

Preconcentración por Deslamación (Hidrociclizado de Sideritas: Eliminación de Alcalinos).

Por: * F. A. López Gómez
* F. Medina García
* J.C. Ruiz Sierra
* F. García Carcedo
** F.J. García Frutos
** L. Armesto López
** J. Medina García

RESUMEN

La mayoría de los minerales de hierro españoles poseen contenidos en alcalinos elevados, por lo que son necesarios procesos de eliminación, ya sean físicos o químicos, para permitir su posterior utilización por la industria siderúrgica.

En este caso, se estudia la eliminación de alcalinos en unos estériles de granulometría fina (-150μ) procedentes de una planta de concentración de minerales de hierro (sideritas) por separación magnética y medios densos.

Esta eliminación, se realiza mediante deslamación por hidrociclizado eliminándose las fracciones más finas ($15-30 \mu$), con lo que se consigue una mejora en los contenidos en alcalinos en el producto de partida y una granulometría final más adecuada para el posterior proceso de concentración por flotación.

PALABRAS CLAVE:

Eliminación de alcalinos
Hidrociclizado y deslamación
Minerales de Hierro

1. INTRODUCCION

El aprovechamiento de los minerales de hierro siderítico de baja ley de los yacimientos del norte de España, exige una reducción importante de los contenidos de sodio y potasio.

Esta eliminación puede realizarse por diversos métodos: físicos (separación magnética y flotación) (LOPEZ GOMEZ et. al. 1985); (MEDINA GARCIA et. al. 1985) y químicos (adición de CaCl_2 o MgCl_2) a la mezcla a sinterizar).

En el caso de recuperación de residuos, bien sea colas procedentes del enriquecimiento del mineral por medios densos o colas generadas durante el proceso de separación magnética, el alto contenido de alcalinos debido a la fina granulometría que presentan, exige una eliminación previa de las fracciones más finas (menores de 15–30 micrones), donde se concentra una gran parte de los minerales de la ganga (cuarzo y silicatos). Con esta eliminación, se consigue además de la disminución del contenido de alcalinos, sin pérdidas elevadas de Fe, una granulometría más adecuada para el posterior proceso de concentración: flotación o separación magnética a alta densidad.

En este trabajo, se estudia hasta qué punto la deslamación disminuye el contenido en alcalinos en unas colas procedentes de la planta de concentración de sideritas que Altos Hornos de Vizcaya (AGRUMINSA) tiene instalada en Bodovalle (norte de España). La deslamación se realiza mediante hidrociclizado consiguiéndose una preconcentración del producto inicial antes de su concentración final por separación magnética a alta densidad por vía húmeda, flotación (directa o inversa) o tostación magnetizante (BARANDIARAN, 1985).

2. MATERIALES Y METODOS

Se utilizaron las colas (menores de 150 micrones) procedentes de la trituración y posterior clasificación en húmedo del T.U de la planta de concentración.

La composición mineralógica de la fracción estudiada correspondía a siderita y ankerita, como minerales de hierro susceptibles de concentración, y pirita, cuarzo, glauconita y celedonita como minerales de la ganga.

La distribución granulométrica de las colas (Figura 1) permitió conocer los valores del d_{50} (18 micrones) y d_{80} (6.5 micrones) expresados como tanto por ciento en peso pasante por el tamiz correspondiente, lo que impone la necesidad de eliminar las fracciones finas con el

* Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas (CENIM). CSIC

** Departamento de Geología. Facultad de Ciencias. Universidad de Valladolid (España)

fin de obtener un producto adecuado para la etapa posterior de beneficio. En este sentido, se empleó una instalación piloto de hidrociclónado provista de tres ciclones intercambiables tipos RWK 42, RWK y KRS 2013 de la firma AMBERGER KAOLINWERKE GMBH.

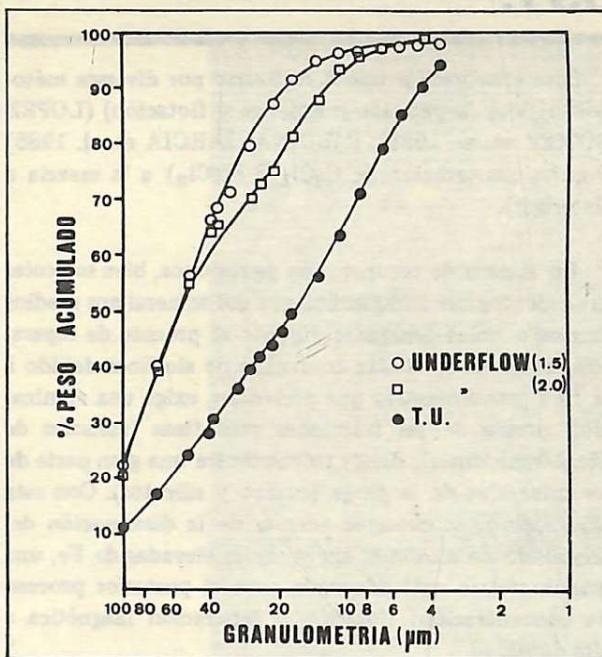


FIGURA 1. Curvas granulométricas del T.U. colas y underflows obtenidos en el proceso de deslamación a diferentes presiones de trabajo.

Se realizaron estudios preliminares con el fin de elegir el ciclón más adecuado a las características granulométricas del producto de partida, y finalmente se eligió el ciclón RWK 87. Las características de diseño de este ciclón se expresan en la Figura 2.

La fracción de colas para deslamación (Tabla 1) se recirculó en la instalación piloto hasta conseguir un régimen estacionario para proceder posteriormente a la separación en dos productos: "underflow" y "overflow". Se realizaron pruebas comparativas a las presiones de trabajo de 1,5 y 2 kg/cm² y una vez optimizado el proceso se deslamó el producto inicial a la presión de 1,5 kg/cm².

En el producto de partida se midieron las densidades de la pulpa y se controlaron los pesos procesados, así como los obtenidos en los under y overflows. Estos productos se caracterizaron física, química y granulométricamente. En todos los ensayos las fracciones menores de 40 micrones se analizaron granulométricamente mediante el aparato Coulter-Counter y se calcularon los d_{50} y d_{80} en los productos resultantes.

TABLA 1. Características físicas medidas de la pulpa tratada.

Densidad del sólido seco	$3,3 \text{ gl}^{-1}$
kg. sólidos secos/kg. pulpa	$0,39 \text{ gl}^{-1}$
kg. sólidos secos/kg. agua	$0,58 \text{ gl}^{-1}$
kg. pulpa/kg. agua	$4,52 \text{ gl}^{-1}$

Análisis granulométrico (en vía húmeda) del TU

Granulometría (μm)	% Peso	% Peso Acumulado
+ 100	11,22	11,22
100 – 71	6,11	17,33
71 – 50	7,13	24,46
50 – 40	3,81	28,27
– 40	68,50	96,77
Pérdidas	3,23	100,00

Composición química media del producto tratado

	Porcentaje %
SiO ₂	24,18
Fe	22,10
P	0,024
Al ₂ O ₃	5,80
Mn ₂ O ₃	0,59
S	0,964
CaO	7,90
MgO	2,50
Na ₂ O	0,099
K ₂ O	1,260
Pérdida por calcinación.	22,72

Composición mineralógica aproximada del producto tratado.

	Porcentaje %
Pirita.	1,80
Oxidos de Hierro.	10,50
Dolomita.	11,44
Calcita.	7,89
Siderita + Ankerita	27,17
Silice y Silicatos	41,20

3. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Los análisis granulométricos efectuados a los productos obtenidos en el proceso y su comparación frente al producto de partida (Figura 1), permitieron conocer el comportamiento del producto inicial frente a la deslamación, cuyos datos más significativos se resumen en la Tabla 2.

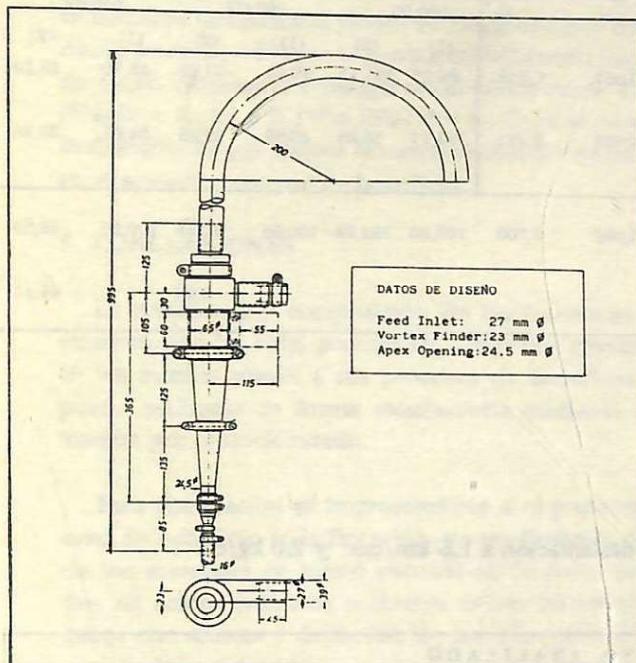


FIGURA 2. Vista del ciclón RWK 87 y datos del diseño del mismo.

TABLA 2. Distribuciones granulométricas por fracciones en los underflows.

μ	T.U.	RENDIMIENTO EN PESO	
		Underflow 1,5 kg/cm ²	Underflow 2 kg/cm ²
100 - 40	28,27	65,96	63,94
40 - 30	7,65	13,26	6,18
30 - 10	27,56	16,76	22,80
- 10	33,29	1,79	6,37

Se realizaron los balances de materia para pulpa inicial, mineral seco y agua en la alimentación, "underflow" y "overflow" y se compararon los valores experimentales con los deducidos a partir de las tablas de RAFFINOT (1965) y AMBERGER KAOLINWERKE GMBH (Tabla 3).

Para estudiar el comportamiento de los alcalinos en el proceso de deslamación, se analizaron por vía química los productos obtenidos y se evaluó la eliminación de sodio y potasio, las pérdidas en hierro en los "overflows" y las recuperaciones en hierro en los "underflows" (tablas 4 y 5).

TABLA 3. Valores de balances y recuperaciones en peso en el proceso de deslamación del T.U. a la presión óptima de 1.5 kg/cm².

PRODUCTO	D (g/cm ³)	% SOLIDOS	BALANCE SOBRE KG. DE SOLIDOS SECOS						RECUPERACION E PESO (%)						
			PULPA			MINERAL			AGUA			MINERAL			
ALIMENTACION	1.343	(1) 39,04 (2) 36,64 (3) 36,64	248,92	97,165	91,197	91,215	151,755	157,723	157,705	100,00	100,00	100,00	(1)	(2)	(3)
UNDERFLOW	2,085	73,98 74,70 74,66	104,90	77,650	78,355	78,322	27,295	26,545	26,578	79,869	35,919	85,866	20,131	14,081	14,134
OVERFLOW	1,031	8,01 4,53 4,31	144,02	11,536	6,521	6,213	132,484	137,499	137,807	11,872	7,150	6,812	88,128	92,850	93,188
T.U. (r)			248,92	89,141	84,876	84,535	159,780	164,044	164,385	91,741	93,069	92,678	108,259	106,931	107,322
Pérdidas			-	8,025	6,321	6,679	8,025	6,321	6,679	8,259	6,931	7,322	8,259	6,931	7,322

(1) Valores experimentales

(2) Valores teóricos deducidos a partir de las tablas de RAFFINOT (1965)

(3) Valores teóricos deducidos a partir de las tablas de AMBERGER KAOLINWERKE GMBH

TABLA 4. Leyes y recuperaciones para los productos obtenidos en el proceso de deslamación óptimo a 1.5 kg/cm².

PRODUCTO		LEYES			VALORES PONDERALES			RECUPERACION (%)									
	% PESO	% Fe	% Na ₂ O	% K ₂ O	% Fe	% Na ₂ O	% K ₂ O	% Fe	% Na ₂ O	% K ₂ O	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	
T.U.	100,00	22,10	0,099	1,260	—	—	—	100,00	100,00	100,00							
UNDERFLOW	79,87	29,20	0,071	0,398	23,32	0,057	0,318	86,23	105,53	59,01	57,08	45,39	25,23				
OVERFLOW+ Pérdidas	20,13	18,50	0,195	1,900	3,72	0,039	0,382	13,77	16,85	40,99	39,65	54,61	30,36				
T.U. (r)	100,00	27,05	0,096	0,700	27,05	0,096	0,700	100,00	122,38	100,00	96,73	100,00	55,59				
PERDIDAS											3,27		44,41				

(1) Sobre T.U. (r)
(2) Sobre T.U.

TABLA 5. Análisis químicos comparativos en los procesos de deslamación a 1.5 km/cm² y 2.0 kg/cm².

GRANULOMETRIA (μm)	PRODUCTO ANALIZADO											
	UNDERFLOW (*)			UNDERFLOW (**)			OVERFLOW (*)			OVERFLOW (**)		
	% Fe	% Na ₂ O	% K ₂ O	% Fe	% Na ₂ O	% K ₂ O	% Fe	% Na ₂ O	% K ₂ O	% Fe	% Na ₂ O	% K ₂ O
+ 100	28,30	0,061	0,368	27,80	0,061	0,380	—	—	—	—	—	—
100 - 71	31,70	0,050	0,307	31,70	0,073	0,330	—	—	—	—	—	—
71 - 50	30,00	0,067	0,361	30,60	0,108	0,320	—	—	—	—	—	—
50 - 40	28,40	0,081	0,395	28,80	0,108	0,370	—	—	—	—	—	—
- 40	28,30	0,083	0,465	27,10	0,101	0,520	18,50	0,195	1,900	18,00	0,179	2,120
T.U. analizado	29,20	0,071	0,398	28,90	0,092	0,400	18,50	0,193	1,940	18,00	0,179	2,120
T.U. (r)	29,02	0,069	0,389	28,80	0,089	0,411	18,50	0,195	1,900	18,00	0,179	2,120

(*) Correspondiente a la presión de 1,5 kg/cm².

(**) Correspondiente a la presión de 2,0 kg/cm².

4. DISCUSION DE RESULTADOS

Los rendimientos en peso obtenidos en el proceso de deslamación indican una eliminación del 96% de la fracción menor de 10 micrones en la deslamación a 1,5 kg/cm² y de un 81% en el realizado a la presión de 2 kg/cm², eliminándose de esta forma un elevado porcentaje de especies mineralógicas portadoras de elementos alcalinos.

Al mismo tiempo, el proceso permite mejorar sustancialmente la granulometría de las colas ya que se consigue pasar de un $d_{80} = 6,5$ micrones en el producto inicial a 28 micrones en el producto deslamado a 1,5 kg/cm² y 18 micrones en el obtenido a 2 kg/cm² (Expresados ambos como % en peso pasante por el tamiz correspondiente) lo que le hace mucho más apropiado para su posterior proceso de beneficio.

Desde el punto de vista químico, la deslamación consigue eliminar un 40% de sodio (expresado como Na₂O) y un 55% de potasio (expresado como K₂O), con unas pérdidas en peso del 12% y de Fe del 14% en el "overflow".

En el producto deslamado a la presión de 1,5 kg/cm², se consigue aumentar la ley en Fe desde el 22% del producto inicial al 43% en el producto deslamado (expresado como calcinado) y rebajar los alcalinos desde 1,36% (Na₂O + K₂O) a 0,47% (Na₂O + K₂O) en el producto deslamado, lo que mejora el comportamiento de las colas en el posterior proceso de beneficio.

5. CONCLUSIONES

La naturaleza y composición de las fracciones finas existentes en las colas procesadas, exige una eliminación de las mismas previa a sus procesos de beneficios, que puede realizarse de forma satisfactoria mediante deslamación por hidrociclónado.

Esta eliminación es imprescindible si el posterior proceso de beneficio es la flotación, ya sea flotación directa de los minerales de hierro con tall-oil de bajos contenidos de ácidos resínicos o inversa de los minerales de la ganga con aminas y depresión de los minerales de hierro con almidón o dextrina.

Así, se obtuvieron concentrados de hierro con el 31% de Fe en el proceso de flotación sin deslamación y con el 50,1% de Fe en el proceso realizado con deslamación.

En el caso de que se realice el proceso de concentración por separación magnética a alta intensidad en vía húmeda, la deslamación no parece indispensable pero sí aconsejable. En este sentido, se obtuvieron concentrados con el 47% de Fe en el proceso de SMAIH sin deslamación y con el 49% en el realizado con deslamación, si bien en este caso, se consigue aumentar la recuperación del Fe desde el 44% en el primer caso al 55% en el segundo.

Finalmente, el tamaño de corte del proceso de deslamación deberá de ser fijado para cada caso concreto, aunque dada la naturaleza de los minerales de la ganga que suele acompañar a los minerales de hierro españoles, éste suele estar comprendido entre los 10 y 30 micrones.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los señores RAMON URQUIDI; JUAN BARANDIARAN y RAFAEL ESCRIBANO, de AGRUMINSA (Altos Hornos de Vizacaya), las facilidades y la ayuda recibida en la realización de este trabajo.

Este Informe, forma parte del Programa 678/378 del Consejo Superior de Investigaciones Científicas y ha sido subvencionado por la CAICYT.

6. BIBLIOGRAFIA

- ALLEN, T. Critical review of particle size analysis. Powder Metallurgy, Vol. 26, No. 2; pp. 95 - 100, 1983.
- BAIN, J. A. and MORGAN, D.J. Laboratory separation of clays by hydrocyclone. Clay Minerals, Vol. 18; pp. 33 - 47, 1983.
- BARANDIARAN, J.M. Informe Técnico. Bilbao, Agruminsa, 1984. 30 p.
- DIAZ, J.M.; HIDALGO, J.G. Caída de presión en un separador tipo ciclón. XIX Bienal de la Real Sociedad Española de Física y Química. Santander, España, 1982. pp. 153 - 154..
- LEDESMA, J.L.; SEMELAS, A.A. Lavado y clasificación hidráulica. Rheax Española. (Boletín Informativo).
- LIEN, H.O. and MORROW, J.G. Beneficiation of lean iron ores solely by selective flocculation and desliming. CIM Bulletin. October, pp. 109 - 120, 1978.
- LOPEZ GOMEZ, F.A.; MEDINA GARCIA, F. et al. Resultados obtenidos en el beneficio de un material de hierro por técnicas de flotación. 6a. Asamblea General del CENIM. Madrid, 1985, 10 p.
- MEDINA GARCIA, F.; LOPEZ GOMEZ, F.A. et al. Eliminación de alcalinos en un mineral de hierro por técnicas de separación magnética a alta intensidad en vía húmeda. 6a. Asamblea General del CENIM. Madrid, 1985, 10 p.
- VAN DUIJIN, G.; RIETEMA, K. and ATJAK, M.G. A hydrocyclone for the recovery of heavy minerals from sand. EFCE. Publ. Ser. 7 Part. Technol. Vol. B. 873 - 887, 1980.