución “**Quick Bir II**”, que permite trabajar a diversas escalas con gran precisión hasta una escala 1: 2.000. Sin embargo, es tal el nivel de alteración superficial por la actividad militar que incluso afectan muy negativamente las cualidades del sistema de trabajo, especialmente en el sector central este del distrito. Esto, unido a las dificultades para recorrer apropiadamente el terreno, limita la eficiencia del trabajo, así como el poder realizar un mejor y más amplio barrido de la zona. Sólo se logró ubicar y estudiar una mina propiamente tal, que es la mina Manto Verde y unos picados de extremo este que se podrían corresponder con la mina San Juan.

Por otra parte, a solicitud de don Pedro Pérez, geólogo de Desarrollo Productivo de Enami y contraparte técnica de estos estudios, se realizó un muestreo geoquímico de suelos en la proyección del Proyecto Camarones (Salamanqueja) hacia el SSW, con el objeto de probar este sistema como una herramienta válida de exploraciones en la zona. Para estos efectos se partió con un perfil según una línea de sondajes y con pequeño picado con óxidos de cobre entre ellos, de manera que se definieron seis perfiles de 330 m de largo cada uno y separados aproximadamente cada 300m. Los perfiles tienen una orientación N65°W y las muestras se extrajeron cada 11m (30 muestras por perfil), haciendo un hoyo de unos 25cm de profundidad desde donde se extrajo la muestra y se pasó por un tamiz para eliminar el material grueso.

Los perfiles quedaron estacados y encintados en sus extremos (FOTO 2), extrayéndose un total de 172 muestras de suelo (algunos partes estaban con costra salina e impedían el muestreo) y 12 muestras de roca en minas (11 muestras en mina Manto Verde y 1 en un cateo en el extremo noreste).

El trabajo de terreno se realizó durante las dos primeras semanas de Enero y en dos etapas: una primera recorriendo bien el sector para tratar de ubicar el mayor número de evidencias mineras y, una segunda para definir y realizar los perfiles de muestreo geoquímico. Se contó con la asistencia de un empresario minero que, habiendo sido propietario de pedimentos, conoce bien la zona y de la inexistencia de minas en la pampa.

La localización correcta de los puntos de amarre a la red geodésica se realizó con la utilización de GPS Satelital especial marca Propak el cual fue arrendado a la empresa IEG y que se conectó a un satélite estacionario, entregando diferencias cuantificadas para cada punto, en relación con la red geodésica, garantizando una diferencia menor a 40 cm, lo que es muy bueno para los objetivos planteados. Esto permitió también chequear constantemente nuestro GPS Garmin Vista CX, de manera de poder hacer las correcciones necesarias cada vez que se requiera. Al igual que en otros distritos, se comprobó que utilizando el sistema de referencia WGS84, las mediciones del GPS Garmin son suficientemente exactas para los fines perseguidos, con diferencias menores a 2,5m.

2. GEOLOGIA REGIONAL - DISTRITAL Y MINERALIZACION (Fig. 4 y 5)

Las rocas que afloran en la Pampa Camarones Sur pertenecen principalmente a las Formaciones Camaraca y Azapa de edad Jurásico Inferior (Bajociano Superior – Caloviano) y Terciario Inferior respectivamente. El relieve del sector es semi plano quedando en el sector W algunas lomas que llegan hasta el acantilado costero y al E un salar que limita prácticamente con la Ruta 5.

Rocas Estratificadas

La Formación Camaraca en el distrito Camarones Sur esta compuesta por rocas volcánicas andesíticas con intercalaciones de roca sedimentaria marinas. Esta formación esta constituida por tres miembros de gran espesor lo que le da una gran distribución a lo largo de la Cordillera de La Costa, desde Arica hasta el Río Camarones. En la parte superior está el contacto por falla con la Formación Los Tarros, También de Edad Jurásico (Oxfordiano).

La Formación Azapa (Oligoceno – Mioceno), se designa a una secuencia de rocas tipo conglomerados continentales de color marrón a gris verdoso medianamente consolidados que se disponen discordantemente sobre las formaciones mesozoicas. A la Formación Azapa se le asigna espesor de 510 m y esta compuesta por dos miembros: Conglomerados finos de color gris – verdoso y conglomerados gruesos de color marrón claro medianamente consolidados.

Como sello de todo el sector existen corrientes de barros evaporitas continentales y sedimentos aluviales recientes.

Rocas Intrusivas

Existen algunos intrusivos que afloran principalmente en el sector del acantilado, que están compuestos por gabros y granodiorita. Se le ha denominado Gabro Mal Paso, ya que afloran en la Quebrada Mal Paso ubicada a 16 Km. al Sur este de Arica y en los sectores de Caleta Vitor y Punta Madrid. Este gabro tiene como característica color gris marrón oscuro y es de grano grueso y, también aflora en el extremo sureste del distrito definido por Enami.

La granodiorita aflora en las cercanías de la mina Casa Chica y en la quebrada de Chaca y Camarones presentando color gris oscuro y textura granular.

También existen algunos diques andesíticos que cortan a la secuencia descrita, en el sector Mina Salamanquesa, ubicada al norte del área de estudio, con fenocristales que permiten pensar en una textura ocoítica que no ha sido descrita en rocas del sector en los estudio de Geología Regional.

Mineralización

La mineralización de las minas del sector del acantilado de Pampa Camarones presentan características geológicas similares, son todas vetas de potencia que fluctúan entre 0,50 a 2.00 m siendo el promedio del orden de 1,00 m, excepcionalmente superan los dos metros en sectores de clavos mineralizados. Todas las corridas expuestas en superficie no sobrepasan los 400 m visibles y presentan manteo hacia el W, con rumbos variables de NS a NE. Estos yacimientos se ubican dentro de rocas volcánicas pertenecientes a la Formación Camaraca del jurasico inferior y, el principal elemento económico es el Cu, presentando bajos contenidos de Au y Ag. La mineralización se está constituida en la zona de óxidos por malaquita, crisocola, atacamita, brochantita, cuprita y escasa azurita y, covelina. La ganga es: cuarzo, calcita, baritina, especularita, magnetita y escasa pirita.

En general la roca de caja la constituye una andesita volcánica con una leve alteración clorita – epidota sin presentar mineralización; ninguna de las minas del sector ha alcanzado la zona primaria. Existe una mina con características adicionales dentro del sector en estudio a las descritas y es la mina Casa Grande que tuvo en gran desarrollo en la década de 1960 hasta 1973. Sin embargo, como ya se mencionó, es la Mina Argolla la que tiene mejores antecedentes respecto a su potencial minero.

La mina Casa Grande, además de la existencia de vetas que han sido explotadas, presenta un manto de baja ley que ha sido reconocido por algunos laboreos, la mineralización se presenta junto a rocas volcánicas con contenidos de epidota formando algunos bolsones irregulares.

La mineralización del distrito de estudio se corresponden con la “Franja Metalogénica de la Cordillera de la Costa” (Jiri Losert (1973), Palacios y Delfinis (1981), Ruiz y Peeble (1988), Vivallo (1998) y otros) para las minas de Buena Esperanza y Mantos de la Luna en la zona de Tocopilla (Losert) y para muchas minas vetiformes de cobre del borde costero. Se postula que la mineralización es aportada en parte por la migración de minerales desde las rocas volcánicas de caja y la asociación mineralógica de bornita calcopirita, calcosina, acompañados de escasa pirita, hematita-magnetita, que generan un nivel superior de mineral oxidado de crisocola, malaquita y escasa atacamita, que puede profundizar hasta unos 200m, con una posible generación de un delgado nivel de enriquecimiento secundario.

Estructuras

El distrito se caracteriza por estructuras distritales de orientación NS a NE que son las de mayor relevancia pues algunas pueden tener una corrida de más de 5 km, atravesando parte importante del distrito. Secundariamente existe un fracturamiento NNE y EW que se observa en el sector del acantilado.

3. GEOLOGIA ECONOMICA

El Distrito Minero Camarones Sur corresponde a una pampa rodeada por cerros de baja altura, los cuales son más imponentes hacia el borde oeste de ella, antes de desembocar en el acantilado costero. Los pocos antecedentes y evidencias observadas de mineralización ocurren en la secuencia volcano sedimentaria asignada a la Formación Camaraca. En efecto, tenemos, por una parte las minas del sector del acantilado que, de acuerdo a los antecedentes disponibles tienen un potencial interesante y por otra parte están las ocurrencias de mineralización cuprífera en la extensa área de la pampa, en aquellos cerros de lomajes suaves que bordean los llanos. A continuación se hace una descripción y análisis del potencial minero de minas y sectores donde ellas se localizan:

Minas del Acantilado

Dentro del área de estudio se ubica la mina Casa Grande, a unos 700m snm, la cual se describió brevemente en el capítulo de Introducción y de la cual existen antecedentes desde el año 1958 y hasta el año 1966, cuando estuvo en plena producción por la Cía. Minera Weinborn, paralizando en el año 1969, año en que se entregó a pirquineros, que trabajaron hasta el año 1973. Se reporta la existencia de un socavón de cortada que tentativamente se ha localizado en la Foto 1, de unos 300m de largo, que habría alcanzado la veta con mineralización de oxidados y sulfuros de cobre. Resulta difícil abordar el tema de prospecciones posibles en esta mina dada su ubicación, pues se estima necesario poder proyectar la traza de las vetas hacia la superficie que se encuentra a unos 250m sobre la cota del socavón, hoy inaccesible; esa proyección es del todo necesaria para programar algunos perfiles geofísicos orientados a detectar mineralización. Se tendría que hacer un arduo trabajo en la habilitación de los accesos y laboreos de la mina, cosa que podría ser aconsejable si se quiere potenciar la zona.

Las mina Argolla, descrita como con un atractivo potencial, de varios millones de toneladas se ubicaría, tentativamente al norte del área de estudio y a una cota de 70m y 180m snm. Dado su potencial podría valer la pena habilitar accesos y minas.

La mina Casa Chica se ubicaría también al norte del área de estudio y su potencial sería menor pues se trataría de vetas angostas en roca de caja de granito.

En resumen, se piensa que el borde costero de la Pampa Camarones podría emular en potencial a los bordes costeros de las zonas de Tocopilla, Taltal y otros, pero la imposibilidad de acceder a los yacimientos no permite hacer sugerencias más concretas y específicas.

Mina Manto Verde (Fig. 6)

Se ubica en el límite sur del área establecida por Enami, en el borde sureste de la pampa, y sus coordenadas en WGS84 son N - 6.903.680 y E - 371.060. La mina corresponde a dos estructuras paralelas, separadas por unos 15m, de disposición NNE/35°NW que bien podría tratarse de mantos mineralizados que han sido trabajados superficialmente a través de pequeños rajos mayoritariamente aterrados y a través de un pequeño chiflón de cortada inaccesible. La corrida reconocida es de 150m.

La mineralización corresponde principalmente a crisocola con cantidades menores de brochantita, malaquita y atacamita.

Los muestreos realizados corresponden a 5 muestras de canaleta y siete de desmontes, las que se mandaron a analizar por CuT, CuS, Au, Ag, Pb y Zn, arrojando los siguientes resultados:

Muestra	pot/des	CuT	CuS	Au	Ag	Pb	Zn
Nº		%	%	ppm	ppm	%	%
251	0,45m	1,17	1,07	0,12	3	0,01	0,01
252	0,70m	3,14	3,12	0,18	2	0,01	0,01
253	0,20m	3,93	2,50	0,09	4	0,01	0,01
254	desmante	0,90	0,77	0,15	3	0,01	0,01
255	0,50m	2,23	1,84	0,12	4	0,01	0,01
256	0,24m	2,47	2,12	0,18	4	0,01	0,01
257	desmante	1,44	1,36	0,27	5	0,01	0,01
258	desmante	0,57	0,49	0,17	6	0,01	0,01
259	desmante	1,22	1,10	0,17	6	0,01	0,01
260	desmante	0,69	0,58	0,14	4	0,01	0,01
261	desmante	0,88	0,81	0,16	6	0,01	0,01
262	desmante	0,59	0,47	0,28	5	0,01	0,01

Los resultados de los análisis indican una mineralización interesante de cobre y un contenido inesperadamente anómalo en oro, aunque sin importancia económica.

Respecto al potencial minero deducible de los trabajos mineros existentes, se puede decir que es limitado, y estimado entre 10.000 y 25.000 toneladas. Sin embargo, se estima que la mina tiene un entorno geológico favorable por estar muy cerca de estructuras distritales importantes, cuerpos intrusivos, rocas volcánicas andesíticas jurásicas, etc., todo lo cual sugiere la posibilidad que, en profundidad, pudiese existir mineralización de tipo estratoligada, lo que hace subir su potencial a varios cientos de miles de toneladas. Por esta razón se recomienda que el área sea investigada con perfiles geofísicos y sondajes (Figs. 7 y 8).

Cateos sector extremo noreste (Mina San Juan).

Corresponden a pequeños cateos mineros ubicados en el extremo noreste del distrito, en coordenadas N-7.907.500 y E- 373400 (WGS84), alineados en dirección N 32° E, que siguen manifestaciones menores de oxidados de cobre, principalmente crisocola y con abundante limonita de tipo hematita y jarosita. Estos pequeños picados, dispersos en una corrida de unos 75 m (Fig. 8) tienen casi nula significación en si mismos, pero se estima que dicha significación aumenta, considerablemente, al comprobar que están alineados según una estructura distrital que tiene la misma orientación general que la estructura mineralizada de la propiedad Salamancaqueja y que hacia el sursuroeste pasa por el sector de la mina Manto Verde y picados aledaños. Es decir, podríamos estar ante una situación similar a la que se da en la propiedad de Salamancaqueja, ampliamente prospectada con sondajes y resultados supuestamente interesantes y que, en superficie, presenta sólo manifestaciones menores de mineralización.

FICHAS RESUMEN DE MINAS

1. Mina Manto Verde

- 1.1. Coordenadas WGS 84 N – 7.903.680 y E – 371.050
- 1.2. Mineralización según estructura N35E/40°NW. Oxidados de cobre, principalmente crisocola con malaquita, brochantita y atacamita como subordinados. Ganga de cuarzo calcita y limonita.
- 1.3. Muestreo. Se extrajeron 5 muestras superficiales de estructuras y 7 de desmontes. El muestreo de estructuras indican leyes promedio de CuT sobre 2,5 % para una potencia media de 0,43m
- 1.4. Recursos: 200m de largo x 200m de profundidad x 0,43m de potencia x 2,5 de densidad x 0,5 de factor de mineralización = 21.500 toneladas. Desmonte de unas 2.200 toneladas con 0,80 % CuT.
- 1.5. Conclusiones y Recomendaciones. Se recomienda prospectar con sondajes según programa.

2. Mina San Juan

- 2.1. Coordenadas WGS 84 N – 7.907.500 y E 373.400
- 2.2. Mineralización según estructura N35°E/80°E reconocida en cateos. Limonitas, principalmente hematita con indicios de mineralización de oxidados de cobre (0,23%CuT).
- 2.3. Muestreo. Una muestra de 25 toneladas de desmontes de laboreos aterrados.
- 2.4. Recursos. No estimables.
- 2.5. Conclusiones y Recomendaciones. No realizar trabajos adicionales.

Perfiles Geoquímicos (Fig. 7)

Se levantaron seis perfiles geoquímicos de suelo de 330m de largo cada uno (P-1 a P-6) y separados cada 300m. Los perfiles tienen una orientación N65°W, esto es, transversales a la estructura principal de orientación general N35°E, la cual parece definir el Proyecto Camarones de la pertenencias Salamanqueja. Las muestras se extrajeron cada 11m de separación, quedando sin muestrear los puntos donde no fue posible extraer la muestra debido a que existía una costra salina o bien el punto estaba sobre relleno artificial, de tal manera que en total se extrajeron 171 muestras de un total teórico de 180, las que se mandaron a analizar por cobre. De éstas, 18 muestras corresponden a rocas andesíticas pertenecientes a la Formación Camaraca.

Los perfiles cubren, según antecedentes recabados de planos revisados de un empresario minero de la zona, el extremo suroeste de las pertenencias Salamanqueja, proyectándose en la pampa, fuera de los límites de esta propiedad, de manera que se empezó en un perfil coincidente con una de las últimas líneas de sondajes (P-1). Las coordenadas de los extremos de los perfiles son los siguientes:

	Extremo Este	Extremo Oeste
Perfil 1	N - 7.907.564 E - 370.413	N - 7.907.755 E - 370.140
Perfil 2	N - 7.907.310 E - 370.251	N - 7.907.501 E - 369.988
Perfil 3	N - 7.907.056 E - 370.089	N - 7.907.247 E - 369.826
Perfil 4	N - 7.906.802 E - 369.927	N - 7.906.993 E - 369.665
Perfil 5	N - 7.906.548 E - 369.765	N - 7.906.739 E - 369.502
Perfil 6	N - 7.906.294 E - 369.603	N - 7.906.485 E - 369.341

Los resultados del levantamiento geoquímico arrojaron ocho valores anómalos sobre 100 ppm de cobre, distribuidos como sigue:

- Dos valores anómalos en el P-1, que no coinciden con la traza de la estructura principal observada en las imágenes, pero uno de esos valores está cerca de un pequeño picado con cobre (1.320 ppm).
- Un valor anómalo (167 ppm) en el P-5 que podría coincidir con una estructura secundario de orientación NNW.
- Cuatro valores anómalos en el P-6 (entre 119 y 218 ppm de Cu), de los cuales tres son consecutivos y ubicados en el extremo NW del perfil y que “podría ser” el reflejo de una estructura secundaria graficada en al Fig. 7; el otro valor , de 185 ppm de Cu está a 22 m de la anomalía anterior.

Los resultados del levantamiento geoquímico no son lo suficientemente claros como para validar este método de exploración sobre una cubierta de relleno de sedimentos semiconsolidados, coluvio y depósitos con agregados salinos, como los presentes en la Pampa Camarones. Sin embargo, los resultados obtenidos tampoco permiten descartar de plano este método pues existe una teoría científica que el cobre podría ascender por capilaridad desde cuerpos mineralizados en estructuras en la roca de caja. Se requieren pruebas adicionales de perfiles geoquímicos sobre cuerpos mineralizados detectados previamente con sondajes, que puedan ser utilizados como patrones de comparación, para poder validar este método de prospección o descartarlo definitivamente.

De acuerdo a conversaciones profesionales con colegas ligados a la investigación, las características de los yacimientos asociados al borde costero del norte de Chile, esto es, entre las latitudes de Arica y Taltal, sugieren como que los métodos de exploración geofísica parecen ser los más apropiados para emplear sobre este tipo de cubiertas, asignadas al terciario superior en las cartas geológicas regionales disponibles. Por otra parte, consultas efectuadas a la empresa de servicios geofísicos aplicados Mapping, su gerente don Carlos Pérez sugiere utilizar en este tipo de zonas métodos de resistividad eléctrica y más específicamente el denominado “magnetotelúrico”, métodos que por su bajo costo se pueden combinar complementariamente con polarización inducida.

4. SECTORES DE INTERES MINERO

Tal como se ha adelantado en páginas precedentes, las evidencias de mineralización observadas en el área de estudio, son escasas y sin potencial minero directo. Sin embargo, se estima que existe un contexto geológico regional – distrital, donde los tipos litológicos, estructuras y antecedentes del indirectos del Proyecto Camarones, que sugieren, fuertemente recomendar al menos dos “**sectores o blancos de exploración**” iniciales para ser abordados en el futuro. Estos son:

- 4.1. **Sector 1 (SSW del Proyecto Camarones).** La prospección de esta área debiera considerar el conocimiento adquirido en ese proyecto, que permita definir en la mejor forma posible las herramientas de exploración a utilizar. Sin embargo, en forma preliminar se sugiere, si los antecedentes de ese proyecto así lo confirma, la ejecución de unos 40 km de perfiles geofísicos, de 500m a 1.000m de largo cada uno, y separados cada 200m.
- 4.2. **Sector 2 (Mina Manto Verde al NNE).** Este blanco de exploración se puede separar en un objetivo específico centrado en la mina y alrededores y en un objetivo distrital centrado en la estructura NE, a lo largo de la cual se alinean varios picados y cateos, de forma similar a lo que ocurre en el Proyecto Camarones. Para abordar estos objetivos se sugiere lo siguiente:
 - Iniciar las prospecciones con la ejecución de perfiles geofísicos en un área de 3, 6 km de largo por 800m de ancho, partiendo desde unos 400m al SW de la Mina manto Verde, según se indica en la Fig. 5 y cuyo sistema se detalla más adelante. Se estima que una separación adecuada entre perfiles transversales a la estructura distrital, sería de 200m. En el sector de la mina podría incrementarse la frecuencia de perfiles y realizarlos cada 50m.
 - Una campaña de sondajes de diamantina destinada a dos objetivos complementarios, tales como reconocer recursos en la mina y alrededores, como prospeccionar eventuales blancos que los perfiles geofísicos eventualmente definan.
- 4.3. **Sector 3 (Minas de Acantilado).** Este sector si bien podría ser interesante de investigar para conocer las características geológicas de los cuerpos mineralizados y su eventual proyección hacia el sector de la pampa, se estima que tiene una prioridad menor, dado lo complicado y costoso que podría ser habilitar esas minas. Una vez habilitada y estudiadas esas minas, se podría recomendar perfiles geofísicos en sectores previamente definidos; también se podría hacer geofísica en un área que se ha definido tentativamente en la Fig. 5, obviando la habilitación de las minas.

Cabe mencionar que los costos de exploración geofísica son relativamente bajos, de aprox. US\$1.200 el kilómetro lineal por dos sistemas geofísicos, lo que además de su rapidez en la ejecución pareciera ser la herramienta más económica y aconsejable a utilizar en esta zona.

Los recursos geológicos mineros los cuales se estarían tratando de detectar, es correspondiente al de los yacimientos cupríferos del borde costero del norte de Chile, tales como Buena Esperanza y Mantos de la Luna, ambos del sector al sur de Tocopilla, recursos que se pueden estimar entre varios cientos de miles de toneladas hasta algunos millones de toneladas. Se trata de yacimientos de tipo estratoligado, donde la mena está constituida por cuerpos irregulares controlados por algunas estructuras y mantos de rocas volcánicas andesíticas que aportarían parte de la mineralización.

*En el caso específico del distrito estudiado, los dos blancos principales recomendados (Fig. 5) tienen una estructura principal de orientación similar noreste, cateos con oxidados de cobre a lo largo de ellas y, uno de ellos, el Proyecto Camarones (**Sector 1**) ha sido intensamente prospectado en su parte noreste, con resultados aparentemente exitosos.*

Respecto del método de prospección geofísica, los expertos recomiendan el sistema magnetotelúrico (MT), pues este podría detectar eventuales cuerpos tanto oxidados como sulfurados de cobre, en un rango de hasta cerca de 1.000m de profundidad; sin embargo, es preciso consignar que una de las limitantes para la implementación de este método podría ser la intensidad de la presencia de sales superficiales y la profundidad hasta donde ellas interactúan.

El MT mide resistividad eléctrica, la cual es extremadamente variable y baja con la presencia de mineralización de sulfuros y óxidos, lo que permite que la electricidad fluya fácilmente.

REFERENCIAS BIBLOGRAFICAS

1. Geología y recursos minerales del Departamento de Arica (IIG, 1966)
2. Carta Geológica de Chile, Cuadrángulos Camaraca y Azapa (IIG, 1968)
3. Geología de Chile (Jorge Muñoz Cristi, 1973)
4. Diagnóstico de recursos metálicos y localización de Plantas de Beneficio (Mindex, 1989)
5. Geología de yacimientos del borde costero de la Franja Metalogénica de la Costa (Jiri Losert, 1973)
6. Mapa geológico regional 1: 100.000

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a los antecedentes reunidos de trabajos anteriores, tales como de geología regional como de fichas de algunos yacimientos e informes antiguos del Proyecto Camarones, estudios de yacimientos del borde costero en la zona de Tocopilla, más los resultados del estudio en terreno del distrito, se puede concluir lo siguiente:

1. El Distrito denominado Camarones Sur corresponde a una pampa central rodeada de cerros de baja altura y lomajes suaves en sus sectores norte y este y, en su sector oeste, por una sierra de baja altura que desemboca en el acantilado costero de brusca pendiente. Las minas más conocidas del distrito se localizan en el sector del acantilado, tanto dentro como fuera de los límites definidos por Enami y ellas se alojan en rocas volcánicas de la Formación Camaraca, al igual que otras minas y picados ubicados en otros sectores.
2. En el distrito existe un proyecto llamado Camarones en la propiedad minera de Salamanca, el cual tiene evidencias superficiales de haber sido sometido a intensas campañas de exploraciones, incluyendo un gran número de sondajes, lo que permite sospechar que los resultados pueden haber sido de interés geológico económico, a pesar de no existir evidencias de mineralización importante en superficie; el proyecto se extiende desde algunos kilómetros al NNE del límite del distrito y se interna por varios cientos de metros dentro de la zona de estudio.
3. Las otras evidencias de mineralización, adicionales a la ya mencionada, corresponden a la mina Manto Verde ubicada en el extremo sureste del área de estudio y a cateos mineros ubicados en el extremo noreste del área de estudio, todos ellos sin laboreos ni evidencias que permitan visualizar, a priori, un potencial geológico minero de interés. Los otros nombres mencionados a las bases de la licitación, corresponden a pedimentos mineros sin minas asociadas y algunos de esos pedimentos habrían sido abandonados.
4. A pesar de no existir evidencias importantes de mineralización en superficie, se estima que el área presenta características geológicas interesantes pues reúne muchas de las características que definen los yacimientos de cobre de la Franja Metalogénica de Borde Costero, tales como los que han sido desarrollados a la latitud de Tocopilla, entre ellos Mantos de la Luna. El conocer los resultados del Proyecto Camarones podrían potenciar fuertemente esta idea.
5. La existencia de similitudes geológicas (litología y estructuras) claras observadas en terreno y en el análisis de imágenes satelitales, sugieren, fuertemente, la definición de dos blancos de exploraciones:
 - 5.1. La continuidad hacia el SSW del Proyecto Camarones y
 - 5.2. Un nuevo **sector** de exploración definido por la mina Manto Verde y cateos aledaños, y la traza de una importante estructura de rumbo NNE.

6. Un tercer sector de exploración, de mayor riesgo que los anteriores por basarse en antecedentes históricos (IIG, 1966), donde la mineralización en el sector del acantilados está a unos cientos de metros bajo el nivel de la pampa y porque no existe una clara proyección de esa mineralización hacia la superficie. En esa mina, Casa Grande, se reportan vetas de orientación similar a las estructuras de Camarones y Manto Verde.

Dado los antecedentes expuestos, se recomiendan los siguientes trabajos de exploración geológica (Fig. 5):

Proyecto Camarones. Perfiles geofísicos separados cada 200m y de un largo de 800m cada uno, los cuales, con 16 perfiles se cubrirían 3.000m de la traza de la estructura que parece definir este proyecto. Es imperativo estudiar a cabalidad los antecedentes existentes del proyecto que avalen esta recomendación. Los límites del a investigar son los siguientes:

Limite norte coordenadas N 7.907.180m E 369.500m, y N 7.906.720m E 370.200m

Limite sur coordenadas N 7.904.720m E 367.800m y N 7.904.250m E 368.450m

Proyecto Manto Verde. Perfiles geofísicos separados cada 200m y de un largo de 800m cada uno, los cuales con 19 perfiles se estarían cubriendo 3.600m de una estructura distrital con cateos asociados.

Limite norte coordenadas N 7.906.525m E 372.600m y N 7.906.130m E 373.300m

Limite sur coordenadas N 7.903.600m E 370.550m y N 7.903.180m E 371.200m

Sondajes de diamantina de reconocimiento según lo indicado en Fig. 6, con un total inicial estimado de 600m en dos perfiles y cuatro sondajes.

Proyecto Mina Casa Grande. Ocho perfiles geofísicos de 800m de largo cada uno y separados cada 200m, destinados a tratar de detectar las trazas de zonas mineralizadas bajo la pampa.

Limite norte coordenadas N 7.906.250m E 362.750m y N 7.906.000m y E 363.450m

Limite sur coordenadas N 7.904.900m E 362.300m y N 7.904.620m y E 363.020m

El costo total directo estimado de todos estos levantamientos geofísicos recomendados es del orden de US\$ 60.000.

RESUMEN

El presente estudio corresponde a la adjudicación por parte de Enami a MAG Ltda, del estudio del Distrito Camarones Sur, ubicado a unos 53 km en línea recta hacia el sur de Arica. El área, de unos 39 km², tiene acceso a través de la ruta 5N y desvío de 17 km hacia el oeste que se dirige a un Poder Comprador de Minerales de Enami, para después acceder al área por camino hacia el sur que bordea un salar por el oeste y después se toma un desvío hacia el suroeste que se dirige al Proyecto Camarones. Existen muy pocos caminos transitables dentro del distrito y muchas huellas tienen chuscales dejadas por vehículos militares, lo que dificulta cruzarlos.

Geológicamente, el distrito está conformado por rocas volcánicas andesíticas de la Formación Camaraca del Jurásico e intrusivos graníticos y gabro dioríticos del Jurásico Superior. El sistema estructural predominante tiene rumbo variable de NNE a NE. Geomorfológicamente, el área se caracteriza por una pampa central rodeada de cerros de baja altura y lomajes suaves que, hacia el oeste desembocan en un acantilado de más de 900m de altura.

Desde el punto de vista minero, las minas más importantes datan del siglo antepasado y se ubican en el sector del acantilado de buena parte del borde costero, donde la Mina Casa Grande, inaccesible, se localiza dentro del distrito. Las otras manifestaciones de mineralización corresponden a pequeños picados de la propiedad minera Salamanqueja y a la Mina Manto verde, ubicada en el extremo sur del área y picados aledaños. Curiosamente, en este caso particular, la mayoría de los nombres mencionados en la licitación corresponden a pedimentos mineros sobre terreno virgen y sin minas asociadas.

Las características geológicas del distrito sugieren que, a pesar de no existir evidencias de mineralización con potencial minero de alguna significación, el área es interesante pues se corresponde bien con las características geológicas asociadas a yacimientos de la Franja Metalogénica de la Cordillera de la Costa y más específicamente del borde costero. Esta apreciación estaría respaldada por el Proyecto Camarones que ha sido prospectado desde hace años y aparentemente con resultados alentadores.

El estudio realizado ha permitido definir tres blancos para ser explorados, en una primera instancia, con perfiles geofísicos, los cuales se localizan en la continuidad hacia el SSE del Proyecto Camarones, en la traza de la estructura que pasa por la Mina Manto Verde y en la pampa del borde costero en el sector de la Mina Casa Grande, considerándose a los dos primeros como de mayor prioridad. Además, se recomienda la ejecución de cuatro sondajes estratégicos para reconocer mineralización en la Mina Manto Verde.

Se estima un total máximo de 47 km de perfiles geofísicos con un costo total aproximado de 60.000 dólares y 500m de sondajes de diamantina con un costo total aproximado de 100.000. Se recomienda, realizar al menos los perfiles geofísicos en los sectores del sur del Proyecto Camarones y en la franja de la mina Manto Verde.

I N D I C E

	Pág
RESUMEN	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
1. INTRODUCCION	1
Antecedentes generales	1
Objetivo y alcances del estudio	3
Trabajo realizado y metodología empleada	4
2. GEOLOGIA REGIONAL = DISTRITAL Y MINERALIZACION	5
Rocas estratificadas	5
Rocas Intrusivas	5
Mineralización	6
Estructuras	7
3. GEOLOGIA ECONOMICA	8
Minas del Acantilado	8
Mina Manto Verde	9
Cateos sector extremo noreste	10
Perfiles Geoquímicos	11
4. SECTORES DE INTERES MINERO	13
5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	15

Índice de figuras

- Fig. 1** Imagen Google de Ubicación (en texto)
- Fig. 2** Imagen Google de Ubicación (en texto)
- Fig. 3** Imagen Google del Distrito (en texto)
- Fig. 4** Geología Regional escala 1: 100.000 (en texto)
- Fig. 5** Mapa 1: 25.000 del distrito (en bolsa)
- Fig. 6** Mapa 1: 10.000 sector oeste del distrito (en bolsa)
- Fig. 7** Mapa 1: 10.000 sector este del distrito (en bolsa)
- Fig. 8** Mapa 1: 500 de Mina Manto Verde (en bolsa)
- Fig. 9** Mapa 1: 5.000 del área de Perfiles Geoquímicos (en bolsa)
- Fig. 10** Mapa 1: 250 de cateos del extremo noreste (en bolsa)
-
- FOTO 1** Vista de frente del sector del acantilado . Imagen Google
- FOTO 2** Estacado de perfiles geofísicos
-
- Anexo 1** Tabla de muestras
- Anexo 2** Certificado de Análisis Químicos de muestra de roca
- Anexo 3** Certificado de Análisis Químicos de muestras geoquímicas de suelo

A n e x o 1

Certificado de Análisis Químicos de Muestras

(de roca en primera página; geoquímicas en páginas siguientes)

PROPIEDAD DE ENAMI
NO COMERCIALIZABLE

A n e x o 2

Tabla de muestras

PROPIEDAD DE ENAMI
NO COMERCIALIZABLE