

Instituto Superior Minero Metalúrgico
Moa – Holguín

Proyecto De Diploma

Propuesta de un Esquema Tecnológico de Beneficio
Hidrogravimétrico para Minerales de manganeso del
Yacimiento

“ Los Chivos ” E.M.S

Diplomantes: Mirtha torres Terrero

Reinaldo Gondín Gener

Tutor: José Falcón Hernández

Melquiades Borges Suarez

1980

“ Año del II Congreso ”

"Uno de los más relevantes avances fue la universalización del principio del estudio y el trabajo. Con ello se logró llevar a la práctica una de las más hermosas formulaciones de Marx para la formación de hombres integrales, y un sabio y profundo postulado de Martí sobre la forma en que debían educarse las futuras generaciones de Cuba"

Fidel

D e d i c a t o r i a:

A quienes de cuyo fruto hemos sabido obtener permanentes ejemplos de honestidad, sinceridad y abnegación: Nuestros padres.

A quien ha sabido ser ejemplo de compañerismo: Ing. Melquiades Borges.

A quien constituye para nosotros ejemplo de sacrificio, honestidad, abnegación para esta nueva generación de la cual formamos parte: Comandante Ernesto Guevara.

Créditos

Este Trabajo de Diploma no podía concluir sin el reconocimiento a todos aquellos que de una forma u otra han contribuido al éxito final del mismo.

Satisfacción experimentamos cuando en cada oportunidad podemos expresar una palabra o frase que deje constancia de nuestro reconocimiento a los Mártires y Héroes de esta gesta libertadora, que han hecho posible las conquistas de nuestros valores materiales, culturales, así como la posibilidad de poner en práctica las iniciativas creadoras de nuestra masa trabajadora, que hoy las brindan al servicio de la sociedad; todo gracias a una revolución social en marcha.

Esta oportunidad nos permite expresar el más puro y sincero agradecimiento a nuestro tutor, Ingeniero José Falcón Hernández, por sus enseñanzas y consejos durante nuestra formación profesional.

A la compañera Maritza Yero Hung, que puso todo su entusiasmo, calor y arte en ayuda al desarrollo de nuestro trabajo.

Gracias a todos.

M.T.T.

R.G.G.

INDICE

Cap.	Págs.
I	-- Generalidades
1.1.	- Introducción
1.2.	- Situación Geográfica del Yacimiento "Los Chivos"
1.3.	- Reseña Histórica del Yacimientos "Los Chivos"
1.4.	- Descripción del flujo de la antigua planta de Beneficio "Los Chivos"
II	-- Características generales del yacimiento "Los Chivos"
2.1.	- Características geológicas del yacimiento "Los Chivos"
2.2.	- Composición minerológica
2.3.	- Condiciones hidrogeológica y técnico minera del yacimiento "Los Chivos"
2.4.	- Sistema de explotación minera
2.5.	- Composición química de los minerales
III	-- Propuesta tecnológica para el tratamiento de minerales de Mn del yacimiento "Los Chivos"
3.1.	- Datos iniciales para la propuesta <u>tecnológica</u>
3.2.	- Esquema tecnológico
3.3.	- Balance de Materiales de los minerales de Manganeso
IV	-- Cálculo de Equipamiento Tecnológico que se propone en caso de utilizar 3 turnos de trabajo
4.1.	- Método de cálculo
4.2.	- Valoración económica
V	-- Cálculo del equipamiento tecnológico que se propone con 2 turnos de trabajo
5.1.	- Método de cálculo
5.2.	- Valoración económica
VI	-- Análisis técnico económico de las variantes
6.1.	- Indices principales de la planta de Beneficio del yacimiento "Los Chivos"

I N D I C E (continuación)

Cap.		Págs.
VII	-- Conclusiones y recomendaciones	
	Anexos	
	Bibliografía	

RESUMEN DEL TRABAJO DE DIPLOMA

El Proyecto de Diploma que se desarrolla se fundamenta en las propuestas tecnológicas de un Esquema de Beneficio para los minerales de manganeso del yacimiento "Los Chivos" perteneciente a la provincia de Santiago de Cuba en los alrededores del poblado de Alto Songo (Jutinicú).

El mismo consta de siete Capítulos, diez Tablas, tres figuras y cinco anexos gráficos.

Durante el desarrollo del mismo se analizaron y calcularon dos variantes de esquemas tecnológicos posibles para el tratamiento de estos minerales, por medio del Beneficio hidrogravimétrico, llegándose luego de ser estudiadas y comparadas a proponer como Esquema específico la Variante No. 2, que consta del cálculo de la sección de preparación mecánica, el tratamiento de Beneficio así como la valoración económica cuyos resultados vierten la ganancia que reportaría su aplicación en el Beneficio de estos minerales.

CAPITULO I - GENERALIDADES

1.1. - INTRODUCCION

Desde un punto de vista económico un papel fundamental en el moderno proceso de desarrollo, no en cuanto a participación en el valor total de la producción, pero sí respecto a sus insustituibles cualidades básicas para obtener dicha producción lo desempeñan los minerales. La importancia de los metales aumenta cada día, sobre todo los que tienen aplicaciones militares e industriales.

Es por eso que el objetivo de este trabajo consiste en elaborar una propuesta tecnológica para el Beneficio de los minerales de manganeso del yacimiento "Los Chivos" dado a la importancia y la necesidad de obtener la ley que se necesita en los concentrados de manganeso químico (MnO_2) para la aplicación del proceso de activación con el objetivo de ser utilizado en la fabricación de pilas secas "Yara" y para sustituir las importaciones de esta materia prima y en los concentrados de manganeso metalúrgico (Mn) al cual se le puede aplicar el proceso de nodulización y poderlo utilizar en las producciones de hierro aleaciones y como posible sustituto de importaciones en la Antillana de Acero.

Este Proyecto se fundamenta con las reservas determinadas por la Exploración Geológica detallada y su actualización realizada por Aboñy en 1966-1967, así como las investigaciones tecnológicas realizadas por el CIPIM en febrero de 1979 y otros informes y trabajos elaborados en los últimos años.

Este Trabajo de Diploma consta del cálculo de 2 variantes, de esquema tecnológico para el Beneficio de los minerales de manganeso del yacimiento "Los Chivos". El mismo se compone de la sección de preparación mecánica del mineral o sección de trituración por vía húmeda y como proceso de Beneficio se emplearon el método tradicional aplicado a los minerales de manganeso

que consiste en someter al proceso hidrogravimétrico de cribado pulsante hidráulico (JIG) a las fracciones gruesas y al proceso hidrogravimétrico de mesas de concentración a las fracciones finas. Dicha propuesta se calcula para el tratamiento de 200 toneladas por día a pasar a proceso.

1.2. SITUACION GEOGRAFICA DEL YACIMIENTO "LOS CHIVOS"

El yacimiento "Los Chivos" (Jutinicú) está situado en la provincia de Santiago de Cuba, cercano al poblado de Alto Songo, a 28 Km al noreste de la ciudad de Santiago de Cuba y a 2 Km al norte de la Estación "Jutinicú" en la línea ferroviaria Santiago de Cuba--Guantánamo.

El yacimiento tiene las siguientes coordenadas geográficas como aparece representado en la Figura No. 1.

20° 13' 21" de latitud Norte

75° 43' 56" de latitud Oeste

El yacimiento "Los Chivos" está situado entre colinas no muy altas que sirven de divisoria, de aguas entre los valles de los ríos Guaninicum y Guantánamo. El punto más alto tiene una altura absoluta de 285 mts. La diferencia más alta entre las alturas y el yacimiento es de 66 mts y entre el punto más alto del yacimiento y el río Guaninicum es de 90-100 metros.

Por el valle corren arroyos solamente durante las lluvias y solo hay un arroyo con agua constante que tiene un caudal de 1,5 l/seg. situado al noroeste del yacimiento.

El clima del yacimiento es caluroso y húmedo. La temperatura del aire oscila durante todo el año desde 15 a 19° hasta 35°C. La temperatura más alta se observa desde mayo hasta setiembre. La cantidad promedio anual de precipitaciones atmosféricas, según las observaciones de muchos años en Santiago de Cuba constituyen 1 119 mm. El período más lluvioso es desde mayo hasta noviembre, durante este período caen hasta el 80% de todas las precipitaciones anuales.

Las vías principales de comunicaciones son: carreteras y caminos naturales, la línea de ferrocarril: Santiago de Cuba-Habana y Santiago de Cuba-Guantánamo.

1.3. RESEÑA HISTORICA DEL YACIMIENTO "LOS CHIVOS"

En la actualidad en nuestro país no existe ninguna capacidad de producción de Bióxido de Manganeso ni de Mn Metalúrgico. Según los conocimientos existentes, la explotación del Mn en Cuba data desde el año 1888, sin embargo, no fue hasta el año 1928 en que empezó la producción de Bióxido de Mn, en forma de concentrados llamado concentrados de manganeso químico.

Estos productos se clasifican así por el alto contenido de MnO_2 , el cual oscila entre el 78 - 85 por ciento. Es evidente que en todo el período 1888-1928 se explotaron grandes reservas de minerales de Mn en Cuba, donde muchos de estos yacimientos tenían una alta relación de MnO_2/Mn , para la producción de Bióxido y los mismos no fueron tenidos en cuenta, exportándose durante todos estos años como mineral crudo de grado metalúrgico. Aunque no existen datos ni elementos que lo comprueben, sin embargo, es muy probable que durante este período estos minerales fueron procesados en los E.E.U.U., recuperándose los dos tipos de minerales: manganeso metalúrgico y químico; ya que para esa fecha había un gran desarrollo tecnológico de los minerales de Mn en la industria química de los E.E.U.U.

En la década del 40 se estableció en Santiago de Cuba una compañía norteamericana que se dedicó a comprar toda la producción de Mn metalúrgico y químico de los pequeños operadores. Durante los períodos de la II Guerra Mundial, post guerra y la guerra de Corea se trató de motivar el aumento de la producción de todos los tipos de minerales de Mn, mediante el aumento de los precios, por lo que fue evidente que durante varios años hubo un incremento en la producción de Mn en nuestro país y muchas pequeñas minas y plantas fueron explotadas irracionalmente, lo que obligó posteriormente al cierre de casi todas ellas, por el total desconocimiento geológico y el agotamiento

progresivo de las reservas de las mismas.

En el año 1959 solamente existían algunas pequeñas minas y plantas de Beneficio dedicadas a la producción total de concentrado de Mn químico.

La producción total de concentrados de Mn y químico de todo el conjunto oscilaba entre 1 500 - 2 000 TM/mes. Sin embargo el concentrado generalmente era de una ley alta: el cual fluctuaba dentro del rango de $\pm$ 80 - 85 por ciento.

Con el triunfo de la revolución, en el año 1961 la vieja planta que existió en la mina de manganeso en el poblado de Jitini^{cú} fue reconstruida por la Empresa de Minería.

En este año (1961) la planta produjo unas 1 600 TM de concentrado de Bióxido de Mn con una ley de $\pm$ 75%.

En los años subsiguientes hasta 1965 en que estuvo en operación el sistema de explotación de la cantera a cielo abierto, se mantuvo una producción anual de 3 000 TM de concentrado de MnO_2 con un contenido de 78-79 por ciento.

En el año 1965 el corte abierto de la mina "Los Chivos" estaba prácticamente agotada las reservas de minerales, en cuanto a la relación formable de MnO_2/Mn para producir MnO_2 por lo que conjuntamente ^{con} los minerales de la mina se comenzaron a procesar las colas existentes con las consiguientes modificaciones de la planta, pero las recuperaciones no fueron rentables por lo que se determinó el cierre definitivo de las operaciones de la mina "Los Chivos" y con ello la producción de MnO_2 en nuestro país en el año 1967.

Las causas fundamentales del cierre de las minas de Mn en Cuba fueron las siguientes:

- Desconocimiento de las reservas de las minas de Mn al declararlas agotadas sin una evaluación geológica.
- Los costos de extracción y Beneficio por TM de concentrado son demasiado altos.

-- La relación entre el costo interno y la recuperación neta de divisas es de 4,3:1.

1.4. DESCRIPCION DEL FLUJO TECNOLÓGICO DE LA ANTIGUA PLANTA DE BENEFICIO DEL YACIMIENTO "LOS CHIVOS"

El circuito tecnológico de la antigua planta de Beneficio "Los Chivos" para el procesamiento de los minerales de Mn del corte abierto se representa en el Anexo I.

Aunque inicialmente la planta se diseñó para la producción de concentrados de Bióxido de Mn, sin embargo, debido a la alta ley de las colas en Mn después de la producción de MnO_2 originó que se modificara el circuito con la adición de equipos para la recuperación del Mn metalúrgico.

La cantera estaba ubicada aproximadamente a 2 Km al sureste del lugar donde se encontraba la antigua planta de Beneficio "Los Chivos" y desde la misma se transportaba el mineral en camiones depositándose en la tolva receptores de mineral crudo (post 1), de aquí el mineral cae a una zaranda vibratoria (post 2) de un paño de abertura de 25 mm, en la cual el mineral mayor de 25 mm cae a una trituradora de quijada (post 3) y el menor de -25 mm pasa directamente al lavador tipo Low Washer (post 4) llegando también aquí el mineral que sale del triturador de quijada. Del lavador el mineral lavado pasa al trommel de una tela (post 5) mientras que el reboso del lavador contenedor de arcillas se va como colas finales. En el trommel el mineral se lava y clasifica a -10 mm que pasa a una batería de JIG A y B. El mineral a + 10 mm pasa a un triturador de masas (rodillos) (post 6). Este mineral triturado pasa a un trommel de dos telas (post 7) donde el mineral se clasifica y el mineral a - 5 mm pasa al JIG B mencionado anteriormente, el mineral a - 10 mm pasa a la batería de JIG C y D. El mineral que sale de este trommel + 10 mm pasa a un tritura-

dor de masa (post 8). El mineral molido va a un lavador Low Washer (post 9), el reboso del lavador pasa a colas finales y el producto lavado pasa a un trommel (post 10) de una tela (5 mm), el mineral a - 5 mm pasa al JIG C. (post 11 batería de JIG).

Los concentrados de los JIG A, B, C y D constituyen concentrados de Bióxido de Mn (post 12).

Los refondos de dichos JIG pasan a ser procesados en el JIG G donde se obtiene un concentrado de Bióxido que pasa al depósito 12, unas colas finales y un concentrado de Mn - metálico que va a parar al depósito de Mn-metálico (post 13).

Del procesamiento del producto - 5 mm que pasa al JIG E se obtiene un concentrado de Mn-metálico que va directamente al depósito 13, un refondo que se procesa conjuntamente con las colas de Mn-metálico del JIG B en el JIG J obteniendo un concentrado de Mn-metálico (va al depósito 13) y una cola final (procedente de J), de E también se obtiene una cola final que se procesa conjuntamente con las colas de Mn-metálico del JIG A en el JIG H, obteniéndose un concentrado de Mn-metálico (van al depósito 13) y una cola final.

Las colas de Mn-metálico del JIG C se procesan en el JIG I donde se obtiene un concentrado de Mn-metálico (van al depósito 13) y una cola final. Así como las colas de Mn-metálico del JIG D se procesan en el JIG F donde se obtiene un concentrado de Mn-metálico (va al depósito 13) y una cola final.

El producto que constituye las colas finales van al depósito de colas y los concentrados obtenidos tanto de Mn-metálico como de Bióxido de Mn van al embarcadero de Jutinicú distante a 2 Km de la planta de Beneficio.

CAPITULO II - CARACTERISTICAS GENERALES DEL YACIMIENTO "LOS CHIVOS"

2.1. CARACTERISTICA GEOLOGICA DEL YACIMIENTOS "LOS CHIVOS"

En la constitución geológica del yacimiento "Los Chivos" toman parte las rocas de la parte superior de la formación Cobre y calizas de la formación "Charco Redondo".

El yacimiento está representado por formaciones frecuentes de tobas, tufitas y areniscas tobáceas con una cantidad no considerable de brechas tobáceas y aglomerados tobáceos y también por intercalaciones de rocas terrígenas. Las instalaciones de dichas variedades de rocas tienen en general espesores pequeños (0,10 - 3,0 m) y volúmenes según su dirección.

Las variedades de rocas se acúan rápidamente y se reemplazan una a otra mutuamente según su dirección. Entre tobas, tufitas y areniscas tobáceas en general están desarrolladas variedades finas y medianamente fragmentadas, con menor frecuencia de fragmentos gruesos.

En la secuencia piroclástica, según los datos de perforación se destacan 3 niveles con los cuales se asocia la mineralización de Mn, que se acompaña generalmente por las rocas silíceas de Bayates.

El nivel inferior se destaca en la parte media de la secuencia piroclástica.

El nivel metalífero medio se destacada en singulares cruzamientos entre la secuencia piroclástica más arriba de la capa mineral inferior (básica).

Los cuerpos de este nivel son de pequeños espesores de baja calidad y no tienen importancia industrial.

Al nivel metalífero superior pertenecen mineralizaciones locales, en forma de bolsillos pequeños y lentes entre bayates en la cumbre de la Loma Colorada y en la zona de los viejos Labo-

reos en la parte sureste del yacimiento.

La mineralización se encuentra en la parte superior de la secuencia piroclástica y está relacionada genéticamente con los Bayates superiores, que yacen espontáneamente en el contacto de las rocas piroclásticas de la formación El Cobre con las calizas de la formación "Charco Redondo".

Este nivel en general está agotado y no se observa en otras partes.

Es característica la asociación de minerales de Mn con los Bayates con los silíceos que están muy extendidos en toda la secuencia piroclástica. Los Bayates se caracterizan por las formas lenticulares, que se acuñan rápidamente según la dirección y por espesores muy diferentes. Generalmente coinciden con el piso de la capa mineral, pero con frecuencia se encuentran también en el techo.

Las relaciones de los Bayates con las rocas piroclásticas circunvecinas y con el mineral son muy complicadas, los contactos son muy caprichosos con numerosos ramales.

Además de numerosos Lentes de Bayate extendido por todo el corte, fueron encontrados dos grandes cuerpos lenticulares. El primero coincide con el piso de las capas mineral inferior en el centro del yacimiento. Los Bayates de este cuerpo forman el fondo de las canteras principal con una longitud de uno 170 mts y anchura de unos 50 mts según sus afloramientos. El segundo cuerpo de Bayate, el más grande, forma la cumbre de la Loma Colorada. Este cuerpo tiene una longitud de unos 300 mts y una anchura hasta 100 mts. En la parte oriental, en este cuerpo infrayace casi directamente las calizas, separándose de éstas por un pequeño espesor de rocas piroclásticas, pero en las zonas de los Viejos Laboreos por el Lente del mineral, con un espesor hasta de 2 mts.

Las relaciones de estos dos cuerpos de Bayates, no han sido aún aclaradas, se opina que los Bayates que forman la cumbre de la Loma Colorada yacen estratigráficamente más arriba que infrayacen la capa mineral inferior.

2.1.1. MORFOLOGIA DE LOS CUERPOS MINERALES

En la parte superior de la formación pincelástica de la formación de El Cobre se destacan 3 niveles mineralizados. En estos, por los pozos de búsqueda son contorneados cuerpos minerales: inferior, medio y superior, de los cuales solamente el cuerpo mineral inferior tiene reservas industriales.

La capa inferior (básica) tiene forma de manto, en el plano tiene contornos irregulares sinuosos con algunas bahías y sobresalientes. Su superficie en el plano constituye unos 350 mil m².

La profundidad de la yacencia de la capa mineral está a la distancia de 3,5 hasta 15-30 mts en la parte oeste del yacimiento. Según las condiciones de yacencia la capa mineral puede ser dividida en 2 partes: noreste y oeste (incluyendo en esta su parte central)

Infrayacen la capa mineral, areniscas tobáceas compactas gris-verdosas, de granos finos y Bayates ocrosos, compactos. A veces se encuentran tobas cloríticas de espesores pequeños con fragmentos de Bayates.

La parte oeste del yacimiento, incluyendo la parte central se caracteriza en general por el espesor constante, por la yacencia tranquila de la capa. El espesor de los minerales en que oscila es de 0,75 hasta 3,75 mts; en promedio, constituyendo 1,85 m.

En la parte noreste la capa mineral se caracteriza por variaciones de espesores muy grandes de 0,75 m hasta 13,30 mts, en promedio 4,84 m y también en partes por acúñamientos locales

fuertes de los minerales y por la descomposición de la capa en algunas intercalaciones.

El estrato mineral medio coincide con la parte superior de la secuencia piroclástica y es limitado en su extensión y espesor. Este yace en promedio de 150 m más abajo del techo de la secuencia piroclástica y es más desarrollado en la parte norte y suroeste del yacimiento.

Aquí está representado por un estrato de pequeño espesor, con mineralización pobre. A este estrato pertenecen los minerales de manganeso.

En general los minerales son pobres según su contenido, los minerales de Mn coinciden con las areniscas tobáceas, rojizas, de fragmentos finos y tienen en general la textura bandeada y en la parte noroeste la textura es moteada.

En la parte norte los minerales son más ricos y contienen piromosita de estructura radiolítica. A veces este estrato se caracteriza por ensanchamiento, sobre todo en las partes de asociación de los minerales con los Bayates. El estrato no es constante según su espesor y se acuña rápido.

El estrato mineral superior tiene un caracter local y coincide con el techo de la secuencia piroclástica, directamente en el contacto con la secuencia de calizas. Este se observa en la zona de los Viejos Laboreos en la parte sureste del yacimiento y en la cumbre de Loma Colorada.

Este estrato tiene difusión limitada, genéticamente está reunido con los Bayates que penetran en la parte superior de las secuencias piroclásticas y en la parte inferior de la secuencia de calizas.

El mineral coincide con areniscas tobáceas fina y medianamente fragmentadas y yace en forma de lentes pequeños. La mineralización se acuña rápido al norte después del acuñamiento de los

Bayates.

Como resultado de los trabajos de exploración geológica realizados en el yacimiento "Los Chivos" de agosto de 1962 hasta abril de 1964 Goluborodico Smirnov se obtuvieron los siguientes:

Categoría	Bloque	Reservas Geo.	Contenido en		Relación de MnO_2/Mn
		Balanceadas (TM)	% del Mn	Mineral MnO_2	
B	I	283 074	28,78	29,37	1,36
C ₁	II	86 310	22,84	26,64	1,16
C ₁	III	55 944	31,80	38,70	1,22
C ₁	IV	1035 380	21,33	24,38	1,14
C ₁	V	25 100	15,30	9,65	0,63
<u>B+C₁</u>		<u>1485 808</u>	<u>23,13</u>	<u>27,66</u>	<u>1,19</u>

Las reservas fuera de balance ascienden a 175 275 TM en categoría C₁ y C₂, con un contenido de Mn de 11,71 % en categoría C₁ y de 15,68 % para la categoría C₂.

Se ha planificado poner en explotación los Bloques I y III los cuales tienen reservas de 339 018 TM en categoría B + C₁; con un contenido primario de 29,28% de Mn y 39,27% de MnO₂ y su relación MnO₂/Mn es de 1,34. Estos dos bloques son los que tienen mayor contenido de MnO₂ y por consiguiente una relación favorable de MnO₂/Mn.

El resto de los Bloques del yacimiento no tienen una relación favorable de MnO₂/Mn

Se debe señalar que aunque las reservas que se plantean para la explotación (en los Bloques I y III) presentan relaciones de MnO₂/Mn relativamente bajas de 1,36 y 1,22, respectivamente, se prevee la extracción de cierta forma selectiva para lograr mejores relaciones que se acerquen a la relación óptima de 1,45 para obtenerse mayores producciones de Bióxido de Manganeso (MnO₂).

2.2. - COMPOSICION MINERALOGICA

Los minerales de Mn del yacimiento "Los Chivos" se caracterizan por la presencia de pirolusita y óxido acuosos de manganeso; psilomelano y Wad en su composición. La correlación de estos compuestos de minerales en algunas partes y en conjunto en el estrato mineral no es constante.

Se destacan los minerales de pirolusita-psilomelano y minerales precisamente de pirolusita.

La masa general de los minerales metálicos es cemento de fragmentos de rocas organógeno fragmentadas sedimentarias y de rocas volcágenas. El material fragmentado en general tiene composición de caliza, de caliza arcillosa y con menos frecuencia de silicato. Los fragmentos de rocas volcágenas con frecuencia tienen la composición precisamente de plagioclasa.

2.2.1. - TEXTURA DE LOS MINERALES

Los minerales de composición en forma brechosa, colomorfo-maciza, de nidos y vetillas son los más desarrollados en el yacimiento.

Las texturas brechosas y con apariencia de brechas se caracterizan por la combinación de dos agregados minerales de distintas edades, uno tiene forma de fragmentos (rocas y minerales que forman rocas), otro en forma de masa que cementa (minerales de manganeso). Los fragmentos están representados por calizas, areniscas órgano-fragmentados, areniscas calcáreas, rocas volcanógenas de composición precisamente de plagioclasas. En los fragmentos se encuentran también los minerales metálicos de magnetita y de hematita. Con frecuencia el material fragmentado está coloreado en tonos pardos a consecuencia de las hidroxidas de hierro distribuidas dispensamente de éstos. La textura con apariencia de brechas son características para

los minerales más ricos y brechosas para los pobres. A veces por las formaciones de minerales con apariencia de brechas se desarrollan óxido de manganeso en forma de bandas colomórficas-zonales.

Las texturas colomórficas de los minerales continuas se formaron a consecuencia de la gran actividad de cemento mineral y esto favoreció también la composición más activa de las rocas reemplazadas por metálicos.

La constitución bandeada de vetitas y de nidos es típica para los minerales más pobres. Las formaciones de la última llenan grietas en las areniscas calcáreas arcillosas y también en las rocas tobáceas y concentrándose en unas partes forman nidos. Los nidos de composición de pirolusita-psilomelano coinciden con las zonas más porosas de las rocas. Con frecuencia en el mismo campo visual se establece que todas las vetitas se reúnen directa e indirectamente con los nidos.

De las investigaciones se obtiene que los minerales de mena de manganeso son la pirolusita, psilomelano y psilomelano-wad. De otros minerales presentes resultan: la magnetita, hematita, limonita, hidrogoethita; de los minerales que son poco frecuentes se encuentran: ilmenita, pirita.

De los no metálicos encontramos: plagioclasa, calcita, ceolitas, piroxenos, hornblenda, cuarzo, calcedonia, ópalo montmorillonita y montronita.

Los minerales de Mn del yacimiento "Los Chivos" están representados por una composición de pirolusita-psilomelano.

Los minerales de manganeso-psilomelano están representados por variedades de granos finos, compactos y negros. En los minerales el psilomelano está representado en 3 variedades: 1) psilomelano de grano fino, 2) psilomelano que forma finas vetas y rebordes en la pirolusita y 3) psilomelano que forma acumulaciones porosas en las formaciones esqueléticas más densas de

pirolusita y de psilomelano de grano fino.

La pirolusita en los minerales forma segregaciones densas de forma incorrecta que se acumulan frecuentemente como intercalaciones separadas dentro de la capa mineral.

La pirolusita está formada principalmente por agregados radio-líticos y concéntricamente zonales, que están divididos por un fino sistema de grietas. En las grietas se encuentra la pirolusita-polianita redepositadas. Los minerales de pirolusita no tienen extensión del área.

Las rocas que contienen minerales son las tobas, tufitas, areniscas turáceas. Es característica la asociación de los minerales de Mn con las formaciones silíceas en forma de jaspe, muy extendidas por toda la masa piroclástica.

2.3. - CONDICIONES HIDROGEOLOGICAS Y TECNICO MINERA DEL YACIMIENTO "LOS CHIVOS"

El yacimiento "Los Chivos" está situado en la cima y pendiente de una loma aislada con una cota máxima de superficie de 285 mts sobre el nivel del mar. Desde la cima de la loma la superficie desciende suavemente en todas direcciones. La zona mayor se observa en el valle del río Guaninicúm, que se extiende a unos 0,8-1,5 Km desde el noreste hacia el suroeste, hacia el este y sureste del yacimiento. La cota de la parte del valle está en límites de 150-160 mts. Desde el yacimiento en dirección hacia el río se extiende una depresión con un valle profundo, por el que pasa un desagüe superficial.

En la parte noroeste la superficie desciende bruscamente hacia la depresión, que se extiende en dirección oeste con cotas entre los límites del yacimiento de cerca de 200 mts. Por esta depresión también corre un desagüe superficial.

La superficie desciende más suavemente hacia el norte y el sur hasta las cotas de 190-200 mts.

En los límites de extensión de la capa mineral la diferencia de las alturas de la superficie forma cerca de 60 mts y entre el punto más alto del yacimiento y río Guaninicúm 90 — 100 mts. El carácter descripto del relieve determina la limitación del área de alimentación acuífera de la zona del yacimiento (cerca de 2 Km²) y condiciona el desagüe superficial extensivo en el período de las lluvias.

El carácter del cambio de los niveles de agua concuerda con el relieve de la superficie. La profundidad de la yacencia del nivel de agua, dependiendo del relieve oscila desde 8 hasta 25 mts.

En la depresión, en la parte oriental del yacimiento en cota de 162-964 mts, se observa la salida de las aguas subterráneas hacia la superficie desde el túnel Ranfla Vieja con un caudal desde 1 hasta 1,5 litros por segundos.

La dirección del desagüe subterráneo es análoga a la de la superficie y está dirigida desde los elementos elevados del relieve hacia los descensos. La principal corriente subterránea se dirige al río Guaninicúm.

Las aguas subterráneas son dulces, con una mineralización de 0,400-0,450 g/l; la composición es hidrocarbonatada de calcio. Al explotar el yacimiento debemos esperar las condiciones hidrogeológicas más complejas en la parte noreste del mismo, donde el cuerpo mineral yace a una profundidad superior a los 100 m y tiene una falla tectónica de dirección submeridional.

Los minerales de Mn de la capa mineral inferior y básica yacen en la parte superior de las rocas tobáceas de la formación del El Cobre.

La capa inferior tiene en el plano contornos sinuosos e irregulares. La capa buza suavemente con pequeños hundimientos hacia el oeste (3° - 10°) y hacia la parte noroeste, en la zona

de la falla, esta capa buza un ángulo de 25-30° hacia el este y se acuña a profundidad de 102 mts.

El espesor de la capa es variable, en la parte occidental varía de 0,20 hasta 3,75 m, promedio 1,85 mts, en la parte noreste de 2,00-540 hasta 13,30 m; promedio 4,84 mts.

Los minerales están representados por segregaciones masivas re niculares de pirolusita que miden de 2-5 m, en las areniscas tobáceas de grava fina y rosados. En la parte noreste del yaci miento los minerales están formados, principalmente, por piro lusita y en menor cantidad por psilomelano. El techo de la ca pa mineral se cubre por areniscas tobáceas fino cristalinas ma cizas de láminas finas y medias con planos de intercalaciones bien observados.

2.4. - SISTEMA DE ~~EX~~PLOTACION MINERA

El proceso tecnológico de la mina de manganeso del yacimiento "Los Chivos" según la literatura No. 1 se propone que se efec túe de la forma que se explica a continuación:

La cantera está situada aproximadamente a 2 Km al sureste del lugar de ubicación de la planta de Beneficio.

El destape inicial de la cantera se efectuará por la voladura de la capa estéril, que cubre el manto de mineral de manganeso extrayéndose con cargador frontal y cargándose en camiones ha cia el depósito de la escombrera, localizada fuera del área del yacimiento, al norte del Bloque III y a menos de 1 Km de distancia de tiro con camión.

El proceso de destape consta de las siguientes partes:

Limpieza de la capa vegetal con buldózer de estera hudsráulica.

Barrenación de la red de voladura con carretillas barrenado ras con diámetro de 80-100 mm.

Carga de los barrenos con explosivos de fabricación nacional.
Disparo.

Apilamiento con buldózer de esteras y carga con equipo carga dor frontal de ruedas de goma con cuchara de $1,5-2 \text{ m}^3$ de capacidad.

Traslado del estéril en camiones de volteo de 8 m^3 .

Proceso de Extracción del Mineral

Este proceso es similar al de destape, utilizando los mismos tipos de equipos, los cuales se recibirán por asignación centralizada.

Los métodos a utilizar, tanto en el destape como en la extracción del mineral son convencionales a este tipo de yacimiento de pequeño nivel de producción en la práctica mundial.

2.5. - COMPOSICION QUIMICA DE LOS MINERALES

El componente principal en los minerales es el Mn que está representado por especies bi y tetravalente.

El contenido de Mn en los minerales oscila de 7,61 % hasta 38,53 %. El promedio según el yacimiento es 23,30 %. El Bióxido de Mn puro, es decir, la correlación MnO_2/Mn es de 1,48.

Los minerales en su mayoría son óxidos de la composición de pirolusita-psilomelano.

Los análisis químicos establecen que los óxidos principales de Mn son MnO_2 , ^{MnO} que forman mineral- SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , MgO y una cantidad no considerable de Fe_2O_3 . Las mezclas nocivas azufre y fósforo que contienen los minerales están en límites no considerables.

El contenido de Fe en los minerales oscila en cantidades de 3,1 hasta 4,7 %. El contenido de calcita es de 3,66 %. El contenido alto de SiO_2 y Al_2O_3 está unido con los minerales no metálicos, cuarzo, calcedonia, ceolitas, montmorillonita y montronita.

Los análisis químicos han demostrado que los minerales según el contenido de Mn y MnO_2 pertenece a los minerales siderome-

talúrgicos de la composición de pirolusita-psilomelano. La Relación MnO_2/Mn está en los límites de 1,20-1,48; (promedio 1,35) para los minerales químicos esta correlación debe ser de 1,48 y más elevado.

La distribución del contenido del Mn en el yacimiento no es uniforme. En la zona central, oeste y norte del yacimiento el contenido de Mn oscila de 10,51 % hasta 30,14 % (promedio 21,33 %). En la zona nordeste los minerales son más ricos y el contenido de Mn oscila de 16,21 % hasta 38,59 % (promedio 29,21 %).

Los minerales químicos fueron encontrados solamente en algunos pozos y pozos criollos.

CAPITULO III - PROPUESTA TECNOLÓGICA PARA EL TRATAMIENTO DE MINERALES DE Mn DEL YACIMIENTO "LOS CHIVOS"

3.1. DATOS INICIALES PARA LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

Para el inicio del trabajo de análisis de las propuestas tecnológicas para el Beneficio de los minerales de manganeso del yacimiento "Los Chivos" la Empresa Minera de Santiago indicó la confección de una planta con una capacidad para procesar 200 toneladas por día con un tamaño máximo de alimentación a la planta de preparación del mineral de 250 mm, así como un tamaño máximo de alimentación a la sección de Beneficio hidrográvitico de 25 mm permitiendo que se efectuara una valoración con respecto a la cantidad de turnos de trabajo necesarios para el funcionamiento de la misma, teniendo en consideración que los mismos serán de 7 horas laborables. Además se tiene en cuenta que el tiempo de la sección de trituración es de 6 días por semana.

Además de ello la Empresa Minera Santiago ofrece como consideraciones la utilización de un triturador de quijada en la primera etapa de trituración, así como la utilización de trituradores de masa (rollos) en la segunda y tercera etapa de trituración. Esto se hace en base a que dichos equipos se encuentran en los almacenes de la Empresa con lo que se evitaría la compra de los mismos.

En base a las consideraciones de la Empresa y datos obtenidos en la práctica se presentan dos variantes en dependencia del número de turnos de trabajo.

Primera Variante:

La capacidad de la sección de trituración por horas se calcula en base a la Relación de:

$$Q = \frac{\dots Q_t \dots}{M_d, M_t, M_n}$$

Qt Capacidad de la planta en t/d , 200 t/d.

Md Tiempo de trabajo de la sección de trituración: 6 días.

Mt Turnos de trabajo Mt = 3 turnos.

Mn Horas de trabajo por turnos: 7 horas.

Por lo que para los 3 turnos de trabajo sería:

$$Q_1 = \frac{200}{6.3.7} = 1,58 \text{ t/h}$$

Segunda Variante:

En caso de utilizar 2 turnos de trabajo en vez de 3 turnos la cantidad de toneladas por horas que entran a dicha sección:

$$Q = \frac{200}{6.2.7} = 2,38 \text{ t/h}$$

3.2. ESQUEMAS TECNOLOGICOS

Con respecto al tipo de Esquema Tecnológico para la preparación mecánica de los minerales de manganeso se analizan 2 variantes de Esquemas. La primera variante de Esquema aparece en la Figura No. 2. La misma está compuesta por 3 etapas de trituración, sometiendo a un lavado previo el mineral que sale de la primera etapa de trituración debido al contenido arcilloso que trae consigo el mineral y con un cribado preparatorio en la tercera etapa de trituración en circuito cerrado, obteniendo así el mineral con los requisitos planteados para el paso del mismo a la sección de Beneficio.

Para el análisis de dicho Esquema se utiliza el método de cálculo que a continuación se detalla basado en las literaturas 4 y 5.

A: Grados de trituración en general y por etapas de la Sección (S)

$$S_g = \frac{d_1 = 250}{d_{\text{sal}} \quad 25} = 10 ; \quad S_1 = 3, S_2 = 2, S_3 = 1,7.$$

B: Tamaño de los pedazos máximos según las etapas de trituración.

$$d_2 = \frac{d_1}{S_1} = \frac{250}{3} = 75 \text{ mm}$$

$$d_5 = \frac{d_2}{S_2} = \frac{75}{2} = 37,5 \text{ mm}$$

$$d_9 = 25 \text{ mm}$$

C: Dimensión de las aberturas de descarga (i)

$$i_1 = \frac{d_2}{Z_1} = \frac{75}{1,3} = 57,69 \text{ mm}$$

$$i_2 = \frac{d_3}{Z_2} = \frac{37,5}{2,1} = 17,85 \text{ mm}$$

$$i_3 = 0,8 \cdot d_9$$

$$i_3 = 0,8 \cdot 25$$

$$i_3 = 20 \text{ mm}$$

Las Z están calculadas en base a la literatura No. 4.

D: Dimensiones de las aberturas de carga (B)

$$B = (1,1 \div 1,2) d$$

$$B_1 = 1,15 d_1 = 1,15 \cdot 250 = 287,5 \text{ mm}$$

$$B_2 = 1,15 d_2 = 1,15 \cdot 75 = 86,25 \text{ mm}$$

$$B_3 = 1,15 d_5 = 1,15 \cdot 37,5 = 43,12 \text{ mm}$$

E: Dimensiones de la abertura de la criba.

$$d_a \geq a, \geq i_3 \quad a_1 = d_9 = 25 \text{ mm}$$

F: Eficiencia de la operación de cribado

$$E_1 = 0,75$$

G: De datos de la práctica y estudios realizados se toman como característica granulométrica del producto 1 de

Alimentación (Anexo II)

Clase de Tamaño <u>mm</u>		% en Peso	% en Peso Acumulativo
- 250	+ 187,5	8	8
- 187,5	+ 125	12	20
- 125	+ 62,5	17	37
- 62,5	+ 31,25	20	57
- 31,25	+ 0	43	100

H: La característica granulométrica del producto 2 se elige en base a las características granulométricas de trituradores de quijada (Anexo II)

I: Peso de los productos de la primera etapa de trituración

$$Q_1 = 200 \text{ t/d (alimentación a la planta)}$$

$$Q_2 = 200 \text{ t/d}$$

J: Peso de los productos de la segunda etapa de trituración

De la operación de lavado sale como reboso Q_3 con un % en peso de 26,6 % según referencia No. 2.

$$Q_3 = 53,2 \text{ t/d}$$

$$Q_4 = 146,8 \text{ t/d}$$

$$Q_5 = 146,8 \text{ t/d}$$

La característica granulométrica de los productos 5 y 8 se calculan en base a la característica granulométrica para trituradoras de masa (Anexo II)

K: Peso de los productos de la tercera etapa de trituración

$$Q_6 = Q_5 \cdot \beta_5^{al} \cdot E_1; \beta_5^{-al} = 0,87$$

$$Q_6 = 95,78 \text{ t/d}$$

$$Q_7 = Q_5 - Q_6$$

$$Q_7 = 51,02 \text{ t/d}$$

$$Q_8 = 51,02 \text{ t/d}$$

$$Q_9 = 146,8 \text{ t/d}$$

La característica granulométrica del producto 9 se calcu

la en base a la característica del producto 8 y aparece en el Anexo II.

$$B_9^{-d} = B_5^{-d} \cdot E_1^{a_1} + (1 - B_5^{-a_1} \cdot E_1^{-a_1}) B_8^{-d}$$

$$B_9^{-4} = 0,23 \quad \text{-----} \quad 71\%$$

$$B_9^{-12} = 0,62 \quad \text{-----} \quad 38\%$$

$$B_9^{-20} = 0,93 \quad \text{-----} \quad 7\%$$

$$B_9^{-28} = 0,98 \quad \text{-----} \quad 2\%$$

L: La superficie de cribado de la tercera etapa de trituración está dada según la referencia No. 4 por la Fórmula:

$$F = \frac{Q_5}{q \cdot f \cdot k \cdot l \cdot m \cdot n \cdot o \cdot p}$$

$$Q_5 = 146,8 \text{ t/d}$$

$$q = 31 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h.}$$

$$f = 2,2$$

$$k = 1,3; B_5^{a_{1/2}} = 57\%$$

$$l = 0,95; B_5^{25} = 13$$

$$m = 1,2$$

$$n = 1,0$$

$$o = 1,0$$

$$p = 1,0$$

Los términos q, k, l, m, n, o, p, fueron calculados por medio de la referencia No. 4.

La superficie de cribado de la criba de la tercera etapa de trituración tendrá un área $F = 1,45 \text{ m}^2$.

M: El producto 9 obtenido de la trituración con un tamaño $d = 25 \text{ mm}$ es necesario cribarlo con el objetivo de poder lo someter al tratamiento de JIG por fracciones por lo que se utilizan 2 cribas de 2 paños (12,7; 5;3 y 1,2 mm) El área o superficie de cribado de la criba de 2 paños (12,7 y 5 mm)

Para el paño de 12,7 mm

$$Q_9 = 146,8 \text{ t/d}$$

$$q = 24,1 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h.}$$

$$\delta = 2,2$$

$$k = 1,0 ; B_9^{12,7/2} = 36\%$$

$$l = 1,05 ; B_9^{12,7} = 35\%$$

$$m = 1,3$$

$$n = 1,0$$

$$o = 1,0$$

$$p = 1,0$$

El área de cribado del paño de 12,7 mm sería de

$$F = 1,57 \text{ m}^2$$

Para el paño de 5 mm

$$Q = 122,4 \text{ t/d}$$

$$q = 11 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h.}$$

$$\delta = 2,2$$

$$k = 0,5 ; B_9^{5/2} = 15\%$$

$$l = 1,65 ; B_9^5 = 10\%$$

$$m = 1,3$$

$$n = 1,0$$

$$o = 1,0$$

$$p = 1,0$$

El área de cribado del paño de 5 mm sería de $F = 4,71 \text{ m}^2$.

La superficie de cribado por paños de la criba de 2 paños (3 y 1,2 mm)

Para el paño de 3 mm

$$Q = 69,2 \text{ t/d}$$

$$q = 6,0 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h.}$$

$$\delta = 2,2$$

$$k = 0,4 ; B_9^{3/2} = 9\%$$

$$l = 2,0 ; B_9^3 = 83\%$$

$$m = 1,3$$

$$n = 1,0$$

$$o = 1,0$$

$$p = 1,0$$

El área de cribado del paño de la criba de 3 mm sería de

$$F = 5,04 \text{ m}^2$$

Para el paño de 1,2 mm

$$Q = 34,6 \text{ t/d}$$

$$q = 4,4 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h.}$$

$$\sigma = 2,2 \quad 1,2/2$$

$$K = 0,2 \quad ; \quad B_9 = 4 \%$$

$$l = 3,36 \quad ; \quad B_9^{1,2} = 93 \%$$

$$m = 1,3$$

$$n = 1,0$$

$$o = 1,0$$

$$p = 1,0$$

El área de cribado del paño de 1,2 mm sería de $F = 4,09 \text{ m}^2$

Los equipos de trituración de las I, II y III etapas, son equipos recomendados por la Empresa Minera Santiago que se encuentran en almacén. Sus características aparecen en la Tabla No. 1 que consta de la relación de equipos a utilizar en dicha variante por operaciones así como sus características principales y potencia efectiva de cada equipo. La cadena de equipos de dicha variante aparecen en el Anexo III.

TABLA No. 1

RELACION DE EQUIPOS A UTILIZAR EN LA PRIMERA VARIANTE DE
ESQUEMA TECNOLÓGICO

TRITURACION	EQUIPOS	CANTIDAD	POTENCIA Kw
Trituración Gruesa	Triturador de Quijada	1	30,01
Lavado	Low Washer	1	10,0
Clasificador	Clasificador de Espiral	1	30,0
Trituración Media	Molino de Masa	1	20,0
Cribado II Etapa	Zaranda Vibratoria	1	15,0
Trituración Fina	Molino de Masa	1	20,0
Cribado Final	Cribas de 2 Paños	2	15,0
Beneficio	Jig	8	4000,00
Beneficio	Mesas de Concentración	2	6,0

La segunda variante de Esquema Tecnológico para la preparación del mineral de manganeso del yacimiento aparece en la Figura No. 3.

Esta posee 3 Etapas de trituración al igual que la primera variante, sólo que la diferencia de ésta posee en la primera Etapa de trituración un cribado preparatorio en circuito cerrado apareciendo la operación de lavado en la II Etapa de trituración.

Primera Variante de Esquema Tecnológico para la preparación del mineral (sección de trituración).

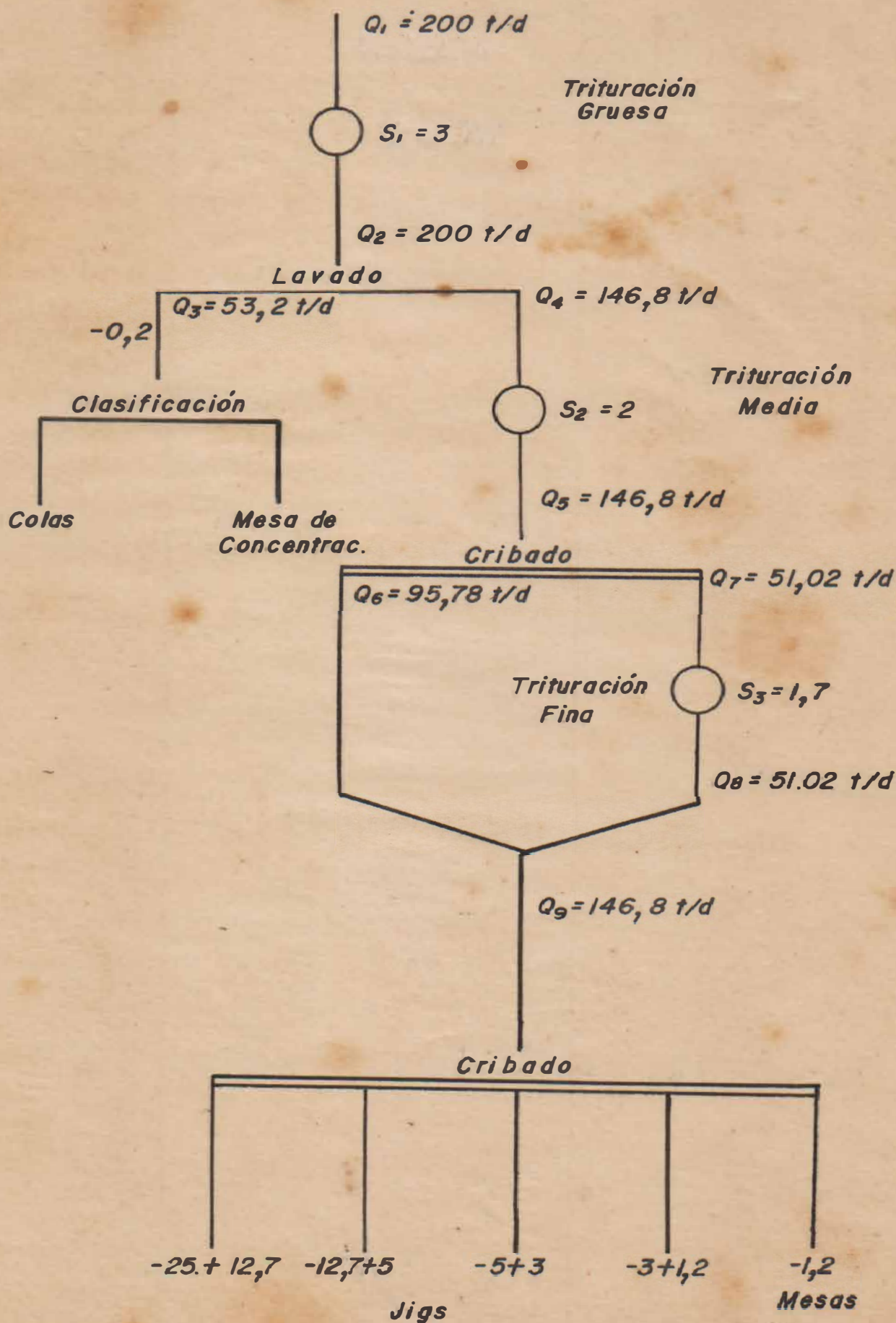


Fig. N°2

Al igual que la variante anterior el método de cálculo se fundamenta en las Literaturas mencionadas (4 y 5)

A: Grados de trituración general y por Etapas de la sección de trituración.

$$S_g \frac{d_1}{d_{sal}} = \frac{250}{25} = 10 \quad S_1 = 3, \quad S_2 = 2, \quad S_3 = 1,7$$

B: Tamaño de los pedazos máximos según las etapas de trituración.

$$d_1 = 250 \text{ mm}$$

$$d_5 = \frac{d_1}{S_1} = \frac{250}{3} = 75 \text{ mm}$$

$$d_8 = \frac{d_1}{S_1 \cdot S_2} = \frac{250}{6} = 41,6 \text{ mm}$$

$$d_{12} = 25 \text{ mm}$$

C: Dimensiones de las aberturas de descarga (i)

$$i_1 = \frac{d_5}{Z_1} = \frac{75}{1,3} = 57,69$$

$$i_2 = \frac{d_8}{Z_2} = \frac{41,6}{2,1} = 19,80$$

$$i_3 = 0,8 \cdot d_{12}$$

$$i_3 = 20 \text{ mm}$$

D: Dimensiones de las aberturas de cargas (B)

$$B = (1,1 \div 1,2) \cdot d$$

$$B_1 = 1,15 \cdot d_1$$

$$B_1 = 287,5 \text{ mm}$$

$$B_2 = 1,15 \cdot d_5$$

$$B_2 = 86,25 \text{ mm}$$

$$B_3 = 1,15 \cdot d_8$$

$$B_3 = 47,84 \text{ mm}$$

E: Dimensiones de las aberturas de las cribas

$$a_1 = 75 \text{ mm} \quad d_5 \geq a_1 \leq i_1$$

$$a_2 = 25 \text{ mm} \quad d_{12} \geq a_2 \leq i_2$$

F: Eficiencia de las operaciones de cribado

$$E_1 = 0,70$$

$$E_2 = 0,75$$

G: Debido a que el producto alimentado a la sección de trituración no varía la característica granulométrica de este producto es la misma que se representa para la primera variante no obstante queda representada de igual forma en el Anexo IV.

Dimensiones de las clases en fracciones <u>mm</u>	% en peso de las clases	% en peso acumula- tivo según el re- tenido.
- 250 + 187,5	8	8
- 187,5 + 125	12	20
- 125 + 62,5	17	37
- 62,5 + 31,25	20	57
- 31,25 + 0	43	100

H: Pesos de los productos de la primera Etapa de trituración.

$$Q_1 = 200 \text{ t/d}$$

Se calcula Q_2 en base a la característica granulométrica del producto de alimentación (Producto 1)

$$Q_2 = Q_1 \cdot B_1^{-a_1} \cdot E_1 \quad B_1^{-a_1} = 0,67 ; a_1 = 75 \text{ mm}$$

$$Q_2 = 93,80 \text{ t/d}$$

$$Q_3 = Q_1 - Q_2$$

$$Q_3 = 106,20 \text{ t/d}$$

$$Q_4 = 106,20 \text{ t/d}$$

$$Q_5 = Q_1 = 200 \text{ t/d}$$

La característica granulométrica del producto se calcula en base a las características de la experiencia y estudios que existen para trituradores de quijada (Anexo IV).

En base a la característica granulométrica del producto 4 se calcula la característica granulométrica del producto 5 (Anexo IV).

no IV).

$$B_5^{-d} = B_1^{-d} \cdot E_1^{-a_1} + (1 - B_1^{-a_1} \cdot E_1^{-a_1}) B_4^{-d}$$

$$B_5^{-23,07} = 0,44 \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 56 \%$$

$$B_5^{-46,15} = 0,70 \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 30 \%$$

$$B_5^{-57,69} = 0,74 \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 26 \%$$

$$B_5^{-69,22} = 0,77 \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 23 \%$$

i: Peso de los productos de la II Etapa de trituración.

$$Q_5 = Q_1 = 200 \text{ t/d.}$$

Debido a que Q_5 entra en la operación de lavado por el reboso sale un % en peso de 26,6 %, lo que significa que

$$Q_6 = 53,2 \text{ t/d}$$

$$Q_7 = Q_5 - Q_6$$

$$Q_7 = 146,8 \text{ t/d}$$

$$Q_8 = Q_7 = 146,8 \text{ t/d}$$

La característica granulométrica del producto 8 se calcula en base a la característica granulométrica de los productos para trituradores de masa (Aparece en el Anexo IV).

J: Peso de los productos de la III Etapa de trituración.

$$Q_8 = 146,8 \text{ t/d.}$$

Para calcular el peso del producto 9 (Q_9) se hace en base a la característica del producto 8.

$$Q_9 = Q_8 \cdot B_8^{-a_2} \cdot E_2 \quad ; \quad B_8^{-25} = 0,94$$

$$Q_9 = 103,49 \text{ t/d}$$

$$Q_{10} = Q_8 - Q_9$$

$$Q_{10} = 43,31 \text{ t/d}$$

$$Q_{11} = Q_{10} = 43,31 \text{ t/d}$$

$$Q_{12} = 146,8 \text{ t/d}$$

La característica granulométrica del producto 11 se calcula en base a la característica granulométrica de los trituradores de masa (Anexo IV), y en base a esta se calcula la característica granulométrica del producto 12.

$$B_{12}^{-d} = B_8^{-d} \cdot E_2^{-a_2} + (1 - B_8^{-a_2} \cdot E_2^{-a_2}) B_{11}^{-d}$$

$$B_{12}^{-4} = 0,26 \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 74 \%$$

$$B_{12}^{-12} = 0,62 \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 38 \%$$

$$B_{12}^{-20} = 0,86 \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 14 \%$$

$$B_{12}^{-28} = 0,95 \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 5 \%$$

K: La superficie de cribado de la criba de la I Etapa de trituración.

$$Q_1 = 200 \text{ t/d}$$

$$q = 52,5 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h.}$$

$$\delta = 2,2$$

$$k = 1,1 \quad ; \quad B_1^{75/2} = 48 \%$$

$$l = 1,04 \quad ; \quad B_1^{75} = 32 \%$$

$$m = 1,2$$

$$n = 1,0$$

$$o = 1,0$$

$$p = 1,0$$

El área de cribado del paño de la criba de 75 mm de la primera Etapa de trituración sería de $F = 1,26 \text{ m}^2$.

l: La superficie de cribado de la criba de 25 mm de la III Etapa de trituración.

$$Q = 146,8 \text{ t/d}$$

$$q = 50 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ h.}$$

$$\delta = 2,2$$

$$K = 1,25 \quad ; \quad B_8^{25/2} = 54 \%$$

$$l = 0,95 \quad ; \quad B_8^{25} = 6 \%$$

$$m = 1,3$$

$$n = 1,0$$

$$o = 1,0$$

$$p = 1,0$$

El área de cribado de esta criba sería de $F = 0,876 \text{ m}^2$.

m: El producto 12 obtenido de la trituración con un tamaño

de 25 mm es necesario cribarlo al igual que la primera variante con el objetivo de someterlo al tratamiento de JIG. El cálculo de las 2 cribas de 2 paños es semejante al de la primera variante.

El equipamiento de trituración al igual que la primera variante aparece representado en la Tabla No. 2 Especificaciones (trituradores de quijada y de rollos)

La cadena de equipos aparece representado en el Anexo V.

TABLA No. 2

RELACION DE EQUIPOS A UTILIZAR EN LA SEGUNDA VARIANTE DE ESQUEMA TECNOLÓGICO

OPERACION	EQUIPOS	CANTIDAD	POTENCIA KW
Cribado Ira. Etapa	Zaranda Vibratoria	1	15,0
Trituración Gruesa	Triturador de Quijada	1	30,0
Lavado	Low Washer	1	10,0
Clasificador	Clasificador de espiral	1	30,0
Trituración Media	Molino de Masa	1	20,0
Cribado III Etapa	Zaranda Vibratoria	1	15,0
Trituración Fina	Molino de Masa	1	20,0
Cribado Final	Cribas de 2 paños	2	15,0
Beneficio	JIG	8	4000,0
Beneficio	Mesas de Concentración	2	6,0

Segunda Variante de Esquema Tecnológico para la preparación del mineral de trituración/

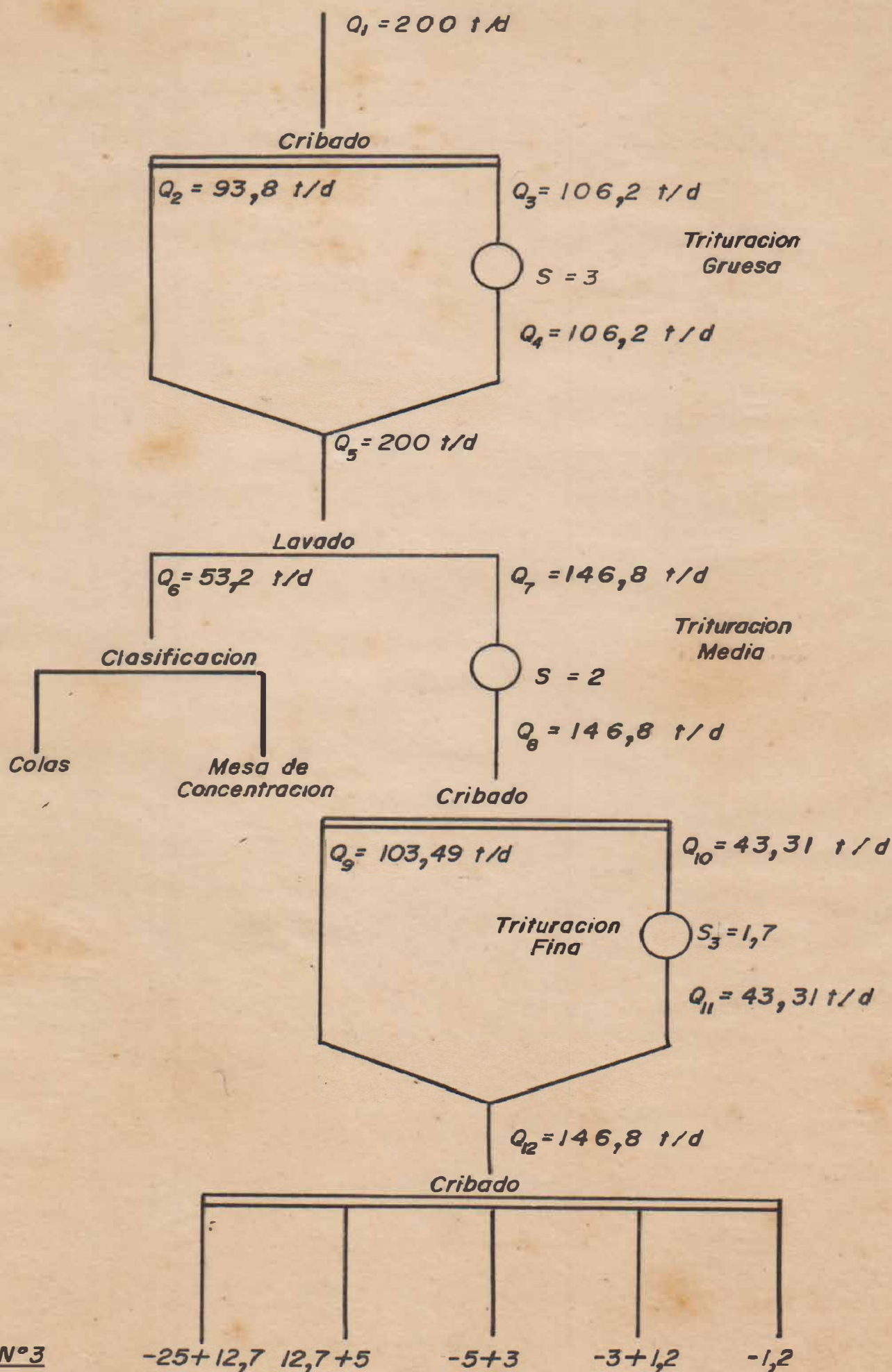


Fig. N° 3

3.3. - BALANCE DE MATERIALES DE LOS MINERALES DE MANGANESO

Este Balance de Materiales se efectúa para las 2 variantes propuestas en base a los datos tomados del informe 570 realizado por el CIPIMM.

De la separación total de la muestra en diferentes rangos granulométricos por vía seca, las fracciones mayores se trituraron bajo 25 mm en el molino de quijada. Se determinó el análisis químico por fracciones y en base al peso total de cada una se calculó la composición química de muestras de cabeza.

Análisis químico calculado de la cabeza y de las distintas fracciones de la muestra.

ANALISIS QUIMICO DE CABEZA

Mn	29,30 %
MnO ₂	43,93 %
SiO ₂	25,04 %
Fe	3,37 %
CaO	4,6 %
MgO	0,74 %
R $\frac{\text{MnO}_2}{\text{Mn}}$	1,50

Análisis granulométrico por vía seca y química por fracciones

FRACCIONES EN MM

	+ 50	-50+25	-25+12,7	-12,7+5	-5+1,2	-1,2
% en Peso	22,30	14,71	14,65	15,09	20,25	13
% Mn	32	34,50	32,80	31,20	25,80	18,20
% MnO ₂	46,23	49	47,23	49,76	40,85	28,47
% SiO ₂	26,27	21,03	20,60	18,50	25,15	39,95
% Fe	3,30	2,93	2,75	2,95	3,70	4,67
% CaO	5,47	4,96	4,96	3,71	4,10	4,10
% MgO	0,944	1,048	1,048	0,50	0,48	0,48
R $\frac{\text{MnO}_2}{\text{Mn}}$	1,44	1,42	1,44	1,59	1,58	1,56

El proceso de lavado del mineral se realizó con una relación

líquido-sólido de 1-2, agitándose durante un tiempo de 20 a 25 minutos y se le añadió a continuación agua hasta alcanzar una relación de 8 a 10.

A continuación se plantea el análisis químico de la cabeza de cada fracción después de lavada la muestra.

Análisis químico de la cabeza (Mineral lavado)

Mn	35,5 %
MnO ₂	51,68 %
R $\frac{\text{MnO}_2}{\text{Mn}}$	1,45

Análisis químico de cada fracción

FRACCIONES EN mm

	-25+12,7	-12,7+5	-5+12	-1,2
% en peso	31,40	43,31	19,78	5,51
% Mn	38	35	34,19	24,50
% MnO ₂	54,33	51	53	37,28
% SiO ₂	16,80	20,06	—	—
% Fe	2,40	3,72	—	—
R $\frac{\text{MnO}_2}{\text{Mn}}$	1,43	1,46	1,55	1,52

En base a los ^{Mn} contenidos ofrecidos por la literatura No. 2 en la Tabla No. 3 se ofrece el balance del material realizado para cada fracción que pasa a los Jigs así como la fracción -1,2 mm tratada en mesa de concentración como se propone.

En la misma el cálculo de las recuperaciones generales de los diferentes productos de cada fracción tratada en los JIGS y me sas de concentración se realizó por la fórmula de contenidos que a continuación se representa:

$$\epsilon = \frac{B \cdot r}{\alpha}$$

En la Tabla No. 4 se ofrece el análisis de los productos obtenidos en JIGS y mesas de concentración para los concentrados de cada fracción tratada, así como las Tablas 5 y 6 ofrecen

los resultados de los refondos y colas, respectivamente. En la Tabla No. 7 se ofrece el resultado total de cada producto, es decir, concentrados, refondos y colas.

BALANCE DE MATERIALES DE MINERAL DE Mn YACIMIENTO "LOS CHIVOS"

Cubero

Mineral molido - 25 mm

	Mn	MnO ₂
α	29,4	42,54
R	1,45	

γ	12,2	
α	Mn	MnO ₂
β	40,28	55,20
ϵ	18,75	25,83
R	1,27	

-12,7 ± 0 mm		
γ	22,5	
	Mn	MnO ₂
β	38,28	51,15
ε	27,93	37,11
R	1,40	

-5+3mm		
f	12,3	
	Mn	MnO ₂
β	34,86	52,74
ε	14,58	15,81
R	1,51	

-3 + 1,2 mm		
γ	11,6	
	Mn	MnO ₂
β	30,98	47,14
ε	12,21	12,80
R	1,52	

-1,2 + 0,2 mm		
Г	14,5	
	Mn	MnO ₂
В	23,98	35,88
Е	11,82	12,20
А	1,49	

-0,2 mm		
γ	26,6	
	Mn	MnO ₂
β	18,26	26,57
ε	16,52	16,63
ρ	1,46	

218																																																					
Concentrado	Refinado	Ex 100																																																			
<table border="1"> <tr><td>I</td><td>4,5</td></tr> <tr><td>α</td><td>Mn</td><td>MnO₂</td></tr> <tr><td>β</td><td>46,40</td><td>62,14</td></tr> <tr><td>ε</td><td>2,07</td><td>4,67</td></tr> <tr><td>ε</td><td>42,30</td><td>45,40</td></tr> <tr><td>R</td><td>1,40</td><td></td></tr> </table>	I	4,5	α	Mn	MnO ₂	β	46,40	62,14	ε	2,07	4,67	ε	42,30	45,40	R	1,40		<table border="1"> <tr><td>I</td><td>0,2</td></tr> <tr><td>α</td><td>Mn</td><td>MnO₂</td></tr> <tr><td>β</td><td>27,00</td><td>30,38</td></tr> <tr><td>ε</td><td>0,20</td><td>0,23</td></tr> <tr><td>ε</td><td>0,20</td><td>1,49</td></tr> <tr><td>R</td><td>1,26</td><td></td></tr> </table>	I	0,2	α	Mn	MnO ₂	β	27,00	30,38	ε	0,20	0,23	ε	0,20	1,49	R	1,26		<table border="1"> <tr><td>I</td><td>7,7</td></tr> <tr><td>α</td><td>Mn</td><td>MnO₂</td></tr> <tr><td>β</td><td>30,00</td><td>46,39</td></tr> <tr><td>ε</td><td>5,42</td><td>8,70</td></tr> <tr><td>ε</td><td>58,34</td><td>59,30</td></tr> <tr><td>R</td><td>1,04</td><td></td></tr> </table>	I	7,7	α	Mn	MnO ₂	β	30,00	46,39	ε	5,42	8,70	ε	58,34	59,30	R	1,04	
I	4,5																																																				
α	Mn	MnO ₂																																																			
β	46,40	62,14																																																			
ε	2,07	4,67																																																			
ε	42,30	45,40																																																			
R	1,40																																																				
I	0,2																																																				
α	Mn	MnO ₂																																																			
β	27,00	30,38																																																			
ε	0,20	0,23																																																			
ε	0,20	1,49																																																			
R	1,26																																																				
I	7,7																																																				
α	Mn	MnO ₂																																																			
β	30,00	46,39																																																			
ε	5,42	8,70																																																			
ε	58,34	59,30																																																			
R	1,04																																																				

Rat 1-180		
X	0,2	
	Mn	MnO ₂
E	27,00	30,34
ε	0,20	0,23
γ	0,20	1,49
Σ	1,26	

Σ 100		
γ	7,7	
α	Mn	MnO ₂
β	38,00	46,39
ε	8,42	8,72
ε	56,54	55,20
R	1,54	

SiO_2

Concentrate

γ	13,5
	Mn MnO ₂
β	42,20 60,28
ϵ	19,51 19,07
ϵ	69,75 70,24
R	1,41

Refracts

γ	0,2
	Mn MnO ₂
β	32,00 48,28
ϵ	0,21 0,22
ϵ	0,77 0,82
R	1,50

Crises

γ	8,5
	Mn MnO
β	27,20 37,51
ϵ	8,25 7,84
ϵ	28,45 28,23
R	1,28

γ	O, Z	
	Mn	MnO ₂
β	32,00	48,00
ϵ	0,21	0,22
ϵ	0,77	0,83
R	1,50	

β	27,20	37,57
ϵ	8,23	7,84
δ	28,45	28,82
α	1,38	

Concentrado		Refinado		Celas				
f	B, %	f	I, O	f	2, 9			
	Mn	MnO ₂	Mn	MnO ₂	Mn	MnO ₂		
β	40,60	63,22	β	18,48	25,13	β	23,34	35,45
ε	11,81	12,45	ε	0,68	0,58	ε	2,30	2,61
ε	79,60	81,95	ε	4,25	3,67	ε	15,61	14,28
R	1,55		R	1,29		R	1,43	

γ	1,0	
	Mn	MnO ₂
β	18,48	25,13
ϵ	0,66	0,58
ϵ	4,25	3,87
R	1,29	

γ	2,9	
	Mn	MnO ₂
β	23,34	33,49
ϵ	2,30	2,27
$\bar{\epsilon}$	15,81	14,38
η	1,43	

Concentrado

γ	6,7
Ma	MnO ₂
β	40,90 63,09
ε	9,32 9,91
ε	76,33 77,41
R	1,54

Refinado

γ	1,6
Ma	MnO ₂
β	18,69 27,12
ε	1,01 1,01
ε	8,32 7,94
R	1,45

Coles

γ	3,3
Ma	MnO ₂
β	16,75 24,4
ε	1,88 1,6
ε	15,39 14,7
R	1,45

γ	1,6	
	Mo	MnO ₂
β	18,69	27,12
ϵ	1,01	1,01
ϵ	8,32	7,94
R	1,45	

γ	3,3	
	Mn	MnO
β	16,75	24,4
ε	1,88	1,8
E	15,39	14,7
R	1,45	

Concentrado			Coles		
Y	3,45		Y	11,05	
	Mn	MnO ₂		Mn	MnO ₂
β	40,00	62,00	β	18,90	27,75
ε	4,69	5,01	ε	7,1	7,1
ε	40,00	41,13	ε	59,90	58,8
R	1,55		R	1,46	

γ	11,05	
	Mn	MnO ₂
β	18,90	27,7
ε	7,1	7,1
ε	59,90	58,8
η	1,46	

Masa

TABLAS RESUMEN DEL BALANCE DE MATERIALES

TABLA N° 4

ANALISIS DE LOS CONCENTRADOS

FRACCIONES, mm	%	CONTENIDO		DIST. METALURG. EN PESO	
		Mn	MnO ₂	Mn	MnO ₂
-25 + 12,7	4,3	42,40	68,14	2,08	2,93
-12,7 + 5	13,2	42,50	60,24	5,73	8,12
-5 + 3	8,4	40,65	63,22	3,41	5,31
-3 + 1,2	6,2	40,30	63,02	2,74	4,22
-1,2 + 0,2	3,42	40,60	62,00	1,26	2,15
Total	36,35	42,20	62,50	15,34	22,72

TABLA N° 5

ANALISIS DE LOS REFONDOS

FRACCIONES, mm	%	CONTENIDO		DIST. METALURG. EN PESO	
		Mn	MnO ₂	Mn	MnO ₂
-25 + 12,7	0,2	37,00	50,36	0,074	0,100
-12,7 + 5	0,2	32,00	48,03	0,064	0,016
-5 + 3	1,0	19,48	25,13	0,195	0,250
-3 + 1,2	1,6	18,69	27,12	0,290	0,430
Total	3,0	20,33	29,00	0,610	0,87

TABLA N° 6

ANALISIS DE LAS COLAS

FRACCIONES, mm	%	CONTENIDO		DIST. METALURG. EN PESO	
		Mn	MnO ₂	Mn	MnO ₂
-25 + 12,7	7,7	68,25	48,59	2,77	3,72
-12,7 + 5	8,9	27,20	37,53	2,42	3,34
-5 + 3	2,9	23,34	33,49	0,67	0,97
-3 + 1,2	3,3	16,73	24,40	0,55	0,80
-1,2 + 0,2	11,05	18,20	27,76	2,08	3,06
-0,2	26,60	18,26	26,67	4,85	7,01
Total	60,45	22,06	31,39	12,34	18,96

TABLA N° 7

PRODUCTOS FINALES E INTERMEDIOS

PRODUCTOS	%	CONTENIDO		RECUPERACION	
		Mn	MnO ₂	Mn	MnO ₂
CONCENTRADO	36,35	42,20	62,50	2,77	3,72
REFONDOS	3,00	20,33	29,00	2,08	2,04
COLAS	60,45	22,06	31,39	4,54	7,20
CABEZA CALCULADA	99,80	29,34	42,65	2,99	4,95

CAPITULO IV - CALCULO DE EQUIPAMIENTO TECNOLÓGICO QUE SE PROPONE EN CASO DE UTILIZAR 3 TURNOS DE TRABAJO

4.1. METODOS DE CALCULO

-- Equipos de trituración

Para las 2 variantes de esquemas tecnológicos que se proponen que laboren en 3 turnos de trabajo en la sección de trituración la variación de la capacidad de los trituradores no presentan diferencias en sus magnitudes, tales como para tener que calcular diferentes trituradores para cada caso. Por lo que para el cálculo de los trituradores, tanto de quijada como de masas, se toman sus dimensiones de las existentes en los almacenes y plantas de proceso hidrogravimétrico de minerales de manganeso de la Empresa Minera Santiago, las cuales sobrepasan sus capacidades de acuerdo a la capacidad propuesta para cada una de las variantes.

Las dimensiones de estos equipos se dan en la Tabla de Especificaciones de los Equipos.

-- Equipos de lavado

En el caso de los equipos de lavados, la fracción -0,2 mm (reboso) que sale de este equipo representa un 26,6 % en peso, es decir, 53,2 toneladas de mineral al día por lo que se recomienda el tratamiento de dicha fracción y para esto se propone hacer una clasificación de este reboso en un clasificador de espiral, las arenas obtenidas de la clasificación se someteran a un tratamiento a mesas de concentración.

Las características de la máquina lavadora (low Washer) para el lavado del mineral sería:

Angulo de inclinación de la Máquina de 5° a 10°

Largo de la Máquina de 5 a 7 m

Ancho de la Máquina de 1 a 2 m

Frecuencia de trabajo de 10 a 25 R P M

Gasto de agua de 2 a 4 m³/t

Gasto de energía de 0,25 a 0,75 Kw/h/t

-- Equipos de Beneficio (JIG)

De acuerdo a los datos de la práctica y a los estudios realizados por la Investigación 570 del CIPIM se obtuvieron las siguientes fracciones para la alimentación a los Jig.

Fracciones <u>mm</u>	% en Peso	Toneladas por día	Toneladas por horas
- 25+12,7	12,2	24,4	1,01
- 12,7+5	22,6	45,2	1,88
- 5 + 3	12,3	24,6	1,2
- 3+1,2	11,6	23,2	0,9

Según los equipos (JIG) que están disponibles, en desuso y pertenecen a la Empresa Minera Santiago las normas de alimentación o capacidad específica de éstos corresponden a:

Para fracciones grandes $q = 1,5 \text{ t/m}^2 \cdot \text{h}$

Para fracciones pequeñas $q = 1,0 \text{ t/m}^2 \cdot \text{h}$

Por lo tanto el área y la cantidad de JIG necesaria para el tratamiento de cada fracción sería:

Fracciones <u>mm</u>	Area Necesitada M ²	Cantidad de JIG necesitadas
- 25 + 12,7	0,67	1
- 12,7 + 5	1,25	2
- 5 + 3	1,02	2
- 3 + 1,2	0,9	1

El área de los Jig existentes en nuestro país es de 0,8 m².

Aunque el cálculo nos da la instalación de 6 JIGS por datos de la experiencia y en base al trabajo de plantas anteriores se recomienda la utilización de 8 JIGS de 0,9 m² almacenados en la Empresa Minera Santiago.

-- Cálculo de los Clasificadores de Espiral

Cálculo del Clasificador de Espiral necesitado para el tratamiento de la fracción - 0,2 mm que sale del lavador. Para el mismo se recomienda un clasificador de espirales no sumergidos de 3 000 por 500 con una efectividad de un 70 %.

-- Cálculo de la Mesa de Concentración

El cálculo de las mesas de concentración para el tratamiento de las arenas que salen del clasificador de espiral se hace en base a:

$$Q = 0,1 \frac{P_{INIC}}{P_{PROM}} \left(S - d_{prom} \frac{P_p - 1}{P_L - 1} \right)^{0,6}$$

$$P_{INIC} = 3,0 \text{ t/m}^3 \quad 29,0 = 0,1 \cdot 3,0 \left(S \cdot 1,1 \frac{4,2-1,0}{2,6-1,0} \right)^{0,6}$$

$$d_{prom} = 1,1 \text{ mm} \quad 29,0 = 0,3 \cdot (S \cdot 2,2)^{0,6}$$

$$P_p = 4,2 \text{ t/m}^3 \quad 9,6 = (S \cdot 2,2)^{0,6}$$

$$P_L = 2,6 \text{ t/m}^3 \quad 9,6^{1/0,6} = 2,25$$

$$S = 24,6 \text{ m}^2$$

Por lo que necesitaríamos 3 mesas con las características de 4,5 x 2 ya que contamos con un área de mesa de concentración (10 m²).

En caso tal de unir la fracción -1,2 mm y la fracción que sale del clasificador recomendado para el tratamiento de las lamas (fracción -0,2 mm) la cantidad de material a tratar en las mesas sería mayor aproximadamente de 66 t/d por lo que el área necesitada para el tratamiento en las mesas de dicho producto sería mayor, por lo que la cantidad de las mismas aumentaría en proporción al área necesitada que de acuerdo a los cálculos serían 4 mesas de concentración del tipo 4,5 x 2 (10 m²).

A continuación en la Tabla No. 8 se ofrece las características

principales de los equipos para ambas variantes así como su valor calculado en base a los datos ofrecidos por la Referencia No. 10.

TABLA No. 8

ESPECIFICACIONES Y VALOR CALCULADO DE EQUIPO POR VARIANTES

EQUIPOS	CANTIDAD POR VARIANTE		CARACTERIS- TICAS	POTENCIA (KW) EFECTIVA	PRECIO \$
	1	2			
Tolva recepto- ra	1	1	V-60-K3	-	3 500.00
Zaranda vibra- toria	3	4	1 300x300	12,0	3 120.00
Trituradora de quijada	1	1	375x600	30,0	1 500.00
Low Washer	1	1	5 000x1 000	10,0	1 500.00
Molino de masas	2	2	500x350	20,0	10 000.00
JIGS	8	8	1 300x600	24,0	4 000.00
Mesa de concen- tración	3	3	4,5x2	9,0	4 500.00
Clasificadores de espiral	3	3	3 000x500	45,0	13 500.00
Bomba centrífuga de agua	1	1	75 <u>mm</u>	30,0	1 000.00
Bandas transpor- tadoras	2	2	2 000x600	6,0	3 200.00
TOTAL				186,0	45 820.00

4.2. - VALORACION ECONOMICA PARA EL FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA CON 3 TURNOS DE TRABAJO (24 HORAS)

Dicha valoración se efectuará para la segunda variante analizada debido a que esta variante es más completa que la primera variante ya que en la primera etapa de trituración posee un cribado preliminar lo que evita que en el triturador de quijadas ocurran tupiciones y estancamiento del material alimentado por lo que el equipamiento de la variante resulta mayor en cuanto a este equipo.

Para el desarrollo de la valoración económica se emplea el método de cálculo que a continuación se presenta:

El valor calculado del equipamiento aparece en la Tabla No. 8 de especificaciones y valor calculado, el mismo representa \$ 45 820.00.

En base al valor total de los equipos el costo de la planta estará formado del modo siguiente:

Equipos tecnológicos	45 820.00
Imprevistos 10%	<u>4 582.00</u>
Sub-Total	50 402.00
Montaje e instalación 30 %	<u>15 120.60</u>
	65 522.60
Parte constructiva (nave) 40 % del valor de los equipos	<u>20 160.80</u>
	85 683.40
Instalaciones eléctricas 10 % del valor de los equipos	<u>5 040.20</u>
Valor total de la Planta y nave	\$ 90 723.60

Instalaciones fundamentales de apoyo y servicio para las operaciones.

Taller de mantenimiento	4 500.00
Albergue	2 500.00
Comedor-cocina	2 100.00
Oficina-almacén	2 100.00
Sub-Total	11 200.00

Costo general de la planta y obras auxiliares (**INVERSIONES**)

Planta y nave-planta	90 723.60
Construcciones	11 200.00
	101 923.60

Gasto de producción de la planta por año

Materiales

Mallas para JIGS y zarandas de diferentes aberturas con un valor promedio de 75,00/m ² y un consumo de 30 m ² al año	2 250.00
Bandas de goma de 100 <u>mm</u> 3 capas 50 <u>m</u> a un precio de 15,00/ <u>m</u>	750.00
Sub-Total	3 000.00

Otros materiales. Supongamos que estos gastos representan un 10 % del importe total de los materiales

275.00
3 275.00

Salarios

OCUPACION	CANTIDAD hombres	Salario Mes \$	MESES Año	IMPORTE TOTAL Anual \$
Jefe Planta	1	163,00	12	1 956.00
Jefe turno	3	150,00	12	5 400.00
Tolveros	3	95,00	12	3 420.00
Oper. trit. prim.	3	127.70	12	4 597.20
Oper. clasif. y trit. sec.	3	127.70	12	4 597.20
Oper. JIGS y mesas	3	127,70	12	4 597.20
				24 567.60

	sub-total			24 567.60
Obreros auxiliares	3	81,95	12	2 950.20
Muestreros	3	81,95	12	2 950.20
	<u>22</u>			<u>30 468.00</u>

Agua

El consumo de agua para la planta de Beneficio se calcula en 50 m³ por TM de mineral pasado a proceso.

$$C_a = 5,0 \times 50\ 000 = 2\ 100\ 00\ \text{m}^3/\text{año}$$

C_a = consumo anual.

Calculando 250 días de operación/año y un costo de 0,05 cts/m³ de agua el balance total es de:

$$Q = 210000 \cdot 0,05 = 10500 \cdot 00 \text{ pesos}$$

Energía eléctrica

El índice de consumo de energía está dado en base al consumo de energía de los equipos.

$$I_{ce} = 18 \text{ Kw.h/t}$$

I_{ce} = índice de consumo eléctrico

$$C_a = 50\ 000 \cdot 18$$

$$C_a = 900\ 000 \text{ Kw} \cdot \text{h/año}$$

El costo de 1 Kw - h es de \$ 0,025 por lo que el importe será:

$$I = 900\ 000 \cdot 0,025 \text{ Kw/h}$$

$$I = 22\ 500 \text{ pesos.}$$

Mantenimiento

Los costos de mantenimiento se calcula en un 8 % del valor del equipo existente en la planta de Beneficio.

$$Q = 45820.00 \cdot 0,08$$

$$Q = 3\ 665.00 \text{ pesos}$$

Amortización y depreciación

Calculamos una vida útil de la planta de 10 años y una tasa de amortización de un 6 %.

$$Q = 45\ 820.00 \cdot 0,06$$

$$Q = 2\ 749.20 \text{ pesos}$$

RESUMEN DE LOS COSTOS DE PRODUCCION ANUAL

Materiales e instalaciones	14 475.00
Energía	22 500.00
Agua	10 500.00
Salarios	30 468.00
Mantenimiento	3 665.60
Amortización	<u>2 749.20</u>
TOTAL	84 357.80

Valor de la producción anual

Producción por año 50 000 TM/año

Precio estimado según la Empresa Minera Santiago para una tonelada de concentrado, es de \$40.00

Valor de producción anual $50\ 000 \cdot \$40.00 = 2\ 000\ 000.00$

Valor de producción de MnO_2 concentrado anual $1\ 817,5 \cdot \$96.00 = 174\ 480.00$

En este análisis no se han considerado diferentes aspectos de importancia como son inversiones mineras o gastos de explotación y extracción del mineral, inversiones geológicas y de transporte y gastos indirectos, lo que lógicamente aumentaría los costos generales de producción así como el gasto en equipos (almacenes de la Empresa Minera Santiago).

Con los elementos analizados la efectividad de la propuesta es la siguiente:

Valor de la producción	\$ 2 000 000.00
Costo de producción	\$ <u>84 357.80</u>
GANANCIA ANUAL	\$ 1 915 642.20

CAPITULO V - CALCULO DEL EQUIPAMIENTO EN CASO DE UTILIZAR 2 TURNOS DE TRABAJO

5.1. - METODO DE CALCULO

Equipos de Trituración

Para las 2 variantes de esquemas tecnológicos que se proponen debido a que los equipos a utilizar en la sección de trituración no varían por lo explicado en el caso anterior (cálculo de equipamiento con 3 turnos de trabajo) los equipos en lo que se refiere a trituradores de quijada, trituradores de masas y zarandas, equipos de lavado y clasificación aparecerán en la Tabla de Especificaciones de los Equipos.

Cálculo de los JIGS

En cuanto al tratamiento por fracciones de los JIGS obtenido de estudios realizados por el CIFIMM tenemos:

FRACCIONES <u>mm</u>	% en Peso	TONELADAS POR DIA	TONELADAS POR HORAS
-25+12,7	12,2	24,4	1,52
-12,7+5	22,6	45,2	2,2
- 5+3	12,3	24,6	1,53
-3+1,2	11,6	23,2	1,45

El área y la cantidad de JIG necesaria para el tratamiento de cada fracción según las normas de alimentación. Para cada fracción dada por la Empresa Minera Santiago para fracciones grandes

$q = 1,5 \text{ t/m}^2 \cdot \text{h}$ y para fracciones pequeñas $q = 1,0 \text{ t/m}^2 \cdot \text{h}$

El área de los JIG existente en nuestro país es de $0,9 \text{ m}^2$

FRACCIONES <u>mm</u>	AREA NECESITADA m^2	CANTIDAD DE JIG NECESITADOS
- 25,+12,7	1,1	2
- 12,7+5	1,46	2
- 5+3	1,53	2
- 3+1,2	1,45	2

Como en el caso de la variante vista en base al trabajo de plantas anteriores recomendamos la utilización de 12 JIG, 3 JIG por cada fracción a tratar.

Cálculo de las Mesas de Concentración

El cálculo de la mesa de concentración en base al área necesitada de $S = 24,6 \text{ m}^2$ resulta ser 3 mesas de concentración de $4,5 \times 2 (10 \text{ m}^2)$.

Los equipos restantes de cribado y clasificación (clasificador de espirales) no varían, pueden utilizarse los equipos de la variante anterior (con 3 turnos de trabajo).

No obstante a continuación representamos la relación de equipos por variantes, sus características principales así como su valor calculado (Tabla No. 9).

TABLA No. 9
ESPECIFICACIONES Y VALOR CALCULADO

EQUIPOS	CANTIDAD POR VARIANTE		CARACTERIS- TICA	POTENCIA EFECTIVA Kw	PRECIO \$
Equipos	1	2			
Tolva receptora	1	1	V-60-K3	-	3 500.00
Zaranda vibratoria	3	4	1 300x300	12,0	3 120.00
Triturador de quijada	1	1	375x600	30,0	1 500.00
Low Washer	1	1	5000x1000	10,0	1 500.00
Molino de masa	2	2	500x350	20,0	10 000.00
JIGS	12	12	1300x600	36,0	6 000.00
Mesa de concentración	3	3	4,5x2	9,0	4 500.00
Clasificador de espiral	3	3	3000x500	45,0	13 500.00
Bomba centrífuga de agua	1	1	75 mm	30,0	1 000.00
Bandas transportadoras	2	2	2600x600	6,0	3 200.00
				<u>198,0</u>	<u>47 820.00</u>

5.2. - VALORACION ECONOMICA PARA EL FUNCIONAMIENTO DE LA
PLANTA CON 2 TURNOS DE TRABAJO

Método de Cálculo

El valor calculado del equipamiento resulta 47 820.00 pesos
por lo que el costo de la planta será:

Equipos tecnológicos	47 820.00
Imprevistos 10%	<u>4 782.00</u>
Sub-Total	52 602.00
Montaje e instalación 30 %	<u>15 780.60</u>
	68 382.60
Parte constructiva (nave) 40 % del valor de los equipos	<u>21 040.00</u>
	89 422.60
Instalaciones eléctricas 10 % del valor de los equipos	<u>5 260.20</u>
	94 682.80
Instalaciones fundamentales de apoyo y servicio para las opera ciones representa al igual que en el caso anterior un total de \$11 200.00.	
Los gastos generales de la planta y obras auxiliares (inversio nes) están dadas por:	
Planta y nave-planta	94 682.80
Construcciones	<u>11 200.00</u>
	105 882.80
Los gastos de producción de la planta por año en materiales representa \$3 275.00.	

Salarios

Ocupación	Cantidad de Hombres	Salario Mes \$	Meses Año	Importe Total Anual \$
Jefe de Planta	1	163.00	12	1 632.00
Jefe turno	2	150.00	12	3 600.00
Tolveros	2	95.00	12	2 280.00
Cper. Trit. Prim.	2	127.70	12	3 048.00
Cper. Clasif. y Trit.Sec.	2	127.70	12	3 048.00
Cper. Jigs y Mesas	2	127.70	12	3 048.00
Obreros auxiliares	2	81.95	12	1 966.80
Muestreros	2	81.95	12	1 966.80
	<u>15</u>			<u>20 589.60</u>

El costo del consumo de agua para la planta de Beneficio se calcula en 10 500.00 pesos.

El consumo de energía eléctrica está dado por:

$$I_{ce} = 14 \text{ Kw.h/t}$$

I_{ce} = Índice de consumo eléctrico

El consumo anual de la planta será:

$$C_a = 50\,000 \cdot 14$$

$$C_a = 700\,000 \text{ Kw.h/año}$$

El importe sería:

$$I = 700\,000 \cdot 0,025$$

$$I = 17\,500.00 \text{ pesos}$$

Mantenimiento

Los costos de mantenimiento se calcula en:

$$Q = 47\,820,00 \cdot 0,08$$

$$Q = 3\,825,60 \text{ pesos}$$

Amortización y depreciación

Calculamos una vida útil de la planta de 10 años y una tasa de amortización de un 6 %.

$$Q = 47\,820,00 \cdot 0,06 = 2\,869.20 \text{ pesos.}$$

RESUMEN DE LOS COSTOS DE PRODUCCION ANUAL

Materiales e instalaciones	14 475.00
Energía	17 500.00
Agua	10 500.00
Salarios	20 589.60
Mantenimiento	3 825.60
Amortización	2 869.20
TOTAL	69 759.40

La producción por año es de 50 000 t/año

El valor de producción es de 2 000 000.00 pesos

La efectividad de la propuesta es la siguiente: 1 930 240.60

Al igual que en la variante anterior especificamos que en dicha valoración no aparecen las inversiones realizadas por la parte geológica así como los costos de explotación y extracción minera, y con respecto a transportación, embarque y otros gastos indirectos, y como es lógico la compra de los equipos como se ha dicho provienen de los almacenes de la Empresa Minera Santiago.

CAPITULO VI - ANALISIS TECNICO ECONOMICO

El análisis técnico económico en base a los cálculos de las va riantes propuestas arroja como resultados que en cuanto a los esquemas tecnológicos propuestos los mismos no presentan diferencias sustanciales, solo en que la primera variante plantea en la primera etapa de trituración un circuito abierto y en la segunda variante se plantea un circuito cerrado con cribado preliminar por lo que esta variante es mucho más completa y con ello se evita que en el triturador de quijada correspondiente a dicha etapa ocurran tupiciones o estancamiento del ma terial como se plantea anteriormente.

Las diferencias notables para ambas variantes se refiere a la cantidad de horas de trabajo, es decir, en base a 2 turnos de trabajo (16 horas) o 3 turnos de trabajo (24 horas). Las mismas se representan en la tabla No. 10 de comparación.

COMPARACION DE AMBAS VARIANTES

PARAMETROS ANALIZADOS	VARIANTE DE 3 TURNOS	INDICE DE COSTO POR TON. DE CONCENTRADO	VARIANTE DE 2 TURNOS	INDICE DE COSTO POR TON. DE CONCENTRADO
Valor calculado del equipamiento	\$ 45 820.00	25,21	\$ 47 820.00	26,31
Costo general de la planta y obras auxiliares	\$101 923.60	56,07	\$ 105 882.60	58,25
Gasto de materiales por año	\$ 3 275.00	1,80	\$ 3 275.00	1,80
Salarios	\$30 468.00	16,76	\$ 20 589.60	11,32
Costo del consumo de agua	\$10 500.00	5,7	\$ 10 500.00	5,7
Costo del consumo de energía eléctrica	\$22 500.00	12,37	\$ 17 500.00	9,62
Mantenimiento	\$ 3 665.60	2,01	\$ 3 825.60	2,10
Amortización y depreciación	\$ 2 749.20	1,51	\$ 2 869.20	1,57
Costo de producción anual	\$ 84 357.80	46,41	\$ 69 759.40	38,38
Ganancia anual	\$1 915 642.20	1053,99	\$1 930 240.60	1062,60

Como se ve en la tabla de comparación la variante óptima para la planta de Beneficio resulta ser la variante que utiliza 2 turnos de trabajo, es decir, 16 horas laborables al día ya que presenta una mayor ganancia anual por lo que el plazo de amortización de la planta se efectuaría en menos tiempo. Es recomendable que el funcionamiento de la planta se efectúe en conjunto, al unísono; tanto la preparación del mineral como el Beneficio del mismo. Esta variante es recomendable ya que la capa

cidad de la planta es pequeña (200 t/d) y para las mismas son más efectivas 2 turnos de trabajo.

Es bueno señalar en este análisis que en la parte económica de ambas variantes no aparecen los costos de extracción minera por lo que las ganancias obtenidas resultan ser altas ya que las mismas juegan un papel importante en el costo total de la inversión.

INDICE PRINCIPALES PARA LA PLANTA DE BENEFICIO DEL YACIMIENTO "LOS CHIVOS"

Capacidad anual	50 000 t/año
Porcentaje de Mn en concentrado	42,20 %
Porcentaje de MnO_2 en concentrado	62,50 %
Porcentaje de Mn en colas	22,06 %
Porcentaje de MnO_2 en colas	31,39 %
Toneladas de concentrado al año	1817,5 t/año
Recuperación de Mn en concentrado	52,37 %
Recuperación de MnO_2 en concentrado	53,37 %
Recuperación de Mn en colas	45,54 %
Recuperación de MnO_2 en colas	44,58 %
Razón de concentración en JIGS	2,75:1
Razón de concentración en mesas	4,20:1
Consumo eléctrico	18 Kw.h/t
Consumo de agua tecnológica	5,0 m ³ /ton.

CAPITULO VII

CONCLUSION DEL TRABAJO

De acuerdo a los cálculos efectuados y los resultados obtenidos por el mismo se concluye:

- 1.- La variante óptima para el trabajo de la planta de Beneficio de minerales de manganeso del yacimiento "Los Chivos" resulta ser la variante del esquema tecnológico número 2.
- 2.- La cantidad de turnos de trabajo a utilizar para el funcionamiento de la planta resultan ser 2 turnos de 8 horas laborables.
- 3.- El contenido en peso de la fracción que sale de la operación de lavado es de 26,6 % con una ley de 18,26 % Mn y 26,67 % MnO_2 por lo que se somete al tratamiento de mesas de concentración.
- 4.- Es factible la obtención de concentrados de leyes aceptables a partir del mineral del yacimiento "Los Chivos" como resultado del tratamiento de las fracciones mayores de - 1,2 mm por Jigs y las fracciones menores por mesas de concentración.
- 5.- Según el Balance de Materiales se obtienen resultados satisfactorios con la fracción - 1,2 mm en el tratamiento por mesas de concentración.

Recomendaciones

- 1.- Hacer un estudio detallado tanto minero como geológico del yacimiento en su situación actual.
- 2.- Realizar las pruebas con una muestra representativa extraída del yacimiento en cuestión.
- 3.- Estudiar la posibilidad del Beneficio de la fracción -0,2 mm (lamas) luego de ser clasificadas por un clasificador de espiral, en mesas de concentración.

- 4.- Estudiar la posibilidad del Beneficio de la fracción -1,2 mm en mesas de concentración.
- 5.- Estudiar la posibilidad de la retrituration de las colas al menos de las fracciones mayores y su tratamiento posterior en JIGS.
- 6.- Estudiar la posibilidad de unión de la fracción -1,2 mm con las arenas que salen del clasificador propuesto para el tratamiento de la fracción -0,2 mm (reboso del lavador).

A n e x o s

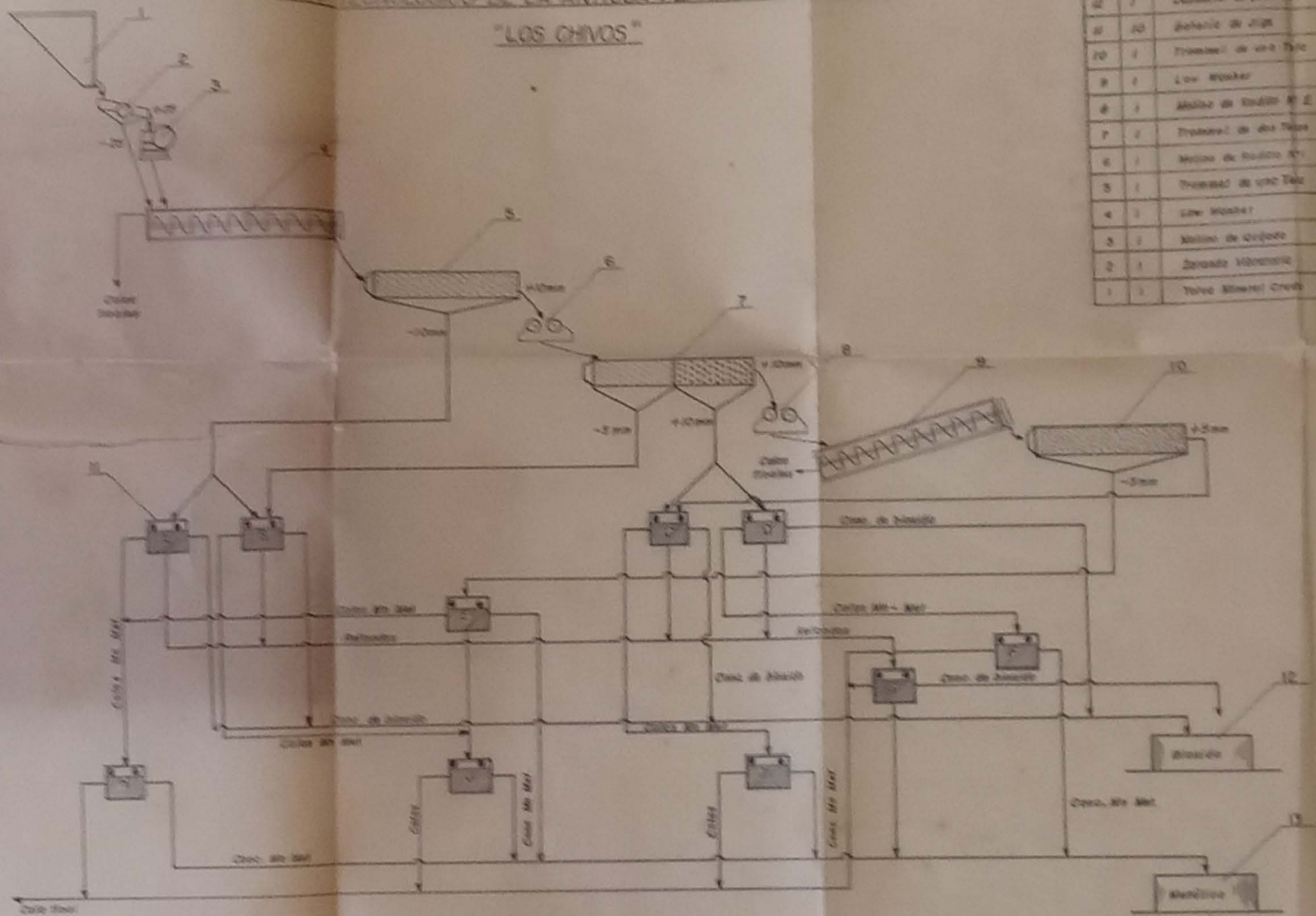
- I. Descripción del flujo tecnológico de la antigua planta de Beneficio "Los Chivos".
- II. Características granulométricas de los productos de la primera variante de esquemas tecnológicos.
- III. Descripción del flujo tecnológico de la primera variante de esquemas tecnológicos.
- IV. Características granulométricas de los productos de la segunda variante de esquemas tecnológicos.
- V. Descripción del flujo tecnológico de la segunda variante de esquemas tecnológicos.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Propuesta de inversión Bióxido de Mn "Los Chivos". Ministerio de la Minería y Geología E.M.S. (Enero 80)
- 2.- Informe 570 realizado por el CIPIMM (Febrero 1980)
- 3.- Informe geológico con el cálculo de las reservas de manganeso del yacimiento "Los Chivos" (62-64).
- 4.- Folletos y Anexos de Preparación Mecánica de los Minerales.
- 5.- Datos de Proyecto en planta de Beneficio y procesos hidrogravimétricos.
- 6.- Estudio del mineral de Manganeso. Růdny Projekt PRHHA C SS R (Sept. 1969)
- 7.- Anteproyecto planta central de manganeso (Diciembre 1962).
- 8.- Elementos de Preparación de Minerales. Taggart.
- 9.- Mineralogía. Dana.
- 10.- Análisis técnico económico para la producción de concentrado de MnO_2 . Mina "Los Chivos", provincia Santiago de Cuba. Empresa Minera de la Habana.
- 11.- Anteproyectos E C M (Marzo 1961).

ANEXOS

FLUJO TECNOLÓGICO DE LA ANTIGUA PLANTA DE BENEFICIO "LOS CHIVOS"



N°	Creador	DESCRIPCIONES
13	1	Deposito Mineralógico
12	1	Distribuidor de Mineral
11	10	Distribuidor de Agua
10	1	Molino de Rodillo N° 1
9	1	Molino de Rodillo N° 2
8	1	Molino de Rodillo N° 3
7	1	Molino de Rodillo N° 4
6	1	Molino de Rodillo N° 5
5	1	Molino de Rodillo N° 6
4	1	Molino de Rodillo N° 7
3	1	Molino de Rodillo N° 8
2	1	Molino de Rodillo N° 9
1	1	Molino de Rodillo N° 10

INSTITUTO SUPERIOR MINERO METALURGICO

DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PLANTA DE BENEFICIO "LOS CHIVOS"

Diseño: Mario Torres Tormey

Revisado: Gerardo Saez

Revisado:

Electro - metalurgico

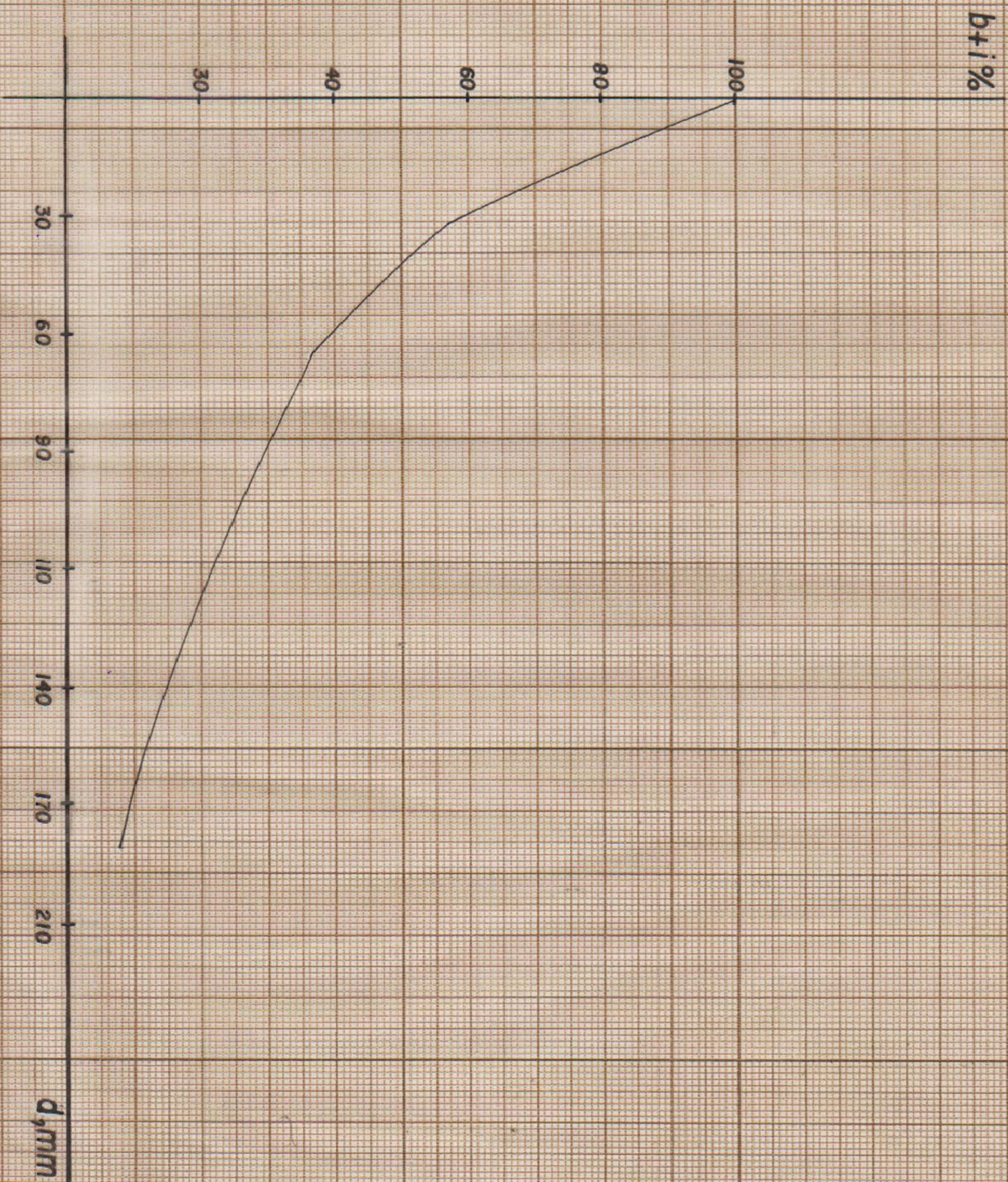
Fecha: Julio 1980

Escala: 1:100

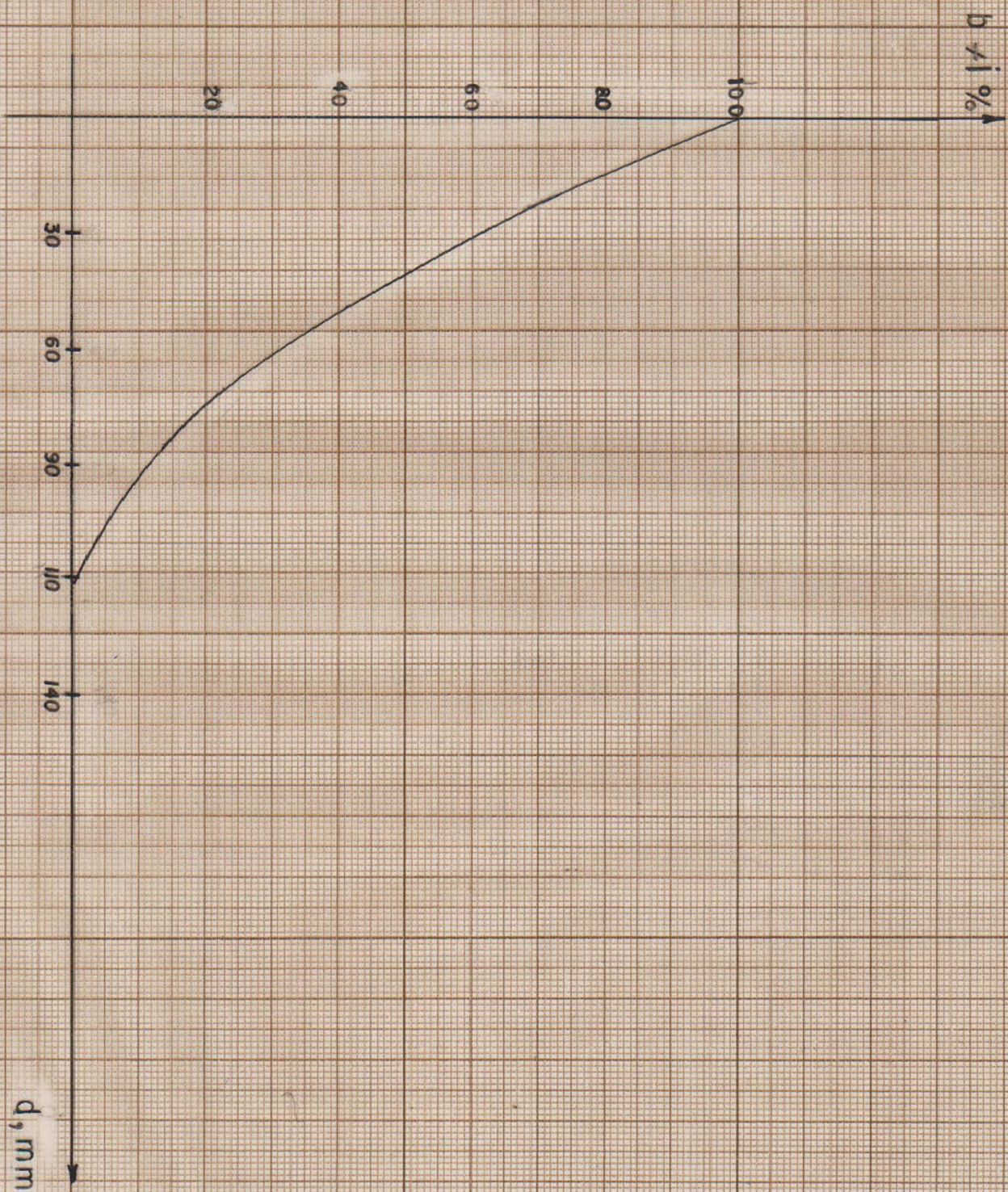
Anexo I

ANEXO II

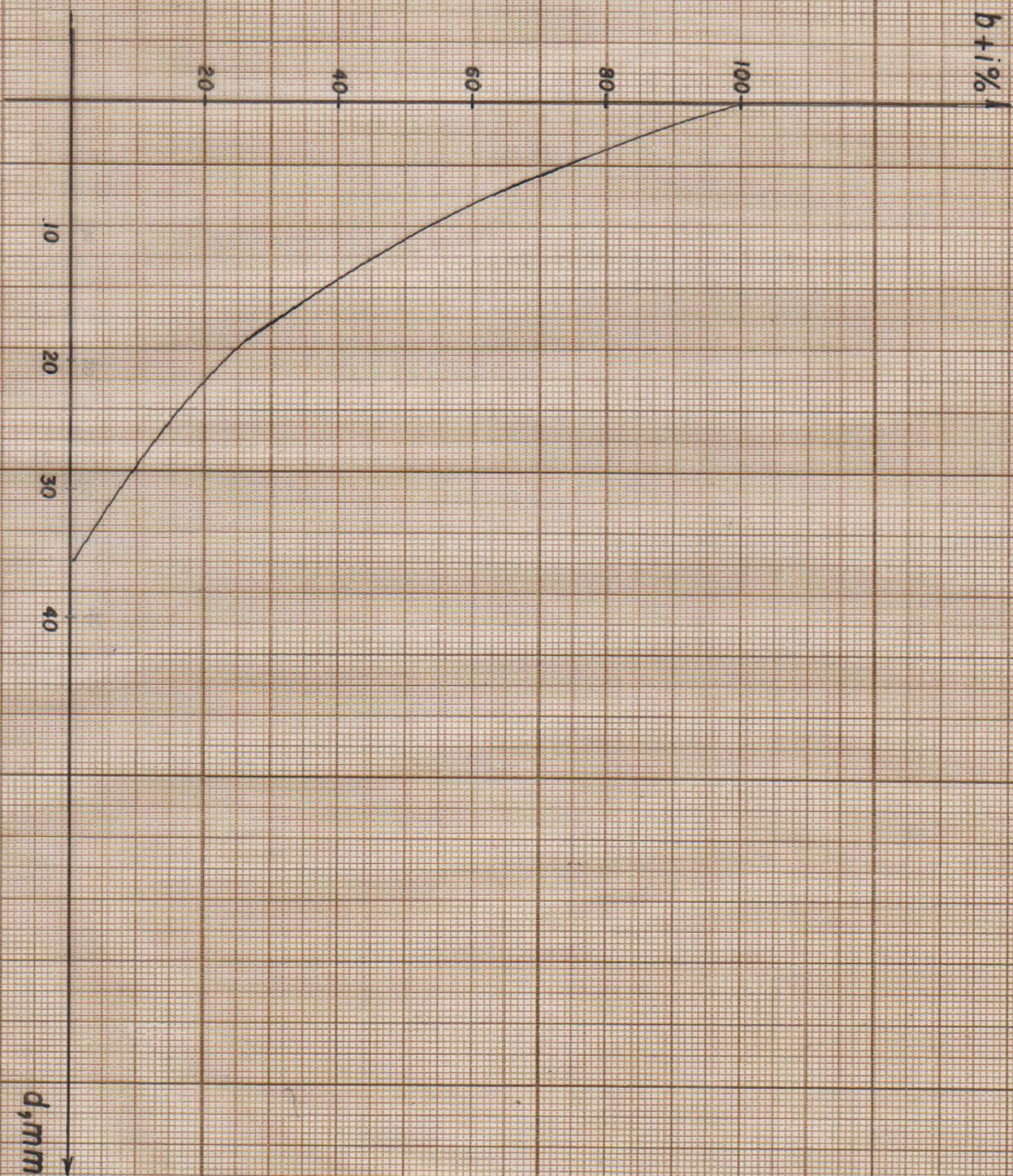
CARACTERISTICA GRANULOMETRICA DEL PRODUCTO I



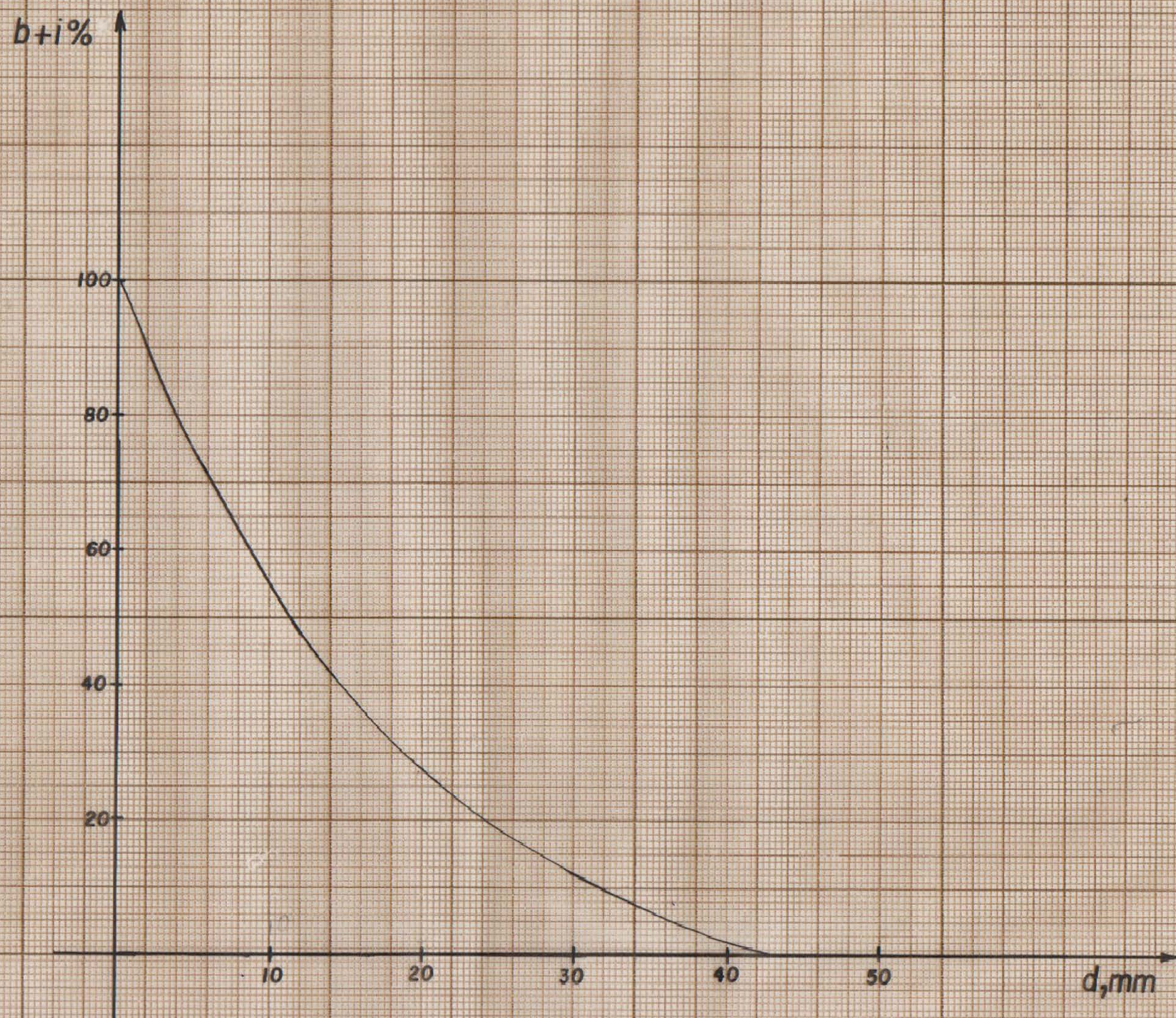
CARACTERISTICA GRANULOMETRICA DEL PRODUCTO 2



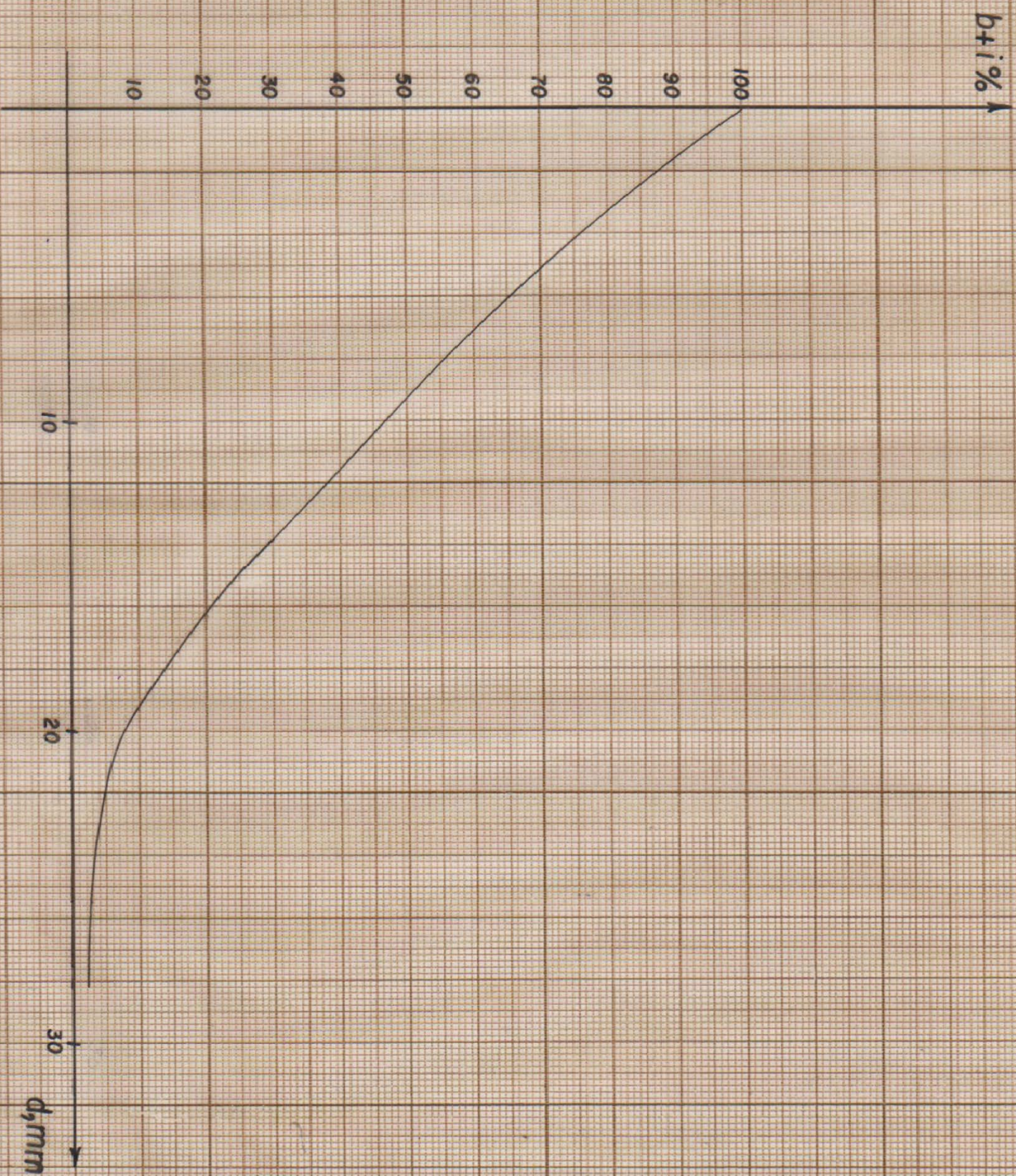
CARACTERISTICA GRANULOMETRICA DEL PRODUCTO 5



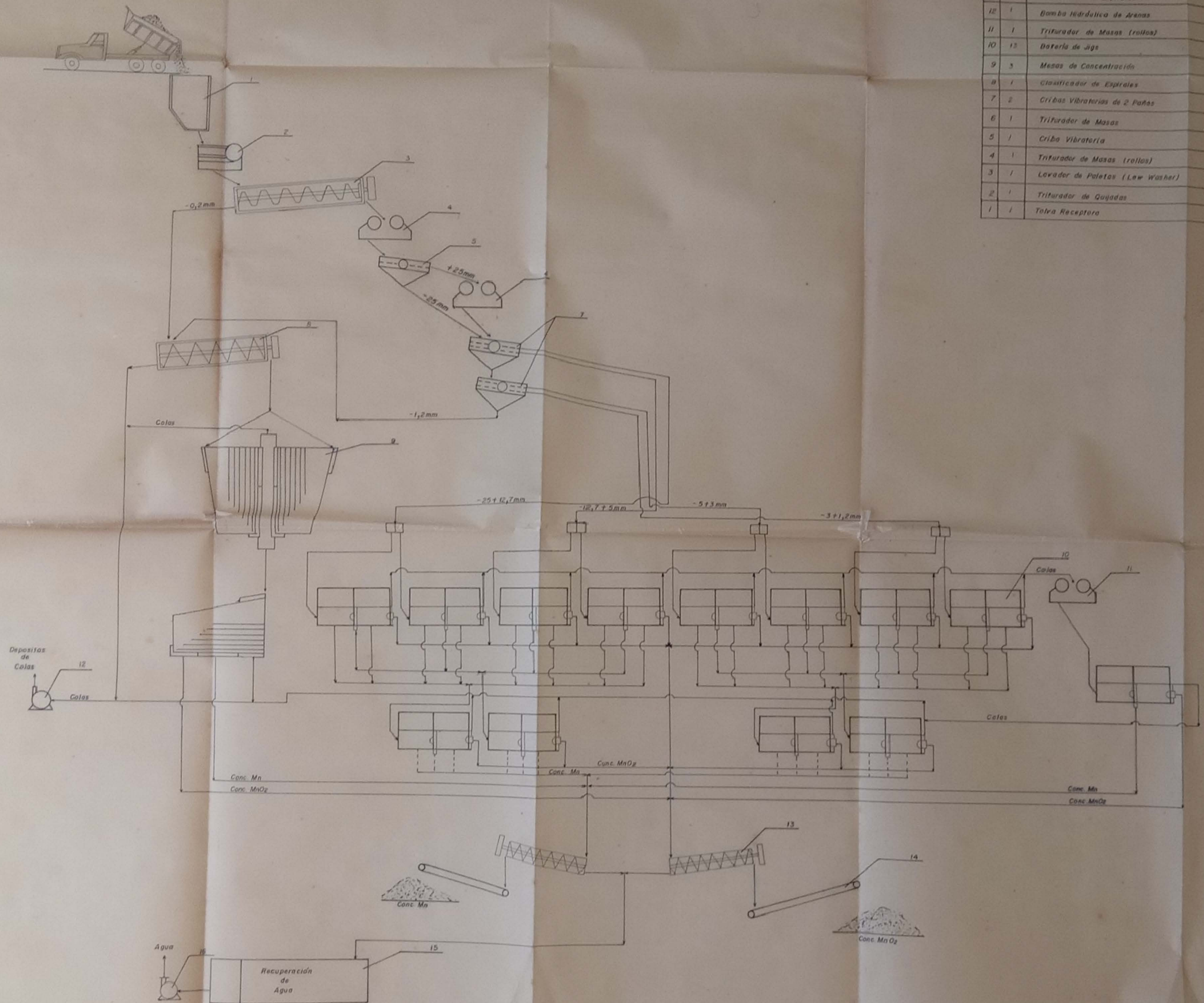
CARACTERISTICA GRANULOMETRICA DEL PRODUCTO 8



CARACTERISTICA GRANULOMETRICA DEL PRODUCTO 9



FLUJO TECNOLÓGICO DE LA PLANTA DE BENEFICIO "LOS CHIVOS" (Primera Variante)



N°	CANTIDAD	DENOMINACIONES
16	1	Bomba Hidráulica de Agua
15	1	Tanque de Recuperación de Agua
14	2	Bandas Transportadoras
13	2	Clasificador de Espirales
12	1	Bomba Hidráulica de Arenas
11	1	Triturador de Masas (rollos)
10	12	Batería de Jigs
9	3	Mesas de Concentración
8	1	Clasificador de Espirales
7	2	Cribas Vibratorias de 2 Paños
6	1	Triturador de Masas
5	1	Criba Vibratoria
4	1	Triturador de Masas (rollos)
3	1	Lavador de Paletas (Low Washer)
2	1	Triturador de Quijadas
1	1	Tolva Receptora

INSTITUTO SUPERIOR MINERO METALURGICO

PROPUESTA DE ESQUEMA TECNOLÓGICO PLANTA "LOS CHIVOS"

Dibujo: Miriam Torres Terrero
Reinaldo Gándin Gener

Fase: Electrometalurgia

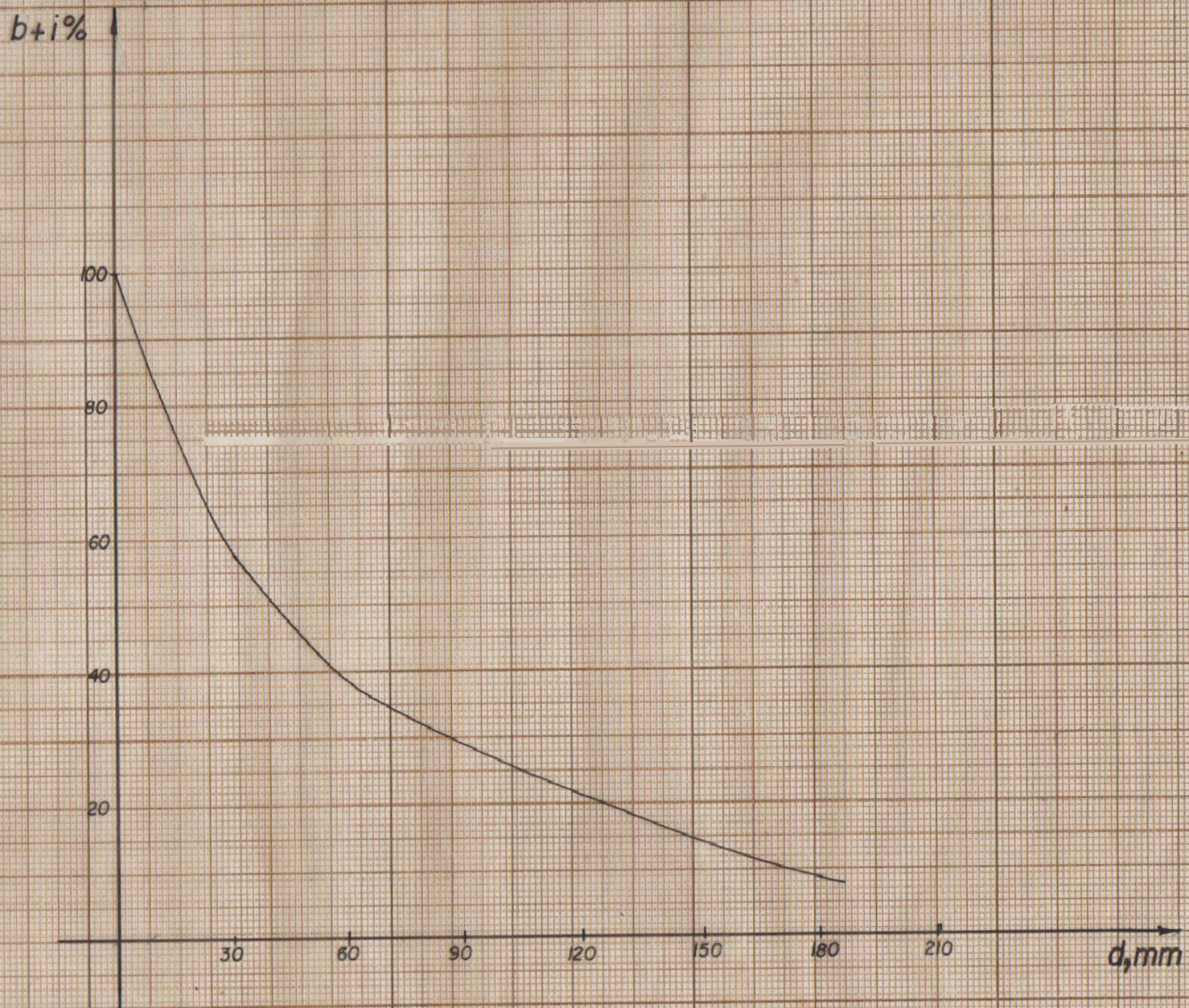
Fecha: Julio 1980

Escala: 1:100

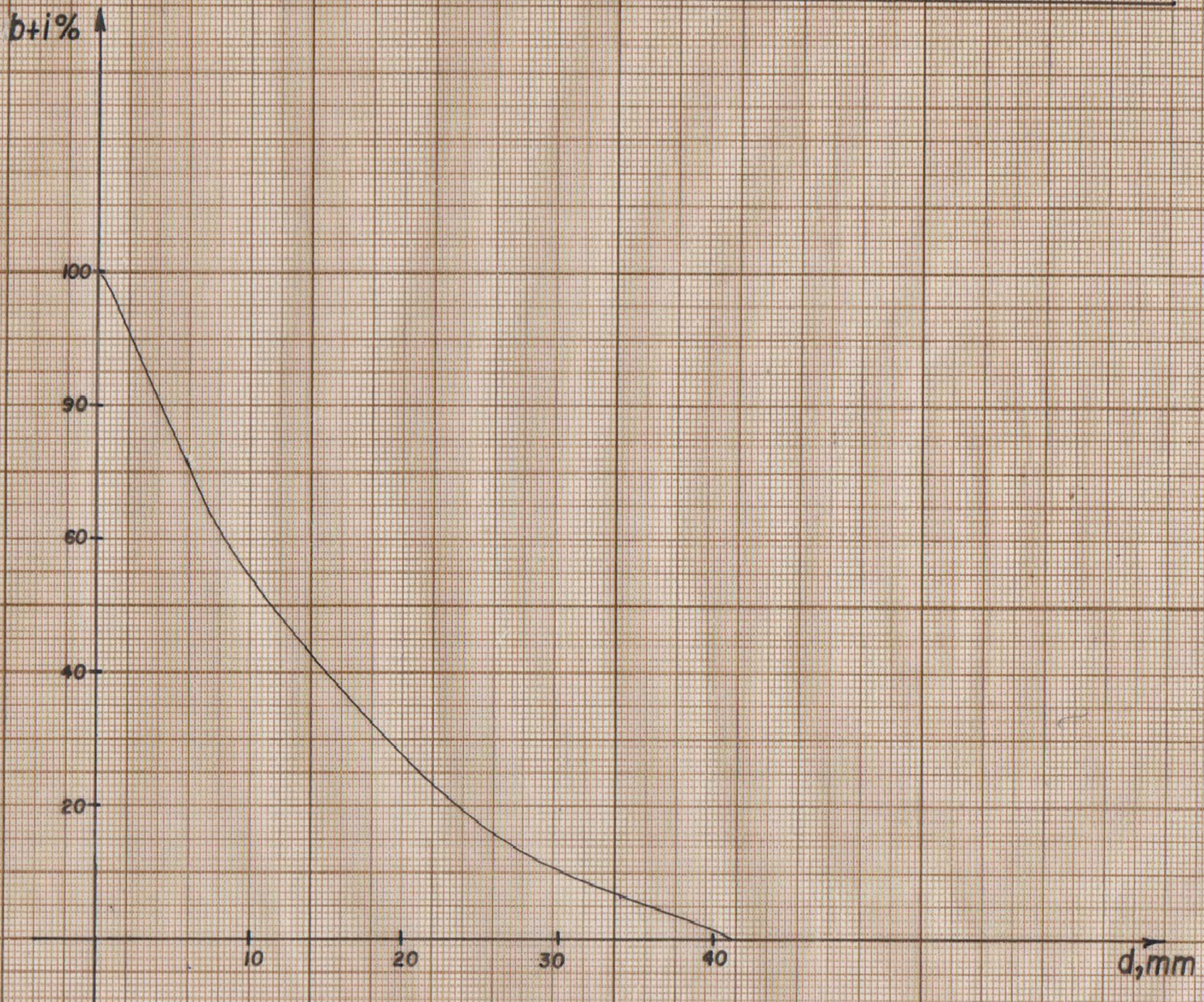
Anexo III

ANEXO IV

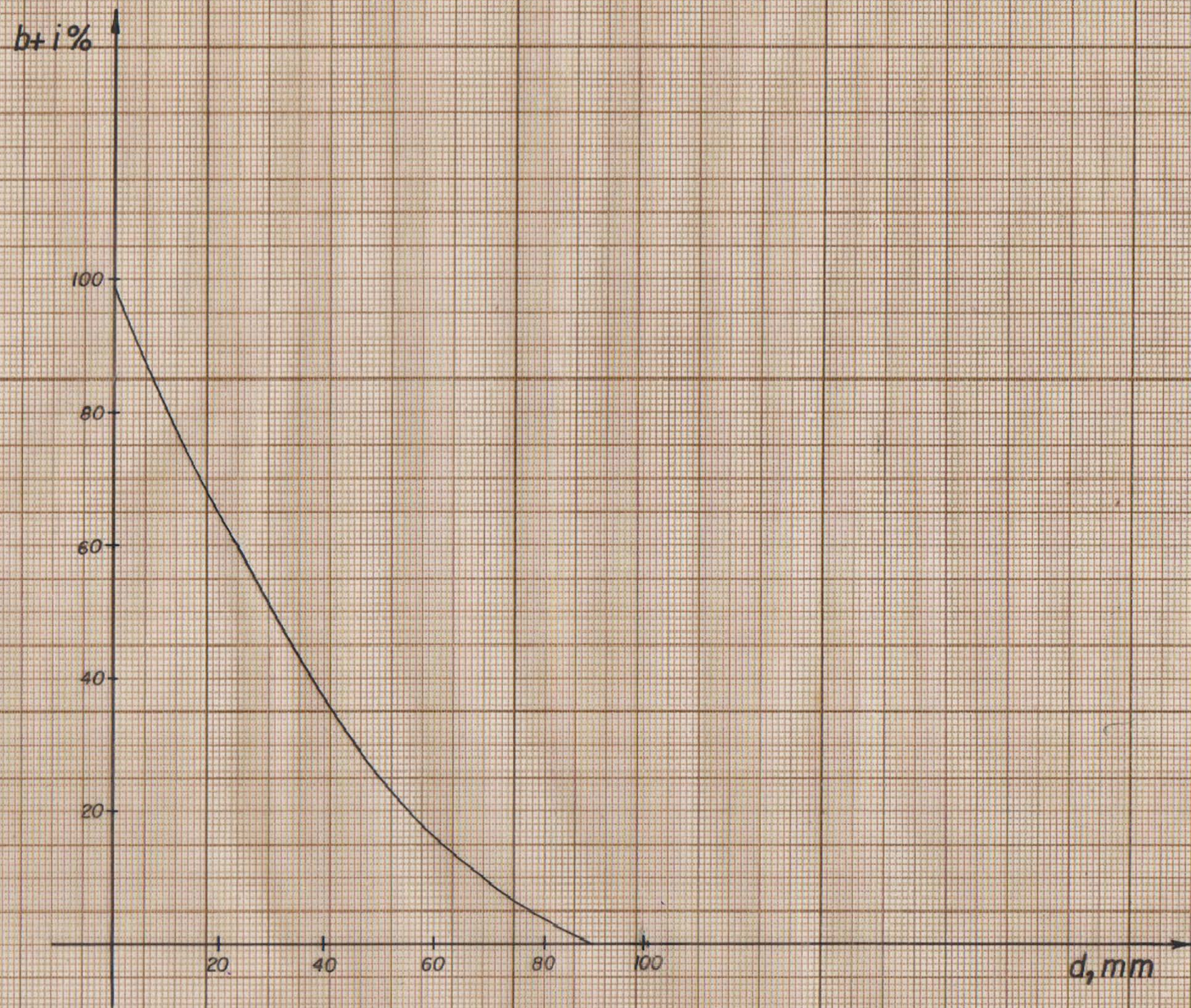
CARACTERISTICA GRANULOMETRICA DEL PRODUCTO I



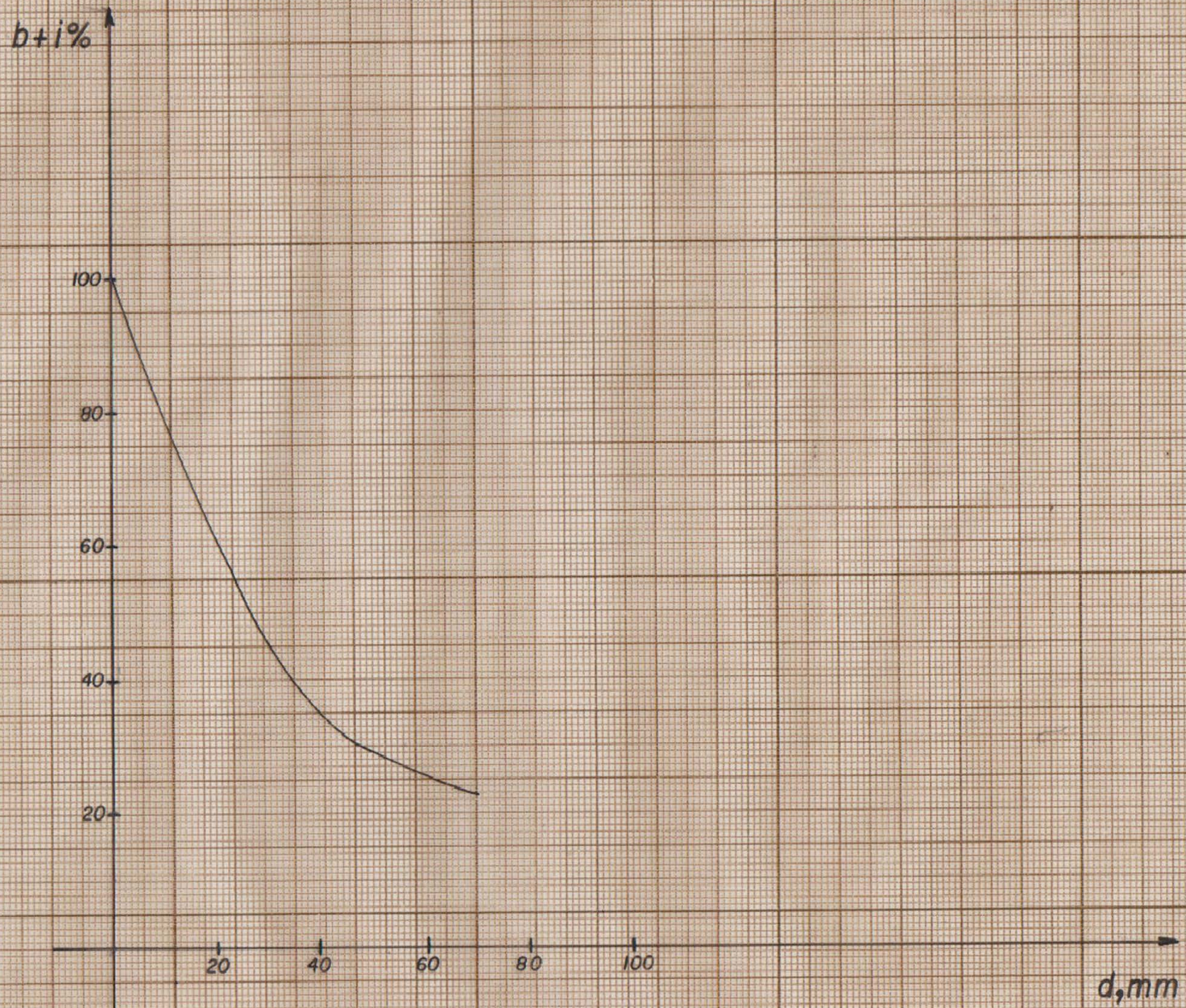
CARACTERISTICA GRANULOMETRICA DEL PRODUCTO II



CARACTERISTICA GRANULOMETRICA DEL PRODUCTO 4



CARACTERISTICA GRANULOMETRICA DEL PRODUCTO 5



CARACTERISTICA GRANULOMETRICA DEL PRODUCTO 8

$b+i\%$

100

80

60

40

20

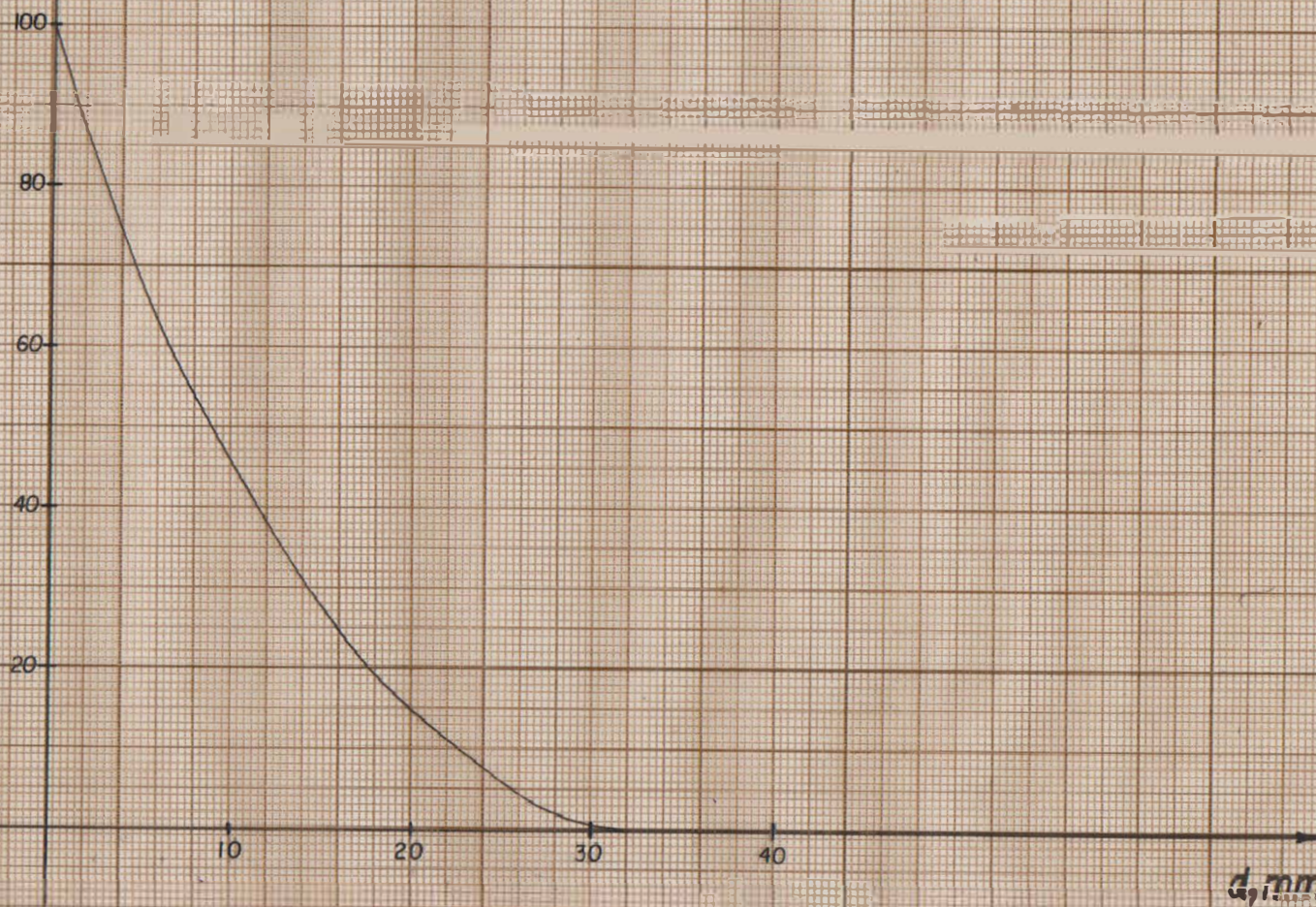
10

20

30

40

d, mm



CARACTERISTICAS GRANULOMETRICAS DEL PRODUCTO 12

