

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL

**“Instalación de una Planta
para la Fabricación de Briquetas”**

**PROYECTO PARA OPTAR EL TITULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

**JORGE BOTTERI GIANNONI
CESAR CORSO NUÑEZ DEL PRADO**

PROMOCION 1963

LIMA - PERU

1965

"INSTALACION DE UNA PLANTA PARA LA FABRICACION DE BRIQUETAS"

Presentación de Capítulos

INTRODUCCION.-

I - ESTUDIOS DE MERCADO

- a) Posibilidad s de esta industria.
- b) Capacidad de producción.

II - MATERIA PRIMA:

- a) Cantidad de materia pr a.
- b) Disponibilidad presente y futura.
- c) Calidad s y costos.

III - EL PRODUCTO:

- a) Calidades.
- b) Formulaciones.

IV - TECNOLOGIA DE FABRICACION:

- a) Mtodos de fabricación.
- b) Comparación de estos métodos.
- c) Metodolegido.

V - S SELECCION DE EQUIPO O:

- a) Estudio y diseño del equipo.
- b) Disposici n del quipo.
- c) Instalación del equipo.

VI - OPERACIONES Y DIAGRAMAS DE FABRICACION:

- a) *F*abricación de - 45.
- b) *F*abricación de - 78.
- c) *E*laboración de los finos de scrap.

CALCULOS DE INGENIERIA:

- a) *I*nstalacion de vapor.
- b) *I*nstalación de agua.
- c) *I*nstalacion eleCfrica

VIII - INGENIERIA INDUSTRIAL:

- a) *U*bicación de l planta.
- b) *C*álculos económicos.
- c) *J*ustificación de la inversión.
- d) *F*inanciación.

IX - SEGURIDAD INDUSTRIAL



INTRODUCCIÓN

Este proyecto viene a ser la solución al problema presentado en unas de las principales disqueras nacionales, luego de haber transcurrido 15 años desde su fundación.

El problema consiste en recuperar las rebabas de los discos, que siempre se ha desperdiciado, pero por estudios que hemos realizado previamente, llegamos a la conclusión, de que se puede recuperar todo ese material y aún más, el de fabricar el producto llamado BRIQUETA, eliminando la necesidad de importarlo como tal, bastando solo el traer la materia prima y producir dichas briquetas, con este encontramos, sumada la recuperación, una gran economía.

La instalación de esta planta, está justificada por la gran demanda de producción que va en aumento año tras año, dándose el caso que una de estas disqueras, en el último año, ha tenido una venta superior a \$ 11'000,000 solamente en discos de 45 y 78 r.p.m. Esta es precisamente la disquera que hemos tomado de base para nuestros cálculos, incluyendo el diseño de su propia planta de fabricación y recuperación.

En el presente trabajo se analizará el porqué de la necesidad de implantar su propia planta, teniendo esa gran demanda que favorece en pro de mayores utilidades.

Nuestro interés en la preparación de esta tesis, tuvo por origen, conocer como ya hemos dicho, que las rebabas de los discos se votaban en apreciable cantidad, lo cual a la larga era dinero perdido. Realizamos unos cuantos estudios comparando el consumo y la producción, llegando al final de cuentas a una cifra muy alentadora, que desde ya podemos adelantar, es la base de nuestros cálculos económicos. Además mediante el uso conveniente de datos y comprobaciones tomadas en la propia fábrica de discos, hemos tratado de dar a este trabajo forma práctica y comercial para hacer posible su realización.

La producción de briquetas, es un renglón de exclusiva utilidad en las industrias dedicadas al prensaje de discos fonográficos. No obstante, a pesar de ser un caso particular, las ganancias y economías son de amplio margen.

Otro aspecto que nos movió a elegir este tema como material de estudio, fué la constatación de que aún faltaba llenar algunos campos auxiliares relacionados con esta industria para convertirla netamente nacional, sobre todo teniendo en conocimiento que la compañía GRACE del Perú está próxima a producir el cloruro de polivinilo (PVC) materia clave en la fabricación de discos irrompibles.

Si nos detenemos un momento para hacer algo de historia sobre el establecimiento de la industria disquera fonográfica en el Perú, encontramos que desde el año 1950 se ha ido progresando rápidamente y así tenemos:

En un comienzo se trajeron las prensas, con el objeto de fabricar discos de 78 r.p.m. utilizando matrices de cobre importada al igual que la pasta o sea las briquetas. Luego se importó un equipo de grabación a la vez que una planta de galvanoplastia en cobre, para procesar matrices de dicho material. Todo esto que en sí, es la industria del disco, fué modernizándose hasta la actualidad donde hoy en día, se cuenta con prensas automáticas, equipos de grabación de alta fidelidad, planta para galvanoplastia de matrices en níquel, troqueladoras, centradoras, moldeadoras y otros equipos más.

Con toda esta transformación no podía faltar en esta industria, la implantación de una planta para la producción de briquetas y el presente trabajo es el paso a la realización e instalación de ella, con lo cual contribuimos a eliminar un renglón más de las industrias auxiliares que aún faltan, así se tiene fabricación de acetatos y cintas magnetofónicas, que esperamos en un futuro cercano, sean tema de inquietud y nuevos estudios, para convertir la industria en producto elaborado con materias nacionales.

-i-i-i-i-i-i-i-i-

I - ESTUDIO DE MERCADOS

Con el objeto de asegurar el éxito de nuestro proyecto, se hace necesario un estudio de los factores o elementos que habrán de determinar el funcionamiento de la planta.

Los principales puntos a tratarse estarán encaminados

a:

- 1º Averiguar si el producto, materia de nuestro estudio va a tener o no consumo garantizado.
- 2º Asegurarse que este consumo no decline peligrosamente en un futuro.
- 3º Estimado de este consumo, para de esta forma poder calcular la capacidad de producción.
- 4º Posibles ampliaciones, innovaciones ó métodos en la producción.

La investigación y análisis de estos puntos se ha condensado en dos factores importantes como son:

- a) Las posibilidades de una industria.
- b) La capacidad de producción.

A - POSIBILIDAD DE ESTA INDUSTRIA.-

Las posibilidades en la producción de briquetas está limitada por la demanda que ocasiona el consumo de las disqueras locales. Se entiende además que es un producto utilizado únicamente en la fabricación de discos fonográficos, lo que garantiza el consumo de la producción.

Como se ha dicho anteriormente en la introducción, éste es el momento más adecuado para la implantación de esta industria, según se puede comprobar en el cuadro de producción de discos, además ella promete convertirse en un futuro cercano en un producto de exportación, pues estamos en conocimiento, por fuentes dignas de crédito que Ecuador, Bolivia y Chile carecen de este tipo de industria y por el momento, lejos de establecerlas; por lo cual aumentan nuestras posibilidades de demanda, perspectiva halagüeña que no ha sido considerada en nuestro trabajo.

Realizando el análisis, de este cuadro de producción; encontramos lo siguiente:

- 1º El gran aumento de producción en los discos de 45 r.p.m. y que seguirá posiblemente, tratando de desplazar por completo a los discos de 78 r.p.m. ya que resulta ideal como veremos más adelante en el estudio económico.
- 2º La gran disminución en la producción de discos de 78 r.p.m. y que dentro de poco tiempo ya no se fabricará, por ser antieconómico, menos durable, quebradizo y en especial por su formulación, en la que intervienen muchos compuestos, a diferencia de las propiedades y formulación de los discos de 45 r.p.m.
- 3º Siendo el año 1964 el más representativo nos servirá de base para nuestros cálculos posteriores.

C A D R O N º
U 1

P R O D U C C I O N D E D I S C O S

M E S E S	45 r.p.m.				78 r.p.m.			
	1 9 6 2	1 9 6 3	1 9 6 4	1 9 6 2	1 9 6 3	1 9 6 4	1 9 6 2	1 9 6 3
Ener.	30,24	34,38	46,50	21,58	21,87	34,87	21,58	21,87
Febrer.	34,52	37,41	40,20	23,31	22,50	27,92	23,31	22,50
Marzo	52,51	37,21	33,30	22,64	27,81	17,74	22,64	27,81
Abril	43,84	45,25	34,18	22,70	22,31	22,61	22,70	22,31
Mayo	39,67	42,85	40,61	20,34	27,71	25,74	20,34	27,71
Junio	34,32	52,50	50,08	21,11	27,80	09,27	21,11	27,80
Julio	40,67	46,86	36,32	24,87	23,01	2,51	24,87	23,01
Agosto	35,28	33,11	30,93	23,20	26,20	9,94	23,20	26,20
Setiembre	36,78	36,20	31,10	28,98	25,23	13,61	28,98	25,23
Octubre	39,70	41,39	30,12	22,71	29,76	87,64	22,71	29,76
Noviembre	32,81	35,25	41,22	27,38	24,10	4,52	27,38	24,10
Diciembre	25,67	46,90	33,14	22,64	29,87	9,03	22,64	29,87
e	2	0	2	0	2	0	0	2
T O T A L	446,03	469,34	657,71	262,78	218,20	150,42	262,78	218,20
L	2	5	7	5	0	5	5	0
P O VALOR DE S.	7'610,000	8'235,00	11'500,00	3'948,000	3'271,00	2'253,00	3'948,000	3'271,00
R	,	0	0	,	0	0	,	0

B - CAPACIDAD DE PRODUCCION.-

Para el cálculo de la capacidad de producción de nuestra planta vamos a considerar no sólo el consumo interno, sino también demandas posteriores del mercado de acuerdo a las proyecciones de producción de las disqueras locales.

Siendo el objeto principal de esta tesis la solución a un problema interno de fábrica, empezaremos calculando sus necesidades internas.

1º Necesidades Internas: El cálculo de las necesidades internas lo haremos de acuerdo a la producción observada en el cuadro Nº 1 y que corresponde a los 3 últimos años de labor de esta fábrica.

Como se puede apreciar en dicho cuadro, ha ido aumentando año tras año, así por ejemplo, si comparamos únicamente los meses de diciembre de estos tres años (mes de mayor venta), nos encontramos que en diciembre de este último año las ventas superaron en más de 35,000 discos en 45 r.p.m. a las del mes de diciembre del año anterior. Igualmente si tomamos la producción global de este último año y la comparamos con las anteriores se observará un gran incremento en el volumen de producción que lógicamente se traduce en grandes utilidades para la compañía, lo que desde ya nos asegura una estable y creciente demanda del producto.

Además el consumo de pasta, está en relación directa con la producción y siendo el año 1964 más representativo, presentamos el cuadro N° 2, mostrando el consumo correspondiente a dicho año y del cual obtendremos un promedio mensual que nos servirá para nuestros cálculos posteriores, así tenemos:

a) Producción en 45 r.p.m. = 42,340 Kg.

$$\text{Promedio mensual} = \frac{42,340}{12} = 3,600 \text{ Kg. (aprox.)}$$

b) Producción en 78 r.p.m. = 24,990 Kg.

$$\text{Promedio mensual} = \frac{24,990}{12} = 2,000 \text{ Kg. (aprox.)}$$

2º Necesidades externas: El cálculo de las necesidades externas la limitaremos, como veremos posteriormente, de acuerdo a la calandria laminadora seleccionada y cuyo out-put está determinado por el fabricante y por tanto no admite un ritmo intermedio de producción. Es ésta la razón que al seleccionar la maquinaria, lo hacemos con el criterio de sobrepasar nuestras necesidades internas, dejando un margen que por el momento puede colocarse en el mercado, pero que en el futuro servirá para satisfacer nuestro consumo, si llevamos el ritmo de crecimiento ya observado.

El margen de que hablamos, y de lo visto en párrafos anteriores nos hace establecer que desde el momento en que se deje de fabricar discos de 78 r.p.m. , toda la producción de briquetas será de 45 r.p.m., satisfaciendo en esta forma la demanda del producto.

C U A D R O N º 2

C O N S U M O D E P A S T A - A Ñ O 1 9 6 4

M E S E S	45 r.p.m.		78 r.p.m.	
	K I L O S	V A L O R	K I L O S	V A L O R
Enero	3,300	99,000	2,250	22,500
Febrero	4,580	137,400	3,100	31,000
Marzo	2,905	87,150	2,950	29,500
Abril	3,085	92,550	3,530	35,300
Mayo	2,800	84,000	2,750	27,500
Junio	3,215	96,450	1,500	15,000
Julio	3,620	108,600	1,420	14,200
Agosto	4,185	125,550	1,260	12,600
Setiembre	3,160	94,800	2,300	23,000
Octubre	2,895	86,850	1,210	12,100
Noviembre	2,800	84,000	1,450	14,500
Diciembre	5,795	173,850	1,270	12,700

Por todo lo expuesto anteriormente, y según catálogos del fabricante, la máquina que más se acomoda a nuestro proyecto es la mezcladora-laminadora COMERIO ERCOLE - 564 de 2 cilindros ϕ 350 x 700 m/m., con motor de 30 HP. Está proyectada para una producción máxima de:

- a) 400 Kg./ día en pasta de 78 r.p.m.
- b) 350 Kg./ día en pasta de 45 r.p.m.

Por tanto la capacidad máxima de producción al mes será:

En 45 r.p.m.: (18 días de trabajo por mes)

$$18 \times 350 = 6,300 \text{ Kg.}$$

En 78 r.p.m.: (8 días de trabajo por mes)

$$8 \times 400 = 3,200 \text{ Kg.}$$

Establecida la capacidad de producción y teniendo en cuenta la demanda de nuestras necesidades internas, hallamos lo que queda para el consumo externo:

$$\text{En 45 r.p.m.} = 6,300 - 3,600$$

$$= 2,700 \text{ Kg.}$$

$$\text{En 78 r.p.m.} = 3,200 - 2,000$$

$$= 1,200 \text{ Kg.}$$

Por último, para completar el estudio de la capacidad máxima de producción, supondremos que todo es de 45 r.p.m.

$$\text{En 45 r.p.m.} = \underline{25 \text{ días} \times 350 \text{ Kg/día}} = \underline{9,750 \text{ Kg/mes.}} \times 8,750$$

$$\text{Al consumo externo} = \underline{9,750} - 3,600 = \underline{6,150 \text{ Kg/mes.}}$$

II - MATERIA PRIMA

Antes de analizar detenidamente cada uno de los componentes que intervienen en la fabricación de los diferentes tipos de briquetas, vamos a dejar constancia que casi en su totalidad, estos materiales son importados, circunstancia necesaria por el hecho que en el país, todavía no se producen dichos materiales.

La relación de la materia prima que se usan en la fabricación de las briquetas son:

En briquetas de 45 r.p.m. (B - 45):

Cloruro de polivinilo (PVC)

Estearato de plomo

Negro de humo

En briquetas de 78 r.p.m. (B - 78):

Resina Vinsol

Ethil Celulosa (ETHOCEL)

Estearato de plomo

Negro de humo

Tiza

Scrap

Más adelante veremos la función que desempeña cada uno de estos materiales, en la formulación respectiva, sea esta B - 45 o la B - 78. Además se verá la selección de ellos entre las diversas marcas de los fabricantes.

A - Cantidad de materia prima.-

Para conocer las cantidades de materia prima a emplear se, se hace necesario establecer las composiciones y porcentajes en que intervienen, esto unido al dato de producción, nos dará el volumen de cada uno de los componentes ya mencionados anteriormente.

Este estudio lo haremos teniendo en cuenta, la producción mensual estimada en el capítulo anterior, es decir la capacidad de producción de la calandria-laminadora.

Por tanto tenemos los siguientes cálculos:

Para briquetas de B - 45:

$$350 \text{ Kg/día} \times 18 \text{ días/mes} \times 12 \text{ meses/año} = 75,600 \text{ Kg/año.}$$

FORMULACION:

Cloruro de polivinilo	=	96%
Estearato de plomo	=	2%
Negro de humo	=	2%

CANTIDAD:

Cloruro de polivinilo	=	75,600	x	0.96	=	72,550	Kg/año.
Estearato de plomo	=	75,600	x	0.02	=	1,512	" "
Negro de humo	=	75,600	x	0.02	=	1,512	" "

Para briquetas de B - 78:

$$400 \text{ Kg/día} \times 8 \text{ días/mes} \times 12 \text{ meses/año} = 38,400 \text{ Kg/año.}$$

FORMULACION:

Resina Vinsol	=	23.7%
---------------	---	-------

Ethil celulosa (ETHOCCEL)	=	5.37%
Estearato de plomo	=	0.537%
Negro de humo	=	1.61%
Tiza	=	53.7 %
Scrap	=	15.083%

CANTIDAD:

Resina Vinsol	38,400 x 23.7	=	9,100 Kg/año
Ethocel	38,400 x 5.35	=	2,060 " "
Estearato de Pb	38,400 x 0.537	=	206 " "
Negro de humo	38,400 x 1.61	=	620 " "
Tiza	38,400 x 53,7	=	20,644 " "
Scrap	38,400 x 15.083	=	5,770 " "

Materias primas comunes:

Estearato de Pb:	1,512 + 206	=	1,718 " "
Negro de humo	1,512 + 620	=	2,132 " "

En el cuadro N° 3 , tenemos el resumen de estos cálculos, a la vez que mostramos la cantidad efectiva que estimamos consumir al año.

B - Disponibilidad Presente y Futura.-

En el cálculo de nuestras necesidades, tropezamos con el inconveniente, que dependemos de los países proveedores para casi la totalidad de las materias primas necesarias para la fabricación de las briquetas. Esta situación, da una importancia primordial al almacenaje de materiales y a que se

CUADRO N° 3

CONSUMO DE MATERIA PRIMA AL AÑO			
PRODUCTO	Cantidad calculada (Kg)	Cantidad efectiva 5% + (Kg)	Nº Aprox. de sacos y bolsas
Cloruro de Polivinilo	72,550	76,177	3,050
Estearato de Plomo	1,718	1,810	130
Negro de Humo	2,132	2,238	90
Resina Vinsol	9,100	9,555	433
Etil Celulosa (ETHOCEL)	2,060	2,163	87
Tiza # 325	20,664	21,676	542
Scrap (45 y 78)	5,770	6,058	---

lleve un registro riguroso de las existencias, para lo cual debemos fijar un nivel de pedidos, siguiendo el sistema de los cálculos de stocks basado en el principio de máximos y mínimos. Una vez fijado el stock mínimo, para los diversos materiales, se debe tener presente que cada vez que se llegue a ese nivel habrá que efectuar los nuevos pedidos para llenar las necesidades futuras. Este control se efectuará por medio de tarjetas cuyo formato adjuntamos y que de por sí, muestra el método a seguir.

Como se verá por lo anteriormente dicho, este es un punto que merece mucha atención, cuya solución ideal sería la instalación de plantas productoras de las materias primas, que no solo tendría por consumidor a la industria fonográfica, sino a muchas otras fábricas que utilizan estos mismos compuestos químicos y plásticos. De todas maneras como ya hemos dicho oportunamente, la producción del cloruro de polivinilo está próxima y es el primer paso de gran importancia en lo referente a futuros abastecimientos de este producto nacional, que esta industria consume en gran escala.

C - Calidades y Costos.-

Existen diversas calidades de materia prima, cuya diferenciación se encuentra en el porcentaje de su composición. Esta variedad se manifiesta principalmente en sus propiedades físicas y químicas que influyen en la formulación final, por lo que deben ser elegidas adecuadamente para obtener una briqueta que reúna las especificaciones de calidad requerida por los fabricantes de discos fonográficos.

Las principales firmas distribuidoras y los productos que ofrecen, aparecen en el cuadro N° 4. De este cuadro hemos seleccionado los productos que intervienen en nuestra formulación y que son los siguientes:

1º Cloruro de polivinilo.-

El tipo que más nos conviene es el distribuido por la IMPERIAL CHEMICAL y cuya denominación comercial es "Corvic" R 46/82. Este producto es la base en la fabricación de B-45 interviniendo en un 96% en la formulación.

Este compuesto es un cloruro vinílico que ha sido copolimerizado con acetato de vinilo en la proporción de 16%.

Los principales efectos de esta copolimerización son:

- a) Reducción de la temperatura a la cual el material puede ser manipulado.
- b) Para incrementar la solubilidad.

El producto usa la denominación CORVIC como marca registrada y la codificación R 46/82 significa lo siguiente:

R = Copolímeros granulares.

46 = Valor de K obtenido por el método de PIKENTSCHER

(K es el índice de la viscosidad relativa a 25°C de una solución de 0.5 gr. del Corvic R 46/82 en 100 ml. de dicloruro de etileno).

82 = N° clave de la fórmula usada por el fabricante.

Sus principales propiedades son: Polvillo de color blanco que pasa por la malla 150 BS, de gravedad específica 1.36, con un máximo contenido de humedad de 0.3%. Posee gran

C U A D R O N° 4

PRINCIPALES FABRICANTES Y DISTRIBUIDORES DE MATERIA PRIMA

CLORURO DE POLIVINILO:

Solvay de Bélgica
Representante: Rodval S.A.
Producto: Solvic 513- PA

Pechiney-Saint Gobain
Distr.: Gaillard-Ghariani
Producto: Afcovyl M-51

Societa Edison de Milan
Representante: Carminter S.A.
Producto: Sicron 822-D

Imperial Chemical Industries
Distr.: Imperial Chemical Perú
Producto: Corvic R 46/82

RESINA VINSOL:

Hercules Trading Co.
Representante: E. Ferreyros
Producto: Vinsol

NEGRO DE HUMO:

Cabot Corporation
Distr.: Britannia Trading
Producto: Black Pearl 81
Monarok 71

United Carbon Corporation
Producto: United-R
Kosmink

ESTEARATO DE PLOMO:

Vereinigte Ultramarinfabriken.
Representante: Rodval S.A.
Producto: E-Pb al 51%

ETIL CELULOSA:

Dow Chemical International
Distr.: Dow Chemical- Perú
Producto: Ethocel

Hercules Trading Co.
Producto: EC-N22-R

resistencia a los álcalis a temperatura normal, diluye los ácidos inorgánicos, alcoholes, grasas y aceites, por último puede ser mezclado con estabilizadores, lubricantes y pigmentos, produciendo formulaciones de óptima calidad.

2º Estearato de plomo.-

Entre los estearatos metálicos que se acostumbra a utilizar en formulaciones de PVC, el más indicado y recomendado para la Corvic R 46/82 es el de plomo, por haberse observado su buen comportamiento y un resultado de calidad en el producto obtenido.

La función que desempeña el estearato de plomo dentro de la mezcla es la de estabilizador y lubricante, en otras palabras evita el cambio de las propiedades físicas a través del tiempo y otras condiciones. En cuanto a la lubricación produce efectos internos al dar mayor fluidez evitando la generación del calor por rozamientos, igualmente efectos externos que evitan que la pasta se adhiera a las superficies metálicas calientes, eliminando las manchas en las superficies acabadas.

3º Tiza.-

Este producto es fabricado por la firma nacional Agregados Calcáreos bajo el nombre "Tiza T - 325". Solamente es utilizado en fórmulas de B - 78, teniendo por finalidad servir de complemento a la resina utilizada y además da el cuerpo al disco de 78 r.p.m. de allí su alto porcentaje (53.7%). Este porcentaje ocasiona que este tipo de disco, tenga la tendencia a romperse, cosa que no ocurre con los de 45 r.p.m.

4º Negro de humo.-

Entre los negros de humo, el de mayor preferencia usado por los fabricantes de pasta para discos, es el Black Pearls 81 fabricado por la Cabot Corporation.

Este material es usado como pigmento y podemos decir que entre todos los materiales empleados para ese fin, el negro de humo es único por la pequeñez de sus partículas y por su absorción de aceite extremadamente elevada. Por lo tanto es necesario emplear un criterio muy ajustado en la selección de los grados más adecuados para la determinada aplicación. Además debe ponerse especial cuidado en la formulación de los componentes y en la dispersión de los negros, de allí que la elección de los vehículos adecuados y los procedimientos de molienda y mezcla son sumamente importantes para lograr el mejor resultado cuando el negro de humo se emplea como color.

Entre sus principales propiedades tenemos: Valor del pH = 5.0, contenido de volátiles 5%, absorción de aceite 125 gr. por cada 100 gr. de negro, densidad aparente 336 gr. por litro, valor en la escala nigrométrica 81. Este último valor es el número que corresponde a la medida relativa al índice de reflexión difusa de una dispersión de negro de humo en un barniz tipo, dando la intensidad de coloración .

5º Resina Vinsol.-

Es un compuesto termoplástico a base de resina vinílica que junto con la tiza constituye la base en la fabricación de B - 78. Es fabricado por la Hercules Trading Corporation y

distribuida en el Perú por Enrique Ferreyros, que también representa a la Cabot Corporation.

La resina Vinsol proporciona la elasticidad, reduciendo la rigidez de la tiza. Su manejo es de sumo cuidado, ya que cualquier variación en el porcentaje con que interviene en la fórmula, ocasiona el cambio en las propiedades especificadas para los discos de 78 r.p.m.

Su aspecto comercial la presenta en bolsas de 25 Kg. netos, con apariencia de un polvo fino color amarillo-naranja, inodoro y de fácil suspensión en el medio ambiente, lo cual obliga a usar máscaras contra el polvo.

6º Ethocel.-

Este producto es una marca registrada por la Dow Chemical y cuya formulación corresponde al Etil celulosa.

Es un material relativamente duro con excelente estabilidad dimensional y gran resistencia al golpe. Retiene estas propiedades a través de un amplio rango de temperatura, aún después de prolongada exposición. Este material estabilizado con el estearato de plomo constituye un material ideal, tenaz, flexible y resistente a la humedad y cambio de color, propiedades que son adecuadas para la obtención de briquetas de B - 78 de alta calidad.

Costo de materia prima.-

Con los datos proporcionados por las firmas abastecedoras de Mat.prima, damos el cuadro N°5 para mayor objetividad.

CUADRO N° 5

C O S T O D E M A T E R I A P R I M A		
P R O D U C T O	P R E C I O	
	CIF Callao/Kg.	Puesto en Fáb./Kg.
Cloruro de Polivinilo	S/ 9.70	S/ 12.70
Estearato de Plomo	S/ 22.10	S/ 30.80
Negro de Humo	S/ 13.20	S/ 18.10
Resina Vinsol	S/ 4.40	S/ 6.20
Etil Celulosa(Ethocel)	S/ 46.00	S/ 54.15
Tiza # 325	-- -----	S/ 0.85

III - EL PRODUCTO

El producto que se debe obtener, constituye la materia prima para la fabricación de los discos fonográficos. Esta pasta varía según el tipo de disco a fabricarse y se acostumbra a presentarla bajo la forma de gránulos o de unas placas rectangulares denominadas BRIQUETAS. A su vez estas briquetas tienen 2 variantes:

BRIQUETAS LAMINADAS Y BRIQUETAS LISAS, lo cual es fácil de apreciar a simple vista de su superficie.

Es muy conocido por todos, la clasificación de los discos fonográficos en 78 - 45 y 33 r.p.m. para los fines técnicos de grabación. Esta clasificación ha exigido también diferentes tipos de pasta que reúnan condiciones especiales y por lo tanto formulaciones apropiadas que trataremos más adelante.

Teniendo este conocimiento, diremos que el producto materia de este estudio, es una BRIQUETA LAMINADA hecha con formulación correspondientes a discos de 78 y 45 r.p.m. ya que estos tipos son los de mayor demanda.

A - CALIDADES.-

La práctica es la mejor guía para mejorar la calidad de un producto. En nuestro caso, lo importante es que la pasta tenga fluidez, una dureza adecuada y poco quebradiza, sino irrompible. Las condiciones para el trabajo nos dan la calidad

del disco, fiel reflejo de la pasta usada en su fabricación y esto nos proporciona mediante un muestreo al azar un método adecuado para llevar el control de calidad de las briquetas.

Como ya se dejó establecido, nuestra producción estará destinada en un comienzo a BRIQUETAS para discos de 45 r.p.m. (B - 45) y BRIQUETAS para discos de 78 r.p.m. (B - 78). No hacemos mención a B - 33 por ser de formulación igual a B -45 variando sólo en el volumen necesario para el prensado, por tanto es oportuno citar aquí algunas de las características principales de las BRIQUETAS mencionadas.

B - 45:

- 1º Apariencia física
 - a) color: negro
 - b) dimensión: 10 x 12 x 0.3 cm
 - c) peso: 50 grs.

- 2º Condiciones de trabajo:
 - a) período de calentamiento: 2 - 3 minutos
 - b) temperatura de prensado : 240 - 280°F
 - c) presión de prensaje: 1200 lb/in²
 - d) duración del ciclo de prensaje: 20 - 30 segundos

- 3º Es un material irrompible.

B - 78:

- 1º Apariencia física
 - a) color: negro
 - b) dimensión: 10 x 12 x 0.6 cm
 - c) peso: 250 grs.

2º Condiciones de trabajo:

- a) período de calentamiento: 3 - 5 minutos.
- b) temperatura de prensado: 210 - 250° F.
- c) presión de prensaje: 1,700 lb/in².
- d) duración del ciclo de prensaje: 50 - 70 segundos.

3º Material frágil.

Referente a las características mencionadas cabe anotar las siguientes indicaciones:

- 1º En cuanto a la apariencia física, el color puede ser variado de acuerdo a los gustos del fabricante, cosa que no ocurre con el peso, el cual está ya calculado con un exceso que luego del prensado constituye el scrap recuperable en nuestra tesis.
- 2º Las condiciones de trabajo, es decir, los cambios a que va a estar sujeta la briqueta durante su transformación de briqueta en disco, también pueden sufrir ciertas variantes siempre y cuando los porcentajes de los componentes y los componentes en sí, también varíen.
- 3º Las condiciones arriba mencionadas son recomendadas por los fabricantes, siempre y cuando se utilice las formulaciones que veremos en los cuadros 6 y 7 del presente capítulo.

B - FORMULACIONES.

Existen variadas formas de combinar los materiales, ya sea variando los porcentajes o reemplazando un componente por otro para obtener una formulación adecuada, indudablemente que

la finalidad perseguida es un producto de calidad al menor costo posible.

Es por ello, que el éxito de una formulación depende en su totalidad de un buen conocimiento de las propiedades y proporciones de los compuestos, esto naturalmente es fruto de algunos meses de experiencia y paciente investigación a través de registros minuciosamente tabulados. Nosotros carecemos de esa experiencia y nos limitamos por lo tanto a los consejos que da la Imperial Chemical Industries Ltda. en su folleto (15-537) dedicado a la manufactura de discos fonográficos. Esto no es más que una pauta que conducirá posteriormente a la mejora definitiva del producto de acuerdo a las condiciones de trabajo locales.

A continuación damos algunas formulaciones aconsejables y expresadas en porcentaje y por carga-peso. La razón de la carga está en la conveniencia para el manipuleo de materiales usando equipos diseñados más adelante.

CUADRO Nº 6FORMULACIONES DE B - 45

FORMULA DE LA IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES		
Materia Prima	Porcentaje %	Peso/carga Kgrs.
CORVIC R 46/82	96	24.0
Estearato de plomo	2	0.5
Pigmento	2	0.5
PESO TOTAL POR CARGA =		25.0
FORMULA USUAL PARA DISCOS DE COLOR NEGRO		
CORVIC R 46/82	96.2	25.0
Estearato de plomo	1.9	0.5
Negro de humo	1.9	0.5
PESO TOTAL POR CARGA =		26.0

CUADRO Nº 7FORMULACIONES DE B - 78

FORMULA USUAL PARA DISCOS DE COLOR NEGRO		
Materia Prima	Porcentaje %	Peso/carga Kgrs.
Resina "Vinsol"	23.7	10.55
ETHOCEL	5.37	2.41
Estearato de Pb.	0.537	0.24
Negro de humo	1.61	0.72
Tiza	53.7	24.23
Scrap	15.0	6.85
PESO TOTAL POR CARGA		- 45.00
FORMULA TAMBIEN EN USO		
Resina "Vinsol"	30.6	13.80
Ethocel	6.12	2.73
Estearato de Pb.	0.640	0.26
Negro de humo	2.05	0.91
Baritina	60.6	27.30
PESO TOTAL POR CARGA		- 45.00

IV - TECNOLOGIA DE FABRICACION

En este capítulo, mencionaremos los principales métodos de fabricación que existen en la actualidad y posteriores a la época en que se usaban carretes de cera, láminas de caucho y gomalaca.

Así en la actualidad, gracias al desarrollo de la industria de los plásticos, se ha logrado hallar un material que por hoy es ideal para la fabricación de las briquetas y éste es, el cloruro de polivinilo (PVC), que junto con los estabilizadores, pigmentos y rellenos apropiados constituye la materia prima en la fabricación de los discos fonográficos.

a - Métodos de Fabricación.-

De los diferentes procedimientos para la obtención del producto llamado briqueta, se han generalizado cuatro sistemas de entre los principales métodos de fabricación utilizados en la industria plástica y que son los siguientes:

- 1º Sistema de extrucción laminar.
- 2º Sistema granular.
- 3º Sistema de rodillos laminadores.
- 4º Sistema Boomer.

Pasaremos ahora al análisis de las principales características de cada uno de estos sistemas de fabricación.

1º Sistema de extrucción laminar.-

Este sistema es muy conocido en la fabricación de tubería plástica, con la diferencia de que el dado utilizado no es cilíndrico, sino que tiene una canal que permite la salida del material en forma laminar y de superficie completamente lisa.

El método de fabricación es sencillo, la formulación se realiza en una mezcladora aparte, luego se alimenta la tolva de la moldeadora a inyección, se regula la cámara de temperatura, desde donde por medio del sistema de tornillo sin fin, es arrastrada y forzada a la salida pasando por el dado antes mencionado.

La lámina uniforme que se obtiene, se procede a cortarla en forma de rectángulos según la medida que convenga y de acuerdo al tipo de disco a fabricarse.

En este sistema no es posible procesar el scrap o rebabas de discos, además la producción es muy pequeña y hay pérdida de tiempo en el cortado de la tira uniforme y continua.

2º Sistema granular.-

La obtención de la pasta en forma granular, requiere de un tipo especial para ese fin, que puede ser el Banbury o un Shaw Intermix, equipos de fácil manejo que para nuestro caso deben observar una temperatura interior comprendida entre los 100 - 130°C.

La formulación se dosifica en dichas máquinas, es decir, que cada uno de los ingredientes se agregan a la vez para for

mar la masa caliente que luego se descarga y es cortada en gránulos cúbicos.

Como este es sólo una información, diremos que la pasta granulada está destinada para ser usada en pre-calentadores eléctricos o de aire caliente, cuya finalidad es proporcionar una porción fija o sea entregar el material necesario a la medida de acuerdo a la fabricación de los diferentes tamaños de discos por realizar.

3º Sistema de rodillos laminadores.-

Este es un método simple de fabricación, pues la formulación es preparada y mezclada en equipo aparte que luego se alimenta directamente al centro de los rodillos, uno de los cuales tiene una temperatura de 250 - 300°F con presión de vapor entre 80 - 90 lb/in². En estos rodillos el material es amasado y luego se desprende en forma de lámina la cual pasa por un rodillo trazador de briquetas. Una vez fría la lámina, se quiebra por los trazos y se obtiene el producto final.

4º Sistema de Boomer.-

Este es uno de los últimos adelantos en materia de fabricar pasta para discos. En este método de fabricación el propio prensista o sea el hombre encargado de la fabricación de los discos fonográficos, es el encargado de formular las proporciones, para luego cargar la tolva con dichos materiales y el Boomer (Nombre comercial de la máquina) se encarga de mezclar, calentar y mezclar para luego entregar la pasta lista para ponerla en la prensa y hacer el disco.

Como vemos éste es un equipo completo, que no fabrica para producción sino para consumo, por lo que cada prensa requiere uno de estos. Es un método de trabajo muy limpio y simplifica la labor del prensista una vez cargada la tolva de alimentación.

b - Comparación de estos métodos.

- 1º El sistema de extrucción laminar es un método que cada vez se practica menos y comparado con los otros tres sistemas tiene desventaja en todo sentido como por ejemplo:
 - a) Su baja producción ocasionada por la obtención de una sola lámina uniforme y continua que debe ser cortada una por una para la formación de la briqueta.
 - b) El alto costo del equipo que unido a lo antedicho nos da un método antieconómico.

- 2º Sistema granular requiere equipo auxiliar para usar la pasta granulada, dicho equipo es de precio elevado, por lo que entre nosotros prácticamente no justifica la inversión. En comparación con los otros métodos ofrece limpieza y fácil manejo por salir en forma desificada, compacta y lista para su uso en los equipos auxiliares.

- 3º El sistema de rodillos laminadores es el método más práctico y sencillo, pues las briquetas producidas no requiere equipo extra, basta sólo la plancha de vapor para el calentamiento. Comparado con los otros métodos vemos que este sistema es de mayor producción y se adapta a nuestra realidad, por lo que dada las ventajas mencionadas es el sistema que hemos elegido.

4º El Boomer es una unidad completa, es el método de producción de pasta para disco de mayor limpieza, pero dicha producción es solamente para una prensa. Además su costo es muy elevado (\$ 5,800 en USA por unidad) por lo que entre nosotros y comparado con los otros métodos lo deshechamos al no haber producción sino consumo inmediato.

c - Método elegido.-

Según nuestras necesidades y de acuerdo al aspecto económico, el sistema que más nos favorece es el de los rodillos laminadores. Este método en sí, es el uso de una calandria laminadora que proporciona un gran volumen de producción y puede trabajar el recupero de discos (scrap), eliminando la posibilidad de desperdiciar dicho material hasta en un 90 %.

La calandria laminadora requiere equipo complementario como son mezcladoras, homogenizadora, eliminadora magnética y zaranda vibradora que hacen un conjunto de maquinaria esencial para la fabricación de briquetas.

El sistema de trabajo es muy sencillo, se realiza por medio de cargas, cada una equivale a determinada cantidad de formulación según se fabrique B - 45 o B - 78 que veremos más adelante. Esta formulación se realiza pesando en recipientes las diferentes materias primas con lo que se completa la carga. Luego de tener varias cargas se pasan por la mezcladora, donde se realiza una mezcla regular y que se complementa al paso por la homogenizadora, que como su nombre lo indica pro

porciona una mezcla homogénea. La última operación es el pase por la eliminadora magnética, para eliminar posibles residuos metálicos, esta operación es una forma de seguridad para obtener briquetas puras evitando así, daños a las matrices durante la operación de fabricación de discos fonográficos.

Después de estos pasos preliminares, se lleva la mezcla homogenizada a la calandria laminadora en cuyos rodillos se realizan el amasamiento de la carga. Este amasamiento tiene sus condiciones de trabajo, como son temperatura de 250 - 300^oF y presión de 80 - 90 lb/in² y por espacio de algunos minutos entre carga y carga según la formulación utilizada. Luego se procede al desprendimiento de la capa formada alrededor de uno de los rodillos, la cual cae por su propio peso sobre una faja transportadora que conduce y obliga a la lámina a pasar bajo un rodillo trazador del tamaño de las briquetas.

La lámina ya marcada como se indicó, prosigue su marcha hasta una mesa metálica, donde se produce el enfriamiento y quiebra de ella, con lo cual queda formada la pila de briquetas, las que posteriormente se embalan en cajas de cartón.

V - SELECCION DEL EQUIPO

Teniendo en cuenta, que el método elegido por nosotros es el de los rodillos laminadores basado en el uso de una calandria, es lógico suponer que el equipo complementario deberá reunir las condiciones de diseño necesarias para no ocasionar un cuello de botella en la producción. Parte de este equipo es importado y el resto puede ser fabricado localmente.

Relación de Maquinaria.-

- 1º Calandria laminadora.
- 2º Molino de martillos.
- 3º Molino de cuchillas.
- 4º Tamiz vibrador.
- 5º Mezoladoras (2)
- 6º Homogenizadora express
- 7º Separadora Magnética.
- 8º Compresora de aire.
- 9º Balanza de 0 - 60 Kg.
- 10º Equipo complementario.

A - Estudio y diseño del equipo:

Pasaremos enseguida a efectuar el análisis de la relación de la maquinaria en el mismo orden numérico.

1º Calandria laminadora.-

Es de fabricación italiana, marca COMERIO ERCOLE - 564, que tiene por objeto el tratamiento térmico de la mezcla homogenizada, para su conversión en briquetas.

Para llenar esta finalidad , la máquina (esquema Nº 1) cuenta con dos rodillos laminadores, uno de los cuales es regulable por medio del sistema de tornillo, un rodillo trazador con su sistema de regulación para el trazado del dimensionado de las briquetas, una faja transportadora que corre bajo dicho rodillo transportando la lámina ya trazada hasta una mesa metálica donde se produce el enfriamiento.

Para su funcionamiento, esta máquina trae acoplado a ella un motor eléctrico trifásico de 30 HP, que proporciona la fuerza necesaria para todos los movimientos. Además ella trae las entradas roscadas en las cuales se hará la instalación de las líneas de vapor y agua (Manifold). Los detalles del funcionamiento e instalación se pueden comprender claramente en el esquema antes mencionado.

2º Molino de Martillos.-

Este molino es marca BARBIERI, tipo Frangitutto "A", con ciclón y motor eléctrico trifásico de 7.5 HP. Tiene por objeto la trituration final de los gránulos obtenidos en el molino anterior.

Consta de una tolva de alimentación al final de la cual se encuentra la cámara de trituration, formada por un conjunto de martillos adheridos al eje, debajo del cual está la malla clasificadora de los finos. Lateralmente existe la toma para la extracción y recuperación del polvo por medio del ciclón ya mencionado. Los finos son recogidos en un recipiente que se coloca debajo del molino.

3º Molino de cuchillas.-

Su finalidad es reducir a gránulos los sobrantes o rebabas de los discos de 45 r.p.m. Para ello cuenta con cuatro cuchillas dispuestas simétricamente alrededor de un eje horizontal según se aprecia en los diagramas que nos ha proporcionado la firma alemana FELLNER-ZIEGLER fabricante de este tipo de molino FZK-280.

En dichos diagramas se ve claramente las partes componentes de este molino, como son la tolva de alimentación, la cámara de trituración, las poleas, el motor, el depósito receptor de material y otros accesorios adicionales. Referente al motor, éste es trifásico de cuatro Kw (aprox. 5 HP) y con velocidad de 1450 r.p.m.

4º Tamiz vibrador.-

Esta máquina tiene por objeto conseguir la máxima uniformidad en los tamaños de los gránulos. Para tal fin cuenta con un tamiz clasificador que se coloca en la parte inferior como se aprecia en el esquema N° 2. La vibración o zarandeo es ocasionada por la excéntrica que recibe el movimiento desde un motor situado en la parte superior a través de un eje vertical montado sobre chumaceras y unido al motor por una brida de acople.

Todo este conjunto está montado sobre un bastidor, en cuyo extremo inferior tiene el tamiz propiamente dicho y que es cambiable, de acuerdo al tamaño uniforme del gránulo que se desea obtener. Este equipo puede construirse localmente.

5* Mezcladoras.

Como su nombre lo indica, esta parte del equipo se ocupa de realizar las operaciones de mezcla de los ingredientes, según formulación deseada, sea esta B - 45 o B - 78 que veremos más adelante.

Para llenar su cometido, estas mezcladoras (esquema N°3) se caracterizan por tener un eje provisto de paletas en cuyos brazos se han colocado imanes con el objeto de separar cualquier residuo magnético. Su velocidad es baja, de aquí el que se haga necesario el acoplamiento de reductores de velocidad, aproximadamente 80 r.p.m. A pesar que el trabajo de mezcla es bastante fuerte, esta máquina necesita un motor eléctrico trifásico de 2 HP al cual va acoplado el reductor que transmite su velocidad hasta el eje por medio del sistema de cadena.

Aclaremos nuevamente que el hecho de tener 2 mezcladoras obedece a que las formulaciones son diferentes para cada tipo de disco.

Este tipo de mezcladora mostrada en el esquema N° 3, por su sencillez, puede ser fabricado en el País, teniendo en cuenta que hoy en día tenemos en plaza motoredutores especialmente los fabricados por la firma DELCROSA que son nacionales, de buena calidad y bajo costo.

Recomendamos montar el conjunto de partes y piezas sobre un armazón de barra en ángulo de 2" x 2", teniendo cuidado en el espacio libre que se debe dejar debajo de la compuerta de la cámara de mezclado.

6º Homogenizadora express.-

Esta es una máquina fabricada por la firma WERNER & FLEIDERER, modelo express 91185 con motor de 1 HP de alta velocidad, que hace girar el cernidor.

La homogenizadora (esquema Nº 4) cumple también la función tamizadora, que la realiza por medio de un cilindro perforado llamado cernidor cambiable.

La operación es la siguiente: Se carga la tolva de alimentación y por la parte inferior de ella la mezcla pasa al centro del cernidor, donde se mezcla íntimamente a la vez que sale tamizada a través de los orificios situados en toda la periferia del cernidor por efecto de la rotación. La mezcla sale por el conducto de descarga y se recogerá en cilindros o recipientes apropiados según se observa en dicho esquema.

Las otras características de esta máquina, como son la cremallera, el eje soporte, así como la base rodante y en especial la ubicación del motor con respecto del cernidor también se aprecia en el esquema antes mencionado

7º Separadora magnética.-

Es una máquina sumamente sencilla pero de gran importancia en el preparado de la formulación de la pasta. Tiene por objeto eliminar todas las partículas metálicas provenientes del resto del equipo a través del cual ha ido pasando la mezcla y que en caso de no eliminar completamente podría causar graves daños en las matrices de los discos.

Consta de una tolva cuyo fondo es una cámara semicilíndrica que aloja un sinfín en toda su longitud. Este tornillo empuja la mezcla homogenizada hacia un extremo de la cámara, donde existe un orificio por el cual caerá a un tobogán potentemente magnetizado. El sinfín gira a baja velocidad por efecto de un motorreductor (aprox. 70 r.p.m.).

La magnetización se efectúa por medio de un generador de corriente continua, el cual es accionado por la transmisión de una faja en "V" que transmite la fuerza de un motor trifásico de ½ HP. Como se puede apreciar en el esquema Nº 5, ésta es otra de las máquinas que se pueden construir localmente por ser de fácil manufactura.

8º Compresora de aire.-

Esta máquina tiene por finalidad proporcionar el aire necesario para la conservación y limpieza del equipo en especial de los lugares inaccesibles.

Esta compresora es marca "DEVILLBIS" de 1½ HP con tanque de almacenamiento y presión de 120 psig.

9º Balanza de 0 a 60 Kg.-

Esta balanza es marca "BERKEL" con dial marcado de 0 a 60 Kg., y tiene por finalidad efectuar el pesaje de las formulaciones de B - 45 y B - 78 según se desea.

Como se verá más adelante, esta balanza se acondicionará con diversas marcas sobre su dial, para simplificar la operación del pesado y el debido ahorro de tiempo.

10º Equipo complementario.-

- a) Bomba de agua marca "JACUZZI" de $\frac{1}{2}$ HP, para suministrar el abastecimiento de agua ablandada, al tanque elevado, el cual dará la presión necesaria para enfriar los rodillos de la calandria.
- b) Dos muebles de madera con una serie de depósitos que facilitan la clasificación de la materia prima que se habrá de usar en la formulación.
- c) Doce cilindros de 50 Kg. de capacidad usados para las formulas de B - 45 y B - 78. Previamente se podrá diferenciar unos cilindros de otro por el color, puesto que seis de ellos estarán pintados.
- d) Dos plataformas rodantes según diseño para el transporte de diversas especies.
- e) Herramientas y otros implementos.

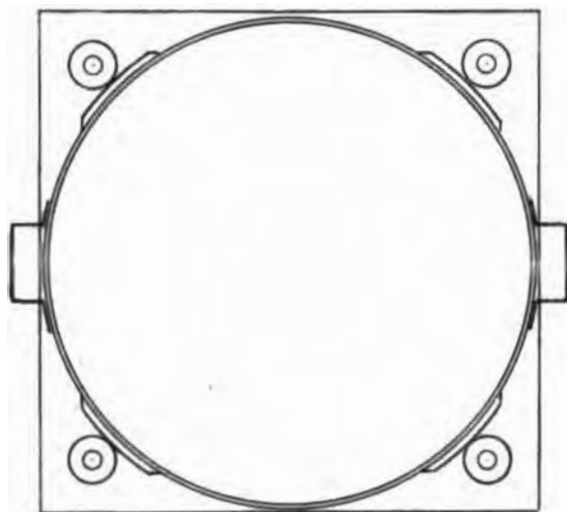
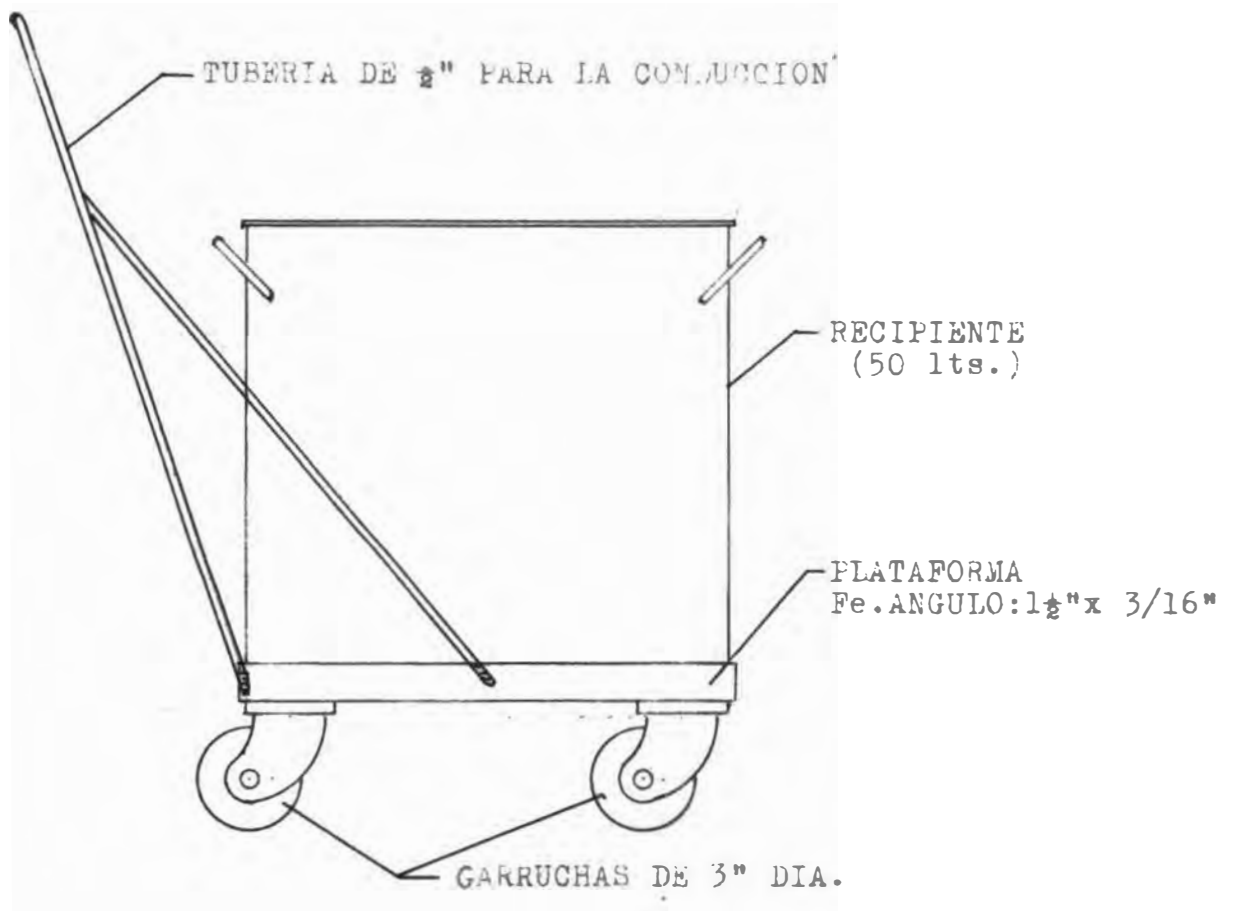
B - DISPOSICION DEL EQUIPO:

Para una buena disposición del equipo que acabamos de describir, necesitamos conocer dos cosas fundamentales como son:

- 1º Area de trabajo de cada máquina.
- 2º Flujo de las operaciones de fabricación.

Respecto a lo primero es fácil de calcular por las dimensiones de las maquinarias seleccionadas. En cambio el flujo operativo está ligado con el método elegido y por lo tanto con este conocimiento ya podemos localizar las máquinas en su lugar correspondiente, para lo cual acompañamos el plano de disposición de planta, al final de la TESIS.

ESQUEMA DE PLATAFORMA RODANTE CON RECIPIENTE



(Vista superior)

1º Áreas de Trabajo.

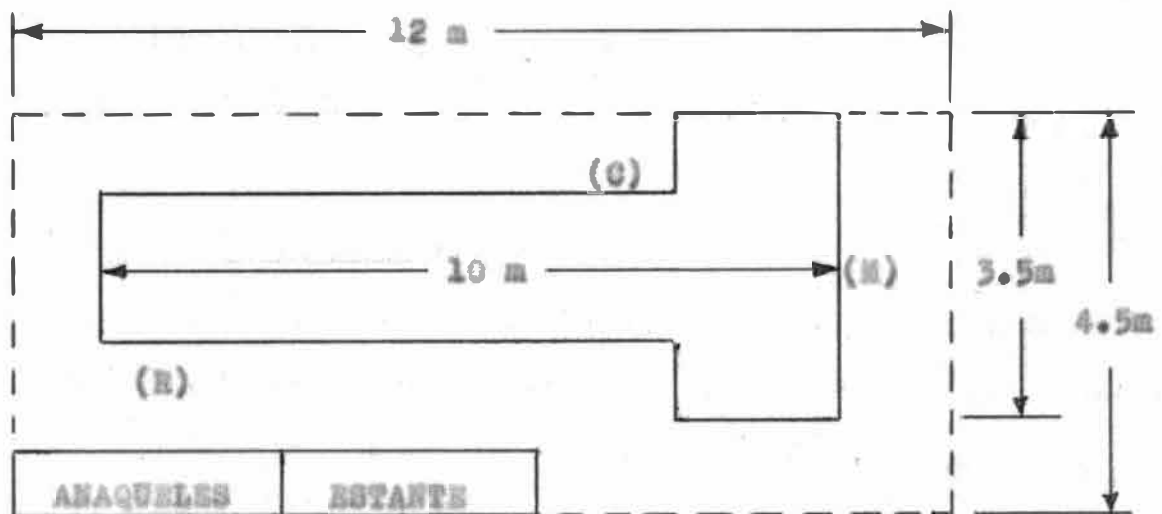
Calandria laminadora.- Para el cálculo de área correspondiente a esta máquina, debemos tener en cuenta el número de personas necesarias que laboran en su alrededor; estas son:

Un maquinista: encargado del manejo de la máquina (M).

Un trazador cortador: opera rodillo trazador (C).

Un receptor: opera la faja transportadora (R).

La colocación de estos operarios la mostramos en el es quema inferior con sus respectivas iniciales, así como el á rea que corresponde a esta máquina.



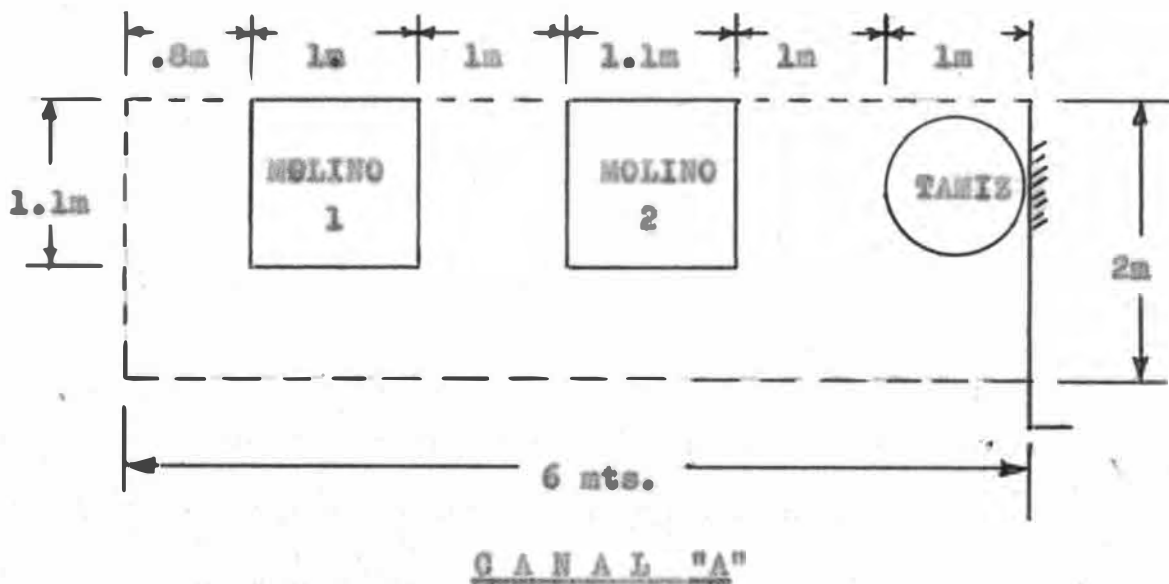
AREA DE TRABAJO - CALANDRIA

Resumiendo:

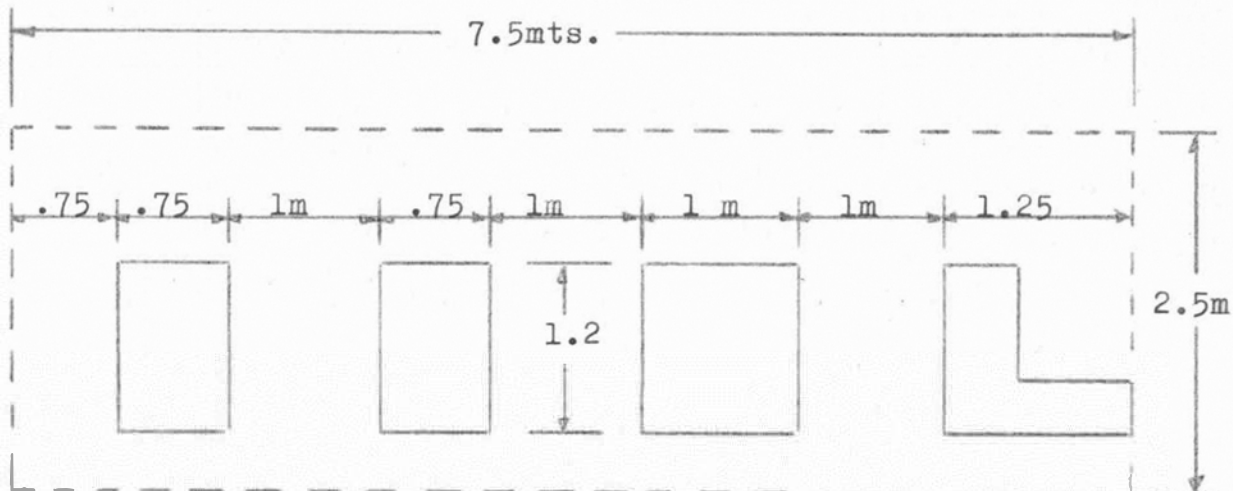
Area requerida = 12 m. x 4.50 m.

Asignación de áreas - Equipo restante.- En el cálculo del área del equipo restante, debemos considerar dos canales de fabricación que se originan debido a la diferente formulación sea esta B - 45 ó B - 78 y así tenemos:

a) El canal de fabricación "A": este canal corresponde a B - 78 y está constituido por los dos molinos, el tamiz vibrador, para efectuar la pulverización del scrap. Estas áreas de trabajo pueden compenetrarse, evitando así mayor trajín al obrero y un ahorro de espacio, considerando que en este ramal labora solamente un hombre. El diagrama correspondiente a las áreas sería como sigue:



b) El canal de fabricación "B": este canal está dedicado en su totalidad a la fabricación de B - 45 y parcialmente a B - 78, formando parte de él dos mezcladoras, una homogenizadora y la separadora magnética, según se indica en el diagrama correspondiente, toda vez que los trabajos realizados en este canal requieren los servicios de un obrero.



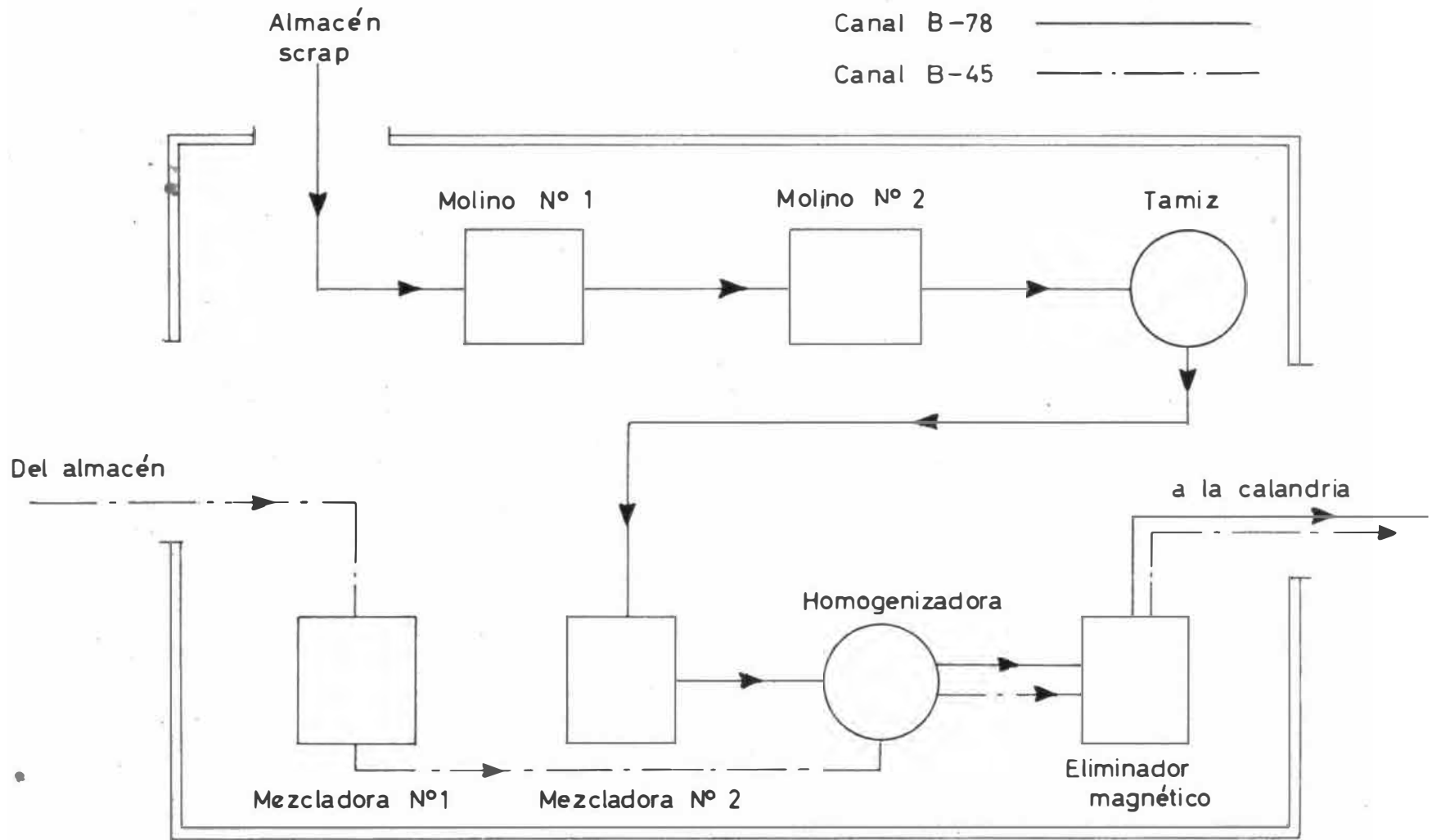
AREA DE TRABAJO: 7.5 mts. x 2.5 mts.

C A N A L "B"

2º Flujo del proceso operativo: lo expuesto en párrafos anteriores, presupone una secuencia de operaciones establecida según el tipo de briqueta a fabricarse, teniendo en cuenta que los dos canales de fabricación tienen un punto de convergencia que es precisamente la calandria.

La explicación del flujo la tenemos graficada en el dibujo de la página siguiente en donde se aprecia claramente que el canal de B - 78 tiene entrada al canal "A" por medio de la mezcladora N° 2 para luego proseguir por la homogenizadora y la separadora magnética, teniendo como acabamos de ver líneas arriba, el punto final de convergencia o sea la calandria.

También tenemos en dicho dibujo las entradas que corresponden al almacén de scrap y al almacén de materia prima.



FLUJO DE FABRICACION

Considerando el cálculo de las áreas de trabajo y del flujo operativo, estamos ya capacitados para hallar las dimensiones de los diferentes compartimientos que componen la planta y cuya ilustración está graficada en el plano de Distribución de planta, adjunto al final del trabajo.

C - Instalación del equipo.-

Para la instalación de las diferentes máquinas, asignados en los lugares según indicación del plano de disposición de planta, cabe anotar que la mayor dificultad se presenta en la calandria laminadora, pues es la única máquina que requiere líneas de vapor, agua y fuerza eléctrica. Además necesita una base de concreto armado para evitar vibraciones y dar horizontabilidad a la máquina.

El resto del equipo necesita solamente suministro eléctrico cuya instalación veremos más adelante.

Por lo tanto veamos ahora la instalación de vapor y del agua para la calandria, dejando la instalación eléctrica que es parte del suministro total, y que se verá con el resto del equipo.

1º Instalación de vapor:

El vapor suministrado a la calandria tiene por finalidad calentar uno de los rodillos según el tipo de briqueta que se desee fabricar. Como estos rodillos se hallan en rotación durante el trabajo, la única forma de suministrarle el vapor y efectuar la purga es por los ejes de ellos, de igual

manera suorde con el suministro de agua al rodillo correspondiente, pues debemos recordar que cuando trabaja la calandria uno de los rodillos debe estar caliente y el otro frio para evitar que se pegue la pasta en este último. Esta condición obligada por el trabajo de la máquina, da origen a una combinación de válvulas o manifold, cuya instalación y mejor comprensión se aprecia en el esquema de la calandria.

Cabe anotar que la tubería de alimentación del vapor parte desde la sala de calderos ubicada en la fábrica de discos y el tramo de tubería expuesto a la intemperie llevará una capa protectora de fibra de vidrio revestida con un compuesto plástico impermeable, para evitar las pérdidas por radiación. El resto de la tubería que pasa por el interior o sea bajo techo, solamente tendrá el aislamiento de la lana de vidrio para evitar igualmente las pérdidas de calor.

Además entre la línea de vapor y la calandria debemos intercalar una válvula reguladora de presión para trabajar de acuerdo a la presión de 85 lb/in², recomendada por el fabricante. Para efecto del control de la reducción de presión, necesitamos la instalación de un manómetro que estará colocado inmediatamente después de la válvula reductora.

Para el control de la temperatura en los rodillos, instalamos termómetros con dial de 0 - 500° F en las cámaras de alimentación y purga, que podemos observar en el mismo plano de la calandria. La pérdida de presión de vapor a lo largo de la tubería la calculamos más adelante.

2º Instalación de agua:

La línea de alimentación de agua a la calandria, parte desde la cisterna de agua ablandada, que suministra dicha agua a la fábrica de discos.

El objeto del agua es como ya se ha dicho, mantener uno de los rodillos frío y a la vez servir de refrigeración a las chumaceras, las cuales por estar en contacto con los ejes de los rodillos, tienden a calentarse.

Las partes componentes de la instalación de la línea de agua, están claramente mostrados en el esquema correspondiente, que se verá en su oportunidad y en donde se distingue:

- a - Una línea de succión.
- b - Una línea de descarga.
- c - Sistema eléctrico de nivel de agua.

La línea de succión tiene en su extremo una canastilla-check cuya finalidad es mantener limpia la línea y evitar la descarga de la bomba de agua, cuando ésta no trabaja. La bomba de agua está intermedia entre ambas líneas y está provista de un sistema eléctrico que se acciona por el nivel de agua en el tanque elevado.

La línea de descarga tiene en su extremo final un dispositivo para distribuir el chorro de agua. Dicha agua proveniente desde la cisterna por intermedio de la bomba, se almacena en el tanque elevado, desde el cual por gravedad bajará a los rodillos con la suficiente presión para irrigar el interior y mantener la temperatura adecuada.

VI - OPERACIONES Y DIAGRAMAS DE FABRICACION

En el capítulo N° IV, quedó establecido el método seleccionado (rodillos laminadores) y las ventajas que se derivan de su elección. El presente capítulo se ocupará de cada una de las operaciones y formas de trabajo desarrolladas a lo largo de todo el proceso de fabricación.

El propósito que perseguimos en este capítulo es presentar un claro conocimiento de la secuencia de las operaciones, para lo cual hemos tratado de realizar un trabajo sencillo y eminentemente práctico presentando diagramas y esquemas de fabricación.

Antes de entrar de lleno en los detalles de fabricación, conviene recordar que nuestra producción inicial estará destinada a la fabricación de B - 45 y B - 78, las cuales tienen diferente formulación y por lo tanto, como ya hemos visto, tenemos los flujos "A y B" según se trate del tipo de briqueta a fabricarse. En nuestro afán de lograr una cierta economía y una mayor utilización del equipo, hemos procurado que ciertas máquinas se usen en ambos flujos de producción.

Con este conocimiento podemos dividir nuestro estudio en tres procesos fundamentales como son:

- 1º - Fabricación de B - 45
- 2º - Fabricación de B - 78
- 3º.- Elaboración de los finos de scrap.

Por lo tanto veamos cada una de las operaciones que intervienen en estos procesos.

1º - Fabricación de B - 45.-

El método de fabricación usado en este tipo de briquetas se realiza por el sistema de cargas, esto quiere decir que cada carga corresponde a 26 Kg. de formulación que estarán contenidos en recipientes apropiados de peso uniforme.

Para dar facilidad al obrero en la preparación de las fórmulas , se ha dispuesto que la balanza se ubique en el centro de los dos depósitos de madera que contienen las materias primas. (la ubicación está en el plano de disposición de planta al final del trabajo).

Con estas indicaciones el orden de las operaciones será el siguiente:

- a) Colocación del recipiente sobre la balanza, cuyo dial marcará 0 en estas condiciones.
- b) El obrero irá añadiendo al recipiente los diversos pesos de la formulación, empesando por 25 Kg. de vinilite, luego 0.5 Kg. de estearato de plomo y finalmente 0.5 Kg. de negro de humo. Como este trabajo tiene que hacerse constantemente y durante casi toda la labor del día, hemos reducido al mínimo el tiempo de pesada y dosificación, para lo cual hemos marcado unas líneas de color en contraste con el color del dial y situadas en esta posición: 25 - 25.5 - 26 Kg. respectivamente. Esta operación del pesado de la materia prima como acabamos de ver se ha simplificado al máximo con lo cual logramos un gran ahorro de tiempo y hace posible que un solo operario trabaje en el canal "B".

- c) Por medio de un carro transportador, se lleva el recipiente lleno a la mezcladora N° 1, se hecha el contenido dentro de la mezcladora y se deja que la máquina trabaje por algún tiempo (5 - 8 minutos).
- d) Efectuada la mezcla, se recoge en el mismo recipiente y se conduce éste a la homogenizadora de alta velocidad, cuya finalidad es entregarnos una mezcla perfectamente homogénea, lo cual se nota en el color uniforme que presenta.
Como esta máquina trabaja a alta velocidad, ocasiona que los finos se levanten, lo cual evitamos poniendo una lona protectora a manera de embudo invertido, que permite el paso del material a través del conducto de salida cayendo al recipiente que está en el suelo, sin peligro para la salud del obrero (utiliza una máscara contra el polvo).
- e) Traslado del recipiente que contiene la mezcla ya homogenizada, a la separadora magnética donde se elimina cualquier posible partícula metálica.
- f) Conducción del recipiente que contiene la mezcla pasada por la separadora en su respectivo carrito, hacia la calandria laminadora, en donde se dosificará sobre los rodillos de ella, por partes hasta acabar el contenido del recipiente.
- g) El tiempo que debe permanecer cada dosificación en los rodillos de la calandria, varía hasta la formación de una masa pastosa y homogénea (15 - 20 minutos), luego de lo cual se deja caer una laminada de espesor uniforme sobre la faja transportadora para su trazado y corte final.

Indicaciones para el manejo de la calandria, durante la fabricación de B - 45.-

Cuando se va a iniciar la puesta en marcha de la máquina, para la fabricación de briquetas de 45 r.p.m., se deberá observar las siguientes reglas:

- 1º Por medio de las llaves de mando (manifold), enviar el flujo de vapor al rodillo delantero, a una presión de 90 lb/in² hasta alcanzar una temperatura de 350° F sobre él.
- 2º Efectuar una primera purga del condensado que se forma y reemplazar con nuevo vapor.
- 3º Poner a calentar en el rodillo delantero 10 briquetas, para favorecer la formación de una cama cuyo objeto es facilitar la adherencia del material en polvo o sea de la formación.
- 4º Cuando se observe el ablandamiento adecuado de dichas briquetas, se echará a trabajar la máquina, formándose de esta manera la cama alrededor del cilindro caliente.
- 5º Dosificación de la carga sobre los rodillos de la calandria por partes, esto quiere decir que de una carga pueden salir de 6 - 8 laminadas, cada una de las cuales está compuesta de 3 - 6 partes de material dosificado.
- 6º Con el trabajo hasta aquí descrito, el rodillo trazero empieza a calentarse, con el peligro de que la masa se adhiera a él, siendo necesario por lo tanto enfriar dicho rodillo haciendo circular por su interior agua fría, de esta forma se consigue regular a la temperatura deseada.

- 7º Después de algunos minutos de amasamiento, el maquinista operador (M) regulará la distancia entre los rodillos, por medio de las palancas de acercamiento, en cuyo dial están marcados las diferentes posiciones a las que el rodillo posterior debe estar colocado para cada tipo de briqueta a fabricarse en este caso B - 45.
- 8º Con la distancia ya regulada se deja dar algunas vueltas más a los rodillos antes de efectuar el corte manual con la cuchilla respectiva, lo que provoca el desprendimiento de la cama y su caída sobre la faja transportadora, la que conduce a la laminada a pasar bajo el rodillo trazador el que previamente ha sido regulado por el cortador (C) .
- 9º Luego de pasar por el rodillo trazador, la laminada es conducida por el operario receptor (R) de la faja N° 2 hasta la mesa metálica, en donde se produce el enfriamiento final.
- 10º El operario cortador y el receptor efectúan el recorte en caliente a lo largo de la mesa, recortes que vuelven inmediatamente a la calandria para la formación de una nueva cama, con lo cual empieza un nuevo ciclo operativo.

Trabajo Complementario.-

Este trabajo comprende las funciones que deben desempeñar los operarios cortador (C) y receptor (R) y que son:

a) Del operario cortador:

1º Operación del rodillo trazador.

2º Bajar la cuchilla cortadora cuando el operador de la má-

quina (M) se lo indique, para efectuar el desprendimiento de la cama descrito anteriormente.

3º Efectuará el recorte del material en caliente y lo devolverá a la calandria. Esta operación la realiza en conjunto con el operario receptor.

4º Es el encargado de efectuar la limpieza de la máquina y de la faja transportadora por medio de la manguera de presión de aire de la compresora.

b) Del operario receptor:

1º Debe preparar la faja transportadora para la recepción de la laminada de briquetas.

2º Debe arrastrar la lámina de briquetas hasta la mesa de enfriamiento, la cual es de superficie metálica y bastante plana.

3º Es el encargado de efectuar el quebrado de la lámina por sus trases quedando en esta forma la pila de briquetas.

4º Se encarga de embalar las briquetas en cajas de cartón a la vez que controlará el peso de ellas.

2º Fabricación de B - 78.-

En la fabricación de este tipo de briquetas, utilizaremos cargas de 45 Kg. contenidos en recipientes también cilíndricos pero pintados de otro color para una fácil diferenciación de los de B - 45.

Al igual que en la fabricación de las briquetas de 45 r.p.m., hemos dispuesto marcas sobre el dial de la balanza,

pero de diferente color a las anteriormente mencionadas. Estas marcas se han dispuesto convenientemente distanciadas para evitar su confusión.

El orden invariable de pesada y la ubicación de las marcas es el siguiente:

<u>Materia Prima:</u>	<u>Marcas:</u>
Resina Vinsol	10.55 Kg.
Tiza	34.78 "
Estearato de Pb.	35.02 "
Ethocel	37.43 "
Scrap	44.28 "
Negro de humo	45.00 "

Con este sistema de marcas facilitamos y mecanizamos la labor del operario encargado de la mezcla, evitando posibles errores de formulación.

Veamos ahora el ciclo operacional suponiendo que contamos con reservas o stock de scrap molido, cuyo proceso de elaboración veremos más adelante. Las operaciones son:

- 1º Colocar el cilindro sobre la balanza, cuyo dial debe marcar 0 y luego al igual que en la fabricación de B - 45, efectuar las pesadas en el orden ya indicado.
- 2º Retiro y transporte del recipiente sobre una base rodante hasta la mezcladora N° 2.
- 3º Echar la mezcla en dicha mezcladora y poner en marcha la misma. Esta operación debe ser de 8 - 12 minutos.
- 4º Vaciado de la mezcla y transporte a la homogenizadora a la

que previamente se le ha cambiado la malla por otra más gruesa, especial para B - 78.

5ª Una vez que la mezcla salga homogenizada, se le lleva a la separadora magnética, cuya función es la eliminación de partículas o residuos metálicos, que proceden para este caso de los molinos de scrap.

6ª Efectuadas todas estas operaciones, el material queda listo para ser transportada a la calandria laminadora.

Indicaciones para el manejo de la calandria en la fabricación de B - 78.-

Al igual que en la fabricación de briquetas de 45 r.p.m. hay ciertas reglas a observar como son las siguientes:

1ª Mediante el manifold enviar vapor al rodillo posterior a igual presión regulada de 90 lb/in² hasta alcanzar una temperatura de 310^oF.

2ª Efectuar una primera purga para reemplazar el vapor condensado por vapor puro.

3ª Poner a calentar sobre el rodillo respectivo, diez briquetas con la finalidad ya expuesta, formándose la cama respectiva.

4ª Las operaciones que siguen son análogas a las vistas en la fabricación de B - 45, con las siguientes variantes:

a) La regulación de distancias entre los rodillos es mayor, con el objeto que el espesor de la briqueta sea el apropiado.

b) El corte para desprender la laminada lo efectuará el operario maquinista (M) por estar situada la cuchilla próxima a él, que corresponde al rodillo caliente.

Respecto al trabajo complementario efectuado por los otros operarios, no varía, por lo que prescindimos de una mayor explicación.

3º Elaboración de los finos de scrap.-

Entre el equipo ya mencionado figuran 2 molinos y una zaranda manejados por un cuarto operario, que es también el encargado de efectuar las formulaciones. La finalidad de los equipos nombrados es precisamente la trituración del scrap y su cernido. Se debe proceder de la siguiente manera:

- 1º Transporte de las bolsas que contienen el scrap desde dicho almacén, hasta el molino N° 1.
- 2º Puesta en marcha de este molino y vaciado poco a poco del scrap en su tolva de alimentación, con lo que se consigue un scrap grueso y de formas irregulares.
- 3º Este scrap grueso, se pasa por el molino N° 2, donde se obtiene un producto más fino y cuyo polvo es recuperado por medio de un ciclón anexo al molino.
- 4º Como quiera que no hay uniformidad en el tamaño de esta última molienda, se hace necesario la separación de los gruesos mediante el uso de la zaranda vibradora, gruesos que regresarán al molino N° 2 para una segunda molienda. Los finos que se obtienen pasan al almacén de materia prima, para luego formar parte en una nueva formulación de B - 78.

VII - CALCULOS DE INGENIERIA

Los cálculos necesarios para instalar un equipo y su funcionamiento, se simplifican mucho tomando como base los datos proporcionados por los fabricantes de los diversos equipos y maquinarias.

Estos datos en su mayoría se refieren a la fuerza eléctrica necesaria para su funcionamiento, con la excepción de la calandria laminadora que además requiere suministros de vapor y agua en su trabajo normal.

Por lo tanto, nuestros cálculos vamos a separarlos en tres partes para una mejor comprensión y que son:

- A - Instalación de vapor.
- B - Instalación de agua.
- C - Instalación eléctrica.

A - Instalación de vapor.-

La alimentación de vapor a esta planta, se reduce a la instalación de una tubería que parte desde la sala de calderos, llevando el vapor sobrante y cuyo cálculo es el siguiente:

Balance de vapor:

1º Vapor producido por el caldero	= 3,450 lb/h.
2º Máxima demanda de vapor	= 3,110 "
3º Vapor sobrante (dif.entre 1 y 2)	= 340 "
4º Vapor requerido por la calandria	= 250 "
5º Diferencia a favor (Dif. 3 y 4)	= 90 "

Conclusión:

Vemos que a pesar de haber considerado la máxima deman da en consumo de vapor (cosa que rara vez ocurre) siempre hay un pequeño sobrante, que en realidad es mucho mayor. Este resultado nos garantiza el poder utilizar el caldero general de 100 HP.B .

Cálculo de la línea de vapor:-

Para este cálculo contamos con los siguientes datos:

- 1º Presión promedio de trabajo del caldero: 130 psig.
- 2 Presión promedio de la calandria : 85 "
- 3º Diferencia de presión (incremento P) : 45 "

Esta diferencia es la pendiente máxima que puede sopor tar la instalación de la línea de vapor en toda su longi- tud y cuyo cálculo veremos adelante.

- 4º Longitud total de la línea = 210 ft.

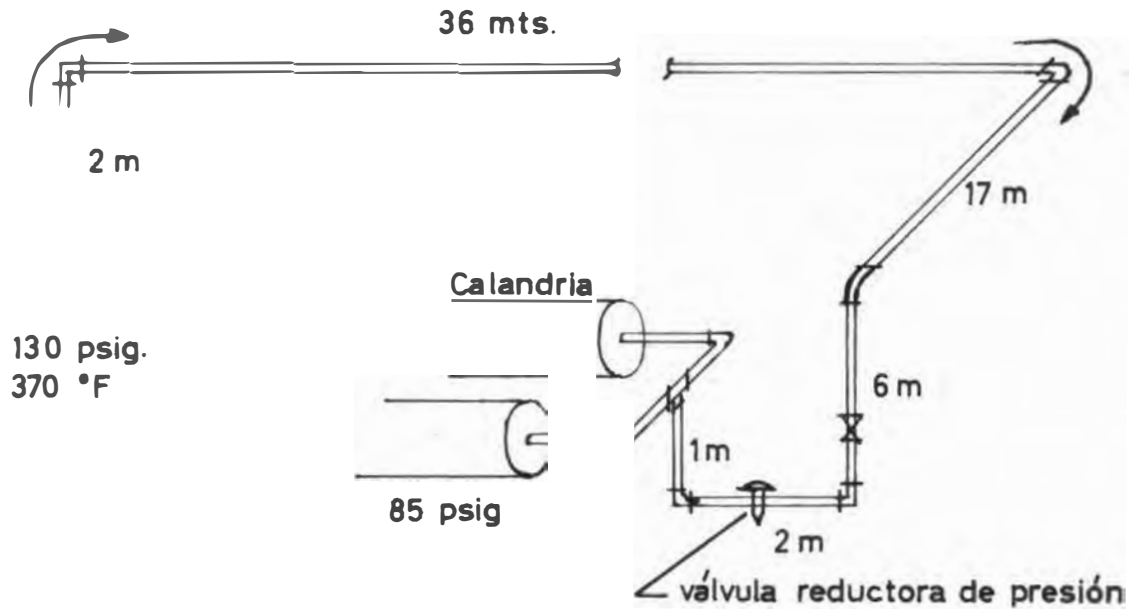
Esta longitud está claramente esquematizada en el dia- grama de la página siguiente, que representa el tendido de la línea de vapor que más se adapta a la realidad.

- 5º Consumo de vapor por minuto: = 250 lb/h
= 4.1 lb/min.
- 6 Temperatura promedio de vapor = 370° F
- 7 Pérdida de presión por cada 100 pies:

$$\frac{100 \times 45}{210} = 20 \text{ psi.}$$

Con estos datos calcularemos el diámetro de la tubería.

TRAZADO DE LA LINEA DE VAPOR



LISTA DE MATERIALES:

TUBERIA FIERRO NEGRO DE $\frac{3}{4}$ " St.

2 UNIONES UNIVERSALES

8 UNIONES SIAPLES

2 VÁLVULAS GATE

6 CODOS

El método que más se adapta a la solución de problemas referente a cálculos de tubería de vapor, es el de la WALWORTH COMPANY que simplifica mucho los métodos de tanteos. Su fundamento es una carta de vapor que adjuntamos y en la cual está graficada la solución.

Método de la WALWORTH COMPANY.-

- 1º Se intercepta la presión promedio de 144.7 psia (130 psig) con la temperatura de 370°P y obtendremos el punto "A".
- 2º Desde el punto "A", se baja una línea vertical que se cruza con la horizontal trazada desde el punto 4.1 lb/min. (flujo de vapor) determinando el punto "B".
- 3º Desde "B" trazamos una paralela a las diagonales que cruza a la vertical levantada a partir de 20 psi/100 ft. (pérdida de presión) originando el punto "C".
- 4º Finalmente trazamos una horizontal desde este punto "C" hacia la izquierda, hasta interceptar la escala de los diámetros nominales de tubería. Esto nos da una lectura en dicha escala de 0.64", pero como quiera que esta dimensión no existe tomamos la inmediata superior, es decir 0.75" y esto equivale a tubería de $\frac{3}{4}$ Ø.
- 5º Con este dato de 0.75", hacemos el recorrido inverso, pero teniendo en cuenta esta vez, los equivalentes en pies lineales de tubería de cada fitting (la clase y unidades de cada fitting se aprecia en el diagrama de la página anterior, ya mencionado.

6º Efectuando el recorrido inverso (tinta roja) hay una nueva caída de presión de 10 psi/100 ft.

Datos para el recorrido inverso:

1º Tubería calculada = $\frac{3}{4}$ " de ϕ .

2º Longitud total de la tubería:

a) Longitud real	=	210.00	ft.
b) Longitud equivalente	=		
6 codos x 1.2 ft/codo	=	7.20	"
2 válvulas gate x 0.44 ft/válv.	=	0.88	"
10 uniones x 0.44 ft/ uniones	=	<u>4.40</u>	"
Longitud total	=	<u>222.48</u>	ft.

En estos datos como se ha visto, hemos encontrado una caída de presión de 10 psi/100 ft. Por tanto la caída total de presión en los 222.48 ft. será:

$$\frac{10 \times 222.48}{100} = 22.24 \text{ psi.}$$

Conclusión:

Caída máxima permisible	=	45 psi.
Caída obtenida en tubo de $\frac{3}{4}$ " ϕ	=	<u>22.24</u>
Diferencia	=	22.76

Por tanto podemos asegurar con estos cálculos, que el transporte de vapor en tubería de $\frac{3}{4}$ ", es ampliamente satisfactorio, teniendo tan solo que añadir a la instalación, una válvula reguladora o sea reductora de presión, que proporcione las 90 psig. presión de trabajo en la calandria.

B - Instalación de agua.-

La utilización del agua en esta planta, tiene por finalidad la refrigeración de unos de los rodillos de la calandria laminadora y las chumaceras de la misma, instalación que se aprecia en el esquema de la calandria.

Como quiera que en la fábrica de discos se dispone de una cisterna de agua ablandada, conviene usar dicha agua para evitar así posibles incrustaciones y formación de caliche en el interior de los rodillos, por esta razón tomaremos dicha cisterna como fuente de abastecimiento.

Cálculo de la línea de agua.-

Para mejor ilustración, incluimos el diagrama que muestra el tendido de la tubería, además se aprecian los elementos que intervienen en el cálculo y cuyas consideraciones previas son las siguientes:

1º Agua requerida:

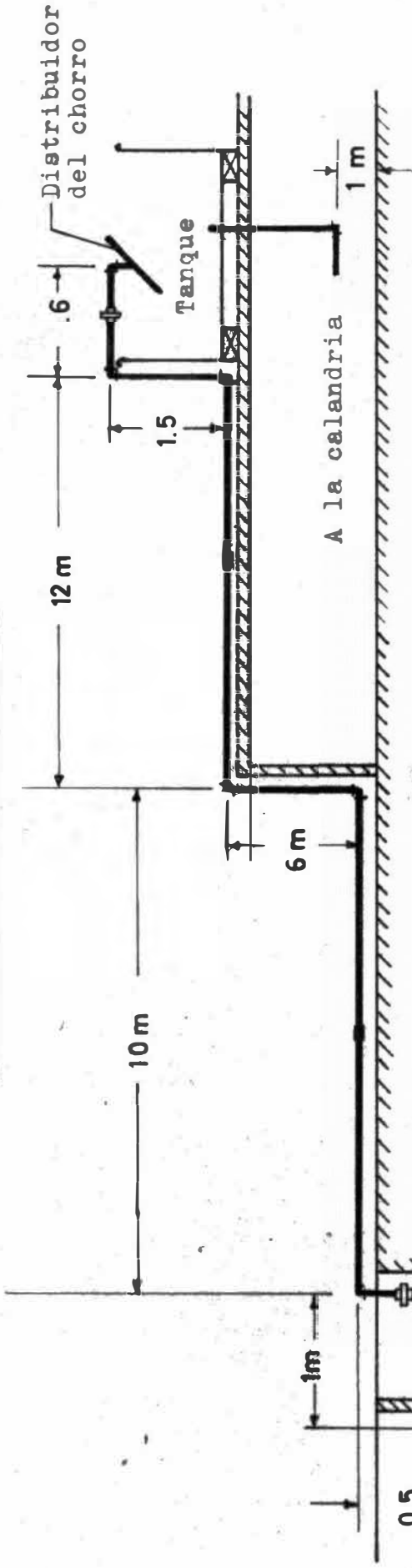
Según catálogo del fabricante, la calandria tiene un consumo o demanda máxima de 80 galones/hora. (Esta cantidad es la que se gasta en la refrigeración continua de las chumaceras e intermitente en los rodillos).

2º Capacidad del reservorio:

Consumo diario = 80 GPH x 7 horas = 560 galones/día
aproximadamente = 2,100 lt/día.

Por lo tanto nos conviene usar un tanque ETERNIT de 1,000 litros de capacidad, que será llenado 2 veces al día por la bomba, cuyo cálculo veremos a continuación.

ESQUEMA DE LA LINEA DE AGUA



LISTA DE MATERIALES

<u>TUBERIA DE SUCCION DE 1"</u>	<u>TUBERIA DE DESCARGA DE 1"</u>
3 mts. tubo galv.	30 mts. tubo galv.
1 unión universal	2 uniones universales
1 codo	6 codos
1 válvula de pie	2 uniones simples
	1 válvula de compuerta

(Detalle del sistema eléctrico del nivel de agua)

3º Cálculo de la bomba:

Para este cálculo debemos considerar la longitud de la tubería, los equivalentes en ft. de tubería y las pérdidas por fricción, tanto para la descarga como la succión.

a - Línea de descarga:

Longitud de la tubería ($\frac{3}{4}$ " ϕ) = 30 mt.	=	99 ft.
6 codos de 90° (equivalente 1.27 x 6 c.)	=	7.6 ft.
1 válvula compuerta (equiv. 0.442 ft.)	=	0.44 ft.
2 uniones (despreciables su equivalente)	=	<u>0.00 ft.</u>
	TOTAL	= <u>107.04 ft.</u>

Pérdidas por fricción por c/100 ft. = 38 ft.

(Según tabla de Williams & Hazem)

Por tanto : $\frac{38}{100} \times 107.04 = 40.5 \text{ ft.}$

Altura de descarga = 8 mt. x 3.28 = 26.2 "
TOTAL = 86.7 ft.

b - Línea de succión:

Longitud de la tubería (1" ϕ) = 3 mt.	=	9.84 ft.
1 codo de 90° (equivalente 1.72 ft.)	=	<u>1.72 ft.</u>
	TOTAL	= <u>11.56 ft.</u>

Pérdidas por fricción por c/100 ft. = 11.7 ft.

(Según tabla de Williams & hazem)

Por tanto: $\frac{11.7}{100} \times 11.56 = 1.36 \text{ ft.}$

Altura de succión = 1.4 mt. x 3.28 = 4.00 ft.
TOTAL = 5.36 ft.

Por tanto se tiene una altura total equivalente de:

$$86.7 + 5.36 = 92.06 \text{ ft.}$$

c - Cálculo de la potencia del motor:

Debemos considerar que la bomba nos debe entregar 10 GPM, en la línea de descarga. Con esto ya podemos aplicar la fórmula para calcular los Water HP.

$$\begin{aligned} \text{Water HP} &= \frac{\text{GPM} \times \text{altura total (head)}}{3,960} \\ &= \frac{10 \times 92.06}{3,960} = 0.23 \end{aligned}$$

Según catálogos de bombas y motores, se tiene que las eficiencias aproximadas son:

Para bombas = 80% - Para motores = 70%

Con estos valores se tiene lo siguiente:

$$\text{Potencia entregada a la bomba} = \frac{0.23}{0.80} = 0.288 \text{ HP}$$

$$\text{Potencia entregada al motor} = \frac{0.288}{0.70} = 0.41 \text{ HP}$$

Este valor significa que la bomba seleccionada debe tener un motor de $\frac{1}{2}$ HP.

c - Instalación eléctrica.-

De acuerdo con la localización de las máquinas indicado en el plano de "Disposición de Planta", hemos confeccionado un plano de la red eléctrica, indispensable para el cálculo y futuras necesidades de la planta. Este plano adjunto al final, muestra claramente el tendido de la

red y da una idea de la distribución de los diferentes tipos de cables, de acuerdo a la potencia requerida por los motores y servicios. Los puntos que hemos considerado en la instalación eléctrica son los siguientes:

- 1) Alimentación general.
- 2) Tablero de distribución.

Veamos el análisis de cada uno de estos puntos.

1º Alimentación general.-

Este cálculo se basa en el supuesto que ocurra la máxima demanda, o sea el funcionamiento simultáneo de todas las máquinas.

a) Cálculo de la máxima demanda:

Mezcladora Nº 1	1.5	HP	=	1,119	Watts.
Mezcladora Nº 2	2.0	"	=	1,492	"
Homogenizadora	1.0	"	=	746	"
Separadora Magnética	1.0	"	=	746	"
Generador C.C	0.75	"	=	560	"
Tamiz Vibrador	1.0	"	=	746	"
Molino Nº 1	7.5	"	=	5,595	"
Molino Nº 2	5.0	"	=	3,730	"
Calandria	30.0	"	=	22,380	"
Compresora	1.5	"	=	<u>1,119</u>	"
			TOTAL	=	<u>38,233</u> Watts.

Con este resultado, que es la potencia requerida por la planta, vamos a encontrar el cable matriz o sea el que llevará la corriente hasta el tablero de distribución.

b) Cálculo del cable matriz:

$$I = \frac{P}{E} = \frac{38,233}{220} = 175 \text{ A.}$$

Prácticamente son 200 A. y el cable que corresponde a este valor es el 3/0 AWG. para la longitud de 130 ft. Para este cálculo se utilizará fusibles de protección de 3 x 200 A. y además los cables irán en tubería Vinduit pesada de 2½".

2º Tablero de distribución.-

En este tablero irán centralizadas todas las protecciones contra fallas de corto circuito, habiéndose previsto para este objeto, el montaje de fusibles e interruptores. Para el cálculo de nuestro tablero hemos considerado lo siguiente:

- a) Línea de entrada.
- b) Líneas de alimentación a motores.
- c) Líneas para alumbrado y toma-corrientes.

Además del diseño del tablero, iremos calculando los cables que corresponden a cada una de las líneas.

a) Línea de Entrada:

Esta línea, corresponde a la alimentación general ya calculada y que remata en un seccionador de corte rápido marca HUNDT & WEBER con carga de 200 A. De este seccionador se distribuye la corriente a las cajas interruptoras contenidas en el tablero, las que a su vez controlarán la corriente de su respectivo sector como iremos viendo más adelante.

b) Líneas de alimentación a motores:

Teniendo en cuenta que de todos los motores, el principal es el de 30 HP (calandria), hemos considerado el uso de una caja interruptora para este servicio y otra para los motores restantes; el cálculo es el siguiente:

1ª Alimentación a la calandria:

$$I = \frac{P}{E} = \frac{22,380}{220} = 102 \text{ A.}$$

El conductor correspondiente a este amperaje es el 1/0 AWG para la distancia de 30 ft. y la caja que le corresponde en el tablero es del tipo interruptor blindado con fusibles de 3 x 100 A.

2ª Alimentación a los motores restantes:

$$I = \frac{38,233 - 22,380}{220} = 72 \text{ A.}$$

El conductor correspondiente a este amperaje es del tipo 4 - AWG, para la distancia de 30 ft. que media entre el tablero y la caja de distribución a los motores según se aprecia en el plano correspondiente. Su caja en el tablero es del tipo portafusibles de 3 x 60 A.

De la caja de distribución a los motores parten 2 líneas principales cuyos conductores corresponden al 10- AWG que son los indicados para motores de baja potencia.

La protección para cada uno de estos motores, se ha previsto instalando arrancadores que sean acordes a la capacidad de los mismos.

e) Líneas para alumbrado y toma-corrientes.-

En el plano de la instalación eléctrica, se hallan ubicados los puntos de luz y toma-corrientes a instalarse. Como es posible apreciar en dicho plano, la situación de estos puntos está en lugares apropiados en previsión a futuras labores de mantenimiento.

Los detalles para esta instalación, se muestran con tota claridad en dicho plano, así tenemos que los cables correspondientes a la luz son del tipo 14 AWG al igual que para los toma-corrientes.

En el tablero de distribución irán colocadas dos cajas interruptoras de 2 x 20 A. para cada uno de estos servicios independientemente

--o--o--o--o--o--

N o t a s:

El número de cable que corresponde a los diversos amperajes calculados, se han tomado de las tablas 12 y 15 (pág. 15 - 75) del "KENT'S MECHANICAL ENGINEERS' HANDBOOK"

VIII - INGENIERIA INDUSTRIAL

En el campo industrial, se dice que una empresa alcanza el éxito cuando consigue establecer dos cosas:

- 1º Asegurar una demanda constante del producto no sólo para el presente, sino también para el futuro.
- 2º Asegurar ganancias que no surgan de una explotación ilegal, sino de la utilización técnica de la materia prima y de una organización eficiente.

Toda vez que la instalación de esta industria tiene asegurada la demanda de su producción, es ya de por sí un paso a la realización de ella, faltando sólo efectuar el análisis económico. El presente capítulo está destinado a completar y justificar la instalación de esta planta en la fábrica de discos y aseguramos que la importancia de este análisis, radica en especial en la recuperación del material, a la vez que se obtiene un gran ahorro al dejar de importar el producto extranjero, creando al mismo tiempo nueva fuente de trabajo.

A - Ubicación de la planta.-

Tratándose de una industria cuyo producto manufacturado es de consumo exclusivo a otra industria, no hay lugar mejor indicado que situar dicha planta anexa o dentro del perímetro de la industria respectiva.

La industria disquera a la que nos referimos, se encuentra precisamente dentro del caso que acabamos de ilustrar,

con la ventaja de disponer dentro de su área un espacio libre de 420 m² (30 x 14 mts.), cuyo aprovechamiento y disposición hemos graficado en el plano de distribución de máquinas, adjunto al final.

Bajo el aspecto económico, esto representa una gran ventaja, toda vez que se disminuirá los gastos de transporte y almacenaje, además existen otras ventajas importantes como son la utilización de servicios comunes de vapor, agua y suministro eléctrico.

B - Cálculos económicos.

Con el resultado de estos cálculos, debemos de encontrar el costo por Kg. de producto terminado y para ello debemos considerar lo siguiente:

1º Costo del equipo:

Calandria laminadora (COMERIO ERGOLE)	\$ 120,000
Molino de martillo	" 20,000
Molino de cuchillas	" 23,200
Tamiz vibrador	" 12,000
Mezcladora Nº 1	" 15,000
Mezcladora Nº 2	" 15,000
Homogenizadora express	" 25,000
Eliminadora metálica	" 10,000
Compresora de aire	" 10,000
Balanza y bomba de agua	" <u>17,000</u>
TOTAL =	\$ 267,200

2º Gastos de instalación.-

Acondicionamiento del local	§	178,500
Instalación eléctrica	"	36,500
Instalación del equipo	"	15,000
Equipo complementario	"	<u>25,000</u>
TOTAL =	§	<u>255,000</u>

3º Capital de trabajo.-

Para el cálculo del capital de trabajo debemos considerar lo siguiente:

a) Costo de materia prima: (anual)

Cloruro de polivinilo	=	76,177 Kg.	x	§12.70Kg	=	§ 967,448
Estearato de plomo	=	1,810 "	x	"30.80 "	=	" 55,748
Negro de humo	=	2,238 "	x	"18.10 "	=	" 40,507
Resina Vinsol	=	9,555 "	x	6.20 "	=	" 59,241
Ethocel	=	2,163 "	x	54.15 "	=	" 117,126
Tiza	=	21,676 "	x	0.85 "	=	" <u>18,425</u>
TOTAL =						<u>§1'258,495</u>

b) Costo de mano de obra: (anual)

	<u>Jornal</u>	<u>Mes</u>	<u>Año</u>
Operador de máquina	§ 55.00	1650	§ 19,800
Mezclador	" 40.00	1200	" 14,400
Ayudante Nº 1	" 35.00	1050	" 12,600
Ayudante Nº 2	" 35.00	1050	" 12,600
Un supervisor		4000	" <u>48,000</u>
TOTAL =			§ 107,400

c) Costos fijos: (anual)

Depreciación:

10% costo del equipo	=	₡	26,720
10% gastos de instalación	=	"	25,500
Seguros (1% costo de equipo)	=	"	2,672
Alquiler (local y servicios)	=	"	<u>24,000</u>
TOTAL	=	₡	<u>78,892</u>

d) Costos variables: (estimado mensual)

Mantenimiento y reparación	₡	1,000
Fuerza motriz	"	1,500
Seguridad y protección	"	500
Envases y otros	"	<u>1,000</u>
TOTAL	=	₡ <u>4,000</u>

e) Beneficios sociales: (anual)

Seguro social obrero (6%) ✓	=	₡	3,086
Seguro social empleado (3%) ✓	=	"	1,440
Indemnizaciones ✓	=	"	8,950
Bonificaciones (1½ sueldos) ✓	=	"	<u>13,425</u>
TOTAL	=	₡	<u>26,901</u>

Con el resultado previo de estos estimados, ya podemos calcular el capital de trabajo, tomando como base tres meses. Por tanto tendremos lo siguiente:

a) Materia prima = $\frac{1,258,495}{4}$ = ₡ 314,623.75

b) Mano de obra = $\frac{107,400}{4}$ = " 26,850.00

c) Costos fijos	=	$\frac{78,892}{4}$	=	₡	19,723.00
d) Costos variables	=	$4,000 \times 3$	=	"	12,000.00
e) Beneficios sociales:					
	=	$\frac{26,901}{4}$	=	"	<u>6,725.00</u>
			TOTAL =	₡	<u><u>379,921.75</u></u>

4º Capital de inversión: (O₁)

Costo del equipo	=	₡	267,200.00
Gastos de instalación	=	"	255,000.00
Capital de trabajo	=	"	<u>379,921.75</u>
		TOTAL =	₡ <u><u>902,121.75</u></u>

Costo total unitario de manufactura.-

a) B - 45.- Del cuadro N° 6, tomamos los siguientes datos:

Cloruro de Polivinilo	=	25.00 Kg.	₡ 12.70 Kg.	=	₡ 317.50
Estearato de plomo	=	0.50 " "	30.80 " "	=	" 15.40
Negro de humo	=	<u>0.50 " "</u>	<u>18.10 " "</u>	=	<u>" 9.05</u>
		26.00 Kg.		=	₡ 341.95

Costo por Kg. = $\frac{341.95}{26}$ = ₡ 13.10

b) B - 78.- Del cuadro N° 7, tomamos los siguientes datos:

Resina Vinsol	=	10.55 Kg.	₡ 6.20 Kg.	=	₡ 65.40
Ethocel	=	2.41 " "	54.15 " "	=	₡ 130.50
Estearato de Plomo	=	0.24 " "	30.80 " "	=	₡ 7.40

Negro de humo	=	0.72 Kg.	₡	18.10	=	₡	13.00
Tiza	=	24.23 "	"	0.85	=	"	20.60
Scrap	=	<u>6.85 "</u>	"	1.00	=	"	<u>6.85</u>
		45.00 Kg.			=	₡	243.75
Costo por Kg.	=	$\frac{243.75}{45}$	₡	5.40			

c) Gastos generales por mes:

Mano de obra	=	₡	8,950.00
Costos fijos	=	"	6,570.00
Costos variables	=	"	4,000.00
Beneficios sociales	=	"	<u>2,242.00</u>
TOTAL	=	₡	<u>21,762.00</u>

Por tanto, considerando estos resultados y el estimado global de la producción mensual (6,300 Kg.B-45 + 3,200 Kg.B-78) de 9,500 Kg. hallamos el costo total unitario de manufactura:

Gastos generales/Kg. = $\frac{21,762}{9,500}$ = ₡ 2.30/Kg.

Luego se tiene:

Costo de B - 45	=	13.10 + 2.30	=	₡	15.40/Kg.
Costo de B - 78	=	5.40 + 2.30	=	₡	7.70/Kg.

C - Justificación de la inversión.-

La justificación del capital de inversión para este proyecto, surge como una consecuencia de la comparación entre el precio del producto importado y el precio del mismo producto elaborado en el país.

Para ello, contamos con las valorizaciones de firmas extranjeras que surten actualmente el mercado local. Estas valorizaciones son las siguientes:

Pasta alemana (B-45)	₡	34.50	Kg.
Pasta francesa "	"	29.00	"
Pasta italiana "	"	29.80	"
Pasta americana "	"	30.00	"
Pasta americana (B-78)	"	11.00	"

Como la mayoría de las disqueras locales se han familiarizado con la pasta francesa "LUCOREX", tomaremos su valor como base de comparación en la fabricación de B - 45 y el valor de ₡ 11.00 para la de B - 78. Luego tendremos las siguientes diferencias por kilogramo:

En B - 45:	₡	29.00	-	₡	15.40	=	₡	13.60
En B - 78:	₡	11.00	-	₡	7.70	=	₡	3.30

Ahorro líquido mensual:

6,300 Kg.	x	13.60 ₡/Kg.	=	₡	85,680
3,200 "	x	3.30 ₡/Kg.	=	₡	<u>10,560</u>
TOTAL			=	₡	<u>96,240</u>

Este ahorro, sería en el caso de que la fabricación de briquetas sea con materia prima, pero la importancia de este trabajo no sólo radica en ese hecho, sino que también se trata de recuperar el scrap que antes se desechaba. En este último caso tendremos en cuenta el siguiente análisis; considerando las producciones de discos de B - 45 y C - 33 r.p.m.

Recuperación de B - 45.-

Peso de la briqueta (B - 45) = 50 grs.
Peso de un disco de 45 r.p.m. = 42 grs.
Scrap = 8 gra/disco

Estimado anual de producción de discos
en 45 r.p.m. = 700,000
Cantidad recuperada = 700,000 x 8 = 5'600,000 grs.
= 5,600 Kg.

Esta cantidad corresponde a la recuperación anual del
scrap de 45 r.p.m. con el consiguiente ahorro:

$$5,600 \text{ Kg.} \times 29 - (2.30 + 1) = 5,600 \times 25.70 = \text{\$ } 143,920$$

Recuperación de G - 33.-

Peso de una porción de G - 33 = 210 grs.
Peso de un disco de 33 r.p.m. = 185 grs.
Scrap = 25 gra/disco

Estimado anual de producción de discos
en 33 r.p.m. = 140,000
Cantidad recuperada = 140,000 x 25 = 3'500,000 grs.
= 3,500 Kg.

Esto equivale a un ahorro de :

$$3,500 \text{ Kg.} \times 25.70 = \text{\$ } 89,950$$

Por tanto la recuperación total del scrap traducido en
dinero será: $\text{\$ } 143,920 + 89,950 = \text{\$ } 233,870/\text{año.}$

La recuperación de B - 78 es despreciable y no la toma-
remos en cuenta.

Retorno a la inversión.- (R_1)

Es el tiempo que tomaría una empresa para recuperar el total de su inversión a base de la ganancia o del ahorro neto mensual. Se obtiene dividiendo el capital de inversión entre la utilidad neta mensual, por tanto se tiene:

$$R_1 = \frac{902,121.75}{96,240} = 9.5 \text{ meses (aprox.)}$$

Conclusión.-

- 1º La instalación de la planta es beneficiosa desde todo punto de vista, pues se pagaría por sí sola en 9.5 meses en base al ahorro y antes del año se habrá economizado por valor de: $\$ 96,240 \times 2.5 = \$ 240,800$.
- 2º Considerando la recuperación del scrap y su conversión en B - 45, se tiene un resultado más satisfactorio dado por el valor de $\$ 233,870$, que antes se deshechaba.
- 3º La economía total a partir del 2do. año sería igual a:
 $\$ 96,240 \times 10.5 \text{ meses} + \$ 233,870 = \$ 1'244,390$
- 4º Por todo lo visto anteriormente queda demostrado la factibilidad de este proyecto, sobre todo tomando en cuenta que la demanda va en aumento y por lo tanto la justificación de este trabajo, está dado por sí mismo.

D - Financiación.-

Como la empresa disquera es la más interesada en el establecimiento de esta planta, será recomendable su autofinanciación, destinando para ello las partidas de compras de material al extranjero a la cuota inicial del valor de

las maquinarias y equipo necesario.

Como la empresa interesada acostumbra efectuar sus remesas de material trimestralmente, sólo dispondrá de \$ 400,000 que corresponde a la cuarta parte de los gastos anuales para la compra de B - 45 y B - 78.

Sólo nos queda analizar si dicha suma alcanza a cubrir el primer desembolso, considerando que las maquinarias pueden ser adquiridas con una entrega igual a la tercera parte de su valor.

Distribución de los \$ 400,000:

Gastos de instalación	=	\$ 255,000
Para compra de maquinaria	=	" 145,000

Este último valor, cubre el valor de la tercera parte del costo de la maquinaria que es de: $\frac{267,200}{3} = \$ 89,066$

Como se ve cubre algo más de la tercera parte.

Con este sistema de la autofinanciación queda asegurado el inicio de este proyecto, siendo los pagos posteriores garantizados por el amplio margen de utilidad que esta industria puede rendir y de cuya demostración lo hemos visto anteriormente, quedando seguros de ella.

IX - SEGURIDAD INDUSTRIAL

Durante la iniciación y puesta en marcha de esta planta, se tropieza con algunas dificultades que es necesario salvarlas para evitar mayores contratiempos. Entre ellas las principales son :

- 1º Acostumbrar al personal a usar obligatoriamente los implementos de seguridad personal, tales como máscaras contra el polvo, anteojos, guantes y la ropa apropiada.
- 2º Prohibir durante las horas de trabajo, el fumar en las sa-las de máquinas.
- 3º Obligar a observar las disposiciones internas de la planta, tales como higiene, uso adecuado de herramientas y sobre todo elevada moral.

Por parte de la entidad patronal deberán tomarse las siguientes precauciones.

- 1º Dotar a la planta de un botiquín para primeros auxilios, que esté bien surtido.
- 2º Proporcionar al personal los servicios higiénicos y vestuario indispensables para su comodidad.
- 3º Colocar en lugares adecuados extinguidores contra incen-dios y enseñar al personal el manejo de estos equipos.
- 4º Mantener la maquinaria y el equipo debidamente protegidos, tales como motores cubiertos, engranajes y cualquier dispositivo en movimiento.

Por último para efecto de un buen programa de mantenimiento y seguridad debemos considerar lo siguiente:

- 1º Cumplir rigurosamente con el programa de mantenimiento, lubricación y revisión de los equipos y cables.
- 2º En vista de que la fuerza motriz es de gran importancia en esta planta deberá tenerse presente:
 - a) Revisión de cables y conexiones para evitar paralizaciones y accidentes.
 - b) Los equipos eléctricos deberán ser operados por las personas encargadas.
 - c) Deberá evitarse la acumulación de humedad en los lugares aledaños a los equipos eléctricos.
 - d) Por lo menos una vez al mes deberá hacerse una inspección total de las instalaciones.
- 3º Al finalizar cada día de trabajo, se deberá limpiar los motores y equipos del polvo.

La forma como se puede llevar a cabo este programa de seguridad, es procurar despertar el interés en el ánimo del trabajador, haciéndole comprender la importancia que tiene la organización de la seguridad, puesto que ella es la coordinación con el programa de producción que incluye en conjunto los elementos comunes, como son el personal, los materiales, la maquinaria, los equipos y el tiempo.