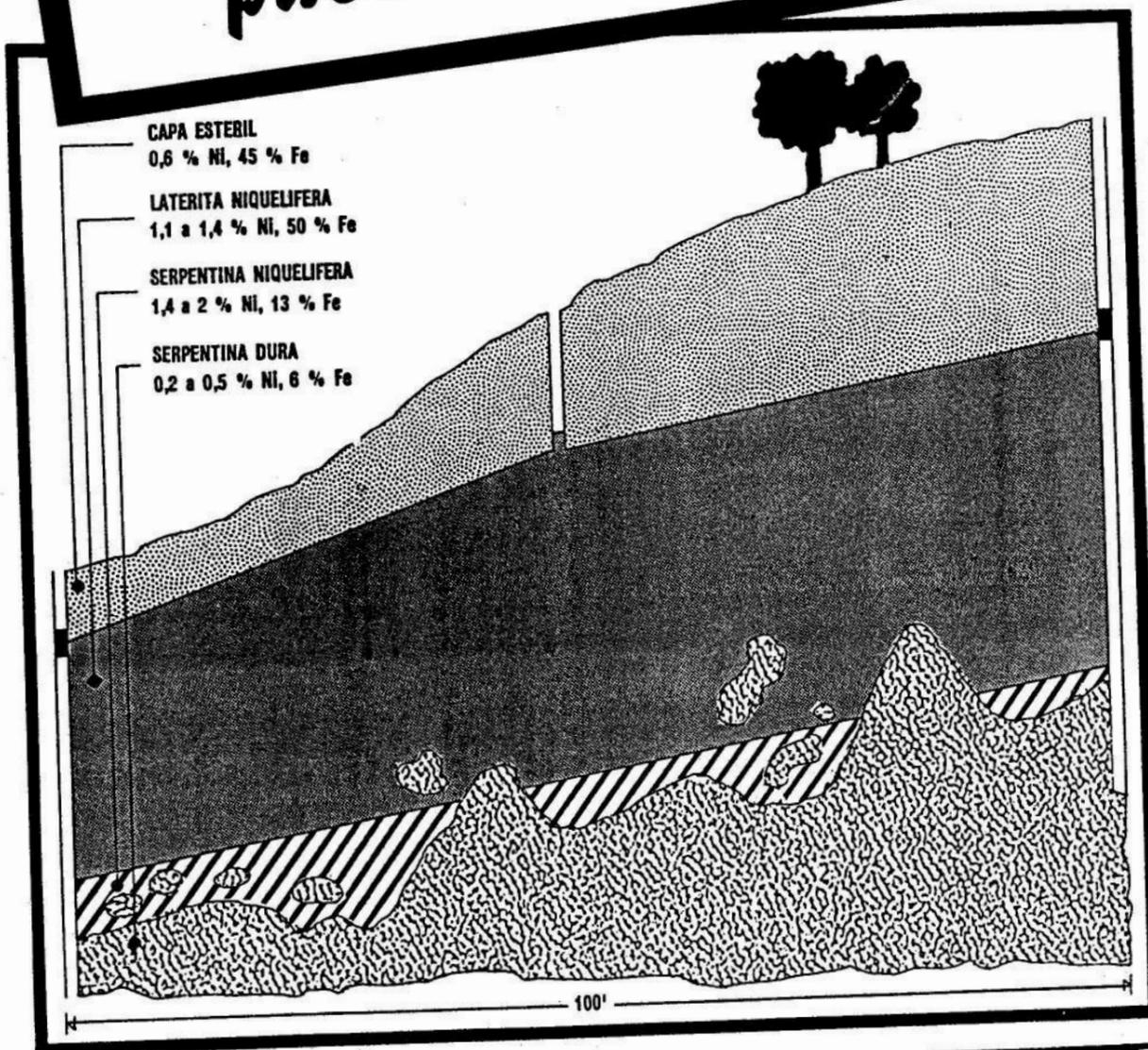


**Nuestro tesoro natural
puede llegar a ti**



CUBANIQUEL



COMPOSICION DE LAS PULPAS LIMONITICAS DE LA PLANTA "PEDRO SOTO ALBA". PARTE II. PERIODO DE CRISIS DE SEDIMENTACION

Dra. Aida Almaguer Furnaguera

Empresa Geólogo Minera Oriente. Santiago de Cuba

RESUMEN

Se analizan las características de las pulpas limoníticas procesadas en la planta "Pedro Soto Alba" de Moa, durante el mes de mayo de 1993, las cuales provocaron problemas al proceso tecnológico debido a la obtención de pulpas con por cientos de sólido muy bajos. La causa de la mala sedimentación no ha sido definida aún por las investigaciones desarrolladas, aunque algunos investigadores sostienen que son los minerales gibbsita y caolinita los causantes de la no sedimentación de la pulpa.

En este trabajo se demuestra que aunque estas fases influyen, otros minerales, e incluso la misma fase goethítica con características coloidales, son los componentes de las pulpas en el periodo analizado.

Las pulpas limoníticas que entran en el proceso de lixiviación de la planta "Pedro Soto Alba", son preparadas mediante el lavado y la clasificación granulométrica (cribado) separándose una fracción limonítica de partículas menores de 83 μm , de un rechazo mayor compuesto, y además, por fracciones serpentiniticas.

La pulpa de la fracción limonítica entra a los tanques espesadores con un 25 % de sólido. El diseño de la planta señala que para la obtención de buenos índices tecnológicos en el proceso, la pulpa debe salir de los espesadores con un 47,8 % de sólido. Muchas veces el contenido de sólido se ve afectado por el proceso de sedimentación obteniéndose valores por debajo del 43 %. Esto conlleva a que se realicen numerosos trabajos investigativos para analizar la afectación de estos parámetros y las causas que lo provocan.

Con vistas a acelerar el proceso de sedimentación se ha investigado, tanto en periodos de mala como de buena sedimentación, el pH, la sedimentación de clases de partículas clasificadas, la influencia de los cam-

ABSTRACT

This paper deals about the characteristics of limonitic pulps from "Pedro Soto Alba" nickel plant in the month of may/1993 when it had problems in the technological process for obtaining pulps with low percent of solid.

The mineralogical composition of gibbsite and caolinite is given in motive of "crisis period". This work demonstrates that those minerals are not the only ones in the pulp, but goethite and others.

pos magnéticos, eléctricos y ultrasónicos; reactivos; reguladores de la coagulación; estudios mineralógicos y de la composición sustancial de las pulpas.

Los estudios mineralógicos de los yacimientos minados actualmente para el proceso tecnológico son pobres y no abarcan toda el área del yacimiento, de igual modo cada parámetro se ha estudiado de forma aislada y las proposiciones concretas a la industria para evitar la mala sedimentación han sido escasas.

Materiales y métodos

En este trabajo se utilizaron 19 muestras que contemplan el transcurso de la pulpa desde el embudo alimentador hasta el procesamiento de la misma, además del material de cabeza del frente de minado (mena).

Durante el período muestreado la planta se alimentó de diferentes yacimientos y distintos bloques de ellos.

En la Tabla 1 se refleja los puntos de muestreo de las pulpas y el yacimiento minado.

TABLA 1. Procedencia de la mena

13 de mayo de 1992	Muestra	Punto de muestreo
Bloque A-21, A-22 yacimiento Atlantic	D-38	Frente de Cantera
	D-38-1	Embudo de alimentación de la planta de preparación de pulpa
	D-38-2	Pulpa producto cogida en la planta de preparación de pulpa
	D-38-3	Pulpa producto cogida a la entrada de los espesadores
Bloque A-21, B-22 yacimiento Atlantic	D-43	Frente de Cantera
	D-43-1	Entrada de alimentación de la planta de preparación de la pulpa
	D-43-2	Pulpa producto cogida en la planta de preparación de pulpa
	D-43-3	Pulpa producto cogida en la entrada de los espesadores
15 de mayo de 1992		
Bloque G-18 yacimiento Yamanigüey	D-23	Frente de Cantera
	D-23-1	Embudo de alimentación de la planta de preparación de pulpa
	D-23-2	Pulpa producto cogida en la planta de preparación de pulpa
	D-23-3	Pulpa producto cogida en la entrada de los espesadores

TABLA 1. (Continuación)

15 de mayo de 1992	Muestra	Punto de muestreo
Bloque M-21, Zona Sur	D-52	Frente de Cantera
	D-52-1	Embudo de alimentación de la planta de preparación de pulpa
	D-52-2	Pulpa producto cogida en la planta de preparación de pulpa
	D-52-3	Pulpa producto cogida a la entrada de los espesadores
28 de mayo de 1992		
Bloque M-21, Zona Sur	D-52-28 / 5-1	Embudo de alimentación de la planta de preparación de la pulpa
	D-52-28 / 5-2	Embudo de alimentación de la planta de preparación de la pulpa
Bloque G-18 yacimiento Yamanigüey	D-23-28 / 5	Pulpa procesada

El tratamiento de las muestras se efectuó bajo un esquema que abarcó diferentes técnicas y marchas analíticas, con el fin de obtener, por ciento de sólido en la pulpa, composición granulométrica, forma y tamaño de las partículas, composición química, composición de

elementos minoritarios, composición mineralógica, estructura cristalina, composición de metales en el material amorfo y otros aspectos.

La Figura 1 muestra el esquema de tratamiento de las muestras.

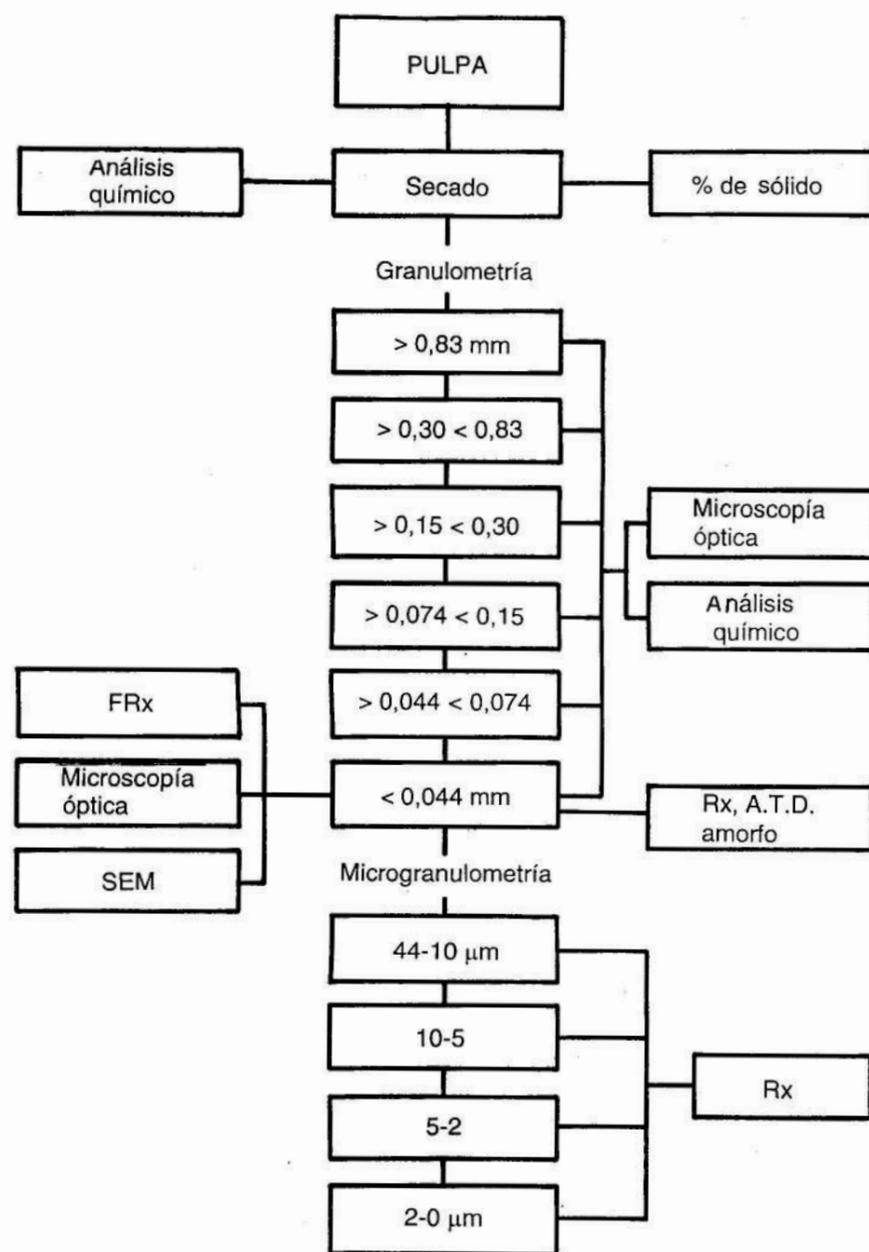


FIGURA 1. Esquema de tratamiento de las pulpas.

RESULTADOS

Las pulpas analizadas en los puntos de entrada a los espesadores sobrepasan el 25 % de sólido, pero no alcanzan el parámetro establecido al ser procesadas. Por ejemplo, la pulpa D-23 (28 de mayo de 1992) alcanzó sólo el 28 %.

Con este simple análisis del por ciento de sólido, no es posible determinar el futuro comportamiento de la pulpa en la sedimentación. En sentido general los cuatro grupos que se presentan tienen similar comportamiento. El grupo D-38 del yacimiento Atlantic es el que peor se comporta, y el de mejor comportamiento, el 28 de mayo de 1992, fue el D-52 correspondiente al yacimiento Zona Sur, siendo a su vez el de mayor contenido de sílice y de magnesio.

Del análisis granulométrico se observa que a excepción del bloque G-18 del yacimiento Yamanigüey (muestras D-23, D-23-1, D-23-2, D-23-3 y D-23 28/5) y la muestra D-58 28/5-2 del bloque M-21, yacimiento Zona Sur, el volumen mayor de partículas de las pulpas (más del 90 %) corresponde a tamaños de granos menores de 44 μm. No obstante, generalmente en todas las pulpas, más del 80 % del volumen corresponde a ese tamaño de grano.

La microgranulometría de las pulpas demuestra, que en los períodos de crisis la composición de las partículas es la siguiente:

m	0-2	2-5	5-10	10-44	44-830
%	21	11	24	34	10

La granulometría de las pulpas procesadas demuestra una disminución de partículas finas, con el consecuente aumento de las gruesas, con respecto a la composición de las pulpas a la entrada de los espesadores. Esto provoca un enriquecimiento en el tanque espesador de partículas finas, lo que trae aparejado un aumento en la viscosidad de las pulpas.

La diferencia en cuanto a la composición granulométrica entre los grupos de pulpas de los diferentes yacimientos, no es grande, sí es de señalar que las muestras tomadas el 28 de mayo en el embudo alimentador del yacimiento Zona Sur, poseen un incremento de las partículas mayores de 44 μm, y aunque pueden influir otros factores, son las muestras de los grupos analizados las que mejor se comportan en la sedimentación.

Todos estos aspectos demuestran la necesidad de prestar una atención especial al factor composición granulométrica de las pulpas.

Es característico, para las pulpas estudiadas, la diferenciación en la composición química según grupos de partículas homogéneas, lo cual no puede desvincularse de la mineralogía de las mismas.

En el grupo D-23 del bloque G-18, Yamanigüey, las clases granulométricas mayores de 44 μm están compuestas por abundante cuarzo, minerales de serpentina, minerales arcillosos, magnetita y goethita. La forma de estos granos minerales es variada, prismática, tabular, subredondeada, redondeada, irregular, en forma de placas o de láminas.

En los grupos D-38 y D-43, yacimiento Atlantic, y D-52, Zona Sur, las partículas, sobre todo en los dos primeros grupos, están casi totalmente compuestas

por gibbsita de formas planas y superpuestas por pequeñas formas redondeadas o formas arriñonadas, subredondeadas, algo planas, y además en forma de tubos. También acompañan a esta fase, goethita, magnetita, espinelas cromíferas y algo de cuarzo y minerales de serpentina. En Zona Sur existe cierta diferencia con respecto a Atlantic, en su composición, ya que en los granos del primero hay más cuarzo y muy poca o ninguna serpentina.

Las partículas finas en general son pequeñas láminas subredondeadas y planas.

Las pulpas preparadas con estos tamaños de granos y analizadas por microscopía óptica, después de tenerlas en agitación manual, a intervalos, durante 24 horas muestran lo siguiente:

Sus partículas tienden a unirse en la pulpa formando una red, a veces densa como una malla. En algunos casos se tiende a la nucleación, observándose, al parecer, como tamaños de granos más grandes (Figura 2). Este tipo de atracción de las partículas en la pulpa bien puede ser un retardador de la sedimentación y contribuir al aumento de la viscosidad. La forma en que las partículas finas se comportan, aglomerándose, lo cual puede estar influenciado por la composición iónica de la pulpa o por otras características propias de la composición mineralógica y su estado cristalino, determina la necesidad de continuar la investigación en este sentido.

Las pulpas del yacimiento Atlantic y en ocasiones de Zona Sur, están constituidas por una fase mayoritaria goethítica en los tamaños de granos menores de 0,044 μm, y en las mayores, por una fase gibbsítica. Lo anterior provoca que la composición química absoluta por clases granulométricas sea férrica en los granos finos y aluminica en los gruesos. Aunque la gibbsita en estos yacimientos también se encuentra en tamaños menores de 44 μm.

Las pulpas tomadas el 18 de mayo de 1992 en el yacimiento Zona Sur se diferencian de las tomadas el día 28 (muestras D-52 28/5-1 y D-52 28/5-2) en que no corresponden al mismo tipo de mena. Las primeras son menas contenidas en un ocre laterítico típico y las segundas, en la base o comienzo del corte intemperizado laterítico, o sea, ocrees estructurales iniciales. En ellos la lixiviación de la roca no ha sido completa y es por esto que los contenidos de sílice y magnesio son altos. Esta parte del corte es rica en níquel, no siendo así para el cobalto. Sus fracciones finas están enriquecidas en hierro, ya que al comenzar el intemperismo laterítico la transformación de los minerales primarios en goethita ocurre de forma preferencial en estos tamaños de granos, debido a la formación propia de estos minerales.

A esta fase se asocia la mayor parte del níquel. Los granos gruesos están compuestos, fundamentalmente, por minerales de serpentinas y arcillosos con algo de magnetita.

Otra característica mineralógica y por tanto química de las pulpas del yacimiento Yamanigüey es que en ellas el enriquecimiento de las partículas gruesas es de sílice. Esto se debe a que muchos granos están formados, esencialmente, por cuarzo, algunos como fase principal, aunque su composición sigue siendo férrica en los granos finos.

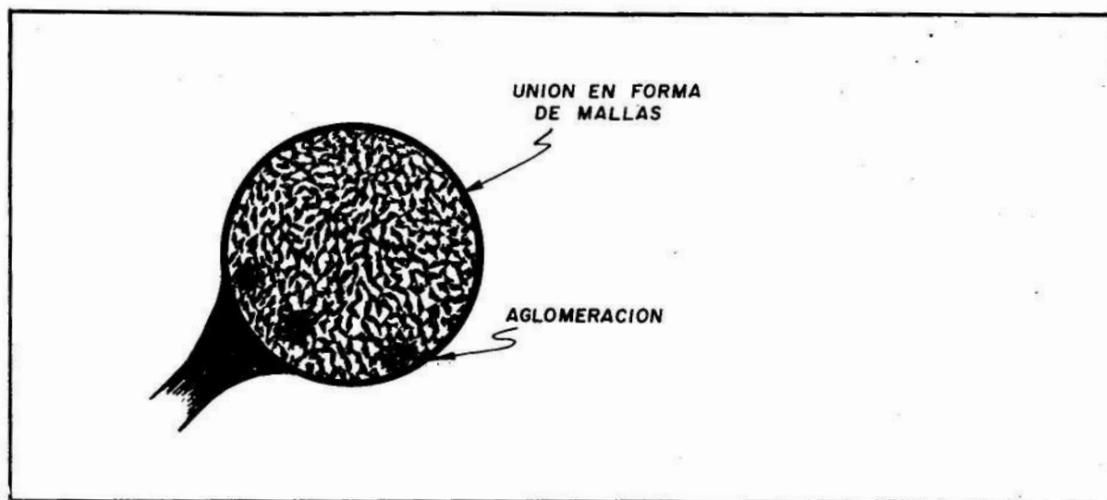


FIGURA 2. Comportamiento de las partículas en la pulpa.

En sentido general, para todos los grupos de pulpa, el material amorfo es mayoritario en los minerales de manganeso muy enriquecidos en cobalto, y se localiza en las clases intermedias hacia las finas, desde los tamaños de granos mayores de 150 μm .

El cromo se encuentra, generalmente, en las clases gruesas, y aunque por el recálculo químico las clases finas lo contienen, es bueno señalar que una parte del mismo se encuentra unida a la fase goethítica.

Los grupos de pulpa investigados poseen diferente comportamiento químico-mineralógico, lo que obedece al tipo de mena que se extrae del frente de cantera. El hallazgo de plagioclasas y la composición gibbsítica del yacimiento Atlántico, definen una corteza de intemperismo contenedora de menas, producto de rocas peridotíticas, algo básicas, y el contenido de sílice en el yacimiento Yamanigüey, define una redistribución de sílice en la corteza.

La planta se alimenta de una misma mena, teniendo en cuenta los contenidos de hierro, níquel y cobalto, pero existen diferencias en la composición sustancial de ellas. No se forman en las cortezas de intemperismo los mismos minerales cuando las rocas madres que les da origen son diferentes, y aunque la composición mineralógica relativa al volumen total de la mena global es goethítica, que a su vez influye en la composición férrica de ellas, no tiene igual comportamiento en la interfase sólido-líquido. Un ejemplo evidente se manifiesta, en los diferentes tipos de minerales arcillosos que acompañan a la goethita, que pueden además, influir en la viscosidad de la pulpa.

La ubicación de la mena en el corte de intemperismo del yacimiento, o sea, la zona geoquímica, determina el grado de madurez de la misma que influye en la cristalinidad de los minerales que contiene. Los sistemas coloidales o poco cristalinos, que constituyen las clases finas menores de 44 μm , a los que puede estar asociada la goethita, son determinantes en los

fenómenos de absorción iónica, e incluso, en las propiedades de superficie y otras que influyen en los procesos de sedimentación de las pulpas.

CONCLUSIONES

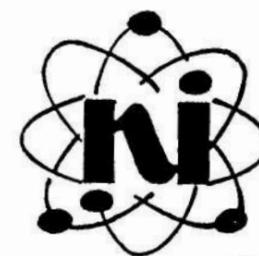
1. El comportamiento del parámetro por ciento de sólido de las pulpas a procesar, no determina el buen comportamiento de las mismas en los espesadores.
2. La composición granulométrica de las pulpas varía poco entre los diferentes yacimientos, y las mismas poseen composiciones de partículas mayoritariamente en tamaños de granos, entre 0 y 10 μm . Existen variaciones granulométricas de la pulpa entre los puntos del embudo alimentador y la salida de los espesadores. Esto influye en el comportamiento de la sedimentación de las pulpas y provoca un aumento de la viscosidad.
3. La forma de las partículas y su comportamiento en forma de enrejillado, puede ser un retardador de la sedimentación.
4. Los contenidos de Fe, Ni y Co del material de alimentación no permiten determinar la influencia de la composición de las pulpas en la sedimentación. Se comprueba, por estudios mineralógicos, que menas iguales en contenido, corresponden a composiciones mineralógicas diferentes.
5. La composición mineralógica fundamental de las pulpas estudiadas es goethítica, acompañada por otras fases que varían según el yacimiento minado.
 - Atlántico: mucha gibbsita, minerales arcillosos y serpentina (bloque A-22);
 - Zona Sur: mucha gibbsita, minerales arcillosos y poco cuarzo;
 - Yamanigüey: mucho cuarzo, serpentina y minerales arcillosos.

6. El estudio del material amorfo demuestra que en su composición son fundamentales los minerales de manganeso, al cual está asociado el cobalto.
7. Con el muestreo realizado pudo determinarse que a la planta entra material no menífero para el proceso, lo que puede afectar la eficiencia de la lixiviación.
8. A los factores tamaño y forma de las partículas, composición química (iónica), mineralógica y cristalinidad de los sólidos, debe prestársele la debida atención, no sólo por el comportamiento de ellos en el proceso de sedimentación, sino también en la eficiencia de la lixiviación. Estos factores deben ser controlados desde los frentes de minado.

BIBLIOGRAFIA

- ALMAGUER, A.: "Mineralogía y geoquímica de la corteza de intemperismo laterítico de las rocas ultramáficas de la provincia de Holguín", Tesis de doctorado CIACC, La Habana, 1989.
- : "Informe parcial de la tarea # 2 del tema investigativo de las lateritas", Empresa Geólogo Minera Oriente, Santiago de Cuba, 1993.
- FALCON, J.: "Consideraciones sobre la sedimentación de la pulpa limonítica en la planta Cmdte Pedro Soto Alba", en *Rev. Minería y Geología*, no.2, 1983.
- FAGET, G.: "Síntesis y caracterización de goethitas con sustituyentes", Trabajo de diploma, Facultad de Química, Univ. de la Habana, 1988.
- FALCON, J. y A. HERNANDEZ: "Influencia de la composición de la pulpa limonítica en la velocidad de sedimentación", en *Rev. Minería y Geología*, no. 3, 1987.
- FALCON, J. y otros: "Sedimentación de pulpa cruda en la ECPSA", Primer coloquio científico politécnico ISPJAM, Santiago de Cuba, septiembre de 1989.

- FERRER, E.: "Estudio de sedimentación del mineral laterítico en los espesadores de la fábrica Pedro Soto Alba", Seminario Internacional de Lixiviación Ácida de Minerales Lateríticos", Moa, Noviembre de 1991.
- GARCELL, L. y A. CERPA: "Caracterización reológica de las pulpas de limonita de Moa", *Revista Tecnología Química* 1, ISPJAM, Santiago de Cuba, 1992.
- GONDIN DE ANDRADE E SILVA: "Mineralogía, material amorfo, evolución genética e estudio de níquel e cromo de perfil de alteración de macico ultramáfico de Santa Fe, Goiás", Universidad de Sao Paulo, Instituto de Geociencias, 1980.
- KUHNEL, R.: "The crystallinity of minerals in alteration profiles (an example in goethite in laterite profile)", *Min. Society Symposium Sheffield, Delft. The Netherlands*, 1973.
- MONTERO, M.: "Algunas consideraciones acerca del espesamiento de la pulpa en el proceso metalúrgico", Trabajo de diploma, ISMM, Moa, 1989.
- MACLES, G.: "Caracterización mineralógica de la pulpa limonítica de los espesadores de la empresa Cmdte Pedro Soto Alba (II)", Trabajo de diploma, ISMM, Moa, 1990.
- MARRERO, J.: "Caracterización mineralógica de pulpas crudas en la ECPSA", Trabajo de diploma, ISMM, Moa, 1991.
- NUÑEZ, J. y R. RAMIREZ: "Estudio del Mg, Al, SiO₂ y su influencia en la sedimentación de los espesadores de pulpa haciendo perfiles de Mg y pH", Trabajo de diploma, ISMM, Moa, 1984.
- PONCE, N.; N. HERNANDEZ y G. INFANTE: "Posible influencia de la composición mineralógica en la sedimentación de la pulpa cruda de Moa", en *Rev. Minería y Geología*, no.3, 1983.
- PLUMMER, B.: "Influencia de la fracción 325 en los espesadores", Trabajo de diploma, ISMM, Moa, 1978.
- QUINTANA PUCHOL, R. y R. GONZALEZ: "Estudio de la pulpa cruda del mineral laterítico del yacimiento de Moa (I). Análisis granulométrico", en *Rev. Minería y Geología*, no. 3, 1984.
- WEST, D.: "Homogenización del mineral limonítico del norte oriental, así como, la influencia de esta en la sedimentación de la pulpa limonítica de la ECPSA", Trabajo de diploma, ISMM, Moa, 1992.



¡EXCLUSIVO!

EL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA LATERITA le ofrece la posibilidad que Ud. espera

