

*Campo de utilidad.* — Tal como se comprueba en la gráfica de la

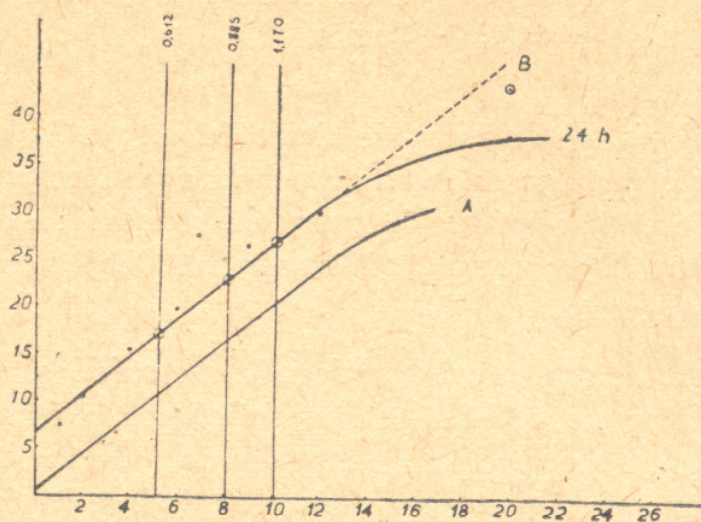


Figura 2

figura 2 el método es utilizable entre 1 y  $14\mu\text{g}$  de N. La pendiente de la curva es de aproximadamente  $45^\circ$  siendo el incremento de altura del ennegrecimiento por  $\mu\text{g}$  de N, de 2,5 mm. La precisión en la apreciación de la altura del ennegrecimiento es de 1 mm. por lo

cual la sensibilidad es de aproximadamente  $0,5\mu\text{g}$  de N.

En la figura 2 tenemos un ejemplo de determinación efectuada con una muestra de la cual se hicieron varias tomas que caracterizamos por su peso: 1,170; 0,885 y 0,612. En las verticales correspondientes a estas tomas se indica la altura de la mancha y las cantidades de N contenidas en las tomas y la linealidad de la relación entre estos valores. También para diversas tomas del mismo problema es lineal la relación entre la altura de la mancha y la magnitud de la toma efectuada. El tiempo de 24 horas utilizado, resultó ser el más conveniente, luego de una serie de ensayos, pero puede disminuirse, especialmente si el proceso se cumple a mayor temperatura.

Recibido: 7. X. 1963.

## SECCION H) QUIMICA INDUSTRIAL

### Sección H-g) Metalurgia.

16 N° 202 - *La incidencia de la estructura geológica y la petrografía en el enfoque de beneficiación del mineral de hierro del arroyo Valentines, Florida, Uruguay.*

J. Bossi

*Geología y Mineralogía.* — La mena de hierro del arroyo Valentines es una roca metamórfica catazonal, asociada a piroxenitas y gneis biotíticos. Posee la siguiente la composición modal: magnetita, 38%; augita, 30%; cuarzo, 31%; apatito, 0.5%; esfero, 0.2%; pirita, presente.

Está formando parte de una estructura plegada que sufrió granitización parcial. El aporte potásico se materializó por la formación de microclina, posteriormente al metamorfismo y durante los esfuerzos que produjeron los plegamientos. Se produce en fase fluida, recrystalizando el cuarzo y la magnetita y transformando el piroxeno en el anfíbol de igual composición química.

La roca portadora de magnetita (facies catazonal de chert ferruginoso) es muy resistente a la erosión. En superficie está formada por cuarzo y hematita, que resisten la meteorización y por lo tanto forman las cumbres de las colinas mayores. Cuatro cerros principales son las reservas de nuestro yacimiento: Apretado, Aurora, Isabel y Los Morochos, cuya ubicación y relación con la estructura geológica se observa en la figura N° 1



Figura 1

Cada uno de esos cerros muestra idéntica estructura geológica, formando el banco de mineral, el flanco de un pliegue. Los per-

files perpendiculares al rumbo muestran la distribución relativa de mineral y la feldespaticación posterior; uno de ellos obtenido en el cerro Apretado, 600 m. al norte del arroyo Valentines, es mostrado en la figura N° 2.

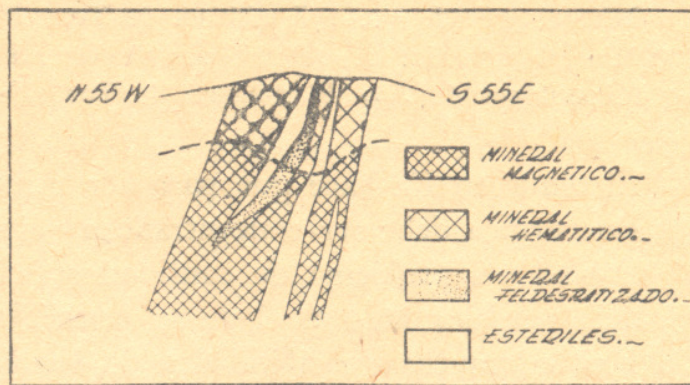


Figura 2

La mineralogía de la mena es constante, lo que hace que su tenor en hierro varíe entre límites estrechos, siendo la feldespaticación posterior la causa de las únicas variaciones importantes. En la figura N° 3 se presentan los histogramas de distribución del contenido en hierro de la roca sin feldespaticar (trazo quebrado) y de la roca feldespaticada (línea llena). El promedio de 1000 análisis realizados en el Instituto Geológico del Uruguay por H. Tossi, arrojó un valor de 38% Fe para nuestro mineral. Disminuye sensiblemente cuando se considera también la roca feldespaticada.

*Possible utilización.* — La cantidad de mineral existente en el yacimiento del arroyo Valentines, asegura satisfacer nuestras necesidades durante

un plazo de varias decenas de años, explotándolo a cielo abierto hasta una profundidad de 150m. Los sondeos han probado su existencia hasta sólo 70 metros de profundidad, pero la estructura geológica asegura su continuación hasta varios cientos de metros. Eso condiciona los siguientes números:

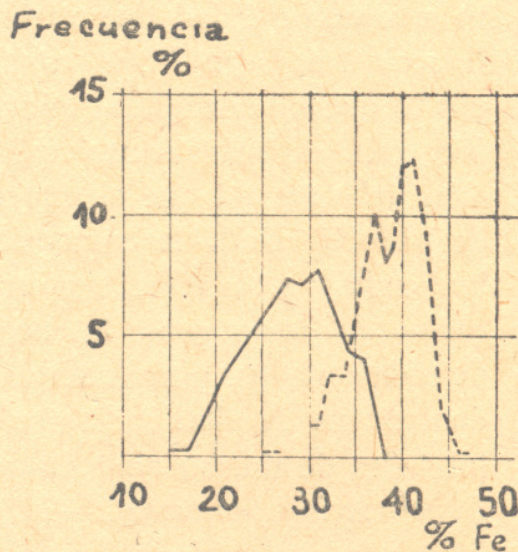


Figura 3

Mineral probado . . . .	7 millones de Ton. Fe;	Abastecimiento en años: 25
Mineral probable . . .	10 millones de Ton. Fe;	Abastecimiento en años: 36
Mineral posible . . . .	18 millones de Ton. Fe;	Abastecimiento en años: 60

El tenor en Fe hace que para ser utilizado como materia prima siderúrgica debe ser concentrado a valores superiores a 60% Fe. Salvado el problema de cantidad suficiente, el primer tema que debe ser abordado es el de su *beneficiación*.

Existen muchas posibilidades de *beneficiar* minerales pobres en hierro, pero cada yacimiento posee determinadas propiedades que limitan el camino a seguir. El grado de liberación, el mineral de hierro, el tenor en P, la ubicación del yacimiento y el costo relativo son los principales factores determinantes.

- a) *Grado de liberación*: en nuestro caso se logran separar los granos con una molienda entre 28 y 35 mallas/pulg. (0.5 mm);
- b) *Relación hematita-magnetita*: el mineral original es magnetita pero los fenómenos de meteorización la oxidan a hematita, hasta una profundidad que varía en relación con la actual topografía;
- c) *Tenor en P*: los valores oscilan entre 0.01 y 0.1% P por lo que no siempre el mineral es de calidad Bessemer. El fósforo está exclusivamente como apatito. El proceso de concentración debe ser tal que el mineral de hierro resultante queda libre de fósforo. Dada la composición mineralógica, eso se logra por molienda y separación; sea gravimétrica, sea magnética;
- d) *Ubicación del yacimiento*: la cuenca del arroyo Valentines está lejos de toda zona que posea energía eléctrica, como para disponer abundantemente de ella. A la vez este curso de agua no brinda posibilidades de mucho almacenaje de ésta.

*Beneficiación propuesta*. — El proceso de *concentración* debe realizarse en las proximidades del yacimiento y no debe consumir mucha agua ni mucha energía. La *extracción* del mineral puede hacerse a cielo abierto hasta 150m de profundidad, considerando las actuales cotas. El costo de *molienda* no va a ser elevado, pues no son muchas las exigencias de un mineral de grano tan grueso. Por debajo de los 40 m donde el mineral de hierro es sólo magnetita, la *concentración* no puede ser sino magnética. El problema se plantea para la capa superior donde hay abundante hematita, que no es magnética. Además, la explotación debe comen-

zarse por beneficiar la parte hematítica.

Para *beneficiar hematita* hay dos caminos principales: 1) *Separación gravimétrica*, con muchos métodos posibles, el más económico de los cuales es con espirales Humphreys. 2) *Tostación reductora* y posterior separación magnética (H. H. Wade 1962). Ambas posibilidades fueron tenidas en cuenta. De acuerdo con los resultados de Sjöberg, (1961) quien empleó en Suecia un mineral bastante similar al nuestro, lo ideal resulta ser un método mixto, magnético y con espirales. Hemos ensayado en el Laboratorio de Investigaciones Científicas de ANCAP, junto con el Q.I. L. Marotta, beneficiar nuestro mineral hematítico con molienda controlada, y espirales Humphreys y hemos llegado a las siguientes conclusiones preliminares negativas: a) El mineral hematítico de Valentines es concentrable por espirales Humphreys, obteniendo un concentrado con valores mayores a 64% de Fe. b) Para ello es necesario por lo menos someter el material a 4 espirales en serie; c) los rendimientos son bajos (aprox. 55%) con materiales no calibrados en la molienda; d) se llega al 80% de recuperación, cuando se tratan las colas de la espiral por tabla vibratoria húmeda (conc. 65% Fe); e) si se eliminan los granos inferiores a 200 mallas/pulg. (0.074 mm) la recuperación llega al 95% teóricamente; f) lograda esa molienda, tampoco se obtuvieron buenos porcentajes de recuperación (53%) por lo que con sólo espirales Humphreys nuestro mineral oxidado no es beneficiable; g) sería necesario agregar tablas vibratorias y combinar ambas operaciones; h) en caso de poderse recuperar el apatito, éste podría ser el diagrama de operaciones más apropiado; i) de lo contrario parece más adecuado pensar en una tostación reductora, proceso suficientemente estudiado por Wade, (1962) en escala piloto; j) estos resultados son preliminares, pero indican claramente el camino definitivo a seguir en el estudio de la beneficiación de nuestro mineral de hierro de Valentines.

Parece ser indudable que debe beneficiarse magnéticamente y en los primeros años tostar la hematita no recuperable, en ambiente reductor, para transformarla en magnetita. Este diagrama de flujo disminuye sensiblemente los costos de instalación, pues se elimina los espirales Humphreys y la parrilla giratoria de tostación

puede adaptarse al proceso de sinterización para aglomerar el concentrado. Ese concentrado tendría cantidades muy pequeñas de P (menores a 0.001%), el que se concentrará en la ganga no magnética.

*Conclusiones.* — La *explotación* debe comenzarse por el cerro Los Morochos que es el que tiene mayor porcentaje de magnetita en superficie y está más cerca de la vía férrea.

La *molienda* será de 28 mallas/pulg. La *beneficiación* debe ser por separación magnética, tostando la hematita superficial. Dado el tamaño de grano del concentrado, el proceso más adecuado para su aglomeración es la sinterización. La *prospección* futura debe ser hacia el noroeste pues la estructura geológica adquiere ese rumbo y deben buscarse nuevos yacimientos en Florida y Durazno. En el departamento de Treinta y Tres, el espesor de las bandas ferríferas es muy delgado. En el departamento de Durazno ya se conoce el yacimiento de Las Palmas, de volumen importante (Alvarado, B. 1959).

Sería necesario un estudio minucioso del cerro Mulero por su posición ventajosa junto a la vía, pero las esperanzas de que este resulte explotable son muy pocas.

*Bibliografía:* Alvarado, B. (1959) — Los yacimientos de hierro y manganeso en el Uruguay. N.N.U.U. Informe N° TAO|URU|4.

Sjöberg, S. (1961) — Magnetite-haematite ore concentrated with magnetic separators and spirals at a new Swedish mill World Mining. Jan. pg. 31-33.

Wade, H. H. (1962) — Oxidized Taconite; Its possible utilization by roasting and magnetic concentration. XXIII Annual Symposium. Univ. of Minnesota.

Recibido: 26.IX.1963.

#### *Sección H-h) Industrias Orgánicas.*

17 N° 203 - *Determinación de los parámetros fundamentales en la obtención de éter etílico a partir del alcohol etílico por catálisis heterogénea, a los efectos del diseño de un reactor piloto para el Laboratorio de Ingeniería Química de la Facultad de Química (Montevideo).*

J. Pérez Ambrosoni

Tesis presentada para obtener el título de Doctor en Química. Universidad de la República (Mon-