

BENEFICIACION DE MINERALES DENSOS EN LAS PLAYAS DE GALICIA

Nuevas Técnicas y Dispositivos

POR

CARLOS RODRIGUEZ BALTAR*

ABSTRACT

The industrial separation of heavy minerals in beach sands of Galicia using several newly developed devices is described.

Preconcentration is achieved by a new type of centrifugal hydroclassifier with adjustable slope of the various revolutions of a flexible spiral, and remarkably well by an "autopulsating hydroclassifier", which treats up to 3 tons of ill-sorted material per hour with a recuperation of up to 90 % in an apparatus weighing 40 kg and driven by a current of (sea)water with a pressure of 1 atm.

Electrostatic separation into conductive and isolating minerals was made more selective by using a high-tension generator equipped with an oscillator of variable frequency and by installing a generator of radiation with controlled wave-length between inducing and deflecting electrodes in the electrostatic separator. In this way it is possible, e.g., to separate zircon from quartz.

Magnetic separation was improved by the development of a "magnetic vibroclassifier" in which the grains are transported on a vibrating metallic plate through a magnetic field generated between a stationary electromagnet and a rotating disc.

Two flow sheets are given, the first for the treatment of material rich in magnetite and the second for the concentration of zircon.

CONSIDERACIONES GENERALES

Las costas de Galicia tienen una longitud de 643 kilómetros, lo que representa aproximadamente, la quinta parte de la extensión del litoral Español. En estas costas existe una serie de playas, cuyos componentes principales proceden de la sedimentación natural de materiales originados en la disgregación de los granitos. De acuerdo con la accidentada configuración de esta costa, la longitud de las playas varía de modo notable, desde más de tres kilómetros, hasta menos de cien metros, siendo estas las más numerosas.

I. Parga-Pondal y J. Perez Mateos (1954, 1956) encontraron que los componentes densos de las arenas de playas gallegas están integrados por una serie de especies mineralógicas de interés actual, fundamentalmente Magnetita, Ilmenita, Casiterita, Rutilo, Granate, Epidota, Circón y arenas Monacíticas.

Los minerales densos de estas arenas, sus proporciones, concentración y granulometría varían de modo notable de unas playas a otras, e incluso dentro de una misma playa. Esta falta de uniformidad en su contenido, la concentración y el tamaño de grano variable de estas arenas, junto con la reducida extensión de la mayoría de las playas, son posiblemente los principales factores por los que, hasta el momento, no se ha logrado una explotación racional y económica de estos depósitos minerales.

Algunas entidades mineras han realizado intentos aislados de beneficiación de los minerales contenidos en playas empleando para ello métodos clásicos de preconcentración y concentración que no dieron los resultados deseados, posiblemente

* Avenida de Finisterre 42—20, La Coruña, España.

por no reunir las características de economía y definición que se requieren en las explotaciones de este tipo.

I. Parga-Pondal (1963) con relación a los minerales de playas señala que dadas las características especiales de estos depósitos solo podrían beneficiarse de forma rentable empleando para su concentración equipos móviles, a lo que cabe añadir que dichos equipos deben poseer una gran capacidad de resolución y afino.

Desde hace años venimos realizando estudios sistemáticos de los diversos aspectos que entrañan las distintas fases de la beneficiación de minerales de playa, al objeto de desarrollar técnicas que se adapten en lo posible a las características particulares de estos depósitos y de sus constituyentes.

La primera fase de estos estudios se recoge en el trabajo (Baltar, 1962) con el título de "Modificaciones Introducidas en los Dispositivos de Concentración Gravitométrica, Electroestática y Magnética de Minerales de Playa".

La extensión de los yacimientos naturales que nos ocupan y la diversidad de especies mineralógicas que contienen justifica plenamente el estudio de procedimientos y dispositivos que hagan posible su explotación rentable. Entre los constituyentes de estos depósitos sedimentarios hemos dedicado especial atención a las Arenas Monacíticas dado el gran interés que representa su beneficiación y en especial la extracción del Torio que contienen. En ese trabajo se describen los diferentes dispositivos proyectados para la beneficiación integral de los minerales de playa y su aplicación a dos yacimientos diferentes.

MÉTODOS CLÁSICOS PARA LA BENEFICIACIÓN DE MINERALES DE PLAYA

En un proceso de beneficiación de este tipo es necesario considerar las siguientes bases: Preconcentración, Clasificación electroestática y Separación magnética.

La Preconcentración, por razones económicas y simplicidad de funcionamiento, se realiza mediante dispositivos gravimétricos de Hidroclasificación que permiten obtener una fracción de peso específico superior a 3 eliminando los constituyentes de densidad inferior.

La clasificación Electroestática define estos componentes densos de acuerdo con sus constantes dieléctricas en: conductores o metálicos y aislantes o no metálicos.

La separación Magnética selecciona los distintos constituyentes de las fracciones obtenidas previamente en la clasificación electroestática, en función de la diferente permeabilidad magnética de sus componentes.

En la Tabla I (Denver Equip. Cy, 1964) se resumen de modo comparativo las características gravimétricas, electroestáticas, y magnéticas de la serie de minerales que integran generalmente las arenas de playa.

En la Tabla II se incluyen los valores de la susceptibilidad magnética y constante dieléctrica de las especies mineralógicas más importantes para los fines que se pretenden.

La beneficiación de los metales se puede realizar mediante procesos químico-metalúrgicos clásicos, que no es preciso detallar en esta introducción.

APORTACIONES REALIZADAS EN CADA UNA DE LAS FASES DE BENEFICIACIÓN Y RESULTADOS OBTENIDOS

Preconcentración

Se ha estudiado y comprobado la efectividad de una serie de dispositivos con objeto de seleccionar el que reúna las características más apropiadas para cada fase del proceso.

TABLA I Características gravimétricas, eléctricas y magnéticas de especies mineralógicas

No conductores				Conductores		
Densidad	Muy Magnéticos	Magnéticos	No Magnéticos	Muy Magnéticos	Magnéticos	No Magnéticos
7						Casiterita
6		Monacita		Magnetita		
5			Circon	Ilmenita		
4	Granate					Rutilo
3	Epidota					
2			Cuarzo			

TABLA II Constantes dieléctricas y magnéticas de especies mineralógicas

Minerales	Constantes magnéticas	Constantes dieléctricas
	Permeabilidad relativa Fe= 100	
Magnetita	40	52
Ilmenita	24'7	60
Rutilo	0'40	78
Casiterita	0'20	28
Granate	11'5	4
Epidota	10'2	5
Monacita	0'85	5'6
Circón	0'25	6
Sílice	0'30	5'5

Mesa de Sacudidas

Se utilizó en primer término la clásica mesa de sacudidas (Sanna Manunto, 1938; Taggart, 1951), con tablero de gran superficie, accionada por motor de combustión interna. La experiencia ha demostrado la escasa efectividad de este dispositivo dado que su resolución gravimétrica es reducida; su gran peso le resta movilidad; sus condiciones de trabajo varían dadas las dificultades que entraña la nivelación exigida para su funcionamiento regular; su manejo exige personal especializado, por ser múltiples las variables a controlar y, en cada cambio de emplazamiento, se impone una nueva regulación. Por otra parte el rendimiento obtenido con este dispositivo es aceptable solo si se mantiene constante la granulometría y

alimentación, siendo escasa la recuperación lograda al operar con materiales finamente divididos. Estas condiciones de trabajo son difíciles de lograr en un dispositivo que no se puede emplear de modo estable lo que se traduce en una falta de uniformidad de funcionamiento y en consecuencia del preconcentrado obtenido, resultando muy elevado el coste de tratamiento por tonelada.

Espiral Humphreys

Se ha ensayado también la Espiral Humphreys (Ing. Intern., 1946) dispositivo estacionario de hidroconcentración gravimétrica exento de órganos móviles, constituido por un canal metálico rígido dispuesto en forma de espiral continua de varias vueltas, cada una de las cuales ocupa un plano superior al de la anterior. A lo largo de este canal se disponen una serie de orificios de descarga a través de los cuales se extraen de modo continuo las diferentes fracciones. Pudiéramos decir que este dispositivo combina simultáneamente los efectos de la "Canaleta" de decantación y la fuerza viva que, en función de su densidad, adquieren las partículas en su movimiento descendente. El producto a tratar entra en el dispositivo por su parte superior en forma de "pulpa" y con un contenido en sólidos de un 25 %. Bajo los efectos de la pendiente de la canaleta, la "pulpa" inicia su descenso; a medida que aumenta la velocidad de desplazamiento crece la fuerza centrífuga y, en consecuencia las partículas ligeras, menos afectadas por el rozamiento, tienden a desplazarse hacia la parte externa del canal, mientras que las más densas discurren por su parte central, donde existen orificios de descarga que las conduce a los colectores correspondientes.

Los ensayos realizados han permitido comprobar que las características de este dispositivo son muy superiores a las de la Mesa de Sacudidas. Su peso por capacidad de tratamiento es menos de la mitad que el de la mesa; por carecer de órganos móviles, es fácil conseguir que permanezca estable durante el funcionamiento, aun cuando se emplace en terrenos poco compactos, no exigiendo una vigilancia constante; la recuperación es superior a la de la mesa y permite tratar granulometrías finas, admitiendo una mayor gama de tamaños de partículas. Sin embargo, requiere una gran constancia en la alimentación de la "pulpa", así como una uniformidad en la densidad de la misma ya que sus variaciones modifican los rozamientos de las partículas, con lo que cambia su comportamiento.

Hidroclasificador centrífugo

Al objeto de evitar las perturbaciones que en la clasificación produce la falta de constancia de densidad de la "pulpa" se ha diseñado un dispositivo amparado por la patente no. 268.918 en el que el canal metálico rígido fué sustituido por otro flexible de caucho semi-duro que descansa en una serie de soportes desplazables mediante los cuales es posible ajustar la pendiente de cada vuelta del canal clasificador y variar convenientemente la velocidad de desplazamiento de la "pulpa" a lo largo de su descenso. De esta forma se consigue una mayor constancia en la densidad del preconcentrado, se simplifica el ajuste del aparato para cada producto entrante y se disminuye notablemente el peso del sistema, lográndose mayor regularidad en el funcionamiento, uniformidad del producto denso obtenido, facilidad de emplazamiento y desplazamiento y reducción de mano de obra por tonelada tratada. El costo del tratamiento se disminuye aproximadamente en un 60 % del de la mesa de sacudidas. En la Fig. 1 se aprecian los detalles del dispositivo descrito.

Ahora bien el acondicionamiento y transporte de la "pulpa" hasta la parte superior de la espiral ha de realizarse mediante una bomba de sólidos que, al mismo

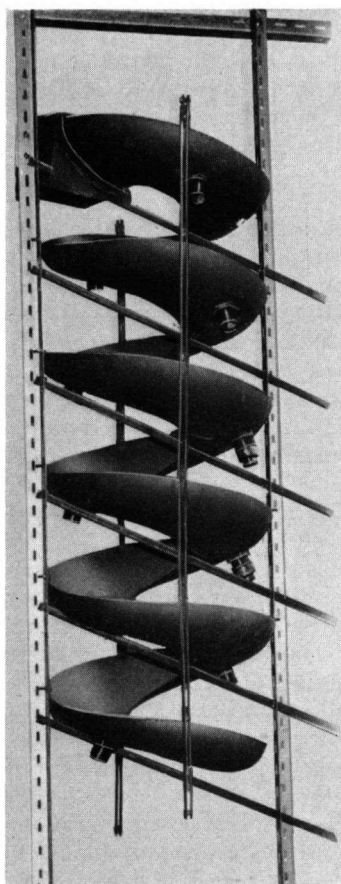


Fig. 1 Hidroclasificador centrífugo.

tiempo que la emulsiona, impulsa la mencionada "pulpa" hasta la boca de carga del hidroclasificador. Normalmente la aspiración de productos con la bomba de sólidos resulta deficiente, lo que aconseja situar este dispositivo en un plano inferior al de carga. Las condiciones de trabajo exigen además una clasificación granulométrica previa del producto a emulsionar a fin de eliminar las fracciones de tamaño superior al admitido por la bomba. Estos y algunos otros inconvenientes hacen que los elementos auxiliares del hidroclasificador perturben de modo notable su uniformidad de funcionamiento.

Hidroclasificador de autoimpulsión

Se ha diseñado y construido un nuevo dispositivo, amparado por la Patente número 283.892 con la denominación de "Hidroclasificador de Autoimpulsión" (Dorr Oliver Cy, 1953; Sanna Manunto, 1938; Taggart, 1951).

El hidroclasificador de autoimpulsión está formado por un recipiente prismático dividido parcialmente en dos compartimentos: el de estratificación, provisto de

una rejilla horizontal y el de transmisión de los impulsos generados en la cámara de pulsación.

Sobre la rejilla horizontal se extiende una capa uniforme de "granalla" formada por esferas de diámetro seis o siete veces superior al de las partículas de mineral a tratar y de mayor densidad que estas.

El generador de impulsos está formado por una cámara cilíndrica, cerrada en una de sus caras por una lámina flexible que al modificar su presión obtura el orificio de salida.

El agua, procedente de un depósito o bomba, penetra en la cámara de pulsación y distiende la lámina obturadora, dejando libre el orificio de salida. Este aumento de volumen determina una disminución de presión que hace recobrar a la lámina su posición inicial. Regulando la presión de la lámina y el volumen de la cámara se consigue una amplia gama de frecuencias de pulsación.

Los impulsos hidráulicos generados se transmiten al compartimento de clasificación con lo que el agua atraviesa en sentido ascendente la lámina perforada y el lecho de "granalla" de modo intermitente y periodico.

El producto a tratar se introduce en la parte superior del lecho de "granalla", preferentemente en estado de "pulpa", o bien en forma sólida. Por efecto de los impulsos se emulsiona y estratifica según la densidad de sus constituyentes. Regulando adecuadamente la frecuencia de pulsación y el volumen de agua inyectado, se consigue que las partículas de una determinada densidad atraviesen el lecho de "granalla" y caigan al fondo del recipiente de donde se extraen de modo continuo a través de un obturador regulable. Entretanto los componentes ligeros se mantienen en estado de emulsión sobre la placa perforada y rebosan por el extremo superior en la cara opuesta a la de alimentación.

Estos equipos de trabajo reúnen características muy interesantes para el proceso de preconcentración. Su capacidad de tratamiento es elevado: unas tres toneladas hora para una superficie de lecho filtrante de treinta y cinco por treinta y cinco centímetros. Su peso es reducido, 40 kilos. Su recuperación llega en algunos casos al 90 % y tolera variaciones considerables en la granulometría, por lo que no exige una clasificación previa rigurosa. Se pueden obtener preconcentrados de densidad elevada. La alimentación puede hacerse directamente del yacimiento al hidroclasificador y para su funcionamiento no se requiere ningún elemento motor más que agua a una atmósfera de presión. Las reducidas dimensiones de su base, 35 por 40 cm., la dotan de una gran movilidad pudiendo desplazar el sistema sin interrumpir su funcionamiento.

La efectividad de este hidroclasificador ha sido contrastado no solo en las playas sino también en el tratamiento de escombreras y aluviones. En la actualidad funcionan en diversas explotaciones mineras y han encontrado aplicación en la recuperación de Galena, Ilmenita, Circón, Casiterita, Hematita, Pirolusita, Bismutina, Monacita, Cinabrio, etc.

La fig. 2 representa un dispositivo formado por dos hidroclasificadores de autoimpulsión montados en cascada.

El agua utilizada en los procesos de preconcentración que hemos estudiado se extrae del mar mediante un equipo flotante de bombeo, formado por una electrobomba contenida en un recipiente estanco anclado en la costa y próximo a la playa en la que se emplaza el grupo Diesel-eléctrico que suministra la energía requerida. El uso de una bomba estacionaria accionada por motor de combustión interna situada en la playa no resultó aceptable ya que, debido a los movimientos de marea se rebasan con frecuencia las alturas manométricas de aspiración con la consiguiente interrupción de funcionamiento. El equipo flotante de bombeo no está afectado por

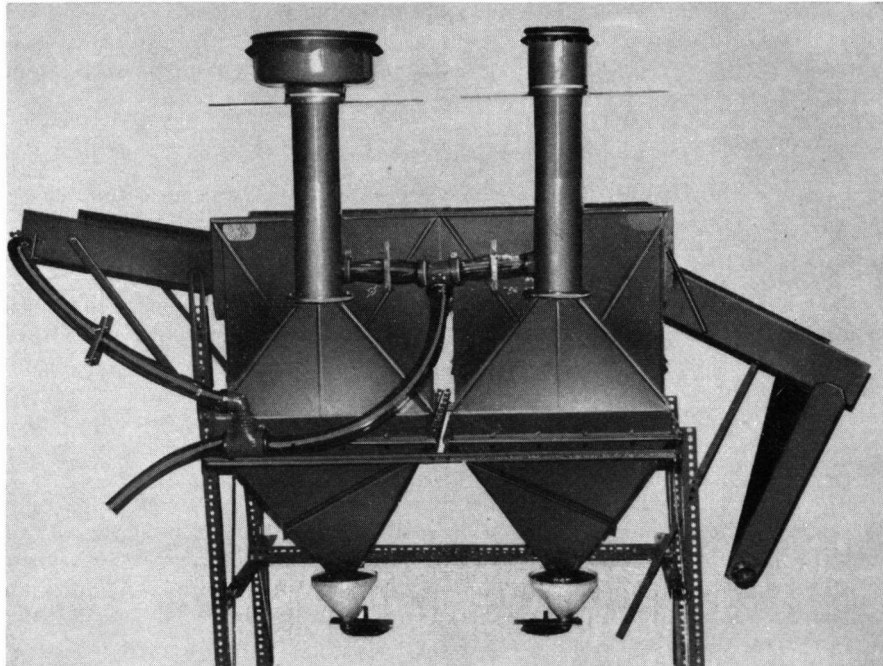


Fig. 2 Hidroclasificador de autoimpulsión

las diferencias de nivel, eliminándose la fase de aspiración al encontrarse la bomba semi-hundida.

La naturaleza de los preconcentrados obtenidos por medio de los dispositivos que se han indicado se controló mediante picnómetro y líquidos densos.

En la tabla III se indica el peso y la potencia absorbida en los dispositivos clásicos de preconcentración y en los aquí propuestos, así como el contenido de productos ligeros existentes en los preconcentrados.

TABLA III *Datos referentes a dispositivos clásicos de preconcentración comparados con los de los equipos que aquí se estudian*

	Densidad del pre-concentrado	Peso del dispositivo	% de Material con densidad < 3	Potencia por tonelada tratada
Mesa de sacudidas	2'7	800 Kg	45 %	4 Hp.
Espiral Humphreys	2'84	450 Kg	30 %	2 Hp.
Hidroclasificador centrífugo	2'93	120 Kg	24 %	2 Hp.
Hidroclasificador de auto-impulsion	3'27	40 Kg	18 %	0'5 Hp.

El preconcentrado obtenido, secado en un horno se encuentra en condiciones de ser sometido a ulteriores clasificaciones, empezando por la electrostática que de hecho exige trabajar con materiales perfectamente secos y a temperaturas superiores a la ambiente.

*Clasificación electrostática *)*

El conjunto de especies mineralógicas a clasificar atraviesa un campo eléctrico direccional de alta intensidad creado entre un cilindro seleccionador y un electrodo puntual situado paralelamente a la generatriz del cilindro, del que está eléctricamente aislado.

El intenso campo eléctrico hace que todas las partículas adquieran en principio una carga electrostática uniforme. Las especies de naturaleza metálica ceden instantáneamente a la superficie conductora del cilindro de arrastre la carga eléctrica recibida, quedando eléctricamente neutras. El grupo de partículas no conductoras retienen la carga inducida, y permanecen atraídas por la superficie del cilindro siguiéndole en su movimiento de giro hasta que son separadas de él por un procedimiento de tipo mecánico o eléctrico.

El grupo de partículas conductoras afectadas por la fuerza centrífuga que les imprime el cilindro en su giro, caén describiendo una curva parabólica y colectores dispuestos a tal fin recogen las diferentes fracciones. Cuanto mayor sea la distancia entre la zona de caída de cada uno de los grupos de elementos diferenciados, tanto mas eficaz será la separación obtenida. Para ampliar la parábola descrita por las partículas en su descenso, a continuación del electrodo puntual y en la dirección de giro del cilindro se dispone una placa parabólica, convenientemente aislada y conectada al electrodo inductor, con lo que se origina un campo eléctrico direccional entre la placa y el cilindro, que actúa sobre las partículas ya liberadas desviando su trayectoria de caída.

Como resultado del tratamiento eléctrico se logran dos fracciones totalmente definidas; las eléctricamente activas llamadas no conductoras y las eléctricamente inactivas o conductoras.

*Clasificador electrostático de activación **)*

Se ha diseñado un clasificador dotado de dos sistemas que permiten ampliar los efectos discriminadores de este proceso.

El equipo eléctrico generador de corriente continúa de alta tensión se dotó de un oscilador de frecuencia variable y controlada, que facilita la inducción de cargas sobre las partículas a clasificar. Por otra parte, se ha acoplado entre los electrodos inductor y deflector un generador de radiaciones de longitud de onda controlada que permite excitar las especies mineralógicas sensibles a una determinada radiación modificando temporalmente su comportamiento electrostático. De esta forma operando bajo una radiación de 2.500 Å; capaz de activar el circón, anulando la carga inducida sobre su superficie, se logra separar este constituyente de la sílice por comportarse como un "conductor" mientras que la sílice no modifica su comportamiento electrostático.

El clasificador electrostático anteriormente descrito, dotado de los elementos de selección que acabamos de reseñar, ha sido objeto de la Patente no. 258.760, se utiliza en la actualidad en diversas plantas de concentración, y sus detalles pueden apreciarse en la figura 3.

* Barthelemy, 1960; Ralston, 1961; Sanna Manunto, 1938; Taggart, 1951.

** Riesenfeld, 1961.

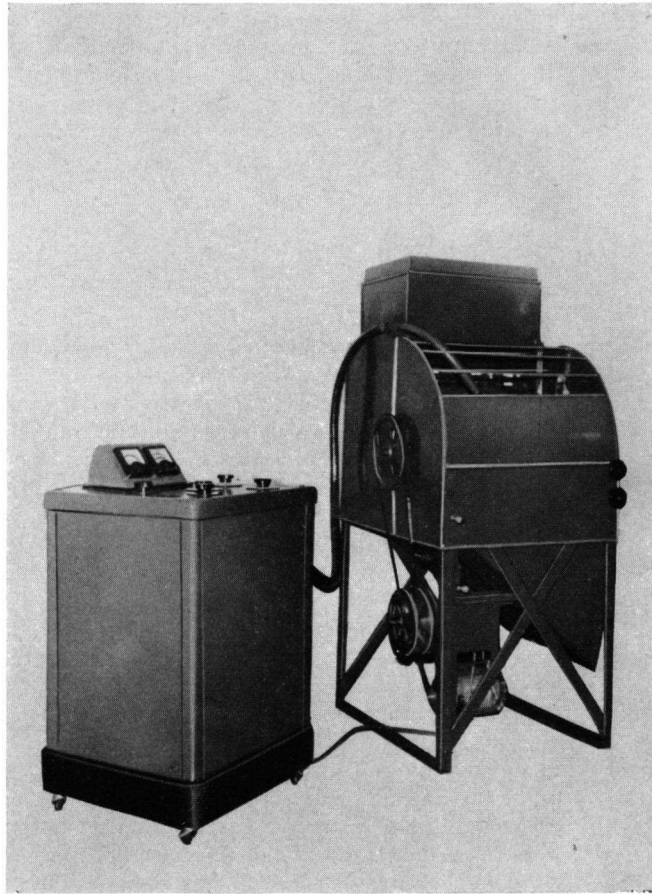


Fig. 3 Clasificador electrostático.

Para el tratamiento de minerales de playa utilizamos un equipo dotado de un generador unipolar de alta tensión capaz de suministrar una tensión continua máxima de 65 KV. La capacidad del dispositivo es de 450 Kg.-hora. La eficacia de separación se controló mediante bromoformo determinando el contenido en sílice del grupo de los conductores, que resultó inferior a un 2 %. Dado que entre los constituyentes no metálicos de los minerales de playa figura la monacita, se utilizó también como control de la eficacia de separación la medida de radioactividad, obteniéndose valores prácticamente nulos en la fracción de los materiales metálicos. De esta forma, en la fracción de los conductores o metálicos se acumulan Magnetita, Ilmenita, Casiterita y Rutilo, y en la de los aislantes o no metálicos, Granate, Epidota, Monacita, Circón y Sílice.

Separación Magnética

Se ha diseñado dos tipos de separadores magnéticos, uno de baja intensidad y campo disperso, y otro de alta intensidad y campo concentrado. Dado que en el proceso de hidroclasificación se emplea agua salada la separación magnética debe

realizarse a temperatura no inferior a 70° ya que de lo contrario el material vuelve a absorber agua que modifica el comportamiento de las partículas integrantes del conjunto por existir adherencia entre ellas. Este factor fué tenido en cuenta al proyectar los separadores magnéticos utilizados en el presente trabajo, modificando en ellos aquellas partes que pudiesen resultar afectadas por el mineral caliente.

*Separador de baja intensidad **

Está dotado de un electroiman estacionario de polos magnéticos múltiples entrecruzados. Una envolvente giratoria metálica, no magnética, recubre el electroiman y sobre ella cae, procedente de una tolva clasificadora, el conjunto de especies mineralógicas a tratar. El flujo magnético disperso procedente de los polos interiores atraviesa la envolvente giratoria, y bajo su efecto las partículas altamente magnéticas quedan adheridas a la superficie de la envolvente, la acompañan en su movimiento y se desprenden de ella en zonas determinadas en que se anula el campo magnético. Al entrecruzar los polos del electroiman se logra que las partículas retenidas encuentren en su trayectoria cambios de polaridad magnética, lo que determina una continua agitación de las partículas y en consecuencia, una mayor liberación de las especies mineralógicas de baja permeabilidad que inicialmente estaban ocluidas entre las partículas muy magnéticas. Con ello se mejora de modo notable la definición de las fracciones obtenidas.

Las especies mineralógicas de baja permeabilidad no son afectadas por el flujo magnético disperso, y su trayectoria de caída viene impuesta por la envolvente giratoria.

A fin de eliminar las perturbaciones que en el funcionamiento del separador pudiese introducir la temperatura del mineral, se inyecta una corriente de aire para enfriar el interior de la envolvente giratoria y el electroiman.

Este separador resulta de especial aplicación en la concentración de especies mineralógicas de alta permeabilidad tales como la Magnetita, que cuando se encuentran asociadas a otras de permeabilidad baja o media en proporciones superiores al 10 %, tienen que ser aisladas antes de efectuar separaciones de alta intensidad, con el fin de eliminar las interferencias entre partículas debidas a la aglutinación que provocan los campos magnéticos.

*Separador magnético de alta intensidad ***

Las máquinas de disco inducido, por sus características de selección, resultan indicadas para nuestros fines pero no pudieron ser utilizadas porque algunos de sus componentes no reunían las condiciones de trabajo requeridas. Así, la temperatura a que se encuentran las partículas de mineral deterioran rápidamente la cinta flexible de transporte. El efecto piroeléctrico de algunas especies mineralógicas, junto con la carga electrostática autogenerada por la cinta transportadora en su movimiento, interfieren de modo notable la separación ya que las fuerzas de atracción eléctrica entre las partículas y la banda de transporte llegan a ser en algunos casos, sobre todo para granulometrías finas, superiores a las de atracción magnética con lo cual el mineral no se define en relación con la permeabilidad magnética de sus diferentes componentes.

* Humbolt.

** Carpc; Rapid Magn. Ltd.; Sanna Manunto, 1938; S.I.M.E.; Taggart, 1951.

Vibroclasificador magnético

Por todo lo expuesto y al objeto de realizar un trabajo eficaz, se ha diseñado el "Vibroclasificador magnético" Patente no. 279.977. Consta de un electroiman con sus expansiones polares dispuestas en posición horizontal. El núcleo de este electroiman está formado por superposición de chapas de alta permeabilidad y "grano orientado", dispuestas de tal manera que su orientación magnética siga la dirección del flujo en toda la longitud del polo. Sobre las expansiones polares se dispone una placa metálica diamagnética animada de un movimiento vibratorio direccional. En la parte superior de la placa y concéntrico a las citadas expansiones polares se encuentra un disco metálico de alta permeabilidad magnética con su parte inferior dispuesta en forma aristada. Este disco, accionado por un motor está acoplado a un soporte regulable que al ser desplazado modifica el espacio existente entre las expansiones polares y el borde inferior del disco. La alimentación del circuito electromagnético se efectúa mediante un equipo convertidor estático, dotado de elementos de control y regulación que permiten modificar la intensidad del campo magnético ajustándola a los valores requeridos por cada especie mineralógica.

A continuación se detalla el funcionamiento del separador descrito. El conjunto procedente de una tolva dosificadora o del rodillo magnético de baja intensidad cae sobre la placa metálica vibrante. Esta vibración imprime a las partículas un movimiento a lo largo de la citada placa obligándolas a atravesar el intenso campo magnético direccional existente entre el electroiman estacionario y el plato giratorio.

Las partículas por efecto de los impulsos recibidos a lo largo de su recorrido, atraviesan el campo megnético en estado de suspensión y régimen no estacionario. Esto impide la aglomeración del producto a tratar, eliminando las interferencias

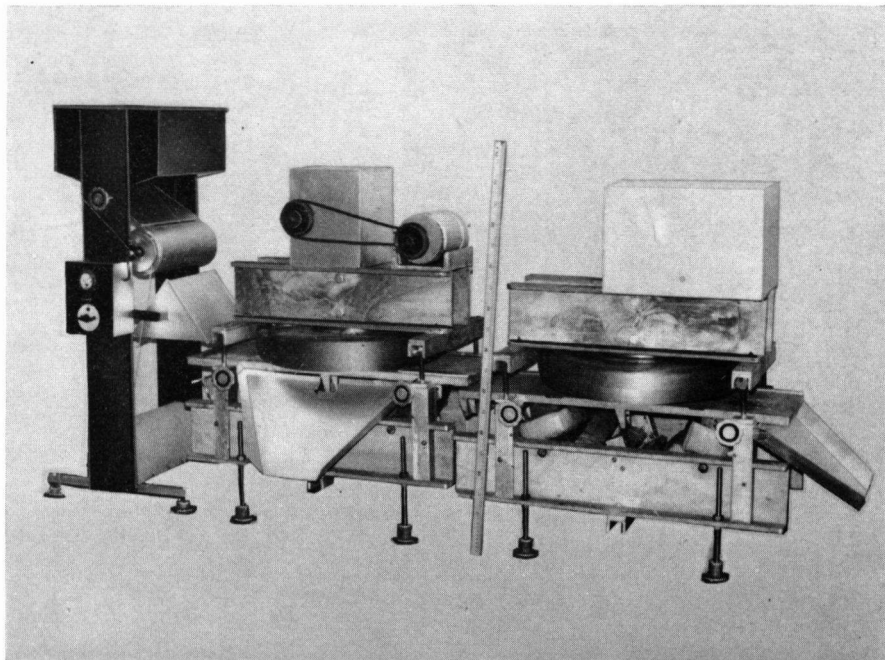


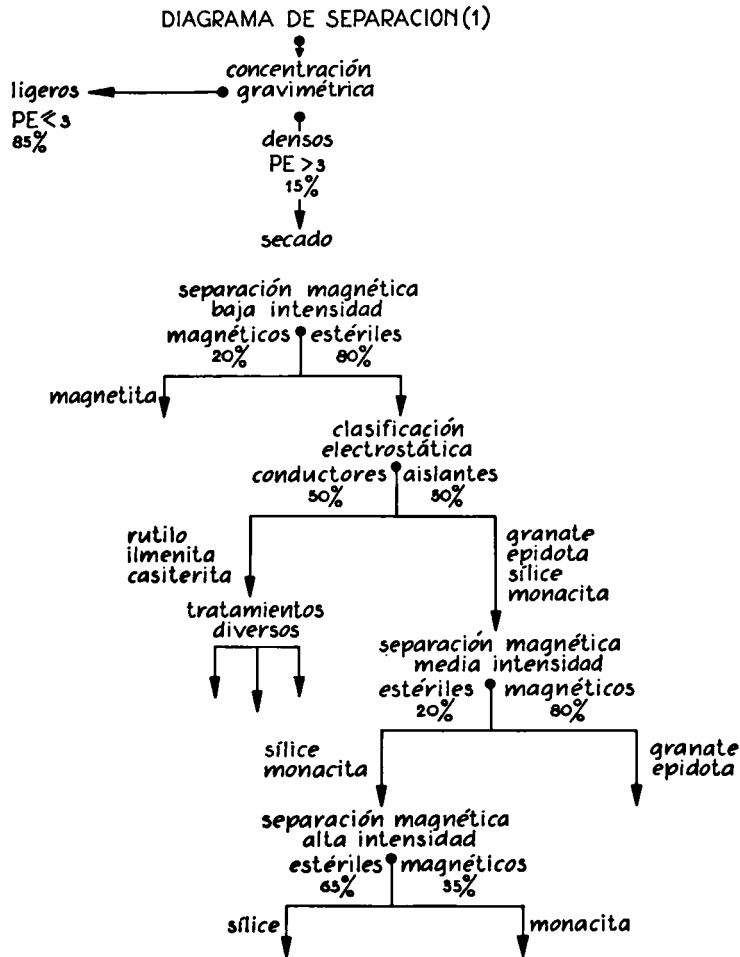
Fig. 4 Separadores magnéticos.

entre los granos magnéticos y no magnéticos. Por otra parte, se suprime también la adherencia que frecuentemente se manifiesta entre las partículas y la banda de transporte. El efecto de elevación que ejerce el campo direccional sobre las partículas magnéticas, se manifiesta de modo más intenso, debido al estado de suspensión en que se encuentra este conjunto granulado. La estabilidad térmica de la placa metálica permite efectuar la separación a la temperatura más idónea para cada especie mineralógica.

La separación selectiva se logra modificando la intensidad del campo magnético y cuando es preciso definir simultáneamente un elevado número de partículas de distinta permeabilidad, se disponen varias unidades separadoras en cascada.

Mediante el tratamiento magnético de intensidad media se consigue separar del grupo de los no metálicos el Granate y la Epidota de la Monacita, Sílice y Circón. Sometiendo luego el estéril resultante a una separación de alta intensidad se logra aislar la Monacita de la Sílice y el Circón.

La efectividad de la separación de baja intensidad se controló mediante un imán de campana regulable dando como resultado que el contenido en componentes de alta permeabilidad en los estériles era inferior al 1 %.



por un separador de rodillo de baja intensidad y dos vibroclasificadores magnéticos de media y alta intensidad respectivamente dispuestos en cascada.

En los diagramas 1 y 2 se representa la marcha general del proceso descrito sin indicar algunas fases de reciclado a que fueron sometidas diversas fracciones. Se reseñan también los pesos de las diversas porciones obtenidas.

El diagrama 1 corresponde a un tratamiento en el que debido a la presencia de Magnetita en cantidad considerable se requiere el empleo del separador magnético de baja intensidad.

En el proceso 2 el fraccionamiento de los estériles formados por Circón y Sílice se logra tratándolos en un clasificador electrostático dotado de dispositivo de activación, mediante el cual y por modificación temporal del comportamiento electrostático se separa el Circón activado de la Sílice que no sufre modificación alguna. Mediante el control con luz de Wood se comprobó que el contenido en Sílice de la fracción de conductores era inferior al 0,5 %.

BIBLIOGRAFIA

- BALTAR, CARLOS R., 1962. Modificaciones introducidas en los dispositivos de concentración gravimétrica, electrostática y magnética de minerales de playa. Trabajo de Grado depositado en la Facultad de Ciencias Químicas. Universidad de Santiago de Compostela.
- BARTHELEMY, R. C., 1960. Electrical high tension mineral beneficiation. Comunicación presentada en el "International Mineral Processing Congress", Londres.
- CARPCO FLORIDA. Magnetic Separation. Bulletin MIB 103.
- DENVER EQUIPMENT COMPANY, 1964. Bulletin LG3-B10, p. 70, Denver.
- DORR OLIVER COMPANY, 1953. Pan American Placer Jig. Bulletin 2401.
- HUMBOLT, COLONIA. Separación Magnética. Bulletins W 4758-3-4-7, New York.
- INGENIERIA INTERNACIONAL, 1946. Las Espirales Humphreys aplicadas a la minería. Edición Española. Febrero 1946, New York.
- PARGA-PONDAL, I. & PEREZ MATEOS, J., 1954 y 1956. Los arenales costeros de Galicia. Anal. Edaf. Fisiol. Vegetal, 13, no. 6 y 15, no. 7, 8.
- 1963. Rocas y minerales de interés económico del Macizo Galaico. Revista del Ministerio de Comercio: Información comercial Española. Febrero 1963, p. 99.
- RAPID MAGNETIC LTD. Electro Magnetic Separator: Publication no. 119/R/1, Birmingham.
- RALSTON, O. C., 1961. Electrostatic separation of mixed granular solids. Elsevier Publishing Cy., Amsterdam.
- RIESENFIELD, 1961. Tratado de química inorgánica. p. 495.
- SANNA MANUNTO, 1938. Preparazione meccánica dei minerali. Ed. Ulrico Moepli, Milano.
- Société Industrielle de Material Electromagnétique, Paris. notice 14.
- TAGGART, A. F., 1951. Handbook of Mineral Dressing, New York.