

UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA
INCORPORADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Escuela de Ciencias Químicas

**Estudio Económico para la Ampliación
de una Fábrica de Extrusión de Hoja de
Poliestireno para Fabricar Refrigeradores**



QUÍMICA

T E S I S

Que para obtener el título de:
INGENIERO QUÍMICO

presentamos:

GU: TAVO GALVAN DUQUE

C A S A R E S



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

JURADO QUE REVISÓ Y APROBÓ LA PRESENTE TESIS

PRESIDENTE: **ING. HECTOR SOBOL ZASLAV**
VOCAL: **ING. GUILLERMO CARSO LIO PACHECO**
SECRETARIO: **ING. FRANCISCO ROCH**
1ER. SUPLENTE: **ING. FERNANDO ITURBE HERMANN**
2DO. SUPLENTE: **ING. CARLOS SANCHEZ REYES R.**

SITIO DONDE SE DESARROLLÓ LA TESIS:

MONSANTO MEXICANA, S. A.,

SUSTENTANTE: **GUSTAVO GALVAN DUQUE CASARES**
ASESOR DEL TEMA: **ING. GUILLERMO CARSO LIO PACHECO**
SUPERVISOR TECNICO: **ING. JORGE N. MARTINEZ**

A MIS PADRES
CON MI MAS PROFUNDO
AGRADECIMIENTO

A MI ESPOSA

CON TODO MI CARIÑO Y POR EL
INAPRECIABLE APOYO QUE ME
BRINDO EN LA REALIZACION DE
ESTE TRABAJO.

A MIS HERMANOS

INDICE

	Pág.
Introducción	1
<u>CAPITULO I</u> Generalidades de la Extrusión	4
<u>CAPITULO II</u> Establecimiento de los objetivos del Estudio	19
<u>CAPITULO III</u> Desarrollo de Programas	20
<u>CAPITULO IV</u> Declaración del equipo a comprar y justificación	24
<u>CAPITULO V</u> Estudio de Rentabilidad	31
<u>CAPITULO VI</u> Calendario del Proyecto	38
<u>CAPITULO VII</u> Control del Proyecto	42
<u>CAPITULO VIII</u> Conclusiones	44
Bibliografía	45

INTRODUCCION

La Industria de la Refrigeración presenta un panorama muy atractivo para las fábricas que procesan plásticos, ya que dicha industria los emplea en gran cantidad para la integración de sus productos, debido a su bajo costo, gran variedad y -- muchas aplicaciones que con los plásticos logran.

Uno de los principales motivos de la introducción en gran escala de materiales plásticos en un refrigerador comercial, -- fué el lograr con éstos, un mejor aprovechamiento del espacio en el compartimento de alimentos, o sea, que un refrigerador con dimensiones determinadas y que contenga piezas de plásticos, puede almacenar una mayor cantidad de alimentos que uno fabricado con piezas metálicas. Un ejemplo de esto, es el aumento de capacidad obtenido con el uso de -- contrapuestas formadas con poliestireno (usado desde 1964), en las cuales se obtiene un espacio adicional que no se tenía en los refrigeradores antiguos, en que con los materiales -- usados no se podía lograr este formato, obligando a tener superficies lisas.

Para el formado de estas contrapuertas de plástico (poliestireno), es indispensable partir de una hoja plana fabricada mediante un proceso de extrusión y posterior formado al vacío. (Capítulo 1)

El número de refrigeradores que se producen en México ha crecido en los últimos años con un ritmo de 20% anual. Se espera que este ritmo se mantenga por lo menos en los próximos 3 años.

El número de refrigeradores fabricados en 1966 fué de 139,000 unidades; en 1967 llegó a 167,000 unidades y para 1970 se alcanzará la cifra de 285,000 unidades. En 1967, el número de refrigeradores con compartimento de poliestireno fué de 45,000 y para 1970 este número será de 80,000.

Para el formado de la contrapuerta se utilizan alrededor de 3 kg. de poliestireno por refrigerador; para el compartimiento integral se usan cerca de 6 kg.

Estas cifras nos indican que en 1967 se usaron 771,000 kg. de poliestireno y que para 1970 se usarán 1,335,000 kg. de poliestireno extruido para usarse en refrigeración.

En la actualidad existen ocho fábricas de refrigeradores y se espera que se instalen dos antes de 1970. De estas fábricas

cas de refrigeradores, sólo una de ellas tiene equipo de extrusión.

Las hojas de poliestireno utilizadas por las otras siete compañías, son surtidas por tres fabricantes de hoja, entre las cuales se encuentra la Compañía objeto de este estudio. Dicha Compañía surte a dos de los fabricantes de refrigeradores, que representan el 40% del mercado libre el cual se calculó en 600,000 kg. en 1967 y que será de 1.070,000 kg. para 1970.

Los clientes a los que surte esta Compañía han crecido a una velocidad mayor que la del crecimiento del mercado, por lo que se espera que para 1970 representen por lo menos el 45% del mercado libre.

El propósito de este estudio, fué el de analizar la situación económica actual de la Compañía y decidir si sería conveniente que hiciera una ampliación en su planta de extrusión, y en caso de convenir, cuando se haría.

CAPITULO I

GENERALIDADES DE LA EXTRUSION

1.0 DEFINICION

La extrusión se puede definir como el hecho de forzar un material a través de un orificio de sección determinada para darle forma por medio de un proceso continuo.

2.0 DESCRIPCION DEL EQUIPO

Una máquina de extrusión, consta de los siguientes elementos (Fig. No. 1):

Sistema de alimentación

Garganta de alimentación

Cilindro o barril de calentamiento

Tornillo o gusano plastificador

Mallas

Cabezal

Dado

Equipo de post-extrusión

FIG. N° 1

EXTRUSION

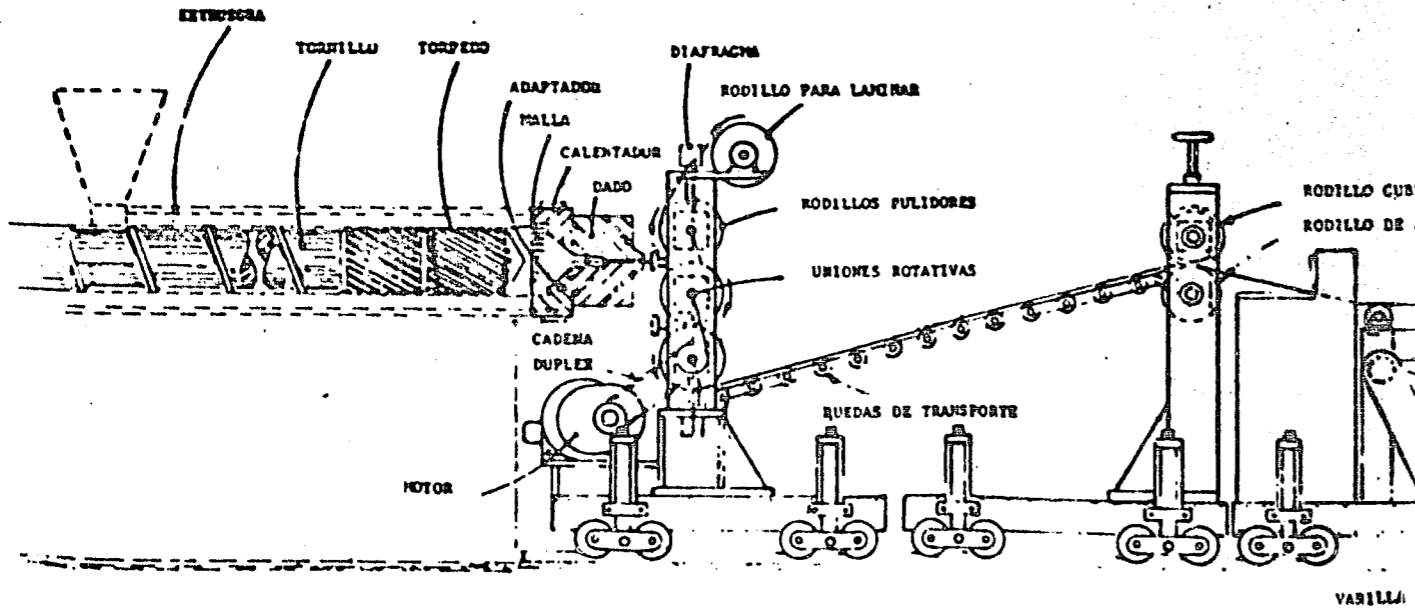
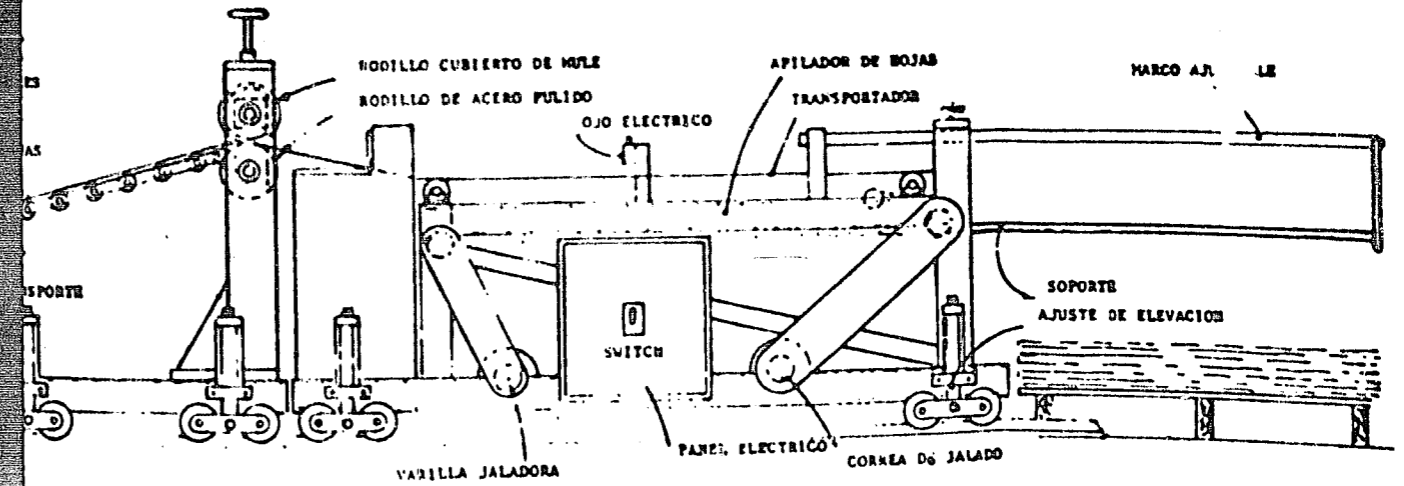


FIG. N° 1

EXTRUSION DE HOJA



2.1 SISTEMA DE ALIMENTACION

Consta de una tolva de almacenamiento de material con una compuerta que permite el paso del material, el cual descarga por gravedad sobre el cilindro de calentamiento. Generalmente la compuerta se abre totalmente.

Algunas máquinas tienen en la tolva un sistema de circulación de aire caliente forzado a través del material, con objeto de precalentar y presecar materiales higroscópicos, tales como el poliestireno de impacto.

2.2 GARGANTA DE ALIMENTACION

Es el orificio abierto en el barril de calentamiento por donde se comunica la tolva y el gusano; normalmente es de una longitud igual al diámetro del gusano.

Para manejar "pellets" o polvo, se recomienda utilizar gargantas verticales o inclinadas.

2.3 CILINDRO O BARRIL DE CALENTAMIENTO

El cilindro de calentamiento provee una de las superficies que generan el desgarramiento del plástico y la superficie a través de la cual se aplica el calor externo al polímero. Para la extrusión del plástico se recomienda el uso de cilindros largos debido a que con ellos se tiene una mayor área de transmisión de calor y una mejor operación de mezclado, lo

cual permite una óptima homogeneidad de la masa fundida.

2.4 TORNILLO O GUSANO PLASTIFICADOR

Es el elemento más importante en una extrusora. Su función es transportar resina sólida de la tolva y llevarla hacia el dado a una velocidad uniforme y como una masa fundida homogénea.

El gusano está formado por tres zonas: a) Zona de alimentación, b) Zona de compresión y, c) Zona de medición.

2.41 La zona de alimentación trabaja esencialmente como un transportador que recoge la resina en estado sólido en forma de granos o polvo y la transporta hacia la siguiente zona. Su longitud es igual a cuatro veces el diámetro, y la profundidad de estría es mayor que en el resto del tornillo.

2.42 La zona de compresión tiene como función la de empaquetar el material y eliminar el aire y otros volátiles de entre las partículas, conforme éstas son calentadas. Su longitud aproximadamente equivale a ocho veces el diámetro. La profundidad de estría es menor que en la zona anterior y la resina se encuentra como una mezcla de partículas sólidas semi-plastificadas.

2.43 En la zona de medición, la resina está completamente fundida. Su función es terminar de fundir el material trasladándolo así a velocidad y presión uniformes hacia el cabezal. La

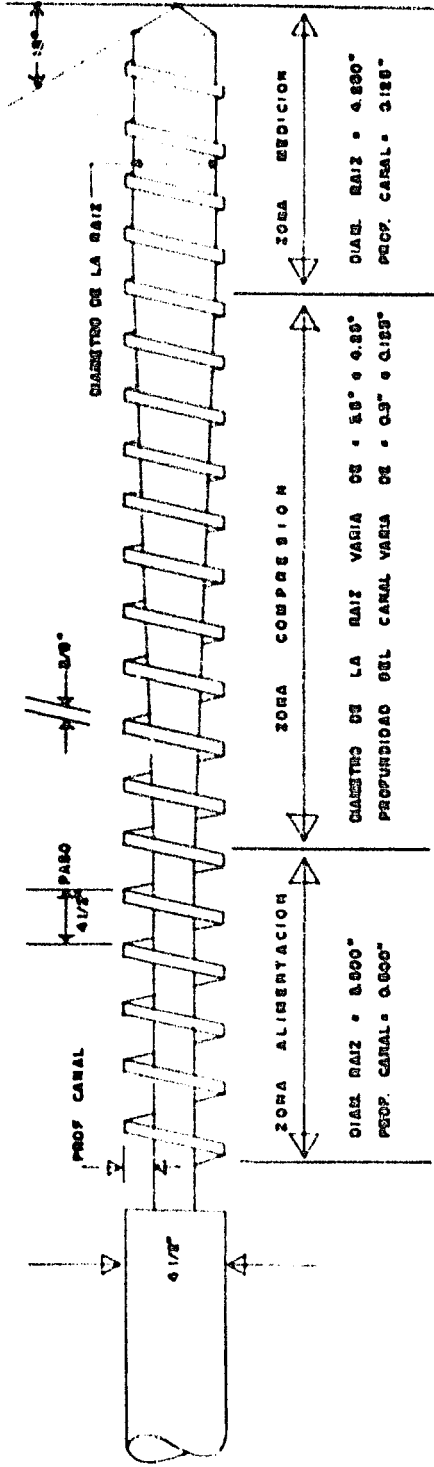
longitud de esta zona es de ocho a doce veces el diámetro. La profundidad de estrías es todavía menor que en las zonas anteriores y se mantiene constante.

2.44 Existe una gran variedad de tipos de gusanos, los cuales se utilizan dependiendo de las propiedades del material que se desea extruir.

Para la extrusión de poliestireno de alto impacto, el gusano más recomendable es el de transición proporcional. Que tenga paso constante y raíz variable y que además, tenga una zona de medición. Para mejor explicación de lo descrito, véase la Fig. No. 2:

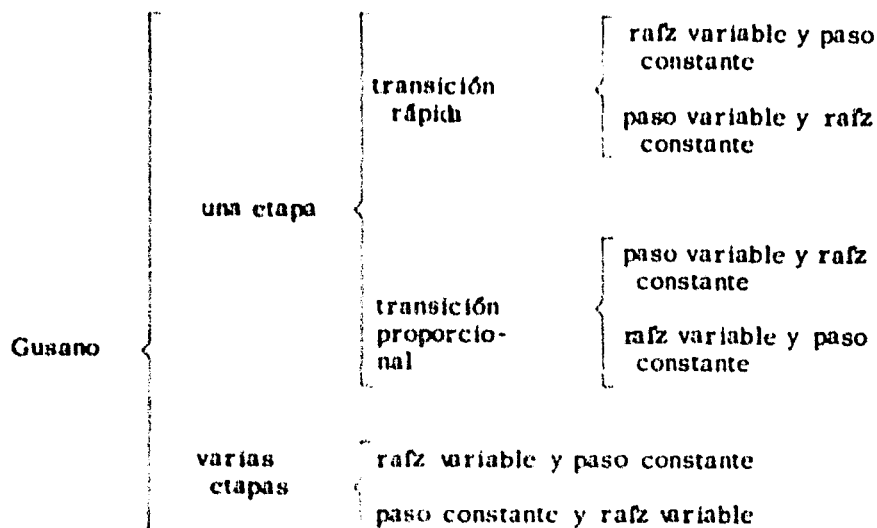
FIG. N° 2

RELACION DE COMPRESION 4:1
 1/2 PULG.
 RAIZ VARIABLE, PASEO CONSTANTE
 L/8 30°



ANGULO DE LA ESPIRA = 17.7°

GUSANO PARA POLIESTIRENO



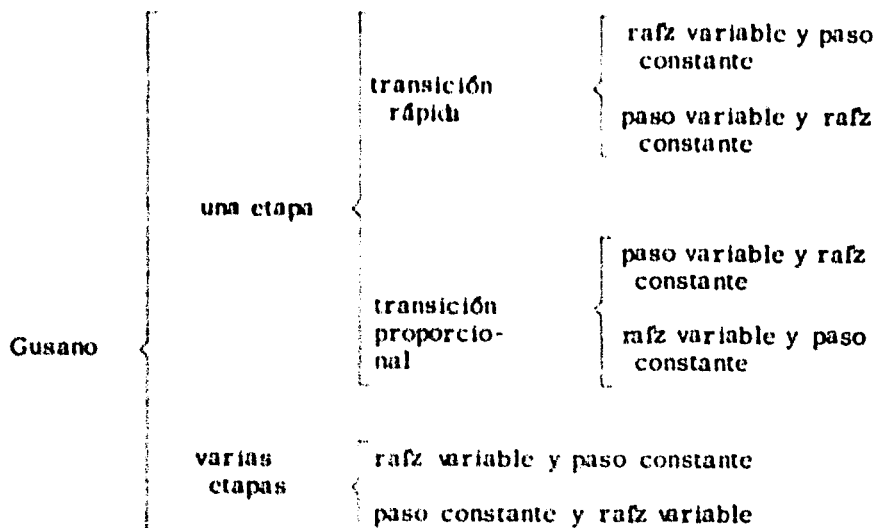
2.441 Gusanos de una etapa. Este tipo de gusanos, tiene las estrías del mismo tamaño a lo largo del gusano y están divididos en dos grupos:

A) Gusanos de transición rápida. Dentro de los gusanos de este tipo, se encuentran aquéllos en los que el diámetro de la rafz aumenta bruscamente de una estría a otra. (Fig. 3-A)

B) Gusanos de transición proporcional. Son aquéllos en los que el diámetro aumenta proporcionalmente a todo lo largo del gusano. (Fig. 3-C)

2.442 Gusanos de varias etapas. También están divididos en dos grupos:

A) Gusanos de rafz variable y paso constante. En este tipo de gusano, lo que varía es la longitud de las estrías, o sea, -



2.441 Gusanos de una etapa . Este tipo de gusanos, tiene las estrías del mismo tamaño a lo largo del gusano y están divididos en dos grupos:

A) Gusanos de transición rápida. Dentro de los gusanos de este tipo, se encuentran aquéllos en los que el diámetro de la rafz aumenta bruscamente de una estría a otra. (Fig. 3-A)

B) Gusanos de transición proporcional. Son aquéllos en los que el diámetro aumenta proporcionalmente a todo lo largo del gusano. (Fig. 3-C)

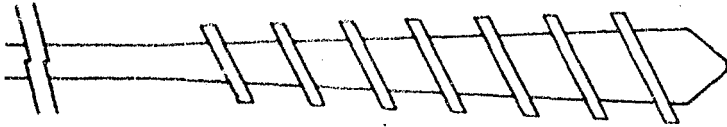
2.442 Gusanos de varias etapas . También están divididos en dos grupos:

A) Gusanos de rafz variable y paso constante. En este tipo de gusano, lo que varía es la longitud de las estrías, o sea, -

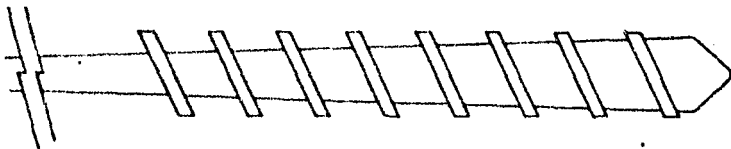
FIG. N° 3



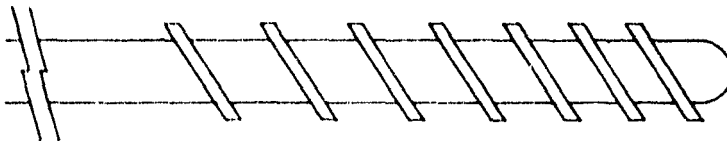
A CUSANO DE UNA ETAPA DE TRANSICION RAPIDA



B CUSANO DE VARIAS ETAPAS DE RAIZ VARIABLE Y PISO CTE.



C CUSANO DE UNA ETAPA DE TRANSICION PROPORCIONAL



D CUSANO DE VARIAS ETAPAS DE PISO VARIABLE Y RAIZ CTE.

en otras palabras, lo que varía es la profundidad que existe entre la parte superior de la estría y el eje del gusano, lo que ocasiona una mejor transmisión del calor, ya que a medida que el material avanza a lo largo del gusano, lo hace en un espacio más reducido (Fig. 3-B).

B) Gusanos de raíz constante y paso variable. Estos se ilustran en la siguiente figura y la diferencia básica con los anteriores, es que varía el espacio entre las estrías, permaneciendo constante el diámetro del eje del gusano (Fig. 3-D)

La diferencia fundamental entre estos dos tipos de gusanos, es que en el de paso constante tenemos un mayor trabajo de compresión, lo que aumenta el desgarramiento.

La relación de compresión de un gusano, es el volumen que hay entre la primera estría dividido por el volumen de la última. Se puede decir que es una relación de espesores y la óptima varía con cada material, así por ejemplo para el polietileno, una relación de 4:1 es buena y para el ABS* y el PVC** generalmente se recomienda 2:1. La relación de compresión depende también de la longitud del gusano que se usa (L/D) - (La más común usada actualmente para termoplásticos es de L/D de 20/1 y 24/1).

* Acrilonitrilo, butadieno, estireno

** Cloruro de polivinilo

3.0 DESCRIPCION DEL PROCESO DE EXTRUSION

El moldeo por extrusión es un proceso continuo que lo hace diferente del moldeo por inyección, el cual es discontinuo.

El proceso de extrusión es muy sencillo, pues consta fundamentalmente en fundir los gránulos del plástico a lo largo de un gusano plastificador, el cual gira dentro de un cilindro que tiene varias zonas de calentamiento. O sea, que el plástico se funde principalmente por la acción de 2 variables: La Fricción y el Calor.

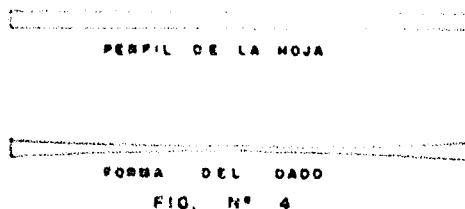
El material fundido sigue su curso a través de las mallas cuyo objetivo es el de crear una contra presión al flujo del material y así poder darle un mayor trabajo, logrando una mejor homogeneidad de la masa fundida.

Una vez que el material ha pasado por las mallas, éste entra al dado, que le dará la forma deseada. El dado en su interior tiene un cabezal distribuidor de diseño aerodinámico y que permitirá fluir más fácilmente a la masa fundida.

La longitud del dado generalmente es grande, debido a que así se obtiene una mejor uniformidad de la pieza moldeada. Cuando el dado es corto, puede haber una deformación de la hoja extruida a la salida de éste.

La presión no es igual en todas las secciones del dado,

lo que ocasiona que en el lado de mayor presión el material se hinchó a la salida. Para evitar que esto suceda, debe prevenirse esta deformación dándole al dado una forma diferente a la que tendrá la hoja extruída. (Ver Fig. No. 4):



Para un buen proceso de extrusión, son primordiales dos factores: El gusano y El dado.

3.1 GUSANO

3.11 Efectos de las características del gusano en el flujo del material y en la presión.

Anteriormente se especificaron algunos de los tipos de gusanos; cada uno de ellos influye de manera muy diferente, tanto en el flujo del material, como en la presión. Considerando condiciones isotérmicas se pueden analizar las influencias que tienen las diferentes características de un gusano.

3.111 Influencia de la profundidad de las estrías. La Fig. No. 5 muestra gráficamente las curvas de tres gusanos diferentes: La curva No. 1 representa un gusano de estrías muy profundas, la curva No. 2

representa a un gusano de estrías de profundidad regular y la curva No. 3 a una de estrías poco profundas.

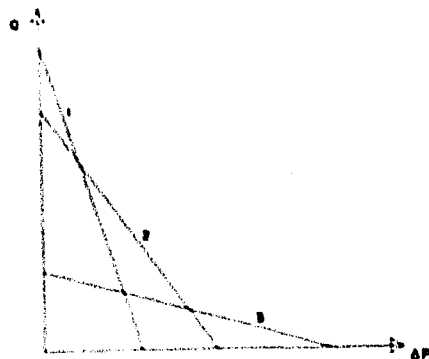


FIG. N° 5

En la figura anterior, Q representa el flujo del material fundido y ΔP representan la caída de presión a través del dado.

De esta figura se puede apreciar que un gusano con estrías poco profundas, es capaz de desarrollar altas presiones, pero al así hacerlo, reduce el flujo del material; aunque esta disminución es mucho menos sensible que en el caso de un gusano de estrías profundas. Este último, sólo es adecuado a bajas presiones.

3.112 Influencia de la longitud de la zona de medición. -

Otra característica del gusano que tiene efectos en el flujo y presión, es la longitud de la zona de medición. (Ver Fig. No. 6), donde la curva (1) representa una zona grande, la (2) y (3) mediana y corta respectivamente.

Como se puede apreciar, entre más grande sea la longitud

de esta zona (gusano más largo), el gusano puede desarrollar una mayor presión y también se puede ver que la longitud no afecta el gasto de salida de material.

3.114 Influencia del enfriamiento del gusano.

Una tercera característica del gusano, es el enfriamiento del mismo, que se puede lograr ya sea con agua o con aire (Ver Fig. No. 7).

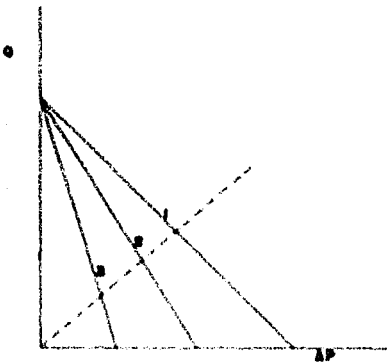


FIG. N° 6

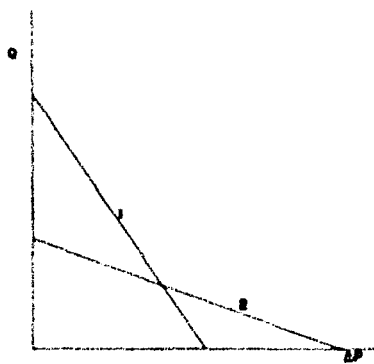


FIG. N° 7

en donde: (1) y (2) indican gusanos sin enfriamiento y con enfriamiento respectivamente. Se puede obtener mayores gastos con enfriamiento en el gusano que sin éste.

3.113 Influencia de las revoluciones por minuto.

La velocidad con que el gusano gira, tiene también gran efecto en Q y ΔP , a medida que se encuentren las RPM, el gusano es capaz de producir mayores presiones con un mayor gasto de material. (Ver Fig. 8). Las RPM es la variable más simple que

puede usarse para modificar el gasto y la presión.

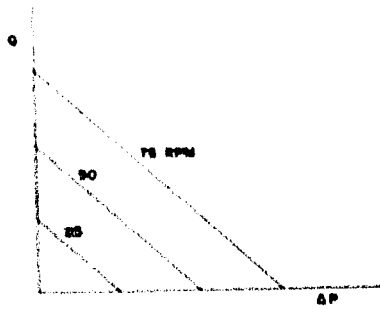


FIG. N° 8

3.2 DADO

3.21 Efectos de las características del dado en el flujo de salida del material y en la presión.

La ecuación general para el flujo a través de un dado, es la siguiente:

$$Q = \frac{K \Delta P}{\mu} \quad (\text{Fórmula \#1})$$

En donde Q es el flujo del material fundido, ΔP es la caída de presión a través del dado, μ la viscosidad del flujo en el dado y K es una constante específica para cada dado y está definida por las siguientes ecuaciones:

Para un dado cilíndrico

$$K = \frac{\pi R^4}{8L}$$

Para un dado plano

$$K = \frac{\pi WH}{12L}$$

en donde:

- R Radio del dado
- H Apertura de los labios
- L Longitud del dado en dirección del flujo
- W Ancho del dado

Cada dado tiene su propia constante k que es inherente a sus dimensiones.

Según la fórmula que da el gasto a través de un dado, vemos que este es inversamente proporcional a la viscosidad, (fórmula #1), es decir, que a mayor viscosidad el gasto es menor; como representa en la Fig. No. 9

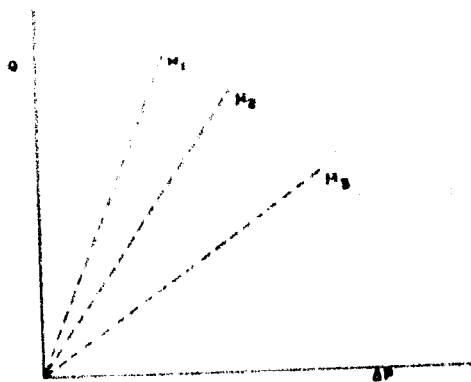


FIG. N° 9

En extrusión, la elevación de temperatura del material se debe principalmente a la fricción que ejerce el tornillo al desgarrar la masa de material, la cual disminuye su viscosidad, lo que permite un mayor flujo. El aumento de temperatura del material para un tornillo dado, depende exclusivamente del --

número de revoluciones por minuto.

En la extrusión, la presión que se genera es la necesaria para hacer fluir la masa fundida a través del dado, el cual presenta una restricción al paso del material a través de él, cada dado tiene su curva de caída de presión contra flujo característica.

De lo anterior se concluye, que teniendo un gusano y un dado definidos, se puede encontrar su área de trabajo por superposición de sus dos curvas características, como se indica en la Fig. No. 10

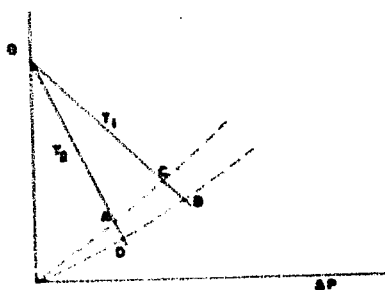


FIG. N° 10

Como se puede apreciar, la temperatura de operación tiene una gran influencia y dependiendo de las temperaturas del gusano y del dado, podrán obtenerse cuatro puntos de operación (A, B, C, D).

3.3 CUALIDADES DE EXTRUSION

La facilidad de extrusión de un plástico significa el - -

comportamiento del material a través del ciclo de extrusión, lo cual se puede determinar por la amplitud de las siguientes variables:

3.31 Temperatura

Cada material tiene un rango de temperatura para su extrusión. Mientras éste sea más amplio, el plástico será más fácil de extruir.

Si al mismo tiempo, el material tiene una baja temperatura de distorsión, la extrusión de éste será aún más fácil. Esto significa que, al tener que calentar menos al material, se tiene que suministrar menos energía, y por lo tanto, es una manera de lograr economías en este proceso de extrusión.

3.32 Absorción de Humedad

Los materiales higroscópicos tales como el acrílico, nylon, poliestireno de impacto, ABS, etc., hacen más difícil la extrusión de los plásticos, ya que es necesario emplear sistemas adicionales a los normalmente usados con objeto de precalentar el material para así eliminar la humedad que puede haber absorbido.

3.33 Estabilidad térmica

Uno de los factores más importantes que hay que observar en la selección de un material para el proceso de extrusión es la estabilidad térmica de los mismos.

Esta es una propiedad que tienen los materiales de

no degradarse fácilmente por los efectos del calor; esto es, que su temperatura de degradación sea lo suficientemente alta para permitir una mayor amplitud al proceso sin que el material se degrade o se queme.

CAPITULO II

ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DEL ESTUDIO

- 1.1 Seguir siendo el único abastecedor de hoja de los clientes a los que se les sirve actualmente.
- 1.2 Mantener una rentabilidad bruta de operación, a un mínimo del 12% anual después de impuestos.
- 1.3 Proceso del establecimiento de estos objetivos.

Los dos objetivos, se consideran como las metas de la empresa. Para poder lograrlas, es necesario estar en posibilidades de competir con los otros fabricantes de hojas, dar un buen servicio a clientes y mantener una estructura de precios que permita a la empresa lograr el segundo objetivo sin que por ello se deje de cumplir con el primero.

CAPITULO III

DESARROLLO DE PROGRAMAS

1.10 Para poder cumplir con los objetivos antes fijados, es necesario que la Empresa esté en posibilidades de surtir todas las hojas que soliciten los dos clientes de la Empresa durante los próximos tres años, y tener capacidad suficiente para surtir las hojas solicitadas en un máximo de diez días.

El equipo instalado debe tener suficiente capacidad en 1970 para poder producir 500 000 kg. de hojas de poliestireno.

Como en la producción de refrigeradores hay dos épocas del año en que aumenta la producción, (junio, julio y agosto - octubre y noviembre) es necesario que el equipo pueda producir no sólo el equivalente a un mes de producción, supuesto de 500 000 kilos al año, sino que tenga capacidad para un 20% más de producción en estos meses.

1.20 En la actualidad el precio de extrusión de hojas es de \$5.50 por kilo (además del costo de la materia prima), por lo que será necesario que para 1970 este precio disminuya a

\$5.00 para que la operación se pueda mantener competitiva.

1.30 Es necesario que tanto el equipo actual como el nuevo pueda producir hojas con espesores que varían desde 2 mm. hasta 5 mm.

1.40 El equipo con que actualmente se cuenta, tiene una velocidad de producción de aproximadamente 80 kgs. por hora trabajando un promedio de 500 horas al mes. El rendimiento que se tiene por cambios de color, espesor y ancho de las hojas, hace que solo se esté en la posibilidad de usar el 75% de esta capacidad, que representan 30 000 kgs. al mes.

1.50 Según las necesidades de ventas, la producción requerida para los tres próximos años es la siguiente:

<u>AÑOS</u>	<u>KILOS</u>
1968	301 000
1969	382 000
1970	481 000

1.60 Calculando que para los meses de junio, julio y agosto de 1968 se tendrá el máximo requerimiento en la producción, es necesario que para esas fechas se disponga de una mayor capacidad a la actual instalada de 30 000 kilos, por lo que es necesario que la nueva línea de extrusión esté instalada para esas fechas.

1.70 Proyección de las necesidades de 1968 en la extrusión de hojas.

1.71 Proyección de la fabricación de refrigeradores para 1968 con base a las producciones mensuales de los años de 1965, 1966 y 1967.

No. DE REFRIGERADORES

<u>MES</u>	<u>1965</u>	<u>1966</u>	<u>1967</u>	<u>1968 P</u>
Encero	3 690	10 074	12 038	14 505
Febrezo	8 203	10 949	13 138	15 765
Marzo	8 619	11 149	11 092	16 053
Abril	8 197	9 244	13 378	13 310
Mayo	8 687	11 645	13 974	16 768
Junio	10 464	12 307	14 768	17 721
Julio	11 029	13 345	16 014	19 216
Agosto	10 852	12 264	14 716	17 659
Septiembre	9 665	10 998	13 197	15 836
Octubre	10 674	11 786	14 143	16 971
Noviembre	11 621	12 681	15 193	18 231
Diciembre	10 817	12 228	12 353	13 823
Total	113 518	138 650	164 054	195 858

Como se puede apreciar de la tabla anterior, el número de refrigeradores construídos en 1967 fué de 164,054. De éstos, 32,000 fueron fabricados por la Compañía que extruye su propia

hoja, por lo que, el mercado libre es de 132,050.

La Empresa, surtió el 42% de dicho mercado, o sea que el promedio mensual de hoja extraída fué de: 21.260 Ton.

Haciendo una proyección del mercado libre para 1968, se tiene:

MES	(A)	(B)	(C)	(D)
Enero	11 615	55 345	23 245	27 894
Febrero	12 625	58 375	24 517	29 420
Marzo	12 855	59 059	24 805	29 766
Abril	10 660	52 480	22 042	26 450
Mayo	13 435	60 805	25 538	30 645
Junio	14 206	63 118	26 509	51 810
Julio	15 394	66 682	28 006	33 607
Agosto	14 144	62 932	26 433	31 720
Sept.	12 696	58 588	24 607	29 528
Octubre	13 576	61 228	25 716	30 859
Noviembre	14 581	64 243	26 982	32 378
Diciembre	11 073	55 719	22 562	27 080
Tota :	156 858	716 674	300 962	361 157

(A) Mercado Libre (No. de Refrigeradores)

(B) Mercado Libre (Kgs. usados)

(C) 42% del Mercado Libre (Kgs.)

(D) Capacidad necesaria (20% más)

CAPITULO IV

DECISION DEL EQUIPO A COMPRAR Y JUSTIFICACION

1.0 De la tabla de capacidad necesaria por meses en 1968, se ve que en los meses de julio y noviembre se tienen necesidades que son superiores en un 10% a la capacidad actualmente instalada.

Haciendo una proyección para los años de 1969 y 1970, nos encontramos que desde el mes de enero de 1969, la capacidad de extrusión actual es insuficiente, por lo que será indispensable para poder cumplir con los compromisos de entregas que se tienen con los clientes el tener una mayor capacidad de extrusión y teniendo en cuenta que al hacer este aumento no se deje de surtir a los clientes.

MES	CAPACIDAD NECESARIA Kgs. 1969	CAPACIDAD NECESARIA 1970
Enero	33 472	40 167
Febrero	35 305	42 365
Marzo	35 719	42 863
Abril	31 740	38 088
Mayo	36 772	44 128
Junio	38 172	45 806
Julio	40 328	48 394
Agosto	36 064	45 676
Septiembre	35 433	42 520
Octubre	37 030	44 437
Noviembre	38 853	46 624
Diciembre	32 496	38 995
Total:	433 385	520 063

Al aumentar la capacidad de extrusión de la nueva planta, para cubrir adecuadamente las demandas indicadas, se ve que no es posible lograrla por medio de tiempo extra, ya que esto es físicamente imposible, más allá de un 10% o sea que el límite de producción con el equipo actual es de 33 000 kgs. por mes.

El querer mantener la planta a este ritmo de producción es muy peligroso, ya que cualquier contratiempo o descompostura en el equipo o alguna falla en la producción impedirá alcanzar

el objetivo deseado, causando problemas a los clientes por no surtirles la totalidad de sus necesidades.

Por lo antes dicho, se concluye que es necesario el instalar un equipo adicional al ya existente, y que la mejor época para tenerlo ya en operación, es en el mes de junio de 1968. De esta forma, se tendrá oportunidad de entrenar al personal necesario para que opere este segundo equipo, sin que por esto se tenga la posibilidad de variaciones en la calidad de la hoja, ya que el personal que se tiene entrenado para el tercer turno, se le podrá desplazar al primero y segundo turnos en la nueva maquinaria y junto a ellos recibir a los aprendices, que tendrán seis meses de entrenamiento en operación sin presión de producción, antes del inicio formal y necesario de la producción en enero de 1969.

Otro hecho que justifica la instalación de un nuevo equipo es la posibilidad de poder aumentar la producción en un 30% con solo un aumento de personal del departamento de producción, sin tener que aumentar en lo más mínimo el personal de otros departamentos.

Con el fin de obtener una mayor versatilidad y posibilidad de intercambiar personal de una línea a la otra, así como mantener un inventario de partes lo más completo y en la menor cantidad posibles, es muy conveniente que la nueva línea sea de la misma marca y de igual tamaño que la línea

el objetivo deseado, causando problemas a los clientes por no surtirles la totalidad de sus necesidades.

Por lo antes dicho, se concluye que es necesario el instalar un equipo adicional al ya existente, y que la mejor época para tenerlo ya en operación, es en el mes de junio de 1968. De esta forma, se tendrá oportunidad de entrenar al personal necesario para que opere este segundo equipo, sin que por esto se tenga la posibilidad de variaciones en la calidad de la hoja, ya que el personal que se tiene entrenado para el tercer turno, se le podrá desplazar al primero y segundo turnos en la nueva maquinaria y junto a ellos recibir a los aprendices, que tendrán seis meses de entrenamiento en operación sin presión de producción, antes del inicio formal y necesario de la producción en enero de 1969.

Otro hecho que justifica la instalación de un nuevo equipo es la posibilidad de poder aumentar la producción en un 30% con solo un aumento de personal del departamento de producción, sin tener que aumentar en lo más mínimo el personal de otros departamentos.

Con el fin de obtener una mayor versatilidad y posibilidad de intercambiar personal de una línea a la otra, así como mantener un inventario de partes lo más completo y en la menor cantidad posibles, es muy conveniente que la nueva línea sea de la misma marca y de igual tamaño que la línea

actual.

2.00 COSTO DEL EQUIPO

	<u>PESOS</u>
1 Tolva secadora, pre-calentadora Thorrenson McCosh, Modelo - No. 400	43,750.00
1 Alimentador de tolva modelo No. 1,200	12,062.50
1 Presecador para tolva	20,625.00
1 Extrusor de 5½ pulg.: 24 : 1 L/D Modern Plastic Machinery - Modelo CE-350-24	167,475.00
1 Motovariador U.S. Variable con motor 2 velocidades y arranca- dor de 50 HP	68,837.50
1 Control remoto de variación de velocidad	3,437.50
1 Dado de 42" con 5 zonas, con - labio 3" Modern Plastic -- Machinery, H.D.	67,375.00
5 Controles Wheelco (175 CU)	17,187.50
5 Amperímetros (18 CU)	1,125.50
1 Adaptabr con válvula	4,125.00
1 Unidad pulidora H.D. con moto- res P.F., con rodillos de 8"D. para 36" final	194,625.00
1 Guillotina Modelo 1436	68,750.00
1 Supertrol MC3-730 (Triple)	33,125.00
T o t a l:	<u>702,500.00</u>

Estos son los precios que se tienen en la fábrica del --
 productor de la maquinaria. Hay que aumentarle el costo del
 empaque para la exportación y el flete, que es equivalente a -
 3.5% del valor del equipo. O sea que el costo de tener el equi-
 po en la frontera es de \$ 24,587.50.

El plazo de entrega de las diversas partes del equipo lo
 prometen entre 16 y 20 semanas, por lo que se recibirá el -
 10. de abril y el 10. de mayo, siempre que se hayan firmado
 los contratos para el 10. de diciembre de 1967.

Los términos de pago son: 30% con la firma del pedido y
 el resto a pagar en 3 años, con un interés del 8% sobre saldos
 insolutos.

Los impuestos de importación que deben pagarse según
 la Fracción Arancelaria: 84.59.B999 y acogiéndose a la Regla
 14 que dice que los derechos son \$0.50/kilogramo bruto más
 15% ad valorem con un precio oficial de \$47.00/kilogramo -
 bruto o el precio de factura, (el que sea mayor).

Calculando el impuesto que pagará cada pieza, que se
 va a importar, en la siguiente forma:

Impuesto a pagar = Kgs. ° x \$0.50 + 0.15 x costo equipo (\$)

TABLA DE IMPUESTOS DE IMPORTACION A PAGAR:

Tolva	0.5 x	250	0.15 x	43,750	6,687.50
Alimentador	0.5 x	50	0.15 x	12,062.5	1,834.37
Presecador para tolva	0.5 x	100	0.15 x	20,625	3,143.75
Extrusor	0.5 x	2200	0.15 x	167,475	26,221.25
Motovariador	0.5 x	500	0.15 x	68,837.5	10,575.63
Control de vel.	0.5 x	10	0.15 x	3,437.5	520.63
Dado	0.5 x	325	0.15 x	67,375	10,269.00
Cont. de Temp.	0.5 x	5	0.15 x	17,187.5	2,580.62
Amperímetros	0.5 x	1	0.15 x	1,125	169.25
Adaptador	0.5 x	25	0.15 x	4,125	631.25
Rodillos pulidores	0.5 x	1400	0.15 x	194,625	29,893.75
Guillotina	0.5 x	300	0.15 x	68,750	10,462.50
Supertrol	0.5 x	300	0.15 x	33,125	5,118.75
TOTAL:					\$ 108,108.25

* Peso aproximado según fabricante.

Los gastos de transportación en México, seguros, gastos en frontera, honorarios del Agente Aduanal, gastos de descarga en la planta, suman aproximadamente: \$ 10,000.00

Los gastos de instalación del equipo, considerando el 8% sobre el valor del mismo son: \$ 56,200.00

De los datos anteriores, se tiene que la inversión necesaria para hacer esta ampliación de la capacidad de la planta es de:

INVERSION

COSTO DEL EQUIPO	\$ 702,500.00
EMPAQUE Y FLETES EN E.U.	24,587.50
IMPUESTOS DE IMPORTACION	108,108.25
GASTOS EN FRONTERA, TRANSPORTES, etc.	10,000.00
COSTO DE INSTALACION	<u>56,000.00</u>
TOTAL:	<u>\$ 901,195.75</u>

INTERESES SOBRE SALDOS INSOLUTOS 68,845.00
GENERADOS POR LA COMPRA DEL
NUEVO EQUIPO.

El pago de ellos se hará semestralmente junto con los pagos semestrales del equipo. Además, forman el renglón de Gastos Financieros en la Tabla de Rentabilidad, pág. 32

CAPITULO V

ESTUDIO DE RENTABILIDAD

1.0 BASES DE LA ESTIMACION

La empresa es una compañía que ha operado con poco personal, ya que tiene una línea poco sofisticada y únicamente dos clientes, por lo que no tiene necesidad de un Departamento de Ventas y el Gerente General hace las veces de Gerente de Ventas, manteniendo las relaciones con dichos clientes.

Las entregas se efectúan por medio de un transportista, que cobra por viaje, pudiendo llevar en cada uno, hasta dos toneladas; el costo por viaje es de \$60.00, llevando un promedio de 1.5 Tons.

No se tiene inventario de producto terminado, ya que las entregas se hacen conforme se van extruyendo las láminas. Para la materia prima, cuyo costo es de \$10.00/Kg., se guarda en inventario promedio de un mes.

El costo de la extrusión es para 1967, 1968 y 1969 de -

\$5.50/kg. para 1970 el costo tendrá que reducirse a \$5.00/kg. para poder seguir compitiendo en el mercado.

El capital que tienen invertido los accionistas de la compañía es el siguiente:

Equipo actual de Extrusión	\$ 850,000.00
Transformador de 75 KW	75,000.00
Equipo de Oficina	<u>50,000.00</u>
Capital Fijo	975,000.00

Este capital se aumentará al efectuar el proyecto, de la siguiente manera:

Equipo antiguo de Extrusión	\$ 850,000.00
Equipo nuevo de Extrusión	901,196.00
Transformadores para 150 KW	150,000.00
Equipo de Oficina	<u>50,000.00</u>
Capital Fijo	1,951,196.00

1.10 En la tabla siguiente se hace un análisis de las operaciones de la Compañía y determinar así, cuál será la rentabilidad que se tendrá cuando se haga la inversión.

(Así mismo, a continuación se exponen los fundamentos sobre los cuales se calculó dicha tabla):

1.11 COSTOS Y GASTOS DE OPERACION

	<u>1967</u>	<u>1968</u>	<u>1969</u>	<u>1970</u>
Mano de Obra	20,900	26,500	29,000	35,300
Gtos. de Admón.	16,600	18,300	20,000	21,800
Servicios	16,460	22,250	24,990	27,690
Prestaciones (S.S.)	<u>847</u>	<u>976</u>	<u>1,030</u>	<u>1,186</u>
Gastos mensuales	54,807	68,026	75,020	85,976
Gastos y Costos de Operación anuales	657,684	816,312	900,240	1,031,712

1.111 La mano de obra está compuesta por el siguiente personal:

Un Gerente de Producción, dos Supervisores de producción, maquinistas que aumentan de 3 a 5 y ayudantes que aumentan también de 3 a 5.

Los sueldos mensuales de este personal son para 1967, - los siguientes, aumentando un 10% anualmente.

Gerente de Producción	\$ 5,000.00
Supervisor de Producción	3,000.00
Maquinista	2,100.00
Ayudante	1,200.00

1.112 Los gastos de Administración se componen por los sueldos de:

1 Contador	\$ 5,000.00
1 Gerente General	10,000.00
1 Secretaria	1,600.00

Su sueldo también aumenta un 10% cada año.

1.113 Los costos de Servicios los componen el pago mensual de:

	<u>1967</u>	<u>1968</u>	<u>1969</u>	<u>1970</u>
Renta	3,000	3,000	3,300	3,300
Transporte	800	960	1,150	1,400
Teléfono	200	200	300	300
Agua	200	150	200	250
Electricidad	8,360	10,135	12,235	14,635
Mantenimiento (0.4% del Cap. Fijo)	3,900	7,805	7,805	7,805
Total por mes	16,460	22,250	24,990	27,690

1.114 Las prestaciones cubren la cuota del Seguro Social. -

En el caso de los ayudantes, se les ayuda con pagar la cuota total del seguro. El pago mensual de las cuotas del Seguro Social por parte de la Compañía es el siguiente:

1967	847\$/Mes
1968	976\$/Mes
1969	1,030\$/Mes
1970	1,186\$/Mes

1.20 El renglón de capital de trabajo se estimó sumando el valor del inventario de Materia Prima para un mes, más las cuentas por cobrar y más el efectivo o caja chica que se consideró como el equivalente a 10 días de costos y gastos de operación. Al total se le restó las cuentas por pagar (equivalentes a la compra de materia prima).

1.30 En el renglón de gastos financieros se incluye el pago de los intereses generados por la compra del equipo.

1.40 Los impuestos sobre la renta se calculan así:

\$162,000.00 por los primeros \$500,000.00 de utilidad antes de impuestos, más el 42% del excedente. A esto se le agregó el importe por reparto de utilidades que se consideró como de un 8% sobre las utilidades antes de impuestos.

RENTABILIDAD BRUTA SOBRE LA INVERSIÓN
(miles de pesos)

	1967	1968	1969	1970
Venta Facturada	3.954,360	4.664,911	5.580,000	6.480,000
Ing. Mercant. (3%)	118,631	139,947	167,400	194,440
Venta Neta	3.835,729	4.524,964	5.412,600	6.285,560
Costo de lo Vendido y Gastos. Admón: Costos y Gtos. de Operación	657,684	816,312	900,240	1.031,712
Depreciación	97,500	162,596	195,144	195,144
Mat. Prima	2.551,206	3.009,600	3.600,000	4.320,000
Total	3.306,390	3.988,432	4.695,384	5.546,856
Utilidad de Operación	529,339	536,532	717,216	738,704
Gastos Financieros		36,062	22,948	9,835
Utilidad antes Imp.	529,339	500,470	694,268	728,869
Imp. sobre la Renta y R. Utilidades	216,669	202,235	299,134	316,435
Utilidad Neta	312,670	298,235	395,134	412,434
Inversión:				
Capital Fijo	975,000	1.951,196	1.951,196	1.951,196
Cap. de Trabajo	347,772	411,130	489,979	568,631
Inv. total bruta de Operación	1.322,772	2.362,326	2.441,175	2.519,827
Rentabilidad bruta - sobre la Inversión	23.6%	12.6%	16.2%	16.4%

2.0 DETERMINACION DEL PUNTO DE EQUILIBRIO PARA 1968

$$y = A + Bx$$

En donde: y = costo total

x = ventas totales

A = gastos fijos

B = relación entre gastos variables y ventas

$$\text{Gastos fijos} = 977,924.00$$

$$\text{Gastos variables} = 3,149,547.00$$

$$\text{Ventas} = 4,664,911.00$$

En el punto de equilibrio $Y = x$

$$B = \frac{3,149,547.00}{4,664,911.00} = 0.675$$

$$y = 977,924 + 0.675x$$

$$x = -0.675x + 977,924$$

$$x = \frac{977,924}{0.325}$$

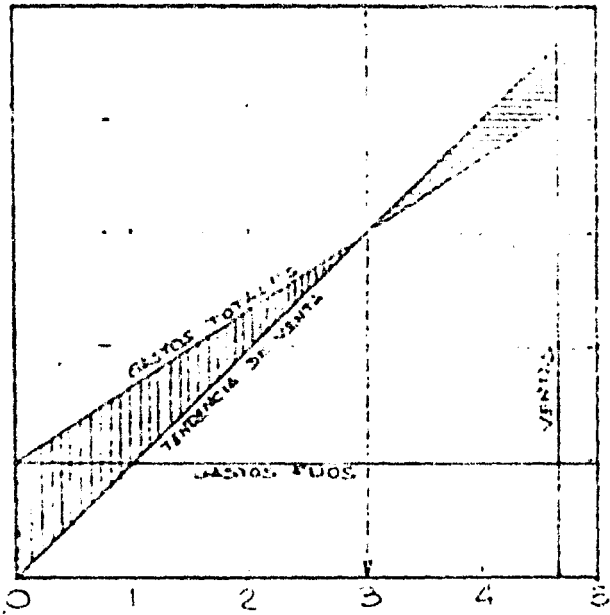
$$x = 3,008,997.00$$

Que corresponden a unas ventas mensuales de 16,177 Ton.

CAPACIDAD NECESARIA %

0 25 50 75 100

COSTOS (Millones Ptas)



VENTAS (Millones Ptas)
GRAFICA DE PUNTO DE EQUILIBRIO PARA 1968

CAPTULO VI

CALENDARIO DEL PROYECTO

Los eventos que se realizarán son los siguientes:

<u>EVENTO</u>	<u>DURACION (DIAS)</u>
1. Firma de los contratos de compra de equipo	1
2. Solicitud del permiso de importación	30
3. Compra y cambio de transformador	45
4. Envío del equipo a frontera	120
5. Tránsito en Estados Unidos	7
6. Trámites aduanales en frontera	15
7. Tránsito en México	8
8. Nuevo contrato y aumento de la capacidad eléctrica	120
9. Instalación del equipo	15
10. Instalación eléctrica	15
11. Entrenamiento de personal	60
12. Pruebas y arranques	8

Estos eventos se inician el 10. de diciembre de 1967

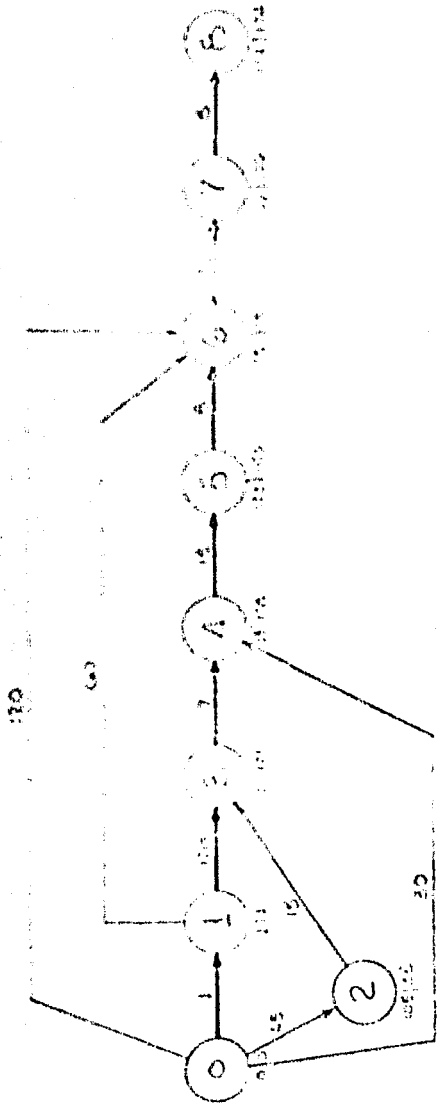


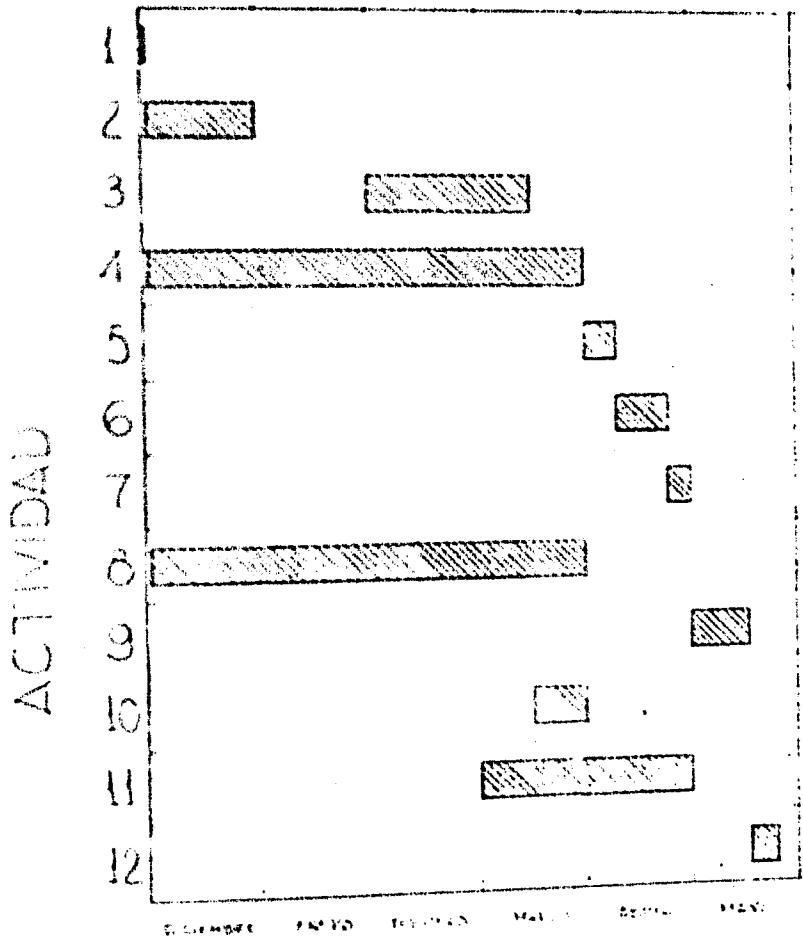
DIAGRAMA DEL CAMINO CRITICO

SECCION		ACTIVIDAD	Dura- ción	Fecha Iniciar		Fecha Terminar	
I	J			La	Ultima	La	Ultima
0	1	Firma contrato	1	0	0	1	1
0	2	Compra Transform.	45	0	60	45	105
0	4	Sol. Perm. Import.	30	0	98	30	128
0	6	Arm. capos. eléctrica	120	0	31	120	151
1	3	Envío equipos a frontera	120	1	1	121	121
1	6	Entrada personal	60	1	90	61	151
2	3	Inst. eléctrica	15	45	105	60	121
3	4	Tránsito en E. U.	7	121	121	128	128
4	5	Tránsito Ad. en front.	15	128	128	143	143
5	6	Tránsito en México	8	143	143	151	151
6	7	Inst. del equipo	15	151	151	166	166
7	8	Pruebas y arranque	8	166	166	174	174

Las decisiones tomadas del diagrama y cuadro anteriores, -
son las siguientes:

1. Iniciar el entrenamiento del nuevo personal el 10. de marzo -
de 1968, para tenerlo listo en 10. de mayo del mismo año. 14 -
días antes del arranque.
2. El permiso de importación se solicitará desde el 10. de diciem-
bre de 1967 para que, en caso de cualquier retraso, no afecte -
los trámites aduanales en frontera.

TABLA DE GANT



DIAS



QUIMICA

3. El cambio de transformador e instalación eléctrica se iniciará el 10. de febrero de 1966 para separar ésta inversión del pago por el anticipo del equipo. Este evento se terminará el 10. de abril del mismo año, quedando un margen de 30 días antes de la instalación del equipo.
4. El cambio de contrato y aumento de capacidad eléctrica, se solicitarán de inmediato el 10. de diciembre de 1967, disponiéndose en esta forma de un margen de 30 días.
5. El equipo estará en operación para el 24 de mayo de 1968, a tiempo para operar en la demanda máxima del mercado en los meses de junio, julio y agosto.

Con base a las decisiones antes expuestas, el calendario del proyecto quedará como sigue:

<u>ACTIVIDAD</u>	<u>Fecha de Iniciación</u>	<u>Fecha de Terminación</u>
1. Firma de contrato de compra de equipo	1/XII/67	11/XII/67
2. Solicitud del permiso de importación	1/XII/67	1/ I /68
3. Compra y cambio de transformador	1/ II /68	15/III/68
4. Envío del equipo a frontera	11/XII/67	1/IV/68
5. Tránsito en Estados Unidos	1/IV/68	8/IV/68
6. Trámites aduanales en frontera	8/IV/68	23/IV/68
7. Trámite en México	23/IV/68	1/IV/68

8. Aumento capacidad eléctrica	1/XII/67	1/IV/68
9. Instalación del equipo	1/IV/68	16/ V/68
10. Instalación eléctrica	15/III/68	1/IV/68
11. Entrenamiento del personal	1/III/68	1/ V/68
12. Pruebas y arranque	16/ V/68	24/ V/68

CAPITULO VII

CONTROL DEL PROYECTO

Con base al calendario de operaciones de la pág. se asignarán uno de los eventos a los responsables de que se lleven a cabo en las fechas previstas:

ACTIVIDAD

- | | |
|--|---|
| 1. Firma de contratos de compra del equipo | Gerente General |
| 2. Solicitud de permiso de importación | Gerente General
a través de la -
Agencia Aduanal |
| 3. Compra y cambio de transformador | Gerente de Pro-
ducción. |
| 4. Envío de equipo a la frontera | Cfa. Vendedora
y la coordina -
ción del Gerente
General. |
| 5. Tránsito en E. U. | Agencia Aduanal/
G.G. |
| 6. Trámites aduanales en frontera | Agencia Aduanal/
G.G. |
| 7. Tránsito en México | Agencia Aduanal/
G.G. |
| 8. Aumento de capacidad eléctrica | Gerente General |
| 9. Instalación del equipo | Gte. de Producción |

- | | |
|-------------------------------|---|
| 10. Instalación eléctrica | Gerente de producción |
| 11. Entrenamiento de personal | Gerente de Producción |
| 12. Pruebas y arranques | Con los Supervisores
Gerente de Producción |

CAPITULO VIII

CONCLUSIONES

- 1 El incremento en la demanda de hojas de poliestireno para refrigeración deberá ser satisfecho mediante una ampliación en las líneas de extrusión de la Compañía, para poder seguir compitiendo dentro de este mercado.
- 2 Desde el punto de vista de servicio al cliente, al aumentar la capacidad de producción, disminuirá el riesgo de ventas perdidas por no satisfacer sus necesidades en un momento dado.
- 3 La rentabilidad bruta de operación para 1968 estimada en el proyecto, no es menor del 12%, lo cual cumple con uno de los objetivos predeterminados del estudio.
- 4 Por todo lo anterior, se recomienda que la Compañía haga la inversión necesaria para la ampliación de su línea de extrusión.

BIBLIOGRAFIA

- Business Trends
The Mexican Economy, 1966.
Publicaciones Ejecutivas de México, S. A.,
México, 1967
- Economía de las Empresas Industriales
W. Bautecontractb y R. Villers
Fondo de Cultura Económica
México, 1953
- Certificación del Equipo
Importación y Técnica
Ing. Rodolfo Estran
- Investigación Directa con los Fabricantes
de Refrigeradores
- Processing and Thermoplastic Materials
Ernest C. Bernhardt
Reinhold Publishing Corp. Nueva York, 1963
- Plastics Materials
J. A. Wadson
D. Van Nostrand Co. Ing. Nueva York, 1966
- Plastics Engineering Handbook, Third Ed.
The Society of Plastics Industry Co.
Reinhold Publishing Corp. Nueva York, 1962
- Fabricación de Piezas de Plástico para
Refrigeradores Comerciales
Tesis Profesional
Ing. Luis Sela Llórente
México, 1967