



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Química

ELABORACION DE UN SEPARADOR
MAGNETICO PARA BENEFICIO DE
MINERALES EN LABORATORIO.

224

T E S I S

Que para obtener el título de:

INGENIERO QUIMICO METALURGICO

p r e s e n t a :

Cándido Edmundo Guzmán Félix



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CLAS. Testu

ADQ. 1976

FECHA 1976

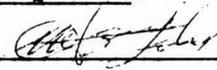
PROC. HT

225

Jurado asignado originalmente según
el tema.

PRESIDENTE: Prof. Kurt Nadler Gundesehimer
VOCAL: Prof. Alberto Obregón Pérez
SECRETARIO: Prof. Enrique Curiel Reyna
1er. SUPLENTE: Prof. Carlos Arango Solorzano
2o. SUPLENTE: Prof. Marco Antonio Chamarro

Sitio donde se desarrolló el tema: Laboratorio de Metalurgia de la
Facultad de Química.

Nombre completo y firma del sustentante: 
CANDIDO EDMUNDO GUZMAN FELIX.

Nombre completo y firma del asesor del tema: 
Ing. Q.M. ENRIQUE CURIEL REYNA

A Mi Abuela

Florentina Pérez Angeles

A Mis Padres

Ma. Concepción Félix Pérez
Lorenzo Guzmán Sumano

A Mis Tios

Cristóbal Félix Pérez
Otilia Félix Pérez
Jaime Félix Pérez

Por su Ayuda y Sacrificio
en Pro de mi Superación.
Con mi Eterno Agradecimiento.

A la Memoria de mi Amigo y Maestro

Ponciano Merlín Gómez

Por sus Consejos y Ayuda
Durante mi Transcurso Escolar.

A mi Esposa Rosa María

Por su Colaboración y
Empeño en Provecho de
mis Estudios Profesionales.

A mi Hijo Eduardo

Por su Presencia que
me Estimula a Superarme
en Cada Momento.

Con mi Profundo Agradecimiento a Todas las
Personas que Hicieron Posible con su Ayuda
la Realización y Culminación de este Trabajo.

Al Personal del Laboratorio de
Metalurgia por su Ayuda.

I N D I C E

	PAG.
INTRODUCCION	
Capítulo I.....	1
Generalidades	
Capítulo II	15
Diferentes Tipos de Separadores Magnéticos	
Capítulo III	38
Construcción del Separador Magnético	
Capítulo IV	51
Resultados	
Conclusiones	60
Sugerencias	61
Bibliografía	62

I N T R O D U C C I O N

El desarrollo en la Industria Metalúrgica en México se ha ido incrementando en los últimos años, lo que ocasiona un número elevado de nuevas fuentes de trabajo, dentro de estas fuentes interviene el INGENIERO QUIMICO METALURGICO, por lo que la carrera ha incrementado su número de estu--diantes, motivo por el cual se han revisado y actualizado los planes de estudio, para conseguir que los egresados, -adquieran tanto en las aulas como en las prácticas industriales una mejor preparación para el desempeño de sus labores profesionales.

Dentro de esta revisión y actualización de los planes de estudio que abarca todas las materias que se imparten en la carrera I.Q.M. se encuentra la materia de "PREPARACION DE MINERALES", que se imparte en dos cursos semestrales, en la actualización que sufrió esta materia, se introduce una práctica de separación magnética que se tenía que llevar a cabo fuera de la Facultad de Química por carecer és

ta de equipo apropiado para la práctica, como primer paso para el establecimiento de la mencionada práctica en --- la Facultad de Química se realizó un trabajo consistente en una monografía sobre separaciones magnéticas, el segundo pa so fue la construcción del separador magnético que se llevó a cabo en esta tesis, cuyos datos de construcción y resulta do de las pruebas prácticas realizadas se detallan dentro - de la misma.

Inicialmente la separación magnética se utilizó como auxi liar de los diversos sistemas de molienda para limpieza -- que perjudicaban grandemente a los molinos y dependía su - capacidad de los mismos, hoy en día se han expandido de tal manera que ya es considerado como un proceso unitario completo para la concentración de materiales magnéticos, - mediante procesos establecidos.

Esta es la idea fundamental que me llevó a realizar dicho separador magnético, con el único fin de que los estudian tes de la carrera de I.Q.M. tengan una mayor preparación y esta reditúe en beneficio de la comunidad.

CAPITULO I
GENERALIDADES

Un sólido colocado bajo un campo magnético puede ser atraído o repelido por éste lo que nos dice que los sólidos pueden ser clasificados en dos grandes grupos.

	Sólidos paramagnéticos
Sólidos	Sólidos diamagnéticos

Los sólidos paramagnéticos son atraídos por un campo magnético mientras que los segundos no son atraídos por éste. A su vez los sólidos paramagnéticos se clasifican en la siguiente forma.

- i - No-Magnéticos.
- ii - Débilmente magnéticos.
- iii - Fuertemente magnéticos o ferromagnéticos.

La separación magnética es la técnica usada para separar materiales magnéticos de los no magnéticos, para lograr la separación algunos de los materiales deben de ser magnéticos ya sea fuerte o débilmente para lograr esta separación se utiliza la fuerza de un campo magnético en combinación con alguna otra fuerza para producir la diferencia de movimiento en la mezcla de sólidos pasando a través del campo magnético.

Un campo magnético puede representarse por líneas llamadas de inducción cuya dirección en cada punto es la del vector inducción magnética, la inducción en un punto puede expresarse en líneas por unidad de superficie; las líneas reciben también el nombre de densidad de flujo, en el sistema MKS una línea de inducción se denomina WEBER, en este sistema la inducción magnética o potencia del campo magnético se expresa en WEBERS por metro cuadrado (Wb/m^2), o bien en submúltiplo que es frecuentemente más adecuado (mwb/m^2) mili weber por metro cuadrado. En el sistema electromagnético una línea de inducción se denomina maxwell, la inducción magnética se expresa en maxwells por centímetro cuadrado a lo que se le denomina GAUSS.

$$1\text{Wb}/\text{m}^2 = 10^4 \text{ maxwells } 1\text{cm}^2 = 10^4 \text{ gauss}$$

$$\text{si } 1\text{m}^2 = 10^4 \text{ cm}^2$$

$$1\text{Wb} = 10^8 \text{ Maxwells}$$

Cada tipo de separador magnético se basa en diferentes modelos de campo el cual es referido al uso del separador, la nomenclatura usada en los campos magnéticos son los términos de alta, media y baja potencia; baja se refiere a un campo máximo de 1000 gauss; medio se refiere a un campo que varía entre 1000 y 5000 gauss; alto es un campo de más de 5000 gauss lo cual indica una muy alta intensidad magnética.

La separación magnética consiste en introducir una mezcla de partículas que se comportan diferente al actuar un campo magnético sobre ellas, el campo producido por el imán puede tener una variación de intensidad, la partícula permeable en este campo variante se mueve hacia el punto de más alta intensidad, así bajo las condiciones de dicho campo se sujetan todas las partículas substancialmente iguales a la acción del campo y a otra fuerza o fuerzas cuya intensidad depende del ángulo formado con la dirección que actúa el campo de fuerza.

Estas fuerzas coaligadas son; gravedad, fricción, inercia, fuerza centrífuga y resistencia al fluido. La dirección de aplicación del campo magnético y la fuerza auxiliar particular o resultante utilizada, caracterizan a las diferentes máquinas comerciales.

El paramagnetismo electrónico (contribución positiva de la susceptibilidad magnética χ) se encuentra en:

- a) Todos los átomos y moléculas que poseen un número impar de electrones, en este caso el spin total del sistema no puede ser nulo.
- b) Todos los átomos e iones libres con una capa interna incompleta.
- c) Un pequeño número de compuestos diversos con un número par de electrones incluyendo el oxígeno molecular y los radicales dobles orgánicos.
- d) Los metales, el paramagnetismo de los electrones de conducción.

La presente creencia de los físicos de que la propiedad magnética de los cuerpos es debida a un alineamiento directo de algunos de sus átomos o grupos de átomos que expresa la respuesta de un medio al campo magnético externo.

En el fenómeno de magnetización de la materia por un campo magnético externo entran dos aspectos:

- a) efecto de dispersión.
- b) efecto de orientación.

a) El efecto de dispersión, sucede cuando el efecto de un campo magnético sobre el movimiento electrónico en un átomo es - - equivalente a una corriente adicional inducida en el átomo.- Esta corriente está orientada en un sentido tal que el momento dipolar magnético a ella asociada, tiene sentido opuesto al del campo magnético. Como este efecto es independiente de la orientación del átomo y es el mismo para todos los átomos - se concluye que la sustancia ha adquirido una magnetización - M opuesta al campo magnético. Este comportamiento, llamado - diamagnetismo, es común a todas las sustancias aunque en - - muchos de ellos no se observa a causa del efecto paramagnético. La magnetización resultante está dada por:

$$M = - \frac{ne^2 \mu_0}{6me} \left(\overline{\sum_i r_i^2} \right) H$$

donde H es el campo magnetizante en la sustancia, n es el -- número de átomos por unidad de volumen y r_i es la distancia del electrón i-énésimo del núcleo de un átomo, la suma se -- extiende a todos los electrones del átomo y el valor medio - debe calcularse de acuerdo a las prescripciones de la mecánica cuántica. El signo menos se debe al hecho de que M es - - opuesto a H la susceptibilidad magnética es:

$$\chi_m = - \frac{ne^2 \mu_0}{6me} \left(\overline{\sum_i r_i^2} \right)$$

y como es negativa, la permeabilidad relativa $M_r = 1 + X_m$ es menor que uno. Si introducimos el valor conocido de las constantes, suponemos que N es aproximadamente 10^{28} átomos por m^3 en un sólido y estimamos que r_i es cerca de 10^{-10} m. (que es el orden de magnitud de la órbita electrónica), tenemos que x_m es del orden de magnitud de 10^{-5} para los sólidos.

- b) Efecto orientación - Un átomo o molécula puede tener un momento dipolar magnético permanente, asociado al momentum angular de sus electrones, en este caso la presencia de un campo magnético externo produce un torque que tiende a alinear todos los dipolos magnéticos según el campo magnético con lo cual resulta una magnetización adicional llamada paramagnetismo. El magnetismo adquirido por una sustancia paramagnética tiene por consiguiente, la misma dirección del campo magnético.

En sustancias ferromagnéticas, la principal característica de éstas es que presenta una magnetización permanente que sugiere una tendencia natural de los momentos magnéticos de sus átomos o moléculas a alinearse debido a sus interacciones mutuas, el ferromagnetismo es similar a la ferroelectricidad en su comportamiento general, aunque su origen es diferente. Está asociado con la interacción de sus espines S_1 y S_2 de dos electrones que

fundamentalmente es de forma $-JS_1 - S_2$ donde la cantidad j , llamada integral de intercambio, depende de la distancia entre los electrones. Cuando J es positivo, el equilibrio se obtiene si S_1 y S_2 son paralelos, resultando una orientación de los espines electrónicos en regiones microscópicas llamadas dominios (fig. 1a.), cuyas dimensiones son del orden de 10^{-8} a 10^{-12} m y que contienen de 10^{21} a 10^{17} átomos.

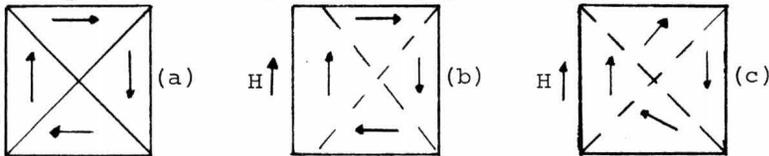


Fig. 1 dominios magnéticos:

- a) sustancias no magnetizadas
- b) magnetización por crecimiento de dominio
- c) magnetización por orientación de dominios

La dirección de magnetización de un dominio depende de la estructura cristalina de la sustancia, en una porción de materia los dominios mismos pueden estar orientados en diferentes direcciones dando un efecto neto o macroscópico que puede ser nulo o despreciable. En presencia de un campo magnético externo los dominios experimentan efectos: aquellos dominios orientados favorablemente con respecto al campo magnético crecen a expensas de los orientados menos favorablemente (fig. 1-b) a medida que la intensidad del campo magnético externa aumenta, la magnetización de -

los dominios tiende a alinearse en la dirección del campo - - -
(fig. 1-c).

La separación magnética es comunmente hecha por medio de la atractibilidad de los minerales, aún con muy pequeñas variaciones en su grado magnético, la atractibilidad en los minerales - varía dependiendo de los diferentes depósitos minerales, esta - atractibilidad se determina empíricamente sobre la base relativa del hierro con una atractibilidad relativa de 100, los minerales con una atractibilidad de 0.2 son los que presentan un -- poco más de dificultad para la separación los de mayor atracti- bilidad de 0.2 son relativamente fáciles de separar de los - -- materiales no magnéticos.

En la tabla 1 se muestra la atractibilidad magnética de los minerales.

En la tabla II se muestra la atractibilidad magnética relativa-- (después de Davis) en la cual se puede observar que la atracti- bilidad es una medida arbitraria en la cual no se relaciona a la permeabilidad o unidades magnéticas.

Los minerales de alta atractibilidad al ser separados magnética- mente dan concentrados de alto grado y desechos con mineral magné

tico relativamente pobres; esto disminuye más en los desechos cuando se hace una disminución del tamaño de la partícula alimentada, por haber mayor grado de liberación en las partículas magnéticas.

Los minerales débilmente magnéticos y los no magnéticos que contengan hierro se pueden hacer magnéticos por calcinación que los convierta completa o superficialmente en $Fe_4 S_8$ ó $Fe_3 O_4$, la importancia del cambio depende del grado de reducción u oxidación de la atmósfera gaseosa, temperatura, tamaño de partícula y mineral que sea calcinado.

TABLA I ATRACTIBILIDAD MAGNETICA DE MINERALES

MINERAL	ORIGEN DE LA MUESTRA FERROMAGETICOS	ACTRACTIBILIDAD
HIERRO		100.00
MAGNETITA	DESCONOCIDO	48.00
MAGNETITA	PUERTO HENRY N.Y.	14.862
FRANKLINITA	HORNO FRANKLIN N.J.	13.089
MAGNETICOS MODERADOS		
ILEMINITA	EDGE HILL PA.	9.139
PIRROTITA	SUDBURY ONTARIO	2.490
FRANKLINITA	HORNO FRANKLIN N.J.	1.480
MAGNETICOS DEBILES		
HEMATITA	DISTRITO LAGO SUPERIOR	0.769
SIDERITA	ROXBURY CONN.	0.743
RODONITA	HORNO FRANKLIN N.J.	0.560
LIMONITA	NUEVA ESCOCIA	0.314
CORUNDO	GASTON COUNTY N.C.	0.264
HEMATITA	CUNBERLAND ING	0.257
PIROLUSITA	BARTOW COUNTY G.A.	0.248
CALAMINA	FRIEDENSVILLE PA.	0.187
ESFALERITA	FREIBURG ALE.	0.182
SIDERITA	DESCONOCIDO	0.160
GRANATE	DESCONOCIDO	0.149
SERPENTINA (VERDE)	DESCONOCIDO	0.140
MOLIBDENITA	FRANKFORD PA.	0.118
MICA MOTEADA	BENGALA INDIA	0.115
HUBNERITA	HENDERSON N.C.	0.105
WOLFRAMITA	CHOCHINON COREA	0.105
FERBERITA	MALAYA	0.101
WOLFRAMITA	CLIMAX COLO.	0.100
APATITA	EGANVILLE ONTARIO	0.083
TETRAHEDRITA	PERU	0.080
WILLEMITA	HORNO FRANKLIN N.J.	0.076
BORNITA	UNION BRIDGE MARYLAND	0.067
ESFALERITA	IOWA	0.057
CERUSITA	NUEVA WALES AUST.	0.057
DOLOMITA	SING SING N.Y.	0.057
ARSENOPIRITA	ACTON YORK CO., MAINE	0.054
CALCOPIRITA	SUR AUSTRALIA	0.051

MINERAL	ORIGEN DE LA MUESTRA	ATRACTIBILIDAD
MOLIBDENITA	NUEVA WALES AUST.	0.048
CELESTITA	ISLA STRONTIO, OHIO	0.038
CALCOCITA	BUTTE, MONTANA	0.038
CINABARITA	NUEVA ALMADEN CAL.	0.038
YESO	DERBYSHIRE ING.	0.038
EPIDOTA	DESCONOCIDO	0.033
FLUORITA	ROSICLARE, ILL.	0.032
AUGITA	DESCONOCIDO	0.027
HORBLENDA	DESCONOCIDO	0.025

LIGERAMENTE MAGNETICOS

PIRITA	RIO TINTO ESPAÑA	0.022
SMITHSONITA	KELLY, N.M.	0.022
ESFALERITA	JOPLIN, MO.	0.022
ESTIBNITA	ALEMANIA	0.022
CRIOLITA	GREENLAND	0.019
ENARGITA	BUTTE MONTANA	0.019
MAGNESITA	LANCASTER TEX.	0.019
YESO	G. RAPIDOS MICH.	0.016
NICOLITA	BEBRA HESSE ALE.	0.016
SERPENTINA ROJA	DESCONOCIDO	0.016
ESTIBINITA	JUAB COUNTY UTAH	0.013
BIQPTASA	DESCONOCIDO	0.012
CUPRITA	CORNWALL ING.	0.0096
GALENA	GALENA ILL.	0.0096
WITHERITA	CUMBERLAND ING.	0.0064
RUTILO	DESCONOCIDO	0.0034
MICA CLARA	BENGALA INDIA	0.0032
ORTOCLASA	ALEJANDRIA N.Y.	0.0032
COBALTITA	DESCONOCIDO	0.0023
PIRITA	DESCONOCIDO	0.002
TURMALINA	DESCONOCIDO	0.0012
DOLOMITA	DESCONOCIDO	0.0011
BERILO	DESCONOCIDO	0.0008
ESFALERITA	JEFFERSON CAY. TENN.	0.0005
ZIRCON	DESCONOCIDO	0.0002

NO MAGNETICOS Y DIAMAGNETICOS

BARITA	BARTOW COUNTY G.A.	0.00
CALCITA	DESCONOCIDO	-0.0004
FLUORITA	DESCONOCIDO	-0.0004

HALITA	DESCONOCIDO	-0.0004
ESFALERITA	DESCONOCIDO	-0.0004
CELESTITA	DESCONOCIDO	-0.0005
CUARZO	DESCONOCIDO	-0.0005
CORUNDO	DESCONOCIDO	-0.0006
GALENA	DESCONOCIDO	-0.0011
ANTIMONIO NATIVO	DESCONOCIDO	-0.0023
APATITA	DESCONOCIDO	-0.0034
ARGONITA	DESCONOCIDO	-0.0048
GRAFITO	CEYLAN	-0.032

TABLA II ATRACTIBILIDAD MAGNETICA RELATIVA

(DESPUES DE DAVIES)

SUSTANCIA	ATRACTIBILIDAD RELATIVA
FUERTEMENTE MAGNETICOS	
HIERRO (BASE)	100.00
MAGNETITA	40.18
FRANKLINITA	35.38
ILMENITA	24.70
DEBILMENTE MAGNETICOS	
PIRROTITA	6.69
SIDERITA	1.82
HEMATITA	1.32
CIRCON	1.01
LIMONITA	0.84
CORUNDO	0.83
PIROLUSITA	0.71
MANGANITA	0.52
CALAMINA	0.51
NO MAGNETICOS	
GRANATE	0.40
CUARZO	0.37
RUTILO	0.37
CERUSITA	0.30
QUERARGIRITA	0.78
ARGENTITA	0.27
OROPIMENTO	0.24
PIRITA ;ESFALERITA	0.23
MOLIBDENITA	0.23
DOLOMITA	0.22
BORNITA	0.22
APATITA ;WILLEMITA	0.21
TETRAHEDRITA	0.21
TALCO ;MAGNESITA	0.15
ARSENOPIRITA	0.15
CALCOPIRITA	0.14
YESO	0.12
FLUORITA	0.11
ZINCITA ;CELESTITA	0.10

SUSTANCIA	ATRACTIBILIDAD RELATIVA
NO MAGNETICOS	
CINABRIO	0.10
CALCOCITA	0.09
CUPRITA	0.08
SMITHSONITA	0.07
ORTOCLASA; ESTIBINITA	0.05
CRIOLITA; ENARGITA	0.05
SENARMONTITA	0.04
CALCITA	0.03
WITERITA	0.02

C A P I T U L O I I

DIFERENTES TIPOS DE SEPARADORES MAGNETICOS

- La clasificación de separadores magnéticos por sus componentes magnetizantes se divide en dos tipos, electromagnéticos y magnéticos permanentes, dependiendo del tipo de imán usado para dar energía al separador, a su vez estos también se dividen de acuerdo al proceso en que serán utilizados ya sea por vía seca o vía húmeda, así como el uso al que serán sometidos, como concentradores o purificadores o bien como eliminadores de desperdicio de hierro.

La selección de un separador magnético adecuado es determinado por las características físicas del material a ser tratado -

(forma, comportamiento magnético, vía seca o húmeda, tamaño, cantidad alimentada), y el manejo del material, por lo cual tiene suma importancia las pruebas de laboratorio para determinar las posibilidades de la separación magnética y el tipo de separador magnético más adecuado para una determinada aplicación.

Las consideraciones que se deben de tomar en cuenta en la selección del separador son: susceptibilidad magnética, potencia de aplicación del campo magnético, tamaño necesario del hierro para producir el campo, especificaciones mecánicas del separador magnético, tiempo que la partícula debe estar en el campo, gravedad específica de la partícula y el medio en el cual se lleva a cabo la separación (Líquido o aire)

En los separadores la partícula es levantada o es lanzada hacia abajo.

El tipo de separador electromagnético es formado con un alambre de cobre enrollado y energizado por corriente alterna o directa, comprende un centro de hierro F, una bobina primaria M y una coraza de material antimagnético. (Este es el principio fundamental en la construcción del separador electromagnético).

(Ver fig. 1')

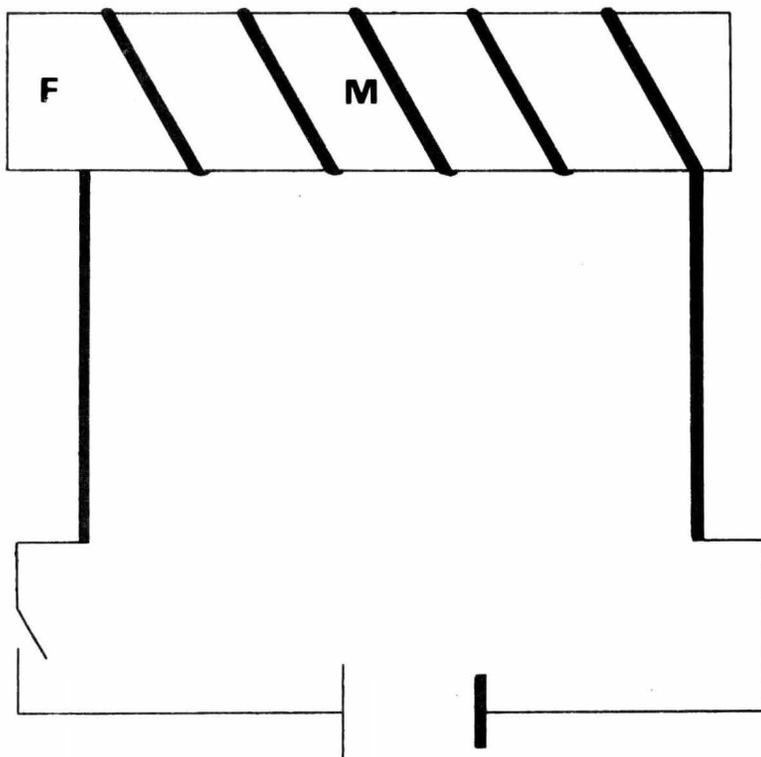


FIGURA 1'

Los imanes temporales son aleaciones de hierro o hierro puro, se usan generalmente con corriente alterna, para una eficiencia máxima, es necesario reducir al mínimo las pérdidas de energía relacionadas con el campo magnético variable. Las pérdidas de energía o pérdidas de núcleo como se les llama a veces resultan de la conversión de energía eléctrica en térmica.

Las pérdidas se expresan generalmente en Watts/libra para un espesor dado de material, para una densidad de flujo determinado y una frecuencia específica. Existen dos mecanismos principales por lo que pueden producirse pérdidas de energía o del núcleo: de histéresis y de corrientes parásitas.

El tamaño del ciclo de histéresis indica el grado de la pérdida de energía por histéresis. El área del ciclo aumenta al incrementarse la dureza mecánica, ya que este aumento tiende a incrementar tanto la remanencia como la fuerza coercitiva. Las pérdidas de histéresis se reducen a hierros muy blandos, recocidos totalmente de alta pureza y libres de deformaciones esta pérdida se reduce más controlando la orientación de los granos en la aleación. Este control se obtiene mediante una secuencia especial de operaciones de laminado y recocido, como resultado obtenemos que la mayoría de los granos de la lá-

mina acabada tiene los bordes de sus celdas unitarias, paralelas al sentido longitudinal en la lámina, puesto que ésta es la dirección ideal de magnetización, la permeabilidad es mayor a lo largo de la lámina sobre todo a altas densidades de flujo que en su sentido transversal.

La presencia de deformaciones (consecuencia del endurecimiento) hace aumentar las pérdidas del núcleo. Una medida para eliminarlo es recocer todo el acero así como también con prácticas cuidadosas de estampado. Esto involucra sobre todo el uso de dados bien diseñados y afilados, ya que los laminados deben carecer de rebabas, si existen éstas tenderán a introducir deformaciones cuando las láminas se apilen y sujeten en su lugar correspondiente. El recocido de alivio de esfuerzos se lleva a cabo después del estampado, para eliminar las deformaciones producidas en este último proceso, el recocido no debe provocar una recristalización, si sucede ésta perderá la orientación preferente.

En el núcleo se inducen corrientes parásitas, mediante la corriente fluctuante en los devanados del núcleo, las medidas tomadas para reducir las pérdidas por corrientes parásitas (o de Foucault), incluyendo aleaciones especiales para hacer aumentar la resistencia eléctrica, llevando consigo un aumen-

to en la dureza mecánica (que incrementa las pérdidas por histérisis) y con frecuencia tiende a hacer que la aleación sea frágil.

El aditivo de aleación que mejor hace aumentar la resistencia eléctrica del hierro, con el mínimo de efectos secundarios mecánicos perjudiciales es el silicio en cantidades que van de 0.5- a 5 %. Las corrientes parásitas se reducen también usando material laminado muy delgado.

Los recubrimientos aislantes que se les añaden a los laminados-deberán aplicarse en capas de espesor uniforme, con el fin de no causar presiones desiguales, después de apilarse y sujetarse en su lugar correspondiente. Las presiones de sujeción deben-mantenerse tan bajas como sea posible y aplicarse uniformemente.

El costo de laminado, estampado, aislamiento y apilamiento, determinan el espesor mínimo práctico que comunmente está entre - 0.001 y 0.002 pulgadas.

Los materiales que se usan para los separadores magnéticos permanentes, se clasifican en tres grupos, aceros, aleaciones magnéticas e imanes de óxido. Los primeros que se usan para imanes permanentes tienen que ser capaces de endurecimiento, lo - cual requiere un alto contenido de carbono, si el material va a

convertirse en un imán de sección transversal grande debe contener elementos de aleación, que le permitan endurecerse - en todos los puntos. Los imanes permanentes hechos de acero se endurecen normalmente mediante un tratamiento térmico y luego se magnetizan con electroimanes o mediante acero pesado de cobre o devanados de tubo de cobre enfriados con agua, que conducen pulsos de corriente directa de bajo amperaje y corta duración.

Las aleaciones de imanes permanentes no son aceros y no se basan en la presencia de carbono para graduar su presencia. Algunas composiciones aunque no todas carecen de hierro. Entre estas aleaciones están los Alnicos (Al, Ni, Co, el resto todo de Fe), los Cunifes (Cu, Ni, Fe), Cúnicos (Cu, Ni, Co) y Silmanal (Ag, Mn, Al), muchas de ellas no son solamente duras sino también frágiles y deben moldearse para darles forma o someterse a técnicas de metalurgia de polvos. Las aleaciones que lleven cobre son frágiles en caliente, pero pueden trabajarse en frío y se estiran para formar alambres. Las aleaciones de imanes permanentes se tratan con soluciones y luego se envejecen en un campo magnético para obtener propiedades óptimas.

El primer material magnético descubierto fue la piedra imán, magnetita u óxido magnético de hierro, cuya fórmula química es: Fe_3O_4 y se compone de partes iguales de Fe_2O_3 y FeO , - si otros iones metálicos bivalentes reemplazan al Fe del - - FeO se obtiene un producto superior y la fórmula se convierte en NFe_2O_4 .

Las proporciones de las sustancias correctas se mezclan, muelen y funden para producir la reacción química, luego los - compuestos vuelven a meterse, se les dá forma en un campo - magnético y vuelven a fundirse. Esto dá origen a un alineamiento magnético, pero los imanes deben imantarse en un campo fuerte.

TIPOS DE SEPARADORES.

Dentro de la industria en general se utilizan un número bastante elevado de separadores magnéticos, que son utilizados de acuerdo al requerimiento en la operación de separación, - ya sea como eliminadores de desecho magnético o bien como - concentradores y purificadores, los separadores se pueden - conjuntar en los siguientes tipos:

- 1.- Polea magnética
- 2.- Separador de banda cruzada

- 3.- Separador de rodillo inducido
- 4.- Platos o placas magnéticas
- 5.- Separador de magnetos suspendidos
- 6.- Separador magnético de reja
- 7.- Tambor magnético
- 8.- Filtromagnético

Los cuales pueden ser de determinadas intensidades que dan las características de separación.

GENERALMENTE SEPARAN PARTICULAS

Separadores de alta intensidad:	De baja intensidad
Separadores de intensidad media:	Grado mediomagnético
Separadores de baja intensidad:	altamente magnéticos

Los primeros tipos de separadores magnéticos se utilizan generalmente para separación por vía seca, separando partículas mayores de 6 mm., los dos últimos son utilizados para la separación por vía húmeda generalmente para separar partículas menores de 3 mm., aunque también el tambor puede hacer separación por vía seca.

Para que la atracción magnética varíe inversamente como el cuadrado de la distancia, los minerales magnéticos débiles deben-

llevarse cerca de los separadores, para obtener un buen resultado en la práctica. Se recomienda que el material entre enteramente seco y la separación entre sí sea la menor.

Polea magnética puede ser electromagnética o magnética permanente, ya sea de ferrita o alnico, siendo más eficiente la primera

Generalmente las poleas son instaladas como cabeza de la banda. Son usadas preferentemente en fundiciones para recobrar el hierro de la tierra, para quitar escorias, rebabas y en la limpieza de arena de moldeo en general.

Los parámetros fundamentales para seleccionar una polea son:

Velocidad del transportador

Tamaño del material manejado

Volumen del material manejado por unidad de tiempo

Angulo de inclinación del transportador

Las poleas son fabricadas en diámetros de 8 a 61 pulgadas y anchos de 6 a 72 pulgadas. Cada diámetro tiene una velocidad máxima limitada al aumentar el diámetro así como la alimentación se debe de aumentar también la velocidad máxima limitada.

La eliminación de las fallas del embobinado así como el costo de la potencia, que reducen los costos de mantenimiento y operación en las poleas de imán permanente en comparación con las

poleas electromagnéticas las hacen más recomendables.

SEPARADOR DE BANDA CRUZADA.

Este separador es usado como concentrador selectivo, preferido en ocasiones cuando varios minerales magnéticos están presentes en la alimentación, estos minerales deben estar expuestos a un campo magnético de alta intensidad de flujo para obtener la separación.

El separador de banda cruzada usa el principio de alzar, el material magnético salta hacia arriba de la banda cruzada en la banda transportadora y es llevado hacia la orilla de la última donde es depositado.

Este tipo de separador opera en base al principio electromagnético debido a que la fuerza magnetizante es muy alta, la cual no puede ser igualada con un imán permanente.

Algunos de estos separadores son: WETHERILL, DING WETHERILL tipo E, la diferencia entre ellos radica en el número de electroimanes ; el primero tiene 2 y el segundo 3, así como en el número de polos. El tamaño del material debe ser entre 6 mm. y 50 mallas o más fino si es altamente magnético, la banda separadora debe ser más angosta que la alimentadora y tener una velocidad de aproximadamente el doble de la banda de alimenta---

ción, el máximo a ser separado es aproximadamente el 10 % de la alimentación total.

SEPARADOR DE RODILLO INDUCIDO.

Se utiliza en separación y limpieza de la contaminación de magnéticos débiles, obteniéndose una alta capacidad aunque no llega a una separación selectiva extremada.

Tiene una alta densidad de flujo que es lo que permite la separación de materiales débilmente magnéticos.

Está constituido de varios rodillos colocados uno debajo de otro a determinadas distancias entre ellos, el material a ser separado es alimentado sobre un rodillo revolvente que gira a alta velocidad, a un punto en donde el material es totalmente soportado por el rotor y revuelto a través de un campo magnético intenso.

Las partículas magnetizadas se adhieren a las orillas magnetizantes en la cara del rotor, siendo retenidas sobre su superficie un momento más grande que las partículas menos magnetizables o no magnetizables. Al girar el rotor imprime a las partículas una fuerza centrífuga la cual las impulsa fuera a diferentes ángulos y en diferentes espacios de tiempo, primero la no o poco magnetizables, después las magnetizables, colocando una cuña entre las trayectorias de la caída de la porción magnetizable, es cortada lejos de las no magnetizables.

tizables.

La separación se continúa más adelante permitiendo a la porción poco o no magnetizable caer sobre un segundo rodillo , con más alta intensidad, sucediendo con las partículas lo mismo que en el rodillo anterior, a su vez este rodillo puede ser seguido por uno o varios más, aumentando en ellos gradualmente su densidad de flujo en donde se realiza la misma operación descrita. Un separador de este tipo es el Exolon modelo Single 30 o el Exolon doble 30 que tiene el doble de capacidad que el primero, esta capacidad es de 800 libras/hora.

PLATOS O PLACAS MAGNETICAS.

Es uno de los separadores más simples y de más bajo costo - que puede ser aplicado como eliminador de partículas magnéticas o pedacería de hierro, el plano magnético consiste de una placa polar de acero para lo cual se unen uno o más magnetos permanentes.

Es colocada sobre conductos, tolvas y bandas alimentadoras, ya sea en forma paralela al alimentador o en un plano inclinado, existen un gran número de tamaños y modelos con potencia magnética a escoger.

SEPARADORES DE IMANES SUSPENDIDOS.

Son usados cuando no se pueden utilizar equipo magnético como poleas, tambores o platos magnéticos, debido a que la alta velocidad de la banda y el gran peso en la misma necesitan un intenso campo magnético para lograr la separación y esto se logra por medio de los imanes suspendidos. Estos imanes funcionan bajo el principio electromagnético - para poder producir en el embobinado magnético el intenso campo necesario. Para disipar el calor producido en el embobinado se usa aceite.

Los imanes suspendidos se pueden hacer autolimpiables con la incorporación de una banda cruzada a la banda de alimentación, en medio de la banda cruzada se coloca el magneto suspendido ya sea perpendicularmente a la banda alimentadora o bien con un cierto ángulo sobre la cabeza de la polea.

La altura o dimensión de la suspensión es determinada por el tamaño de la partícula y por la carga del transportador. La carga nominal se determina por la fórmula:

$$De = a 25.2 C/W V.$$

Donde:

De = Profundidad en el centro de la carga en un transportador de canal con ángulo de 20° (en pulgadas).

c = capacidad en piés cúbicos/minutos.

W = ancho de la banda (piés)

V = Velocidad de la banda piés/minutos.

De, 2 ó 4 pulgadas más de espacio libre para la pieza magnética recolectada determina la altura de suspensión.

SEPARADORES MAGNETICOS DE REJA.

Consiste en una serie de barras magnetizadas y es usada para remover hierro fino y hierro de abrasión de materiales granulares de libre flujo de un tamaño menor de 10 mallas. Es de partes fijas lo que le dá un bajo costo inicial y de operación.

La alimentación es usualmente vertical a través de la reja, generalmente las barras son de una pulgada de diámetro y están separadas entre centro y centro de cada barra 2 pulgadas como el enrejado es de un tipo de imán acumulativo éste debe ser limpiado de acumulaciones magnéticas a intervalos razonables para asegurar una alta eficiencia de operación.

TAMBOR MAGNETICO

Es usado en donde el espacio es reducido y un autotransportador no es adecuado para la aplicación de la polea magnética, por un plato magnético o por un imán suspendido. El campo magnético desarrollado por el tambor es mucho mejor que el producido por cualquiera de los separadores antes mencionados.

Se puede usar un electromagnético o bien uno de imán permanente, siendo el de imán permanente de cerámica el más frecuentemente usado.

El tambor magnético consiste en un tambor dentro del cual un imán o juego de imanes es adherido en posición fija, la carcasa o envoltura del tambor se encarga de revolver el material a ser tratado, llega a él y este es llevado al campo magnético, las porciones no magnéticas caen al dar vuelta el tambor, el material magnético es adherido rápidamente contra la carcasa y llevado hasta que sale del campo magnético y caen en un depósito especial.

El separador tipo tambor es generalmente anexo a un conducto surtidor y puede ser completamente cerrado, automático y todo construido de metal, es en este separador en donde el imán permanente ha desplazado prácticamente al electromagnético.

El juego de imanes va por todo lo ancho del tambor y cubre una mitad de la periferia, la mitad derecha del tambor de un plano vertical hacia el centro recibe el flujo, mientras la mitad izquierda no percibe nada, una gran ventaja es que el material fluye directamente hacia abajo por el conducto sobre el tambor que gira, las partículas separadas fluyen lejos por la fuerza de gravedad.

Entre algunas de las modificaciones hay un tipo de doble (DH) grupo de tambores magnéticos en el cual trabajan 2 tambores, los tambores rotan contra el flujo del material y separan o sacan las porciones magnéticas, la rotación también puede ser contraria al flujo de los materiales descendiendo, con resultados favorables en las aplicaciones propias del método.

Existen también separadores magnéticos de "Agitación", del tipo tambor en los cuales el material es limpiado, roto y separado aparte para que todas las partículas magnéticas reciban la acción del campo.

Los separadores magnéticos de tambor se subdividen en:

Separadores magnéticos de tambor que trabajan en seco
y separadores magnéticos de tambor que trabajan en húmedo -

con suspensiones o lechadas.

Los separadores de tambor que trabajan en seco son de alta, - media y baja intensidad.

Los separadores magnéticos de tambor de media intensidad incluyen:

1. Separadores de tambor con polaridad alternante
2. Separadores de tambor UNI - GAP.

El separador de tambor con polaridad alternante fue diseñado - para tratar una alimentación con gran cantidad de magnéticos y obtener un alto grado de concentrado, con un tamaño de partícula de 1 1/2 pulgada a 100 mallas. El separador de tambor - - UNI - GAP, es diseñado para producir una intensidad magnética-moderadamente alta, en el espacio a través del ancho completo-del tambor a una posición sencilla sobre la circunferencia del tambor, es muy usada en la separación de partículas magnéticas finamente divididas.

El separador magnético del tambor de alta velocidad, es diseñado para tratar materiales de un tamaño de 100 malla o menos - para producir un concentrado magnético de alto grado, libre de partículas no magnéticas por medio del control de la velocidad del tambor, se puede rechazar efectivamente las partículas de-

media capacidad magnética.

Los separadores húmedos de tambor son aplicables para concentrar materiales magnéticos fuertes, finamente divididos. - Los tres tipos básicos de concentrado de tambor son los siguientes:

1. Tambores concurrentes para operaciones de amontonamiento sobre mineral de $1/4$ de pulgada.
2. Tambores a contrarrotación para operaciones de desgastado sobre mineral de 10 mallas.
3. Tambores a contracorriente para operaciones de acabado sobre mineral de 65 mallas.

La operación consiste en introducir la alimentación al interior de la tolva alimentadora, lo que al girar el tambor introduce la pulpa al campo magnético. Los campos magnéticos en la alimentación son atraídas hacia el envolvente de los - tambores rotatorios en donde son limpiados por la acción de agitación creada por la polaridad alternante de los magnetos la alimentación puede ser concurrente o a contracorriente.

Los tambores magnéticos húmedos son construidos ya sea en tipos electromagnéticos o de imanes permanentes.

FILTRO MAGNETICO

Son usados para remover contaminantes magnéticos finamente divididos en líquidos, en sólidos, en suspensiones líquidas, se utilizan para limpiar aceite, tintas, arcillas, pinturas y materiales similares.

Este separador no tiene partes móviles, un juego de cribas - son magnetizadas inductivamente por el embobinado de la tubería que lleva la pulpa, cada criba tiene su orilla altamente magnetizada, atrae y adhiere las impurezas magnéticas presentes en la alimentación, cuando el ciclo ha finalizado, el embobinado es desenergetizado y las partículas magnéticas son - sacadas del filtro.

Otro tipo de separadores para líquidos es el ferrofiltro, el cual consiste de un grupo de clasificadores magnetizados in--cluidos en un arco a través del cual fluye el líquido.

El líquido viaja a través de un conjunto de piezas planas anulares las cuales son los clasificadores.

Los filtros magnéticos pueden ser construidos en ambos tipos. ya sea imán permanente o electromagnéticos.

En las siguientes tablas se dan las composiciones más usuales para imanes permanentes y para imanes blandos y dulces (electroimanes). (Tablas III y IV).

SIMBOLOS UTILIZADOS EN LAS TABLAS III Y IV.

B_A	Inducción en el punto de trabajo
B_R	Remanencia
$(BH)_{max}$	Energía
B	Inducción
B_m	Inducción máxima
H_A	Intensidad de campo en el punto de trabajo
H_c	Fuerza coercitiva
H	Intensidad de campo
I	Imanación
I_∞	Imanación de saturación
l	Longitud
ϑ	Temperatura
μ_A	Permeabilidad inicial
μ_{ef}	Permeabilidad eficaz
e	Permeabilidad máxima
μ_0	Constante de inducción o permeabilidad en el vacío
μ_r	Permeabilidad reversible
ρ	Resistencia específica o resistividad

TABLA III

Materiales para imanes permanentes

Denominación	Composición % en peso	H_c G	H_c A/cm	$B_H H_c$ VAs/dm ³	B_A G	H_A A/cm	$(BH)_{máx}$ VAs/dm ³	H_c/H_c Gcm/A	$(BH)_{máx}$ $B_H H_c$	Observaciones
<i>Aceros martensíticos:</i>										
Aceero para muelles	≈ 99 Fe; 0,9 C	13 500	17	2,3	9600	12	1,15	103	0,50	Revenido a 400° C. Recocido a 800° C; revenido a 400° C. Templado, recocido a 300° C; Análogos: FeCrC, FeMoC, FeWCrC. Otros aceros al C: Coercita I, II, III; Coercita 50. Análogos: Acero W11, Perm-nin, Coercita 50 W; otras aleaciones de acero al Co; FeCoMnCrC, FeCoMoCrC.
Aceero para herramientas	98,8 Fe; 1,1 C; 0,1 V	10 300	18,2	1,87	6900	13,2	0,91	63	0,49	
Aceero al voltuario (Acero Hecia M T)	≈ 93,8 Fe; 5,5 W; 0,7 C	10 700	54	5,8	7500	38,2	2,87	41,5	0,48	
Aceero al cobalto (Coercita 10)	≈ 90 Fe; 10 Co	9 000	79,6							
Aceero Houda, acero KS; por ejemplo, acero Standard al Co	57,6 Fe; 35 Co; 4 W; 2 Cr; 0,5 Mn; 0,9 C	10 000	199	7,16	6200	63,7	4,06	22,0	0,57	
<i>Aleaciones de separación isotropas:</i>										
Aleaciones de Köster	73 Fe; 12 Co; 15 Mo	11 100	191	20,1	7500	133	10,0	14,4	0,50	Nuevo acero Houda; nuevo acero KS.
	67 Fe; 15 Co; 18 W	12 000	110	14,3	6930	69	4,8	18,8	0,33	
	44,7 Fe; 27,2 Co; 17,7 Ni; 0,7 Ti; 3,7 Al	7 150	625	44,7	4150	390	16,2	4,84	0,363	
Aleación MK, de Mishima	≈ 63 Fe; 26 Ni; 11 Al	7 600	525	39,8	5040	349	17,5	5,65	0,440	Análogos: MK 1 a MK 5. Análogos: Coercita 120, Hymax NiAl. Análogo: Tromulit 600
Coercita 120	≈ 60 Fe; 24 Ni; 16 Al	6 020	356	22,2	3800	243	9,3	6,70	0,418	
Tromulit	Polvo de Coercita 120, aglomerado a presión	3 550	405	14,3	1940	223	4,33	4,06	0,302	
Alnico	≈ 63 Fe; 20 Ni; 12 Al; 5 Co	7 750	366	28,4	5210	248	13,0	5,63	0,456	Análogos: Coercita 160, Ni-permag.
Coercita 160	≈ 55 Fe; 27 Ni; 11 Al; 7 Co	6 100	597	36,4	3500	351	12,3	4,65	0,337	
Coercita 250	≈ 40 Fe; 19 Ni; 8 Al; 24 Co; 4 Cu; 5 Ti	6 500	800	52,0	4000	480	19,2	3,2	0,37	Análogo: FePi1th
Platino-hierro	22,2 Fe; 77,8 Pt	5 830	1250	73,0	3300	740	25,2	1,05	0,346	
<i>Imanes de óxido:</i>										
Imán de óxido	Fe ₃ O ₄ + CoFe ₂ O ₄	4 000	478	19,1	2700	375	10,2	3,02	0,533	Comprimidos y sinterizados. Análogo: Kerocox.
Vegetilux	30 Fe ₂ O ₃ + 44 CoFe ₂ O ₄ + 26 Ce ₂ O ₃	1 600	998	12,7	980	488	4,8	—	0,375	
Ferroxduros	BaFe ₁₂ O ₁₉	2 050	1160	23,8	1000	680	6,8	1,2	0,286	
<i>Aleaciones de separación isotropas, exentas de hierro:</i>										
Cunife	20 Co; 21 Ni; 50 Cu	3 400	525	17,8	2030	315	6,4	—	0,358	De la atención de Heuster Cu Mn Al
Platino-cobalto	23,3 Co; 76,7 Pt	4 530	2120	95,5	2500	1195	30,0	1,44	0,313	
Silmanal (aleación de Potter)	35,55 Ag; 8 Mn; 4,45 Al	550	4780	36,3	83,4	717	0,60	—	0,023	
<i>Aleaciones de separación anisotropas:</i>										
Vicalloy (coercita T)	35 Fe; 52 Co; 13 V	10 000	398	30,8	8800	303	26,5	—	0,668	Se dejan trabajar con formación de virutas, laminable. Sin orientación privilegiada. Paralelamiento a la dirección privilegiada, análogo: Coercita 400. Análogos: Tromulit 700 y 800; Indalloy; Neel
Ganite (Magnetoflex)	20 Fe; 20 Ni; 60 Cu	5 460	438	23,7	3840	312	12,0	—	0,506	
Ticonal (Alonit)	≈ 50 Fe; 14 Ni; 23 Co; 8 Al; 3 Cu; (Ti)	8 800	465	41,0	5700	299	17,0	3,77	0,414	
		12 150	523	63,8	9800	422	41,5	5,05	0,65	
Tromulit 800 s	Polvo de Ticonal, aglomerado a presión	5 000	637	31,0	2760	350	9,7	3,77	0,302	

Materiales magnéticamente blandos o dulces

Denominación	Composición % en peso	H_c G/A	H_m Gcm/A	B _r G	H_c A/cm	I_{00} G	ϵ D mm/m	Observaciones
Hierro dulce:								
Hierro purísimo (labor).....	Fe > 99,9	25 000	835 000 730 000	13 300	0,02	21 040	0,009	Puesto al rojo en II, Monocrystal en la dirección de la arista del cubo (100)
Hierro-carbonilo	Fe > 99,5	800	20 000	5 500	0,08	21 600	0,10	Puesto al rojo en el vacío
Hierro electrolítico	0,008 C; 0,036 Mn; P; Cu	500	18 500	10 000	0,16	21 600	0,10	
Hierro al crisol (armos)	0,02 C; 0,05 Mn	25 000	430 000	13 300	0,02	22 000	0,10	
Hierro al crisol (armos) usual en el comercio	Fe > 99	400	6 400	8 500	0,55	21 600	0,10	
Hierro D	Fe > 99	400	6 000	10 700	0,5 a 1,0	21 500	0,10	Puesto al rojo
Acero de dinamo AX 1	99,48 Fe; 0,4 Mn; 0,044 C	380	5 400	8 000	0,40	21 500	0,11	
Hierro suco al carbón de madera	0,63 C	300	4 500	8 000	0,80	21 500	0,11	
Hierro pobre en carbono	Fe > 99	350	4 500	8 000	1,10	21 500	0,12	
Grupo del hierro al silicio:								
Chapa de dinamo I	≈ 99,5 Fe; 0,21 C; 0,04 Si; Mn; P; S	200	3 100	7 050	1,80	21 300	0,12	Análogo: Lohys Análogo: Stalloy Chapa de transformador {Textura Análogos: Hyperst, Transcor, Hyperm 1,5 y 7
Chapa de dinamo II	≈ 98,6 Fe; 0,25 C; 1,03 Si; Mn; P; S	230	10 600	8 450	0,61	21 100	0,29	
Chapa de dinamo III	≈ 95,3 Fe; 0,21 C; 2,4 Si; Mn; P; S	330	9 700	8 000	0,67	19 800	0,36	
Chapa de dinamo IV	≈ 95,7 Fe; 0,07 C; 4,1 Si; Mn; P; S	600	9 800	6 000	0,37	19 500	0,55	
Hyperm 4	≈ 96 Fe; 1,0 Si	800	30 000	15 000	0,16	20 000	0,50	
Sendust	85 Fe; 9,0 Si; 5,4 Al	45 000	200 000	—	—	—	0,90	Mecánicamente duro y quebradizo; se usa en masas pulverulentas
Grupo del hierro-cobalto:								
Permendur	50 Fe; 50 Co	880	10 000	14 000	0,80	25 700	0,06	Análogo: Hyperm 6050 No se trata de una combinación química; análogo: Hyperm 6035
Fe:Co (proporción de mezcla)	66 Fe; 34 Co	—	16 500	12 000	0,44	25 700	0,11	
Permalvar	10 n 80 Co; 80 n 10 Ni; resto Fe	1 800 n 70	7 000 n 1 500	—	—	—	0,15 n 0,19	μ es constante hasta 0,5 a 3,5 A/cm; con cantidades de Mn no superiores al 1% el carácter del permalvar no varía
Grupo del hierro-níquel (permalloy):								
Permalloy A	21,5 Fe; 78,5 Ni	12 000	95 000	5 000	0,03	10 500	0,21	Al principio sólo se llamaba a permalloy a la aleación con 78,5 Ni; hoy la denominación se extiende a todo el grupo Análogos: Laminic, Permalloy 45, ademas, Isoperm, Copernik {Textura. Por tratamiento térmico especial, ciclos de histéresis estrechos con $\mu = const.$ Análogos: Rho-Permalloy ($\epsilon = 0,91$) y Resist-Permalloy ($\epsilon = 1,07$) Análogos: Calmalloy y Indiumetal, Hyperm 760 Análogo: Hyperm 702 Análogo: Permox Análogos: Nicenloy, Hyperm 36
Permalloy B	50 Fe; 50 Ni	2 800	75 000	5 000	0,04	6 000	0,45	
Hyperm 50	50 Fe; 50 Ni	4 000	40 000	6 000	0,20	16 000	0,40	
Permenorm	52 Fe; 48 Ni	3 700	24 000	6 000	0,15	15 500	0,58	
Hypernik	50 Fe; 50 Ni	6 000	71 000	7 300	0,04	15 500	0,48	
Isoperm	≈ 50 Fe; 50 Ni	≈ 1 500	≈ 19 000	—	—	—	—	
Permalloy al cromo	17,7 Fe; 78,5 Ni; 3,8 Cr	15 000	78 000	5 000	0,04	7 800	0,64	Análogos: Rho-Permalloy ($\epsilon = 0,91$) y Resist-Permalloy ($\epsilon = 1,07$)
Superpermalloy	16,5 Fe; 78,1 Ni; 2,0 Cr	10 000	50 000	3 000	0,03	—	0,26	
Mumetal (p-metal)	50 n 76 Ni; 5 n 10 Cu; 0 a 10 Cr; 0 a 0,8 Mn; resto, Fe	13 000	87 000	3 700	0,02	7 000	0,45	Análogos: Calmalloy y Indiumetal, Hyperm 760
1010	11 Fe; 72 Ni; 14 Cu; 3 Mo	n 25 000	n 125 000	n 4 500	0,01	n 12 000	0,58	
Megaperm 6510	25 Fe; 65 Ni; 10 Mn	50 000	130 000	2 200	0,01	6 000	0,58	Análogo: Hyperm 702
Megaperm 4510	45 Fe; 45 Ni; 10 Mn	6 000	34 000	5 000	0,065	8 500	0,58	
Megaperm 1510	15 Fe; 85 Ni; 10 Mn	4 000	85 000	7 000	0,04	9 300	0,97	Análogos: Permox Análogos: Nicenloy, Hyperm 36
Non-permalloy	17,7 Fe; 78,5 Ni; 3,8 Mo	29 000	89 000	5 000	0,04	9 000	0,57	
Permalloy C	18 Fe; 78,5 Ni; 3,3 Si; 0,5 Mn	29 000	120 000	3 500	0,024	8 000	0,60	Análogos: Permox Análogos: Nicenloy, Hyperm 36
Supermalloy	≈ 15 Fe; 79 Ni; 5 Mo; < 1 Mn	> 150 000	> 1250 000	—	0,0025	8 000	0,65	
Aleación de Furukawa: C } A } D } E }	15 n 78 Fe; 20 n 83 Ni;	2 500	21 800	—	0,096	15 000	0,97	La aleación de Furukawa B y C posee una magnetización muy intensa
	0,3 a 13,5 Cr; 0,5 n 2,0 Mn;	4 800	34 000	—	0,08	15 000	0,33	
	0,1 n 4,0 Si	5 300	41 500	—	0,057	14 500	0,42	
		11 300	142 000	—	0,019	11 500	0,31	
		18 800	108 500	2 650	0,019	6 700	0,68	

C A P I T U L O III

CONSTRUCCION DEL SEPARADOR MAGNETICO

Para la construcción del Separador se utilizaron los medios disponibles en el laboratorio de Preparación de Minerales.

Los medios disponibles son:

Una placa magnética marca Eriez de Iman permanente.

Un motor eléctrico de 1/3 de H.P.

Una barra de aluminio de 5.08 cm. de diámetro.

Barras de Acero de bajo carbono de 1.27 y 2.54 cm. de diámetro.

Torno para rectificar o construir las piezas necesarias_ en la construcción del separador.

La herramienta disponible en el laboratorio.

De acuerdo a estos medios se tenia que hacer el modelo -

del separador, quedando esté finalmente en el tipo de se
parador magnético de banda cruzada el cual se muestra en
el dibujo adjunto enumerando sus componentes.

En seguida tomamos en cuenta el intervalo de velocidades
en que deberá de moverse la banda alimentadora, éste que
dó establecido en 40 R.P.M. como límite máximo superior_
y 15 R.P.M. como límite mínimo inferior en las poleas de
transmisión, por lo cual calculamos el tren de poleas re
ductoras a partir de la polea de salida de la flecha del
motor.

Los cálculos de las poleas se hicieron de acuerdo a la -
siguiente relación:

$$N_1 D_1 = N_2 D_2$$

N = R.P.M. de la polea
D = Diámetro de la polea

Todas las poleas de salida de flecha tienen un diámetro_
nominal de 1 pulgada y son las poleas: I, I', III, VIII,
al igual que la polea IX.

Cálculo de las R.P.M., dado el diámetro nominal de las -
poleas reductoras y de transmisión.

POLEA REDUCTORA PARA BANDA DE ALIMENTACION.

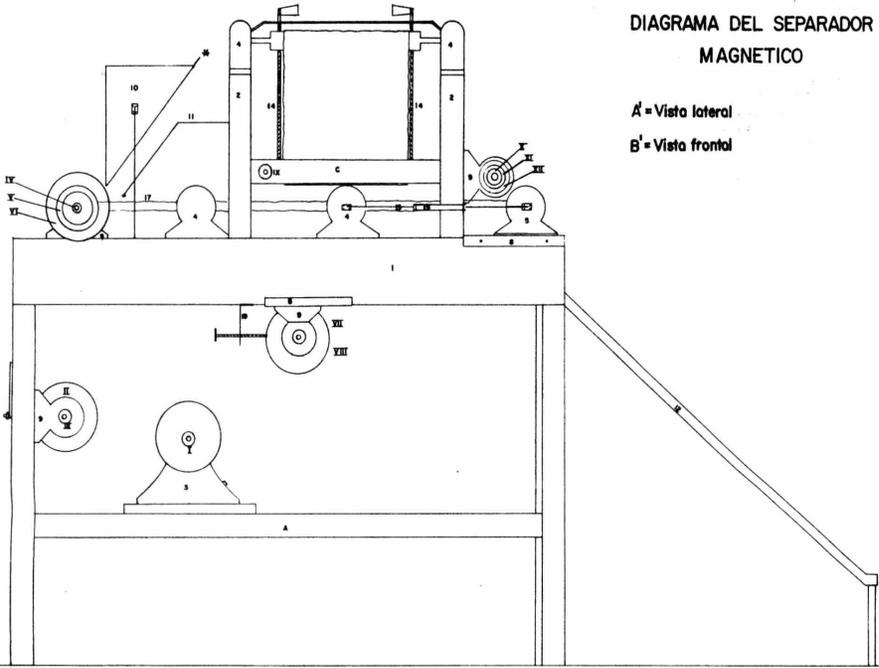
Polea I' $\phi_n = 2.54$ cm. 570 R.P.M.

A'

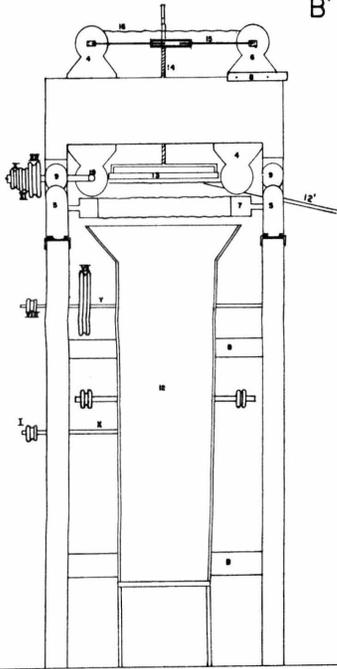
DIAGRAMA DEL SEPARADOR
MAGNETICO

A' = Vista lateral

B' = Vista frontal



B'



- 1.-Basidor de soporte de la banda de alimentacion de minerales
 - A. Tirantes laterales (2) para soporte de la base del motor
 - B. Tirantes de union frontales (2) y posteriores (2)
 - 2.-Basidor de soporte de la banda separadora del concentrado magnetico
 - C. Tirantes laterales (2) de union del basidor
 - 3.-Motor de 1/2 HP para mover las bandas de alimentacion y separacion
 - 4.-Chumaceras de sosten de rodillos
 - 5.-Chumacera de sosten de rodillos y tension de la banda alimentadora
 - 6.-Chumacera de sosten de rodillo y tension de la banda separadora
 - 7.-Ruedita de descarga
 - 8.-Dales de deslizamiento de las chumaceras de tension
 - 9.-Chumacera de transmision de movimiento, con flecha y tres poleas
 - 10.-Tolva de alimentacion "Tepe deslizante"
 - 11.-Capilla
 - 12.-Plano inclinado para descarga de la gamba; 12' Plano inclinado para descarga del concentrado magnetico
 - 13.-Pieza magnetica
 - 14.-Tornillos para subir o bajar la pieza magnetica
 - 15.-Tornillos de las bandas
 - 16 y 17 Bandas de lona de transporte
 - 18.-Esquinas para cambios de movimiento a 90°
 - 19.-Escuderos (2) de sosten de tornillos para tensar la banda que va de la polea I a la VII
- I.-Poleas de salida del motor (2) una en cada extremo
 - II.-Primera polea reductora de velocidad para banda horizontal
 - III.-Segunda polea reductora de velocidad para banda horizontal
 - IV.-Primera polea de transmision a la banda alimentadora
 - V.-segunda " " " " " "
 - VI.-tercera " " " " " "
 - VII.-Primera polea reductora de velocidad para banda transversal
 - VIII.-segunda " " " " " "
 - IX.- Polea de pase doble de tension y pase de transmision de la polea VIII a las poleas X, XI, XII
 - X.-Primera polea de transmision de movimiento por banda transversal
 - XI.-segunda " " " " " "
 - XII.-tercera " " " " " "

Polea II $\varnothing_n = 13.97$ cm. 104 R.P.M.

$$N_2 = \frac{2.54 \times 570}{13.97} = 104 \text{ R.P.M.}$$

POLEAS DE TRANSMISION PARA BANDA DE ALIMENTACION.

Polea III $\varnothing_n = 2.54$ cm. 104 R.P.M.

Polea IV $\varnothing_n = 7.11$ cm. 37 R.P.M.

$$N_2 = \frac{2.54 \times 104}{7.11} = 37 \text{ R.P.M.}$$

Polea III $\varnothing_n = 2.54$ cm. 104 R.P.M.

Polea V $\varnothing_n = 9.14$ cm. 29 R.P.M.

$$N_2 = \frac{2.54 \times 104}{9.14} = 29 \text{ R.P.M.}$$

Polea III $\varnothing_n = 2.54$ cm. 104 R.P.M.

Polea VI $\varnothing_n = 13.97$ cm. 19 R.P.M.

$$N_2 = \frac{2.54 \times 104}{13.97} = 19 \text{ R.P.M.}$$

Teniendo el cálculo de las R.P.M. y el diámetro de las poleas de la banda alimentadora, se hizo el cálculo del diámetro de las poleas en la banda separadora, considerando que la R.P.M. tenía que ser el doble en las poleas de banda separadora.

POLEA REDUCTORA PARA LA BANDA SEPARADORA.

Polea I $\varnothing_n = 2.54 \text{ cm.}$ 570 R.P.M.

Polea VII $\varnothing_n = 15.11 \text{ cm.}$ 96 R.P.M.

$$\text{R.P.M.} = \frac{2.54 \times 570}{15.11} = 96 \text{ R.P.M.}$$

POLEAS DE TRANSMISION PARA LA BANDA SEPARADORA

Polea X el doble de R.P.M. que la polea IV

Polea IX el doble de R.P.M. que la polea V

Polea XII el doble de R.P.M. que la polea VI

Polea IV 37 R.P.M. Polea X 74 R.P.M.

Polea V 29 R.P.M. Polea XI 58 R.P.M.

Polea VI 19 R.P.M. Polea XII 38 R.P.M.

Polea VIII $\varnothing_n = 2.54 \text{ cm.}$ 96 R.P.M.

Polea X $\varnothing_n = 3.29 \text{ cm.}$ 74 R.P.M.

$$D_2 = \frac{7.54 \times 96}{74} = 9.78 \text{ cm.}$$

Polea VIII $\varnothing_n = 2.54 \text{ cm.}$ 96 R.P.M.

Polea XI $\varnothing_n = 4.20 \text{ cm.}$ 58 R.P.M.

$$D_2 = \frac{2.54 \times 96}{58} = 4.20 \text{ cm.}$$

Polea VIII $\varnothing_n = 2.54 \text{ cm.}$ 96 R.P.M.

Polea XII $\varnothing_n = 6.416 \text{ cm.}$ 38 R.P.M.

$$D_2 = \frac{2.54 \times 96}{38} = 6.416 \text{ cm.}$$

Todas las poleas fueron hechas con un canal central de - 0.5 cm. de ancho en la parte inferior y 0.7 cm. en parte superior con una profundidad de canal de 0.5 cm. y un diámetro para paso de flecha de 1.27 cm.

RELACION DE POLEAS

No.	Espesor	ϕ_n en cm.	ϕ_e cm.	ϕ_i cm.	Material
I	2.54	2.54	3.04	1.27	Aluminio
I'	2.54	2.54	3.04	1.27	Aluminio
II	2.54	13.97	14.47	1.27	Madera
III	2.54	2.54	3.04	1.27	Aluminio
IV	2.54	7.11	7.61	1.27	Madera
V	2.54	9.14	9.64	1.27	Madera
VI	2.54	13.97	14.47	1.27	Madera
VII	2.54	15.11	15.61	1.27	Madera
VIII	2.54	2.54	3.04	1.27	Aluminio
IX	3.50	2.54	3.04	1.27	Aluminio
X	2.54	3.29	3.79	1.27	Aluminio
XI	2.54	4.20	4.70	1.27	Aluminio
XII	2.54	6.416	6.916	1.27	Aluminio

Las flechas para reducción de velocidad fueron hechas en

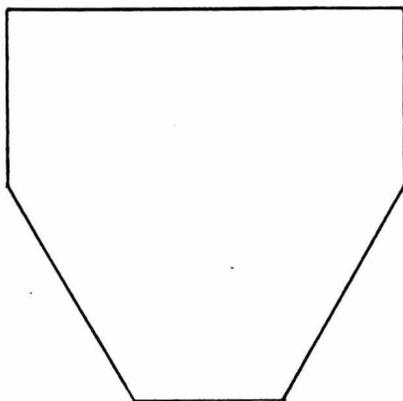
acero 4140 de 1.27 cm. de diámetro y una longitud de 90 cm. En el caso de la flecha X en la entrada de los baleros se hicieron cuerdas y colocaron bushings de 1.113 cm. (7/16") para que embonaran perfectamente los baleros.

Las flechas de transmisión de los trenes de poleas, así como los de los rodillos de transmisión de las bandas - fueron hechas en acero 4140 de 1.27 cm. de diámetro y - una longitud de 30 cm. penetrando dentro del rodillo 20 cm.

La polea de paso IX fue colocada en el bastidor superior en el ángulo formado entre el tirante lateral y la pata del bastidor, sobre una placa de lusita con una abertura de 0.635 cm. en forma angular, que sirve para tensar la correa que une la polea VIII a la IX y la correa que une a la polea IV con el tren de poleas superiores (X, XI y XII).

Las correas utilizadas para transmitir el movimiento, - son de cuero con un diámetro de 0.5 cm. y una longitud variable de acuerdo a la distancia entre poleas.

La caída de concentrado magnético fue hecha con una lámina de acrílico, con la siguiente forma:



Para ayudar en la descarga del concentrado magnético se le dió una inclinación a la lámina de acrílico de aproximadamente 30° con respecto a la horizontal.

En la parte inferior de la lámina de acrílico se colocaron soleras de aluminio con un espesor de .318 cm., 2 cm. de ancho y 30 cm. de largo, para darle mayor firmeza a la misma y evitar deformaciones y rupturas en ella, bordeando -- los lados con ángulo de aluminio, el mineral se recogerá -- en la parte inferior con la ayuda de una brocha y un recipiente de plástico.

La caída para la ganga fue hecha con estructura de ángulo de 0.635 cm., con base de madera en el plano inclinado, con las siguientes dimensiones:

Largo	79 cm.
Altura	85 cm.
Ancho	30 cm.
Angulo de inclinación 50° con respecto a la horizontal.	

Los tornillos para alzar o bajar la placa magnética tienen una altura de 30 cm. y un diámetro de 0.635 cm., en la parte superior tienen una manivela con tuerca para subir o bajar, éstas descansan sobre una solera de 0.635 cm. de grueso con 50 cm. de largo y 2.54 cm. de ancho que se encuentra atornillada en la parte superior del bastidor 2, en la parte inferior están colocados sobre un tirante que se une a la placa por medio de 4 tornillos de bronce ubicados cada uno en una esquina de la placa, y unen a la placa y al tirante por medio de una barra de bronce para evitar imantaciones y flujos magnéticos parásitos.

Los bastidores de soporte fueron hechos de madera de pino con un espesor de 5 cm.

Dimensiones de los bastidores

	Bastidor 1	Bastidor 2
Largo	125 cm.	70 cm.
Ancho	64 cm.	64 cm.
Altura	90 cm.	34 cm.

Los tirantes laterales del bastidor I nos sirven como base para el motor, teniendo estos un canal central para - desplazarse todo el motor en forma horizontal y tensar la banda que une a la polea I' con la polea II transmitiéndole el movimiento, que a su vez es transmitido a la polea III y de ahí al tren de poleas (IV, V y VI) que dará movimiento a la banda alimentadora.

La polea I transmitirá el movimiento a la polea VII, esta a su vez la transmite a la polea VIII, que dará el movimiento a la polea IX de paso doble que transmitirá el movimiento al tren de poleas superiores (X, XI y XII) -- que dará movimiento al juego de engranes obteniéndose como resultado el movimiento transversal de la banda separadora.

Las chumaceras marcadas con los números 4,5,6 y 9 (que -

suman 21 Chumaceras en total) fueron hechas en cuadro de madera de 11 x 11 x 5 cm. con un orificio central de 5.08 cm. de diámetro, las chumaceras marcadas con el número 9, fueron perforadas de lado a lado con el diámetro de 5.08 cm. para paso de la flecha de transmisión de movimiento.

En el orificio central de las chumaceras fue colocado un balero 6202 con un diámetro exterior de 5.08 cm. y un diámetro interior de 1.99 cm. por el cual pasaban la flecha de transmisión o bien la entrada del rodillo de transmisión o de sostén de las bandas de lona.

Las dimensiones de los rodillos son las siguientes: Largo 46 cm., diámetro del eje de entrada al balero 1.99 cm., diámetro del tambor 4 cm.

La tolva de alimentación fue hecha con triplay de 5 mm. de grueso con las siguientes dimensiones 20 x 25 x 15 cm. con una capacidad de 7500 cm.³ teniendo una abertura máxima en la parte inferior de 5 cm., ésta se regulará por medio de una tapa deslizante que nos dará la abertura necesaria para la alimentación, de acuerdo al espesor de la cama y la granulometría del mineral a hacer separado.

El cepillo fue hecho con una barra de acero al bajo carbono, de 1.27 cm. de diámetro y una longitud de 25 cm. - en el extremo inferior se colocó una tira de hule de 25 cm. de ancho, 2 cm. de altura y 0.5 cm. de espesor que es el que nos dará la superficie homogénea del mineral alimentado.

Las guías de deslizamiento fueron hechas con ángulo de .635 cm. y para fijarlas al bastidor se le soldaron tuercas por las cuales se le colocaron tornillos para madera de 1.9 cm. de largo.

Características de la Placa Magnética.

Marca Eriez equipos Magnéticos, S.A.

Modelo Ultra power de magneto permanente.

Longitud 26 cm.

Ancho 18 cm.

Espesor 3.5 cm.

Características del motor

Potencia 1/3 H.P.

R.P.M. baja 570, alta 1140

Fases 1

Ciclos 60

Volts 115

Amperaje de 6.2 a 4.2

P.H. 1

Tipo S2S

Marca Belher L.T.D.

C A P I T U L O IV

RESULTADO DE LAS PRUEBAS EFECTUADAS

Las pruebas se efectuaron con minerales de hierro provenientes del yacimiento de las truchas, fundamentalmente compuestas de magnetita, hematita y piritita y con minerales de ganga como el granate, la calcita y el cuarzo.

Este mineral fue quebrado en la quebradora de quijadas hasta dar un producto de aproximadamente 1/16 de pulgada (0.16 cm) como máximo y productos menores, se cribó y se procedió a correr pruebas.

Se corrieron alrededor de 90 pruebas de las cuales únicamente consideramos para pruebas estadísticas 50 pruebas, las restantes 40 fueron para probar el separador, corregir detalles, y tratar de que trabajara con la mayor eficiencia po-

sible.

En las 50 pruebas tomadas estadísticamente siguieron el siguiente desarrollo.

- 1º Pesar la muestra y vaciarla en la tolva de alimentación.
- 2º Dar la abertura necesaria a la tapa deslizante de la tolva, revisar la altura de la placa, la posición de las correas de transmisión y las bandas de separación, y de alimentación, esta revisión consistía en ver que quedará perfectamente bien tensadas, dar la altura de la cama con el cepillo homogenizador.
- 3º Prender el motor y observar el funcionamiento del separador en general para detectar una posible falla.

El paso 1 y 2 solamente se hacían al principio del ciclo de cada una de las pruebas efectuadas.

- 4º Correr la prueba.
- 5º Recolectar y pesar el concentrado magnético y las colas.
- 6º Calcular las pérdidas y obtener el % en peso del mineral separado, perdido y desechado.

Las condiciones en las cuales se corrieron todas las pruebas fueron las siguientes:

Velocidad de la banda alimentadora 19 R.P.M.

Velocidad de la banda separadora	38 R.P.M.
Altura de la placa	3.18 cm.
Altura de la cama de alimentación	0.50 cm.

Lo que se varió en cada ciclo de pruebas fue el mallaje, - se trabajó con el producto de las siguientes mallas + 30, - + 40, + 60 y + 100.

Se corrió una prueba de distribución con mineral salido de la quebradora para cribar el concentrado magnético y sacar relaciones de peso y % en peso en diferentes mallas, los - resultados se dan en el cuadro de distribución en mallas, - estos resultados no concuerdan con los obtenidos en las -- pruebas con malla única debido principalmente a que para - obtener 1 Kg. de malla + 40, + 60 ó + 100, se tenían que - cribar aproximadamente 15 Kg. de mineral salido de la quebradora, lo que nos producía 3 Kg. de mineral con mallaje inferior a 100 mallas, razón por la cual no requebramos el mineral obtenido de la quebradora, ya que obtendríamos mayor cantidad de mineral en las mallas deseadas pero a su vez se incrementaba 3 veces más la producción de finos, que es lo que tratamos de evitar en este trabajo. Ya que se obtenía un mayor incremento en las pérdidas, hecho que com probamos al correr pruebas con minerales de -100 mallas.

Los resultados obtenidos con respecto al peso y % en peso separado se dan en los siguientes cuadros (I,II,IIIy IV).

De los resultados obtenidos se desprende que la mejor recuperación en peso de las pruebas corridas es la del mineral de + 100 y se obtiene un % en perdidas menor, al igual que en el mineral de +60 mallas.

El cuadro de promedio se dá a continuación.

Malla	Peso Separado gr.	% en Peso	Perdidas gr.	% en Perdidas gr.	Colas	% en Colas	Total en Colas gr.	Total % en Colas
+30	132.5	66.6	10.0	5.3	58.5	29.9	68.5	35.2
+40	132.9	67.1	14.3	7.6	52.8	27.4	67.1	35.0
+60	138.0	69.27	20.6	10.49	41.4	21.27	62.0	31.76
+100	140.9	70.90	24.8	14.16	34.3	17.4	59.1	31.56

Esto no indica necesariamente que sea el mallaje correcto - para trabajar, nos lo dará la calidad de los concentrados así como la recuperación metálica en los minerales, lo cual tan solo se puede concluir después de efectuar una serie de análisis químico en la cabeza, concentrados y colas lo que en este trabajo no se realizó.

CUADRO I DE DISTRIBUCION OBTENIDA EN PESO Y % EN PESO DE CONCENTRADOS,
PERDIDAS Y COLAS DEL MINERAL DE HIERRO.

Prueba	Peso grs	Malla	Peso Separado grs	% Separado	Pérdidas grs	% en Pérdidas	Colas grs	% en Colas
1	200	+ 30	133	66.5	10	5.0	57	28.5
2	200	+ 30	129	64.5	8	4.0	63	31.5
3	200	+ 30	119	59.5	12	6.0	69	34.5
4	200	+ 30	135	67.5	9	4.5	56	28.0
5	200	+ 30	156	78.0	5	2.5	39	19.5
6	200	+ 30	112	56.0	14	7.0	74	37.0
7	200	+ 30	140	70.0	8	4.0	52	26.0
8	200	+ 30	128	64.0	13	6.5	59	29.5
9	200	+ 30	139	69.5	9	4.5	61	30.5
10	200	+ 30	133	66.5	12	6.0	55	27.5
PROMEDIOS:			132.5	66.6	10.0	5.3	58.5	29.9

CUADRO II DE DISTRIBUCION OBTENIDA EN PESO Y % EN PESO DE CONCEN-
TRADOS, PERDIDAS Y COLAS DEL MINERAL DE HIERRO.

Prueba	Peso grs	Malla	Peso Separado grs	% Separado	Pérdidas grs	% en Pérdidas	Colas grs	% en Colas
1	200	+ 40	134	67.0	14	7.0	52	26.0
2	200	+ 40	145	72.5	10	5.0	45	22.5
3	200	+ 40	118	59.0	20	10.0	62	31.0
4	200	+ 40	149	74.5	10	5.0	41	20.5
5	200	+ 40	132	66.0	13	6.5	55	27.5
6	200	+ 40	110	55.0	20	10	70	35.0
7	200	+ 40	115	57.5	15	7.5	70	35.0
8	200	+ 40	145	72.5	10	5.0	45	22.5
9	200	+ 40	142	71.0	14	7.0	44	22.0
10	200	+ 40	139	69.5	17	8.5	44	22.0
PROMEDIOS:			132.9	67.1	14.3	7.6	52.8	27.4

CUADRO III DE DISTRIBUCION OBTENIDA EN PESO Y % EN PESO DE CONCENTRADOS,
PERDIDAS Y COLAS DEL MINERAL DE HIERRO.

Prueba	Peso grs	Malla	Peso Separado grs	% Separado	Pérdidas grs	% en Pérdidas	Colas grs	% en Colas
1	200	+ 60	136	68.0	24	12.0	40	20.0
2	200	+ 60	133	66.5	22	11.0	45	22.5
3	200	+ 60	131	65.5	24	12.0	45	22.5
4	200	+ 60	130	65.0	20	10.0	50	25.0
5	200	+ 60	127	63.5	23	11.5	50	25.0
6	200	+ 60	138	69.0	22	11.0	40	20.0
7	200	+ 60	134	67.0	20	10.0	46	23.0
8	200	+ 60	149	74.5	15	7.5	36	18.0
9	200	+ 60	154	77.0	19	9.5	27	13.5
10	200	+ 60	148	74.0	17	8.5	35	17.5
PROMEDIOS:			138.0	69.27	20.6	10.495	41.4	21.27

CUADRO IV DE DISTRIBUCION OBTENIDA EN PESO Y % EN PESO DE CONCENTRADOS,
PERDIDAS Y COLAS DEL MINERAL DE HIERRO.

Prueba	Peso grs	Malla	Peso Separado grs	% Separado	Pérdidas grs	% en Pérdidas	Colas grs	% en Colas
1	200	+ 100	139	69.5	30	15	31	15.5
2	200	+ 100	138	69.0	27	13.5	35	17.5
3	200	+ 100	133	66.5	33	16.5	34	17.0
4	200	+ 100	171	85.5	5	2.5	24	12.0
5	200	+ 100	136	68.0	24	12.0	40	20.0
6	200	+ 100	131	65.5	34	17.0	35	17.5
7	200	+ 100	137	68.5	30	15.0	33	16.5
8	200	+ 100	130	65.0	32	16.0	38	19.0
9	200	+ 100	142	71.0	23	11.5	35	17.5
10	200	+ 100	152	76	10	5.0	38	19
PROMEDIOS:			140.9	70.9	24.8	14.16	34.3	17.4

DISTRIBUCION EN MALLAS DEL CONCENTRADO MAGNETICO OBTENIDO

Prueba	Peso	Malla + 30		Malla + 40		Malla + 60		Malla + 100		Malla - 100	
		Peso separado.	% separado.								
1	500	305	61.0	24	4.8	21	4.2	20	4.0	49	9.8
2	500	248	49.0	19	3.8	20	4.0	19	3.8	41	8.2
3	500	187	37.4	20	4.0	19	3.8	21	4.2	39	7.8
4	500	250	50.0	18	3.6	20	4.0	21	4.2	38	7.6
5	500	238	47.6	21	4.2	19	3.8	18	3.6	38	7.6
6	500	257	51.4	17	3.4	18	3.6	17	3.4	30	6.0
7	500	255	51.0	22	4.4	21	4.2	20	4.0	48	8.0
8	500	244	48.5	17	3.4	18	3.6	16	3.2	37	7.4
9	500	237	47.4	19	3.8	20	4.0	19	3.8	41	8.2
10	500	280	56.0	20	4.0	21	4.2	20	4.0	48	9.6
PROMEDIOS:		250.1	50.6	19.7	3.98	19.7	3.95	19.1	3.84	40.9	8.14

CONCLUSIONES

El aspecto económico fue el que más problemas ocasionó en la construcción del separador magnético, ya que tenían que conseguirse los fines para los cuales fue planeado, dichos fines son; lo más versátil y didáctico posible y bajo costo de construcción.

La versatilidad no se logró ya que no se puede hacer la separación por vía húmeda en el separador exclusivamente se hará por vía seca, el segundo y tercer objetivo se lograron casi en su totalidad debido a que en la práctica el estudiante verá y manejará los parámetros fundamentales para llevar a cabo una eficiente separación magnética y el costo no sobrepasa de \$ 1,500.00; dichos parámetros son: gravedad específica, tamaño de la partícula, pureza del mineral, propiedades mecánicas y magnéticas propias del separador, grueso en la cama de alimentación, velocidad de banda alimentadora, velocidad de la banda del separador.

Con estos parámetros que el estudiante manejará llegará a conclusiones más reales que aplicará cuando se enfrente a situaciones de esta índole.

SUGERENCIAS

- 1^a Que el siguiente trabajo sobre separación magnética efectue pruebas con diferentes minerales magnéticos, y variación en los siguientes parámetros:

Velocidad de alimentación.

Velocidad de separación

Altura de la placa magnética

Grueso en la cama de alimentación

Tamaño de la partícula alimentada

Para darle al separador un mejor uso didáctico.

- 2^a La selección de un motor de bajas R.P.M. para el movimiento en la banda de separación para que sea más eficiente.

B I B L I O G R A F I A

- ELEMENTS OF ORE DRESSING
Arthur F. Taggart
John Wiley Sons. Inc.
1951.
- HANDBOOK OF CHEMICAL ENGINEERING
John H. Perry
Mc. Graw-Hill Book Co.
1966.
- HANDBOOK OF MINERAL DRESSING
Arthur F. Taggart
John Wiley Sons. Inc.
1945
- FUNDAMENTOS DE FISICA
II
ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO
Francis W. Sears
Editorial Aguilar
1972
- INTRODUCCION A LA FISICA DEL
ESTADO SOLIDO
Charles Kittel
Editorial Reverté, S.A.
1965
- FISICA VOLUMEN II
CAMPOS Y ONDAS
Marcelo Alonso y Edward J. Finn
Editorial Addison-Wesley
1970

DIELECTRIC MATERIALS AND APPLICATIONS

INSTITUTE PROFESSOR DE ELECTROFISICA, MASSACHUSETTS

INSTITUTE OF TECHNOLOGY. JANUARY 1961.

ARTHUR R. VON HIPPEL. EDITOR.

MANUAL DEL ELECTROTECNICO
TOMO I FUNDAMENTOS

Dr. Ing. Franz Moeller

Editorial Labor.

1967.