

# Variabilidad de las leyes en el yacimiento Matahambre: Medidas para su control operativo

C.D.U. 620.113:622.142.1:622.145.5:681.3

Lic. José M. Izquierdo Cedeño

CSc Ing. Orestes Santana Maurell

Ing. Luis A. Diego Verdecia

**DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS**

*Presentado en el X Congreso Mundial de Minería.*

*Aparece publicado en el tomo IV Economía de los Yacimientos Minerales. Los derechos de autor están reservados a favor del Comité Internacional de Minería.*

*En el yacimiento Matahambre el muestreo de los realces se realiza cada segundo corte y no hay muestreo del material arrancado por realces, existiendo dificultades prácticas para aumentar el muestreo en La Mina.*

*Este trabajo hace un análisis de la variabilidad de la Ley geológica por zonas aprovechando los datos existentes, que no son de todo el tiempo de explotación del yacimiento.*

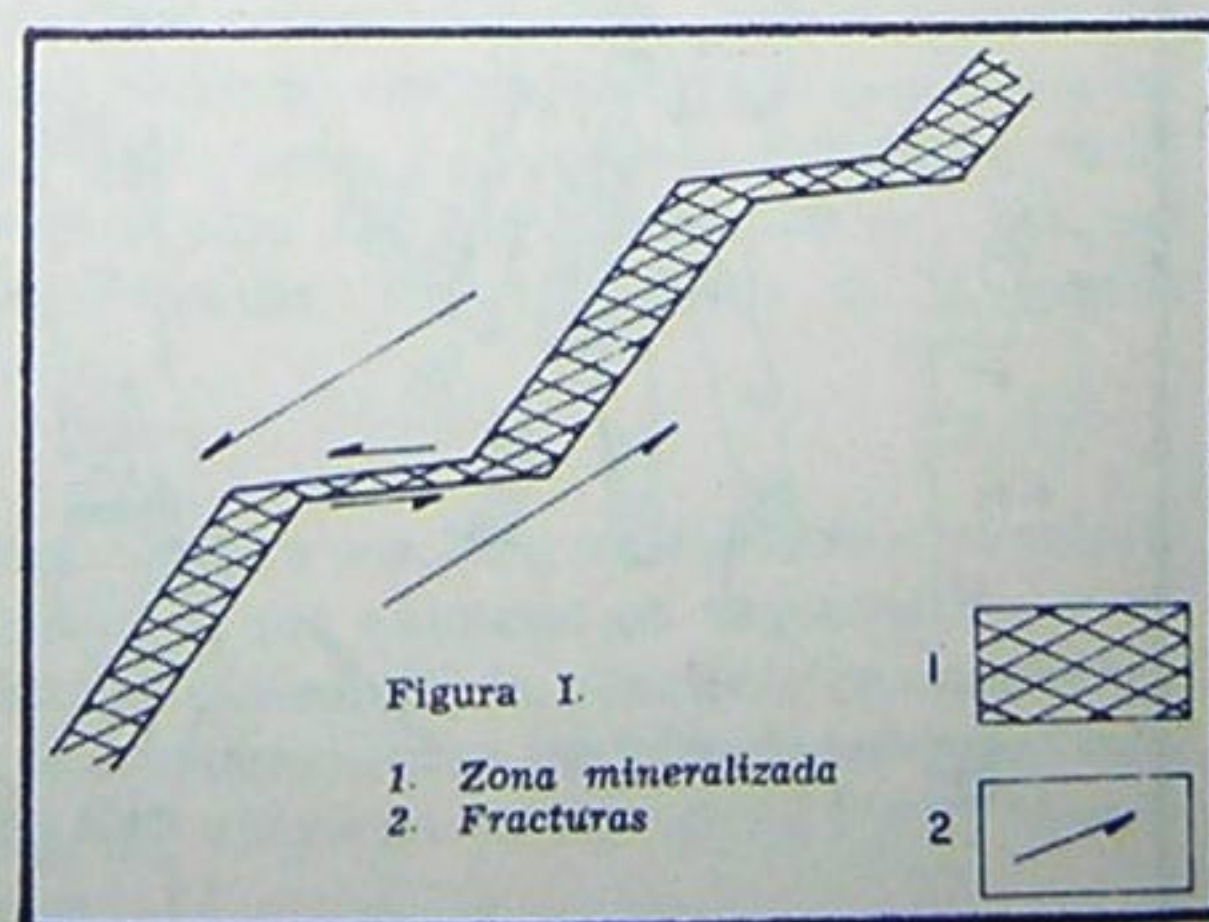
*Se propone un método para conocer la Ley media de extracción por realces utilizando las técnicas de computación y el posterior comportamiento de la variación en Ley por realce.*

*Sobre la base de los datos que se obtengan al implantarse este método, y a partir del conocimiento de la dilución obtenido de la aplicación de la norma de fábrica NF 08-00-01 se podrá conocer la ley geológica media del mineral minado para los períodos utilizados en el balance de las reservas, así como establecer las tendencias de variación de la Ley para cada realce.*

## INTRODUCCION

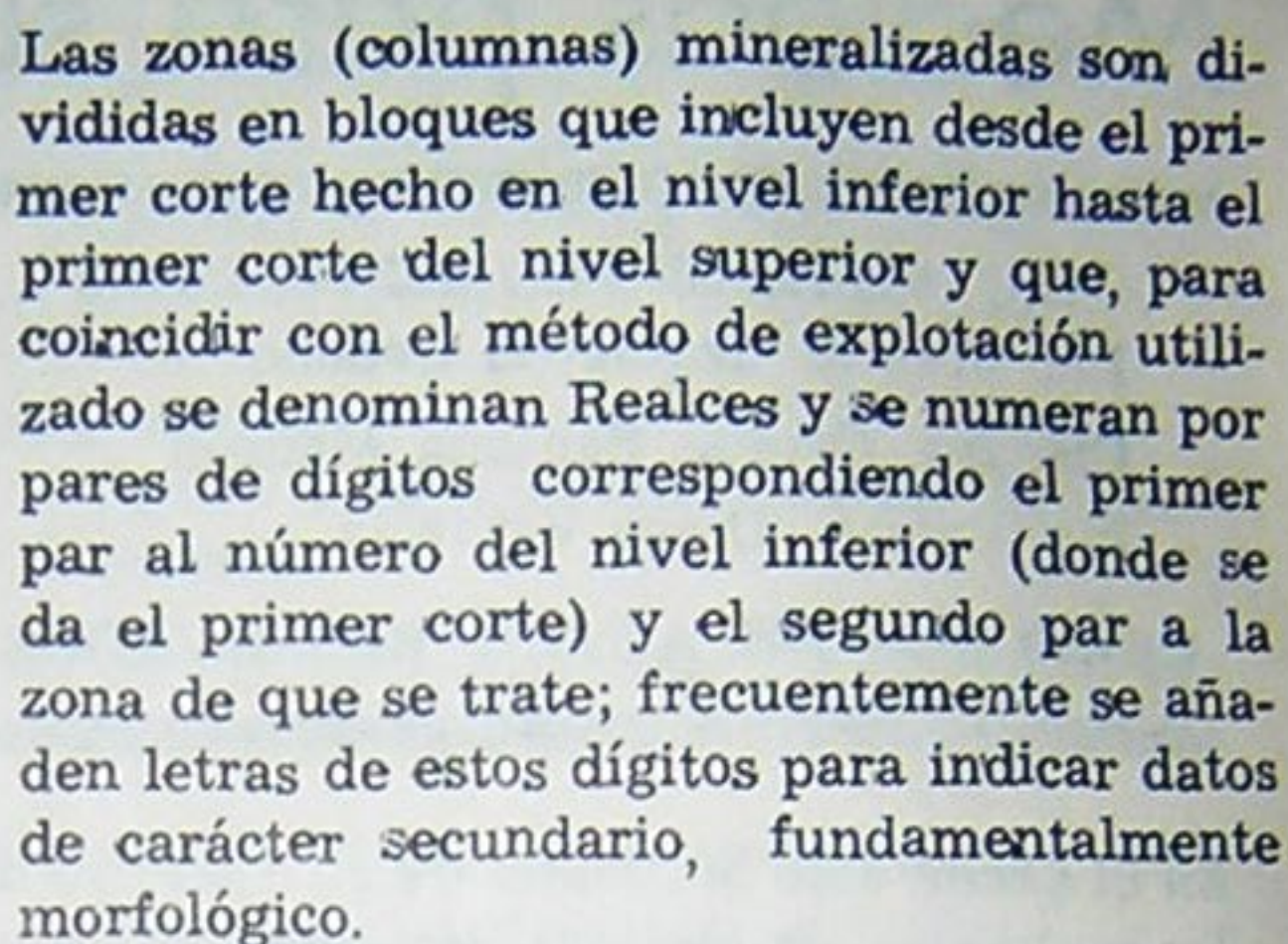
El yacimiento Matahambre está constituido por filones no interestratificados dentro de areniscas y pizarras de la formación (Svita)

San Cayetano ( $J_{1+2}$ ) referida como flysch y con abundantes macro y micropliegues (se observa textura de "Boudinage"); así es posible que ciertas fallas muestren segmentos diferentemente orientados y alternantes. Si se trata de fracturas de plegamiento algunos segmentos se abrirán mientras que otros permanecerán cerrados (Fig. I). En el campo minero de Matahambre se observa que las porciones mineralizadas coinciden con ciertas direcciones o inclinaciones cenitales. Una indicación tal es susceptible de orientar y simplificar el reconocimiento de un yacimiento, y es un factor a tomarse en consideración a la hora de buscar otro yacimiento similar en este distrito minero.





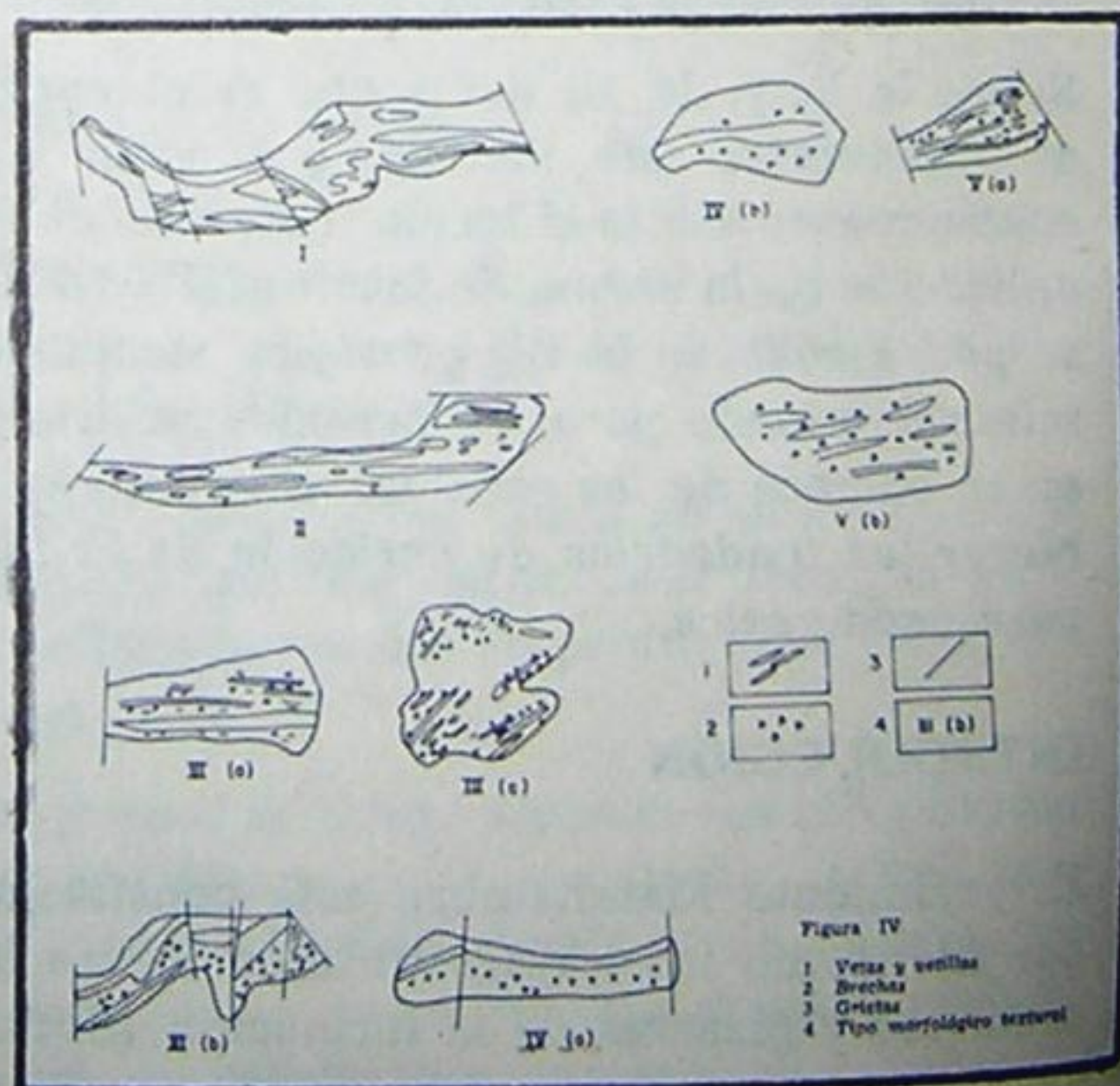
Esto da lugar a la formación de columnas mineralizadas, llamadas zonas en Matahambre, que se caracterizan por una dimensión mayor por el buzamiento que por la dirección (arrumnamiento); un esquema simplificado que muestra algunas de estas zonas (columnas) se muestra en la (Fig. III).



El muestreo se realiza cada segundo corte en cada realce.

Morfología, textura y calidad de los bloques (realces)

A continuación reflejamos la clasificación morfológica y textural de los bloques (reales) de Matahambre. Confeccionada sobre la base de investigaciones realizadas entre los años 1975-1977. (ver fig. IV).





T A B L A No. 1 Clasificación de los cuerpos minerales del yacimiento Matahambre.

Tipos	Longitud m	Potencia m P	Forma Geométrica	Textura	Menarización KM	Variación Vp VI
I	35:50	4.5:8.0	Irregular	Vetas	0.73	22 17
II	35:50	2.5:4.5	Irregular	Vetas y vetillas	0.86	16 14
III	15:35	4.0:10.0	a) Bastante regular b) Irregular c) Muy irregular	Vetas. vetillas y brechas	a) 0.64 b) 0.73 c) 0.68	35 21
IV	15:35	1.3:4.0	a) Bastante regular b) Irregular	Vetas Brechas	a) 0.52 b) 0.61	29 24
V	4:15	1.3:6.0	a) Bastante regular. b) Irregular	Vetillas Brechas	a) 0.73 b) 0.68	51 23

Tomado de la Tabla 8. pag. 30 Vol. 3 1977 de "La Minería en Cuba".

T A B L A No. 2

Tipo	Bloques (Realces)	No. Cortes mues- treados	% Cu medio	Vc.
I	40-59 B 41-59 B	7	4.79	21
II	35-44 E 36-44 E	11	4.30	15
	35-44 S 36-44 S 39-44 S	21	4.24	51
III	a) 41-59 A 42-59 A	11	3.29	30
	40-59	21	6.07	44
	b) 50-59 N 41-59 N 42-59 N	16	4.81	33
	c) 32-15 A 34-15 A	18	4.24	43
IV	a) 30-15 E 32-15 E 34-15 E	23	3.51	43
	b) 30-70 A	7	2.03	52
V	a) 34-14	13	5.99	20
	b) 32-64 34-64 A 34-64	25	2.11	45
		173	4.17	51.80

La clasificación de los coeficientes de menarización sobre la base de la morfología; estos criterios son valiosos y deben tomarse en consideración a la hora de calcular reservas geológicas de categorías bajas en zonas previamente clasificadas; sin embargo, para nuestro trabajo son necesarios los coeficientes de variación del contenido Vc, que (% Cu) entre uno y otro corte. De los datos de muestreo de cortes de varios realces se obtiene las variaciones (Vc) que aparecen en la tabla II.

Los coeficientes de variación del contenido de cobre demuestran que se trata de cuerpos minerales con gran variación de la distribución del componente útil. Nótese el caso del tipo II donde, con un contenido medio similar los coeficientes de variación difieren grandemente para los dos conjuntos de bloques muestreados, aún tratándose de la misma zona.

Aplicando a los bloques (realces) en explotación, o que entrarán en explotación en un futuro inmediato, la clasificación morfológica y tomando como variabilidades esperables las que aparecen en las tablas I y II tendremos.



T A B L A No. 3

Clasificación de los bloques (realces) en explotación.

Bloque	T I P O S		KM	Vp	Vl	Vc
	Morfológico	Textural				
30-15 B	V a)	Vetas brechas	0.73	51	23	20
42-59 B	V b)	Vetillas brechas	0.68	51	23	45
43-59 C	I	Vetas	0.73	22	17	21
30-55-A	III c)	Brechas	0.68	35	21	43
41-63 B	III a)	Vetillas brechas	0.64	35	21	44
42-63 A	IV a)	Vetas vetillas	0.52	23	24	43
30-55 AE	V b)	Brechas	0.68	51	23	45
42-59	III c)	Vetas	0.68	35	21	43
40-59 A*	V b)	Vetas brechas vetillas	0.68 (?)	51 (?)	23 (?)	45 (?)
41-59 NA*	V b)	Vetas brechas	0.68	51 (?)	23 (?)	45 (?)
39-44 S	III a)	Vetas	0.64	35	21	44
42-59 NC*	III c)	Vetillas brechas	0.68 (?)	35 (?)	21 (?)	43 (?)
43-63 E	Sin concluir el 1er. corte	Vetas				
43-63 *	I	Vetas	0.73 (?)	22 (?)	17 (?)	21 (?)
42-59 N	III a)	Vetas	0.64	35	21	44

## NOTA:

Los bloques que han sido clasificados con asteriscos no coinciden exactamente con la clasificación de Santana Maurell, 1977.

El bloque 42-59 NC tiene una dimensión por la potencia, mayor que la del rango para este tipo (18 m)

Los otros bloques con asteriscos tienen una mayor dimensión por la potencia que por la dirección.

Estos realces, que no estaban abiertos cuando Santana Maurell hizo su clasificación, fueron discutidos con dicho autor, quien los tomará en consideración para complementar su trabajo.

Como se desprende de la tabla III las variabilidades en el contenido de los realces en explotación, al igual que  $V_p$  y  $V_l$ , son altas y demuestran lo imprecisos que serían los pronósticos de comportamiento del conte-

nido metálico (% Cu). Desde el punto de vista del balance de las reservas no es posible conocer la ley geológica de los cortes intermedios ni la ley de extracción de ningún corte para cada bloque (realce).

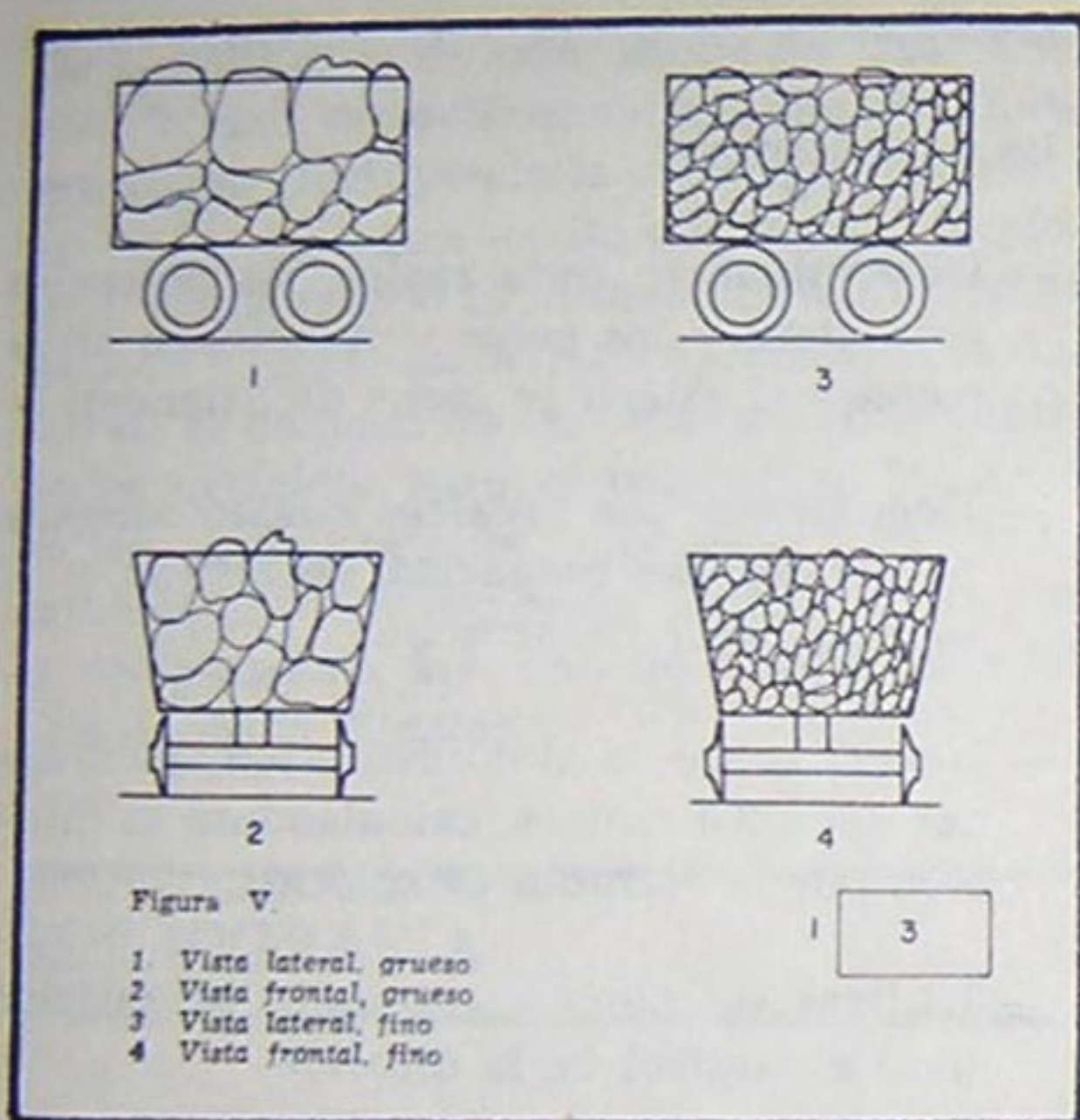
## Método propuesto

La primera dificultad para determinar las leyes de extracción de bloques (realces) a partir de los datos de la producción, radica en que no se efectúa un pesaje independiente de la mena extraída de cada uno, sino que se pesa toda la producción diaria que pasa a la planta de Beneficio; sobre esta base se calcula un factor diario de "carros" para apli-



carse a todas las vagonetas que extraen mena de cada realce. Este método tiene dos inconvenientes:

- Llenado de las vagonetas (carros) con diferente granulometría. (Ver Fig. V).
- Diferentes pesos volumétricos por realce sobre la base de su diferente contenido cuprífero y de la clase y textura de la ganga acompañante.



Para solucionar la causa (b) se propone, prelas inexactitudes del inconveniente (a) se recomienda la utilización de parrillas de igual abertura en cada piquera: esta medida actualmente se está tomando en la mina.

Para solucionar la causa (b) se propone, previo al cálculo de la ley de extracción por realce, la determinación de un "factor de carro" por realce y del tonelaje extraído de cada uno.

#### **Cálculo del "factor promedio de carro" de extracción por realces y las leyes promedio.**

El fin de estos cálculos es obtener con un mayor grado de confiabilidad el factor del carro para la extracción en la mina Mata-

hambre, así como las leyes promedio por los distintos realces.

Los cálculos se realizan a través de la computadora electrónica CID-20 1 B utilizando un programa en lenguaje FORTRAN — 4.

#### **Información de entrada**

La información primaria para este programa debe venir de la siguiente forma:

##### **a. Para el cálculo de los factores**

Se deberá enviar al centro de cálculo en un modelo con el formato mostrado en el anexo 1, donde se consignen los frentes de extracción por columnas y los días por filas. El dato a poner en cada casilla será la cantidad de vagones o cubos extraídos del frente dado en el día dado.

En la columna total se consignará la cantidad de toneladas obtenidas de la extracción del día, obtenidas como resultado del pesaje diario.

Es importante tener en cuenta que el cálculo se hace a partir de la resolución de un sistema de  $N$  ecuaciones con  $N$  incógnitas, donde las incógnitas serán los factores de cubo por realces. Considerando esto, se hace necesario que la cantidad de días que se envíe sea igual a la cantidad de frentes y realces de extracción, es decir, si se extrae mineral de 10 realces, se debe enviar la información de 10 días, etc.

##### **b) Para el cálculo de las leyes**

El muestreo de la mena arrancada se muestrea en la trituradora primaria a la salida del pozo principal de la mina.

En la planta de beneficio se realiza el muestreo en distintos puntos de su flujo tecnológico. Por existir solamente pesaje confiable para el producto final (concentrados), la ley en cabeza se ajusta en base al muestreo de la salida de los clasificadores de los molinos de bolas y del balance metalúrgico de la planta de beneficio: estos resultados difieren de las leyes obtenidas en la trituradora pri-



maria. En las investigaciones practicadas se ha llegado a la conclusión de que existe una correlación lineal directa entre ambos resultados.

$$y = mx + b$$

donde:

$y$  = Ley (% Cu) en cabeza en la planta de beneficio.

$x$  = Ley (% Cu) en la trituradora primaria.

Esto permite a través de la ecuación de regresión, pronósticar las leyes en planta conociendo la ley de la trituradora. Como quiera que la ley en la planta responde a un muestreo con fragmentos sensiblemente menores que los de la trituradora, se aceptan estos valores como correcto, según se infiere de la fórmula de Richards-Chechette.

$$Q = kd^2$$

donde:

$Q$  = Peso de la muestra

$K$  = Factor dependiente de la mena

$d$  = Diámetro de los fragmentos mayores

### Información resultante

Por cada una de las corridas del programa se obtienen los siguientes resultados:

a Para el cálculo de los factores.

Se obtienen los factores por realces en el mismo orden en que aparecen en los datos y además se obtiene una matriz con las toneladas calculadas.

b Para el cálculo de las leyes.

En este caso se obtienen las leyes por realces.

### Determinación de la ley geológica media de extracción

En la explotación del Yacimiento "Matahambre" se aplica la norma NF 08-00-01 que permite conocer la dilución sin recurrir a los contenidos químicos, basándose en la documentación de las potencias (espesores) de mena y roca estéril (o mena pobre), y en la determinación de los pesos volumétricos de ambos materiales, toda vez que el peso volumétrico es una función directa del contenido metálico.

La norma prevé:

- Determinar en cada realce, las potencias geológicas y los pesos volumétricos de la mena y el estéril (o mena de balance).
- Documentar los realces cuidadosamente señalando las potencias geológicas y el espacio total de arranque.
- Hacer, sobre la documentación, mediciones cada 3,0 metros, calculándose la dilución por la fórmula establecida.
- Utilizar un modelo especial establecido para el control de la dilución.

$$\text{Dilución} = \frac{Pr}{Pg \cdot K + Pr} \cdot 100 (\%)$$

Donde:  $Pr = Pa - Pg$

$Pr$  = Potencia de las rocas estériles o mena de balance arrancadas, en metros.

$Pa$  = Potencia total de las rocas arrancadas (espacio real de trabajo en el frente).

$Pg$  = Potencia geológica que determina el mineral balanceado que debe ser extraído en metros.

$K$  = Coeficiente que relaciona los pesos volumétricos de la mena y el estéril (o mena fuera de balance).



$$K = \frac{M}{R}$$

M = Peso volumétrico de la mena balanceada (Mg/m<sup>3</sup>).

R = Peso volumétrico de la roca estéril (o mena fuera de balance) (Mg/m<sup>3</sup>).

Mg = Megagramo — Tonelada métrica.

De la aplicación de esta norma de fábrica es posible, una vez determinada la ley media de extracción (incluyendo la dilución), determinar la ley geológica media del mineral explotado, considerando la dilución obtenida en el período y, consecuentemente, incluir esos datos en el balance de las reservas. Las cantidades extraídas para el balance se tomarán de las actualizaciones topogeológicas, y la cantidad extraída por realce, determinada con la computadora, servirán de control para el cálculo de la dilución.

## BIBLIOGRAFIA

BANDERA, I. Proyección axonométrica yacimiento Matahambre. 1970.

CHEDIACK, S. Documentación de los realces de explotación, 1977.

SANTANA, O. Estudio de la posibilidad de elevar la eficiencia del yacimiento de Matahambre que se encuentra en explotación, *Sofia*, 1967.

GASS, SAUL I. Programación Lineal, 1964.

KUROSCH, A. G. Curso de álgebra superior, 1962.

LITAVEC, KRAL, PEREZ, BANDERA. Informe Geológico 1970.

Norma de Fábrica NF 08-00-01 Dilución de los minerales en la explotación de los yacimientos. Metodología para su control.

ROUTHIER, P. Les Gisements Métallifères, *Paris*. 1963.

SANTANA, O. Estudio sobre las formas y dimensiones de los cuerpos minerales de Matahambre.

SANTANA O. DUQUESNE, S. Y DIEGO L. A. Método para pronosticar las leyes (contenido Cu) en el mineral de Cabeza Matahambre, 1978. Consejo Técnico Empresa Minera de Occidente.

UDC: 620.113:622.142.5:622.145.5:681.3

## ABSTRACT

At the Matahambre are deposit the sampling of the stopes is done every second cut and there is no individual sampling of the more mined from each stope. There are practical difficulties to improve sampling at the mine. This paper analyzes the variability of the geological tenor by zones taking into account the existing data, which unfortunately don't represent the deposit.

A method is proposed to ascertain the mean tenor of the ore mined every month from each stope using the computational techniques and the further behaviour of the tenor variation for each stope.

On the basis of the data to be from the implantation of this method, and from the knowledge of the dilution obtained from the factory standard NF 08-00-01, it will be possible to ascertain the mean geological tenor of the ore mined for the periods used in the balance of the ore reserves, as well as to sustain the tendencies of variation of the tenor for each stope.

УДК: 620.113:622.142.1:622.145.5:681.3

## РЕФЕРАТ

На месторождении Матаамбре осуществляется отбор проб восстающих выработок. На каждом втором разрезе не проводится отбор проб отбитой руды по восстающим выработкам, так как существуют практические трудности для улучшения отбора проб на шахте.



В этой работе проведен анализ изменяемости геологического закона по районам с использованием существующих данных.

Предлагается метод для определения среднего процента добычи по восстающим выработкам с применением вычислительной техники и последующего изменения процента добычи по восстающим выработкам.

На основе данных, которые будут получены при внедрении данного метода, можно будет определить средний геологический закон отбитой руды для периодов, использованных в балансе запасов. А так-

же можно будет установить направления изменяемости закона по каждой восстающей выработке.

LIC. JOSE IZQUIERDO CEDEÑO

CSc. ING. ORESTES SANTANA

ING. LUIS A. DIEGO VERDECIA

Son colaboradores de nuestra revista donde han publicado varios artículos.

---

# Características geólogo-geoquímicas de un tipo de manifestación de cobre-molibdeno en Cuba

C.D.U.: 553.07:553.462'43

Ing. Pak. G. F.

Ing. Gajardo M. M.

Ing. Laverof Y. P.

Centro de Investigaciones Geológicas

*Se exponen los resultados del estudio geólogo-geoquímico de una manifestación de cobre-molibdeno. Se dan las características breves de la posición litólogo-estructural de las rocas alteradas hidrotermalmente, de la mineralogía y de la morfología de los cuerpos minerales. Se describen las propiedades geoquímicas de las aureolas endógenas. Se ofrece la zonalidad del campo mineral por las propiedades de la localización, y la composición de las aureolas exógenas.*

*Las propiedades reveladas de la manifestación descrita pueden servir para argumentar los métodos de búsqueda, en Cuba, de tipo semejante.*

## INTRODUCCION

Teniendo presente la importancia relevante de las formaciones de mena cobre-molibdeno en la economía mundial, caracterizadas por su amplio desarrollo y porque con ellas están relacionadas una serie de grandes yacimientos industriales, cualquier hallazgo de una mineralización con estas características, presenta indudablemente interés práctico.

Yacimientos de este tipo se conocen en muchas regiones del mundo, incluida la región del Caribe (Puerto Rico, Santo Domingo, Islas Vírgenes, etc.). Sin embargo, llama la atención que dentro de las islas grandes del