

El análisis de la tabla muestra que utilizando el método antes expuesto de la carga de las placas fotográficas del tipo F-22 se pueden obtener fotos de alta calidad para la medición. En el método fotográfico las determinaciones de los desplazamientos en las fotos es mejor obtenerlas por el método de los desplazamientos.

REFERENCIAS

1. SERDIUKOV, V. M.: La fotogrametría en la construcción industrial y civil. Ed. Nedra. Moscú, 1977.

CDU 549.08 + 543.2/. 42 + 622.7.016.32 (729.16)

POSIBLE INFLUENCIA DE LA COMPOSICION MINERALOGICA EN LA SEDIMENTACION DE LA PULPA CRUDA DE MOA

RESUMEN

En el artículo se presentan los resultados preliminares de las investigaciones mineralógicas de la pulpa cruda de la planta "Pedro Sotto Alba" de Moa.

En total se analizaron 3 muestras, la primera en la planta de preparación de pulpa; la segunda de la pulpa a la salida de dicha planta y la tercera de la pulpa a la entrada de los tanques de sedimentación.

Las muestras fueron sometidas a los siguientes ensayos: análisis granulométrico y microgranulométrico, separación magnética, análisis mineralógico-petrográfico, análisis químico, análisis de fases y análisis espectral. Se realizó también recálculo mineralógico de acuerdo a los resultados de los análisis químicos.

Al final se presentan las conclusiones obtenidas por los autores.

ВОЗМОЖНОЕ ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА НА ОСАЖДЕНИЕ ПЕРВИЧНОЙ ПУЛПЫ НА ЗАВОДЕ Г. МОА

Резюме

В статье приводятся предварительные результаты минералогических исследований первичной пульпы на заводе "Педро Сото Альба" г. Моа.

Всего были изучены 3 отобранные пробы, первая - на установке подготовки пульпы, вторая - на выходе пульпы из этой установки и третья - на входе пульпы в осадительные резервуары.

Пробы исследовались на: гранулометрический и микрогранулометрический анализ, магнитная сепарация, минералого-петрографический анализ, химический анализ, фазовый анализ и спектральный анализ. Кроме того, был выполнен минералогический пересчет в соответствии с результатами химических анализов.

В заключение приводятся выводы авторов по выполненной работе.

POSIBLE INFLUENCIA DE LA COMPOSICION MINERALOGICA EN LA SEDIMENTACION DE LA PULPA CRUDA DE MOA

Ing. Nyls Ponce *

Ing. Nilda Hernández *

Lic. Guillermo Infante *

Técnicos Ileana Cabrera * y Mirtha Hidalgo *

*CIG

INTRODUCCION

En el presente trabajo se recogen los resultados preliminares de las investigaciones mineralógicas que sobre la pulpa cruda de Moa se vienen realizando en el CIPIMM.

El objetivo del mismo es llamar la atención de los investigadores sobre la posible influencia que pueda tener la composición mineralógica en el proceso de sedimentación de la planta.

Esta tarea investigativa ha sido previamente coordinada con especialistas de la fábrica, llegándose al acuerdo que se tomarían tres muestras: la primera del mineral a la entrada de la planta de preparación de la pulpa (muestra # 1); la segunda de la pulpa a la salida de esta planta (muestra # 2) y la tercera de la pulpa a la entrada de los tanques sedimentadores (muestra # 3); estas dos últimas con un 25 % de sólido y en correspondencia con condiciones de sedimentación buena, regular y mala, para poder comparar los resultados.

Los compañeros de la fábrica han sido los encargados de seleccionar las muestras de acuerdo a las diferentes condiciones de sedimentación, y los resultados que aquí ofrecemos corresponden, según los datos del pasaporte, a muestras con sedimentación regular.

Actualmente se continúan los estudios correspondientes a muestras con sedimentación buena y posteriormente se harán con muestras de sedimentación mala, a fin de poder ofrecer resultados que sean de interés para la industria.

Deseamos aprovechar la oportunidad para reconocer la colaboración del ingeniero Conrado García en la separación microgranulométrica de las muestras.

**METODOLOGIA UTILIZADA EN LA INVESTIGACION,
RESULTADOS Y DISCUSION DE LOS MISMOS**

Los métodos utilizados en la investigación fueron:

1. Toma de muestras.
2. Análisis granulométrico y microgranulométrico.
3. Separación magnética.
4. Análisis mineralógico y petrográfico.
5. Análisis químico.
6. Análisis de fases (térmico, roentgenoestructural y espectrométrico).
7. Recálculo mineralógico.

Toma de muestras

El primer grupo de muestras fue tomado en condiciones regulares de sedimentación en los puntos prefijados.

Las muestras tomadas fueron envasadas en tanques plásticos de boca amplia para su homogenización y posterior utilización.

Después de homogenizadas, las muestras fueron cuarteadas hasta 1 kg, tomando este como peso inicial para realizar los diferentes métodos de análisis.

Análisis granulométricos y microgranulométricos

El análisis granulométrico se realizó por vía húmeda.

Se tomó 1 kg de cada muestra, se tamizaron y se obtuvieron 4 clases granulométricas: + 0,10 mm; - 0,10 mm + 0,074 mm; 0,074 mm + 0,044 mm y - 0,044 mm .

La clase 0,044 mm se sometió a análisis microgranulométrico y se obtuvieron las siguientes clases; < 44 μ ; 44 μ ; 30 μ ; 10 μ y 5 μ .

Los resultados de la recuperación por clases granulométricas de las muestras se presentan a continuación en por ciento de peso.

TABLA 1. Distribución del material por clases granulométricas de las muestras 1, 2 y 3.

Fracciones (mm)	% Peso muestras 1, 2 y 3		
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
+ 0,10	5,9	0	0
+ 0,074	7,7	6,48	5,76
+ 0,044	3,9	3,89	3,45
- 0,044	82,5	89,63	90,78
TOTAL	100	100	1 000

TABLA 2. Distribución del material por clases microgranulométricas correspondientes a las muestras 1, 2 y 3.

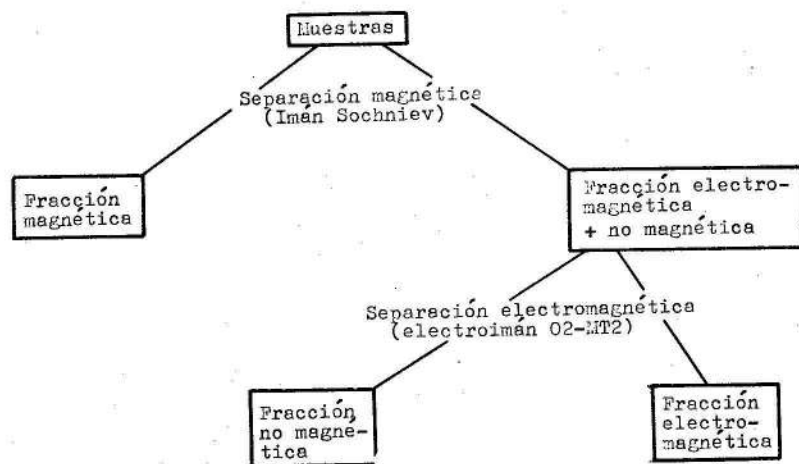
Fracciones (μ)	% Peso muestras 1, 2 y 3		
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
44-30	62	64	65
30-20	19,3	25	25,4
20-10	18,5	10	8,9
10-5	0,05	0,01	0,05
5	0,002	0,02	0,02
TOTAL	99,85	99,03	99,37

Como se puede observar en la Tabla 1, se experimenta un aumento significativo de los por cientos recuperados hacia la clase - 0,044 mm en todas las muestras; además, observamos un aumento de 8,28 % de esta misma clase, del mineral a la pulpa.

En la Tabla 2 se exponen los resultados obtenidos en la clasificación microgranulométrica, en la cual se experimenta el predominio de la clase 44-30 μ en cada una de las muestras; además, hacia la muestra 3 se detecta un aumento del 3 %. Este aumento de las clases finas del mineral a la pulpa aún no sabemos cómo puede reflejarse en la sedimentación.

Separación magnética

Las clases mayores comprendidas entre + 0,10 mm y - 0,044 mm fueron separadas con el imán de mano Sochniev y con el electroimán O2-MT2, aplicándoles una intensidad de 1A, para la obtención de las fracciones electromagnéticas y no magnéticas.



El objetivo de la separación magnética, además de servir para facilitar el diagnóstico de las fases mineralógicas presentes en las muestras, ha servido para conocer preliminarmente las propiedades magnéticas y electromagnéticas de ellas.

Los resultados en por ciento de peso los ofrecemos en la Tabla 3.

TABLA 3. Distribución del material magnético, electromagnético y no magnético en las clases + 0,074 y + 0,044 de las muestras 1, 2 y 3.

Muestra	Clases (mm)	% Peso Fracc. Mag.	% Peso Fracc. Electro.	% Peso Frac. No Mag.
1	+ 0,074	14,7	70,5	13,6
	+ 0,044	27,4	60,4	6,0
2	+ 0,074	16,3	61,8	21,0
	+ 0,044	7,2	9,0	60,6
3	+ 0,074	19,7	53,14	23,1
	+ 0,044	30,79	60,2	9,0

Como resultado de la separación realizada se observa el predominio de la fracción electromagnética con un comportamiento anómalo de la clase + 0,044 mm de la muestra # 2 en sus fracciones electromagnéticas y no magnéticas. Estas fracciones fueron sometidas a análisis térmico-diferencial, reportando como mineral fundamental de la misma la gibbsita.

La presencia de este mineral en las fracciones electromagnéticas y no magnéticas y la anomalía que presentan las mismas nos indican la posible influencia que pueda tener la composición mineralógica sobre las propiedades físico-químicas del sólido en la planta.

La fracción magnética de las diferentes muestras posee un comportamiento similar en cada una de ellas. Además se observa un aumento de los por cientos hacia las fracciones + 0,044 mm (ver Tabla 3).

Análisis mineralógico-petrográfico

El análisis óptico (mineralógico-petrográfico) se realizó mediante el microscopio binocular estereoscópico (MBS-1) y el microscopio de luz polarizada MIN-8.

Los resultados de estos análisis nos han permitido determinar los minerales presentes en las mismas: goethita, magnetita, gibbsita; cromoespinelas; serpentina; minerales de manganeso; cuarzo y piritita.

A continuación ofrecemos las descripciones mineralógicas-petrográficas de los mismos:

Goethita-hidrogoethita. Aparece ocupando los por cientos fundamentales. Es de color rojo pardusco, de forma irregular muy porosa, fácilmente destruida al contacto con la aguja.

Además aparecen granos redondeados de óxido de hierro (perdigones) de color pardo-negruzco, duros con impregnaciones de ocre.

Magnetita. Presenta en las muestras color negro, forma laminar, la fragilidad es evidente, forma cadenas y se encuentra impregnada de ocre, lo que le da en ocasiones un aspecto rojizo.

Minerales del grupo de la serpentina. Se presentan con colores que van desde verdes hasta blancos, la dureza oscila entre media y baja, las formas presentan impregnaciones de manganeso y ocre.

Minerales de manganeso. Se encuentran impregnados en otros granos minerales, aunque podemos encontrar algunos granos negros irregulares y arrifionados muy blandos, sueltos, de la forma antes descrita.

Cromoespinelas. Presentan su típico color negro brillante; se manifiesta en cristales bien formados y algunos irregulares. La dureza es alta.

Cuarzo. El presente en las muestras tiene colores y formas variadas, ya que lo podemos encontrar blanco cristalino y lechoso con colores parduscos.

La dureza del mismo es alta y se encuentra impregnado en ocasiones por ocre.

En la muestra correspondiente al mineral a la entrada de la planta de preparación de pulpa fue encontrada piritita caracterizada por su típico color amarillo pálido, sistema cúbico de cristalización y dureza media. Esta fue corroborada por los análisis térmicos efectuados.

ANÁLISIS QUÍMICOS

La composición química se determinó mediante el análisis químico por vía húmeda clásico de las muestras de cabeza, en el laboratorio de química analítica del CIPIMM.

Los elementos determinados fueron:

NiO; CoO; Cr_2O_3 ; Al_2O_3 ; TiO_2 ; MgO; MnO; Fe_2O_5 ; CaO; NaO; FeO; N_2O ; PPI.

También fueron analizados químicamente las clases de 44-30 μ .

Los resultados se presentan a continuación.

TABLA 4. Composición de las muestras 1, 2 y 3 y sus microfracciones (peso en por ciento).

Elementos	Fe ₂ O ₃ %	FeO %	NiO %	CoO %	Cr ₂ O ₃ %	Al ₂ O ₃ %	TiO ₂ %	MgO %	MnO %	NaO %	CaO %	Cu ₂ O %	P ₂ O ₃ %	SiO ₂ %	PPI %	Total %
Muestras																
1	66,06	0,28	1,64	0,41	2,65	8,10	0,98	0,92	0,001	0,05	0,72	0,004	0,72	3,15	12,87	98,28
1(44-30)	67,04	0,21	1,92	0,11	1,45	9,23	0,18	1,61	1,90	traza	0,92	0,03	traza	2,99	12,36	97,06
2	65,63	0,35	1,69	0,17	2,81	8,41	1,00	1,09	0,015	0,05	0,72	0,004	1,12	3,52	12,87	99,44
2(44-30)	66,60	0,23	1,92	0,11	1,45	9,31	0,12	1,66	1,90	traza	0,74	0,04	traza	3,65	11,87	99,11
3	64,92	0,38	1,74	0,19	2,27	8,63	0,95	1,06	0,019	0,02	0,69	0,004	0,90	3,80	12,72	98,44
1(44-30)	66,90	0,10	1,92	0,22	1,68	9,15	0,20	1,76	1,90	traza	0,19	0,031	traza	3,46	12,27	97,79

Como se observa en la tabla los contenidos de los componentes industriales básicos (níquel, cobalto y hierro) se manifiestan de la siguiente forma.

El CoO presenta valores que disminuyen hacia la muestra 3 en las muestras de cabeza. En las microfracciones el valor del mismo disminuye en la muestra 3.

Los contenidos de NiO en las muestras de cabeza experimentan un aumento de 0,1 % hacia la muestra 3; se mantienen constantes los valores del elemento en las microfracciones aumentando estos en relación con las muestras de cabeza.

El contenido de Fe aumenta de la muestra de cabeza a la microfracción en cada una de ellas. Sin embargo, si comparamos su comportamiento en las muestras de cabeza y en las microfracciones observamos una ligera disminución de los contenidos del mismo de la muestra 1 a la 3.

Es interesante los por cientos de Al₂O₃ que presentan las muestras los cuales son elevados y experimentan un aumento aproximado de un 1 % hacia las fracciones finas, además de aumentar en un 0,53 % de la muestra 1 a la 3.

La sílice aumenta de la muestra 1 a la 3 en un 0,65 % presentando un comportamiento irregular en las microfracciones donde aumentan y disminuyen indistintamente de una muestra a otra.

Los contenidos de Cr₂O₃ en las muestras presentan valores mayores en las muestras de cabeza que en las microfracciones.

El TiO₂ se mantiene bastante bajo en la mayoría de las muestras.

El Na_2O , K_2O , CaO y P_2O_5 son elementos que en las muestras de cabeza presentan por cientos bajos y algunos pasan a trazas en las microfracciones.

Los contenidos de Mg aumentan hacia las microfracciones de la muestra 1 a la 3.

ANÁLISIS DE FASES

Los análisis roentgenoestructurales se realizaron en el laboratorio "José Isaac del Corral" en un difractor soviético DRON 2, por el método de Debye, las determinaciones térmicas se realizaron en el laboratorio de Mineralogía del CIPIMM en un equipo DTA UNIVERSAL 0,2 de la VEB Labortechnik (RDA). Los análisis espectrométricos se realizaron en un espectrógrafo de Emisión SP-2, también en el CIPIMM.

Análisis roentgenoestructurales

El diagnóstico de las fases obtenidas por este método se refleja en la siguiente tabla, donde se pueden observar como fases predominantes en las muestras 1, 2 y 3 la goethita y la magnetita.

No. muestra	Minerales presentes
1	Goethita y magnetita
2	" "
3	" "

Análisis térmico

Los resultados obtenidos del análisis térmico realizado a las muestras y sus microfracciones se presentan a continuación en las Figuras 1, 2 y 3 y los generalizamos a continuación.

- Se observa la presencia de goethita en todas las muestras.
- La gibbsita aparece con mayor intensidad en las fracciones electromagnéticas y no magnéticas.
- Se detectaron serpentina, clorita, micas, piritita y magnetita en las diferentes fracciones.

Este análisis se realizó con el fin de caracterizar todas las muestras, así como sus microfracciones, incluyendo sus fracciones magnéticas, electromagnéticas y no magnéticas.

Los análisis efectuados en todas las muestras reportan efectos endotérmicos a temperaturas que oscilan entre 345°C y 330°C correspondientes a la transformación de goethita y/o gibbsita las cuales por su amplitud hacen pensar en la superposición de efectos.

En las curvas correspondientes a las fracciones magnéticas y electromagnéticas se observan exoeftos entre 330°C y 345°C y exoeftos entre 760°C y 850°C , correspondientes a la oxidación de la magnetita.

En las curvas correspondientes a las fracciones no magnéticas se presentan endoeftos a 850°C asociados a la presencia de minerales del tipo micas y cloritas.

También han sido reportados endoeftos a 780°C en la muestra 1 correspondientes a la presencia de serpentinitas.

En la fracción no magnética de la muestra 1 es evidente un exoefto amplio con máximos (500 , 550 y 600) $^\circ\text{C}$ asociables a la descomposición de sulfuros.

ANÁLISIS ESPECTRAL

Los resultados obtenidos para Ni; Cr; Fe; Si; Al; Ti; Ca; Mg; Mn; Co y Pb se expresan en la Tabla 5.

TABLA 5. Resultados del análisis espectral.

Elementos	Ni	Cr	Fe	Cu	Si	Al	Ti	Ca	Mg	Mn	Co	Pb
Muestras												
1	1	1	3	0,1	0,001	3	1	0,3	0,1	0,1	0,01	0,003
2	"	"	"	1	0,003	"	"	0,5	"	"	0,03	0,01
3	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"

Como se puede observar los resultados obtenidos brindan valores fácilmente comparables con los obtenidos por los valores químicos.

RECALCULOS MINERALOGICOS

El recálculo mineralógico fue realizado sobre la base de los resultados de los análisis químicos de las muestras, por el método de las cantidades moleculares y con el apoyo de los resultados de los análisis mineralógicos-petrográficos y de fases.

Los mismos se presentan en las Tablas 6 y 7.

Como se puede observar en las Tablas 6 y 7 la composición sustancial de las muestras de cabeza y sus microfracciones presentan algunas diferencias.

En los resultados obtenidos del recálculo realizado a las muestras 1, 2 y 3 podemos observar lo siguiente:

La goethita presenta valores mayoritarios en las muestras, experimentando una disminución de 1,61 % hacia la muestra 3.

La gibbsita mantiene valores similares con pequeñas variaciones en las tres muestras, ocupando el segundo lugar en importancia después de la goethita, lo cual coincide con los elevados por cientos de Al_2O_3 reportados por análisis químicos.

El aumento de este mineral se experimenta en cada tabla hacia la muestra 3.

La magnetita presenta valores similares en las tres muestras, sólo experimenta una pequeña variación hacia la muestra 3 disminuyendo en un 0,06 %.

La serpentina aumenta sus por cientos en un 0,97 % hacia la muestra 3.

TABLA 6. Composición sustancial de las muestras 1, 2 y 3 halladas mediante recálculo mineralógico.

No.	% Peso Minerales							TOTAL
	Magnetita	Goethita	Gibbsita	Serpent.	Manganeso	Cromitas	Cuarzo	
1	6,74	64,23	14,54	4,68	0,14	2,79	1,05	94,17
2	6,23	63,36	14,85	4,60	0,18	2,98	1,17	94,4
3	6,68	62,62	14,63	5,57	0,20	2,46	2,54	94,7

TABLA 7. Composición sustancial de las microfracciones correspondientes a las muestras 1, 2 y 3, halladas mediante el recálculo mineralógico.

No.	% Peso Minerales							
	Magnetita	Goethita	Gibbsita	Serpent.	Cromitas	Manganeso	Cuarzo	TOTAL
1	6,84	68,46	12,31	3,76	1,27	2,01	2,14	98,79
2	6,71	65,89	13,26	3,84	1,56	2,01	2,44	95,71
3	6,74	64,28	15,29	4,95	1,68	2,12	2,31	97,37

Las cromitas varían muy poco, mientras que el cuarzo y los minerales de manganeso aumentan ligeramente hacia la muestra 3.

En sentido general la composición mineralógica de las muestras de cabeza experimenta algunas variaciones de la muestra 1 a la 3.

Los resultados del recálculo a las microfracciones (44-307) de las muestras nos permiten concluir lo siguiente:

La goethita es la fase fundamental en las muestras, experimentando una ligera disminución relacionada con las muestras de cabeza; entre ellas disminuye en un 4,18 % hacia la muestra 3.

La gibbsita mantiene un aumento gradual hacia la muestra 3 en un 2,98 %.

Los valores de la serpentina son mayores que en la muestra de cabeza aumentando en un 1,19 %, hacia la muestra 3.

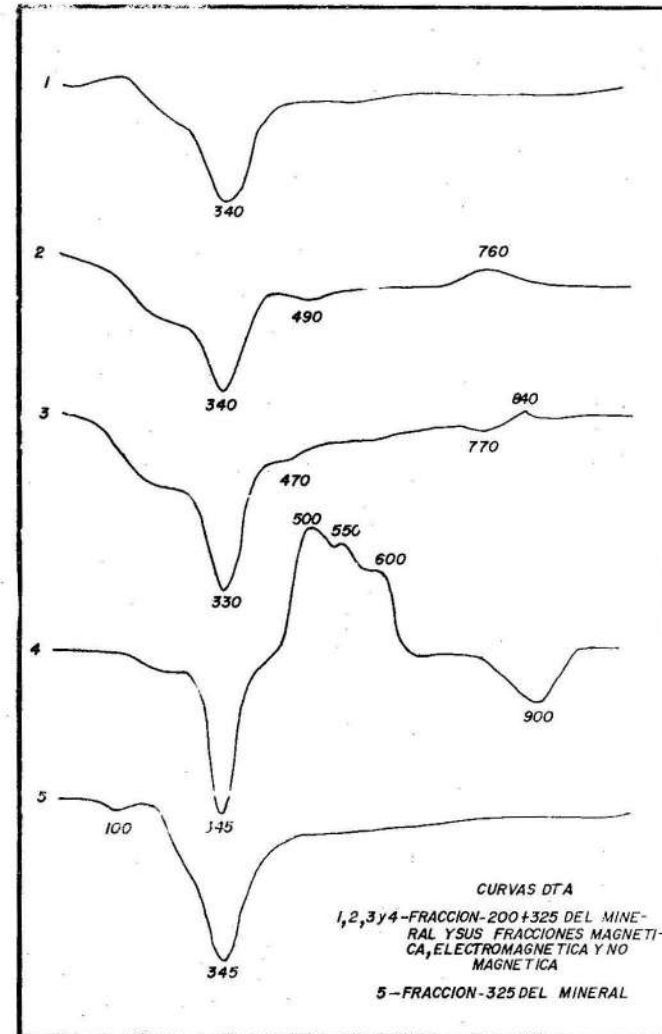
Las cromoespinitas presentan un ligero aumento hacia la muestra 3 de un 0,41 %.

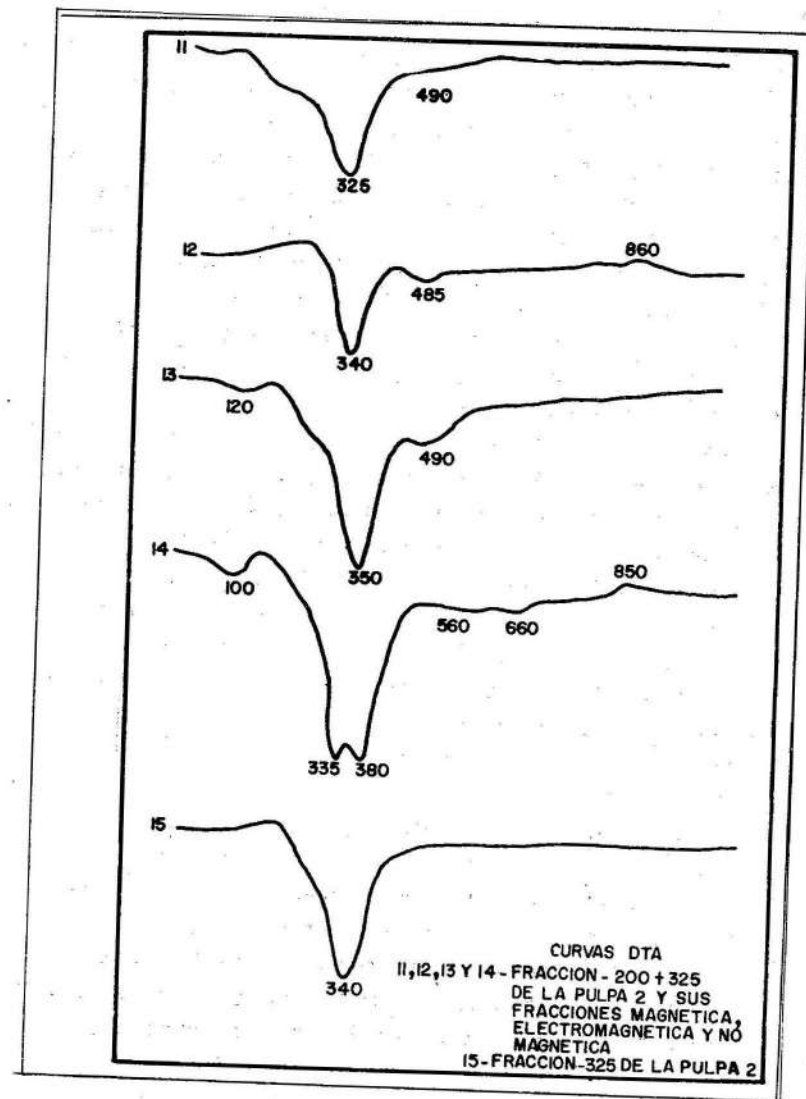
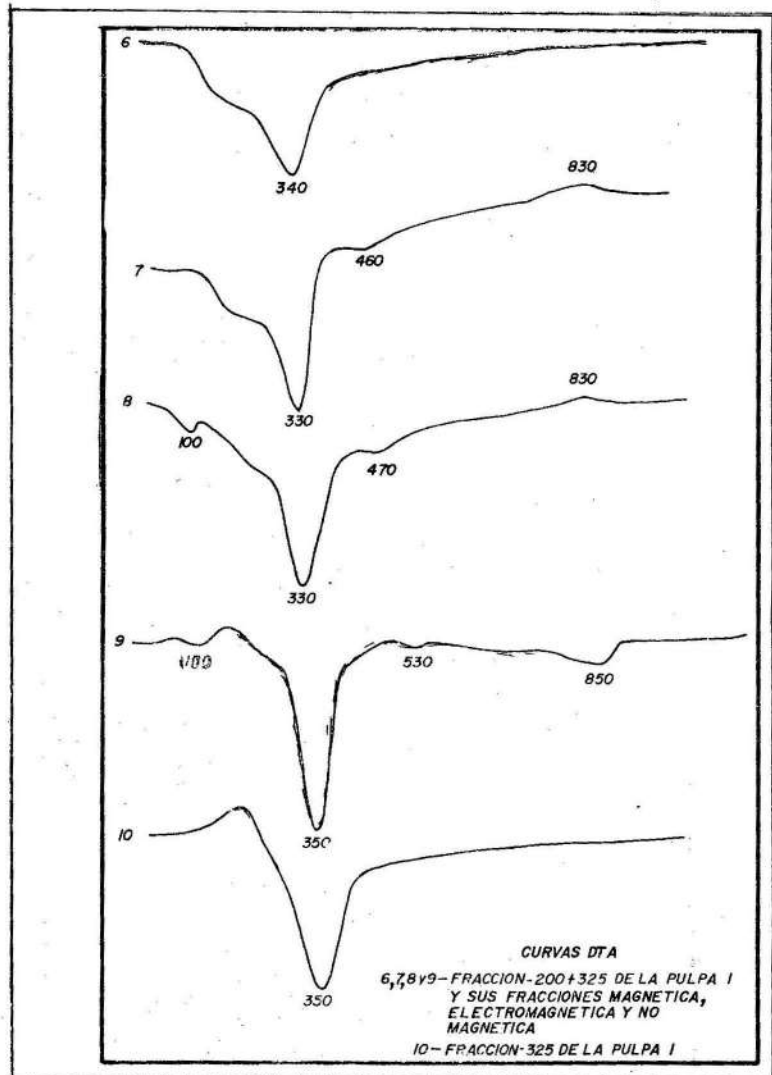
La magnetita mantiene valores muy similares a los de las muestras de cabeza.

El cuarzo presenta valores mayores que en las muestras de cabeza y presenta un comportamiento irregular.

Los minerales de manganeso aumentan sus valores significativamente en 1,5 %.

En sentido general la composición sustancial de las microfracciones presenta mayores variaciones hacia la muestra 3.





CONCLUSIONES

1. Se han obtenido los primeros resultados mineralógicos con muestras correspondientes a sedimentación regular. La comparación de los resultados con muestras de sedimentación buena y mala nos permitirá extraer las conclusiones pertinentes que se deriven de las mismas. Consideramos además que esta será una información valiosa e importante para la industria pues en definitiva el sólido disperso en la pulpa lo es el mineral laterítico, contribuyendo a la solución científica y técnicamente correcta de los problemas presentados hasta el momento.
2. El aumento de 8,28 % en la clase - 0,044 mm y de 3 % en las clases (44-30) es posible que influya en el proceso de sedimentación. Consideramos que esta cuestión se aclarará al comparar estos resultados con los que se obtendrán en las próximas muestras.
3. El comportamiento anómalo de las fracciones electromagnéticas y no magnéticas de la clase-0,044 mm lo explicamos por la presencia de la gibbsita como fase fundamental de esta fracción.
Este hecho es importante pues de confirmarse en otras investigaciones explicaría el comportamiento electromagnético anómalo o normal de las partículas (minerales que se sedimentan en la pulpa) y quizás hasta el comportamiento eléctrico de estas micropartículas.
4. Las variaciones químicas y mineralógicas que se reportan para estas muestras es posible que influyan en el proceso de sedimentación. Esta cuestión se confirmará o no en el ulterior proceso de la investigación.

RECOMENDACIONES

Por todo lo anteriormente expuesto, dada la importancia que puede tener la mineralogía en su contribución a resolver los problemas de sedimentación en la planta recomendamos que en el próximo quinquenio se inicie un tema de investigación conjunto Planta de Moa-CIPIMM referente a estos aspectos.