

SUMARIO

Reconstrucción de obras subterráneas en la Mina Matahambre.

(2)

Papel de la materia orgánica en la formación del yacimiento de Santa Lucía.

(12)

Procedimiento para la obtención de compuestos de magnesio

19

Investigaciones de mercados

33

Sedimentación de la pulpa cruda del mineral laterítico del yacimiento de Moa.

36

Posibilidades de la producción de níquel metálico por la tecnología de la aluminotermia.

51

Absorción atómica. Elaboración de nuevos procedimientos analíticos.

62

Correlación entre el contenido de cobre y los valores del campo eléctrico natural en Mina Grande del Cobre.

(67)

SE DESEA INTERCAMBIO CON LAS
PUBLICACIONES CONGÉNERES
EXCHANGE WITH SIMILAR
PUBLICATIONS IS DESIRED
ON ACCEPTE DES ECHANGES AVEC LES
PUBLICATIONS CONGÉNERES
Редакция заинтересована с обменом
подобными изданиями

Año 1, No. 2 Octubre-Diciembre 1975
"AÑO DEL PRIMER CONGRESO".

Editado por la Dirección de Información
Técnica. Ministerio de Minería y Geología.

DIRECTOR:

Jorge Emilio González Villa

DIRECCION ARTISTICA:

Luis Vega

FOTOS:

Dpto. de Fotografía del Ministerio
de Minería y Geología

CONSEJO DE REDACCION:

Francisco Daly

Jorge García

Ing. Enrique Saunders

Ing. Ramón Cortés

Ing. Douglas Parra

Dr. Gustavo Furrázola

Ricardo Guerrero Blanco

Ing. Mayda Grave de Peralta

Ing. Santiago E. Duquesne

Arq. Reinaldo Pérez

REDACCION Y ADMINISTRACION:

Calle 44 No. 4402, esq. a 7ma.

Miramar, Marianao, La Habana.

Telf. 29-5790.

Impresa en la Unidad 01 "Osvaldo Sánchez" del Instituto Cubano del Libro



PORTADA: Vista de una excavadora en el proceso de extracción del mineral a cielo abierto del yacimiento de Moa.

GEORRELACION

ENTRE EL CONTENIDO DEL COBRE Y LOS VALORES DEL CAMPO ELECTRICO NATURAL EN MINA GRANDE DEL COBRE

ING. JOSE IZQUIERDO

RESUMEN

Durante el destape del tajo abierto en "Mina Grande", situado en El Cobre, Ote. se observó (1969) una muy débil mineralización cuprífera no industrial coincidente con valores débilmente anómalos del campo eléctrico natural; la mineralización ocurre en venillas y rellenos de grietas en tobas andesíticas de fragmentos medios cuyo tenor en cobre ha ido aumentando con la profundidad; los minerales cupríferos son malaquita y cuprita subordinada.

El tipo de mineralogía y el bajo tenor (hasta ahora el valor medio es de 0,55 por ciento Cu) sitúa este material fuera del balance de las reservas; sin embargo es necesario discriminar en el masivo la calidad de la mena antes de decidir dónde depositar el material extraído para el destape de la mena industrial y al mismo tiempo se impone que el método sea expedito y más económico que el análisis químico del polvo de barrenación.

Se hizo el levantamiento geofísico del campo eléctrico natural situando los electrodos junto a los barrenos para voladura y se tomaron algunas muestras de los barrenos de diferentes lugares procediéndose a procesar los datos por los métodos estadísticos, resultando que hay correlación lineal directa entre ambas variables (contenido de cobre y potencial eléctrico).

El límite entre los valores más altos y más bajos del campo eléctrico coincide con una falla vertical y al Este de la misma los barrenos muestreados fueron negativos. Los contenidos medios estimados por la línea de regresión (método gráfico) coinciden con las muestras compuestas tomadas de los camiones al ser vaciados en los depósitos.

INTRODUCCION

La zona estudiada se encuentra en la parte norte del Corte Abierto y tiene una extensión de $50 \text{ m} \times 100 \text{ m}$ (zona con los barrenos en el Anexo 1); al oeste del área estudiada hay mineralización industrial perfectamente definida por las perforaciones.

El objeto de este estudio fue obtener un método económico y rápido para conocer la calidad en el masivo sin reducir el costoso muestreo químico sistemático, sobre todo por tratarse de zona fuera de balance.

Queremos dejar constancia de nuestro reconocimiento al personal de Geología y Topografía de nuestra Unidad, sin cuya entusiasta colaboración este trabajo no hubiera podido realizarse, así como al estudiante Rafael Carnero, de la Escuela de Minas de la Universidad de Oriente

GEOGRAFIA Y GEOLOGIA

La zona estudiada ocupa la ladera sur de una elevación de altitud $+ 153 \text{ m}$, situada al norte de los cuerpos minerales de nuestro yacimiento y forma el yacente (tabla baja) de los mismos. El relieve es bastante desarticulado y la ladera en cuestión es de una pendiente superior al 100%; el proyecto de extracción establece el piso del tajo abierto en la cota $+ 30 \text{ m}$ y esto obliga a la extracción de esta ladera para garantizar el talud del tajo sobre la base de los parámetros de la apertura y a las propiedades físico-mecánicas de las rocas.

Las rocas en el área de los trabajos son tobas andesíticas propilitizadas, cloritizadas y caolinizadas, algo carbonatizadas con fragmentos de 2 hasta 6 mm, y

ESQUEMA DE BARRENACION DEL AREA MEDIDA

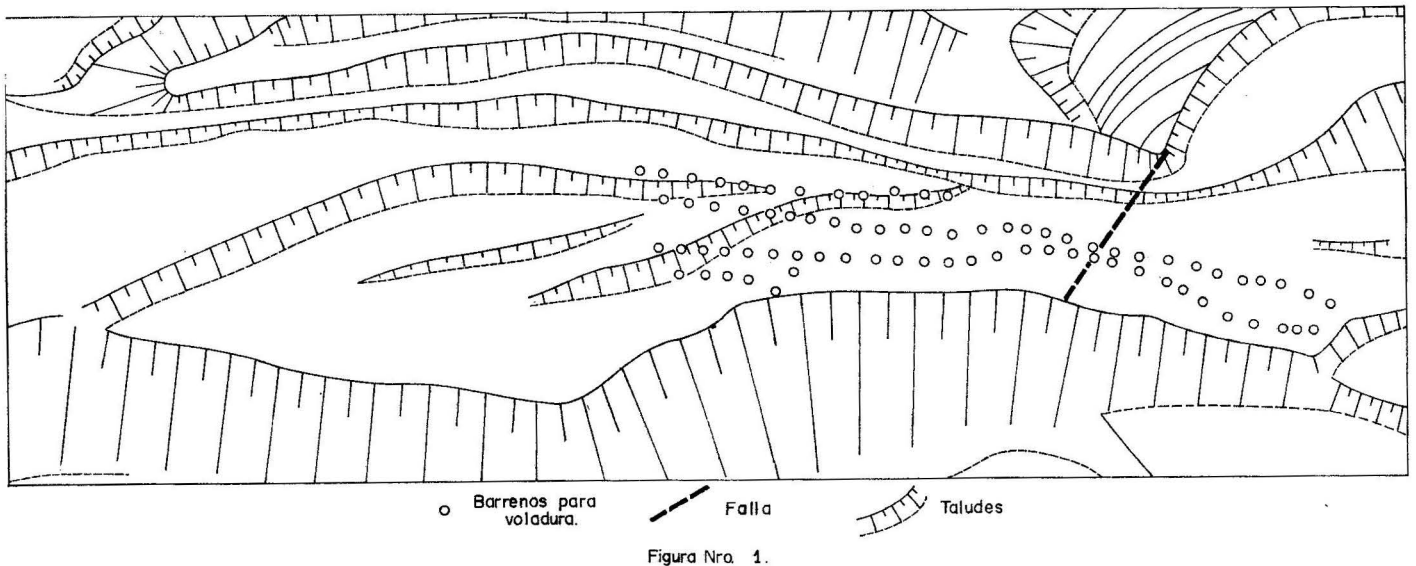


Figura Nra. 1.

grietas irregulares que en el área de los trabajos están parcialmente rellenas con escasa malaquita y subordinadamente cuprita.

Estratigráficamente estas rocas pertenecen a la subformación "Ermitaño" de la formación "Cobre" y su edad es Paleoceno Eoceno inferior.

TECTONICA

El Corte Abierto se realiza en un área de tectónica intensa. Al sur de la zona estudiada transcurre una falla sublatitudinal de larga vida donde se desarrollaron los cuerpos minerales, también existen fallas transversales verticales de rumbo submeridional una de ellas (señalada en la Fig. 1) desplaza las tobas en dos bloques: el del oeste, con valores cupríferos, y el del este, estéril; por ello consideramos esta falla posterior al Eoceno superior, que es la edad de la mineralización (Laverov, N. P; Cabrera, R; 1967).

DESCRIPCION DEL METODO

El estudio se hizo mediante las diferencias del potencial del campo eléctrico en relación con un punto seleccionado arbitrariamente fuera del campo mineral; los puntos del levantamiento se hicieron coincidir con los barrenos para voladura del escalón

(cota + 130 m, ver Anexo 1) amarrados topográficamente. Se utilizaron electrodos no polarizables de porcelana, de fabricación soviética, cable para electrodos de medición y un potenciómetro checoslovaco de precisión de 1 mV. Previamente comparado con la estación VP-69 de la D.G.G.G.; se hicieron mediciones de control al 5% de los puntos y se analizó el polvo de 17 barrenos no adyacentes para determinar el contenido de Cu. El amarre topográfico, el levantamiento y la profiláctica de la apertura se hizo en una mañana por un técnico topógrafo, un técnico geólogo y un estudiante de Ingeniería de Minas asignado a nuestro frente dentro del marco del Plan Docencia-Producción de la Universidad de Oriente.

PROCESAMIENTO DE LOS DATOS

Se procedió a tabular los valores del contenido de Cu y del autopotencial eléctrico para conocer si existía correlación entre ambas variables y en caso afirmativo poder determinar las ecuaciones de regresión y, finalmente, estimar los contenidos de Cu sobre la base de los valores del campo eléctrico.

Con vista a disponer en una sola tabla los parámetros necesarios para calcular las desviaciones armónicas (medias cuadráticas) de las variables y el coeficiente de correlación, hemos adoptado el siguiente modelo:

Tabla 1

RELACION ENTRE EL CONTENIDO DE Cu (%) Y EL POTENCIAL DEL CAMPO ELECTRICO NATURAL (mV) REFERIDO A UN FONDO REGIONAL ARBITRARIO

No. de Orden	(% Cu)	(mV)	($X_i - \bar{X}$)	($Y_i - \bar{Y}$)	($X_i - \bar{X}$) ²	($Y_i - \bar{Y}$) ²	($X_i Y_i$)	($Y_i - \bar{Y}$)
1	0,56	13	+0,08	— 7	0,0016	49		0,56
2	0,31	6	—0,17	—14	0,0289	196		2,38
3	0,15	7	—0,33	—13	0,1089	169		4,29
4	0,18	4	—0,30	—16	0,0900	256		4,80
5	0,18	7	—0,30	—13	0,0900	196		3,90
6	0,20	9	—0,28	—11	0,0784	121		3,08
7	0,23	13	—0,25	— 7	0,0625	49		1,75
8	0,23	15	—0,25	— 5	0,0625	25		1,25
9	0,43	18	—0,05	— 2	0,0025	4		0,10
10	0,42	20	—0,06	0	0,0036	0		0,00
11	0,72	20	+0,24	0	0,0576	0		0,00
12	0,72	28	+0,24	+ 8	0,0576	64		1,92
13	0,80	29	+0,32	+ 9	0,1024	81		2,88
14	0,72	29	+0,24	+ 9	0,0576	81		2,16
15	0,70	43	+0,22	+23	0,0484	529		5,06
16	1,09	50	+0,61	+30	0,3721	900		18,30
17	0,50	28	+0,02	+ 8	0,0004	64		0,16
$\bar{X}_i = 8,14$					$\bar{Y}_i = 339$	$=1,2250$	$=2757$	$=52,59$
$\bar{X} = 0,48$					$\bar{Y} = 20$			

Aunque en la tabla se señalan los potenciales sin signo, todos los valores son negativos en relación con el fondo arbitrario.

Nota: Las notaciones utilizadas en las formulaciones que siguen son las usuales en los métodos matemáticos estadísticos.

Cálculos de las desviaciones armónicas

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{1,2250}{16}} = 0,28$$

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum (Y_i - \bar{Y})^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{2757}{16}} = 13$$

Cálculo del coeficiente de correlación

$$r = \frac{\sum (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{N S_x S_y} = \frac{52,59}{(17)(0,28)(13)} = 0,85$$

Comprobando

$$Rr = |r| \sqrt{N-1} = 3,50$$

Se cumple que $Rr \geq 3$

Se acepta la correlación por no tratarse de una variación aleatoria.

Cálculo de las ecuaciones de regresión

$$X_r = r \frac{S_x}{S_y} (Y - \bar{Y}) + \bar{X}$$

Llamando

$$b_x = r \frac{S_x}{S_y}$$

$$X_r = b_x (Y - \bar{Y}) + \bar{X}$$

$$X_r = 0,0183 (Y - 20) + 0,48 \quad \text{Ecuación de la regresión del contenido (\% Cu) sobre el potencial (mV).}$$

$$Y_r = r \frac{S_y}{S_x} (X - \bar{X}) + \bar{Y}$$

$$\text{Llamando } b_y = r \frac{S_y}{S_x}$$

$$Y_r = b_y (X - \bar{X}) + \bar{Y}$$

$$Y_r = 39,5 (X - 0,48) + 20 \quad \text{Ecuación de regresión del potencial (mV) sobre el contenido (\% Cu)}$$

Comprobación de las ecuaciones de regresión

$$S_{b_x} = \frac{S_x}{S_y} \sqrt{\frac{1-r^2}{N-3}}$$

$$S_{b_x} = \frac{0,28}{13} \sqrt{\frac{1-(0,85)^2}{17-3}}$$

$$S_{b_x} = 0,00304$$

$$3 S_{b_x} = 0,00912$$

$$0,0183 > 0,00912$$

luego

$$b_x > 3 S_{b_x}$$

Se cumple

$$S_{b_y} = \frac{S_y}{S_x} \sqrt{\frac{1-r^2}{N-3}}$$

$$S_{b_y} = \frac{13}{0,28} \sqrt{\frac{1-(0,85)^2}{17-3}}$$

$$S_{b_y} = 6,55$$

$$3 S_{b_y} = 19,65$$

$$39,5 > 19,65$$

luego

$$b_y > 3 S_{b_y}$$

También se cumplen ambas condiciones:

$$b_x > 3 S_{b_x}$$

$$b_y > 3 S_{b_y}$$

Se cumplen perfectamente.

CONCLUSIONES

Del trabajo realizado se desprende que se puede estimar el contenido de cobre a partir de los datos del campo eléctrico y viceversa dentro del área estudiada, siempre que se mantengan las mismas condiciones geológicas específicas, se utilice el mismo fondo regional arbitrario para el campo eléctrico y se mantenga la misma altura de los escalones.

En la figura 2 aparece la línea de regresión (estimación) del contenido de Cu sobre el potencial eléctrico, en la cual puede observarse el carácter lineal positivo de la correlación y la dispersión de los puntos medidos para ambas variables.

Queremos señalar que el valor medio del contenido de cobre del material extraído a ambos lados de la falla (el lado oeste tiene valores mayores) es de 0,55 % Cu, calculado a base de las muestras compósitas tomadas de los camiones en los depósitos, y que el valor medio de todos los valores del campo medidos en el área (incluyendo los puntos sin muestreo químico que no se utilizaron para la correlación) es de 22 milivoltios (—22 mV). El lector puede confrontar estos datos con la línea de regresión de la Fig. 2.

Este método nos ha reducido los costos del muestreo de la mena pobre fuera de balance en el masivo al 10 por ciento.

LINEA DE REGRESION DEL CONTENIDO DE COBRE
SOBRE EL POTENCIAL DEL CAMPO ELECTRICO

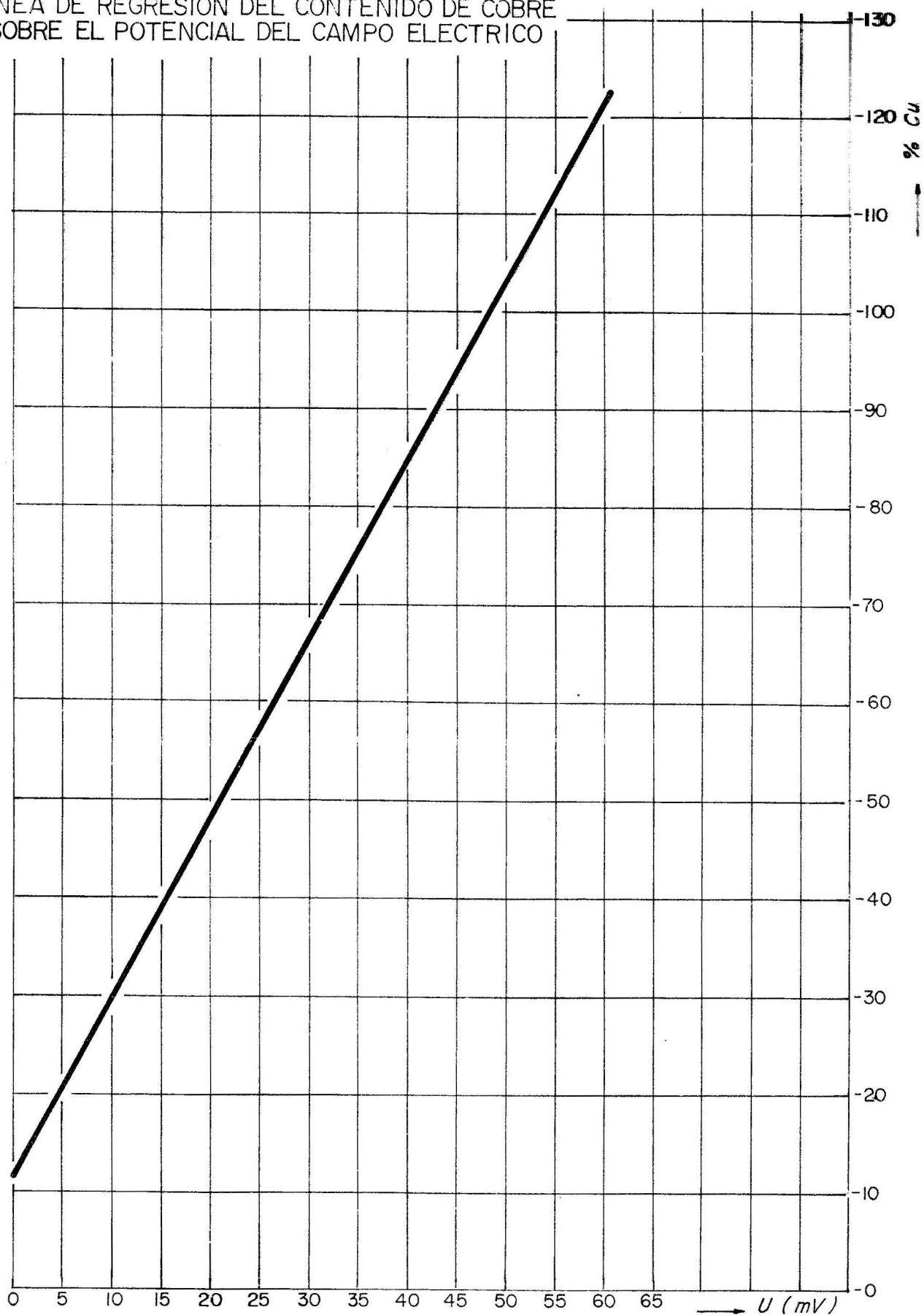


Figura Nro. 2.

ABSTRACT

During the baring of the opened cut at "Mina Grande", located in El Cobre, Oriente province, a low grade cupriferous mineralization concurrent with anomalously weak natural electric field values was observed (1969). The mineralization occurs in small veins and fissure fillings in andesitic tuffs of average fragments, their copper content increasing with depth. The cupriferous minerals are malaquite and subordinated cuprite.

The type of mineralogy and its' low grade (present average value is 0.55% Cu) place this material out of the computed balance of reserves; however, it's necessary to discriminate in the massive the quality of the ore before deciding on where the mined mineral is to be deposited in order to remove the overburden from the profitable ore, and also that the method should be prompt and more economical than the chemical analysis of the rock powder samples taken from the bores.

Geophysical mapping of the natural electric field was made placing the electrodes close by the blast holes, taking some samples of the holes bored in different places and processing the data by statistical methods. As a result of this procedure the direct linear correlation of both (variable copper content and electric potential) was determined.

The limit between the highest and lowest values of the electric field coincides with a vertical fault east of which the sampled bore holes were negative. The average estimated contents by the regression lines (chart method) coincide with the compound samples taken from the lorries when they dump at the deposits.

УДК 553.43:553.2

Резюме

Во время вскрышных работ открытой выработки в шахте "Мина Гранде", находящейся в Кобре, Ориенте, вскрыта бедная медная минерализация, совпадающая со слабо аномальными значениями естественного магнитного поля. Минерализация наблюдается в виде прожилков и жил в среднеобломочных андезитовых ту-

фах, содержание меди в которых повышается с глубиной. Рудные минералы представлены малахитом и ки-притом.

Такой минеральный состав и низкое содержание (среднее значение 0,55% меди) являются причиной отнесения этого типа руды к забалансовым. Однако, прежде чем определить место складирования вскрыши, следует разграничить руду в массиве в соответствии с ее качеством. Одновременно следует использовать более скоростной и экономичный метод анализа, чем химический анализ пыли, полученной при бурении. Была сделана геофизическая съемка естественного магнитного поля при помощи установки электродов рядом со взрывными скважинами и были взяты пробы из различных скважин. Данные были обработаны статистическими методами, которые установили существование прямолинейного соотношения между этими изменяемыми величинами (содержание меди и электрический потенциал).



ING. JOSE M. IZQUIERDO

Se inició en la actividad explorativa en 1957 realizando deslindes mineros en la provincia de Oriente como agrimensor. Ha sido responsable de Topografía del ICRM y jefe del Dpto. de Exploración de las UREG de Occidente y Oriente. Se licenció en Geología en 1966 y ha trabajado en levantamientos geológicos regionales, revisión, búsqueda y exploración. Desde 1968 trabaja como ingeniero geólogo de la Empresa Consolidada de la Minería donde ocupa actualmente el cargo de Geólogo Principal de la Unidad Administrativa "El Cobre". Es miembro del Consejo Científico de la Rama Geológica del Consejo Nacional de Ciencia y Técnica. Idiomas: Inglés, Francés y Ruso.