



12
2ej.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

ELEVACION DE LA LEY DE FIERRO EN EL MINERAL
MAGNETICO USADO EN EL PROCESO DE FABRICACION
DE PELET SIDERURGICO MEDIANTE PRECONCENTRA-
CION EN SECO.

T E S I S

Que para obtener el Título de:

INGENIERO QUÍMICO METALÚRGICO

P r e s e n t a:

Miguel Angel López López



MEXICO, D. F.

1992

FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



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 está 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.

INTRODUCCION.

EN ESTE REPORTE SE HACE UNA REVISION Y RESUMEN DEL TRABAJO REALIZADO EN DOS PLANTAS DEL GRUPO SIDERMEX ALREDEDOR DE UN PROCESO DE PRECONCENTRACION, ES DECIR DE UN TRATAMIENTO AL MINERAL MAGNETICO ANTES DEL PROCESO CONVENCIONAL DE BENEFICIO.

EL PROCESO CONVENCIONAL CONSISTE EN TRITURACION PRIMARIA, SECUNDARIA Y TERCIARIA POR TRITURADORAS GIRATORIAS DE CONO, MOLIENDA PRIMARIA EN MOLINO DE BARRAS Y MOLIENDA SECUNDARIA EN CIRCUITO CERRADO CON SEPARADORES MAGNETICOS EN HUMEDO INTERCALADOS ENTRE LAS MOLIENDAS.

EL PROCESO DE PRECONCENTRACION ES SUMAMENTE SENCILLO, CONSISTE EN HACER PASAR EL MINERAL AL TAMAÑO DE LA TRITURADORA PRIMARIA (15 cm) POR UNA POLEA MAGNETICA, SEPARANDO ASI TROZOS DE MATERIAL PRACTICAMENTE ESTERIL.

EL PROCESO FUNCIONA GRACIAS A LAS CARACTERISTICAS GEOLOGICAS DE LOS YACIMIENTOS Y AL SISTEMA DE MINADO, ES DECIR EN TERMINOS MUY SIMPLES: EN LOS CUERPOS MINERALIZADOS SE ENCUENTRAN SISTEMAS MUY COMPLEJOS DE FALLAS, OCASIONADAS POR LA INTENSA ACTIVIDAD SISMICA DE LA REGION, ESTAS HAN SIDO RELLENADAS A LO LARGO DE LAS ERAS POR MATERIAL ESTERIL. ADEMAS LA MISMA ACTIVIDAD SISMICA HA MEZCLADO EL MINERAL CON LA ROCA ENCAJONANTE, ESTO PROVOCA ENCONTRAR EN VOLUMEN DADO MINERAL CON ALTA LEY DE HIERRO MEZCLADO CON MATERIAL PRACTICAMENTE ESTERIL, EL CUAL NO SIEMPRE ES POSIBLE SEPARAR DURANTE EL MINADO, OBTENIENDO ASI LEYES PROMEDIO EN EL MINERAL TUMBADO MAS BAJAS DE LO ESPERADO EN UNA PROSPECCION INICIAL. EN ESTE REPORTE SE DEMUESTRA QUE EL COMPORTAMIENTO DEL MINERAL ES SEMEJANTE CON EL MINERAL DE PERA COLORADA Y SICARTSA, SIEMPRE QUE SE TRATE DE MEZCLAS DE MINERAL MASIVO CONTAMINADO CON ESTERIL. ESTA CONCLUSION DEBE SER APLICABLE A CUALQUIER YACIMIENTO SEMEJANTE.

EL PROCESO DE PRECONCENTRACION NO SUSTITUYE AL PROCESO CONVENCIONAL (EL PROCESO CONVENCIONAL PERMITE EXTRAER VALORES POR LIBERACION DE LAS PARTICULAS MUY PEQUEÑAS), SINO QUE MAS BIEN LO APOYA AL SEPARAR MATERIAL MACROSCOPICO QUE NO APORTA FIERRO, QUE DE OTRA FORMA OCUPARIA ESPACIO EN EL EQUIPO DE PROCESO AFECTANDO LA EFICIENCIA EN EL BENEFICIO DEL MINERAL PROPIAMENTE DICHO.

LOS RESULTADOS MOSTRADOS EN EL CASO DE SICARTSA FUERON OBTENIDOS DE LA OPERACION DE UN EQUIPO INDUSTRIAL QUE PROCESO MAS DE UN MILLON DE TONELADAS DE MINERAL A UN RITMO MAXIMO DE 500 TPH. EL DISEÑO SE BASO EN LA IDEA Y PRUEBAS A NIVEL PILOTO DE PERA COLORADA, EN DONDE SE IMPLEMENTO UNA INSTALACION INDUSTRIAL EN GRAN ESCALA, BASADA EN POLEAS ELECTROMAGNETICAS, EN EL PRESENTE TRABAJO TODO EL DESARROLLO MOSTRADO EN SICARTSA SE BASO EN POLEAS DE IMAN PERMANENTE CON MAGNITUDES DE CAMPO MAGNETICO MUY BAJAS (0.14 TESLA EN LA SUPERFICIE) OBTENIENDOSE RESULTADOS SATISFACTORIOS DESDE EL PUNTO DE VISTA METALURGICO PERO, SOBRE TODO, ECONOMICAMENTE POSITIVOS.

EL RESULTADO FINAL DEL TRABAJO AQUI MOSTRADO CONSISTE EN MOSTRAR LA CONFIGURACION OPTIMA DE EQUIPO PARA EL TRATAMIENTO DE 1300 TPH DE MINERAL CON LEYES ENTRE 26 y 34 % DE FIERRO MAGNETICO CON UN MINIMO DE RECUPERACION DE FIERRO MAGNETICO DEL 98%.

EL TRABAJO SE DIVIDIO EN CUATRO PARTES: EN EL CAPITULO 1 SE DAN LOS ANTECEDENTES Y RAZONES PARA BUSCAR UNA MEJORA EN LA CALIDAD DEL MINERAL. EN EL CAPITULO 2 SE PRESENTAN ALGUNOS CONCEPTOS Y ELEMENTOS DE JUICIO NECESARIO PARA SITUAR LA VIABILIDAD DEL PROCESO DE PRECONCENTRACION. EN EL CAPITULO 3 SE MUESTRA EL TRABAJO A NIVEL PILOTO DESARROLLADO EN PERA COLORADA. EN EL CAPITULO 4 SE EXAMINAN LOS RESULTADOS OBTENIDOS CON UNA PLANTA DE PRECONCENTRACION DE 500 TPH MAXIMO, INSTALADA EN LA QUEBRADORA PRIMARIA DE LA MINA DE "EL VOLCAN", EN SICARTSA. EN ESTE CAPITULO TAMBIEN SE HACE LA EVALUACION ECONOMICA DE LAS OPCIONES PARA DISTINTAS CONFIGURACIONES DE EQUIPO. EL CAPITULO 5 CONSISTE DEL ENUNCIADO DE LAS CONCLUSIONES QUE INDICAN UN AHORRO DE 2500 MILLONES DE PESOS ANUALES POR EL USO DEL PROCESO DE PRECONCENTRACION, PARA UNA INVERSION DEL ORDEN DE LOS 5000 MILLONES DE PESOS. SE PRESENTAN TAMBIEN ALGUNOS ANEXOS QUE PUEDEN SER NECESARIOS PARA ACLARAR CONCEPTOS MENCIONADOS EN EL TEXTO PRINCIPAL.

Pag.	INDICE	Contenido.
6		INTRODUCCION.
8	1.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.
9	1.1	DESCRIPCION DE SICARTSA.
10	1.2	DESCRIPCION DE LA PLANTA CONCENTRADORA Y MINAS.
12	1.3	ESPECIFICACIONES DEL PELET PARA ALTO HORNO.
16	1.4	ESPECIFICACIONES DEL CONCENTRADO MAGNETICO Y MINERAL.
18	1.5	LOS REQUERIMIENTOS DE DISEÑO DE LA PLANTA CONCENTRADORA.
22	1.6	LAS EXPECTATIVAS EN EL CORTO Y MEDIANO PLAZO.
26	1.7	DESCRIPCION DE LA GEOLOGIA DEL LUGAR.
28	1.8	DESCRIPCION DEL MINERAL ECONOMICO.
30	2	PRECONCENTRACION DE MINERAL
30	2.1	CRITERIOS GENERALES.
30	2.2	CRITERIOS PARA LA EVALUACION DEL PROCESO DE CONCENTRACION MAGNETICA EN SICARTSA.
31	2.3	CRITERIOS PARA DIMENSIONAR EL EQUIPO DE PRECONCENTRACION.
32	2.4	CRITERIOS DE EVALUACION PARA EQUIPO DE CONCENTRACION MAGNETICA.
33	2.5	CARACTERISTICAS DEL PROCESO DE PRECONCENTRACION EN ALGUNAS PLANTAS DE EE. UU.
35	3	PRECONCENTRACION EN SECO POR MEDIOS MAGNETICOS EN MEXICO.
36	3.1	PRUEBAS EN LA POLEA MAGNETICA PILOTO DE "LAS ENCINAS" (HyLSA) CON MINERAL DE "PERA COLORADA".

- 37 3.2 PRUEBAS DE PRECONCENTRACION MAGNETICA EN ERIEZ (CANADA).
- 39 3.3 PRUEBAS PILOTO ADICIONALES EN LA POLEA MAGNETICA DE "LAS ENCINAS".
- 40 3.3.1 PRECONCENTRACION DE MINERAL DISEMINADO CONTAMINADO CON ESTERIL.
- 44 3.3.2 PRECONCENTRACION DE MINERAL MASIVO CONTAMINADO CON ESTERIL.
- 54 4 LA PRECONCENTRACION EN SECO POR MEDIOS MAGNETICOS EN SICARTSA.
- 54 4.1 ANTECEDENTES.
- 55 4.2 LAS PRIMERAS PRUEBAS USANDO UNA INSTALACION PARA RECUPERACION DE CHATARRA.
- 63 4.3 SEGUNDA SERIE DE PRUEBAS EN UNA INSTALACION COLOCADA EN LA QUEBRADORA PRIMARIA.
- 66 4.3.1 PROCEDIMIENTO EMPLEADO EN LAS PRUEBAS.
- 70 4.3.2 ANALISIS DE LA INFORMACION.
- 82 4.4 ANALISIS DE BENEFICIOS ECONOMICOS POR EL PROCESO DE PRECONCENTRACION.
- 92 5. CONCLUSIONES.
- 93 6. REFERENCIAS.
- 94 ANEXO 1. CONCEPTO DE FIERRO MAGNETICO
- 95 ANEXO 2. UNIDADES Y DEFINICIONES RELACIONADAS CON EL CAMPO MAGNETICO.
- 97 ANEXO 3. CARACTERISTICAS DEL EQUIPO DE PRECONCENTRACION Y POLEA MAGNETICA DE "EL VOLCAN", EN SICARTSA.
- 99 ANEXO 4. RESULTADOS DE LA SIMULACION DE POLEAS MAGNETICAS EN LA CONFIGURACION UNO y DOS.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

RESUMEN:

EN ESTE PRIMER CAPITULO SE HACE UNA BREVE DESCRIPCION DE SICARTSA, DE SUS MINAS Y PLANTA CONCENTRADORA Y TAMBIEN SE MENCIONAN LOS REQUISITOS QUE DEBE CUMPLIR EL PELET EMPLEADO COMO CARGA METALICA MAYORITARIA EN EL ALTO HORNO.

ESTE PELET ES FABRICADO CON EL CONCENTRADO PRODUCIDO A PARTIR DE UNA MENA MAGNETICA, POR LO QUE LAS ESPECIFICACIONES PARA ESTE CONCENTRADO TAMBIEN SE PRESENTAN.

UNA CONCLUSION IMPORTANTE PRESENTADA EN ESTE CAPITULO CONSISTE EN QUE LOS NIVELES DE GANGA EN EL PELET AFECTAN EL COMPORTAMIENTO EN EL ALTO HORNO, DESDE EL PUNTO CINETICO, TAL COMO SE MIDEN POR LAS PRUEBAS A NIVEL LABORATORIO DE REDUCCION BAJO CARGA, ADEMAS DEL EFECTO COMO CARGA TERMICA EN EL MISMO HORNO, DEBIDO A SU MASA.

SI BIEN EL PELET ES UN MEDIO DE RECIRCULAR AL PROCESO UNA GRAN CANTIDAD DE MATERIALES QUE DE OTRA FORMA SE ALMACENARIAN O VENDERIAN A UN COSTO DESVENTAJOSO SE DEBE CONSIDERAR, SIN EMBARGO, QUE AUMENTAR EL CONSUMO DE TALES MATERIALES DETERIORA TAMBIEN LA CALIDAD DEL PELET, ENTONCES LA UNICA FORMA DE MANTENER O MEJORAR LA CALIDAD DEL PELET Y RECIRCULAR LA MAYOR CANTIDAD POSIBLE DE SUBPRODUCTOS DE LA SIDERURGICA A TRAVES DEL MISMO, CONSISTE EN MEJORAR LA LIMPIEZA DEL CONCENTRADO.

SIN EMBARGO, DESDE HACE VARIOS AÑOS, LAS CONDICIONES EN LAS QUE OPERA LA PLANTA CONCENTRADORA YA ESTAN FUERA DE LAS DE DISEÑO, AUN CUANDO LA CALIDAD DEL CONCENTRADO SE HA SOSTENIDO PESE A LAS DIFICULTADES EN LO QUE SE REFIERE A PRODUCTIVIDAD (RELACION DE CONCENTRACION ELEVADA) DEBIDO A LA CONTINUADA BAJA EN LA LEY DE LA MENA.

LA SITUACION EN EL MEDIANO Y CORTO PLAZO SE CONTEMPLA CON UNA MAYOR DISMINUCION EN LA LEY DE LA MINA. SIN EMBARGO DADAS LA GRAN DIFERENCIA EN LEYES ENTRE LA MENA Y LA ROCA ENCAJONANTE ES POSIBLE PENSAR EN UN PROCESO INTERMEDIO ENTRE LA TRITURACION PRIMARIA Y LAS SIGUIENTES OPERACIONES UNITARIAS QUE MINIMICEN LA CARGA DE MATERIAL ESTERIL A LA CONCENTRADORA.

1.1 DESCRIPCION DE SICARTSA .

LA SIDERURGICA LAZARO CARDENAS, LAS TRUCHAS S.A. EN 1990 ERA UNA EMPRESA TOTALMENTE INTEGRADA QUE INICIO OPERACIONES EL 4 DE NOVIEMBRE DE 1976. ESTA SITUADA AL MARGEN DE LA DESEMBOCADURA DEL RIO BALSAS, EN EL ESTADO DE MICHOACAN.

SICARTSA CUENTA CON INSTALACIONES QUE ABARCAN DESDE LA TRITURACION, HOMOGENIZADO Y CONCENTRACION MAGNETICA DEL MINERAL, UN FERRODUCTO DE 25 Km DE LONGITUD QUE LLEVA LA PULPA DE MINERAL CONCENTRADO HASTA LA PLANTA PELETIZADORA DE TIPO PARRILLA CON TRES DISCOS DE BOLEO, LA CUAL PRODUCE EL PELET CON LAS CARACTERISTICAS NECESARIAS PARA SU UTILIZACION EN EL ALTO HORNO.

SE CUENTA CON INSTALACIONES PARA LA DESCARGA Y TRASPORTE DE CARBON MEDIANTE BANDAS CONTINUAS PARA LA FORMACION DE PILAS DE HOMOGENIZADO PARA LA PRODUCCION DE COQUE SIDERURGICO, PATIOS DE ALMACENAMIENTO Y HOMOGENIZADO DE CALIZA Y DOLOMITA PARA LA PRODUCCION DE CAL, EN OTROS PATIOS SE HOMOGENIZAN ADITIVOS PARA LA PRODUCCION DE PELET; Y EN OTROS PATIOS SE HOMOGENIZA Y ALMACENAN OTROS MATERIALES SUBPRODUCTOS DE OTRAS PLANTAS DE LA SIDERURGICA, LOS CUALES SE EMPLEAN COMO ADITIVOS PARA LA FABRICACION DE PELET.

LA UNIDAD DE REDUCCION DE LOS OXIDOS DE HIERRO A HIERRO METALICO CONSISTE EN UN ALTO HORNO CON SISTEMA DE CARGA CONTINUA, DISTRIBUCION DE CARGA CON SISTEMA "PAUL WURTH", ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO, E INYECCION DE COMBUSTOLEO, CON UNA CAPACIDAD DE 1.1 MILLONES DE TONELADAS DE ARRABIO POR AÑO.

LA ACERIA TIENE DOS CONVERTIDORES DE 120 TPH POR COLADA, SISTEMA DE TRATAMIENTO DE GASES Y HUMOS PARA EVITAR LA CONTAMINACION AMBIENTAL. UNA PLANTA DE COLADA CONTINUA CON TRES MAQUINAS DE SEIS HILOS PARA FABRICAR PALANQUILLA EN SECCIONES DESDE 100X100 mm, HASTA 125X125 mm. ESTA MAQUINAS ESTAN EQUIPADAS CON SISTEMAS DE CONTROL DISTRIBUIDO.

SE TIENEN DOS MOLINOS CONTINUOS DE LAMINACION, UNO PARA LAMINACION DE BARRAS CON DOS HILOS Y DOS CAMAS DE ENFRIAMIENTO Y DE LOS EQUIPOS PARA MANEJO Y FORMACION DE ATADOS. EL OTRO MOLINO SE USA PARA LA FABRICACION DE ALAMBRE Y INCLUYE CUATRO ESTANTES ACABADORES, CAJAS DE ENFRIAMIENTO FORZADO CON AGUA Y AIRE "STELMOR". SE CUENTA TAMBIEN CON EL EQUIPO PARA EL MANEJO Y FLEJADO DE ROLLOS. LA CAPACIDAD DE DISEÑO DE CADA MOLINO ES DE 500 MIL TONELADAS ANUALES.

ADICIONALMENTE A LAS INSTALACIONES MENCIONADAS SE CUENTA CON LAS PLANTAS E INSTALACIONES DE SERVICIOS NECESARIOS PARA UNA SIDERURGICA INTEGRADA MODERNA: PLANTAS DE FUERZA, OXIGENO, TRATAMIENTOS DE AGUA, ETC.

1.2. DESCRIPCION DE LAS MINAS Y LA PLANTA CONCENTRADORA.

EL MINERAL DE HIERRO EMPLEADO EN LA FABRICACION DE PELET, QUE A SU VEZ CONSTITUYE LA MAYORIA DE LA CARGA METALICA DEL ALTO HORNO, SE OBTIENE ACTUALMENTE DE DOS MINAS, EXPLOTADAS AMBAS A TAJO ABIERTO. DE AMBAS MINA SE OBTIENE MATERIAL "MAGNETICO" Y "OXIDADO". EL MINERAL ECONOMICO DE LA MENA MAGNETICA ES MAGNETITA Y DE LA OXIDADA ES HEMATITA. LA MENA OXIDADA EN SU MAYORIA ACTUALMENTE SOLO SE ALMACENA Y CUANDO LAS CONDICIONES DEL ALTO HORNO LO PERMITEN SE INCLUYE EN UNA PEQUEÑA PROPORCION COMO CARGA METALICA DEL MISMO.

UNA ESTIMACION RECIENTE DE LAS RESERVAS POSITIVAS DE MINERAL CONSIDERA UN VOLUMEN DEL ORDEN DE 100 MILLONES DE TONELADAS DE MINERAL MAGNETICO (VEA TABLA 1.3).

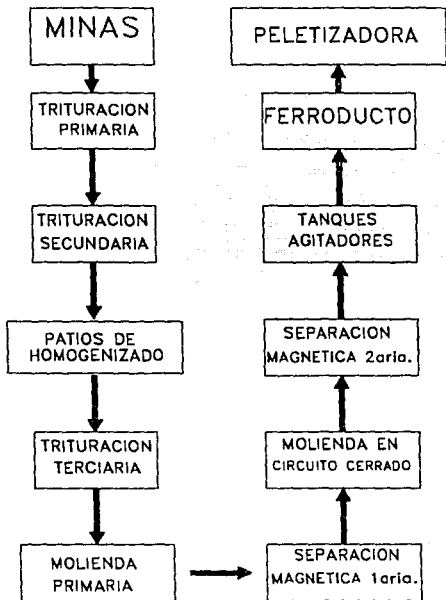
EL PROCESO DE BENEFICIO COMIENZA CON TRES PASOS DE TRITURACION: DESDE EL TAMAÑO ENTREGADO POR LA MINA (1 METRO MAXIMO) A 16 cm EN LA TRITURACION PRIMARIA, A 8 cm EN LA SECUNDARIA Y 12mm EN LA TERCIAARIA. ENTRE LA TRITURADORA PRIMARIA Y SECUNDARIAS MEDIA EL TRASPORTE POR CAMION A LO LARGO DE AL MENOS 6 km). ENTRE LA TRITURACION SECUNDARIA Y LA TERCIAARIA ESTA EL PROCESO DE HOMOGENIZADO EN DOS PATIOS CON UNA CAPACIDAD DE ALMACENAJE DE 180 MIL TONELADAS MEDIANTE APILADOR VIAJERO Y RECLAMADOR DE BARRIL.

EL MINERAL TRITURADO PASA POR UNA MOLIENDA PRIMARIA EN MOLINO DE BARRAS, SEPARACION MAGNETICA PRIMARIA DE BAJA INTENSIDAD EN HUMEDO, MOLIENDA SECUNDARIA EN CIRCUITO CERRADO EN MOLINO DE BOLAS E HIDROCICLONES Y SEPARACION MAGNETICA SECUNDARIA. EL PRODUCTO DE LA PLANTA CONCENTRADORA ES UNA PULPA DE AGUA Y SOLIDOS FINAMENTE MOLIDOS (70% MENOR A 37 MICRAS) QUE SE ALMACENA EN DOS TANQUES AGITADORES DESDE DONDE SE BOMBEAN HASTA LA PLANTA PELETIZADORA A TRAVES DE UN DUCTO DE 25 Km DE LARGO Y 260 mm DE DIAMETRO NOMINAL PROMEDIO.

EL CONCENTRADO RECIBIDO EN LA PELETIZADORA SE PASA A FILTROS DE DISCO HASTA UNA HUMEDAD ADECUADA QUE PERMITA QUE AL SER MEZCLADOS CON CAL HIDRATADA Y MISCELANEOS (FINOS DE PELET RECIRCULADOS, DE CALIZA, DE DOLOMITA, CASCARILLA DE LAMINACION, ETC., MOLIDOS EN UN MOLINO DE BOLAS EN SECO) PERMITA LA FORMACION DE PEQUEÑAS PELOTAS, EN LOS AS! LLAMADOS DISCOS DE BOLEO, CON RESISTENCIA Y DISTRIBUCION GRANULOMETRICA ADECUADAS.

ESTOS PELETS "VERDES" (SIN COCER) SE SECAN Y ENDURECEN EN UNA MAQUINA TIPO PARRILLA VIAJERA POR EFECTO DE LA COMBUSTION DE UNA MEZCLA DE GASES DE ALTO HORNO Y COQUERIA Y DEL CALOR GENERADO POR LA REACCION DE OXIDACION DE LA MAGNETITA.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE CONCENTRACION DE MINERAL EN SICARTSA



GRAFICA_0

1.3. REQUISITOS Y REQUERIMIENTOS PARA LA FABRICACION DE PELET EN SICARTSA.

LAS PROPIEDADES QUE SE BUSCA OPTIMIZAR EN EL PELET TIENEN QUE VER CON SU COMPORTAMIENTO EN EL ALTO HORNO, BASICAMENTE EN LOS SIGUIENTES ASPECTOS:

- 1.- MINIMIZAR LA CARGA TERMICA Y POR LO TANTO EL CONSUMO DE ENERGETICOS.
- 2.- MINIMIZAR LA VARIABILIDAD DEL ARRABIO ENVIADO AL TALLER DE ACERACION.
- 3.- ASEGURAR EL MAXIMO APROVECHAMIENTO DE LOS SUBPRODUCTOS DE LA SIDERURGICA.

EL PRIMER PUNTO TIENE QUE VER CON EL CONTENIDO DE FIERRO DEL PELET LO CUAL DEPENDE DEL COMPROMISO QUE SE ESTE DISPUESTO A ESTABLECER ENTRE LA LIMPIEZA DEL CONCENTRADO Y LA REUTILIZACION DE SUBPRODUCTOS DE LA SIDERURGICA. PERO AUN DEFINIENDO UN CONTENIDO METALICO EN EL PELET TODAVIA ES NECESARIO DEFINIR LA MEJOR COMPOSICION QUIMICA DE SU ESCORIA O GANGA. EL SEGUNDO PUNTO EXIGE DEL USO EXTENSIVO DEL EQUIPO DE HOMOGENIZADO Y PESAJE DE MINERAL Y MISCELANEOS Y DE LA ESTANDARIZACION DE LAS PRACTICAS OPERATIVAS DESDE LA MINA HASTA EL MISMO ALTO HORNO.

DESDE EL ARRANQUE DE LA SIDERURGICA SE HA ESTADO INVESTIGANDO EL EFECTO DE LOS COMPONENTES DE LA GANGA SOBRE LAS PROPIEDADES DEL PELET. DEBIDO A QUE LA CONSISTENCIA DEL PELET BAJO CONDICIONES DE REDUCCION Y ALTA TEMPERATURA DEPENDE DE UNIONES QUIMICAS POR COMPUESTOS DE CALCIO, MAGNESIO, HIERRO Y OXIGENO EN LA GANGA; ESTE COMPORTAMIENTO ES MEDIDA POR LAS PRUEBAS METALURGICAS: REDUCCION ESTATICA, REDUCCION BAJO CARGA, DEGRADACION A BAJA TEMPERATURA.

SE HACE UN RESUMEN DE LO QUE SE HACE Y SE PRETENDE MEDIR CON ESTAS PRUEBAS.

REDUCCION ESTATICA. EN ESTA PRUEBA SE COLOCA UNA CANTIDAD DE PELET EN UN REACTOR TUBULAR POR EL QUE SE HACE PASAR UNA MEZCLA DE GASES CONTENIENDO CO, CO₂ Y NITROGENO A 1100 GRADOS CENTIGRADOS. EL CALENTAMIENTO Y ENFRIAMIENTO SE HACE CON GAS INERTE, LA PRUEBA ES ISOTERMICA. AL PELET REDUCIDO SE LE MIDE EL PORCENTAJE DE REDUCCION ALCANZADO, EL HINCHAMIENTO O CAMBIO DE VOLUMEN POR LA REACCION DE REDUCCION Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION QUE PRESENTE YA REDUCIDO. ESTA ES LA PRUEBA METALURGICA MAS ANTIGUA REALIZADA EN SICARTSA Y PRETENDE DAR UNA INDICACION DEL COMPORTAMIENTO DEL PELET EN LA ZONA DEL VIENTRE DEL ALTO HORNO.

REDUCCION BAJO CARGA. ESTA PRUEBA ES SEMEJANTE A LA ANTERIOR PERO SE REALIZA CON UNA CARGA CONSTANTE SOBRE EL PELET A FIN DE SIMULAR MAS LO MAS POSIBLE LAS CONDICIONES QUE SE ENCUENTRAN EN LA ZONA DE ABLANDAMIENTO EN EL ALTO HORNO DURANTE LA PRUEBA SE VA MIDIENDO CONSTANTEMENTE LA PERDIDA DE PESO Y LA CONTRACCION NETA QUE SUFRE EL PELET POR EL EFECTO COMBINADO DE LA CARGA, LA REDUCCION Y LOS CAMBIOS DE FASE ASOCIADOS.

LOS RESULTADOS DE ESTA PRUEBA SON: LA VELOCIDAD DE REDUCCION QUE ES UNA MEDIDA REALTIVA DE LA POSICION DE LA ZONA DE ABLANDAMIENTO EN EL HORNO Y LA MEDIDA DE CONTRACCION DE LA CAMA DE PELET QUE INDICA LA TENDENCIA HACIA FORMAR AGLOMERADOS EN EL HORNO QUE PROVOQUEN CANALIZACION DE GASES.

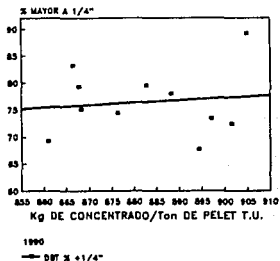
DEGRADACION A BAJA TEMPERATURA. EN UN REACTOR GIRATORIO SE HACE PASAR UNA MEZCLA DE GASES A UNA TEMPERATURA DE 600 GRADOS SOBRE UNA CANTIDAD DE PELET ESCOGIDA Y SIN FINOS. DESPUES DE ENFRIAR CON NITROGENO SE HACE UN ANALISIS DE MALLAS PARA DETERMINAR CUANTO MATERIAL SIGUE SIENDO MAYOR DE 1/4" Y CUANTOS FINOS MENORES DE LA MALLA 30 SE GENERARON. A ESTAS CANTIDADES SE LES LLAMA INDICE DE ABRASION E INDICE DE DEGRADACION RESPECTIVAMENTE. ESTA PRUEBA PRETENDE ESTIMAR EL COMPORTAMIENTO DEL PELET EN LA PARTE SUPERIOR DE LA CUBA DEL ALTO HORNO.

LA FORMA EN QUE SE RELACIONAN LA COMPOSICION DEL PELET Y SU COMPORTAMIENTO EN LA REDUCCION EN EL ALTO HORNO MEDIDA POR LAS PRUEBAS METALURGICAS SE RESUME EN LAS GRAFICAS 1.1, 1.2 y 1.3 DE ACUERDO A LA EXPERIENCIA EN SICARTSA EN 1990.

ES POSIBLE CONCLUIR QUE :

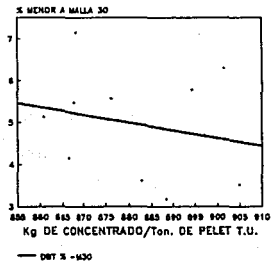
- 1.- EL AUMENTO DE FIERRO TOTAL EN EL PELET AUMENTA DE MANERA NOTABLE LA VELOCIDAD DE REDUCCION COMO SE MIDE EN LA PRUEBA DE REDUCCION BAJO CARGA. LA SILICE TIENE UN EFECTO INVERSO. LA SILICE TAMBIEN ESTA ASOCIADA A UN AUMENTO DE LA POROSIDAD EN FRIO.
- 2.- EL AZUFRE ESTA RELACIONADO A UN AUMENTO EN EL HINCHAMIENTO Y A UNA DISMINUCION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DESPUES DE REDUCIDO EN LA PRUEBA DE REDUCCION ESTATICA. UN AUMENTO DE AZUFRE TAMBIEN AUMENTA LA POROSIDAD EN EL PELET.
- 3.- UN AUMENTO EN LA BASICIDAD MEJORA EL COMPORTAMIENTO EN LA PRUEBA DE DEGRADACION A BAJA TEMPERATURA, PARA UNA MISMA SILICE. EL AUMENTO DE BASICIDAD TIENE UN LIGERO EFECTO SOBRE LA POROSIDAD.
- 4.- EN GENERAL UN AUMENTO EN LA POROSIDAD DESPUES DE CIERTO LIMITE REPRESENTA UNA DETERIORACION GLOBAL EN LA CALIDAD DEL PELET.
- 5.- TAMBIEN EN GENERAL, EL AUMENTO EN EL CONSUMO DE MISCELANEOS TIENDE A DETERIORAR LA CALIDAD DEL PELET.ES DECIR FINALMENTE: UN CONCENTRADO LO MAS LIMPIO POSIBLE ES LA CONDICION PARA MANTENER EL CONSUMO DE MATERIALES MISCELANEOS, SUBPRODUCTOS DE LA SIDERURGICA, SIN AFECTAR Y AUN MEJORAR LA CALIDAD DEL PELET, SI TODAS LAS DEMAS CONDICIONES PERMANECIERAN CONSTANTES.

PROPIEDADES METALURGICAS DEL PELET
EFECTO DEL CONSUMO DE CONCENTRADO
RESISTENCIA A LA DEGRADACION A 600 C



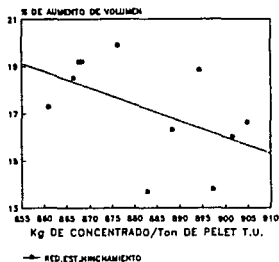
GRAFICA 1.1

PROPIEDADES METALURGICAS DEL PELET
EFECTO DEL CONSUMO DE CONCENTRADO
RESISTENCIA A DEGRADACION A 600 C



GRAFICA 1.2

PROPIEDADES METALURGICAS DEL PELET
EFECTO DEL CONSUMO DE CONCENTRADO
PRUEBA DE REDUCCION ESTATICA



GRAFICA 1.3

1.4 ESPECIFICACIONES DE CALIDAD DE MINERAL Y CONCENTRADO MAGNETICO.

EN BASE AL COMPORTAMIENTO DESCRITO, EN SICARTSA SE HA BUSCADO ESTABLECER ESPECIFICACIONES AL PELET, CONCENTRADO Y MINERAL A FIN DE MANTENER CONSISTENCIA EN LA MARCHA OPERATIVA DEL ALTO HORNO. ESTO SE MUESTRA EN LA TABLA 1.1.A, 1.1.B Y 1.1.C:

TABLA 1.1.A ESPECIFICACIONES DE CALIDAD DE PELET PARA ALTO HORNO.			
PRUEBAS FISICAS			
CONCEPTO	UNIDAD	ESPECIFICACION	
		PROMEDIO	DESV. ESTANDAR
DEGRADACION EN FRIO (-4")	%	5 MAXIMO	
RESISTENCIA A COMPRESION FRIO	Kg/PELET	350	25
POROSIDAD	%	23	1
ANALISIS QUIMICOS			
FIERRO TOTAL	%	63.5	0.5
FIERRO FERROSO	%	0.50	0.15
BASICIDAD (CaO/SiO ₂)	ADIM.	1.05	0.15
OXIDO DE MAGNESIO	%	1.05	0.15
ALKALIES (Na ₂ O+K ₂ O)	%	0.10 MAX.	
AZUFRE	%	0.032	0.002
PRUEBAS METALURGICAS			
DEGRADACION A BAJA TEMPERATURA (D.E.T.)			
+ 1/4"	%	80 MINIMO	
- MALLA 30	%	6 MAXIMO	
REDUCCION ESTATICA			
HINCHAMIENTO	%	20 MAXIMO	

**TABLA 1.1.B ESPECIFICACIONES DE CALIDAD DEL CONCENTRADO
MAGNETICO PARA FABRICAR PELET PARA ALTO HORNO.**

PRUEBAS FISICAS

CONCEPTO	UNIDAD	ESPECIFICACION	
		PROMEDIO	DESV. ESTANDAR
SUPERFICIE ESPECIFICA	cm ²	1650	60
GRANULOMETRIA TAMARO MENOR DE 400 MALLAS.	%	73	1

ANALISIS QUIMICOS

FIERRO TOTAL	%	67 MIN.	
FIERRO FERROSO	%	17 MIN.	
SILICE	%	3.0	0.2
ZINC	%	0.016 MAX.	
AZUFRE	%	0.30	0.020

**TABLA 1.1.C ESPECIFICACIONES DE CALIDAD DEL MINERAL MAGNETICO
USADO PARA FABRICAR CONCENTRADO PARA PELET PARA ALTO HORNO.**

ANALISIS QUIMICO

CONCEPTO	UNIDAD	ESPECIFICACION	
FIERRO MAGNETICO DE MINERAL HOMOGENIZADO	%	MINIMO	34.5
AZUFRE DE MINERAL HOMOGENIZADO	%	MAXIMO	3.0

1.5 LOS REQUERIMIENTOS DE DISEÑO DE LA PLANTA CONCENTRADORA.

LA CAPACIDAD NOMINAL DE LA PLANTA CONCENTRADORA (SEGUN EL FABRICANTE FIVES CAIL BABCOCK) ES DE 1'470,000 TON DE CONCENTRADO CON UN CONTENIDO DE FIERRO TOTAL DE 68.5% (OPERANDO 7000 HORAS-PLANTA ANUALES) A PARTIR DE UN MINERAL DE CABEZAS CON 42.5 % DE FIERRO MAGNETICO.

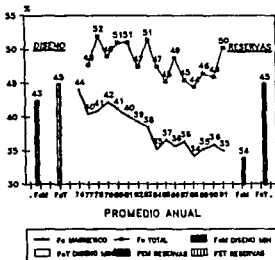
LAS ESPECIFICACIONES DE CALIDAD DE DISEÑO PARA MINERAL Y CONCENTRADO SE MUESTRAN EN LA TABLA 1.2.

TABLA 1.2. ESPECIFICACIONES DE CALIDAD PARA DISEÑO DE LA PLANTA.		
CONCEPTO	EN MINERAL %	EN CONCENTRADO %
FIERRO TOTAL	45 - 54	66.5 - 68.5
FIERRO MAGNETICO	42.5 - 51.0	57.2 - 59.4
OXIDO DE SILICIO	3 - 15	2.5 - 5.0
OXIDO DE CALCIO	3.0 MAXIMO	0.25 - 1.0
OXIDO DE MAGNESIO	0.1 MAXIMO	0.2 - 0.5
ALUMINA	0.5 - 1.5	0.35 - 0.50
FOSFORO	0.10 - 0.30	0.01 - 0.03
AZUFRE	0.10 - 3.0	0.10 - 0.30
ALKALIES (K ₂ O + Na ₂ O)	0.05 MAXIMO	0.03 - 0.06

EN LAS GRAFICAS 1.4, 1.5 y 1.7 SE MUESTRA UNA COMPARACION ENTRE LAS CARACTERISTICAS DEL MINERAL OBTENIDAS ENTRE 1977 Y 1991 Y LAS DE DISEÑO DE LA TABLA 1.2. EN ESTAS GRAFICAS SE OBSERVA QUE SOLO HASTA 1980 SE TUVO MINERAL CON LEYES SEMEJANTES A LAS SUPUESTAS EN EL DISEÑO DE LA PLANTA; A PARTIR DE 1980 LA LEY DEL MINERAL HA IDO DISMINUYENDO CONSISTENTEMENTE (TANTO EL FIERRO MAGNETICO COMO EL TOTAL).

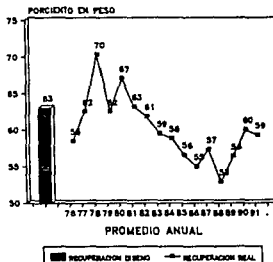
POF OTRO LADO EL FIERRO TOTAL DEL CONCENTRADO, SI BIEN MANTIENE UNA ESTRECHA RELACION CON EL FIERRO MAGNETICO EN EL MINERAL, SE HA LOGRADO SOSTENER EN EL RANGO SUPUESTO POR EL DISEÑO. ESTO SE HA REALIZADO A COSTA DE UNA RECUPERACION DE CONCENTRADO EN DESCENSO. ES DECIR A COSTA DE MOLER CADA VEZ MAS MINERAL Y EN OCASIONES A PERDER UNIDADES DE FIERRO PARA MANTENER LA LIMPIEZA DE CONCENTRADO (DESCENSO EN LA RECUPERACION DE FIERRO MAGNETICO). ESTO SE MUESTRA EN LAS GRAFICAS 1.5, 1.6, 1.7 y 1.8.

MINERAL MAGNETICO
FIERRO TOTAL Y MAGNETICO
SICARTSA



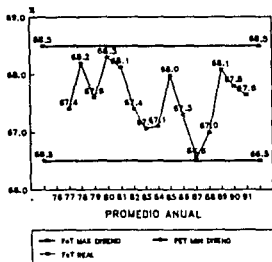
GRAFICA 1.4

RECUPERACION DE CONCENTRADO
TON DE CONCENTRADO
SICARTSA / TON DE MINERAL
SICARTSA



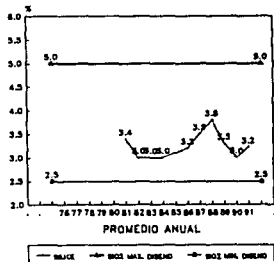
GRAFICA 1.5

CONCENTRADO MAGNETICO
FIERRO TOTAL EN CONCENTRADORA
SICARTSA.



GRAFICA 1.6

CONCENTRADO MAGNETICO
SILICE
SICARTSA



GRAFICA 1.7

LA PLANTA CONCENTRADORA FUE DISEÑADA PARA PROCESAR MINERAL DE LA MINA "FERROTEPEC" CUYA VIDA SE ESTIMO DURARIA ENTRE 1976 Y 1982, SIN EMBARGO SE LE SIGUIO EXPLOTANDO Y CONSTITUYO LA PRINCIPAL FUENTE DE MINERAL MAGNETICO HASTA 1989. A PARTIR DE 1986 SE EMPEZO A UTILIZAR MINERAL DE LA MINA "EL VOLCAN" QUE PRESENTO HEMATITA EN MAYOR PROPORCION QUE FERROTEPEC Y ESTO AFECTO TAMBIEN LA RECUPERACION DE FIERRO.

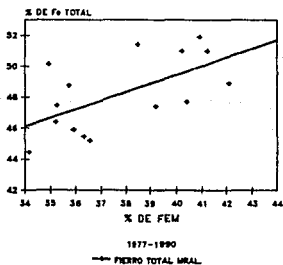
SOSTENER LAS ESPECIFICACIONES DEL CONCENTRADO CON LEYES DE CABEZAS EN DESCENSO HA OBLIGADO A OPERAR CON MAYORES COSTOS DEBIDO AL MAYOR VOLUMEN DE MINERAL QUE ES NECESARIO PROCESAR. ASI LA CAPACIDAD NOMINAL DE CONCENTRADO SE REBASO HASTA 1987 MIENTRAS QUE LA MOLIENDA DE MINERAL REBASO LA CAPACIDAD NOMINAL DESDE 1981. (VEA GRAFICAS 1.12 y 1.13 ; NOTE QUE EN 1985, 1989 y 1991 SE TUVIERON PAROS POR PROBLEMAS LABORALES y/o REPARACIONES DEL ALTO HORNO).

DESDE 1984 SE HAN IMPLEMENTADO UNA SERIE DE MEDIDAS PARA MEJORAR LA LIMPIEZA Y RECUPERACION DEL CONCENTRADO :

- REHABILITACION DE TAMBORES MAGNETICOS EN EL SEGUNDO PASO DE CONCENTRACION.
- DISMINUCION DEL TAMAÑO DE PARTICULA EN LA MOLIENDA PRIMARIA.
- ADAPTACION DE TAMBORES MAGNETICOS ADICIONALES EN EL SEGUNDO PASO DE CONCENTRACION Y SISTEMATIZACION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO AL EQUIPO DE SEPARACION MAGNETICA PRIMARIA Y SECUNDARIA. REPARACION Y USO DEL TANQUE ESPESADOR DE CONCENTRADO COMO SEPARADOR GRAVIMETRICO DE PARTICULAS DE SILICATO.
- USO DE DOBLE BATERIA DE CICLONES EN EL CIRCUITO DE MOLIENDA SECUNDARIA PARA MINIMIZAR LA GENERACION DE LAMAS DE GANGA.

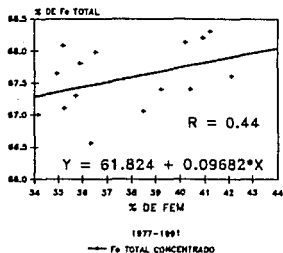
EL EFECTO DE ESTAS MEDIDAS ES NOTABLE A PARTIR DE 1988 CUANDO A PESAR DE TENERSE LAS LEYES MAS BAJAS HA SIDO POSIBLE IR MEJORANDO EN LOS ASPECTOS CALIDAD Y RECUPERACION. (VEA GRAFICA 1.5)

MINERAL MAGNETICO DE SICARTSA
 FIERRO MAGNETICO DE MINERAL
 VS. FIERRO TOTAL DE MINERAL



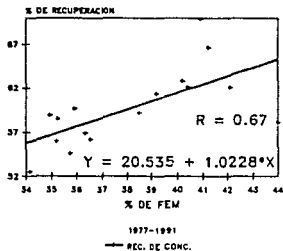
GRAFICA 1.8

MINERAL Y CONCENTRADO MAGNETICO SICARTSA
 FIERRO MAGNETICO DE MINERAL
 VS. FIERRO TOTAL DE CONCENTRADO



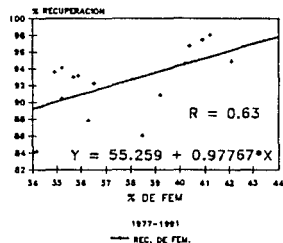
GRAFICA 1.9

MINERAL MAGNETICO SICARTSA
 FIERRO MAGNETICO DE MINERAL
 RECUPERACION DE CONCENTRADO



GRAFICA 1.10

MINERAL MAGNETICO SICARTSA
 FIERRO MAGNETICO DE MINERAL
 RECUPERACION DE FIERRO MAGNETICO



GRAFICA 1.11

1.6 LAS EXPECTATIVAS EN EL CORTO Y MEDIANO PLAZO.

EN 1988 QUEDO DISPONIBLE UNA REEVALUACION DE LAS RESERVAS DE MINERAL DE HIERRO DONDE FUE EVIDENTE QUE LA LEYES DE MINERAL MAGNETICO SERIAN CADA VEZ MAS BAJAS. LAS RESERVAS POSITIVAS EN UNA EVALUACION MAS RECIENTE SE MUESTRAN EN LA TABLA 3. LA LEY PROMEDIO DE MINERAL ES DEL ORDEN DE 34 %, PERO LA DESVIACION ESTANDAR ES DE 5%; ES DECIR ES POSIBLE ESPERAR LEYES MENORES DE 34% LA MITAD DE LAS VECES Y MENORES DE 30 EL 17% DE LAS VECES.

TABLA 1.3. VOLUMEN Y CALIDAD DE RESERVAS POSITIVAS DE MINERAL DE HIERRO EN EL DISTRITO FERRIFERO DE "LAS TRUCHAS"

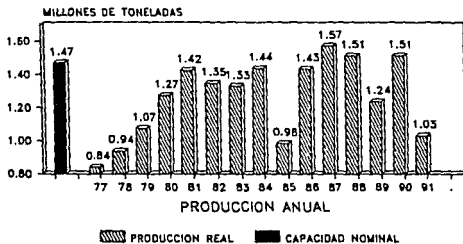
TIPO DE MINERAL	LOCALIDAD	MILLONES DE TONELADAS	CALIDAD	
			FIERRO MAGNETICO	FIERRO TOTAL
MAGNETICO	EL VOLCAN	30	35	47
	EL MANGO	22	40	51
	FERROTEPEC	9	42	50
	EL VENADO	10	29	41
	LOS HABILLALES	0.3	41	53
	TAZAS	0.7	36	42
	EL TUBO	27	27	39
SUBTOTAL MAGNETICO		99	34	45
OXIDADO	EL VOLCAN	0.2		60
	EL MANGO	9		58
	FERROTEPEC	7		56
	HABILLALES	0.2		52
	METALERAS	8		51
SUBTOTAL OXIDADO		24		55
GRAN TOTAL		122		47

EN MINERIA SE ACOSTUMBRA HABLAR DE RESERVAS POSITIVAS COMO AQUELLAS CALCULADAS EN FUNCION DE LA LEY PROMEDIO DE LOS BARRENOS DE DIAMANTE ASIGNADA UNICAMENTE AL AREA DE INFLUENCIA DE CADA BARRENO. ESTO DA UNA ESTIMACION CONSERVADORA. LAS RESERVAS PROBABLES SE CALCULAN EN BASE DEL CONOCIMIENTO QUE SE TENGA DEL YACIMIENTO EN PARTICULAR POR INFERENCIA, EN TODO CASO ESTAS PUEDEN SER DEL ORDEN DE UN 30 A 40 %. ADICIONALES A LAS RESERVAS POSITIVAS.

EN LA GRAFICA 1.4 SE MUESTRA UNA COMPARACION DE LAS LEYES DE MINERAL MAGNETICO CON LAS HISTORICAS Y DE DISEÑO.

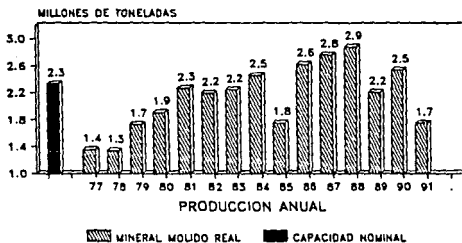
EN EL CORTO Y MEDIANO LA PLAZO LA MAYORIA DEL MINERAL PROVENDRA DE LA MINA DE "EL VOLCAN" CON 35% DE LEY EN PROMEDIO, SIENDO HASTA LA FECHA EL MAS ESTUDIADO Y CON MAYOR DESARROLLO (VEA GRAFICAS 1.14 y 1.15). "EL MANGO" PRESENTA CARACTERISTICAS MUY SEMEJANTES A LAS DE "EL VOLCAN".

PRODUCCION DE CONCENTRADO
1976/1991
SICARTSA



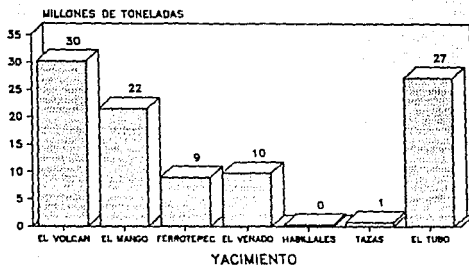
GRAFICA 1.12

MOLIENDA DE MINERAL
1976/1991
SICARTSA



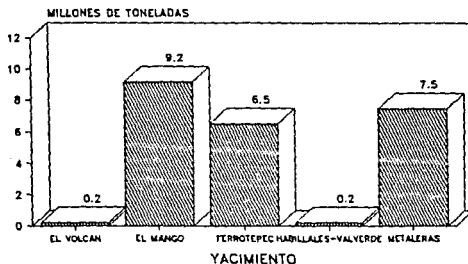
GRAFICA 1.13

RESERVAS POSITIVAS SICARTSA MINERAL MAGNETICO



GRAFICA 1.14

RESERVAS POSITIVAS SICARTSA MINERAL OXIDADO



GRAFICA 1.15

1.7 BREVE DESCRIPCION GEOLOGICA DEL DISTRITO FERRIFERO DE "LAS TRUCHAS"

GENERALIDADES.

LOS YACIMIENTOS FERRIFEROS DE LA COSTA DEL PACIFICO PRESENTAN CARACTERISTICAS SIMILARES QUE PERMITEN CONSIDERARLOS COMO PARTE DE LO QUE LOS GEOLOGOS LLAMAN UNA PROVINCIA METALOGENICA. SIENDO EL DISTRITO FERRIFERO DE LAS TRUCHAS PARTE DE ELLA.

EL PRIMER EVENTO GEOLOGICO DE LA ZONA ESTA MARCADA POR LA INTERACCION VOLCANICA ANTES DEL CRETACICO CON UN BASAMENTO GRANITICO PREMESOZOICO EN MEDIO CONTINENTAL.

EN EL CRETACICO LA ESTRUCTURA RESULTANTE DE LA MENCIONADA INTERACCION SE VIO SUJETA A INMERSION EN EL MAR, ESTO RESULTO EN EL DEPOSITO DE ROCAS CALCAREAS.

EN EL TERCIARIO LA ESTRUCTURA RESULTANTE DE LA FASE ANTERIOR FUE AFECTADA (METAMORFISMO) POR LA PENETRACION DE UN CUERPO GRANODIORITICO (PLUTONISMO), ESTO PRODUJO CAMBIOS FISICOS Y QUIMICOS A LAS ROCAS PREEXISTENTES, DURANTE LA ASI LLAMADA "FASE LARAMIDE DE LA OROGENIA CORDILLERANA".

POR ACTIVIDAD SUBVOLCANICA POSTERIOR SE PROMOVIERON LOS FENOMENOS QUE DIERON ORIGEN A LA FORMACION DE LOS CUERPOS MINERALIZADOS, POR APORTE DE FIERRO DEL MISMO MAGMA. DESDE EL INICIO DEL PROCESO HUBO FLUIDOS RICOS EN MINERALES LIGEROS Y QUIMICAMENTE ACTIVOS COMO SILICE, EPIDOTA, FELDESPATOS Y CLORITAS QUE DIERON ORIGEN AL SKARN, TACTITAS Y HORNFELS.

DURANTE EL TERCIARIO MEDIO HUBO INMERSION DE LA PARTE SUR DEL DISTRITO LO QUE PROVOCO EL DEPOSITO DE SEDIMENTOS CONTINENTALES SUPERFICIALES.

FINALMENTE DEBIDO A LA EROSION LA PARTE SUPERIOR DE LOS YACIMIENTOS FUE OXIDADA, Y FRACTURADA. DANDO COMO RESULTADO LA EXISTENCIA DE UNA CAPA OXIDADA DE MINERAL Y RODADOS DE FIERRO.

EL PUNTO IMPORTANTE AQUI ES SEÑALAR EL TIPO DE ROCA ENCAJONANTE Y GANGA QUE ES POSIBLE ESPERAR. LOS TIPOS LITOLOGICOS DESDE LOS MAS ANTIGUOS A LOS MAS RECIENTES QUE SE PUEDEN OBSERVAR COMUNMENTE SE MUESTRAN EN LA TABLA 1.4:

TABLA 1.4. DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS DE ROCA MAS COMUNES EN EL DISTRITO FERRIFERO DE LAS TRUCHAS.

	ROCAS	EJEMPLOS	OBSERVACIONES
1	ANDESITAS PRECRETACICAS Y CALIZAS DEL CRETACICO MEDIO METAMORFOSEADAS QUE APARECEN CON HORNFELS Y SKARN DE GRANATE.	GRANATES, PIROXENOS	ROCAS METAMORFICAS RESULTANTES DEL CONTACTO CON EL CUERPO INTRUSIVO POR EFECTO DE CALOR Y PRESION, FORMAN LA GANGA DEL MINERAL.
2	ROCAS INTRUSIVAS DEL TERCARIO INFERIOR EN ALGUNAS PARTES ALTERADAS POR HIDROTHERMALISMO	DIORITAS DE GRANO GRUESO (PORFIDO DIORITICO)	ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS QUE PROVOCARON LA ALTERACION DE LAS PREEXISTENTES Y APORTARON LA ENERGIA PARA LOS PROCESOS DE MINERALIZACION.
3	ANDESITAS TERCARIAS	BRECHAS, TOBAS	ROCAS IGNEAS EXTRUSIVAS.
4	DIQUES POSTMINERALES	APLITA, MICRODIORITAS	COLOR GRIS CLARO Y VERDE OSCURO.
5	SEDIMENTOS DE DESHECHOS MARINOS TERCARIOS	ARENISCAS, CONGLOMERADOS CALCAREOS, COQUINAS	
6	SEDIMENTOS RECIENTES	TERRAZAS ALUVIALES Y SUELOS RESIDUALES ARCILLOSOS	

EN GENERAL LOS YACIMIENTOS DE "EL VOLCAN" Y "EL MANGO" SE ENCUENTRAN AFECTADOS POR NUMEROSAS FALLAS Y FRACTURAS, POR LO QUE SU ESTRUCTURA ES MUY COMPLICADA (VEA SECCION 1.). ESTA COMPLEJIDAD HA PROVOCADO CIERTOS PROBLEMAS EN LA EXPLOTACION EN EL CASO DE "VOLCAN" PUES PRESENTA MASAS INTERCALADAS DE MINERAL DE LEY ALTA Y FOCA ENCAJONANTE DE TAL FORMA QUE AL REALIZARSE LA VOLADURA LOS DOS TIPOS DE MATERIALES SE MEZCLAN.

ESTO RESULTA EN UN MATERIAL DILUIDO CON ROCA PRACTICAMENTE ESTERIL. LA DESCRIPCION DE LAS ROCAS MAS COMUNES, EN "EL VOLCAN" O "EL MANGO" NOS MUESTRA QUE PRACTICAMENTE EN ESTOS YACIMIENTOS NO HAY LO QUE EN OTRAS MINAS DE HIERRO SE LLAMA COMUNMENTE "DISEMINADOS", ES DECIR MINERAL FINAMENTE DISPERSO EN UNA MATRIZ ESTERIL (EXCEPTUANDO A "EL TUBO". ESTO SUGIERE LA POSIBILIDAD DE SEPARAR UNA MEZCLA DE MATERIALES COMO LA DESCRITA AUN AL TAMAÑO PRODUCIDO POR UNA TRITURADORA PRIMARIA : 6 PULGADAS MAXIMO.

1.8 DESCRIPCION DEL MINERAL ECONOMICO (DETERMINACIONES MINERALOGICAS).

SE HAN DETERMINADO LAS ESPECIES PRESENTES TANTO EN EL CONCENTRADO COMO EN LAS COLAS DEL PROCESO DE CONCENTRACION, LO CUAL ES UNA GUIA PARA ESTABLECER ACCIONES PARA MEJORAR LA LIMPIEZA DEL MINERAL. LAS CUALES CONFIRMAN LAS OBSERVACIONES GEOLOGICAS PREVIAS:

TABLA 1.5. ESPECIES MINERALOGICAS EN CONCENTRADO Y COLAS.POR R-X	
EN EL CONCENTRADO MAGNETICO:	
PROPORCION	ESPECIE MINERAL
PRINCIPAL	MAGNETITA (Fe_3O_4)
MENOR O PEQUEÑA	ANDRADITA ($Ca_2Fe_2Si_2O_{12}$)
PEQUEÑA	CUARZO (SiO_2)
EN LAS COLAS:	
PROPORCION	ESPECIE MINERAL
MAYOR	ANDRADITA ($Ca_2Fe_2Si_2O_{12}$)
MEDIANA	CUARZO (SiO_2) PIRITA (FeS_2) HEMATITA (Fe_2O_3)
MENOR	MAGNETITA (Fe_3O_4) CALCITA (CaO) OLIGOCLASA: ALUMINO-SILICATOS DE SODIO (ALBITA) Y CALCIO (ANORTITA)
FOR MICROSCOPIA OPTICA DE PEQUEÑAS A TIRAZAS	CLORITA ($MgFe_2(Si_2O_6)(OH)_2$) CALCOPIRITA ($CuFeS_2$) ESFALERITA (ZnS) APATITA $Ca_5(PO_4)_3F$

2. PRECONCENTRACION DE MINERAL.

2.1 CRITERIOS GENERALES .

EN EL DISEÑO DE PLANTAS DE BENEFICIO SE BUSCA ELIMINAR LA GANGA EN LA MAYOR CANTIDAD POSIBLE DESDE LOS PASOS MAS TEMPRANOS DEL PROCESO, PARA MINIMIZAR COSTOS.

EN LAS OPERACIONES MAS TEMPRANAS EN UN PROCESO DE BENEFICIO ES NECESARIO APROVECHAR PROPIEDADES QUE SEAN SUFICIENTEMENTE DISTINTIVAS ENTRE LOS MATERIALES QUE SE PRETENDE SEPARAR A FIN DE RECUPERAR LO MAS POSIBLE DE LOS VALORES. EJEMPLOS DE ESTO LO CONSTITUYEN LAS OPERACIONES BASADAS EN LA DENSIDAD COMO LAS EMPLEADAS PARA MINERAL DE MANGANESO EN EL ESTADO DE HIDALGO.

EN EL CASO DE LA MENA MAGNETICA DE SICARTSA LA PROPIEDAD QUE SE PUEDE APROVECHAR ES LA SUSCEPTIBILIDAD MAGNETICA, AUNQUE LA DENSIDAD TAMBIEN ES UNA PROPIEDAD NOTABLEMENTE DISTINTIVA ENTRE LA MENA Y LA ROCA ENCAJONANTE.

LAS OPERACIONES GRAVIMETRICAS POR LO GENERAL SE REALIZAN EN HUMEDO Y/O A UN TAMAÑO RELATIVAMENTE PEQUEÑO PARA MINIMIZAR DESGASTE Y MEJORAR LA RECUPERACION DE VALORES: ES DECIR SU PRODUCTIVIDAD ESPECIFICA ES BAJA.

EN EL CASO DE SICARTSA UNA INSTALACION ADICIONAL PARA ACONDICIONAR EL MINERAL DE CABEZAS DEBERA SER MUY COMPACTA (DE ALTA PRODUCTIVIDAD) A FIN DE MINIMIZAR MODIFICACIONES O ADICIONES IMPORTANTES A LAS INSTALACIONES EXISTENTES. POR ESTO UN PROCESO DE PRECONCENTRACION O ACONDICIONAMIENTO PREVIO DEL MINERAL DE LA MINA DEBE BASARSE EN LAS CARACTERISTICAS MAGNETICAS DEL MINERAL DE INTERES, DE PREFERENCIA OPERANDO EN SECO, CON UNA ALTA RECUPERACION DE VALORES. UNA INSTALACION DE PRECONCENTRACION DEBERA EXTENDER LO MAS POSIBLE SU EFECTO: NO TRASPORTAR NI PROCESAR MATERIAL ESTERIL LO MAS TEMPRANAMENTE POSIBLE EN EL PROCESO, ES DECIR AL MAYOR TAMAÑO DE TROZO POSIBLE.

2.2 CRITERIOS PARA LA EVALUACION DEL PROCESO DE CONCENTRACION DE MAGNETITA EN SICARTSA.

PARA EL CONTROL DEL MINADO Y DEL PROCESO DE CONCENTRACION SE UTILIZA COMO CRITERIO COMUN EL CONTENIDO DE FIERRO MAGNETICO, MAS QUE EL DE FIERRO TOTAL, DEBIDO A LA RAPIDEZ DE SU DETERMINACION Y A LO ESPECIFICO DE SU APLICACION. EN EL ANEXO 1 SE DA UNA EXPLICACION DE LA FORMA EN QUE SE REALIZA ESTE ANALISIS, PERO SE REFIERE AL FIERRO PRESENTE EN LA FORMA DE MAGNETITA. LOS CONCEPTOS DE RECUPERACION DE CONCENTRADO, RELACION DE CONCENTRACION Y DISTRIBUCION SON BASTANTE CONOCIDOS COMO PARA INSISTIR EN ELLOS, SOLO SE DEBE DECIR QUE EN NUESTRO CASO LA DISTRIBUCION O RECUPERACION DE VALORES SE ENFOCA HACIA EL FIERRO MAGNETICO Y FIERRO TOTAL.

EN LA PRACTICA SE PUEDE HABLAR DE MINERALES DE ALTA, MEDIA Y BAJA LEY DE FIERRO MAGNETICO (FeM) DE ACUERDO A LO SIGUIENTE:

L E Y	(% FeM)
MUY ALTA	FeM > 40
A L T A	40 > FeM ≥ 38
M E D I A	38 > FeM ≥ 32
B A J A	32 > FeM ≥ 20

EL LIMITE INFERIOR DE LA LEY BAJA (20% DE FeM) ES LO QUE SE DENOMINA LA "LEY DE CORTE" POR DEBAJO DE LA CUAL YA NO SE CONSIDERA RENTABLE EL BENEFICIO DEL MINERAL, TAL MATERIAL SE DEJA IN SITU O SE ENVIA A METALERAS ESPECIALES.

2.3 CRITERIOS PARA DIMENSIONAR EL EQUIPO DE PRECONCENTRACION.

A FIN DE ESTABLECER PARAMETROS PARA LA ESCALACION DE EQUIPO ES NECESARIO CONSIDERAR QUE EN LA MAYORIA DE LOS CASOS EL EQUIPO CONSISTE DE POLEAS MAGNETICAS QUE ACCIONAN UNA BANDA SOBRE LA QUE UNA CAPA DE MINERAL SE EXPONE AL CAMPO MAGNETICO, SIENDO LAS VARIABLES DE PROCESO : LA ALTURA Y ANCHO DE LA CAPA (Y EN ULTIMA INSTANCIA DE LA POLEA) ASI COMO LA VELOCIDAD DE AVANCE DE LA BANDA. ESTAS VARIABLES SE CONSIDERAN DE LA SIGUIENTE FORMA:

$$\begin{aligned} \text{FLUJO VOLUMETRICO ESPECIFICO DE POLEAS MAGNETICAS} &= \frac{(\text{m}^3 \text{ DE CAMA DE MINERAL}) / (\text{HR})}{\text{m DE ANCHO DE LA POLEA}} \\ &= \frac{(\text{ANCHO CAMA}) * (\text{ALTURA DE LA CAMA}) * (\text{VELOCIDAD LINEAL BANDA})}{(\text{ANCHO DE CAMA})} \\ &= (\text{ALTURA DE CAMA EN METROS}) * (\text{VELOCIDAD DE BANDA EN m/hora}) \\ \text{FLUJO ESPECIFICO DE POLEAS MAGNETICAS} &= \text{FLUJO VOLUMETRICO ESPECIFICO DE POLEAS} * (\text{PESO VOLUMETRICO}) \end{aligned}$$

A FIN DE TOMAR EN CUENTA LA LEY DE FeM DEL MINERAL ALIMENTADO ES POSIBLE DEFINIR TODAVIA:

$$\text{FLUJO ESPECIFICO DE GANGA} = \text{FLUJO ESPECIFICO} * (1 - (\text{FEM EN CABEZAS}) / 100)$$

2.4 CRITERIOS PARA LA EVALUACION DEL EQUIPO DE CONCENTRACION MAGNETICA.

PARA EL CASO DE MINERALES DE HIERRO POR LO GENERAL SE HABLA DE DOS GRANDES DIVISIONES EN CUANTO A LA INTENSIDAD DE CAMPO MAGNETICO EMPLEADO :

SEPARACION MAGNETICA DE BAJA INTENSIDAD.	
INTENSIDAD	MINERALES TRATADOS
HASTA 2000 GAUSS A 2" TIPICAMENTE 1000 GAUSS A 2".	MAGNETITA FRANKLINITA ILMENITA
SEPARACION MAGNETICA DE ALTA INTENSIDAD.	
INTENSIDAD	MINERALES TRATADOS
DE 5000 A 10000 GAUSS A 2"	HEMATITA SIDERITA LIMONITA

EN GENERAL AL REALIZAR PRUEBAS CON EQUIPO MAGNETICO SIEMPRE DEBE ESPECIFICARSE TANTO LA INTENSIDAD DEL CAMPO COMO LA DISTANCIA A LA CUAL SE REALIZA LA MEDICION.

SIN EMBARGO DESDE HACE ALGUN TIEMPO SE VIENE MANEJANDO MAS QUE LOS VALORES DE INTENSIDAD DE CAMPO MAGNETICO (TRADICIONALMENTE EN GAUSS) EL VALOR DE FUERZA DEL CAMPO MAGNETICO LA CUAL ESTA DETERMINADA POR LA INTENSIDAD DE CAMPO PERO ADEMÁS POR EL GRADIENTE DEL MISMO CAMPO EN LA CERCANIA DE LA SUPERFICIE DEL MAGNETO (USUALMENTE A UNA PULGADA) A FIN DE COMPARAR Y CARACTERIZAR DISTINTOS EQUIPOS DE SEPARACION MAGNETICA. EN EL ANEXO 2, SE HACE UNA EXPLICACION MAS DETALLADA DE ESTOS CONCEPTOS.

2.5 CARACTERISTICAS DEL PROCESO DE PRECONCENTRACION EN ALGUNAS PLANTAS DE ESTADOS UNIDOS DE AMERICA.

CON LOS CRITERIOS PLANTEADOS EN LOS INCISOS ANTERIORES SE TIENE UN MARCO DE REFERENCIA PARA EXAMINAR LA TABLA 2.1 DONDE SE PRESENTA UNA RECOPIACION DE DATOS DE EQUIPO DE PRECONCENTRACION EN ESTADOS UNIDOS.

TABLA 2.1. CARACTERISTICAS DEL PROCESO DE PRECONCENTRACION EN ALGUNAS PLANTAS DE E.E.U.U.

CONCEPTO	UNIDAD	PLANTAS		
		1	2	3
CAPACIDAD	TON/HR	310	195	235
EQUIPOS	PZAS.	1	4	1
MARCA DE LA POLEA		DINGS	ERIEZ	STEARNS MAGNETICOS
TIPO DE IMAN DE LA POLEA		PERMANENTE	PERMANENTE	PERMANENTE
DIMENSIONES:				
ANCHO	m	0.914	0.914	0.762
DIAMETRO	m	1.219	1.524	0.99
VELOCIDAD LINEAL	m/S	1.37	0.86	1.17
INTENSIDAD MAGNETICA	GAUSS	900 A 2"	1200 A 3/16"	900 A 2"
ALTURA DE CAPA DE MINERAL	cm	2.5 - 3.8	3.8	3.8
TAMANO ALIMENTADO		90% - 4" 50% - 4"	100% - 4/8"	15% - 2 1/2" + 4" 85% - 4"
LEY DE MINERAL	% FeM	22 MAXIMO	50	19 - 24
LEY DE CONCENTRADO	% FeM	24 - 28	55	26 - 30
LEY EN COLAS	% FeM	N.D.	2	1.2
AUMENTO DE LEY	% FeM	2 - 6	5	6.5
RECUPERACION EN PESO	%	85	90	85
RECUPERACION DE FIERRO MAGNETICO	%	99	98	99

LAS PLANTAS INVESTIGADAS FUERON:

LA PLANTA 1 : JACKSON COUNTY IRON Co. ; BLACK RIVER FALLS, WISCONSIN.

LA PLANTA 2 : PEA RIDGE IRON ORE Co. ; SULLIVAN , MISSOURI.

LA PLANTA 3 : U.S. STEEL; ATLANTIC CITY, WYOMING.

CON LA INFORMACION DE LA TABLA 2.1 ES POSIBLE EVALUAR LOS PARAMETROS DEFINIDOS EN EL INCISO 2.5 . ESTO SE MUESTRA EN LA SIGUIENTE TABLA 2.2:

TABLA 2.2. CARACTERISTICAS DEL PROCESO DE PRECONCENTRACION EN ALGUNAS PLANTAS DE E.E.U.U.					
	CONCEPTO	UNIDAD	PLANTAS		
			1	2	3
1	FLUJO VOLUMETRICO ESPECIFICO	m ³ /HORA/m	188	118	161
2	FLUJO ESPECIFICO	Ton/HORA/m	282	177	241
3	FLUJO VOLUMETRICO ESPECIFICO DE GANGA	(m ³ /HORA/m)*(%)	147	59	116
4	FLUJO ESPECIFICO DE GANGA	(Ton/HORA/m)*(%)	220	88	173
NOTAS: EL RENGLON 3 (ó 4) RESULTA DE MULTIPLICAR EL RENGLON 1 (ó 2) POR (100-(%FEM del mineral)/100.					

3 PRECONCENTRACION EN SECO POR MEDIOS MAGNETICOS EN MEXICO.

EL DESARROLLO DEL PROCESO DE PRECONCENTRACION EN SECO DE MENAS MAGNETICAS DE HIERRO FUE PRIMERO DESARROLLADA EN MEXICO A ESCALA INDUSTRIAL POR EL CONSORCIO MINERO BENITO JUAREZ-PENA COLORADA.

EL CONCEPTO USADO EN PEÑA COLORADA PUEDE PENSARSE COMO LA APLICACION CON MINERAL DEL EQUIPO MODIFICADO, NORMALMENTE USADO PARA SEPARAR CHATARRA DE HIERRO, ESTO CONSISTE BASICAMENTE DE UNA BANDA TRASPORTADORA SOBRE LA QUE AVANZAN LAS PARTICULAS DEL MATERIAL TRATADO, QUE AL ALCANZAR EL EXTREMO DONDE SE ENCUENTRA LA MENCIONADA POLEA, POR EFECTO DEL CAMPO SE SEPARAN LAS PARTICULAS NO FERROMAGNETICAS, QUE SALEN EN UNA TRAYECTORIA MAS O MENOS PARABOLICA, MIENTRAS QUE LAS PARTICULAS FERROMAGNETICAS SIGUEN EL CONTORNO DE LA POLEA HASTA QUE LA FUERZA DE GRAVEDAD VENCE LA INFLUENCIA DEL CAMPO MAGNETICO OBTENIENDOSE ASI UNA SEPARACION MAS DEFINIDA EN FUNCION DE LA COMBINACION DE VARIABLES EMPLEADA:

- VELOCIDAD PERIFERICA DE LA POLEA
- LEY DE FIERRO MAGNETICO DEL MATERIAL
- TAMANO MAXIMO DE PARTICULA Y DISTRIBUCION DE TAMAOS
- INTENSIDAD Y GRADIENTE DE FLUJO MAGNETICO
- ALTURA DE LA CAMA DE MATERIAL SOBRE LA POLEA
- POSICION DE UNA PLACA DEFLECTORA ENTRE INERTES Y MAGNETICOS

ADEMAS ES POSIBLE DISMINUIR LAS PERDIDAS DE FIERRO, REPROCESANDO LAS COLAS FORMANDO MODULOS CON DIFERENTES ARREGLOS SERIE-PARALELO.

EN ESTE CAPITULO 3 SE HACE UN RESUMEN DEL TRABAJO PREVIO REALIZADO EN EL CONSORCIO MINERO BENITO JUAREZ-PENA COLORADA SOBRE PRECONCENTRACION DE MINERAL MAGNETICO DE HIERRO EL CUAL CONSTITUYE EL ANTECEDENTE MAS DIRECTO DEL TRABAJO DESARROLLADO EN SICARTSA.

A CONTINUACION SE HACE UNA CRONOLOGIA DEL TRABAJO PREVIO REALIZADO EN ESTA COMPANIA :

3.1 PRUEBAS EN LA POLEA MAGNETICA DE "LAS ENCINAS S. A." CON MINERAL DE PENA COLORADA.

EN ESTA SERIE DE PRUEBAS SE BUSCO INVESTIGAR LA VIABILIDAD DEL PROCESO A NIVEL PILOTO. POR LO QUE SOLO SE INVESTIGO EL COMPORTAMIENTO DE LA RECUPERACION EN PESO RESPECTO A VELOCIDAD, INTENSIDAD DE CAMPO Y TAMANO DE TROZO.

EQUIPO:

POLEA ELECTROMAGNETICA	MARCA ERIEZ.
DIAMETRO	24 PULGADAS
ANCHO	24 PULGADAS
VELOCIDAD EN LAS PRUEBAS	1.5 a 1.8 m/s
POSICION DEL PARTIDOR	0 a 60°

TABLA 3.1. RECUPERACION DE CONCENTRADO EN PRUEBAS DE POLEA PILOTO EN " LAS ENCINAS ".

LEY	VELOCIDAD	GAUSS	780	950	1150	1400
		VOLTS	150	200	250	300
% DE FeM	m/s					
MUY ALTA	1.5		82	99	100	100
	1.8		72	89	94	
ALTA	1.5		62	71	77	78
	1.8		59	70	73	
MEDIA	1.5		52	67	72	77
	1.8					
DISEMINADO.	1.5		14	50	65	80
	1.8		20	48	48	

LAS PRINCIPALES CONCLUSIONES DE ESTA SERIE DE PRUEBAS EXPLORATORIAS FUERON:

- EN GENERAL LA RELACION ENTRE LA INTENSIDAD MAGNETICA Y LA RECUPERACION NO ES LINEAL SINO MAS BIEN LOGARITMICA EN EL SENTIDO DE TENER UNA PENDIENTE CADA VEZ MENOR. ESTO INDICA QUE ARRIBA DE CIERTA INTENSIDAD YA NO HAY UNA MEJORA EN LA RECUPERACION, PARA ESTA PRUEBAS EL VALOR ES DE ALREDEDOR DE 1150 GAUSS EN LA SUPERFICIE DE LA POLEA. ESTA CONCLUSION SE MANTIENE PARA TODAS LAS LEYES, EXCEPTO PARA EL MINERAL DEL TIPO "DISEMINADO", QUE SE ENCUENTRA FINAMENTE DISPERSO EN LA ROCA ENCAJONANTE. EL VOLUMEN DE ESTE MINERAL EN PERA COLORADA ES IMPORTANTE.
- LA RECUPERACION ES AFECTADA POR LA VELOCIDAD DEL MATERIAL EN LA BANDA.
- LA RECUPERACION DE TROZOS MAYORES DE 20 KG A LAS INTENSIDADES MAS ALTAS DEPENDEN DE LA FORMA Y LEY DE LOS TROZOS.
- UN SEGUNDO PASO DE CONCENTRACION AUMENTA LA RECUPERACION EN UN 2 A 5 PORCIENTO ADICIONAL.

3.2 PRUEBAS DE PRECONCENTRACION MAGNETICA EN ERIEZ (ERIE, CANADA).

EN ESTAS PRUEBAS SE BUSCO COMPROBAR LOS RESULTADOS PREVIOS Y SE PROBO EL COMPORTAMIENTO DE UNA POLEA MAGNETICA DE IMANES PERMANENTES.

LA POLEA MAGNETICA USADA FUE SEMEJANTE A LA USADA EN "LAS ENCINAS" CON CAMPO MAGNETICO DE 1034 A 2680 GAUSS EN LA SUPERFICIE.

PRUEBA 1. POLEA ELECTROMAGNETICA.

GRANULOMETRIA : -8" + 3" : 46.8%
 -3" : 53.3%

FRACCION MAGNETICA (%) 74.3%
FRACCION NO MAGNETICA 25.7%

PRUEBA 2. TAMBOR DE 10 POLOS IMANES PERMANENTES "DRY FAST AGITATING".

GRANULOMETRIA : -8" + 3" : 0%
 -3" : 100%
 (%)

FRACCION MAGNETICA 75.4%
 FRACCION NO MAGNETICA 24.6%

PRUEBA 3. POLEA MAGNETICA CON REPROCESO DE COLAS.

GRANULOMETRIA : -8" + 3" : 20%
 -3" : 80%
 (%)

PRIMER PASO:
 FRACCION MAGNETICA 80.1
 FRACCION NO MAGNETICA 19.9

SEGUNDO PASO:
 FRACCION MAGNETICA 2.71
 FRACCION NO MAGNETICA 17.19

TABLA 3.2 TERCERA PRUEBA EN ERIEZ CANADA. RESULTADOS GLOBALES CON REPROCESO DE COLAS.					
	% EN PESO	% FeM	% FeT	% DIST. FeM	% DIST. FeT
CABEZAS	100	26.3	34.7	100	100
FRACCION MAGNETICA	82.81	31.3	40.7	98.4	97.1
FRACCION NO MAGNETICA	17.19	2.4	5.8	1.6	2.9

EN ESTA SERIE DE PRUEBAS SE ESTABLECIO EL ORDEN DE MAGNITUD DE LO QUE ES POSIBLE OBTENER CON ESTE PROCESO DE CONCENTRACION:

- RECUPERACION EN PESO DE ORDEN DE 83%
- RECUPERACION DE FIERRO MAGNETICO DEL ORDEN DE 98%
- AUMENTO DE LEY DE 4 UNIDADES DE FIERRO MAGNETICO, PARTIENDO DE UN MINERAL DE LEY BAJA (26% DE FeM).

3.3 PRUEBAS PILOTO ADICIONALES EN LA POLEA MAGNETICA DE "LAS ENCINAS S.A."

EN ESTA SEGUNDA SERIE DE PRUEBAS SE EXAMINO MAS DETENIDAMENTE EL COMPORTAMIENTO DEL MATERIAL EN PEÑA COLORADA, EN ESPECIAL LO REFERENTE AL "MINERAL DISEMINADO", PERO COMO EN SICARTSA EL VOLUMEN DE ESTE TIPO DE MATERIAL NO ES IMPORTANTE SOLO SE MENCIONARON LAS CONCLUSIONES. LAS CONDICIONES DE LA PRUEBA FUERON:

EQUIPO	
POLEA ELECTROMAGNETICA	MARCA: ERIEZ
DIAMETRO	24 PULGADAS
ANCHO	24 PULGADAS
VELOCIDAD LINEAL EN LAS PRUEBAS	1.5 a 1.8 m/s
POSICION DEL PARTIDOR	0 a 60°
INTENSIDAD EN TODAS LAS PRUEBAS	1700 GAUSS EN LA SUPERFICIE DE LA POLEA.
ALTURA DE LA CAMA DE MINERAL	VARIABLE DE ACUERDO A TABLAS 2.5, 2.6, 2.7 y 2.8 : A -8", -6", -4", ETC.
GRANULOMETRIA DEL MATERIAL	
FRACCION	% EN PESO
+ 8"	1.08
- 8" + 7"	4.57
- 7" + 6"	4.71
- 6" + 5"	4.45
- 5" + 4"	3.64
- 4" + 3"	4.29
- 3" + 2"	4.48
- 2" + 1"	10.32
- 1"	62.48

CUANDO FUE NECESARIO SE TRITURO LAS FRACCIONES MAYORES PARA DAR EL ESPESOR DE LA CAMA Y EL MATERIAL SE ACOMODO MANUALMENTE PARA LAS PRUEBAS, ACOMODANDO PRIMERO EL MATERIAL GRUESO Y LUEGO EL FINO ENTRE LOS HUECOS. ERG EN GENERAL LA ALTURA DE LA CAMA FUE DADA POR EL TAMANO DE LOS TROZOS MAYORES.

3.3.1 PRECONCENTRACION DE MINERAL "DISEMINADO" CONTAMINADO CON ESTERIL

EN LA TABLA 3.3 SE MUESTRAN LAS PRUEBAS REALIZADAS CON MINERAL DISEMINADO CONTAMINADO CON ESTERIL (MUESTRAS 3,4,6 y 7), MINERAL MASIVO CONTAMINADO CON ESTERIL (MUESTRA 5) Y MINERAL HEMATITICO MEZCLADO CON MASIVO (MUESTRA 8). EL TERMINO MASIVO SE USA AQUI PARA SEÑALAR AL MINERAL DE ALTA LEY.

TABLA 3.3 RESUMEN DE SEGUNDA SERIE DE PRUEBAS DE PRECONCENTRACION DE MINERAL DISEMINADO CONTAMINADO CON ESTERIL EN PERA COLORADA

TIPO MRAL.	VELO- CIDAD (m/s)	ALTURA pulg	CABEZAS		CONCENTRADO		COLAS		RECUPERACIONES		
			%FeT	%FeM	%FeT	%FeM	%FeT	%FeM	%PESO	FeM	FeT
3	1.47	6	33.1	29.2	41.4	37.6	17.1	12.7	66.1	85.1	82.7
3	1.65	6	32.7	28.3	39.6	35.5	21.4	16.6	62.1	77.9	75.2
3	1.47	4	35.5	31.2	40.2	35.8	20.1	16.3	76.6	87.9	86.7
3	1.65	4	37.1	32.9	41.8	38.0	26.5	21.7	69.3	80.0	78.1
4	1.47	6	30.2	23.7	34.1	27.5	26.2	19.9	50.4	58.5	56.9
4	1.65	6	26.4	21.1	34.2	28.6	19.0	14.4	48.5	65.7	62.6
4	1.47	4	28.7	23.2	33.1	27.1	21.1	16.3	63.5	74.2	73.2
4	1.65	4	29.3	24.7	34.4	29.7	22.2	17.7	58.3	70.1	68.4
5	1.47	6	40.8	37.1	53.1	49.6	19.2	15.3	63.7	85.2	82.9
5	1.47	4	40.9	37.7	53.1	49.9	12.5	9.4	69.9	92.5	90.8
5	1.65	6	46.1	42.7	55.5	52.5	30.2	26.0	63.0	77.5	75.8
5	1.65	4	41.0	37.8	52.6	49.9	18.7	14.5	65.2	86.9	84.4
6	1.47	6	36.4	33.9	43.1	40.5	21.2	19.2	69.2	82.7	81.9
6	1.47	4	30.9	28.4	40.7	38.0	10.9	9.1	66.9	89.5	88.1
6	1.65	6	31.9	28.4	43.3	40.2	18.5	14.5	54.2	76.7	73.6
6	1.65	4	30.0	26.1	41.0	36.9	13.0	9.4	60.7	85.8	83.0
7	1.47	6	31.4	24.9	40.9	33.7	18.5	13.0	57.6	78.0	75.0
7	1.47	4	33.2	26.0	46.0	28.0	12.9	6.9	61.3	66.0	64.9
7	1.65	6	31.1	23.9	45.2	37.3	19.6	13.0	45.0	70.2	65.4
7	1.65	4	31.1	25.0	41.5	34.7	17.6	12.3	56.7	78.7	75.7
8	1.47	6	48.9	24.8	53.0	27.9	44.7	21.7	50.7	57.0	55.0
8	1.47	4	49.4	25.3	51.6	27.9	46.0	21.3	60.2	66.4	62.9
8	1.65	6	50.6	24.1	54.2	27.5	47.4	21.0	47.7	54.4	51.1
8	1.65	4	51.1	23.6	53.8	27.1	46.2	17.3	64.3	73.8	67.7

EN LA TABLA 3.4 SE MUESTRA LA ESTADISTICA DE LAS PRUEBAS ESTRATIFICANDO POR ALTURA DE LA CAMA Y VELOCIDAD LINEAL SOBRE LA POLEA, SIN CONSIDERAR LAS MUESTRAS 1 Y 2 QUE NO TIENEN INTERES PARA EL PRESENTE TRABAJO, ES DECIR EN ESTA TABLA SOLO SE CONSIDERO AL MATERIAL CONTAMINADO CON ESTERIL.

TABLA 3.4 ESTADISTICA DE PRUEBAS DE PRECONCENTRACION DE MINERAL DISEMINADO CONTAMINADO CON ESTERIL. "PEÑA COLORADA".														
ALTO DE CAMA	VEL. LINEAL		CABEZAS				CONCENTRADO		COLAS		RECUPERACIONES			
PULG	m/s		%FeT	%FeM	%FeT	%FeM	%FeT	%FeM	% PESO	FeM	FeT	LEY		
4"	1.47	MEDIA	36.4	28.6	44.1	34.5	20.6	13.2	66.4	79.4	81.1	5.8		
		DESV	7.0	4.8	6.9	8.1	12.0	5.1	5.6	11.0	9.9	3.8		
6"	1.47	MEDIA	36.8	28.9	44.3	36.1	24.5	17.0	59.6	74.4	72.4	7.2		
		DESV	6.4	5.0	6.8	7.6	9.5	3.5	7.3	12.0	12.0	3.2		
4"	1.65	MEDIA	36.6	28.4	44.2	36.1	24.0	15.5	62.5	79.2	76.2	7.7		
		DESV	7.7	5.2	6.9	7.3	10.7	4.0	4.4	6.0	6.4	3.3		
6"	1.65	MEDIA	36.5	29.1	45.3	36.9	26.0	17.6	53.4	70.4	67.3	8.9		
		DESV	8.7	7.0	7.6	8.5	10.4	4.5	7.0	8.4	8.8	3.3		
4y6"	1.47	MEDIA	36.6	28.8	44.2	35.3	22.5	15.1	63.0	76.9	76.8	6.5		
		DESV	6.7	4.9	6.9	7.9	11.0	4.7	7.3	11.8	11.8	3.6		
4y6"	1.65	MEDIA	36.8	28.2	44.8	36.5	25.0	16.5	58.0	74.8	71.8	8.1		
		DESV	8.2	6.2	7.2	7.8	10.6	4.4	7.4	8.5	8.9	3.3		

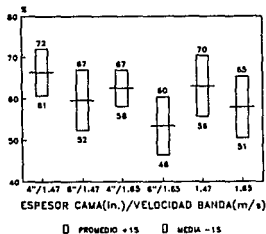
EN LAS GRAFICAS 3.1, 3.2, 3.3 Y 3.4 SE MUESTRA EL EFECTO DE LA ALTURA DE LA CAMA DE MINERAL EN LA RECUPERACION EN PESO, LA RECUPERACION DE FIERRO MAGNETICO O BIEN SOBRE EL AUMENTO DE LEY EN EL PRECONCENTRADO Y LA PERDIDA DE FeM EN LAS COLAS: MAYOR ALTURA Y VELOCIDAD DETERIORAN LA RECUPERACION DE VALORES :

- USAR UNA CAMA DE 6" EN VEZ DE UNA DE 4" DETERIORA LA RECUPERACION DE FIERRO MAGNETICO EN 7 PUNTOS.
- USAR UNA VELOCIDAD DE LA BANDA DE 1.65 EN VEZ DE 1.47 m/s DETERIORA LA RECUPERACION DE FIERRO MAGNETICO EN 2 PUNTOS.

EN LAS GRAFICAS 3.5, 3.6, 3.7, Y 3.8 SE VE EL EFECTO DE LA LEY DEL MINERAL ALIMENTADO:

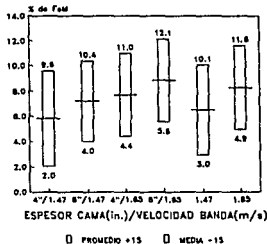
- CON UN PASO DE PRECONCENTRACION SE LOGRA, BAJO LAS CONDICIONES DE ESTAS PRUEBAS, UN MAXIMO DE 90% DE RECUPERACION DE FeM. CON LEYES ALTAS;
- CON LEYES BAJAS LA RECUPERACION DE FeM FUE DE SOLO 50%

UN PASO DE PRECONCENTRACION
MINERAL DISEMINADO+ESTERIL
RECUPERACION EN PESO



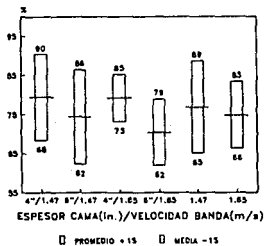
GRAFICA 3.1

UN PASO DE PRECONCENTRACION
MINERAL DISEMINADO+ESTERIL
AUMENTO RELATIVO DE LEY



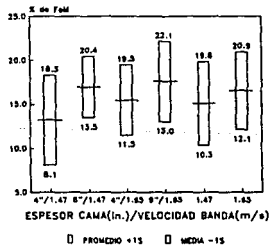
GRAFICA 3.2

UN PASO DE PRECONCENTRACION
MINERAL DISEMINADO+ESTERIL
RECUPERACION DE FeM



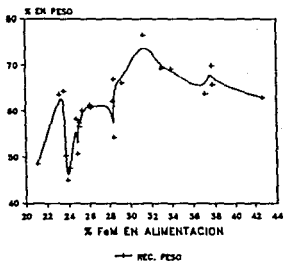
GRAFICA 3.3

UN PASO DE PRECONCENTRACION
MINERAL DISEMINADO+ESTERIL
LEY DE COLAS



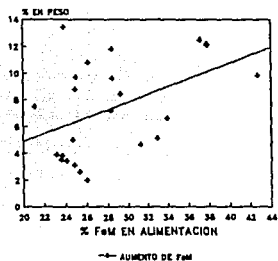
GRAFICA 3.4

UN PASO DE PRECONCENTRACION
MINERAL DISEMINADO+ESTERIL
LEY DE CABEZAS Y RECUPERACION



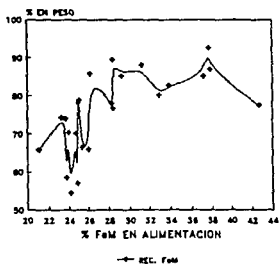
GRAFICA 3.5

UN PASO DE PRECONCENTRACION
MINERAL DISEMINADO+ESTERIL
LEY DE CABEZAS Y AUMENTO DE LEY



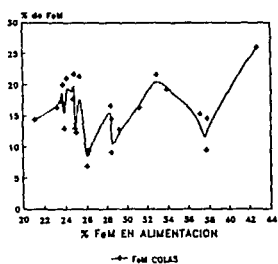
GRAFICA 3.6

UN PASO DE PRECONCENTRACION
MINERAL DISEMINADO+ESTERIL
LEY DE CABEZAS Y RECUPERACION DE FeM



GRAFICA 3.7

UN PASO DE PRECONCENTRACION
MINERAL DISEMINADO+ESTERIL
LEY CABEZAS VS. LEY EN COLAS



GRAFICA 3.8

3.3.2 PRECONCENTRACION DE MINERAL MASIVO CONTAMINADO CON ESTERIL

EN LA TABLA 3.5 SE MUESTRAN LOS RESULTADOS DE PROCESAR SOLO MATERIAL MASIVO CONTAMINADO CON ESTERIL. LAS PRUEBAS 11, 12, 21, 22, ... 42. SON TODAS LAS PRUEBAS REALIZADAS. LAS PRUEBAS 12, 22, 32 y 42 SE HICIERON REPROCESANDO LAS COLAS DE LAS PRUEBAS 11, 21, 31 Y 41. ES DECIR : LA PRUEBA 12 ES EL REPROCESO DE LAS COLAS DE LA PRUEBA 11; LA PRUEBA 22 ES EL REPROCESO DE LAS COLAS DE LA PRUEBA 21; ETC.

LAS PRUEBAS 1, 2, 3, 4 SON EL RESULTADO GLOBAL DE LAS LAS PRUEBAS (11 + 12), (21 + 22), (31 + 32), (41 + 42) Y REPRESENTAN AL PROCESO DE PRECONCENTRACION CON REPROCESO DE COLAS. ES DECIR 1 = (11 + 12); 2 = (21 + 22) ... ETC.

TABLA 3.5 RESUMEN DE PRUEBAS CON MINERAL MASIVO CONTAMINADO CON ESTERIL.														
PRUEBA	TAMAÑO MAXIMO	VELOCIDAD	ALT. CAMA	C A B E Z A S				CONCENTRADO		COLAS		RECUPERACIONES		
		m/s	m.	%Fe	%FeM	%Fe	%FeM	%Fe	%FeM	PESC	FeM	FeT	JLEY	
11	200g	1.47	6	46.1	38.5	54.6	45.0	32.4	22.8	70.3	61.8	79.5	6.5	
12		1.47	3	32.4	32.8	49.9	36.9	9.1	4.0	55.7	90.1	85.8	14.1	
21	4	1.47	4	47.8	40.1	52.1	40.8	23.8	16.7	85.2	93.1	92.9	3.7	
22		1.47	2	23.8	16.7	48.5	39.2	8.9	2.9	37.4	85.1	76.2	23.1	
31	6	1.65	6	47.8	39.7	52.3	45.0	36.2	25.3	69.0	76.2	76.9	8.3	
32		1.65	3	36.2	26.0	49.8	42.5	16.4	6.8	57.4	67.1	79.0	14.5	
41	4	1.65	4	47.7	40.2	52.0	44.4	27.2	20.0	82.7	91.3	90.2	4.2	
42		1.65	2	27.2	20.0	40.0	30.5	13.5	7.0	55.3	64.3	81.3	10.8	
1	6	1.47	6	46.1	38.5	53.7	43.4	9.1	4.0	67.5	96.6	97.7	4.9	
2	4	1.47	4	47.8	40.1	51.4	42.5	6.9	2.9	90.7	96.4	97.5	3.4	
3	6	1.65	6	47.8	39.7	52.6	44.4	16.4	6.8	86.8	97.1	95.8	4.7	
4	4	1.65	4	47.7	40.2	51.1	43.5	13.5	7.0	90.9	95.4	97.4	3.3	

ASI EN LA TABLA 3.5 ES POSIBLE VER QUE EN EL CASO DE LAS PRUEBAS 11 y 12 TIENEN COMO PROMEDIO ARITMETICO 86% DE RECUPERACION DE FeM (81.8 + 90.1) MIENTRAS QUE LAS PRUEBAS 31 y 32 TIENEN UN PROMEDIO DE 82.7% (79.2 + 87.1) DEBIDO AL EFECTO DE AUMENTAR LA VELOCIDAD DE LA BANDA DE 1.47 A 1.65 m/s. PERO SI SE REPROCESAN LAS COLAS (PRUEBAS 1 y 2) EL RESULTADO GLOBAL ES QUE EL CAMBIO DE VELOCIDAD SOLO DISMINUYE LA RECUPERACION DE FeM DE 95.6 A 97.1.

LO MISMO OCURRE CON LAS PRUEBAS 11 y 12 COMPARADAS CONTRA LAS 21 y 22 ENTRE LAS QUE OCURRE UN CAMBIO DE 86% (81.8 + 90.1) A 91.1 (93.1 + 89.1) , EN TANTO QUE REPROCESANDO LAS COLAS EL CAMBIO APENAS ES DE 98.6 A 98.4 POR EFECTO DE LA DISMINUCION DE TAMAÑO DE 6 a 4 PULGADAS
EN AMBOS CASOS LA RECUPERACION GLOBAL REPROCESANDO LAS COLAS ES DE MAS DE MAS DE 7 PUNTOS.

EN LA TABLA 3.6 SE PRESENTA LA ESTADISTICA CORRESPONDIENTE ASI COMO EN LAS GRAFICAS 3.9, 3.10, 3.11 y 3.12 .

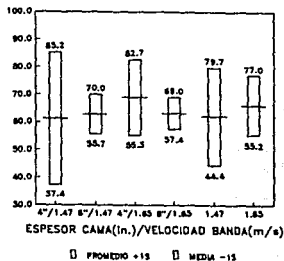
TABLA 3.6 ESTADISTICA DE PRUEBAS DE PRECONCENTRACION CON MINERAL MASIVO CONTAMINADO CON ESTERIL													
TAMAÑO MUESTRA	VEL m/s	prueba	CAMA pulg	CABEZAS		CONCENTRACION		COLAS		RECUPERACIONES			ALEY
				%FeT	%FeM	%FeT	%FeM	%FeT	%FeM	PESO	%FeM	%FeT	
4"	1.47	media	3.0	35.8	28.4	50.3	41.8	16.4	9.8	61.3	71.1	84.5	13.4
		desv	1.0	11.0	11.7	1.8	2.0	7.5	6.9	23.9	2.0	8.3	9.7
6"	1.47	media	4.5	40.3	30.7	52.3	41.0	20.8	13.4	62.9	66.0	82.6	10.3
		desv	1.5	7.9	7.9	2.4	4.1	1.7	9.4	7.2	4.2	3.2	3.8
4"	1.65	media	3.0	37.5	30.1	46.0	37.5	20.4	13.5	69.0	67.8	85.7	7.4
		desv	1.0	10.3	10.1	6.0	7.0	6.9	6.5	13.7	3.5	4.4	3.2
6"	1.65	media	4.5	42.0	33.9	51.6	43.8	26.3	18.4	63.2	62.7	78.0	9.9
		desv	1.5	5.8	5.9	1.8	1.3	9.9	9.6	5.8	4.5	1.0	4.6
4" y 6"	1.47	media	3.8	38.0	29.5	51.3	41.4	19.6	11.6	62.1	68.5	83.6	11.9
		desv	1.5	10.4	10.0	2.3	3.2	0.0	8.4	17.7	4.1	6.4	7.5
4" y 6"	1.65	media	3.8	39.7	32.0	48.8	40.6	23.3	16.0	66.1	65.3	81.8	8.6
		desv	1.5	8.6	8.5	5.2	5.9	9.0	8.6	10.9	4.8	5.0	4.1

CONCLUSION :

REPROCESANDO LAS COLAS: EL AUMENTO DE ESPESOR DE CAMA DE 4 a 6 PULGADAS NO AFECTA LA RECUPERACION (CONTRA 5 PUNTOS EN SEPARACION DE UN SOLO PASO)
EL AUMENTO DE VELOCIDAD DE 1.47 A 1.65 m/s DETERIORA LA RECUPERACION DE FeR SOLO 1.5 PUNTOS (CONTRA 3.3 PUNTOS EN SEPARACION DE UN SOLO PASO).

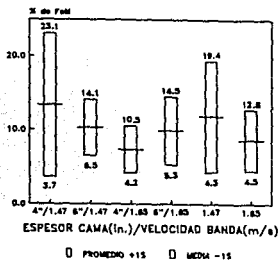
EL AUMENTO DE LEY EN EL CONCENTRADO, RESPECTO A LA LEY DEL MINERAL INICIAL, ES MAYOR CON MEZCLAS DE LEYES BAJAS FORMADAS CON MINERAL MASIVO CONTAMINADO CON ESTERIL QUE CON LAS MEZCLAS DE MINERAL DISEMINADO CON ESTERIL, USANDO UN SOLO PASO DE PRECONCENTRACION.

UN PASO DE PRECONCENTRACION
MINERAL MASIVO+ESTERIL
RECUPERACION EN PESO



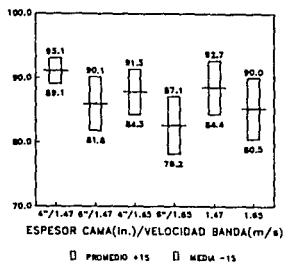
GRAFICA 3.9

UN PASO DE PRECONCENTRACION
MINERAL MASIVO+ESTERIL
AUMENTO DE LEY



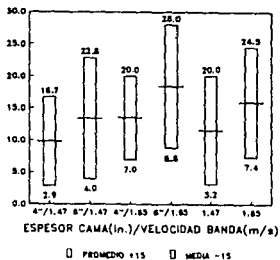
GRAFICA 3.10

UN PASO DE PRECONCENTRACION
MINERAL MASIVO+ESTERIL
RECUPERACION DE FeM



GRAFICA 3.11

UN PASO DE PRECONCENTRACION
MINERAL MASIVO+ESTERIL
LEY DE COLAS



GRAFICA 3.12

EL CONCENTRADO GLOBAL ASI OBTENIDO TIENE EN PROMEDIO 4 PUNTOS ADICIONALES DE FIERRO MAGNETICO, Y PARA EL CASO DE PEÑA COLORADA TAMBIEN 4 PUNTOS DE FIERRO TOTAL ADICIONAL.

EN LAS GRAFICAS 3.13, 3.14, 3.15, 3.16, 3.17, 3.18, 3.19 y 3.20 SE COMPARA EL EFECTO POSITIVO DE REPROCESAR LAS COLAS, RESPECTO A USAR SOLO UN PASO DE PRECONCENTRACION.

D. FLUJO ESPECIFICO DE EQUIPO.

EN EL INCISO 2.5 SE DEFINIERON LOS PARAMETROS PARA LA ESCALACION DE EQUIPO, EN ESPECIAL EL FLUJO ESPECIFICO Y EL FLUJO ESPECIFICO DE GANGA.

PARTIENDO DE LOS DATOS TABULADOS EN LOS APARTADOS DE ESTE CAPITULO ES POSIBLE VER QUE LAS RECUPERACIONES DE FIERRO MAGNETICO DEPENDEN INVERSAMENTE DEL FLUJO ESPECIFICO DE MINERAL Y DE LA CANTIDAD DE MATERIAL NO MAGNETICO QUE CONTIENE, ES DECIR DE LOS MENCIONADOS FLUJOS ESPECIFICOS DE MINERAL Y/O GANGA.

EN LAS GRAFICAS 3.21, 3.22 y 3.23 ES POSIBLE VER QUE PARA OBTENER RECUPERACIONES LO MAS ALTA POSIBLES (DEPENDIENDO SI EL MINERAL ERA DISEMINADO O MASIVO) EL FLUJO ESPECIFICO DE GANGA NO DEBE SER MAYOR DE ALREDEDOR DE 400 M3/HORA/M.

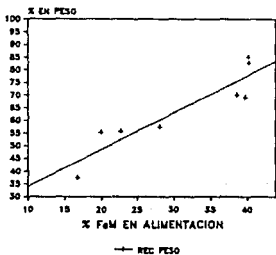
DEBE NOTARSE TAMBIEN QUE EN LAS PLANTAS DE EE.UU. MENCIONADAS EN EL INCISO 2.4 Y TABLA 2.2, NO SE REBASABA NI SIQUIERA LOS 200 M3/HORA/M, LO CUAL PUEDE EXPLICAR SUS ALTAS RECUPERACIONES DE FIERRO MAGNETICO.

LAS PRINCIPALES CONCLUSIONES EN ESTE CAPITULO, PARTIENDO DE LOS RESULTADOS EXPERIMENTALES A NIVEL PILOTO OBTENIDOS POR PEÑA COLORADA CAPITULO FINALMENTE SON:

ES RECOMENDABLE PARA PROPOSITOS DE DISEÑO NO REBASAR LA FRONTERA DE LOS 400 M3/HORA/M DE GANGA, PARA INTENSIDADES NO MAYORES DE 1700 GAUSS EN LA SUPERFICIE EN CASO DE USAR UN SOLO PASO DE PRECONCENTRACION.

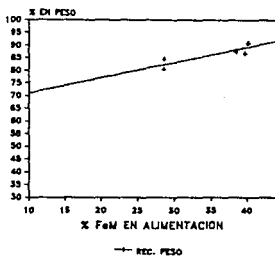
PUEDE ESPERARSE UN AUMENTO EN LA RECUPERACION DE F_{em} DE 8 PUNTOS PARA FLUJOS ESPECIFICOS DE 400 M3/HORA/M Y 1700 GAUSS EN SUPERFICIE MAXIMOS, SOLO SI SE REPROCESAN LAS COLAS DEL PRIMER PASO DE PRECONCENTRACION.

**UN PASO DE PRECONCENTRACION
MINERAL MASIVO+ESTERIL
RECUPERACION EN PESO**



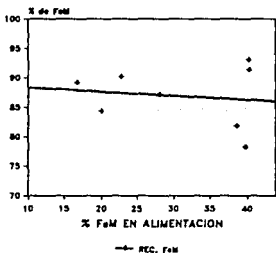
GRAFICA 3.13

**DOS PASOS DE PRECONCENTRACION
MINERAL MASIVO+ESTERIL
RECUPERACION EN PESO**



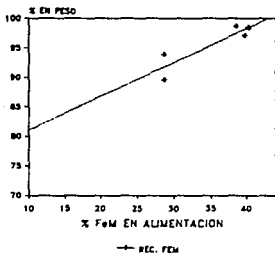
GRAFICA 3.14

**UN PASO DE PRECONCENTRACION
MINERAL MASIVO+ESTERIL
RECUPERACION DE FeM**



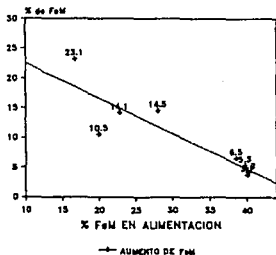
GRAFICA 3.15

**DOS PASOS DE PRECONCENTRACION
MINERAL MASIVO+ESTERIL
RECUPERACION DE FeM**



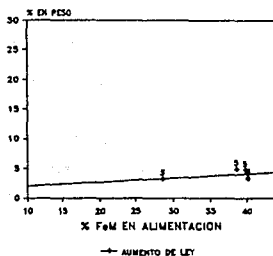
GRAFICA 3.16

**UN PASO DE PRECONCENTRACION
MINERAL MASIVO+ESTERIL
AUMENTO DE LEY (FeM)**



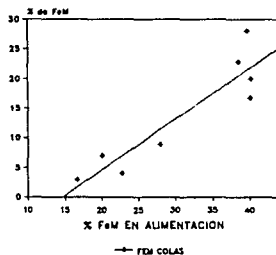
GRAFICA 3.17

**DOS PASOS DE PRECONCENTRACION
MINERAL MASIVO+ESTERIL
AUMENTO DE LEY (FeM)**



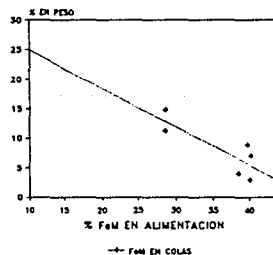
GRAFICA 3.18

**UN PASO DE PRECONCENTRACION
MINERAL MASIVO+ESTERIL
LEY DE COLAS**



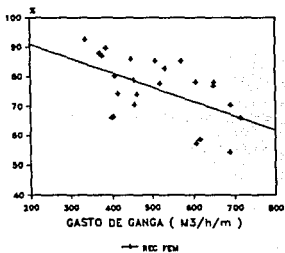
GRAFICA 3.19

**DOS PASOS DE PRECONCENTRACION:
MINERAL MASIVO+ESTERIL
FEM EN COLAS**



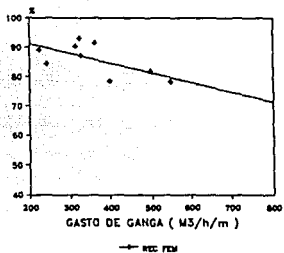
GRAFICA 3.20

**UN PASO DE PRECONCENTRACION
MINERAL DISEMINADO+ESTERIL
RECUPERACION DE FeM**



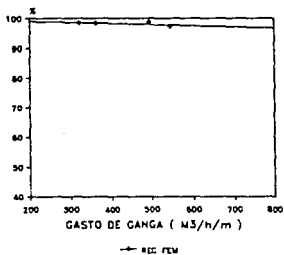
GRAFICA 3.21

**UN PASO DE PRECONCENTRACION
MINERAL MASIVO+ESTERIL
RECUPERACION DE FeM**



GRAFICA 3.22

**DOS PASOS DE PRECONCENTRACION
MINERAL MASIVO+ESTERIL
RECUPERACION DE FeM**



GRAFICA 3.23

TABLA 3.7 EFECTO DEL FLUJO DE GANGA SOBRE PRECONCENTRACION DE MINERAL DISEMINADO CONTAMINADO CON ESTERIL.

No. MRAL.	FLUJO DE GANGA m ³ /h/m	CABEZAS %FeM	CONC. %FeM	COLAS REC. FESO %	REC. FeM	REC. FeM	ΔLEY	VEL m/s	CAMA pu/g.
5	335.0	37.7	49.9	9.4	69.9	92.5	12.2	1.47	4
3	369.9	31.2	35.8	16.3	76.6	87.9	4.6	1.47	4
5	375.4	37.8	49.9	14.5	65.8	86.9	12.1	1.65	4
6	385.0	28.4	38	9.1	66.9	89.5	9.6	1.47	4
7	397.9	26	28	6.9	61.3	66.0	2	1.47	4
8	401.6	25.3	27.9	21.3	60.2	66.4	2.6	1.47	4
3	405.0	32.9	38	21.7	69.3	80.0	5.1	1.65	4
4	412.9	23.2	27.1	16.3	63.5	74.2	3.9	1.47	4
6	446.0	26.1	36.9	9.4	60.7	85.8	10.8	1.65	4
7	452.6	25	34.7	12.3	56.7	78.7	9.7	1.65	4
4	454.4	24.7	29.7	17.7	58.3	70.1	5	1.65	4
8	461.1	23.6	27.1	17.3	64.3	73.8	3.5	1.65	4
5	507.3	37.1	49.6	15.3	63.7	85.2	12.5	1.47	6
5	518.7	42.7	52.5	26	63	77.5	9.8	1.65	6
6	533.1	33.9	40.5	19.2	69.2	82.7	6.6	1.47	6
3	571.0	29.2	37.6	12.7	66.1	85.1	8.4	1.47	6
7	605.7	24.9	33.7	13	57.6	78.0	8.8	1.47	6
8	606.5	24.8	27.9	21.7	50.7	57.0	3.1	1.47	6
4	615.4	23.7	27.5	19.9	50.4	58.5	3.8	1.47	6
6	648.2	28.4	40.2	14.5	54.2	76.7	11.8	1.65	6
3	649.1	28.3	35.5	16.6	62.1	77.9	7.2	1.65	6
8	687.1	24.1	27.5	21	47.7	54.4	3.4	1.65	6
7	688.9	23.9	37.3	13	45	70.2	13.4	1.65	6
4	714.2	21.1	28.6	14.4	48.5	65.7	7.5	1.65	6

TABLA 3.8 EFECTO DEL FLUJO DE GANGA SOBRE PRECONCENTRACION DE MINERAL MASIVO CONTAMINADO CON ESTERIL

PRUEBA	TAMANO (pulg)	VEL (m/s)	ALTURA (pulg)	MC/Hr/m FLUJO DE GANGA	CABEZAS CONCENTRAD		COLAS	RECUPERACIONES		
					%FeM	%FeM		% PESO	FeM	ALEY
22		1.47	2	223.9	16.7	39.6	2.9	37.4	89.1	23.1
42		1.65	2	241.4	20.0	30.5	7.0	55.3	84.3	10.5
12		1.47	3	311.3	22.8	36.9	4.0	55.7	90.1	14.1
21	4	1.47	4	322.1	40.1	43.8	16.7	65.2	93.1	3.7
32		1.65	3	325.9	28.0	42.5	8.9	57.4	87.1	14.5
41	4	1.65	4	360.9	40.2	44.4	20.0	82.7	91.3	4.2
52		1.47	4	399.5	25.7	32.2	14.8	62.6	78.4	6.5
11	6	1.47	6	496.0	38.5	45.0	22.8	70.0	81.8	6.5
31	6	1.65	6	545.9	39.7	45.0	28.0	69.0	78.2	5.3
3	4	1.47	4	322.1	40.1	43.5	2.9	90.7	98.4	3.4
4	4	1.65	4	360.9	40.2	43.5	7.0	90.9	98.4	3.3
1	6	1.47	6	496.0	38.5	43.4	4.0	87.5	98.6	4.9
2	6	1.65	6	545.9	39.7	44.4	8.9	86.6	97.1	4.7

4. PRECONCENTRACION EN SECO POR MEDIOS MAGNETICOS EN SICARTSA.

4.1 ANTECEDENTES.

EN EL CAPITULO 1 SE MENCIONARON LAS RAZONES POR LAS CUALES SE BUSCA EN SICARTSA AUMENTAR LA LEY DEL CONCENTRADO MAGNETICO EMPLEADO EN LA FABRICACION DE PELET.

EN EL CAPITULO 2 SE MOSTRARON ALGUNOS CRITERIOS PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO DE PRECONCENTRACION EN BASE AL EXAMEN DE LAS CARACTERISTICAS DE ALGUNAS PLANTAS Y A PRUEBAS PILOTO REALIZADAS EN OTRAS.

EN EL CAPITULO 3 SE MOSTRO EL TRABAJO EXPERIMENTAL A NIVEL PILOTO REALIZADO EN EL CONSORCIO MINERO "PENA COLORADA" S.A. EL CUAL INDICO ALGUNOS CRITERIOS PARA EL USO DE POLEAS ELECTROMAGNETICAS CON INTENSIDADES DE 1700 GAUSS EN LA SUPERFICIE.

EN ESTE CAPITULO SE MUESTRAN LOS RESULTADOS EXPERIMENTALES REALIZADOS A NIVEL INDUSTRIAL, PRIMERO EN UN EQUIPO NORMALMENTE USADO PARA LA RECUPERACION DE ESCORIA Y LA REALIZADA EN UNA INSTALACION BASADA EN UNA POLEA DE IMANES PERMANENTES INSTALADA EN UNA TRITURADORA DE HASTA 600 TON/HORA DE CAPACIDAD.

LA PRINCIPAL DIFERENCIA CON LAS PRUEBAS CITADAS DE "PENA COLORADA" CONSISTE EN QUE EL TRABAJO QUE A CONTINUACION SE EXPONE, SE REALIZO CON EQUIPO DE CAPACIDAD INDUSTRIAL Y BASADO EN IMANES PERMANENTES DE SOLO 1300 GAUSS EN LA SUPERFICIE COMO MAXIMO, ALCANZANDOSE RESULTADOS SEMEJANTES A LOS OBTENIDOS CON MAYORES INTENSIDADES, POR LO QUE SE ANALIZAN LOS DEMAS PARAMETROS OPERATIVOS PARA EXPLICARLO.

4.2 PRIMERAS PRUEBAS USANDO UNA INSTALACION PARA RECUPERACION DE CHATARRA NORMALMENTE USADA PARA TRATAR ESCORIA DE CONVERTIDOR AL OXIGENO.

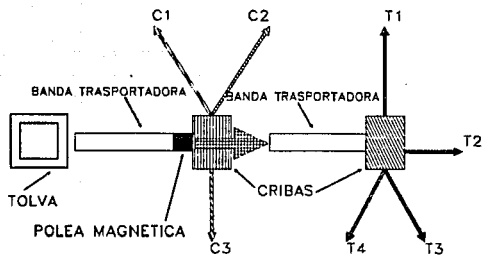
EN EL PROCESO DE FABRICACION DE ACERO SE UTILIZAN CONVERTIDORES AL OXIGENO PARA REFINAR EL ARRABIO ENVIADO EN CARROS TERMO DESDE EL ALTO HORNO. EN EL PROCESO SE GENERA ESCORIA QUE PROVIENE DE LOS ESCORIFICANTES Y LA OXIDACION DE ELEMENTOS EN EL ARRABIO, SIN EMBARGO, AL VACIARLA DESDE EL CONVERTIDOR, ALGO DE METAL LIQUIDO PASA A LA OLLA QUE RECIBE LA ESCORIA.

PARA RECUPERAR ESTE METAL Y PODER REUTILIZARLO COMO CHATARRA, SE UTILIZA UNA INSTALACION QUE OPERA CON UNA POLEA DE IMANES PERMANENTES Y ADEMAS CLASIFICA POR TAMAÑOS MEDIANTE CRIBAS EL MATERIAL MAGNETICO Y NO MAGNETICO. EN LA GRAFICA 4.1 SE MUESTRA UN CROQUIS DE ESTE EQUIPO. EL EQUIPO CONSTA BASICAMENTE DE UNA TOLVA DONDE SE RECIBE EL MATERIAL, CARGADO CON UN TRAXCAVO. UN VIBRADOR QUE ALIMENTA LA INSTALACION, UNA BANDA TRANSPORTADORA DONDE LA POLEA DE DESCARGA ES UNA POLEA MAGNETICA DE IMANES PERMANENTES, ESTA POLEA SEPARA AL MATERIAL NO MAGNETICO.

EL MATERIAL MAGNETICO QUE SE RECIBE DEBAJO DE LA POLEA CAE A UNA CRIBA DE DOS MALLAS GENERANDO POR LO TANTO TRES PRODUCTOS QUE SON LOS TRES CONCENTRADOS (C1, C2 y C3); EL NO MAGNETICO PASA A OTRA BANDA QUE ALIMENTA A SU VEZ A OTRA CRIBA CON 3 MALLAS QUE LOS SEPARA EN CUATRO CORRIENTES DE COLAS (T1, T2, T3 y T4).

LAS PRIMERAS PRUEBAS SE REALIZARON EN EL EQUIPO ESQUEMATIZADO EN LA GRAFICA 4.1. LAS CARACTERISTICAS DEL EQUIPO SON:

TABLA 1. CARACTERISTICAS DE LA POLEA MAGNETICA DE LA SEPARADORA DE ESCORIA.	
DIAMETRO	1.06
LARGO	1.06
MARCA	DINGS
INTENSIDAD EN LA SUPERFICIE	1400 GAUSS MAXIMO



VISTA DE PLANTA
 FIG. 4.1 ARREGLO EN SEPARADORA DE ESCORIA.
 PRIMERAS PRUEBAS EN SICARTSA.

DESCRIPCION DE SEPARADORA DE ESCORIA

<u>CLAVE</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>TAMANO PRODUCTO</u>
C1	CONCENTRADO 1	+ 2 1/2"
C2	CONCENTRADO 2	- 2 1/2" + 1/2"
C3	CONCENTRADO 3	- 1/4"
T1	COLAS 1	- 1/4"
T2	COLAS 2	+ 2 1/2"
T3	COLAS 3	- 3/4" + 1/4"
T4	COLAS 4	- 2 1/2" + 3/4"

COMO ESTE EQUIPO SE ENCUENTRA EN LA SIDERURGICA, SE TRASPORTARON DESDE LA MINA 200 TONELADAS DE MINERAL DE TRES DIFERENTES LEYES Y SE ALIMENTARON MEDIANTE UN CARGADOR FRONTAL CATERPILLAR 988. DURANTE LA PRUEBA EN LA DESCARGA DE CADA PRODUCTO SE COLOCARON CAMIONES DE VOLTEO DE 10 TONELADAS DE CAPACIDAD PREVIAMENTE TARADOS. CONFORME SE IBAN LLENANDO LOS CAMIONES SE IBAN RETIRANDO PARA SER PESADOS Y ERAN INMEDIATAMENTE SUSTITUIDOS POR OTROS. LA CONTABILIZACION DEL PESO SE REALIZO MEDIANTE LAS BOLETAS DE PESAJE QUE LA BASCULA DE SICARTSA ENTREGO Y QUE CADA CHOFER DEBIA ENTREGAR PARA EL PAGO DE FLETE. AL DESCARGAR EL MATERIAL SE MUESTREABA EL CONTENIDO DEL CAMION DE ACUERDO A LA TABLA 4.1.

TABLA 4.1 TAMAÑO DE INCREMENTOS PARA PRUEBAS EN SEPARADORA DE ESCORIA.			
CLAVE	DESCRIPCION	TAMAÑO	PESO DE INCREMENTO
C1	CONCENTRADO 1	+ 2½"	182
C2	CONCENTRADO 2	+ ½ "	91
C3	CONCENTRADO 3	- ¼ "	21
T1	COLAS 1	- ¼ "	21
T2	COLAS 2	+ 2½ "	182
T3	COLAS 3	- ¼ " + ¼ "	45
T4	COLAS 4	+ 2½ " + ¼ "	91

EN LAS TABLAS 4.2.A, 4.2.B y 4.2.C SE EXPONE EL RESULTADO DETALLADO DE CADA PRUEBA Y EN LA TABLA 4.3 SE MUESTRA EL RESUMEN DE LAS TRES PRUEBAS.

TABLA 4.2.A PRUEBA # 1 EN LA MAQUINA SEPARADORA DE ESCORIA.								
PRODUCTOS	ABERTURA NOMINAL (PULG)	%PESO	ANALISIS			DISTRIBUCION		
			FeM	FeT	S	FeM	FeT	S
CONCENTRADO 1	+2 ½"	35.99	50.55	62.88	2.36	48.4	44.7	37.2
CONCENTRADO 2	+½"	39.55	42.73	57.88	2.93	44.9	45.2	50.7
CONCENTRADO 3	-x"	7.86	28.26	38.59	2.24	5.9	6.0	7.7
COLAS 1	-x"	0.43	1.63	15.65	0.4	0.0	0.1	0.1
COLAS 2	+2 ½"	5.9	2.54	10.46	0.67	0.4	1.2	1.7
COLAS 3	+x-3/4"	2.21	1.27	13.44	0.4	0.1	0.6	0.4
COLAS 4	+3/4-2x	8.06	1.27	13.63	0.61	0.3	2.2	2.2
CABEZAS CALCULADAS.		100	37.6	50.6	2.3	100	100	100
CONCENTRADO GLOBAL			44.7	58.2	2.6			
COLAS GLOBALES			1.7	12.5	0.6			

TABLA 4.2.B PRUEBA # 2 EN LA MAQUINA SEPARADORA DE ESCORIA								
PRODUCTOS	ABERTURA NOMINAL	XPESO				DISTRIBUCION		
			FeM	FeT	S	FeM	FeT	S
CONCENTRADO 1	+2 ½"	32.02	45.55	57.2	2.56	44.6	38.3	35.2
CONCENTRADO 2	+½"	57.06	30.53	47.8	2.45	53.2	57.0	60.0
CONCENTRADO 3	-½"	1.27	26	47	2.85	1.0	1.2	1.6
COLAS 1	-½"	0.32	13.75	37.6	1.15	0.1	0.3	0.2
COLAS 2	+2 ½"	4.84	4.34	16	1.49	0.6	1.6	3.1
COLAS 3	+½-¾"	0.6	2.17	18.6	0.07	0.0	0.2	0.0
COLAS 4	+¾-2½"	3.89	2.89	16.2	0.04	0.3	1.3	0.1
CABEZAS		100	32.7	47.8	2.3	100	100	100
CONCENTRADO GLOBAL			35.8	51.1	2.5			
COLAS GLOBALES			3.9	17.0	0.8			

TABLA 4.2.C PRUEBA #3 EN LA MAQUINA SEPARADORA DE ESCORIA.

PRODUCTOS	ABERTURA NOMINAL	%PESO				DISTRIBUCION		
			FeM	FeT	S	FeM	FeT	S
CONCENTRADO	1+2 ½"	12	48.1	58.87	0.52	18.7	17.3	7.2
CONCENTRADO	2+½"	35.4	40.23	54.81	0.52	46.1	47.6	21.1
CONCENTRADO	3 -½"	26.6	39.22	46.69	1.32	33.8	30.4	40.3
COLAS 1	-½"	1.6	1.09	10.15	0.022	0.1	0.4	0.0
COLAS 2	+2 ½"	2.9	1.81	12.16	0.752	0.2	0.9	2.5
COLAS 3	+½-¾"	8.5	1.45	7.1	2.84	0.4	1.5	27.7
COLAS 4	+¾-2½"	13	1.81	6.09	0.074	0.8	1.9	1.1
CABEZAS		100	30.9	40.8	0.9	100	100	100
CONCENTRADO GLOBAL			41.1	52.5	0.8	98.6	95.3	68.6
COLAS GLOBALES			1.6	7.3	1.1	1.4	4.7	31.4

TABLA 4.3 RESUMEN DE LAS PRUEBAS DE PRECONCENTRACION EN SICARTSA EN LA MAQUINA SEPARADORA DE ESCORIA.

PRODUCTOS	UNIDADES	PRUEBA		
		1	2	3
FeM CABEZAS	%	37.6	32.7	30.9
FeM CONCENTRADO	%	44.7	35.8	41.1
FeM COLAS	%	1.7	3.9	1.6
AUMENTO DE LEY	%	7.1	3.1	10.2
FeT CABEZAS	%	50.6	47.8	40.8
FeT CONCENTRADO	%	58.2	51.1	52.5
FeT COLAS	%	12.5	17	7.3
S CABEZAS	%	2.3	2.3	0.9
S CONCENTRADO	%	2.6	2.5	0.8
S COLAS	%	0.6	0.8	1.1
RECUPERACION EN PESO	%	83.4	90.35	74
RECUPERACION DE FeM	%	99.2	98.8	98.6
RECUPERACION DE FeT	%	95.9	96.6	95.3
RECUPERACION DE AZUFRE	%	95.7	96.7	68.6
GRANULOMETRIA DE CABEZAS.				
-6"+3"	%	44	36	22
-3"+3/4"	%	26	26	33
-3/4"+7/16"	%	21	2	20
-7/16"	%	9	36	25
HUMEDAD	%	1	4.5	1
FLUJO DE MINERAL	ton/hora	100	64.3	50.7
FLUJO ESPECIFICO DE GANGA	ton/hora /m	56.3	40.4	32.7

LOS RESULTADOS MOSTRADOS EN LA TABLA 4.3 INDICAN QUE :

CON FLUJOS ESPECIFICOS DE MINERAL MUY BAJOS (MENOS DE 100 TPH/m DE GANGA) AUN CON INTENSIDADES DE 1400 GAUSS, EN LA SUPERFICIE DE LAS POLEAS, SE OBTIENEN ALTAS RECUPERACIONES DE FeM Y AUMENTOS DE LEY NOTABLES, ES DECIR SEPARACIONES PRACTICAMENTE COMPLETAS DEL ESTERIL.

DEBE HACERSE LA OBSERVACION QUE LOS ANALISIS DE CABEZAS SON CALCULADOS A PARTIR DE LOS ANALISIS Y PESOS DE CADA UNO DE LOS PRODUCTOS.

DADAS LAS DIFICULTADES Y LIMITACIONES DEL EQUIPO USADO, SE DISEÑO OTRA INSTALACION PARA ENSAYAR A NIVEL INDUSTRIAL FLUJOS DE MINERAL Y GANGA MAS ELEVADOS Y DE UNA VEZ USARLA EN PRODUCCION EN MASA.

4.3 SEGUNDA SERIE DE PRUEBAS EN UNA INSTALACION COLOCADA EN LA QUEBRADORA PRIMARIA DE LA MINA "EL VOLCAN" EN SIGARTSA.

DADOS LOS NUMEROSOS ANTECEDENTES DISPONIBLES SE DECIDIO CONSTRUIR UNA INSTALACION PARA LA FRECONCENTRACION EN SECO EN LA QUEBRADORA PRIMARIA INSTALADA EN LA MINA "EL VOLCAN", A FIN DE MEJORAR LA LEY DEL MINERAL ALIMENTADO A LA PLANTA CONCENTRADORA.

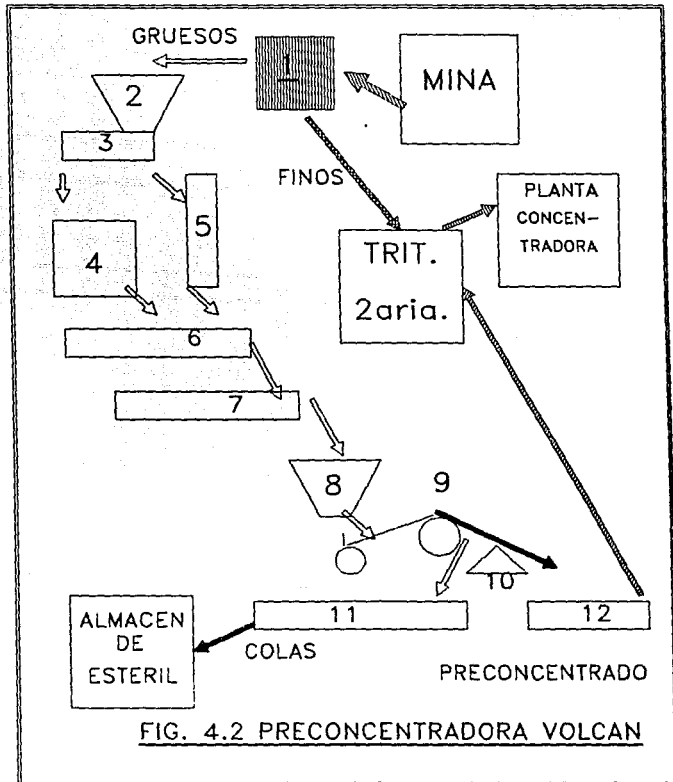
EQUIPO E INSTALACIONES EMPLEADAS.

EL DIAGRAMA DE FLUJO EN EL QUE LA INSTALACION SE ENCONTRABA SE MUESTRA EN LA GRAFICA 4.2 ; Y CONSISTIO BASICAMENTE EN UTILIZAR EL MATERIAL GRUESO, ES DECIR EL QUE NO PASABA POR LAS ABERTURAS DE LA CRIBA DE RIELES (1); ESTOS GRUESOS SE ALIMENTABAN A LA TOLVA DE GRUESOS (2) MEDIANTE UN CARGADOR FRONTAL CATERPILLAR 988 O 992 , DE DONDE SE DOSIFICABAN CON UNA CRIBA VIBRATORIA (3) HACIA LA QUEBRADORA DE QUIJADAS (4). EL MATERIAL TRITURADO PASABA A LA BANDA DE TRITURADOS (6), DONDE EL MATERIAL FINO QUE HABIA SIDO SEPARADO POR LA MENCIONADA CRIBA VIBRATORIA TAMBIEN CAIA, A TRAVES DEL CANALON DE FINOS (5). LOS DOS MATERIALES MEZCLAOS SUBIAN A LA BANDA ELEVADA (7) QUE ALIMENTABA LA TOLVITA DISTRIBUIDORA (8), DESDE DONDE SE DOSIFICABA EL MATERIAL A LA POLEA MAGNETICA (9). ENFRENTA DE LA DESCARGA DE LA POLEA MAGNETICA SE COLOCO UN "PARTIDOR" (10) PARA DIRIGIR EL CHORRO DE MATERIAL Y BUSCAR UNA SEPARACION MAS NETA. DE AQUI EL PRECONCENTRADO Y COLAS OBTENIDOS SE ENVIABAN MEDIANTE LA BANDA DE PRECONCENTRADO (11) Y LA BANDA DE COLAS (12) HACIA DOS MONTONES DESDE DONDE SE RECLAMABAN CON CARGADOR FRONTAL PARA SER ENVIADO A LOS PATIOS DE HOMOGENIZADO.

LA DISTRIBUCION DEL CAMPO MAGNETICO SE MIDIO SOBRE LA PERIFERIA DE LA POLEA EN 5 PUNTOS CADA 8 PULGADAS A DOS ALTURAS: SOBRE LA SUPERFICIE DE LA PLACA DE LA POLEA Y A DOS PULGADAS DE LA MISMA SUPERFICIE USANDO UN GAUSSIMETRO DE LDJ ELECTRONICS MODELO 101-B (TROY, MICHIGAN, USA), CON LA ESCALA DE 100 A 100K GAUSS, USANDO EL SENSOR PARALELO A LA SUPERFICIE CURVA DE LA POLEA:

RESUMEN DE INTENSIDADES DE CAMPO MAGNETICO (GAUSS)		
ALTURA (PULGADAS)	PROMEDIO	DESVIACION ESTANDAR
0	121E	127
2	759	222

MAS DETALLES DE LA INSTALACION SE MUESTRAN EN EL ANEXO 3.



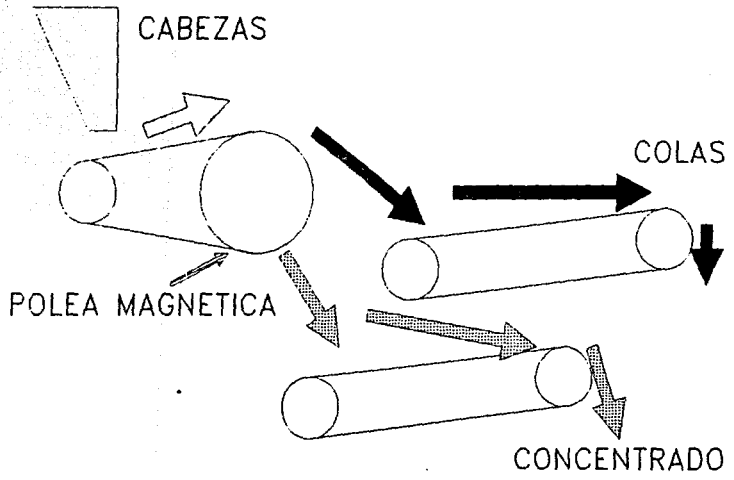


FIG 4.2 ARREGLO EN PRECONCENTRADORA DE EL VOLCAN SEGUNDAS PRUEBAS EN SICARTSA

4.3.1 PROCEDIMIENTO EMPLEADO EN LAS PRUEBAS.

EL PROCEDIMIENTO CONSISTIO EN ESCOGER VOLADURAS DE MINERAL DE LAS QUE SE ESPERABA LEYES SUFICIENTEMENTE DISTINTAS ENTRE SI, DADAS LAS ESTIMACIONES PRELIMINARES OBTENIDAS DE ANALISIS DE MUESTRAS DE BARRENOS DE EXPLOTACION.

EL MATERIAL ASI CARACTERIZADO SE ENVIO A LA INSTALACION MEDIANTE CAMIONES DE 85 TONELADAS DE CAPACIDAD Y SE LE PROCESO, CUANDO SE TUVO FLUJO ESTABLE SE PARO AL EQUIPO Y SE PROCEDIO A MUESTREAR EL MATERIAL EN TRAMOS DE BANDA DE ACUERDO A LO SIGUIENTE:

TIPO DE MATERIAL	PESO DE CADA INCREMENTO (Kg)	LONGITUD MUESTREADA DE BANDA (METROS)
COLAS	182	23
CONCENTRADO	182	2
CABEZAS	182	2

MUESTREANDO DOS METROS DE BANDA EN EL CASO DE CONCENTRADO Y CABEZAS SE OBTENIAN FACILMENTE 200 Kg, PERO EN EL CASO DE LAS COLAS ERA NECESARIO MUESTREAR LA TOTALIDAD DE LA BANDA PARA EN UNOS CASOS OBTENER SOLO UNOS 100 Kg DE MUESTRA.

CONOCIENDO LA VELOCIDAD DE LAS BANDAS TAMBIEN FUE POSIBLE, EN LA MAYORIA DE LOS CASOS, CALCULAR EL FLUJO DE MINERAL EN TONELADAS POR HORA, MEDIANTE LA MEDICION DEL PESO DE MINERAL COMPRENDIDO EN LA LONGITUD DE BANDA MUESTREADA. ES DECIR LAS TONELADAS POR HORA SE OBTUVIERON MULTIPLICANDO EL PESO DE MUESTRA POR LA VELOCIDAD DE LA BANDA Y DIVIDIDAS ENTRE LA LONGITUD DE BANDA, USANDO UNIDADES CONSISTENTES.

EN GENERAL LOS ANALISIS DE CABEZAS SE CALCULARON A PARTIR DE LAS CORRIENTES DE PRECONCENTRADO Y COLAS.

EL TAMANO DEL MATERIAL ALIMENTADO A LA PRECONCENTRADORA NO SE ANALIZO PERO LA ABERTURA EN LA DESCARGA INFERIOR DE LA QUEBRADORA FUE EN TODOS LOS CASOS DE 5.5 PULGADAS, ES DECIR EL TAMANO MAXIMO FUE 6 PULGADAS, EXCEPTUANDO LAS TRES ULTIMAS DONDE EL TAMANO FUE DE 2.5 PULGADAS MAXIMO.

EL RESUMEN DE LA TOTALIDAD DE LAS PRUEBAS, INCLUYENDO LAS REALIZADAS EN LA SEPARADORA DE ESCORIA (PRUEBAS 1, 2 y 3) SE MUESTRAN EN LA TABLA 4.5.A, 4.5.B. y 4.5.C.

TABLA 4.5.A RESUMEN DE LAS PRUEBAS DE PRECONCENTRACION EN SICARTSA						
PRUEBAS		1	2	3	4	5
FLUJO DE MINERAL	TON/HORA	100	64.3	50.7	389.6	312.9
FLUJO ESPECIFICO DE GANGA	TON/HORA/M	58.3	40.4	32.7	222.5	226.3
FeM CABEZAS	%	37.6	32.7	30.9	38.9	22.6
FeM CONCENTRADO	%	44.7	35.8	41.1	43.8	26.66
FeM COLAS	%	1.7	3.9	1.6	8.3	5.07
FeT CABEZAS	%	50.6	47.8	40.8	45.7	30.2
FeT CONCENTRADO	%	58.2	51.1	52.5	50.8	35.14
FeT COLAS	%	12.5	17	7.3	13.7	8.88
S CABEZAS	%	2.3	2.3	0.9	3.0	1.5
S CONCENTRADO	%	2.6	2.5	0.8	3.2	1.81
S COLAS	%	0.6	0.8	1.1	1.3	0.35
RECUPERACION EN PESO	%	83.4	90.35	74	86.2	81.2
RECUPERACION DE FeM	%	99.2	98.8	98.6	97.1	95.8
RECUPERACION DE FeT	%	95.9	96.6	95.3	95.9	94.6
RECUPERACION DE AZUFRE	%	95.7	96.7	68.6	93.9	95.6
GRANULOMETRIA						
-6"+3"	%	44	36	22	33.0	33.0
-3"+3/4"	%	26	26	33	33.0	33.0
-3/4"	%	30	38	45	33.0	33.0

NOTA: LAS PRUEBAS 1, 2 y 3 SON LAS REALIZADAS EN LA MAQUINA SEPARADORA DE ESCORIA

TABLA 4.5.B REGUMEN DE LAS PRUEBAS DE PRECONCENTRACION EN SICARTSA							
PRUEBAS	UNIDADES	6	7	8	9	10	11
FLUJO DE MINERAL	TON/HORA	615.0	237.7	372.2	490.5	253.1	326.0
FLUJO ESPECIFICO DE GANGA	TON/HORA/M	395.1	177.6	300.4	308.0	154.1	203.3
FeM CABEZAS	%	31.3	20.1	13.6	32.8	34.9	33.3
FeM CONCENTRADO	%	35.75	23.56	37.43	37.81	37.81	35.38
FeM COLAS	%	7.96	3.62	7.6	6.51	6.87	2.89
FeT CABEZAS	%	37.6	28.2	24.3	41.4	45.7	51.1
FeT CONCENTRADO	%	42.42	32.32	49.75	45.86	48.67	53.66
FeT COLAS	%	12.72	8.68	17.91	17.64	17.05	13.52
S CABEZAS	%	2.6	1.2	1.3	2.8	3.2	3.5
S CONCENTRADO	%	2.77	1.27	2.96	3.21	3.38	3.78
S COLAS	%	1.58	0.809	0.94	0.677	1.15	0.035
RECUPERACION EN PESO	%	83.9	82.5	20.2	84.1	90.5	93.6
RECUPERACION DE FeM	%	95.9	96.8	55.5	96.8	98.1	99.4
RECUPERACION DE FeT	%	94.5	94.6	41.3	93.2	96.4	98.3
RECUPERACION DE AZUFRE	%	90.1	88.1	44.4	96.2	96.5	99.9
GRANULOMETRIA							
-6"+3"	%	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0
-3"+3/4"	%	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0
-3/4"	%	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0

TABLA 4.5.C RESUMEN DE LAS PRUEBAS DE PRECONCENTRACION EN BICARTSA							
PRUEBAS	UNIDADES	12	13	14	15	16	17
FLUJO DE MINERAL	TON/HORA	487.7			291	400	678
FLUJO ESPECIFICO DE GANGA	TON/HORA/M	325.4			192.3	269.5	446.1
FeM CABEZAS	%	28.6	15.2	14.41	29.3	27.9	29.6
FeM CONCENTRADO	%	31.87	42.73	40.08	31.4	30.5	35.06
FeM COLAS	%	11.22	5.43	6.52	5.27	1.2	11.7
FeT CABEZAS	%		26.67	25.52	40.8	39.5	41
FeT CONCENTRADO	%		54.88	52.32	42.9	41.8	46
FeT COLAS	%		16.66	17.28	18.5	14.8	24.4
S CABEZAS	%	2.7	1.2	1.3	3.14	2.6	2.17
S CONCENTRADO	%	2.82	3.02	2.99	3.1	2.6	2.6
S COLAS	%	1.82	0.59	0.76	3.12	2.3	0.5
RECUPERACION EN PESO	%	84.3	26.2	23.5	92.0	91.1	76.6
RECUPERACION DE FeM	%	93.8	73.6	65.4	98.6	99.6	90.8
RECUPERACION DE FeT	%		53.9	46.2	96.7	96.4	86.0
RECUPERACION DE AZUFRE	%	89.2	64.3	54.9	90.8	91.1	91.8
GRANULOMETRIA							
-6"+3"	%	33.0	33.0	33.0	0	0	0
-3"+3/4"	%	33.0	33.0	33.0	65	79	70
-3/4"	%	33.0	33.0	33.0	35	21	30

NOTA: LAS PRUEBAS 15, 16 y 17 SE REALIZARON CON TAMAÑOS DE TROZO MENORES A 2.5 PULGADAS.

4.3.2 ANALISIS DE LA INFORMACION.

SI BIEN NO TODAS LAS PRUEBAS SE REALIZARON BAJO LAS MISMAS CONDICIONES DE INTENSIDAD DE FLUJO MAGNETICO o TAMARO, RESULTA INTERESANTE OBSERVAR LA RELACION ENTRE ALGUNAS VARIABLES IMPORTANTES, COMO POR EJEMPLO LA LEY DE FIERRO MAGNETICO EN CABEZAS Y EL FLUJO ESPECIFICO DE GANGA CON EL CAMBIO DE LEY ENTRE CABEZAS Y PRECONCENTRADO o LA PERDIDA DE FIERRO MAGNETICO POR COLAS o LA RECUPERACION DE FIERRO MAGNETICO, LO CUAL SERVIRA PARA EVALUAR LA RENTABILIDAD DEL PROCESO.

PARA REALIZAR ESTO SE HIZO UN ANALISIS DE REGRESION ENTRE LAS VARIABLES MENCIONADAS, ESTO SE RESUME EN LAS GRAFICAS 4.3, 4.4, 4.5, 4.6 y 4.7.

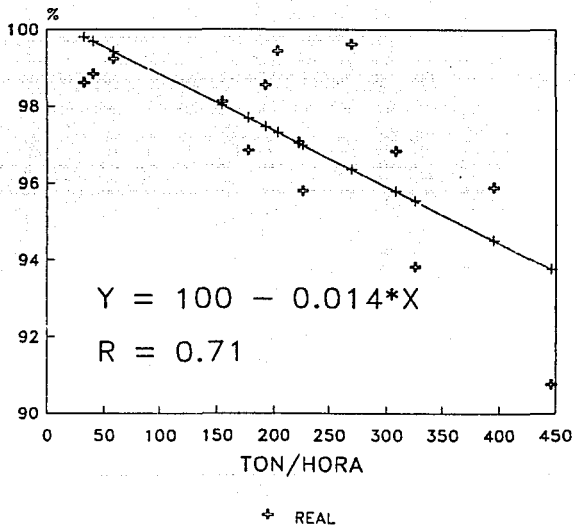
EN LA GRAFICA 4.3. SE MUESTRA EL EFECTO DEL FLUJO ESPECIFICO DE GANGA SOBRE LA RECUPERACION DE FIERRO MAGNETICO, AQUI COMO EN EL CAPITULO 3 SE PERCIBE UNA RAPIDO DETERIORO EN LA EFICIENCIA DEL PROCESO A FLUJOS DE GANGA MAYORES DE 400 TPH/metro. (EN EL CAPITULO 3 EL LIMITE PARA EL MINERAL DE PERA COLORADA ERA DE 400 M³/Hr/m aprox. 600 TPH/m). ADEMAS ESTO INDICA QUE ES MAS CONVENIENTE REPROCESSAR LAS COLAS PUES ASI SE TIENE UNA RECUPERACION ADICIONAL, EN CASO DE REPROCESSAR EL CONCENTRADO, AUN CUANDO SE LE PUEDE AUMENTAR LA LEY, SE TIENEN PERDIDAS ADICIONALES DE FIERRO. ESTO ES UNA CONSECUENCIA DE USAR IMANES PERMANENTES DE TAN BAJA INTENSIDAD. EL REPROCESSO DE CONCENTRADO ES CONVENIENTE SOLO EN CASO DE EQUIPOS DE MAYOR INTENSIDAD MAGNETICA, PARA LO CUAL SE REQUIEREN ELECTROIMANES.

EN LAS GRAFICAS 4.4 y 4.5 SE MUESTRA EL EFECTO DIRECTO DE LA LEY DEL MINERAL SOBRE LA RECUPERACION DE CONCENTRADO y FIERRO MAGNETICO; ASI ES POSIBLE VER QUE CON LEYES MUY BAJAS (MENOS DE 15 DE FeM), AUN SIN CONSIDERAR EL EFECTO DEL FLUJO USADO DE MINERAL, YA DEBE ESPERARSE POCA EFICIENCIA DEL PROCESO, PERO CON LEYES POR ENCIMA DE 22% DE FeM LA EFICIENCIA DEL PROCESO ES BASTANTE ESTABLE Y SEMEJANTE.

EN LA GRAFICA 4.6 TAMBIEN SE MUESTRA EL AUMENTO DE LEY. ASI ES POSIBLE VER QUE PROCESANDO MINERAL CON LEYES MUY BAJAS SE OBTIENE UN CONCENTRADO ENRIQUECIDO HASTA EN MAS DE 20 PUNTOS DE FeM; AUNQUE USANDO LEYES DE MINERAL MAYORES DE 22% EL INCREMENTO SE ESTABILIZA EN ALREDEDOR DE 4%

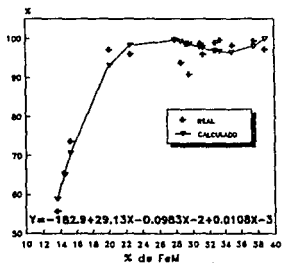
FINALMENTE EN LA GRAFICA 4.7 SE MUESTRA EL EFECTO DEL FLUJO ESPECIFICO DE GANGA SOBRE LA LEY DE LAS COLAS PRODUCIDAS, LO CUAL ES UNA CONSECUENCIA DE LO EXPRESADO EN LA GRAFICA 4.3, ES DECIR A MAYORES FLUJOS LA LEY DE LAS COLAS AUMENTA o DICHO DE OTRA FORMA: EL PROCESO SE HACE MENOS EFICIENTE.

PRECONCENTRACION EN SICARTSA
FLUJO DE GANGA Y
RECUPERACION DE FeM



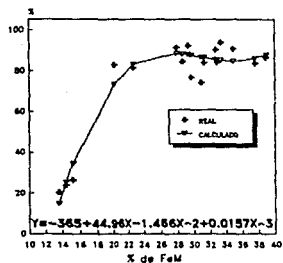
GRAFICA 4.3

PRECONCENTRACION EN SICARTSA
RECUPERACION DE FEM
EFECTO DE FEM EN CABEZAS



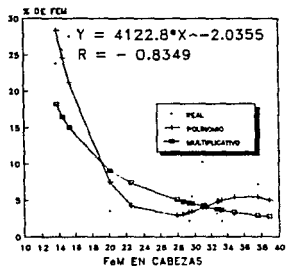
GRAFICA 4.4

PRECONCENTRACION EN SICARTSA
RECUPERACION EN PESO
EFECTO DE FEM EN CABEZAS



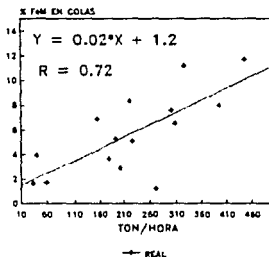
GRAFICA 4.5

PRECONCENTRACION EN SICARTSA
AUMENTO DE LEY
EFECTO DE FEM EN CABEZAS



GRAFICA 4.6

PRECONCENTRACION EN SICARTSA
LEY DE COLAS
EFECTO DE FLUJO DE GANGA



GRAFICA 4.7

CON LAS RELACIONES OBTENIDAS ES POSIBLE SIMULAR EL PROCESO DE PRECONCENTRACION A FIN DE VERIFICAR LA FACTIBILIDAD DE USAR UN ARREGLO EFICIENTE DE POLEAS QUE OPTIMICE EL COSTO DE UNA INSTALACION PARA PRECONCENTRAR TODO EL MINERAL USADO EN LA OPERACION DE LA PLANTA CONCENTRADORA DE SICARTSA. ESTO SE MUESTRA EN LAS TABLAS DEL ANEXO 2.

PARA LA SIMULACION SE USARON LAS ECUACIONES DE REGRESION OBTENIDAS Y SE USARON LAS CONOCIDAS FORMULAS DE DOS PRODUCTOS PARA CALCULAR LOS DATOS FALTANTES DE LA FORMA MOSTRADA EN LA TABLA 4.7, SEGUN LA NOTACION DE LA TABLA 4.6.

TABLA 4.6 NOTACION PARA LOS CALCULOS.		
NOTACION	UNIDAD	DESCRIPCION
FEMH	%	LEY DE FeM EN MINERAL ALIMENTADO A LA POLEA
DLEY1	%	DIFERENCIA ENTRE LEY DE CONCENTRADO PRIMARIO 1 Y FeMH
TPH1	TON/HORA	FLUJO DE MINERAL ALIMENTADO A LA POLEA PRIMARIA.
FLUJOESP1	TON/HORA/m	FLUJO DE GANGA A LA POLEA PRIMARIA
T1, T2	%	LEY DE FeM DE COLAS PRIMARIAS y COLAS FINALES
C1, C2, CG	%	LEY DE FeM DE CONCENTRADO PRIMARIO SECUNDARIO y EL COMBINADO GLOBAL.
R1, R2, RG	%	RECUPERACION PRIMARIA, SECUNDARIA y GLOBAL DE CONCENTRADO
RFeM1, RFeM2	%	RECUPERACION PRIMARIA, SECUNDARIA y GLOBAL DE FIERRO MAGNETICO
TPH2	TON/HORA	FLUJO DE MINERAL QUE PASA A LA POLEA SECUNDARIA.
n		NUMERO DE POLEAS PRIMARIAS.
FLUJOESP2	TON/HORA/m	FLUJO DE GANGA QUE PASA A LA POLEA SECUNDARIA.
DLEY2	%	DIFERENCIA ENTRE LA LEY DE CONCENTRADO SECUNDARIO Y COLAS PRIMARIAS.
DLEYS	%	DIFERENCIA ENTRE LA LEY DEL CONCENTRADO COMBINADO GLOBAL Y LA DEL MINERAL ALIMENTADO A LAS POLEAS PRIMARIAS.

TABLA 4.7 SECUENCIA DE CALCULO PARA SIMULACION DE POLEAS		
#	OPERACION	CALCULOS
1	CALCULAR EL AUMENTO DE LEY EN EL PRIMER PASO DE PRECONCENTRACION:	$DLEY1 = 4122 * [FeMH ^ (-2.0356)]$
2	CALCULAR EL FLUJO DE GANGA ALIMENTADA.	$FLUJOESP1 = (TPH1 * (100 - FeMH) / (1.07) / 100$
3	CALCULAR LEY DE COLAS GENERADAS	$T1 = 0.02 * FLUJOESP1 + 1.2$ $T1 = FeMH$ Si $T1 > FeMH$
4	CALCULAR LA LEY DE CONCENTRADO PRODUCIDO	$C1 = FeMH + DLEY1$
5	CALCULAR LA RECUPERACION DE CONCENTRADO.	$R1 = 100 * (FeMH - T1) / (C1 - T1)$ $R1 = 0$ Si $R < 0$
6	CALCULAR LA RECUPERACION DE FIERRO MAGNETICO.	$RFeM1 = R1 * C1 / FeMH$
7	CALCULAR EL TONELAJE DE COLAS QUE PASA A REPROCESO A LA SEGUNDA POLEA.	$TPH2 = n * TPH1 * (100 - R1) / 100$
8	CALCULO DEL FLUJO DE GANGA AL SEGGUNDO PASO.	$FLUJOESP2 = TPH2 * (100 - T1) / (100 * 1.07)$
9	CALCULO DEL AUMENTO DE LEY EN EL SEGUNDO PASO	$DLEY2 = 4122 * [T1 ^ (-2.036)]$
10	CALCULO DE LEY DE COLAS DEL SEGUNDO PASO	$T2 = 0.02 * FLUJOESP2 + 1.2$ $T2 = T1$ Si $T2 > T1$
11	CALCULO DE LEY DE CONCENTRADO DEL SEGUNDO PASO	$C2 = T1 + DLEY2$

1.07 METROS = ANCHO DE LA POLEA

**TABLA 4.7 SECUENCIA DE CALCULO PARA SIMULACION DE POLEAS.
(CONTINUA)**

#	OPERACION	CALCULOS
12	CALCULO DE LA RECUPERACION EN EL SEGUNDO PASO	$R2 = 100 * (T1 - T2) / (C2 - T2)$
13	RECUPERACION DE FIERRO MAGNETICO	$RFeM2 = R2 * C2 / T1$
14	RECUPERACION DE CONCENTRADO GLOBAL	$RG = R1 + (100 - R1) * R2 / 100$
15	RECUPERACION DE FIERRO MAGNETICO GLOBAL	$RFeMG = RFeM1 + ((100 - R1) * R2 * C2 / FeMH) / 100$
16	LEY DEL CONCENTRADO GLOBAL	$CG = (TPH1 * R1 * C1 + TPH2 * R2 * C2) / (TPH1 * R1 + TPH2 * R2) * 100$
17	AUMENTO DE LEY GLOBAL	$DLEYG = CG - FeMH$

EN LAS GRAFICAS 4.8, 4.9, 4.10 y 4.11 SE MUESTRA EL EFECTO SEPARADO DE LEY DE CABEZAS Y TONELAJE HORARIO DE MINERAL PARA EL PROCESO DE UN SOLO PASO DE PRECONCENTRACION.

EN LAS GRAFICAS 4.12, 4.13, 4.14 y 4.15 SE MUESTRA EL MISMO EFECTO DE LEY DE CABEZAS Y TPH DE MINERAL POR POLEA, PERO PARA EL PROCESO DE DOS PASOS DE PRECONCENTRACION CON REPROCESO DE COLAS CON DOS POLEAS IDENTICAS CON LA CONFIGURACION UNO: ES DECIR LAS COLAS DE LA PRIMERA POLEA SON REPROCESADAS POR UNA SEGUNDA PRODUCIENDO ENTONCES DOS CONCENTRADOS Y UNA CORRIENTE DE COLAS.

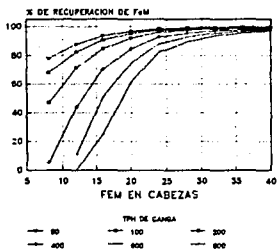
EN LAS GRAFICAS 4.16, 4.17, 4.18 y 4.19 SE MUESTRA TAMBIEN DOS PASOS DE PRECONCENTRACION CON REPROCESO DE COLAS USANDO TRES POLEAS IDENTICAS DE ACUERDO A LA CONFIGURACION DOS: ES DECIR DE DOS POLEAS PRIMARIAS QUE ALIMENTAN A UNA TERCERA QUE PROCESA LAS COLAS, OBTENIENDOSE TRES CONCENTRADOS Y UNA SOLA CORRIENTE DE COLAS.

DE LA OBSERVACION CUIDADOSA DE LAS GRAFICAS 4.8 a 4.19 ES POSIBLE OBSERVAR LA Poca VENTAJA DEL COMPORTAMIENTO DE UN MODULO CON LA CONFIGURACION DOS (DOS POLEAS PRIMARIAS Y UNA SECUNDARIA PARA LAS COLAS) COMPARADO CON DOS POLEAS SENCILLAS, ES DECIR LAS POLEAS PRIMARIAS DEL MODULO CON LA MISMA ALIMENTACION QUE CADA POLEA SENCILLA; EN TANTO QUE USAR DOS MODULOS CADA UNO CON UNA POLEA PRIMARIA SEGUIDO POR UNA SECUNDARIA (CONFIGURACION DOS) SI OFRECE UNA VENTAJA DEFINITIVA RESPECTO A USAR DOS POLEAS SENCILLAS, ESPECIALMENTE A FLUJOS DE MINERAL ARRIBA DE 400 TPH/m Y LEYES DE MINERAL ENTRE 20 y 30 % de FeM.

SIN EMBARGO EN LAS GRAFICAS 4.20, 4.21, 4.22 y 4.23. SE MUESTRA QUE SI SE USA MINERAL CON LEYES MENORES A 20%, EL COMPORTAMIENTO EN CUANTO A RECUPERACION DE FIERRO MAGNETICO DE UN MODULO DE LA CONFIGURACION DOS (DE TRES POLEAS: 2 PRIMARIAS Y UNA SECUNDARIA) ES MEJOR RESPECTO A LA CONFIGURACION UNO :SIN EMBARGO CON LEYES ENTRE 20 y 30% DE FeM LA CONFIGURACION DOS ES LIGERAMENTE INFERIOR A LA UNO.

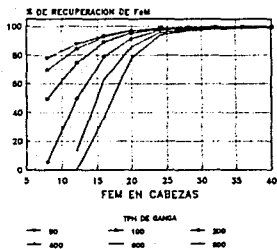
COMO SE ESPERAN LEYES MAYORES AL 20% SE ELIGIO A LA CONFIGURACION UNO PARA EL ANALISIS ECONOMICO, SIN EMBARGO EN EL CASO DE MATERIAL EXCESIVAMENTE CONTAMINADO PUEDE JUSTIFICARSE LA CONFIGURACION DOS EN INSTALACIONES PEQUEÑAS AUN CUANDO SEA 33% MAS CARA. LA PRACTICA REAL CONSISTE EN DOSIFICAR LOS MATERIALES MUY CONTAMINADOS, EN PEQUEÑAS CANTIDADES CUANDO SE DISPONE DE OTRO MINERAL LIMPIO COMO "ENDULZANTE".

SIMULACION DE PRECONCENTRACION
RECUPERACION DE FEM
UN PASO



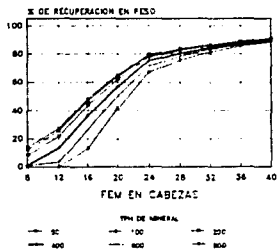
GRAFICA 4.8

SIMULACION DE PRECONCENTRACION
RECUPERACION DE FEM
2 PASOS: CONFIGURACION UNO



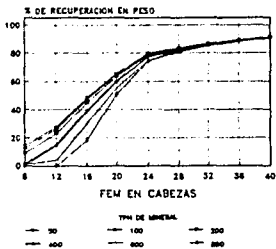
GRAFICA 4.12

SIMULACION DE PRECONCENTRACION
RECUPERACION DE CONCENTRADO.
UN PASO



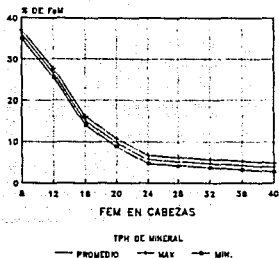
GRAFICA 4.9

SIMULACION DE PRECONCENTRACION
RECUPERACION DE CONCENTRADO.
2 PASOS: CONFIGURACION UNO



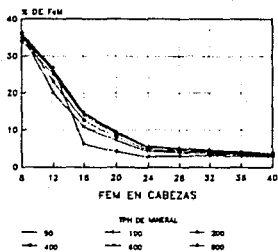
GRAFICA 4.13

SIMULACION DE PRECONCENTRACION
AUMENTO DE LEY EN CONCENTRADO
UN PASO



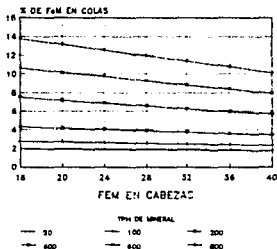
GRAFICA 4.10

SIMULACION DE PRECONCENTRACION
AUMENTO DE LEY EN CONCENTRADO
2 PASOS: CONFIGURACION UNO



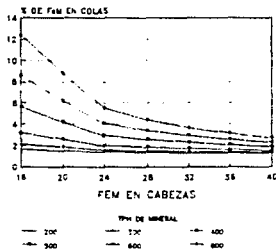
GRAFICA 4.14

SIMULACION DE PRECONCENTRACION
FEM EN COLAS GLOBALES
UN PASO



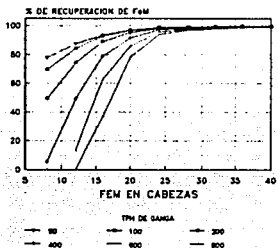
GRAFICA 4.11

SIMULACION DE PRECONCENTRACION
FEM EN COLAS GLOBALES
DOS PASOS : CONFIGURACION UNO



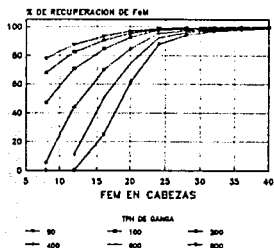
GRAFICA 4.15

SIMULACION DE PRECONCENTRACION
RECUPERACION DE FEM
2 PASOS: CONFIGURACION UNO



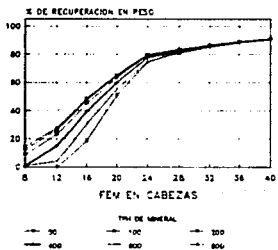
GRAFICA 4.12

SIMULACION DE PRECONCENTRACION
RECUPERACION DE FEM
2 PASOS: CONFIGURACION DOS



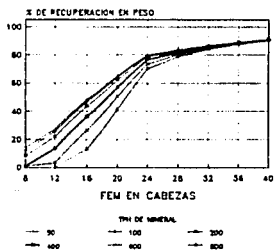
GRAFICA 4.16

SIMULACION DE PRECONCENTRACION
RECUPERACION DE CONCENTRADO.
2 PASOS: CONFIGURACION UNO



GRAFICA 4.13

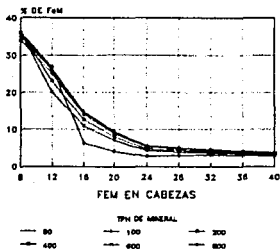
SIMULACION DE PRECONCENTRACION
RECUPERACION DE CONCENTRADO.
2 PASOS: CONFIGURACION DOS



GRAFICA 4.17

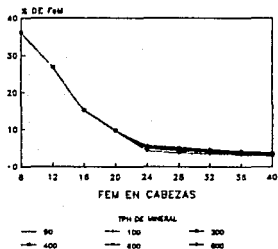
ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

SIMULACION DE PRECONCENTRACION
AUMENTO DE LEY EN CONCENTRADO
2 PASOS: CONFIGURACION UNO



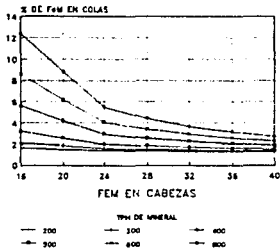
GRAFICA 4.14

SIMULACION DE PRECONCENTRACION
AUMENTO DE LEY EN CONCENTRADO
2 PASOS: CONFIGURACION DOS



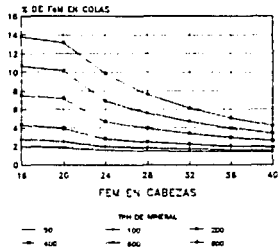
GRAFICA 4.18

SIMULACION DE PRECONCENTRACION
FEM EN COLAS GLOBALES
DOS PASOS : CONFIGURACION UNO



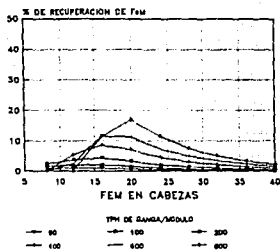
GRAFICA 4.15

SIMULACION DE PRECONCENTRACION
FEM EN COLAS GLOBALES
2 PASOS: CONFIGURACION DOS



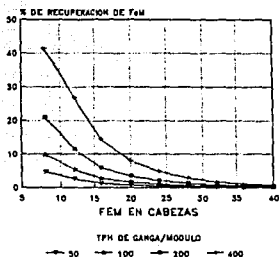
GRAFICA 4.19

**SIMULACION DE PRECONCENTRACION
AUMENTO DE RECUPERACION DE FEM
UN PASO VS. CONFIGURACION UNO**



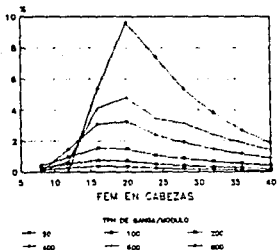
GRAFICA 4.20

**SIMULACION DE PRECONCENTRACION
AUMENTO DE RECUPERACION DE FEM
UN PASO VS. CONFIGURACION DOS**



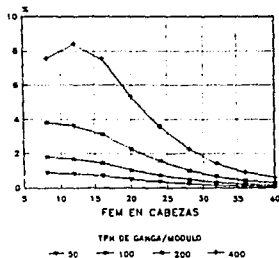
GRAFICA 4.22

**SIMULACION DE PRECONCENTRACION
AUMENTO DE RECUPERACION DE CONCENTRADO
UN PASO VS. CONFIGURACION UNO**



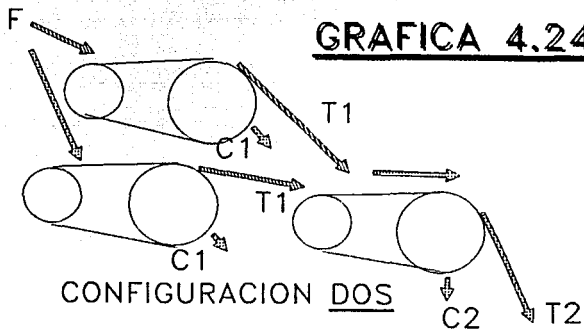
GRAFICA 4.21

**SIMULACION DE PRECONCENTRACION
AUMENTO DE RECUPERACION DE CONCENTRADO
UN PASO VS. CONFIGURACION DOS**

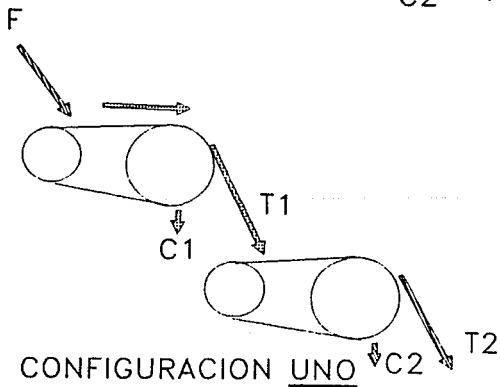


GRAFICA 4.23

GRAFICA 4.24



CONFIGURACION DOS



CONFIGURACION UNO

4.4 ANALISIS DE BENEFICIOS ECONOMICOS DEL PROCESO DE PRECONCENTRACION

A FIN DE EVALUAR LOS BENEFICIOS ECONOMICOS DE USAR EL EQUIPO DE PRECONCENTRACION DESCRITO, ES NECESARIO CONSIDERAR LOS AHORROS Y GASTOS INVOLUCRADOS PARA UN ESCENARIO REALISTA:

EN LAS TABLAS 4.8... SE HACE LA EVALUACION ECONOMICA SEGUN EL PROCEDIMIENTO USUAL EN SICARTSA; ESTE CONSISTE EN PRIMERO HACER UNA ESTIMACION DE LOS BENEFICIOS Y COSTOS DEL PROYECTO, A FIN DE PODER CALCULAR EL FLUJO DE EFECTIVO RESULTANTE POR LA REALIZACION DEL PROYECTO, EN ESTE CASO:

BENEFICIOS:

- POR NO MOLER NI MANEJAR MATERIAL ESTERIL EN LA PLANTA CONCENTRADORA Y POR MEJORA DE LA EFICIENCIA PARA RECUPERAR FIERRO MAGNETICO DEL MATERIAL MAGNETICO.

COSTOS POR MERMAS.

- PERDIDAS POR FIERRO PERDIDO EN LAS COLAS DEL EQUIPO DE PRECONCENTRACION.

COSTOS POR INSTALACIONES Y EQUIPO:

- REALIZACION DE OBRA CIVIL Y MODIFICACION DE LA EXISTENTE.
- ADQUISICION Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS METALICAS.
- ADQUISICION Y MONTAJE DEL EQUIPO DE SEPARACION MAGNETICA.

COSTOS OPERATIVOS Y DE MANTENIMIENTO:

- SUELDOS Y SALARIOS.
- LUBRICANTES, PARTES DE DESGASTE.
- BANDAS TRANSPORTADORAS.
- POR UTILIZACION DE EQUIPO MOVIL PARA EL REMANEJO DEL PRECONCENTRADO Y COLAS GENERADAS.

PARA PODER REALIZAR TAL EVALUACION PRIMERO ES NECESARIO TENER UN MEDIO PARA RELACIONAR LA LEY DEL MINERAL DE CABEZAS CON LA RECUPERACION EN PESO (100xTON DE CONCENTRADO/TON DE MINERAL) Y DE FIERRO MAGNETICO, PARA LO CUAL SE USAN LAS RELACIONES DE LAS GRAFICAS 2.10 y 2.11 :

$$\text{RECUPERACION DE FeM} = 55.26 + (\text{FeM de MINERAL}) * 0.9777$$
$$r = 0.6$$

$$\text{RECUPERACION DE CONCENTRADO} = 20.53 + (\text{FeM de Mineral}) * 1.023$$
$$r = 0.7$$

APLICANDO ESTAS REGRESIONES Y LOS RESULTADOS DEL MODELO, SE ENCUENTRA QUE EL USO DEL PROCESO DE PRECONCENTRACION PERMITIRA ELIMINAR 150 MIL TONELADAS DE MATERIAL QUE PRACTICAMENTE NO PRODUCEN CONCENTRADO, DESDE LA TRITURACION PRIMARIA. ADEMÁS POR EFECTO DE DILUCION PERMITIRA AUMENTAR LA EFICIENCIA EN LA RECUPERACION DE FIERRO MAGNETICO DEL MINERAL PROCESADO EN ALREDEDOR DE 3% , ES DECIR EN EL ORDEN DE 26 MIL TONELADAS DE FIERRO MAGNETICO (2.5 MTON*0.34*0.03) O BIEN DEL EQUIVALENTE A 40 MIL TONELADAS ANUALES DE MAS CONCENTRADO DE 63% DE FeM. LO CUAL COMPENSA CON CRECES LA PERDIDA DE FIERRO MAGNETICO EN EL PROCESO DE PRECONCENTRACION QUE APLICANDO EL MODELO A LOS 4 CASOS MOSTRADOS SE CALCULA EN HASTA 17 MIL TONELADAS POR AÑO DE CONCENTRADO EQUIVALENTE.

EN LA TABLA 4.9 SE MUESTRA CADA PASO DE LA EJECUCION DEL MODELO, SEGUN LA SECUENCIA DE LA TABLA 4.7.

EN LA TABLA 4.10 SE RESUME EL CALCULO DEL FLUJO DE EFECTIVO PARA EL PROYECTO DE PRECONCENTRACION UTILIZANDO LOS DATOS EN LAS TABLAS 4.8 y 4.10 Y COSTOS ESTANDAR DE OPERACION (2 PERSONAS POR TURNO LOS 365 DIAS AL AÑO A 30 MIL PESOS LA HORA) Y MANTENIMIENTO (UNA PREVISION DE 200 MILLONES DE PESOS POR CAMBIOS DE BANDA Y REPARACIONES VARIAS). LOS COSTOS POR OBRA CIVIL Y ESTRUCTURAS SON MUY ALTOS DEBIDO A QUE EL SITIO DONDE PUEDE LOCALIZARSE EL EQUIPO ESTA DENTRO DE UN TUNEL O BIEN EN UNA ESTRUCTURA ELEVADA SOBRE LA PILA DE AMORTIGUACION DE MINERAL. LOS COSTOS DE LOS MODULOS LO CONSTITUYEN PRINCIPALMENTE LA POLEAS MAGNETICAS CUYA COTIZACION ES DEL ORDEN DE 300 MILLONES POR POLEA, CADA MODULO LLEVA DOS POLEAS POR LO QUE CADA MODULO CUESTA 600 MILLONES DE PESOS.

DE CUALQUIER FORMA LA APORTACION ANUAL DEL PROYECTO ES DEL ORDEN DE 2500 MILLONES.

TABLA 4.8. CALCULO DE MATERIALES USANDO PRECONCENTRACION.

NUMERO DE MODULOS PRECONCENTRADORES	MODULOS	2	3	4	5
PRODUCCION ANUAL DE CONCENTRADO.	TON/AÑO	1500000	1500000	1500000	1500000
LEY DE CONCENTRADO (FeT)	%	67.4	67.4	67.4	67.4
LEY DE CONCENTRADO (FeT)	%	57.5	57.5	57.5	57.5
LEY DE MINERAL DE RESERVAS	% FeM	34	34	34	34
RECUPERACION DE FEM SIN PRECONC.	%	88.5	88.5	88.5	88.5
RECUPERACION SIN PRECONC.	%	55.3	55.3	55.3	55.3
MINERAL PROCESADO NECESARIO SIN PRECONC	TON/AÑO	2711977	2711977	2711977	2711977
LEY DE MINERAL PRECONCENTRADO	% FeM	37.2	37.2	37.2	37.2
RECUPERACION DE FEM CON PRECONC.	%	91.6	91.6	91.6	91.6
RECUPERACION CON PRECONC.	%	58.6	58.5	58.5	58.5
MINERAL PROCESADO NECESARIO CON PRECONC	TON/AÑO	2561878	2562275	2562445	2562540
ESTERIL NO PROCESADO EN PLANTA	TON/AÑO	150100	149703	149532	149437
MINERAL TOTAL PRECONCENTRADO	TON/AÑO	2819234	2815138	2813343	2812332
MINERAL EQUIVALENTE PERDIDO EN COLAS DE PRECONCENTRADORA	TON/AÑO	17034	13506	11956	11083
MODELO DE LA PRECONCENTRADORA:					
RECUPERACION GLOBAL DE LA PRECONCENTRACION.	%	90.9	91.0	91.1	91.1
REC. GLOBAL DE FeM DE LA PRECONCENTRACION.	%	99.3	99.5	99.5	99.6
LEY GLOBAL DE LOS CONCENTRADOS.	%	37.2	37.2	37.2	37.2
AUMENTO NETO DE LEY.	%	3.2	3.2	3.2	3.2

TABLA 4.9 MODELO DE LA PRECONCENTRADORA USADO EN LA TABLA 4.8.					
NUMERO DE MODULOS PRECONCENTRADORES	MODULOS	2	3	4	5
PRODUCCION DE TRITURADORA PRIMARIA	TPH	1300	1300	1300	1300
FLUJO DE MINERAL PUR MODULO	TPH	650	433.3	325	260
FLUJO DE GANGA POR MODULO	TFH/M	429	286	214.5	171.6
AUMENTO DE LEY	%	3.15	3.15	3.15	3.15
LEY EN COLAS DEL PRIMER PASO.	%	9.78	6.92	5.49	4.632
LEY DEL CONCENTRADO OBTENIDO	%	37.1	37.1	37.1	37.1
RECUPERACION EN PESO EL PRIMER PASO.	%	88.5	89.6	90.1	90.3
RECUPERACION DE F ₂₅ M EN EL PRIMER PASO.	%	96.7	97.9	98.4	98.7
FLUJO DE COLAS AL SEGUNDO PASO	TPH	74.7	45.1	32.3	25.2
FLUJO DE GANGA AL SEGUNDO PASO	TFH/M	63.0	39.2	28.5	22.4
AUMENTO DE LEY DE LAS COLAS	%	28.2	31.1	32.5	33.4
LEY DE LAS COLAS DEL SEGUNDO PASO.	%	2.5	2.0	1.8	1.6
LEY DEL CONCENTRADO DEL SEGUNDO PASO.	%	38.0	38.0	38.0	38.0
RECUPERACION EN PESO DEL SEGUNDO PASO.	%	20.6	13.7	10.3	8.2
RECUPERACION DE F ₂₅ M DEL SEGUNDO PASO.	%	80.0	75.2	71.1	67.3
RECUPERACION GLOBAL DE LA PRECONCENTRACION.	%	90.9	91.0	91.1	91.1
REC. GLOBAL DE F ₂₅ M DE LA PRECONCENTRACION.	%	99.3	99.5	99.5	99.6
LEY GLOBAL DE LOS CONCENTRADOS.	%	37.2	37.2	37.2	37.2
AUMENTO NETO DE LEY.	%	3.2	3.2	3.2	3.2

TABLA 4.10. CALCULO DEL FLUJO DE EFECTIVO PARA EL PROYECTO DE PRECONCENTRACION DE 1300 TON/HORA.					
	UNIDAD	OPCION N 1	OPCION N 2	OPCION N 3	OPCION N 4
NUMERO DE MODULOS	MODULOS	2	3	4	5
COSTO DE PROCESAR MINERAL EN CONCENTRADORA	\$/TON	38000	38000	38000	38000
COSTO DE MINERAL TRITURADO (Q. PRIMARIA)	\$/TON	6000	6000	6000	6000
COSTO POR REMANEJO DE MINERAL	\$/TON	800	800	800	800
AHORROS POR NO PROCESAR ESTERIL	\$/MILLONES/ANO	5,704	5,689	5,682	5,679
COSTO POR PERDER FIERRO EN PRECONCENTRADORA	\$/MILLONES/ANO	102	81	72	66
COSTO POR REMANEJO DEL MINERAL PRECONCENTRADO.	\$/MILLONES/ANO	2,255	2,252	2,251	2,250
COSTO UNITARIO POR POLEA MAGNETICA	\$/MILLONES/PZA	300	300	300	300
COSTO OPERACION	\$/MILLONES/ANO	300	300	300	300
COSTO DE MANTENIMIENTO	\$/MILLONES/ANO	200	200	200	200
COSTO DE OBRA CIVIL Y ESTRUCTURAS	\$/MILLONES	1,800	2,400	2,600	3,000
COSTO POR POLEAS	\$/MILLONES	1,200	1,600	2,400	3,000
INVERSION INICIAL (2x # DE POLEAS *COSTO DE C/POLEA) + OBRA CIVIL Y ESTRUCTURAS.	\$/MILLONES	3,000	4,200	5,000	6,000
VALOR DE RESCATE DEL EQUIPO	\$/MILLONES	300	450	600	750
COSTO DE OPERACION DE PRECONCENTRADORA (OPERACION Y MANTENIMIENTO)	\$/MILLONES/ANO	500	500	500	500
DEPRECIACION LINEAL A 10 AÑOS	\$/MILLONES/ANO	250	370	450	550
COSTO POR PERDIDAS EN COLAS Y REMANEJO DE MINERAL.	\$/MILLONES/ANO	2,358	2,333	2,322	2,316
TOTAL DE COSTOS.	\$/MILLONES/ANO	3,108	3,203	3,272	3,366
AHORROS POR NO PROCESAR ESTERIL.	\$/MILLONES/ANO	5,704	5,689	5,682	5,679
FLUJO DE EFECTIVO. (AHORROS - COSTOS)	\$/MILLONES/ANO	2,596	2,486	2,410	2,312

CON EL FLUJO DE EFECTIVO ES POSIBLE CALCULAR LA TASA INTERNA DE RECUPERACION DE LA INVERSION; LA CUAL REPRESENTA LA TASA DE INTERES A LA CUAL LA INVERSION SE PAGA POR CONTINUAR CON EL PROYECTO. ASI POR EJEMPLO AL FINAL DEL PROYECTO CADA UNO DE LOS PAGOS ANUALES MULTIPLICADO POR SU CORRESPONDIENTE VALOR DE $(1+TIR/100)^N$ DEBERA SER IGUAL AL MONTO DEL PROYECTO MULTIPLICADO POR $(1+TIR/100)^N$ MAS EL VALOR DE RESCATE DEL EQUIPO. ES DECIR, AL FINAL DE LA VIDA DEL PROYECTO, LOS PAGOS A VALOR PRESENTE SEGUN LA TASA TIR, OBTENIDOS DEL PROYECTO DEBERAN PRODUCIR LO QUE SE HUBIERA OBTENIDO SI SE HUBIERA INVERTIDO EL MONTO DEL PROYECTO CON UNA TASA IGUAL A TIR, LO CUAL IMPLICA UN PROCEDIMIENTO DE PRUEBA Y ERROR:

POR EJEMPLO PARA LA OPCION 3 , SI $n = 10$ AÑOS ES NECESARIO RESOLVER LA SIGUIENTE ECUACION:

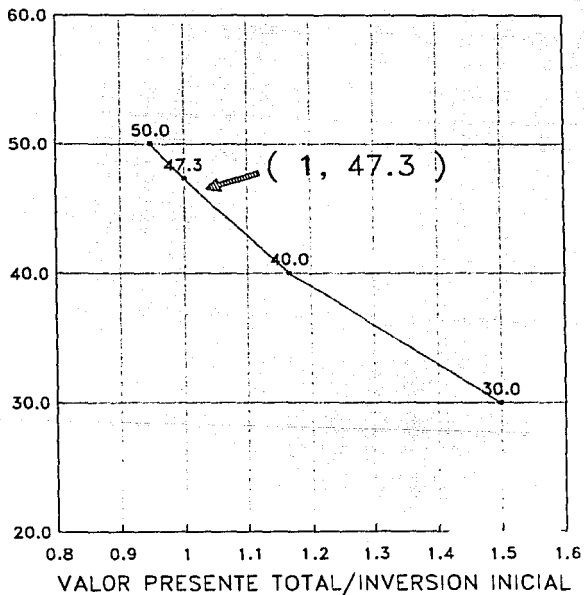
$$(2410) \cdot (1+TIR/100)^{10} + \dots + (2410) \cdot (1+TIR/100)^2 + 3010 = 5000(1+TIR/100)^{10}$$

EN LA TABLA 4.11 Y GRAFICA 4.26. SE MUESTRA UN PROCEDIMIENTO PARA AGILIZAR LOS CALCULOS, SIN EMBARGO EN CASO DE DISPONERSE DE UNA COMPUTADORA PERSONAL, MEDIANTE EL USO DE SOFTWARE COMO EL DE HOJAS ELECTRONICAS, ES CUESTION DE SEGUNDOS EL CALCULAR LA TIR.

TABLA 4.11 PROCEDIMIENTO DE CALCULO DE LA TABA INTERNA DE RETORNO (TIR) PARA LA OPCION 3 DE LA TABLA 4.10.								
	i =30%		i =40%		i =50%		i =47%	
FLUJO DE EFECTIVO	FACTOR d VALOR PRESENTE	FACTOR d VALOR PRESENTE	FACTOR d VALOR PRESENTE	FACTOR d VALOR PRESENTE	FACTOR d VALOR PRESENTE	FACTOR d VALOR PRESENTE	FACTOR d VALOR PRESENTE	FACTOR d VALOR PRESENTE
	$1/(1+i)^n$	$1/(1+i)^n$	$1/(1+i)^n$	$1/(1+i)^n$	$1/(1+i)^n$	$1/(1+i)^n$	$1/(1+i)^n$	$1/(1+i)^n$
	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE
-5000								
2410	0.7692	1.854	0.7143	1.721	0.6667	1.607	0.6788	1.636
2410	0.5917	1.426	0.5102	1.229	0.4444	1.071	0.4608	1.110
2410	0.4552	1.097	0.3644	878	0.2963	714	0.3128	754
2410	0.3501	844	0.2603	627	0.1975	476	0.2124	512
2410	0.2693	649	0.1859	448	0.1317	317	0.1442	347
2410	0.2072	499	0.1328	320	0.0878	212	0.0979	236
2410	0.1594	384	0.0949	229	0.0585	141	0.0664	160
2410	0.1226	295	0.0678	163	0.0390	94	0.0451	109
2410	0.0943	227	0.0484	117	0.0260	63	0.0306	74
3010	0.0725	218	0.0346	104	0.0173	52	0.0208	63
TOTAL		7,494		5,837		4,746		5,000
TOTAL VALOR PRESENTE/INVERSION INICIAL								
	1.50		1.17		0.95		1.00	

UNA VEZ OBTENIDA LA TIR SE COMPARA CON LA TIR MINIMA ESTABLECIDA POR LAS POLITICAS FINANCIERAS DE LA EMPRESA Y SE DECIDE SI SE PROCEDE O NO LA INVERSION; EN SICARISA LAS NUEVAS INVERSIONES DEBEN TENER AL MENOS UNA TIR DEL 40%. EN LA TABLA 4.12 SE MUESTRA EL RESUMEN DEL ANALISIS PARA LAS CUATRO OPCIONES EXAMINADAS, ES EVIDENTE QUE NO HAY MUCHO BENEFICIO EN INSTALAR MAS DE 3 MODULOS.

CALCULO DE LA TASA INTERNA DE RETORNO
CUATRO MODULOS DE PRECONCENTRACION



GRAFICA 4.25

TABLA 4.12 RESUMEN DE CALCULO DE TASA INTERNA DE RETORNO.					
	N	OPCION 1	OPCION 2	OPCION 3	OPCION 4
NUMERO DE MODULOS		2	3	4	5
FLUJO DE EFECTIVO A LA INVERSION	0	-3000	-4200	-5000	-6000
	1	2596	2486	2410	2312
	2	2596	2486	2410	2312
	3	2596	2486	2410	2312
	4	2596	2486	2410	2312
	5	2596	2486	2410	2312
	6	2596	2486	2410	2312
	7	2596	2486	2410	2312
	8	2596	2486	2410	2312
	9	2596	2486	2410	2312
	10	2896	2936	3010	3062
TASA INTERNA DE RETORNO = TIR		86%	59%	47%	37%
FACTORES = (1 - TIR/100) ^N	1	0.54	0.63	0.68	0.73
	2	0.29	0.40	0.46	0.53
	3	0.15	0.25	0.31	0.39
	4	0.08	0.16	0.21	0.28
	5	0.04	0.10	0.14	0.21
	6	0.02	0.06	0.10	0.15
	7	0.01	0.04	0.07	0.11
	8	0.01	0.02	0.05	0.08
	9	0.00	0.02	0.03	0.06
	10	0.00	0.01	0.02	0.04
	FLUJO DE EFECTIVO x FACTOR	1	1,393	1,567	1,636
2		747	987	1,110	1,230
3		401	622	754	897
4		215	392	512	655
5		115	247	347	478
6		62	156	236	348
7		33	98	160	254
8		18	62	109	185
9		10	39	74	135
10		6	29	63	131
TOTAL			3,000	4,200	5,000

DE CUALQUIER FORMA NO ERA TAN NECESARIO VER LA TABLA 4.12 PARA SABER QUE LA INVERSION ES BENEFICIOSA, EN CUALQUIERA DE LAS TRES PRIMERAS OPCIONES LA INVERSION SE PAGA EN MENOS DE DOS AÑOS, TENIENDOSE BENEFICIOS ADEMÁS EN LA CALIDAD DEL PELET POR LA MAYOR CALIDAD DEL CONCENTRADO, LOS CUALES NO SE EVALUAN EN ESTE TRABAJO PERO QUE SON REALES DADOS EL COMPORTAMIENTO MOSTRADO EN LAS GRAFICAS 1.1, 1.2 y 1.3.

ENTONCES SE CONCLUYE QUE
CONVIENE UTILIZAR 3 MODULOS
(OPCION 2) PARA TRATAR TODO EL
MINERAL MAGNETICO QUE PASA POR
LA TRITURADORA PRIMARIA A UN
FLUJO DE 1300 TPH DE MINERAL
PARA UN TIEMPO DE RECUPERACION
DE LA INVERSION DE MENOS DE DOS
AÑOS Y UNA TASA INTERNA DE
RECUPERACION DE 59% LO CUAL
INDICA QUE EL PROYECTO DE
PRECONCENTRACION EN SECO ES SUMAMENTE
RENTABLE.

5. CONCLUSIONES.

- 1.- SE ANALIZARON LOS RESULTADOS DE PRUEBAS PILOTO Y A NIVEL INDUSTRIAL EN DOS PLANTAS DEL GRUPO SIDERMEX Y SE ENCONTRO QUE ES POSIBLE OBTENER MEJORAS EN LA LEY DEL MINERAL EN EL ORDEN DE 3 a 4 %, USANDO UN TRATAMIENTO MAGNETICO AL TAMAÑO QUE ENTREGA LA TRITURADORA PRIMARIA, CON PERDIDAS DE TAN SOLO 0.5% EN LAS COLAS DE ESTE PRETRATAMIENTO, USANDO INTENSIDADES DE CAMPO MAGNETICO MENORES A 1300 GAUSS (0.13 TESLA) MEDIANTE IMANES PERMANENTES.
- 2.- MEDIANTE LAS EXPRESIONES OBTENIDAS Y BALANCE DE MATERIALES SE ENCONTRO TAMBIEN QUE PARA MINIMIZAR LA PERDIDA DE UNIDADES DE HIERRO ES NECESARIO USAR MODULOS DE DOS POLEAS EN SERIE, DONDE LA SEGUNDA POLEA REPROCESA LAS COLAS DE LA PRIMERA. EL NUMERO DE MODULOS DEPENDERA DE EL ANCHO DE LAS POLEAS USADAS, PERO PARA TRATAR 1300 TONELADAS POR HORA SE REQUIEREN 3 MODULOS CON POLEAS DE 1.07 METROS DE ANCHO, O DOS MODULOS CON POLEAS DE 1.6 METROS DE ANCHO A VELOCIDADES DE 1.4 m/seg, LO CUAL ES SUFICIENTE PARA TRATAR TODO EL MINERAL QUE SE NECESARIO CONSUMIR PARA PRODUCIR 1.5 MILLONES DE TONELADAS DE CONCENTRADO AL AÑO.
- 3.- EL PROCESO DE PRECONCENTRACION APLICADO DESDE LA TRITURADORA PRIMARIA, PRODUCIRA UN MINERAL MAS LIMPIO AL ELIMINAR, DESDE LA MINA, MATERIAL ESTERIL QUE CONSUME ENERGIA Y PRODUCE DESGASTE DEL EQUIPO SIN APORTAR UNIDADES DE HIERRO, ESTO PERMITIRA A SU VEZ MEJORAR LA EFICIENCIA DEL EQUIPO CONVENCIONAL DE BENEFICIO, CON LO QUE FINALMENTE SE TENDRA UN AHORRO NETO DEL ORDEN DE 2500 MILLONES DE PESOS ANUALES, QUE PERMITIRA RECUPERAR LA INVERSION EN MENOS DE DOS AÑOS, CON UNA TASA INTERNA DE RETORNO DE 59%, PARA UNA VIDA DEL PROYECTO DE 10 AÑOS.
- 4.- EL EQUIPO EN SICAPSTA CON EL QUE SE REALIZARON ESTAS PRUEBAS, ES UN EQUIPO INDUSTRIAL QUE PROCESO MAS DE UN MILLON DE TONELADAS DE MINERAL Y ACTUALMENTE ESTA DESMANTELADO Y A LA INTemperIE EN EL TALLER DE LA MINA; ES CONVENIENTE REHABILITARLO Y USARLO COMO APOYO EN EL PLAN DE MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD USANDOLO EN LO POSIBLE COMO EQUIPO DE PRECONCENTRACION & COMO PLANTA PILOTO.

REFERENCIAS.

- 1) VARIOS AUTORES.
RESUMEN DE PRUEBAS DE PRECONCENTRACION EN PEÑA COLORADA
REPORTE INTERNO (SIDERMEX)
1986
- 2) MIGUEL ANGEL LOPEZ LOPEZ.
PRUEBAS DE PRECONCENTRACION.
REPORTES TECNICOS INTERNOS :
(SICARTSA)
CLAVES :
IM- 967/178/1986
IM- 967/046/1987
IM- 967/160/1987
IM- 967/054/1988
INGENIERIA METALURGICA
INGENIERIA DE PROCESOS
- 3) INGENIERIA DE PROCESOS.
REPORTES ANUALES DEL PLAN INTEGRAL DE PRODUCTIVIDAD;
VARIOS AÑOS.
1984 - 1991
REPORTES INTERNOS
(SICARTSA).
- 4) CONTROL DE CALIDAD.
SISTEMA DE VARIABLES DE CALIDAD.
REPORTES MENSUALES.
VARIOS AÑOS :
1982 - 1991
- 5) COMISION DE FOMENTO MINERO
CARACTERIZACION QUIMICO-MINERALOGICA DE UNA MUESTRA DENOMINADA COMO
CONCENTRADO ACTUAL, PROCEDENTE DE LA SIDERURGICA LAZARO CARDENAS-LAS
TRUCHAS.

CARACTERIZACION QUIMICO-MINERALOGICA DE UNA MUESTRA DENOMINADA COMO
CONCENTRADO DE BAJA LEY, PROCEDENTE DE LA SIDERURGICA LAZARO CARDENAS-
LAS TRUCHAS.

SEPTIEMBRE DE 1983

ANEXO 1.

CONCEPTO DE FIERRO MAGNETICO.

EN EL CASO DE MENAS CONTENIENDO MAGNETITA ES COMUN EL USO DEL CONCEPTO DE FIERRO MAGNETICO: EL FIERRO MAGNETICO DE UNA MUESTRA DE MATERIAL SE DEFINE COMO LA CANTIDAD DE FIERRO PRESENTE EN LA FORMA DE MAGNETITA.

EXISTE VARIAS FORMAS DE HACER ESTA MEDICION :

A.- ANALITICAMENTE:

ESTA CONSISTE EN DETERMINAR LA CANTIDAD DE FIERRO DIVALENTE MEDIANTE ALGUNA TECNICA ANALITICA (VIA HUMEDA, ESPECTROMETRIA, ETC) Y MULTIPLICARLA POR 3:

FIERRO MAGNETICO = 3 * (FIERRO DIVALENTE)

ESTO VIENE DE QUE LA MAGNETITA COMO MINERAL O MOLECULA ESTA FORMADA DE DOS ATOMOS DE FIERRO FERRICO (Fe III) Y UN ATOMO DE FIERRO FERROSO (Fe II) Y 4 ATOMOS DE OXIGENO.

EN CASO DE EXISTIR OTROS COMPUESTOS QUE CONTENGAN TAMBIEN FIERRO FERROSO EXISTIRA ALGUN ERROR EN LA ESTIMACION DEL FIERRO MAGNETICO CUYA MAGNITUD DEPENDERA DE LAS CANTIDADES RELATIVAS.

B.- BALANZA SATMAGAN (OUTUKUMPU).

ESTA BALANZA MIDE LA CANTIDAD DE MAGNETITA POR COMPARACION RESPECTO A UNA CALIBRACION INICIAL. EL PROCEDIMIENTO DE MEDICION ES COMO SIGUE :

-PRIMERO SE PONE EN UNA CAPSULA DE PLASTICO UNA PEQUEÑA CANTIDAD DEL MATERIAL A EXAMINAR. LA CAPSULA SE PONE EN EL BRAZO DE LA BALANZA MEDIANTE UNA PERILLA SE EQUILIBRA COMO EN UNA BALANZA NORMAL DE GRAVEDAD.

-MEDIANTE UNA PALANCA SE COLOCA A LA MUESTRA BAJO LA INFLUENCIA DE UN CAMPO MAGNETICO FIJO DE UN IMAN. ESTO DESNIVELA EL EQUILIBRIO PREVIO.

-MEDIANTE UNA PERILLA GRADUADA SE APLICA UN CAMPO MAGNETICO VARIABLE SOBRE LA MUESTRA HASTA QUE EL EQUILIBRIO SE RESTABLECE. LA LECTURA DE LA PERILLA GRADUADA SE COMPARA CON LA TABLA DE LA CALIBRACION PATRON DE DONDE SE OBTIENE UN VALOR DE FIERRO MAGNETICO.

COMO LA DISTRIBUCION DE LOS CAMPOS EMPLEADOS ES SEMEJANTE Y SE CONTRARRESTAN AL APLICARSE SOBRE EL MISMO VOLUMEN DE LA MUESTRA, NO ES NECESARIO PESAR LA MUESTRA. EN LA CALIBRACION INICIAL SE USA VIDRIO O AGUA DESTILADA PARA DETERMINAR EL CERØ Y UNA MUESTRA DE CONTENIDO CONOCIDO DE MAGNETITA PARA UN PUNTO CERCANO A 100. MEZCLANDO EL INERTE Y LA MAGNETITA EN DISTINTAS PROPORCIONES (EN ESTA CALIBRACION SI SE PESA CADA COMPONENTE) SE CONSTRUYEN OTROS PUNTOS DE LA TABLA Y SE INTERPOLAN A LA PRECISION DESEADA LOS DEMAS PUNTOS.

EL PROCEDIMIENTO ES SENCILLO Y NO LLEVA MAS DE UN MINUTO EFECTUARLO, SIENDO ESTE EL PROCEDIMIENTO ESTANDAR EN SICARTSA.

ANEXO 2
UNIDADES Y DEFINICIONES RELACIONADAS
CON EL CAMPO MAGNETICO.

1.- CAMPO MAGNETICO. B

NORMALMENTE SE USAN COMO SINONIMOS LOS SIGUIENTES TERMINOS:

INDUCCION MAGNETICA.
DENSIDAD DE FLUJO.
MAGNITUD DEL CAMPO MAGNETICO.

EL CAMPO MAGNETICO SE DEFINE EN FUNCION DEL VECTOR B SIENDO B SU MAGNITUD. ES POSIBLE ENTENDER QUE SI LA FUERZA QUE PROVOCA UN CAMPO MAGNETICO ES CONSERVATIVA, LA " DENSIDAD VOLUMETRICA DE FUERZA " ESTA DADA POR:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{B^2}{2 \times \mu} \right) = -F_x$$

ENTONCES DEBE TENERSE PRESENTE QUE EN UNA REGION DONDE ACTUA UN CAMPO MAGNETICO LA FUERZA PROVOCADA DEPENDERA DEL GRADIENTE.

2.- UNIDADES DE B .

LAS UNIDADES DE B SON :

$$[B] = [\text{Weber/m}^2] = [\text{Tesla}]$$

O BIEN :

$$[B] = [\text{Gauss}]$$

SIENDO :

$$10^8 \text{ Gauss} = 1 [\text{Weber/m}^2]$$

3.- INTENSIDAD DEL CAMPO MAGNETICO H

$$H = B/\mu ;$$

DONDE: B = LA MAGNITUD DEL CAMPO MAGNETICO. [Weber/m²].

$$\mu = \text{LA PERMISIVIDAD DEL MEDIO} \\ = 4\pi \times 10^{-7} \text{ [Weber/(Ampere-metro)].}$$

LAS UNIDADES DE H SON POR LO TANTO:

$$H = \text{[Ampere/metro].}$$

4.- CONVERSIONES ENTRE B y H.

SI LAS ESPECIFICACIONES DE CAMPO SE DAN EN H [A/m] Y LA PERMISIVIDAD ES μ_0 , LAS CONVERSIONES ESTAN DADAS POR:

$$1 \text{ Weber/m}^2 = 1.26 \times 10^3 \text{ A/m.}$$

$$1 \text{ Gauss} = 1.26 \times 10^{-3} \text{ A/m}$$

ANEXO 3
 CARACTERISTICAS DEL EQUIPO DE
 PRECONCENTRACION Y POLEA MAGNETICA DE " EL VOLCAN " EN SICARTSA.

DISTRIBUCION DEL CAMPO MAGNETICO EN LA POLEA MAGNETICA DE "EL VOLCAN" EN GAUSS.					
ALTURA = 0					
POSICION PERIFERICA (PULGADAS)	POSICION RESPECTO A UNO DE LOS EXTREMOS (PULGADAS)				
	7	14	21	28	35
8	950	1320	1050	1335	1200
16	930	1343	1270	1335	1100
24	1260	1263	905	1307	1140
32	1276	1276	1270	1223	1310
40	1275	1278	1252	1272	1306
ALTURA = 2 PULG					
POSICION PERIFERICA (PULGADAS)	POSICION RESPECTO A UNO DE LOS EXTREMOS (PULGADAS)				
	7	14	21	28	35
8	632	639	1026	335	476
16	854	1057	1018	1030	478
24	1070	962	713	678	773
32	335	772	635	758	771
40	460	830	735	830	420

RESUMEN DE INTENSIDADES DE CAMPO MAGNETICO (GAUSS)		
ALTURA (PULGADAS)	PROMEDIO	DESVIACION ESTANDAR
0	1218	127
2	739	222

DATOS DE LAS BANDAS ALREDEDOR DE LA POLEA MAGNETICA.					
	LARGO C-C (metros)	REDUCTOR (RPM)	POLEA MOTRIZ		
			DIAMETRO (mm)	ANCHO (mm)	ANCHO DE LA BANDA (mm)
TRASPORTADOR DE LA POLEA MAGNETICA	3	1750 - 25	1067	1118	1067
TRASPORTADOR DE CONCENTRADO	12	1750 - 56	500	890	800
TRASPORTADOR DE COLAS	23	1750 - 56	500	890	800

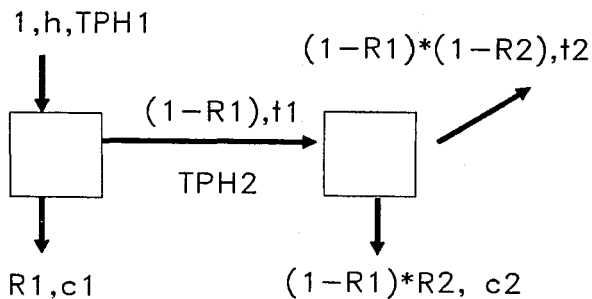
DATOS DE LAS BANDAS ALREDEDOR DE LA POLEA MAGNETICA.	
	VELOCIDAD LINEAL (metros/seg)
TRASPORTADOR DE LA POLEA MAGNETICA	1.446
TRASPORTADOR DE CONCENTRADO	1.575
TRASPORTADOR DE COLAS	1.576

ANEXO 4.

RESULTADOS DE LA SIMULACION DE POLEAS
MAGNETICAS EN LA CONFIGURACION UNO y
DOS.

BALANCE DE MATERIALES

ANEXO 4



$$R1 = (h - t1) / (c1 - t1)$$

$$R2 = (t1 - t2) / (c2 - t2)$$

$$RG = (R1 * C1 + (100 - R1) * R2) / h$$

$$CG = (TPH1 * R1 * C1 + TPH2 * R2 * C2) / (TPH1 * R1 + TPH2 * R2)$$

FeMH = 24, TPH1 = 200

TABLA 4.7 SECUENCIA DE CALCULO PARA SIMULACION DE POLEAS		
#	OPERACION	CALCULOS
1	CALCULAR EL AUMENTO DE LEY EN EL PRIMER PASO DE PRECONCENTRACION:	$DLEY1 = 4122 * [FeMH ^ { (-2.0356) }]$ $= 4122 * 24 ^ { -2.03556 } = 6.38$
2	CALCULAR EL FLUJO DE GANGA ALIMENTADA.	$FLUJOESP1 = (TPH1 * (100 - FeMH) / (1.07) / 100$ $= 200 * (100 - 24) / (1.07) * 100$ $= 142.06$
3	CALCULAR LEY DE COLAS GENERADAS	$T1 = 0.02 * FLUJOESP1 + 1.2$ $T1 = FeMH$ Si $T1 > FeMH$ $= 0.02 * 142.06 + 1.2$ $= 4.04$
4	CALCULAR LA LEY DE CONCENTRADO PRODUCIDO	$C1 = FeMH + DLEY1$ $C1 = 24 + 6.38$
5	CALCULAR LA RECUPERACION DE CONCENTRADO.	$R1 = 100 * (FeMH - T1) / (C1 - T1)$ $R1 = 0$ Si $R < 0$ $= 100 * (24 - 4.04) / (30.38 - 4.04) = 75.78$
6	CALCULAR LA RECUPERACION DE FIERRO MAGNETICO.	$RFeM1 = R1 * C1 / FeMH$ $= 75.78 * 30.38 / 24 =$ $= 95.92$
7	CALCULAR EL TONELAJE DE COLAS QUE PASA A REPROCESO A LA SEGUNDA POLEA.	$TPH2 = n * TPH1 * (100 - R1) / 100$ $= (1) * 200 * (100 - 75.78) / 100 =$ $= 48.44$
8	CALCULO DEL FLUJO DE GANGA AL SEGUNDO PASO.	$FLUJOESP2 = TPH2 * (100 - T1) / (100 * 1.07)$ $= 48.44 * (100 - 4.04) / 107$
9	CALCULO DEL AUMENTO DE LEY EN EL SEGUNDO PASO	$DLEY2 = 4122 * [T1 ^ { (-2.036) }]$ $= 4122 * 0.0583 = 240$ $= 44 - 4.04 = 39.8$
10	CALCULO DE LEY DE COLAS DEL SEGUNDO PASO	$T2 = 0.02 * FLUJOESP2 + 1.2$ $T2 = T1$ Si $T2 > T1$ $= 0.02 * 43.44 + 1.2 =$ $= 2.066$
11	CALCULO DE LEY DE CONCENTRADO DEL SEGUNDO PASO	$C2 = T1 + DLEY2$ $= 44$

1.07 METROS = ANCHO DE LA POLEA

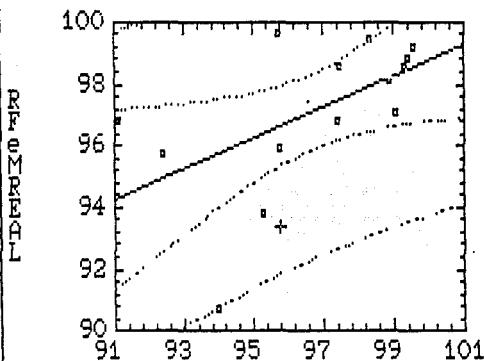
**TABLA 4.7 SECUENCIA DE CALCULO PARA SIMULACION DE POLEAS.
(CONTINUA)**

#	OPERACION	CALCULOS
12	CALCULO DE LA RECUPERACION EN EL SEGUNDO PASO	$R2 = 100 * (T1 - T2) / (C2 - T2)$ $R2 = 100 * (4.04 - 2.068) / (44 - 2.068)$ $= 4.7$
13	RECUPERACION DE FIERRO MAGNETICO	$RFeM2 = R2 * C2 / T1$ $= 4.7 * 44 / 4.04 = 51.19$
14	RECUPERACION DE CONCENTRADO GLOBAL	$RG = R1 + (100 - R1) * R2 / 100$ $= 75.78 + (100 - 75.78) * 4.7 / 100$ $= 76.92$
15	RECUPERACION DE FIERRO MAGNETICO GLOBAL	$RFeMG = RFeM1 + ((100 - R1) * R2 * C2 / FeMH) / 100$ $= 95.92 + 1.81 = 98$
16	LEY DEL CONCENTRADO GLOBAL	$CG = (TPH1 * R1 * C1 + TPH2 * R2 * C2) / (TPH1 * R1 + TPH2 * R2) * 100$ $= (200 * 75.78 * 30.38 + 43.44 * 0.047 * 44) / (200 * 75.78 + 43.44 * 0.047) = 30.6$
17	AUMENTO DE LEY GLOBAL	$DLEYG = CG - FeMH$ $= 30.6 - 24 = 6.6$

REALES-----							
PRUEBA	FLUJOS P	FEM	DLEY	FEMC	FEMT	RP	RFeM
1	58.3	37.6	7.1	44.7	1.7	83.4	99.2
2	40.4	32.7	3.1	35.8	3.9	90.4	98.8
3	32.7	30.9	10.2	41.1	1.6	74.0	98.6
4	222.5	38.9	4.9	43.8	8.3	86.2	97.1
5	226.3	22.6	4.1	26.7	5.1	81.2	95.8
6	395.1	31.3	4.5	35.8	8.0	83.9	95.9
7	177.6	20.1	3.5	23.6	3.6	82.5	96.8
9	308.0	32.8	5.0	37.8	6.5	84.1	96.8
10	154.1	34.9	2.9	37.8	6.9	90.5	98.1
11	203.3	33.3	2.1	35.4	2.9	93.6	99.4
12	325.4	28.6	3.3	31.9	11.2	84.3	93.8
15	192.3	29.3	2.1	31.4	5.3	92.0	98.6
16	269.5	27.9	2.6	30.5	1.2	91.1	99.6
17	446.1	29.6	5.5	35.1	11.7	76.6	90.8

CALCULADOS-----						
PRUEBA	FLUJOS P	DLEY	FEMC	FEMT	RP	RFeM
1	58.3	2.6	40.2	2.4	93.2	99.6
2	40.4	3.4	36.1	2.0	90.0	99.4
3	32.7	3.8	34.7	1.9	88.4	99.3
4	222.5	2.4	41.3	5.6	93.3	99.0
5	226.3	7.2	29.8	5.7	70.1	92.4
6	395.1	3.7	35.0	9.1	85.6	95.8
7	177.6	9.2	29.3	4.8	62.5	91.1
9	308.0	3.4	36.2	7.4	88.3	97.4
10	154.1	3.0	37.9	4.3	91.1	98.9
11	203.3	3.3	36.6	5.3	89.5	98.3
12	325.4	4.5	33.1	7.7	82.4	95.3
15	192.3	4.3	33.6	5.0	85.1	97.4
16	269.5	4.7	32.6	6.6	81.9	95.7
17	446.1	4.2	33.8	10.1	82.4	94.0

Regression of RFEMREAL on rfemCALC



rfemCALC
 B0: 47.937 SE: 20.829 T: 2.3014
 B1: 0.5085 SE: 0.21535 T: 2.3613
 CORR: 0.56324 MSE: 4.4982 DF: 12
 POINTS DELETED:

ANEXO 4. RESULTADOS DE LA SIMULACION DE POLEAS CON LA CONFIGURACION 1: modulos de dos poleas ; una primaria y una secundaria

TYPE	CAPVOL	CASTOSPE	Femh	DLEY1	t1	c	r	rfez	TYPE2	CAPVOL2	Femh2	DLEY2	t2	c2	r2	rfez2	RG	RFEM2	CGLOBAL	DLEYG	DRFEZ
50	46.7	43.0	8.0	44.0	2.1	52.0	11.9	77.3	44.1	40.3	2.1	41.9	2.0	44.0	0.1	2.7	12.0	77.9	51.9	43.9	0.6
50	31.3	41.1	12.0	26.2	2.0	36.2	27.6	87.8	36.2	33.2	2.0	42.0	1.9	44.0	0.4	8.2	27.8	88.8	38.3	26.3	1.0
50	31.3	39.3	16.0	14.6	2.0	30.6	49.0	93.7	25.5	23.4	2.0	42.0	1.7	44.0	0.8	16.6	49.4	94.7	30.7	14.7	1.1
50	31.3	37.4	20.0	9.3	1.9	29.3	66.1	96.7	17.0	15.5	1.9	42.1	1.5	44.0	1.0	23.2	66.4	97.5	29.3	9.3	0.8
50	31.3	35.5	24.0	6.4	1.9	30.4	77.6	98.2	11.2	10.3	1.9	42.1	1.4	44.0	1.2	27.3	77.8	98.7	30.4	6.4	0.5
50	31.3	33.6	28.0	4.7	1.9	32.7	84.8	99.0	7.6	7.0	1.9	42.1	1.3	44.0	1.3	29.4	85.0	99.3	32.7	4.7	0.3
50	31.3	31.8	32.0	3.6	1.8	35.6	89.4	99.4	5.3	4.8	1.8	42.2	1.3	44.0	1.3	30.2	89.6	99.6	35.6	3.6	0.2
50	31.3	29.9	36.0	2.8	1.8	38.8	92.4	99.6	3.8	3.5	1.8	42.2	1.3	44.0	1.2	30.3	92.5	99.7	38.8	2.8	0.1
50	31.3	28.0	40.0	2.3	1.8	42.3	94.4	99.8	2.8	2.6	1.8	42.2	1.3	44.0	1.2	29.8	94.5	99.8	42.3	2.3	0.1
																			ERR		0.0
100	62.5	86.0	8.0	44.0	2.9	52.0	10.4	67.3	89.6	81.3	2.9	41.1	2.8	44.0	0.2	3.4	10.6	68.4	51.8	43.8	1.1
100	62.5	82.2	12.0	26.2	2.8	38.2	25.9	82.4	74.1	67.3	2.8	41.2	2.5	44.0	0.7	11.2	26.4	84.4	38.3	26.3	2.0
100	62.5	78.5	16.0	14.6	2.8	30.6	47.6	90.9	52.4	47.7	2.8	41.2	2.2	44.0	1.5	23.4	48.3	93.0	30.8	14.8	2.1
100	62.5	74.8	20.0	9.3	2.7	29.3	65.1	95.3	34.9	31.7	2.7	41.3	1.8	44.0	2.0	33.3	65.8	96.9	29.4	9.4	1.6
100	62.5	71.0	24.0	6.4	2.6	30.4	77.0	97.5	23.0	20.9	2.6	41.4	1.6	44.0	2.4	39.7	77.5	98.5	30.5	6.5	1.0
100	62.5	67.3	28.0	4.7	2.5	32.7	84.5	98.6	15.5	14.1	2.5	41.5	1.5	44.0	2.5	43.2	84.9	99.2	32.7	4.7	0.6
100	62.5	63.6	32.0	3.6	2.5	35.6	89.2	99.2	10.8	9.8	2.5	41.5	1.4	44.0	2.5	44.9	89.5	99.5	35.6	3.6	0.4
100	62.5	59.8	36.0	2.8	2.4	38.8	92.3	99.5	7.7	7.0	2.4	41.6	1.3	44.0	2.5	45.4	92.5	99.7	38.8	2.8	0.2
100	62.5	56.1	40.0	2.3	2.3	42.3	94.3	99.7	5.7	5.2	2.3	41.7	1.3	44.0	2.4	45.2	94.5	99.8	42.3	2.3	0.1
																					0.0
200	125.0	172.0	8.0	44.0	4.6	52.0	7.1	46.1	185.8	165.6	4.6	39.4	4.5	44.0	0.3	3.1	7.4	47.8	51.7	43.7	1.6
200	125.0	164.5	12.0	26.2	4.5	38.2	22.3	60.9	155.5	138.8	4.5	39.5	4.0	44.0	1.3	12.6	23.3	74.6	38.5	26.5	3.7
200	125.0	157.0	16.0	14.6	4.3	30.6	44.4	84.9	111.2	99.4	4.3	39.7	3.2	44.0	2.8	28.6	46.0	89.2	31.1	15.1	4.3
200	125.0	149.5	20.0	9.3	4.2	29.3	63.0	92.3	73.9	66.2	4.2	39.8	2.5	44.0	4.0	42.2	64.5	95.5	29.6	9.6	3.3
200	125.0	142.1	24.0	6.4	4.0	30.4	75.7	95.9	48.5	42.5	4.0	40.0	2.1	44.0	4.7	51.2	76.9	98.0	30.6	6.6	2.1
200	125.0	134.6	28.0	4.7	3.9	32.7	83.8	97.7	32.5	29.2	3.9	40.1	1.8	44.0	5.0	56.5	84.6	99.0	32.8	4.8	1.3
200	125.0	127.1	32.0	3.6	3.7	35.6	88.8	98.7	22.4	20.1	3.7	40.3	1.6	44.0	5.0	59.3	89.4	99.5	35.6	3.6	0.8
200	125.0	119.6	36.0	2.8	3.6	38.8	92.0	99.2	15.9	14.3	3.6	40.4	1.5	44.0	5.0	60.7	92.4	99.7	38.8	2.8	0.5
200	125.0	112.1	40.0	2.3	3.4	42.3	94.2	99.5	11.6	10.5	3.4	40.6	1.4	44.0	4.8	61.0	94.5	99.8	42.3	2.3	0.3
																					0.0
400	250.0	343.9	8.0	44.0	8.0	52.0	1.0	6.5	396.0	340.5	8.0	36.0	8.0	44.0	0.0	0.0	1.0	6.5	52.0	44.0	0.0
400	250.0	325.0	12.0	26.2	7.8	38.2	13.9	44.2	344.5	296.9	7.8	36.2	7.1	44.0	1.7	9.8	15.4	49.7	38.8	26.8	5.5
400	250.0	314.0	16.0	14.6	7.5	30.6	36.9	70.5	252.6	218.4	7.5	36.5	5.6	44.0	5.0	29.0	40.0	79.1	31.6	15.6	8.6
400	250.0	299.1	20.0	9.3	7.2	29.3	58.0	84.9	167.8	145.6	7.2	36.8	4.1	44.0	7.7	47.2	61.3	92.0	30.0	10.0	7.1
400	250.0	284.1	24.0	6.4	6.9	30.4	72.8	92.2	108.8	94.7	6.9	37.1	3.1	44.0	9.3	59.2	75.3	96.8	30.8	6.8	4.6
400	250.0	269.2	28.0	4.7	6.6	32.7	82.1	95.8	71.6	62.5	6.6	37.4	2.5	44.0	9.9	66.5	83.9	98.6	32.9	4.9	2.8
400	250.0	254.2	32.0	3.6	6.3	35.6	87.8	97.6	48.6	42.6	6.3	37.7	2.1	44.0	10.1	70.6	89.1	99.3	35.7	3.7	1.7
400	250.0	239.3	36.0	2.8	6.0	38.8	91.5	98.6	34.1	30.0	6.0	38.0	1.8	44.0	9.9	72.9	92.3	99.6	38.8	2.8	1.0
400	250.0	224.3	40.0	2.3	5.7	42.3	93.8	99.1	24.7	21.8	5.7	38.3	1.6	44.0	9.6	74.0	94.4	99.8	42.3	2.3	0.6
																					0.0
600	375.0	515.9	8.0	44.0	8.0	52.0	1.0	6.5	594.0	510.7	8.0	36.0	8.0	44.0	0.0	0.0	1.0	6.5	52.0	44.0	0.0
600	375.0	493.5	12.0	26.2	11.1	38.2	3.4	10.9	579.4	481.6	11.1	30.9	10.8	44.0	0.8	2.9	4.2	13.5	38.9	26.9	2.6
600	375.0	471.0	16.0	14.6	10.6	30.6	26.9	51.5	438.4	368.2	10.6	33.6	8.5	44.2	5.9	24.5	31.2	63.4	32.5	16.5	11.9
600	375.0	448.6	20.0	9.3	10.2	29.3	51.5	75.3	291.2	244.6	10.2	36.7	6.1	46.9	10.0	46.1	56.3	86.7	30.0	10.8	11.4
600	375.0	426.2	24.0	6.4	9.7	30.4	69.1	87.5	185.6	156.6	9.7	40.2	4.3	49.9	11.8	60.7	72.7	95.1	31.4	7.4	7.6
600	375.0	403.7	28.0	4.7	9.3	32.7	80.0	93.4	119.8	101.6	9.3	34.7	3.2	44.0	14.8	70.3	83.0	98.0	33.1	5.1	4.7
600	375.0	381.3	32.0	3.6	8.8	35.6	86.7	96.3	79.9	68.3	8.8	35.2	2.6	44.0	15.1	75.4	88.7	99.1	35.8	3.8	2.8
600	375.0	358.9	36.0	2.8	8.4	38.8	90.8	97.9	55.2	47.3	8.4	35.6	2.1	44.0	14.9	78.2	92.2	99.5	38.9	2.9	1.7
600	375.0	336.4	40.0	2.3	7.9	42.3	93.4	98.7	39.5	34.0	7.9	36.1	1.9	44.0	14.4	79.7	94.4	99.7	42.3	2.3	1.0
																					0.0
700	437.5	601.9	8.0	44.0	8.0	52.0	1.0	6.5	693.0	595.9	8.0	36.0	8.0	44.0	0.0	0.0	1.0	6.5	52.0	44.0	0.0
700	437.5	575.7	12.0	26.2	12.0	38.2	1.0	3.2	693.0	569.9	12.0	26.2	12.0	36.2	0.0	0.0	1.0	3.2	38.2	26.2	0.0
700	437.5	549.5	16.0	14.6	12.2	30.4	20.7	39.6	553.1	455.3	12.2	25.4	10.3	37.6	6.9	21.3	26.2	52.4	32.1	16.1	12.8

ANEXO 4. RESULTADOS DE LA SIMULACION DE POLEAS CON LA CONFIGURACION 1: modulos de dos poleas : una primaria y una secundaria

TPZH	CAPVOL	GASTOSPG	FLmh	DLEY1	t1	c	r	r1en	TPZH2	CAPVOLG2	FLmh2	DLEY2	t2	c2	r2	r1en2	RG	RFENG	CGLOBAL	DLEYG	DRFEN
700	437.5	523.4	20.0	9.3	11.7	29.3	47.3	69.3	368.6	304.3	11.7	27.8	7.3	39.4	13.6	46.1	54.5	83.4	30.6	10.6	14.2
700	437.5	497.2	24.0	6.4	11.1	30.4	56.8	84.6	232.5	193.1	11.1	30.5	5.1	41.6	16.6	62.1	72.3	94.2	31.3	7.3	9.6
700	437.5	471.0	28.0	4.7	10.6	32.7	78.8	92.0	148.3	123.9	10.6	35.6	3.7	44.2	17.1	71.3	82.4	97.7	33.2	5.2	5.7
700	437.5	444.9	32.0	3.6	10.1	25.5	86.0	95.6	97.9	62.2	10.1	37.2	2.8	47.3	16.3	76.4	88.3	99.0	35.9	3.9	3.4
700	437.5	418.7	36.0	2.8	9.6	26.8	90.4	97.5	67.1	56.7	9.6	41.5	2.3	51.1	14.9	79.2	91.8	99.5	39.0	3.0	2.0
700	437.5	392.5	40.0	2.3	9.1	42.3	93.2	98.5	47.6	40.5	9.1	24.9	2.0	44.0	16.8	81.5	94.3	99.7	42.3	2.3	1.3
												0.0									
800	500.0	687.9	6.0	44.0	8.0	52.0	0.0	0.1	799.9	687.8	8.0	36.0	8.0	44.0	0.0	0.0	0.0	0.1	52.0	44.0	0.0
800	500.0	657.9	12.0	25.2	12.0	38.2	0.0	0.0	799.9	657.9	12.0	26.2	12.0	38.2	0.0	0.0	0.0	0.0	38.2	26.2	0.0
800	500.0	628.0	16.0	14.6	13.8	39.5	13.3	25.4	692.6	559.0	13.8	19.8	12.4	33.6	6.5	15.9	18.9	37.3	31.5	15.5	11.8
800	500.0	598.1	20.0	9.3	13.2	29.3	42.5	62.1	460.3	373.6	13.2	21.7	8.7	34.9	17.1	45.4	52.3	79.3	30.3	10.3	17.2
800	500.0	568.2	24.0	6.4	12.6	30.4	64.1	81.2	286.9	234.4	12.6	23.9	5.9	25.4	21.9	63.4	72.0	93.1	31.1	7.1	11.9
800	500.0	538.3	28.0	4.7	12.0	32.7	77.4	90.4	188.5	148.3	12.0	26.4	4.2	38.3	22.8	73.1	82.6	97.4	33.0	5.0	7.0
800	500.0	508.4	32.0	3.6	11.4	35.6	85.3	94.8	117.7	97.5	11.4	29.3	3.2	40.6	21.9	78.4	88.5	98.9	35.7	3.7	4.1
800	500.0	478.5	36.0	2.8	10.8	36.8	90.0	97.0	79.9	66.7	10.8	32.7	2.5	43.4	20.1	81.2	92.0	99.4	38.9	2.9	2.4
800	500.0	448.6	40.0	2.3	10.2	42.3	93.0	98.2	56.5	47.3	10.2	36.7	2.1	46.9	17.9	82.7	94.2	99.7	42.3	2.3	1.5

ANEXO 4. RESULTADOS DE LA SIMULACION DE POLEAS CON LA CONFIGURACION 2: rodadura de tres poleas : dos poleas primarias y una secundaria.

tphasculo	TPER	CAVPO1	GASTOSPG	FEMh	DLEY:	t1	c	r	rfea	TPER2	CAVPO12	FEMh2	DLEY2	t2	c2	r2	rfea2	RG	RFEM2	CGLOBAL	DLEY3	DREFN	DRP
50	25	23.4	21.5	8.0	36.0	1.6	44.0	15.0	82.7	42.5	39.1	1.6	42.4	1.6	44.0	0.0	0.0	15.0	82.7	44.0	36.0	4.79	0.87
50	25	15.6	22.6	12.0	26.2	2.6	36.2	28.4	90.4	35.6	32.9	1.6	42.4	1.6	44.0	0.0	0.0	28.4	90.4	38.2	26.2	2.52	0.81
50	25	15.6	16.6	16.0	14.6	1.6	30.6	49.7	95.0	25.2	23.1	1.6	42.4	1.6	44.0	0.0	0.0	49.7	95.0	30.6	14.6	1.39	0.69
50	25	15.6	18.7	20.0	9.3	1.6	29.3	66.5	97.4	16.7	15.4	1.6	42.4	1.5	44.0	0.2	4.3	66.6	97.5	29.2	9.2	0.78	0.51
50	25	15.6	17.8	24.0	6.4	1.6	30.4	77.8	98.6	11.1	10.2	1.6	42.4	1.4	44.0	0.4	10.0	77.9	98.7	30.4	6.4	0.49	0.36
50	25	15.6	16.8	28.0	4.7	1.5	32.7	85.0	99.2	7.5	6.9	1.5	42.5	1.3	44.0	0.5	13.3	85.1	99.3	32.6	4.6	0.30	0.23
50	25	15.6	15.9	32.0	3.6	1.5	35.6	89.5	99.5	5.2	4.8	1.5	42.5	1.3	44.0	0.5	15.0	89.6	99.6	35.5	3.5	0.18	0.15
50	25	15.6	15.0	36.0	2.6	1.5	38.8	92.5	99.7	3.8	3.5	1.5	42.5	1.3	44.0	0.5	15.8	92.5	99.7	38.8	2.8	0.11	0.10
50	25	15.6	14.0	40.0	2.3	1.5	42.3	94.5	99.8	2.8	2.6	1.5	42.5	1.3	44.0	0.5	15.9	94.5	99.8	42.2	2.2	0.07	0.07
100	50	31.3	43.0	8.0	36.0	2.1	44.0	14.2	77.9	95.8	78.6	2.1	41.9	2.1	44.0	0.0	0.0	14.2	77.9	44.0	36.0	9.88	1.80
100	50	31.3	47.1	12.0	26.2	2.0	38.2	27.6	87.8	72.4	66.3	2.0	42.0	2.0	44.0	0.0	0.0	27.6	87.8	44.0	26.2	5.36	1.68
100	50	31.3	39.3	16.0	14.6	2.0	30.6	49.0	93.7	51.0	46.7	2.0	42.0	2.0	44.0	0.0	0.0	49.0	93.7	30.6	14.6	2.75	1.44
100	50	31.3	37.4	20.0	9.3	1.9	29.3	66.1	96.7	33.9	31.1	1.9	42.1	1.8	44.0	0.3	6.8	66.2	96.9	29.2	9.2	1.62	1.06
100	50	31.3	35.5	24.0	6.4	1.9	30.4	77.6	98.2	22.4	20.6	1.9	42.1	1.6	44.0	0.7	16.2	77.7	98.5	30.3	6.3	1.02	0.73
100	50	31.3	35.6	28.0	4.7	1.9	32.7	84.6	99.0	15.2	13.9	1.9	42.1	1.5	44.0	0.9	21.8	85.0	99.2	32.6	4.6	0.62	0.48
100	50	31.3	31.8	32.0	3.6	1.8	25.6	89.4	99.4	10.6	9.7	1.8	42.2	1.4	44.0	1.0	24.9	89.6	99.5	35.5	3.5	0.38	0.31
100	50	31.3	29.9	36.0	2.8	1.8	38.8	92.4	99.6	7.6	6.9	1.8	42.2	1.3	44.0	1.1	26.3	92.5	99.7	38.8	2.8	0.23	0.21
100	50	31.3	26.0	40.0	2.3	1.8	42.3	94.4	99.8	5.6	5.1	1.8	42.2	1.3	44.0	1.1	26.8	92.5	99.8	42.2	2.2	0.15	0.14
200	100	62.5	82.0	8.0	36.0	2.9	44.0	12.4	68.0	175.3	159.0	2.9	41.1	2.9	44.0	0.0	0.0	12.4	68.0	44.0	36.0	21.06	3.83
200	100	62.5	92.2	12.0	26.2	2.8	38.2	25.9	82.4	148.2	134.6	2.8	41.2	2.8	44.0	0.0	0.0	25.9	82.4	44.0	26.2	11.51	3.62
200	100	62.5	76.5	16.0	14.6	2.8	30.6	47.6	90.9	104.9	95.3	2.8	41.2	2.8	44.0	0.0	0.0	47.6	90.9	30.6	14.6	6.00	3.14
200	100	62.5	74.8	20.0	9.3	2.7	29.3	65.1	95.2	66.7	63.4	2.7	41.3	2.5	44.0	0.5	8.9	65.3	95.7	29.2	9.2	3.46	2.27
200	100	62.5	71.0	24.0	6.4	2.6	30.4	77.0	97.5	46.0	41.9	2.6	41.4	2.0	44.0	1.4	23.3	77.3	98.1	30.3	6.3	2.16	1.56
200	100	62.5	67.3	28.0	4.7	2.5	32.7	84.5	98.6	31.0	28.2	2.5	41.5	1.8	44.0	1.6	32.0	84.8	98.0	32.6	4.6	1.30	1.01
200	100	62.5	63.6	32.0	3.6	2.5	35.6	89.2	99.2	21.5	19.6	2.5	41.5	1.6	44.0	2.1	36.9	89.5	99.5	35.5	3.5	0.78	0.65
200	100	62.5	59.8	36.0	2.8	2.4	38.8	92.3	99.5	15.4	14.0	2.4	41.6	1.5	44.0	2.2	39.5	92.5	99.7	38.8	2.7	0.48	0.43
200	100	62.5	56.1	40.0	2.3	2.3	42.3	94.3	99.7	11.3	10.3	2.3	41.7	1.4	44.0	2.1	40.7	94.5	99.8	42.2	2.2	0.31	0.29
400	200	125.0	172.0	8.0	36.0	4.6	44.0	8.5	47.0	365.8	326.1	4.6	39.4	4.6	44.0	0.0	0.0	8.5	47.0	44.0	36.0	41.46	7.54
400	200	125.0	164.5	12.0	26.2	4.5	36.2	22.3	70.9	310.9	277.5	4.5	39.5	4.5	44.0	0.0	0.0	22.3	70.9	38.2	26.2	26.76	8.40
400	200	125.0	157.0	16.0	14.6	4.3	30.6	44.4	54.9	222.3	198.8	4.3	39.7	4.3	44.0	0.0	0.0	44.4	84.9	30.6	14.6	14.44	7.55
400	200	125.0	149.5	20.0	9.3	4.2	29.3	63.0	92.3	147.6	132.3	4.2	39.8	3.8	44.0	0.9	9.0	63.4	93.0	29.1	9.1	8.02	5.32
400	200	125.0	142.1	24.0	6.4	4.0	30.4	75.7	95.9	97.0	87.0	4.0	40.0	2.9	44.0	2.7	29.2	76.4	97.1	30.1	6.1	4.90	3.58
400	200	125.0	134.4	28.0	4.7	3.9	32.7	83.8	97.7	64.9	58.3	3.9	40.1	2.4	44.0	3.7	41.4	84.4	98.7	32.4	4.4	2.89	2.27
400	200	125.0	127.1	32.0	3.6	3.7	35.6	88.8	98.7	44.7	40.3	3.7	40.3	2.0	44.0	4.1	48.6	89.3	99.3	35.4	3.4	1.72	1.43
400	200	125.0	119.6	36.0	2.8	3.6	38.8	92.0	99.2	31.8	28.7	3.6	40.4	1.8	44.0	4.3	52.8	92.4	99.6	38.8	2.7	1.04	0.92
400	200	125.0	112.1	40.0	2.3	3.4	42.3	94.2	99.5	23.3	21.0	3.4	40.6	1.6	44.0	4.3	55.0	94.4	99.8	42.1	2.1	0.65	0.61
800	400	250.0	343.9	8.0	36.0	8.0	44.0	1.0	5.5	792.0	681.0	8.0	36.0	8.0	44.0	0.0	0.0	1.0	5.5	44.0	36.0		
800	400	250.0	329.0	12.0	26.2	7.8	35.2	13.5	44.2	689.0	593.9	7.8	36.2	7.8	44.0	0.0	0.0	13.9	44.2	38.2	26.2		
800	400	250.0	314.0	16.0	14.6	7.5	30.6	36.9	70.5	505.1	436.7	7.5	36.5	7.5	44.0	0.0	0.0	36.9	70.5	30.6	14.6		
800	400	250.0	299.1	20.0	9.3	7.2	29.3	58.0	84.9	335.6	291.2	7.2	36.8	7.0	44.0	0.4	2.6	58.2	85.3	29.2	9.2		
800	400	250.0	284.1	24.0	6.4	6.9	30.4	72.6	92.2	217.5	189.3	6.9	37.1	5.0	44.0	4.9	31.1	74.1	94.8	29.9	5.9		
800	400	250.0	269.2	28.0	4.7	6.6	32.7	82.1	95.8	143.2	125.1	6.6	37.4	3.7	44.0	7.2	47.8	83.4	97.8	32.2	4.2		
800	400	250.0	254.2	32.0	3.6	6.3	35.6	87.8	97.6	97.3	85.2	6.3	37.7	2.9	44.0	8.2	57.6	88.8	99.0	35.2	3.2		
800	400	250.0	239.3	36.0	2.8	6.0	38.8	91.5	98.6	68.3	60.0	6.0	38.0	2.4	44.0	8.6	63.4	92.2	99.5	38.5	2.5		
800	400	250.0	224.3	40.0	2.3	5.7	42.3	93.8	99.1	49.4	43.6	5.7	38.3	2.1	44.0	8.6	65.7	94.4	99.7	42.0	2.0		