

## ESTUDIO GEOQUIMICO DE ORIENTACION DEL DEPOSITO PORFIDO DE COBRE LA GRANJA

N. DIAZ<sup>1</sup>, C. JIMENEZ<sup>1</sup>, C. ALVA<sup>2</sup>

1. *Sociedad Minera Cambior Perú S.A. - Av. José Casimiro Ulloa 312 - Miraflores - Lima*
2. *Sociedad Minera La Granja S.A. - Av. José Casimiro Ulloa 312 - Miraflores - Lima*

El depósito porfirítico de cobre «La Granja» se ubica en el flanco oriental de la Cordillera Occidental del Norte del Perú, entre los 2,000 y 2,600 mts. de altitud. Políticamente, pertenece al distrito de Querocoto, provincia de Chota, departamento de Cajamarca; y distante 90 kms. en línea recta al NO de la ciudad de Chiclayo Fig 1.

De Marzo de 1994 a Mayo de 1997, *CAMBIOR INC* del Canadá, mediante su subsidiaria en el Perú *Sociedad Minera La Granja S.A.* llevó a cabo el estudio de factibilidad del depósito. Las reservas minables son del orden de 2,300 MT con una ley de 0.59% de cobre a una ley de corte de 0.4%. Las reservas geológicas alcanzan los 4,000 millones de toneladas.

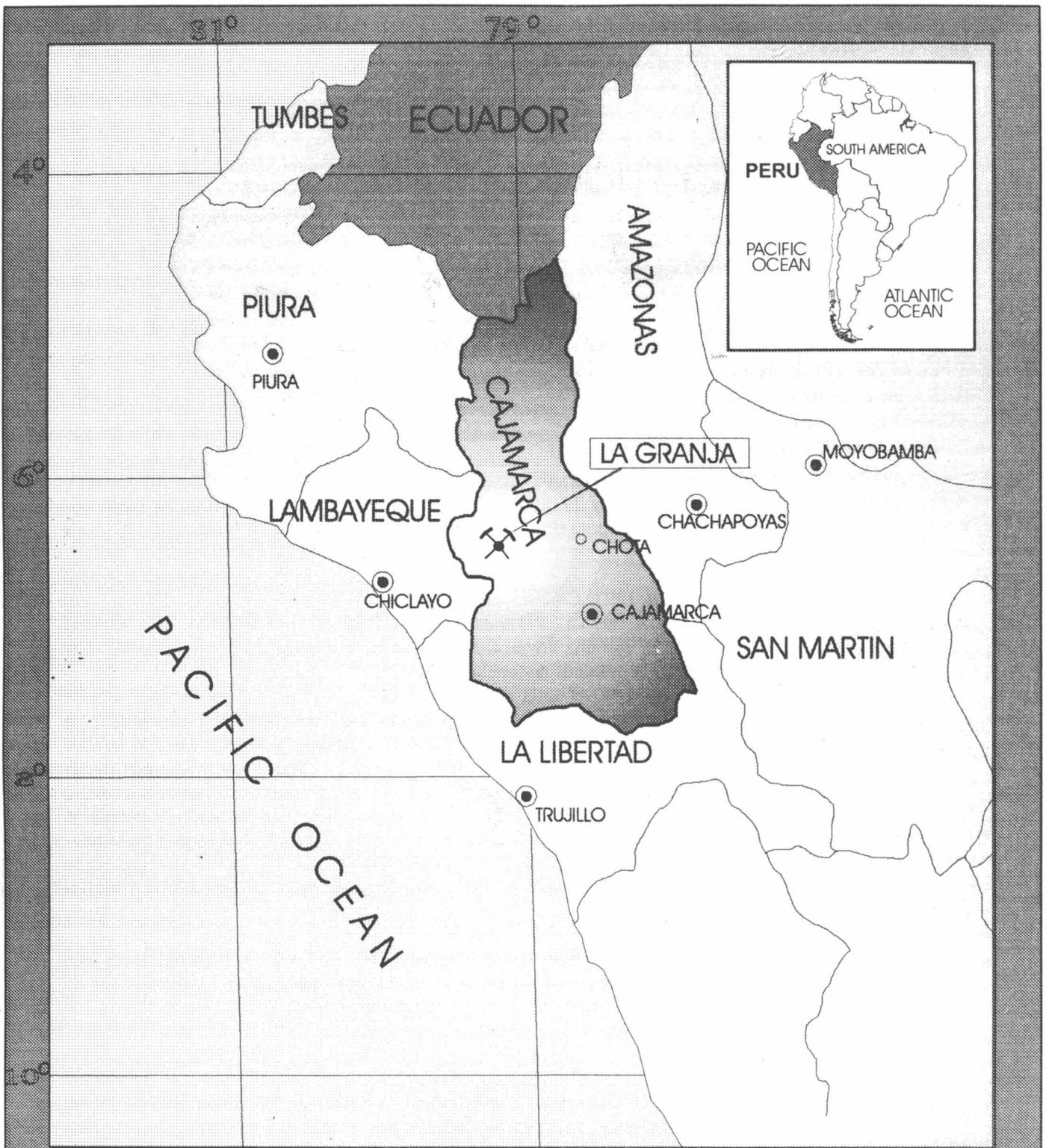
El yacimiento cuprífero «La Granja» está constituido por un stock porfido monzonítico a monzonita cuarzcífera de 3.0 x 2.8 km. que intruye a rocas sedimentarias y volcánicas de edades Cretáceo Inferior a Terciario Inferior-Medio respectivamente. El stock está fuertemente alterado por la actividad hidrotermal. Silicificación y principalmente sericitización se presentan con mayor intensidad en la zona central y alojan la mayor concentración de mineral económico; argilitización avanzada se superpone a las facies anteriores mientras que propilitización se observa en el borde marginal de la alteración. La primera datación radiométrica por K-Ar de un concentrado de muscovita del stock alterado (N 9'297,7 - E 707,1) indica una edad de 13.8 ±0.4 millones de años, edad que correspondería a la alteración fílica del depósito.

El yacimiento está estructuralmente controlado por fallas NNO, N-S y E-O, regionalmente está asociado a estructuras profundas de rumbo general SE-NO. Así mismo, muestra las clásicas zonas de lixiviación, enriquecimiento secundario, mixta y de sulfuros primarios. Esta última zona alcanza los 1200 mts. de profundidad.

El 1996, Cambior Perú realizó el Estudio Geoquímico de Orientación, los objetivos en primer lugar fue definir el "modelo geoquímico" del depósito, un segundo de establecer los contenidos metálicos anómalos según el tipo de litología y grado de alteración hidrotermal, amplitud y tendencia de los halos de dispersión secundaria, y finalmente establecer los «pathfinders» o guías que conduzcan a ubicar nuevos targets o blancos en la región de La Granja.

Básicamente, el estudio consistió de un muestreo sistemático; 221 muestras de roca y 332 de suelos (553), fueron obtenidas del stock mineralizado y zonas marginales de alteración a una malla de 200m y 400m respectivamente, coincidente con puntos de sondajes diamantinos, como se muestra en la Fig 2.

Todas las muestras fueron analizadas en el CIMM de Chile por Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Mo, Sb, Bi, As y Hg. Los resultados totales fueron procesados estadísticamente mediante el software Geo-eas y fue conveniente procesar por separado 184 muestras de roca y 223 de suelos provenientes del stock mineralizado, excluyendo algunos valores erráticos altos.



 SOCIEDAD MINERA LA GRANJA S.A.

# LA GRANJA PROJECT SITE

FIGURE 1

**TABLA 1**

Zona	Has.	Rocas	Suelos	Sub-totales
Central	784	185	236	421
Oeste	208	11	52	63
Este	256	9	15	24
Norte	288	12	19	31
Sur	144	4	10	14
Totales	1680	221	332	553

Los niveles del valor de fondo (background) y del umbral anómalo (threshold) facilitaron la preparación de mapas de contornos geoquímicos considerando criterios litológicos y de alteración Figs. 3 y 4 (Cu y Mo); para el propósito de este trabajo se ha anexado la base geológica y de alteraciones.

El muestreo se complementó con 14 muestras de sedimentos activos obtenidos de quebradas y río que drenan a partir del depósito.

En líneas generales, los contenidos promedios para el nivel geoquímico han determinado ocho (8) elementos relevantes: cobre, molibdeno, oro, plata, plomo, zinc, arsénico y mercurio. Los parámetros y rangos geoquímicos calculados para cada elemento se muestran en los cuadros siguientes:

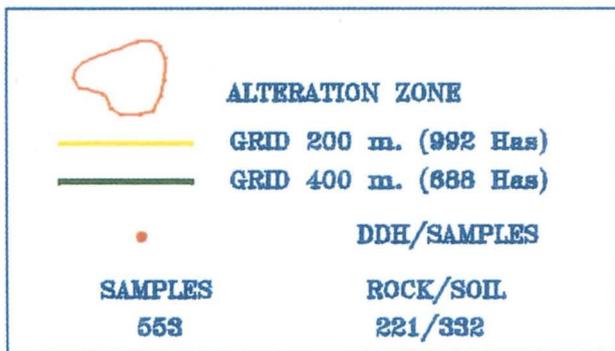
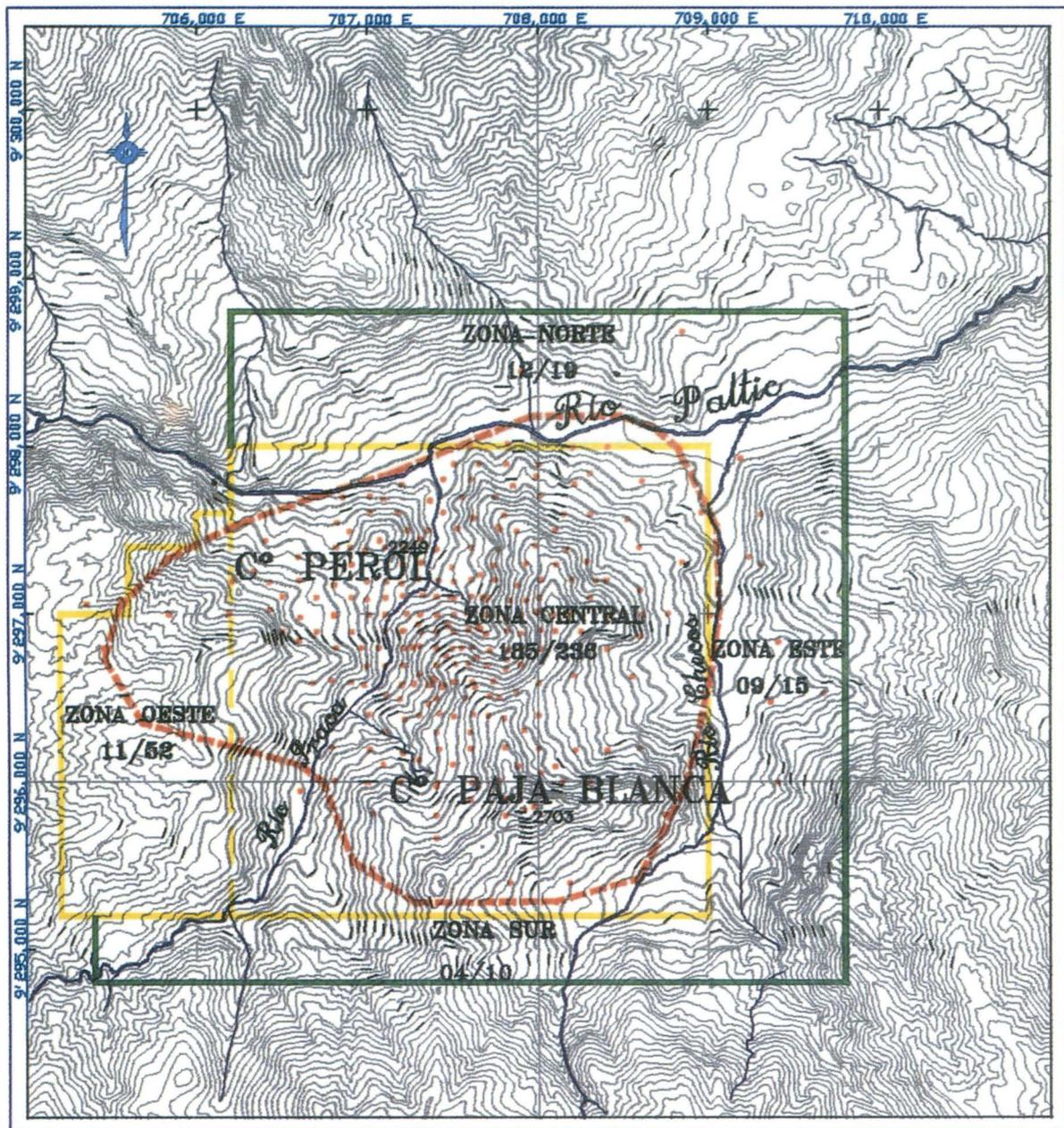
**TABLA 3**

Elemento	Cu ppm		Mo ppm		As ppm		Au ppm	
	Roca	Suelo	Roca	Suelo	Roca	Suelo	Roca	Suelo
Tipo								
Nº Muestras	184	223	184	223	184	223	184	223
Valor Mín.	45	25	5	5	25	25	0.02	0.02
Valor Máx.	2340	7900	270	155	1900	3500	0.16	0.75
Media	270	217	27	20	134	133	0.03	0.05
Threshold	400	298	40	33	250	200	0.05	0.09

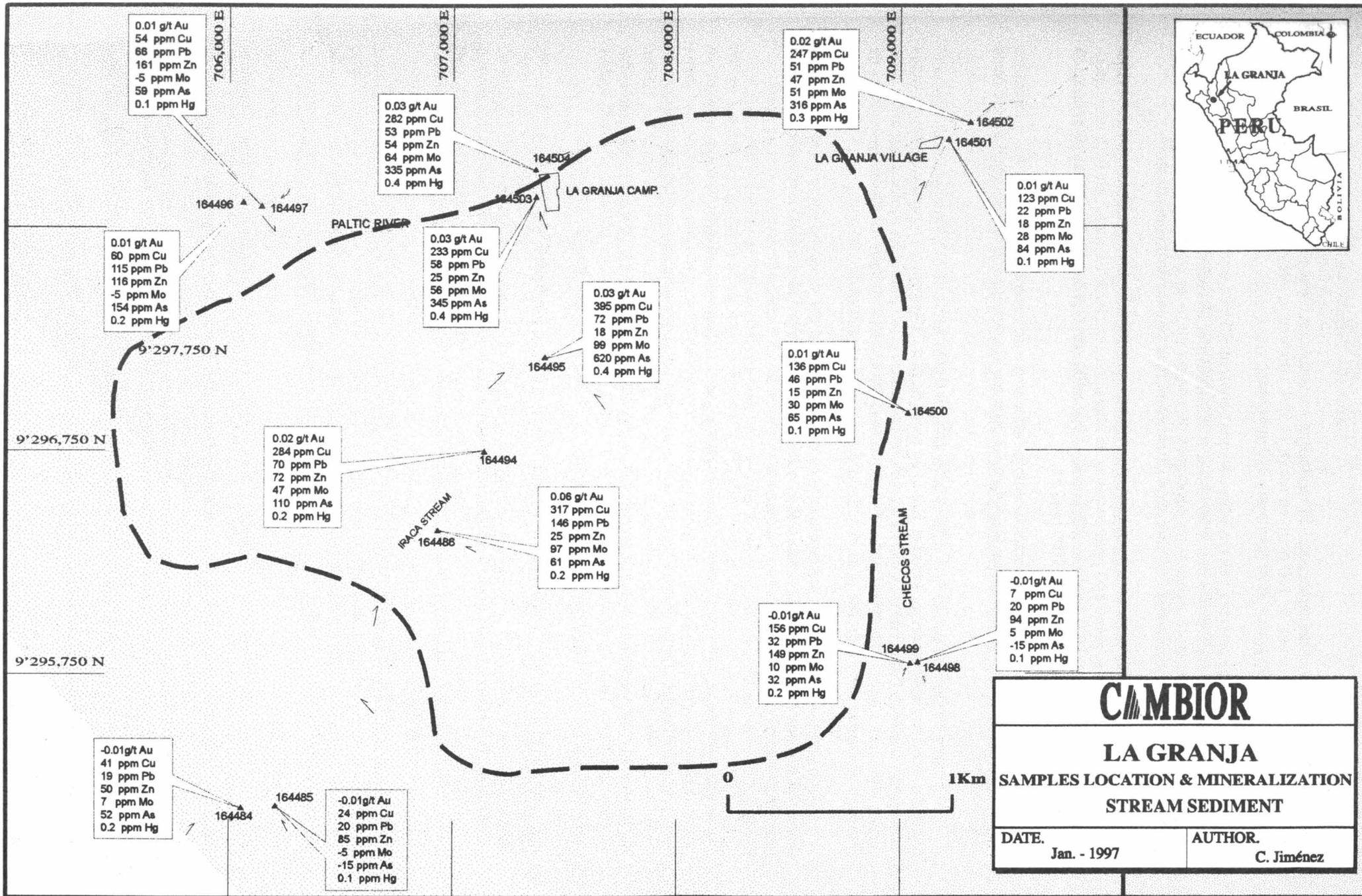
**TABLA 3**

Elemento	Ag ppm		Pb ppm		Zn ppm		Hg ppm	
	Roca	Suelo	Roca	Suelo	Roca	Suelo	Roca	Suelo
Tipo								
Nº Muestras	184	223	184	223	184	223	184	223
Valor Mín.	0.5	0.5	10	5	5	5	0.1	0.1
Valor Máx.	70	31	2150	7700	3700	21750	3.9	64
Media	1.2	1.1	87	160	32	59	0.3	0.6
Threshold	5	6	220	221	200	100	0.8	1.5

Obviamente, el cobre es el elemento de mayor expresión geoquímica tanto en rocas como en suelos, valores altos se concentran en zonas sericitica/argílica; en rocas el 34% reportan valores <200 ppm, 37% contiene valores >200 ppm, 25% arriba de 400 ppm y el 4% con altos de 1200 hasta 2340 ppm Cu. Contrariamente, en suelos un alto porcentaje de contenidos para cobre son <300 ppm con esporádicos valores >1200 ppm hasta un alto arriba de 7000 ppm, lo cual refleja el intenso proceso de lixiviación al



<b>SOCIEDAD MINERA CAMBIOR PERU S.A.</b>	
PROJECT: LA GRANJA	Subject:
<b>LAYER</b>	<b>DESCRIPTION OF LAYERS</b>
<input type="checkbox"/> GEOLOGY <input type="checkbox"/> GEOMORPHOLOGY <input type="checkbox"/> MINERALOGY <input type="checkbox"/> METAMORPHOLOGY <input type="checkbox"/> PETROGRAPHY <input type="checkbox"/> MINERALOGY <input type="checkbox"/> GEOCHEMISTRY <input type="checkbox"/> GEOLOGY <input type="checkbox"/> METAMORPHOLOGY <input type="checkbox"/> MINERALOGY	<b>LA GRANJA CONCESSION</b> <b>GEOCHEMISTRY SAMPLING</b> <b>JULY - 1996</b> <b>FIGURE 2</b>
DATE:	BY: [Name]
SCALE OF MAP:	GRAPHIC SCALE



<b>CAMBIOR</b>	
<b>LA GRANJA</b>	
<b>SAMPLES LOCATION &amp; MINERALIZATION</b>	
<b>STREAM SEDIMENT</b>	
<b>DATE.</b> Jan. - 1997	<b>AUTHOR.</b> C. Jiménez

que estuvo sujeto el stock mineralizado. El molibdeno es estable en rocas y suelos, en ambos casos se presentan contenidos encima de 100 ppm; en rocas, el 59% contiene valores <40 ppm y 41% arriba de 40 ppm con altos de >80 ppm a >120 ppm hasta 270 ppm Mo.

El oro en general presenta valores bajos, algunas concentraciones erráticas puntuales están relacionadas a zonas de intensa oxidación y zonas de gossan próximo al contacto intrusivo-sedimentario. En el sector central del stock existe superposiciones de valores en rocas >100 ppb con contenidos en suelos >200 ppb Au, coincidentes con alteración silícica/sericítica y zonas de brechamiento.

El arsénico se concentra en la parte central del stock mineralizado, los contenidos son altos tanto en rocas como en suelos, sobre 800 ppm en zonas de alteración sericítica; en rocas, un 64% corresponden a valores <200 ppm, 16% a valores >200 ppm, 15% a >400 ppm y 5% son >800 hasta 1900 ppm; en suelos existen valores altos de hasta 3500 ppm As.

La plata en rocas presenta esporádicos valores altos en el stock entre 20 y 70 ppm Ag y en suelos arriba de 20 ppm, incrementándose hasta 31 ppm Ag próximo al contacto con calizas en el sector oeste del depósito.

El plomo y zinc muestran una tendencia de concentración hacia el SO, principalmente hacia el contacto intrusivo-sedimentario; donde el plomo en rocas llega a 2150 ppm y en suelos algunos valores sobrepasan los 7000 ppm; mientras que el zinc en rocas alcanza 3700 ppm y en suelos contenidos puntuales altos que superan los 20000 ppm. Contrariamente en el sector central del stock, los valores de plomo y zinc están debajo de 100 ppm, con algunos contenidos puntuales de 500 ppm.

El mercurio se manifiesta principalmente en el sector central del stock; en rocas presenta valores entre 0.5 a >1 ppm hasta 3.9 ppm; en suelos su concentración es mayor alcanzando contenidos >10 ppm con un alto de 64 ppm y su dispersión tiende a una dirección NO-SE con valores entre >1 a >4 ppm.

La integración e interpretación de resultados obtenidos a partir de la distribución general de los contenidos metálicos de estos ocho elementos investigados, demuestran un evidente control de mineralización de tendencia NO-SE, coincidente con el brechamiento que presenta el stock de La Granja y es probable que tal alineamiento esté a su vez controlado por un fallamiento mayor y profundo a lo largo del eje anticlinal de El Peón de igual dirección; este concepto fundamentaría en parte los 1200m de mineralización económica primaria reconocida en profundidad hasta ahora. Por otro lado, existe clara relación directa entre la diferenciación litológica y grado de alteración que presenta el stock, ambos controlan la distribución y concentración de mineralización económica del pórfido La Granja.

El muestreo de sedimentos activos correspondiente a tributarios de primer y segundo orden confirman la amplitud de dispersión que ha generado el pórfido de La Granja. Los valores de cobre están en un rango entre 230 a 400 ppm Cu; los de molibdeno entre 30 a 99 ppm Cu y los de arsénico entre 60 a 620 ppm As. Muestras obtenidas a 10 kms. aguas abajo del depósito, en los ríos Paltic e Ingueryacu considerados de cuarto orden, reportan valores de 245 ppm en cobre, 30 ppm en molibdeno y 255 ppm en arsénico. A 21 kms. de La Granja se ha obtenido valores de 175 ppm de cobre, 20 ppm de molibdeno y 195 ppm de arsénico.

Finalmente, este estudio ha permitido conocer mejor la distribución de los principales elementos que puede esperarse de un gran depósito semejante a "La Granja", donde es evidente que la morfología, las condiciones climáticas especiales de la región y las estructuras han controlado el comportamiento de la dispersión secundaria.

## BIBLIOGRAFIA

- ALVA, C. La Geología del Depósito de Pórfido de Cobre La Granja. 1er. Congreso Nacional de Minería - Cajamarca. 1996.
- DÍAZ N. El Yacimiento Porfirítico de Cobre La Granja. Comentarios sobre la 64 Convención Anual Asociación de Prospectores del Canadá - Toronto. Marzo 1996. Informe Privado.
- JIMÉNEZ C. y Díaz N. Geochemical Survey on La Granja Cu-Porphyry Ore Deposit. Febrero 1997. Private Report.
- SIROIS R., Alva C., Muñoz R., Daille A. Ore Resources Estimation La Granja - Perú. Octubre 1995. Private Report.
- SIROIS R. La Granja project. PDAC, Toronto. 1996.
- SIROIS, R. La Granja Cu-Porphyry Ore Deposit. Ore Reserves Estimation. Pre- Feasibility Study. Private Report. 1996
- NOBLE, D. Letter to N. Díaz. La Granja K-Ar radiometric. February 1997
- JICA, Report on the Mineral Exploration in The Pachapiriana Area Republic of Peru (Phase I). 1991