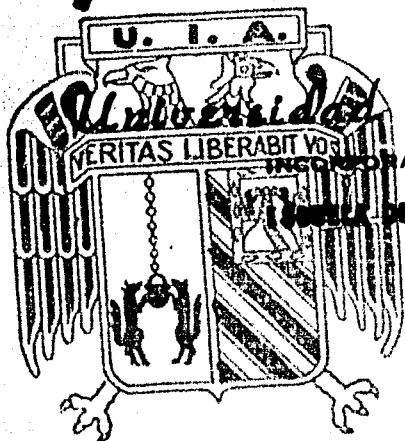


104 BIBLIOTECA  C. QUIMICAS



Iberoamericana

INCORPORADA A LA U. N. A. M.

INSTITUTO DE CIENCIAS QUIMICAS

AUMENTO EN EL EQUIPO DE MOLDEO DE
PLASTICOS POR INYECCION EN UNA
EMPRESA EN LA CIUDAD DE MEXICO

T E S I S

Juan Manuel Díaz Barreiro L.

1963



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.

Universidad Iberoamericana

INCORPORADA A LA U. N. A. M.

ESCUELA DE CIENCIAS QUIMICAS

**AUMENTO EN EL EQUIPO DE MOLDEO DE
PLASTICOS POR INYECCION EN UNA
EMPRESA EN LA CIUDAD DE MEXICO**

**TESIS PARA OPTAR POR
EL TITULO DE INGENIERO
QUIMICO**

Juan Manuel Díaz Barreiro Letcher

1963

Ad maiorem Dei gloriam.

A mis queridos Padres
Manuel Diaz Barreiro R.
Dolores V. de Diaz Barreiro.
Con todo mi agradecimiento.

Con todo mi cariño a mi novia
Srita. Margarita Martínez Ramírez

I N D I C E .

I.- INTRODUCCION	3
II.- MATERIALES Y METODOS	6
MATERIALES	
A Materiales Plásticos	
a) Poliestireno	
b) Polietileno	
c) Cloruro de Polivinilo	
d) Acetato de Celulosa	
B Otros Materiales	
a) Agua	
b) Bactericidas	
c) Pigmentos	
d) Desmoldantes	
e) Aceites Hidráulicos	
METODOS	
a) Moldeo por Inyección	
b) Pigmentación	
c) Granulación	
d) Molienda	
e) Circulación de Agua y Enfriamiento	
III.- CALCULO DEL EQUIPO	26
a) Bombeo y circulación de Agua	
b) Cálculo y Diseño de la Torre de Enfriamiento.	
c) Cálculo de la ampliación del Equipo Eléctrico.	
d) Otros Equipos	
IV.- COSTO DEL EQUIPO	53
V.- RESULTADOS Y DISCUSION	62
VI.- RESUMEN Y CONCLUSIONES	67
VII.- BIBLIOGRAFIA	69

CAPITULO I

INTRODUCCION

INTRODUCCION:

La Gran Industria de los Plásticos ha venido creciendo día a día hasta convertirse en una de las más importantes del País, representando una inversión de \$1,000,000,000.00 y dando trabajo a unos 35,000 obreros, produciendo mercancías por \$2,000,000,000.00, por lo que significa para nuestro País una de las mejores aportaciones para su crecimiento económico.

Dada la importancia de este ramo 420 Compañías establecidas en México trabajan activamente por incrementar el volumen de sus operaciones ya que el Mercado Nacional rápidamente crece y esta avido de nuevos productos.

El presente trabajo se desarrollará con el fin de incrementar el equipo de moldeo por inyección en una Compañía en la Ciudad de México, que como otras, mirando al futuro quieren contribuir a la construcción de un México cada vez mejor.

Actualmente la Compañía en cuestión opera máquinas de inyección y de extrusión desea incrementar su equipo con el objeto de agrandar sus mercados.

En esta Industria se elabora una gran variedad de artículos de plástico para varios tipos de consumo, lográndose inyectar piezas hasta de 450 g., pero se pretende adquirir equipo para poder moldear piezas hasta de 1700 g., así como incrementar el número de máquinas de inyección de menor capacidad para poder surtir mejor la demanda actual y poder aumentar su producción.

En esta Tesis se hará un análisis de la situación actual y capacidad de moldeo de la Compañía, con el dato del equipo que se desea comprar se harán los calculos para hacer los cambios en el equipo auxiliar de las máquinas de inyección, que son las que principalmente nos ocuparan. Al aumentar la capacidad del equipo de inyección los equipos auxiliares quedarán insuficientes para abastecer las necesidades de las inyectoras.

Se harán los cálculos en base al equipo de inyección que la directiva de la Compañía desea adquirir, más el equipo actual, y obtener los datos de la variación que será necesaria efectuar en los equipos auxiliares, tales como Corriente Electrica, Equipo de Enfriamiento de Agua, Molinos, Pigmentación y Granulación.

Se tratará de aprovechar al máximo los equipos actuales, procurando ahorros, y solo en los casos necesarios se diseñaran o adquiriran equipos totalmente nuevos.

CAPITULO II

MATERIALES Y METODOS

MATERIALES Y METODOS:

I.- MATERIALES

A; Materiales Plásticos:

Se usan materiales Termoplásticos única - mente; y de cuatro tipos distintos a saber:

Poliestireno

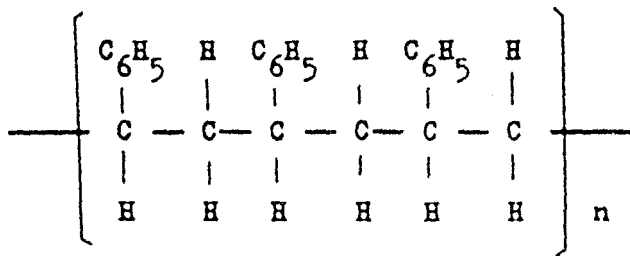
Poli-etileno

Cloruro de Polivinilo

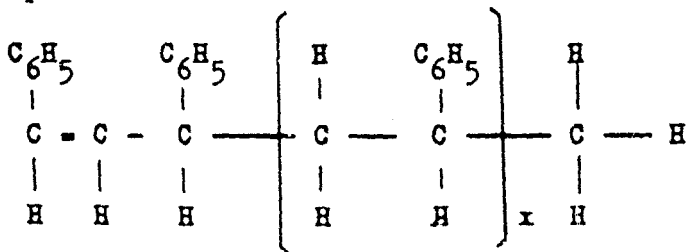
Acetato de Celulosa

a) Poliestireno:

El Polimero de el Etilenbenceno de formula:



u otro tipo



Se obtiene generalmente a partir del Etileno y Benceno que al reaccionar producen Etil -- benceno, en presencia de Al Cl₃ anhidro. El Etil -- benceno, o estireno o vinilbenceno. Finalmente -- por polimerización de este se obtiene el poliesti -- reno, de alguno de los tipos arriba marcados.

En el caso que nos ocupa se usan Poliestirenos bajo, medio y alto Impacto dependiendo de - el tipo de pieza que se desee moldear.

El "Alto Impacto" le es dado al poliestireno por la adición de una mezcla de 77% de Butadieno y 23% de Estireno que se copolimerizan en proporciones que oscilan entre 7 - 20%, efectuandose esto por dos metodos diferentes.

El Primero consiste en disolver el copolimero Butadieno estireno en el monomero de estireno y despues polimerizar el Estireno.

El Segundo se añade al poliestireno Emulsión de Butadieno en Estireno. La resistencia al impacto de los productos comerciales varia de - - 0.5 a 6.0 ft lb
in

Esta prueba se hace con una barra de poliestireno que se desee analizar su impacto de - 1/4" de largo y a 23°C. Esta barra tiene una endidura de 1" y a esahendidura se le aplica un golpe con un pendulo; este golpe puede ser medido, - determinandose así el valor del impacto.

El Poliestireno es un sólido cristalino - que funde con calentamiento (algunos con decrepitación). Destila con vapores blancos, los que fácilmente se inflaman y arden con llama luminosa y humeante. Al calentar la muestra se ablanda y resulta pegajosa al tacto con las manos. Tiene unclor dulzón producido por el estireno, y es soluble en benceno, Cloruro de Metileno, piridina, tetracloruro de Carbono, tetracloroetano, Acetato - de Etilo, hinchandose en Benceno, Eter Etílico y-

Acetona.

Siendo resistente a los Acidos, Alcalis, Alcoholes, aceites vegetales grasas o ceras.

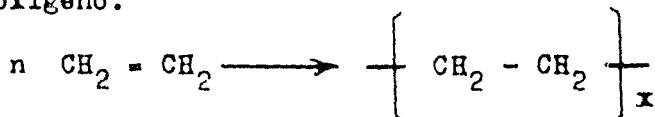
Es un fluido viscoso a 185°C y una resistencia a la tensión de 300 a 600 $\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$

Su peso específico es de 1.04 - 1.065. - Algunos de los nombres comerciales con los que se vende son: Poliestireno, Lustron, Polyflex, - Polystyrol Styron.

El Poliestireno usado para moldeado por inyección tiene un peso molecular que varía entre 120.000 y 180.000.

b) Polietileno:

Se prepara polimerizando el etileno a — temperaturas superiores de 200°C y presiones entre 1000 y 2000 atmósferas, de acuerdo con la reacción general y presencia de pequeñas cantidades de oxígeno.



Los Polietilenos que más son usados en este caso son de alta y media densidad.

El Polietileno, que es un sólido blanquizco, con color y olor a parafina, funde fácilmente, despidiendo vapores muy blancos, a 105 - 115°C - dependiendo del peso molecular.

Es soluble en toluol, xilol Eter de Petróleo calientes (70°C) precipitando al enfriar - disolviéndose también en hidrocarburos halogenados calentando en baño de vapor. Lo atacan el - HCl y HNO₃ concentrados.

Su peso específico varía entre 0.91 y 1.23 su peso molecular normalmente varía entre 10.000 y 40.000, y con una resistencia a la tensión que oscila entre 100-200 $\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$ en los productos comerciales.

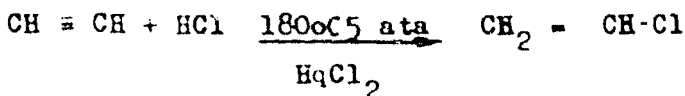
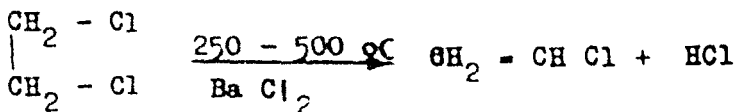
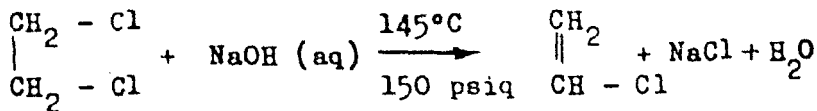
La diferencia entre los polietilenos de — baja y alta densidad o alta y baja presión estriba solo en el proceso de fabricación.

El de baja densidad se polimeriza a 2000 — ata, obteniéndose cadenas ramificadas, muy complejas.

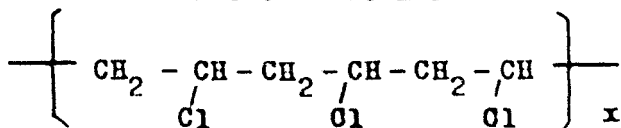
El de Alta densidad se fábrica polimerizando el monómero a presiones muy bajas, casi atmosférica, obteniéndose cadenas de polimero lineales.

c) Cloruro de Polivinilo.

El monómero para la fabricación del Cloruro de Polivinilo puede ser obtenido de acuerdo con alguna de las siguientes reacciones.



El Polimero de formula:



El que usualmente se polimeriza con radicales libres, como peróxidos de arilo, iniciándose la reacción de 30° - 80°C. Como el polímero, es insoluble en el monomero precipita en el momento de empezar a formarse. La reacción se lleva a cabo en un autoclave, en ausencia de oxígeno, pues este inhibe la polimerización.

La adición de plastificantes tales como el Fosfato de Dioctilo o Fosfato de Tricresilo, dan suavidad, flexibilidad, pero disminuyen el módulo de elasticidad y la resistencia a la tensión.

Un Plastificante es una sustancia que incrementa la plasticidad de la masa.

Un Plástico es sólido pues hay suficientes fuerzas de atracción intermolecular para resistir a la fluidización, así un plastificante reduce las fuerzas de atracción intermolecular.

Generalmente se define como una sustancia no volátil, de alto punto de ebullición, que cuando añade a otro cambia ciertas propiedades Físicas y Químicas.

El Plastificante y el material plastificado se unen por fuerzas intermoleculares, resultando complejos que se denominan agregados moleculares.

El Cloruro de Polivinilo o PVC como también se llama se reconoce por su descomposición con el calentamiento en la atmósfera, produciéndose un color pardo oscuro y luego negro, desprendiendo vapores amarillos.

Su olor cuando es puro, es de Acido Clorhídrico pero con plastificante este predomina.

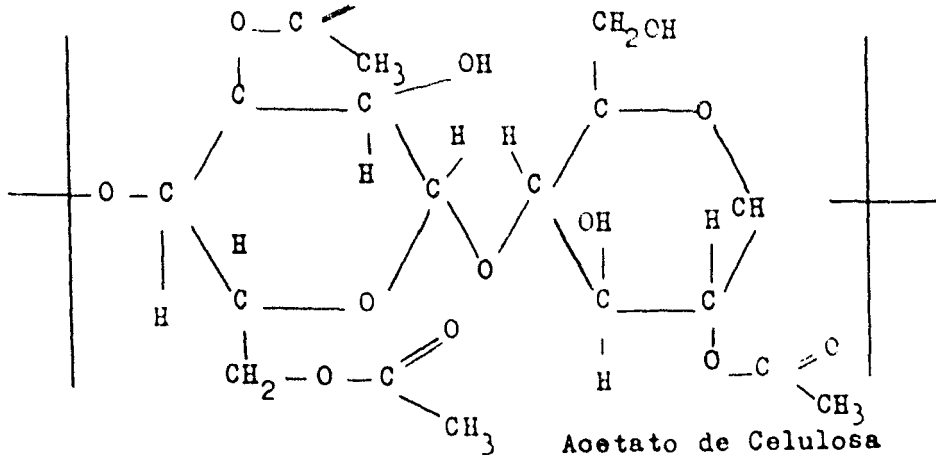
Se hincha en Benzol, Cloruro de Metileno, Acetato de Etilo, siendo soluble en dicloruro de etileno y tetrahidrofurano. Muestras con plastificante, se hinchan en Eter Etilico, acetona, tricloro etileno.

Su peso específico es de 1.24 - 1.65 un polímero poco plastificado puede tener una resistencia a la tensión de $450 \frac{Kg}{cm^2}$, y elongaciones arriba de 500%.

Se suaviza a $70^\circ - 80^\circ C$ y los polímeros de Alto peso molecular no fluyen bien para moldeo por inyección abajo de $150^\circ C$. El Peso molecular al que me refiero es de 250.000.

d) Acetato de Celulosa:

Este plástico es obtenido al tratar celulosa purificada con anhídrido acético en presencia de ácido sulfúrico como catalizador y ácido acético como solvente.



Al terminar la reacción queda el triacetato de celulosa, el cual se desacetila para conver -

tirlo a monacetato de celulosa. La desacetilación se efectúa con HNO_3 dil. y con agitación hasta — que la muestra se solubiliza en acetona. Ya desatilado, se seca el producto a 100°C ; conservándosele una humedad de 1.5%.

Este plástico, al ser calentado funde; despidiendo olor a ácido acético y a papel quemado, — al arder su llama es verde amarillenta. Es soluble en cloruro de metilo y metanol (9:1); acetona, acetato de etilo.

Su peso específico es de 1.23 - 1.43 y — una resistencia a la tensión de 250 - 550 $\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$

El Acetato de celulosa puede y no ser moldeado con un plastificante, aunque las proporciones de éste le darán una calidad mayor al producto; un 15% de Fosfato de Trifenilo es suficiente — para tales propósitos, pero un incremento en este reducirá la dureza y la tensión del material — y una falta de él le hace perder sus propiedades físicas y químicas.

El Producto es resistente a los ácidos — diluidos, gasolina, etanol aceites vegetales y minerales.

B: Otros Materiales:

Los otros materiales los clasificamos — aparte de los Plásticos, y son aquellos que también entran en el proceso o como auxiliares.

a) Agua

El agua que se usa, tiene como único objeto el de enfriar el equipo utilizado para la inyección, que durante el proceso se calienta, así-

mismo como refrigeración de los moldes y enfria -- miento del aceite usado para trabajar la maquina -- ria de inyección.

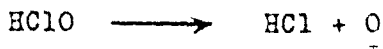
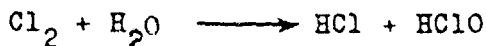
Esta agua no tiene características especia les, sino que es suficiente con que conserve las -- características de una agua para recircular de en -- friamiento. El pH debe conservarse cerca de 6, pues muy ácido, el agua corroería los cambiadores de -- calor de las máquinas de inyección.

Es también necesario mantener esta agua li bre de bacterias, pues al formar colonias, forman -- películas en los cambiadores de calor que vienen -- a hacer ineficiente la transmisión de calor así co -- mo a taponar tuberías y por lo tanto a hacer el -- bombeo de agua a través de las tuberías dificulto -- so.

b) Bactericidas.

Se usan normalmente Cl_2 y $Ca (ClO)_2$

El poder bactericida del Cl_2 es el siguien -- te:



El oxígeno atómico ataca y oxida a las bac -- terias compuestas principalmente de C-H.

En el caso del $Ca Cl_2O$ su poder bacterici -- da reside en las reacciones:



El $Ca (ClO)_2$ por ser inestable se descompo -- ne.

También cuando en el agua hay ácidos como - el HCl suceda.



El Cl_2 obra en la forma mencionada anteriormente, y también el oxígeno.

c) Pigmentos:

Sirven para colorear los materiales moldeables, antes de ser inyectados con el objeto de darles la presentación y tonalidad deseada.

Casi como regla los plásticos son coloreados, poniendo en ellos diferentes formulaciones para dar los tonos deseados. Los pigmentos deben ser resistentes a condiciones extremas de temperatura - y presión a reactivos químicos, luz solar y otros - agentes.

Algunos pigmentos son opacos teniendo un - gran poder cubriente y otros transparentes haciendo colores vidriosos brillantes.

Las composiciones de estos varían y sería - imposible dar una relación completa de las composiciones para cada color.

Basicamente son sales inorgánicas de metales tales como Cd, Se, Cr, Sn, Hg, Ba, Sr, Fe, Ti, - Zn, Co, Al, Mn, Cu, siendo principalmente óxidos y - sulfuros, y en algunos casos Sulfatos, Cloruros, -- Carbonatos, Fosfatos etc.

La siguiente tabla puede dar una idea de las diferentes composiciones para algunos de los colores.

Color		Composición
Amarillo	—————	Cds
Rojo	—————	Hg; Cds
Cafe	—————	Fe; Cr; Zn
Verde	—————	Cr; Co.
Azúl	—————	Cr; Co; Al
Violeta	—————	Co; Si
Negro	—————	Fe; Cu.

Se utilizan agentes dispersantes para que el pigmento quede uniformemente repartido en el plástico.

d) Desmoldantes.

Se encuentran casos de moldes muy difíciles de trabajar y que las piezas producidas se pegan a este.

En estos casos se usan agentes desmoldantes tales como Estereato de Cinc y Silicones.

El Estereato de Cinc al ponerse en el molde en una ligera capa se funde formando una película aceitosa que impide que la pieza moldeada se peque ayudando a que sea liberada con facilidad.

Los silicones, disueltos en cloroformo al ser aplicados en el molde; el cloroformo se evapora quedando la película aceitosa que actúa en la misma forma que el caso anterior.

e) Aceites para el movimiento de la máquina de inyección.

Se utilizan aceites denominados hidráulicos para accionar las máquinas de Inyección.

Este tipo de Aceites deben de tener la ca

racterística de que no produzcan sólidos con el uso pues estos vienen a taponar las pequeñas válvulas de que está dotada la máquina. No es necesario otra característica especial, sino que resistan a temperaturas de 200°C a los que trabajará el aceite.

II METODOS

a) Moldeo por inyección:

Se considera el más elemental procedimiento de moldeo.

El material plástico se deposita en la tolva de la máquina de inyección, éste inicialmente por gravedad cae a una cavidad en donde un dosificador solo deja pasar una cantidad determinada la cual entra a una mufla cilíndrica, rodeada en el exterior de resistencias eléctricas, las cuales calientan el material hasta convertirlo a un estado más o menos fluido, al mismo tiempo un pistón accionado por presión hidráulica empuja al material a través del interior de la mufla y lo pasa al molde que se encuentra cerrado. La presión necesaria es de 500 a 2100 $\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$ dependiendo de las características del molde, la pieza por producir y la máquina de inyección de que se trate.

La Temperatura en la mufla es controlada por pirómetros, se usan temperaturas entre 200 y 280°C

Estas temperaturas dependen por supuesto del tipo de material plástico que se inyecte y la

cantidad de plastificante que lo acompaña así como el tamaño de la pieza y las cavidades del molde.

El Material es un estado fluido entra al molde y ocupa las cavidades de este hasta que son llenadas.

Continuamente circula en el interior del molde agua fría, la cual conserva la temperatura de este relativamente baja, con el objeto de que el material fluidizado se solidifique y pueda ser extraído del molde; esto en términos generales - pues la temperatura del molde dependerá del tipo de pieza que se desee inyectar, habiendo casos en que se necesitan moldes muy fríos, y otros en que se necesitan muy calientes encontrándose casos de que se requiera una temperatura del molde de 120°C Estos son los casos en los que se desea evitar - que la pieza se contraiga después de sacarla del molde.

Los movimientos de Inyección del material con el pistón , así como la apertura y cierre de la máquina son efectuados por presión hidráulica la cual se obtiene en la misma máquina donde un motor acciona una bomba que hace circular el aceite a través de las tuberías que se conectan con los mecanismos anteriormente mencionados.

La mayoría de las máquinas de inyección operan automáticamente, desde la dosificación hasta la inyección final y la expulsión de la pieza - siendo necesarios controles automáticos para regular la alimentación, temperatura presión y el ciclo del molde.

Diagrama de Máquina de Inyección.

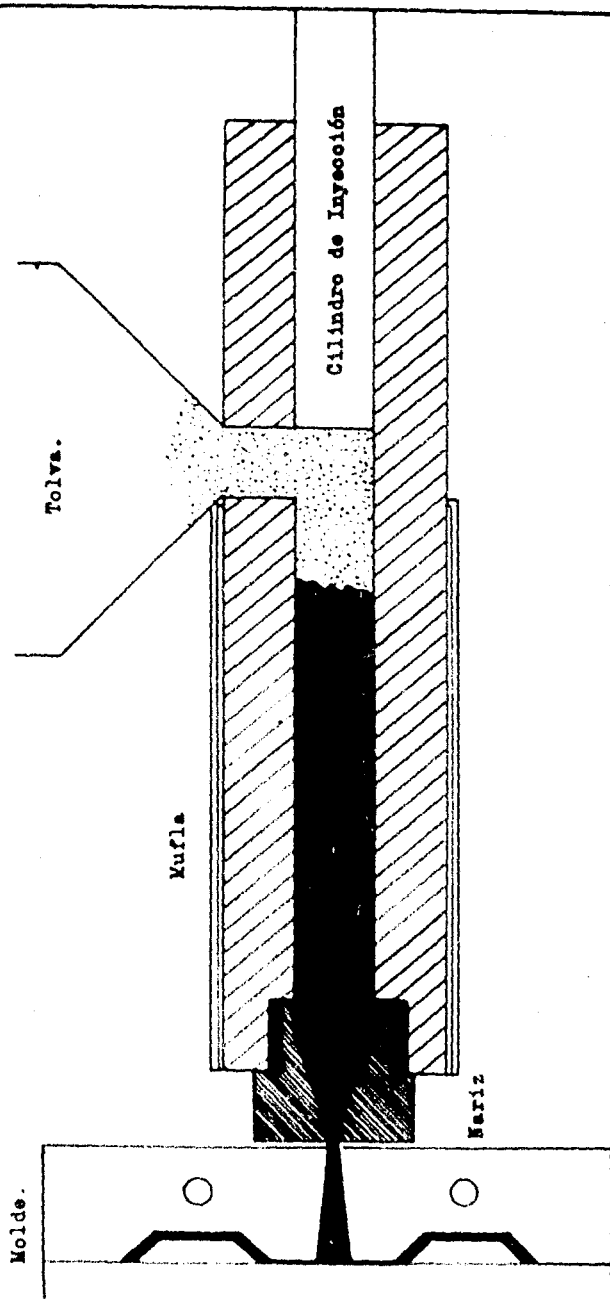
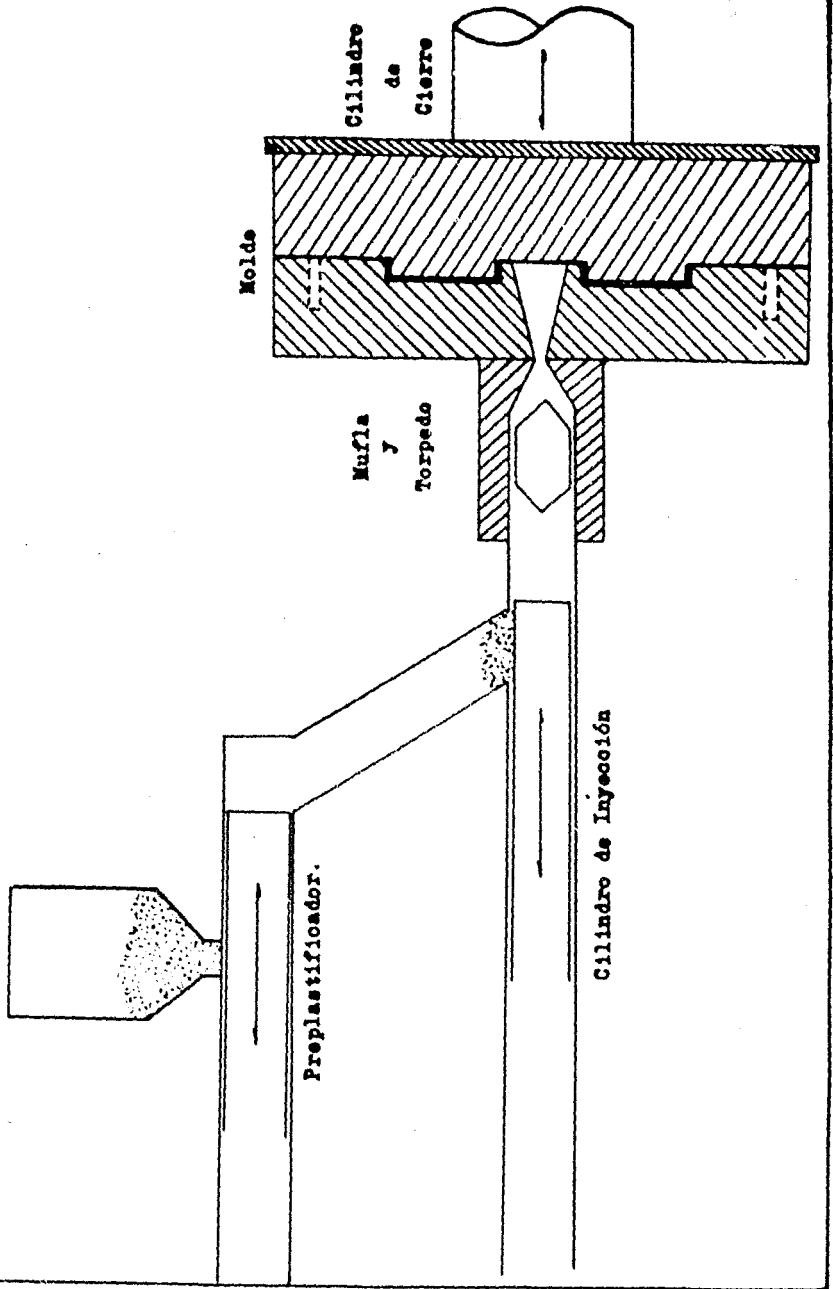


Diagrama de Máquina de Inyección.



Entendiendo por ciclo del molde, el tiempo requerido para completar la operación de una pieza inyectada; es decir el tiempo necesario para que se efectue un ciclo completo desde que se calienta el material, se inyecta, se enfría en el molde y se extrae al abrirse el molde. Son variados los ciclos que se presentan, desde 10 segundos en máquinas chicas hasta 3 o 4 minutos en máquinas muy grandes.

Se pueden inyectar diversos plásticos tales como, acrílicos, celulósicos, nylon, polietileno, poliestireno, resinas vinílicas y otros más.

b) Pigmentación:

Es el proceso en el cual se le añade al material plástico el pigmento necesario para dar el color deseado a la pieza que se obtendrá.

El procedimiento es muy simple, pues solo se requiere añadir el pigmento o la formulación deseada al plástico y mezclarlo.

Para revolverlo se coloca en mezcladoras rotativas que usualmente cargan 200 Kg. de material y que giran por unos 30 minutos hasta que el pigmento se ha dispersado suficientemente.

Se encuentran casos de materiales difíciles de pigmentar en los cuales el pigmento no se dispersa lo debido, en estos casos se usan dispersantes como los mismos plastificantes que ayudan a la difusión del pigmento.

c) Granulación:

Este procedimiento se emplea en los siguientes casos:

- 1o.- Pigmentación difícil
- 2o.- Aprovechamiento de materiales mancha dos.
- 3o.- Aprovechamiento de polvos finos de - Material molido.
- 4o.- Mejoramiento en el Impacto de un Ma- terial.

En los cuatro casos el procedimiento es - igual y para el cual es necesario una máquina de - extrusión.

Una máquina de extrusión es en cierto mo- do similar a una de inyección difiere en que en - lugar de un pistón existe un tornillo sinfin que - es el que conduce al material a través del cilin- dro hueco el cual también esta calentado en el ex terior por resistencias eléctricas. En lugar de - molde se colocan al final de la nariz los llama - dos dados, los cuales darán al material la forma - de filamentos, varillas o tubos que se deseen ob - tener. Para la granulación se requiere obtener - varillas de 3 mm de diámetro.

Estas varillas se enfrían con agua, y pa - sa a un molino que las convierte en granitos de - uniformes medidas.

El Primer caso es que cuando se tienen di ferentes lotes de material molido de igual color - pero de distintas tonalidades y se desea conver - tirlo en un solo tono; se mezclan proporciones - determinadas de estos lotes y se les añade un pig - mento del mismo color o bien no se les añade. - El material así obtenido se pasa a través de la - máquina de extrusión y se obtiene un solo tono.

Es el mismo caso de una pigmentación de un material que presenta dificultades de dispersión.- Se procede en la forma mencionada anteriormente.

El Segundo caso cuando se tiene un mate -- rial plástico en el que hay revueltos diferentes -- colores.

Este material casi siempre se deberá con -- vertir en negro pues es el pigmento negro el único que puede homogeneizar y cubrir el color de una -- mezcla de material plástico manchado.

Se procede en la forma mencionada con an -- terioridad, solo que se pone el pigmento negro.

El siguiente caso es cuando el material -- de las varillas de inyección o venas de inyección -- es molido, se presentan situaciones en que el pro -- ducto de esta operación es un polvo de material -- plástico muy fino el cual es muy difícil de traba -- jar en las tolvas de las máquinas de inyección, ya que por su estado se hace compacto y no resbala -- bien hacia las muflas.

Este material se pasa por la máquina de -- extrusión sin pigmento o con el si se desea cam -- biar de color, obteniéndose granos homogéneos del -- material.

El último caso se refiere solo al Polies -- tireno y es cuando se desea elevar el impacto de -- un material, puesto que puede haber un material -- con bajo contenido de Alto Impacto y que se necesi -- te usar, pero con una mayor resistencia al impacto.

Quando se presenta esta situación se mez -- cla el poliestireno de que se trate con poliestiren

no de alto contenido de Impacto en la proporción— que se desee y el producto se pasa por la máquina— de extrusión obteniéndose poliestireno de mayor re sistencia al Impacto.

El proceso de granulación se aplica a la - mayoría de los materiales plásticos, debiéndose te ner cuidado de evitar la contaminación de un mate- rial con otro, puesto que en esa condición no se - pueden trabajar y tampoco se pueden separar, con - virtiéndose en basura.

d) Molienda:

Se efectúa con el fin de recuperar los - desperdicios de la operación de inyección.

Estos desperdicios pueden ser piezas mal- moldeadas en general y las venas de inyección, — los cuales se muelen en molinos cuchillas, convir tiéndose en gránulos que pueden volverse alimen - tar a las inyectoras.

El proceso no tiene dificultad alguna y - la precaución que hay que tomar es la de limpiar- el molino puesto que los restos de la molienda - quedan adheridos a las paredes del molino pueden- contaminar o manchar al siguiente material por mo ler. La limpieza se efectúa sopleteando con aire a presión.

e) Circulación y enfriamiento de Agua

Con el objeto de enfriar el aceite de las máquinas de inyección así como de controlar la tem peratura de los moldes y otros enfriamientos den- tro de la máquina de inyección es necesario tener un sistema de bombas de agua que la proporcione-

fría.

Para poder conseguir tales fines es necesario contar con un circuito cerrado de agua y una torre de enfriamiento para sí poder circular constantemente el agua sin necesidad de utilizar nueva, y conseguir un ahorro.

Para tales fines se cuenta con un equipo que consta de la red aérea de tubería para distribuir el agua fría y un tubo subterráneo para regresarla. Así mismo hay dos cisternas una para depósito de agua caliente y otra para depósito de agua fría, entre las dos se tiene una torre de enfriamiento de tiro forzado con ventilador. Ver esquema del Equipo, Capítulo III figura 1

C A P I T U L O I I I

C A L C U L O D E L E Q U I P O

CALCULO DE LA AMPLIACION DEL EQUIPO

En este capítulo se calcularán todas las modificaciones, ampliaciones y aumentos que se le harán a los equipos auxiliares.

Tomaremos como base a cuanto aumentará - la capacidad de moldeo; haciendo los calculos - iniciales en base a 28.35 g .- 1 onza.

Equipo Actual

Cantidad	Equipo	Capacidad (onzas)	Total (onzas)
1	Máquina de Inyección	16	16
1	Máquina de Inyección	12	12
2	Máquina de Inyección	8	16
2	Máquina de Inyección	4	8
1	Máquina de inyección	2	2
3	Máquina de Inyección	1	3

57

57 onzas = 1.616 Kg.

Capacidad Futura.

Se desea adquirir el siguiente Equipo

Cantidad	Equipo	Capacidad (onzas)	Total (onzas)
1	Máquina de Inyección	60	60
2	Máquina de Inyección	16	32
3	Máquina de Inyección	12	36
3	Máquina de Inyección	8	24
2	Máquina de Inyección	4	8

160

160 onzas = 4.536 Kg.

Capacidad Actual	=	1.616 Kg.
Capacidad p/adq.	=	<u>4.536 Kg.</u>
Capacidad Futura	=	6.152 Kg.

Se han tomado onzas pues es medida convencional en el caso de máquinas de inyección.- Pero siempre se trabajará en esta tesis con medidas M.K.S.

Al hablar de capacidades en este caso - se entiende el máximo peso de material que cada máquina puede inyectar, y sin tomar en consideración el tiempo.

El % de incremento será.

$$\frac{4.536}{1.616} \times 100 = 281\%$$

A: CALCULOS DE LA AMPLIACION EN EL EQUIPO DE -- BOMBEO Y RED DE DISTRIBUCION.

Se necesita determinar experimentalmente cual es el gasto a 22°C que se necesita para alimentar a una máquina de inyección, encontrándose los siguientes problemas:

- 1o.- Se desconoce el dato de gasto actual.
- 2o.- El gasto de agua varía según el tamaño del molde y material que se trate.

Se resolvió en las siguientes formas:

- 1o.- Midiendo el gasto de agua total - en la red de tubería tomando el peso de agua que descargó la tubería en un minuto, pesandola.

Peso del Agua: 202.700 Kg.

Densidad: 1.000

Tiempo: 60 Seg.

$$Q = \frac{502.700 \text{ Kg}}{\text{Min.}} \times \frac{\text{Min}}{60 \text{ Seg.}}$$

$$Q = 8.4 \frac{\text{lt}}{\text{Sec.}}$$

Para 1.616 Kg de capacidad = 57 onzas.

$$Q = 0.147 \frac{\text{lt}}{\text{Sec.}} \text{ por onza de capacidad.}$$

2o.- Se obtuvieron promedios del gasto - por máquina haciéndose diversas lecturas en varias máquinas trabajando con moldes grandes, medianos y chicos obteniéndose los siguientes datos.

VER TABLA PAGINA SIGUIENTE.

de donde

$$Q = 357.1 \frac{\text{lt}}{\text{min.}} \text{ por } 43 \text{ onzas de capacidad.}$$

$$Q = 357.1 \frac{\text{lt}}{\text{min.}} \times \frac{\text{min}}{60 \text{ Seg}} \times \frac{1}{43}$$

$$Q = 0.139 \frac{\text{lt}}{\text{min.}} \text{ por onza.}$$

obtenemos por los dos metodos resultados practicamente iguales.

$$Q(1) = 0.147 \frac{\text{lt}}{\text{Seg.}}$$

$$Q(2) = 0.139 \frac{\text{lt}}{\text{Seg.}}$$

TABLA DE GASTO DE AGUA EN DIFERENTES
MAQUINAS Y MOLDES.

Maquina	Molde Grande			Molde Mediano.			Molde Chico			TOTAL	PROMEDIO
	← (molde)	← (maquina)	← Total	← (molde)	← (maquina)	← Total	←(molde)	← (maquina)	← Total		
16	25	59	84	22	54	76	-	-	-	160	80
12	20	54	74	19	53	72	-	-	-	146	73
8	18	53	71	18	50	68	-	-	-	139	69.5
4	16	40	56	15	37	52	15	36	51	159	53
2	16	30	46	15	30	45	15	29	44	135	45
1	12	26	38	10	26	36	10	26	36	110	36.6
43											357.1

Q: lt/min.

DIAGRAMA ACTUAL (general)

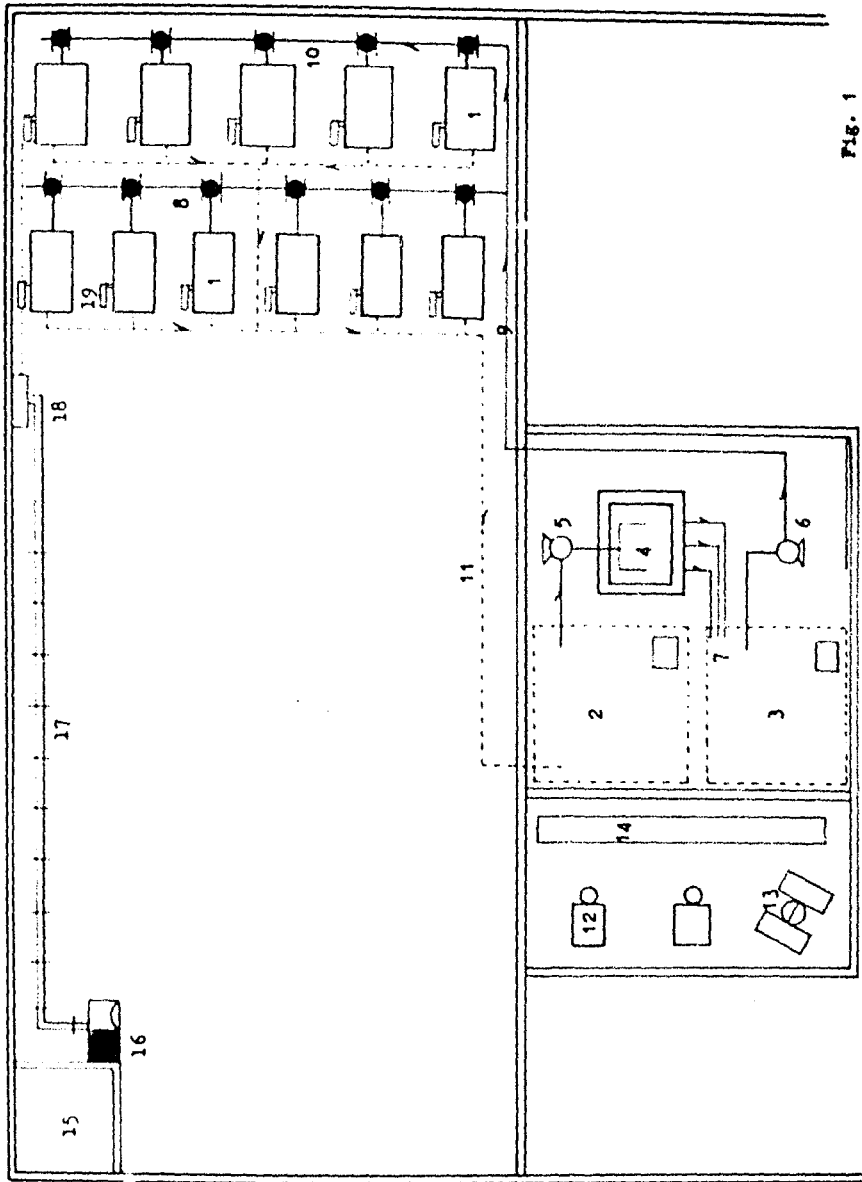


Fig. 1

FIGURA 1 DIAGRAMA ACTUAL (GENERAL)

- 1.- Máquinas de Inyección
- 2.- Cisterna Agua Caliente
- 3.- Cisterna Agua Fria
- 4.- Torre de Enfriamiento
- 5.- Bomba para agua de la torre
- 6.- Bomba para circulación de agua
- 7.- Descarga de la torre
- 8.- Válvula, codo y registro de alimentación de agua.
- 9.- Red general de alimentación de agua
- 10.- División de la red general de alimenta -
ción de agua.
- 11.- Red general de recolección de agua
- 12.- Molinos
- 13.- Fijmentadora
- 14.- Granuladora
- 15.- Subestación
- 16.- Tablero general y medidores
- 17.- Euctos aereos para cables de corriente
- 18.- Interruptor general para las máquinas de
inyección.
- 19.- Tablero, Pirómetros e interruptores individua
les para las máquinas de inyección.

DIAGRAMA FUTURO (bombeo y circulación de agua)

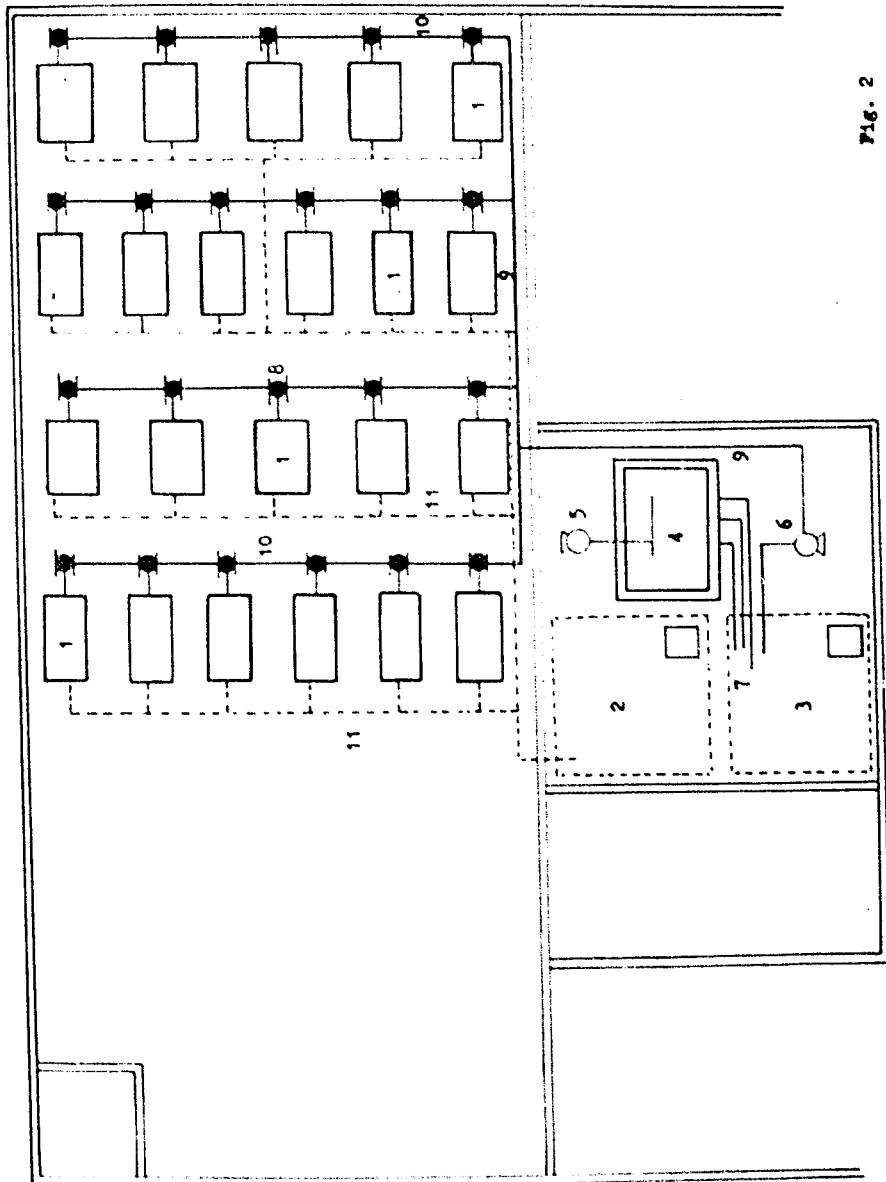


Fig. 2

FIGURA 2

DIAGRAMA FUTURO

(BOMBEO Y CIRCULACION DE AGUA)

- 1.- Máquinas de Inyección
- 2.- Cisterna Agua Caliente
- 3.- Cisterna Agua Fria
- 4.- Torre de Enfriamiento
- 5.- Bomba para Agua de la Torre
- 6.- Bomba para circulación de Agua
- 7.- Descarga de la Bomba
- 8.- Valvula Codo y Registro de alimentación de agua.
- 9.- Red General de alimentación de agua
- 10.- Divisiones de la red general de alimentación de agua.
- 11.- Red general de recolección de agua.

Para futuros calculos usaremos el valor más alto para dejarlo como margen, así también por ser la medición que menos puede estar afectada de error y que puede representar el valor de una demanda máxima.

Así.

$$Q = 0.147 \frac{\text{lt}}{\text{Seg.}}$$

por onza de capacidad.

Anteriormente habiamos obtenido los valores de capacidad futura; por lo que vamos a calcular el gasto actual y el futuro de agua.

$$Q_A = 0.147 \text{ lt} \times 57$$

$$Q_A = 8.4 \frac{\text{lt}}{\text{Seg.}}$$

Gasto Futuro.

$$Q_F = 0.147 \times 217$$

$$Q_F = 31.9 \frac{\text{lt}}{\text{Seg.}}$$

Con un aumento en el consumo de $23.5 \frac{\text{lt}}{\text{Seg.}}$

A: CALCULO DEL EQUIPO DE BOMBEO.

Se cuenta con líneas instaladas de 3" ced.-40; y que para aprovechar este equipo, se haran los calculos en base a este tubo.

Tubo 3" Ced. 40

$$d.i. = 0.0767 \text{ m.}$$

$$\text{area} = 0.004712 \text{ m}^2$$

Tomamos

$$H_1 + \frac{V_1^2}{2g} + W + F = 0$$

$$- W = H_1 + H_2 + \frac{V^2}{2g}$$

$$Q = 31.9 \frac{\text{lt}}{\text{Seg}} = 0.0319 \frac{\text{m}^3}{\text{Seg}}$$

$$Q = \bar{V} \cdot A$$

$$\bar{V} = \frac{Q}{A} = \frac{0.0319}{0.004712}$$

$$\bar{V} = 6.8 \frac{\text{m}}{\text{Seg}}$$

$$N_{Re} = \frac{D V \rho}{\mu}$$

$$\rho_{H_{20} \ 20^\circ\text{C}} = 1050 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

$$\mu_{H_{20} \ 20^\circ\text{C}} = 1.05 \text{ cp.}$$

$$\mu_{H_{20} \ 20^\circ\text{C}} = 0.00105 \frac{\text{Kg}}{\text{m} \cdot \text{Seg.}}$$

De donde

$$N_{Re} = \frac{0.0767 \times 6.8 \times 1050}{0.00105}$$

$$N_{Re} = 5.1 \times 10^5$$

$$f = 0.00145$$

$$H_f = \frac{2f L \bar{V}^2}{Dg}$$

$$H_f = \frac{2 (0.00145) \times 111.2 \times (6.8)}{0.0767 \times 9.81}$$

$$H_f = \frac{0.00290 \times 111.2 \times 46.24}{0.0767 \times 9.81}$$

$$H_f = 20 \text{ m}$$

$$- W = z + H_f$$

$$- W = 6\text{m} + 20 \text{ m} = 26 \text{ m}$$

Tomamos Eficiencia de la Bomba 60%

$$- W = \frac{26}{60} = 43.5 \text{ m.}$$



$$\frac{\text{Kg m.}}{\text{m.}} = \text{m.} \quad \text{Numericamente iguales}$$

Flujo de Masa:

$$w = q \rho$$

$$w = 0.0319 \frac{\text{m}^3}{\text{Seg}} \times 1050 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

$$w = 33.4 \frac{\text{Kg}}{\text{Seg.}}$$

$$P = w \times W$$

$$P = 43.5 \times 33.4$$

$$P = 1460 \frac{\text{Kg m}}{\text{Seg.}}$$

$$P = 1460 \frac{\text{Kg m}}{\text{Seg.}} = \times \frac{\text{ft lb}}{\text{Seg.}}$$

Existiran en el Sistema Radios Eq. D. Eq.

6 Codos 90° Radio St	32	192
24 T (tenamos valor 0)	0	0
3 Valv. Comp. abierta	7	21
		213

$$213 \times 0.076 = 16.2 \text{ m}$$

La red total de tuberia tendrá 95 m

$$L = 95 + 16.2 = 111.2 \text{ m.}$$

$$X = 1460 \frac{\text{Kg}}{\text{lb}} \times \frac{\text{m}}{\text{ft}}$$

$$X = 1460 \times \frac{2.2 \text{ lb}}{\text{lb}} \times \frac{\text{m}}{.304 \text{ m.}} = 10565 \frac{\text{ft lb}}{\text{Seg}}$$

$$P = \frac{10565}{550} \frac{\text{ft lb}}{\text{Seg}}$$

$$P = 19.1 \text{ HP}$$

RESUMEN DE DATOS.

Gasto	31.9 lt/Seg
Longitud Total	95 m
Longitud Equiv.	16.2 m
Diametro Tubo	3" oed 40
Potencia Bombeo	20 HP

B: CALCULO Y DISEÑO PARA LA TORRE DE ENFRIAMIENTO

Puesto que al calcular el nuevo gasto de agua que se va a tener se encontró que es mayor al actual, y ya se ha calculado el nuevo equipo de bombeo que se requiere para el gasto futuro procederemos a calcular la torre de enfriamiento puesto que la actual sería insuficiente para enfriar los futuros requerimientos de agua fría.

Para el cálculo de la torre se tomaron las temperaturas de bulbo húmedo y del seco en veinte ocasiones diferentes a distintas horas del día durante 5 días en los que hubiera un tiempo diferente uno a otro.

Los resultados promedio obtenidos fueron los siguientes:

	ENTRADA	SALIDA
AIRE		
B. H-	16°c	25°c
B. S-	20°c	25°c
AGUA	29°c	22°c

Y se cuenta también con el gasto futuro de $Q=31.9$ lt/Seg.

Las mediciones anteriores se hicieron en la torre actual lugar donde se planea tener la nueva torre.

Puesto que el presente trabajo tiene por objeto ampliar el equipo auxiliar para máquinas de inyección de plásticos y no el de un estudio profundo sobre torre de enfriamiento, se buscó en diferentes libros la forma de solucionar el problema en forma más simplificada. En el libro "The Industrial Cooling

ling Tower" de Mc Kelvy and Brook, Edit Elsevier - 1959 en el Capítulo VIII página 174 a 180 se encontró que la compañía Merby constructora de torres de enfriamiento ha publicado una serie de curvas para checar la eficiencia de las torres de enfriamiento y que así mismo pueden ser usadas para el diseño de las mismas.

Para desarrollar el método recomendado por la compañía Meley, y el cual esta basado en la experiencia de muchas torres de enfriamiento es necesario presentar los datos del problema en unidades Inglesas a saber: gasto: gal/min. Temp: °F. Por ser las unidades Inglesas un sistema conciso de unidades, las adoptamos solo para el desarrollo del problema; haciendo al final de cada resultado las transformaciones al sistema métrico decimal. Por lo que procederemos a hacer las transformaciones.

$$Q = \frac{31.9 \text{ lt}}{\text{Seg.}} = \frac{31.9 \text{ lt}}{\text{Seg.}} \times \frac{60 \text{ Seg.}}{\text{min.}} \times \frac{1 \text{ gal}}{3.78 \text{ lt}}$$

$$Q = \frac{507 \text{ gal}}{\text{min.}}$$

	ENTRADA	SALIDA
AIRE		
B.H.	61°F	77°F
B.S.	68°F	77°F
AGUA	84°F	72°F

Se determina el "rango de Temperatura" que es igual a la diferencia entre la temperatura del agua de salida.

Rango = 84 - 72 = 12°F

Y la "aproximación de Temperatura" que es igual a la temperatura del agua de salida menos la temperatura del bulbo humedo.

T. Aproximación = 72 - 61 = 11°F

En una de las tablas recomendadas en el mencionado libro páginas 171-173 se determina el "factor de apreciación" que se puede llamar area efectiva ($\text{ft}^2/\text{gal} \times \text{min.}$) de agua circulando.

Se determino el "Factor de Apreciación"

F.A. = 1.55

Este factor multiplicado por el gasto da el "area efectiva" de la torre.

AREA EFECTIVA = 1.55 X 507 gal/min

AREA EFECTIVA = 785 ft^2

Teniendo esta "area efectiva" una relación con el volumen de la torre de:

Area efectiva = $\frac{1}{4}$ de Vol. de la torre

Así el volumen de la torre será.

VOLUMEN DE LA TORRE = 4 X 785 = 3140 ft^3

Como se trata de una torre de flujo cruzado se recomienda que solo el 70% sea usado para el contacto entre el agua y el aire.

Volumen Corregido = $\frac{3140}{0.7}$ = 4500 ft^3

El mismo autor cita a Pfeiffer Chem. Eng., - 56 No. 4 (1949) 98, el que ha publicado una serie de tablas relacionando $\text{ft}^2/1000$ g.p.m. con el rango

de temperatura, la aproximación y la temperatura - del bulbo humedo.

Para los datos con que contamos se obtuvo - un valor de; $380 \text{ ft}^2/1000 \text{ g.p.m.}$ como nuestro valor es menor de 1000 g.p.m. se hara la corrección. Las curvas de las gráficas son casi rectas por lo que - practicamente podemos tomar el nuevo valor en pro - porción lineal.

$$\frac{507 \times 380}{1000} = 194 \text{ ft}^2$$

El valor del volumen corregido entre el va - lor obtenido anteriormente nos da la altura de la - torre.

$$\text{ALTURA DE LA TORRE} = \frac{4500 \text{ ft}^3}{194 \text{ ft}^2} = 23 \text{ ft}$$

Alto de la Torre 23 ft

Como el área de la torre es de 194 ft^2 pode - mos tomar sus medidas de 14 ft largo y 14 ft de an - cho.

$$14 \text{ ft} \times 14 \text{ ft} = 196 \text{ ft}^2$$

Dimensiones de la torre.

Largo = 14 ft

Ancho = 14 ft

Es recomendable poner los salpicaderos cada 0.328 ft 10 cm. por lo que tendriamos que poner.

$$\frac{23}{0.328} = 70 \text{ salpicaderos.}$$

Como el area efectiva es de 785 ft^2 cada - salpicadero deberá tener asimismo una área efectiva

de:

$$\frac{785 \text{ ft}^2}{70} = 11.2 \text{ ft}^2$$

Ahora queda por determinar la cantidad de -
aire requerido para efectuar el enfriamiento desea-
do. Lo anterior podemos efectuarlo haciendo un ba-
lance de energia en donde el calor perdido por el -
agua es igual al calor gando por el aire. Tomando -
el flujo de aire en libras de aire seco por unidad-
de tiempo, el calor gando será este valor multipli-
cado por la diferencia de entalpias del aire entre-
la salida y la entrada (Temp. Bulbo Humedo)

Por lo que podemos obtener la relación agua
aire:

$$\frac{L}{G} = (i_{G_2} - i_{G_1}) \div (T_{w_1} - T_{w_2})$$

$$\frac{L}{G} = (40.57 - 27.15) \div (77 - 61)$$

$$\frac{L}{G} = \frac{13.42}{16}$$

$$\frac{L}{G} = 0.839$$

Por lo que por 100 lb de aire seco circula-
ron 83.9 lb de agua.

$$\text{Como } Q = 507 \frac{\text{gal}}{\text{min}} \times 8.33 \frac{\text{lb}}{\text{gal}} = 4250 \frac{\text{lb}}{\text{min}}$$

- El aire seco necesario:

$$\text{Aire} = \frac{4250}{0.839} = 5100 \frac{\text{lb}}{\text{min}}$$

$$\text{AIRE} = 5100 \frac{\text{lb}}{\text{min}}$$

La humedad del aire es a la temperatura del bulbo humedo de salida H = 0.02 lb/lb.

El agua evaporada en el enfriamiento será.

$$\text{Agua Evaporada} = 5100 \times 0.02 = 102 \frac{\text{lb}}{\text{min.}}$$

Como una libra de aire ocupa 379 ft³ a 60°F a 77°F usando temperaturas absolutas tendremos que ocupar un volumen:

Para el aire:

$$379 \times \frac{460 + 77}{460 + 60} \times \frac{1}{29} =$$

$$379 \times \frac{537}{520} \times \frac{1}{29} = 13.40 \frac{\text{ft}^3}{\text{lb aire seco}}$$

Y para el agua:

$$379 \times \frac{460 + 77}{460 + 60} \times \frac{1}{18}$$

$$379 \times \frac{537}{520} \times \frac{1}{18} = 21.9 \frac{\text{ft}^3}{\text{lb vapor de agua}}$$

Por una libra de aire seco el volumen es: 13.40

Por 0.02 libras de vapor de Agua:

$$21.9 \text{ ft}^3 \times \frac{0.02 \text{ lb}}{\text{lb}} = 0.64$$

Por 1.02 libras de mezcla el volumen es:

$$13.40 + 0.64 = 14.04 \text{ ft}^3$$

La densidad sera:

$$= \frac{1.02}{14.04} = 0.0721 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3}$$

Aire requerido

$$\frac{5100}{0.0721} = 7100 \frac{\text{ft}^3}{\text{min.}}$$

El flujo de Aire fuera de la torre será:

$$\text{Aire Salida} = 5100 + 102 = 5202 \frac{\text{lb}}{\text{min}}$$

ó bien

$$\text{Aire Salida} = \frac{5100 + 102}{0.0721}$$

$$\text{Aire Salida} = \frac{5202}{0.721} = 7200 \frac{\text{ft}^3}{\text{min.}}$$

Una regla práctica para torres con ventilador indica que por cada 8000 $\frac{\text{ft}^3}{\text{min}}$ de aire a la salida es necesario 1 HP de potencia en el ventilador. - Por lo que tomamos practicamente.

$$\text{Potencia Ventilador} = 1 \text{ HP}$$

De Flon publicó una serie de curvas para determinar la potencia requerida para operar las torres de enfriamiento de tiro inducido. Estos datos incluyen la potencia de la bomba para bombear el agua desde la parte inferior de la torre a la parte superior y la potencia del motor del ventilador. Se asume un 80% de eficiencia en el bombeo, en dichas tablas.

$$\text{Potencia de operación} = 507 \times 0.0205 \times 1.25$$

$$\text{Potencia de operación} = 10.00 \text{ HP}$$

En donde el valor 0.0205 es de HP por gal/min de agua circulando, y 1.25 un factor de corrección a la temperatura del bulbo húmedo.

$$\begin{aligned} \text{Potencia de Bombeo} &= \text{P. Operación} - \text{Potencia Ventilador.} \\ \text{Potencia de Bombeo} &= 9 \text{ HP} \end{aligned}$$

Resumen de valores obtenidos para la torre

Temperatura aire		
B. H	61°F - 77°F	16°C - 25°C
B. S	68°F - 77°F	20°C - 25°C
Temperatura del agua	84°F - 72°F	29°C - 22°C
Gasto	507 $\frac{\text{Gal}}{\text{min}}$	31.9 $\frac{\text{lt}}{\text{Sec.}}$
Area efectiva	785 ft ²	72 m ³
Vol. Corregido	4500 ft ³	126 m ³
Altura	23 ft	6.9 m.
Largo	14 ft	4.25 m.
Ancho	14 ft	4.25 m.
Salpicaderos	70 piezas	70 piezas
Area Salpicaderos	11.2 ft ²	1.012 m ²
Aire requerido	5100 lb/min 7100 ft ³ /min	38.5 Kg/Sec 3.34 m ³ /Sec
Aire a la salida	5202 lb/min 7200 ft ³ /min	39.2 Kg/Sec 3.36 m ³ /Sec
Agua Evaporada	102 lb/min	0.78 lt/Sec
Velocidad del Aire (°)	2½ - 3 mph	4022-4827 $\frac{\text{m}}{\text{hr}}$
Potencia del Ventilador	1 HP	1 HP
Potencia de Bombeo	9 HP	9 HP

(°) Valor dado por la Fluor Products.

C: CALCULO DE LA AMPLIACION DEL EQUIPO ELECTRICO

Puesto que con la instalación del nuevo equipo de inyección la demanda de corriente eléctrica va a aumentar; es necesario calcular si la capacidad de los transformadores es suficiente para surtir las nuevas necesidades referentes a corriente eléctrica - así como el calculo de las nuevas líneas de distribución.

Se cuenta con los siguientes datos:

Capacidad de los transformadores (2) 225 KVA

Motores actualmente instalados 83

Carga actual de estos 83 motores 439 HP=327 KW

Demanda máxima medida en el medidor de la Compañía de luz = 90 KW

Demanda para calentamiento en las muflas 0.5 - KW/onza.

Las especificaciones de las futuras máquinas - de inyección indican las siguientes potencias - del motor para cada una.

Capacidad	Cantidad	Potencia Un.	Potencia Tot.
60	1	30 HP	30 HP
16	2	30 HP	60 HP
12	3	30 HP	90 HP
8	3	20 HP	60 HP
4	2	10 HP	20 HP

TOTAL 260 HP

En este capítulo calculamos las siguientes - bombas de equipos auxiliares.

Bomba circulación de agua	-----	20 HP
Bomba para la Torre	-----	10 HP
Ventilador de la Torre	-----	1 HP
		<hr/>
		31 HP

La potencia total futura por motores será:

Máquinas de Inyección	-----	260 HP
Equipos Auxiliares	-----	31 HP
		<hr/>
		291 HP

Tomamos 300 HP para fines de seguridad, en los 14 motores que se van a instalar.

Obtenemos un factor de demanda actual.

$$90 \text{ KW} \frac{\circ}{\circ} 327 \text{ KW} = 27\%$$

Este factor es para 83 motores actualmente instalados como se instalaran 14 motores más, obtenemos el factor de demanda para esta carga en relación con el número de motores instalados, ya que este factor varia inversamente al número de motores y directamente a la carga instalada, de tal manera que tenemos que el nuevo factor de demanda será.

$$\frac{14 \text{ Motores} \times 27\%}{83 \text{ motores}} = 45\%$$

Que será el factor calculado probable para la nueva carga, así pues tenemos que la demanda máxima para esta será.

$$300 \text{ HP} = 224 \text{ KW}$$

Como las resistencias consumen 0.5 KW/onza y tendremos un incremento de 160 onzas.

$$\begin{aligned} 160 \text{ onzas} \times 0.5 \text{ KW/onza} &= 80 \text{ KW} \\ 224 \text{ KW} + 80 \text{ KW} &= 304 \text{ KW} \\ 304 \text{ KW} \times 45\% &= 137 \text{ KW} \end{aligned}$$

Con un factor de potencia de 86% nos da:

$$\frac{137 \text{ KW}}{86\%} = 160 \text{ K.V.A.}$$

De donde 160 KVA conectados a 220 volts requieren

$$\frac{160}{3 \times 220} \times 1000 = 425 \text{ Amperes}$$

Por lo que la demanda máxima probable será

Demanda Máxima Actual + Demanda Máxima Futura

$$90 \text{ KW} + 137 \text{ KW} = 227 \text{ KW}$$

227 KW con factor de potencia 86%

$$\frac{227}{.86} = 261 \text{ KVA.}$$

Como se cuentan con dos transformadores de 225 KVA, se conectarán estos en paralelo y serán suficientes para los 261/KVA.

Se pondran las lineas de alimentación aereas - en ductos teniendose nuevas lineas para el futuro -- equipo, con 2 hilos por fase de 250 MCM con capacidad de 215 Amperes por hilo

$$215 \times 2 = 430 \text{ Amperes}$$

Como la sección de cada hilo de 250 MCM es de 3.74 cm² la sección total de los conductores será.

$$6 \times 3.74 \text{ cm}^2 = 22.44 \text{ cm}^2$$

El factor de relleno para este tipo de instalaciones es 40% por lo que la sección de ducto será.

$$\frac{100 \times 22.44}{40} = 61 \text{ cm}^2$$

Por lo que podemos usar ductos de 8 cm. por la do.

En el tablero de distribución general se deberá instalar un interruptor termomagnético de 450 o - 500 Amper.

Resumen de datos para el equipo eléctrico

Demanda Máxima futura	227
Corriente nominal	425 Amp.
Conductor	250 MCM
Hilos totales	6
Hilos por fase	2
Transformadores	2 de 225 KVA
Interruptor	1 de 500 Amp.
Motores por Instalar	14

D: CALCULO DE LA AMPLIACION DE OTROS EQUIPOS.

a) MOLINOS

Actualmente para 57 onzas de capacidad se muelen en promedio 225 Kg, esto es trabajando los molinos 8 horas y las máquinas de inyección 24 hrs.

Como la capacidad futura será en total de 217-onzas será necesario moler.

$$\frac{217 \times 225}{57} = 850 \text{ Kg.}$$

Si se intentara no adquirir un molino nuevo, - trabajando los existentes 24 hrs. diarias estos mole- rian.

$$225 \times \frac{24}{8} = 675 \text{ Kg.}$$

Como existen dos molinos, de 110 Kg/turno de capacidad, es necesario adquirir uno nuevo de la misma capacidad, y así trabajar los 3 molinos 24 hrs. para poder moler 850 Kg de material renovable.

Así

$$3 (110) \times \frac{24}{8} = 990 \text{ Kg} > 850 \text{ Kg}$$

b) PIGMENTADORES.

Sabemos el dato de las capacidades de las máquinas, y por experiencia fijamos un ciclo por máquina de 45 sec. esto significa que cada 45 Sec. la máquina inyectará una cantidad de material igual a la marcada como su capacidad.

Por lo que en un día hay

$$60 \times 60 \times 24 = 86400 \text{ Seg.}$$

Con la capacidad actual cada día se inyectan.

$$\frac{86400 \times 57}{45} = 110000 \text{ onzas.}$$

$$110000 \text{ onzas} = 3080 \text{ Kg.}$$

Al aumentar la capacidad a 217 onzas se consumirán.

$$\frac{217 \times 3080}{57} = 11800 \text{ Kg.}$$

La pigmentadora actual pigmenta a razón de 400 Kg. cada hora:

Por lo que pigmenta.

$$400 \times 24 = 9600 \text{ Kg/día.}$$

Normalmente hay cierta cantidad de materias que no se pigmentan antes de moldearse puesto que han sido granulados con anterioridad, o son productos de la molienda, o bien se compran ya pigmentados.

Como existen dos molinos, de 110 Kg/turno de capacidad, es necesario adquirir uno nuevo de la misma capacidad, y así trabajar los 3 molinos 24 hrs. para poder moler 850 Kg de material renovable.

Así

$$3 (110) \times \frac{24}{8} = 990 \text{ Kg} > 850 \text{ Kg}$$

b) PIGMENTADORES.

Sabemos el dato de las capacidades de las máquinas, y por experiencia fijamos un ciclo por máquina de 45 sec. esto significa que cada 45 Sec. la máquina inyectará una cantidad de material igual a la marcada como su capacidad.

Por lo que en un día hay

$$60 \times 60 \times 24 = 86400 \text{ Seg.}$$

Con la capacidad actual cada día se inyectan.

$$\frac{86400 \times 57}{45} = 110000 \text{ onzas.}$$

$$110000 \text{ onzas} = 3080 \text{ Kg.}$$

Al aumentar la capacidad a 217 onzas se consumirán.

$$\frac{217 \times 3080}{57} = 11800 \text{ Kg.}$$

La pigmentadora actual pigmenta a razón de 400 Kg. cada hora:

Por lo que pigmenta.

$$400 \times 24 = 9600 \text{ Kg/día.}$$

Normalmente hay cierta cantidad de materiales que no se pigmentan antes de moldearse puesto que han sido granulados con anterioridad, o son productos de la molienda, o bien se compran ya pigmentados.

tados, así que la diferencia que existe entre la capacidad de la pigmentadora y la demanda de pigmentación la dejamos para los materiales que se encuentran en el caso anteriormente dicho.

c) GRANULACION

La actual máquina de extrusión puede granular 1000 Kg por día; y el consumo de material por granular asciende a 130 Kg/día por lo que no obstante el incremento de el material por granular al aumentarse el equipo esta máquina será suficiente para los futuros requerimientos.

CAPITULO IV

COSTO DEL EQUIPO

C O S T O D E L E Q U I P O

El criterio que se siguió al seleccionar el equipo de Inyección fué que como actualmente se operan Máquinas de Inyección de las marcas Reed Prentice, Lester, Watson - Stillman y Van Dorn, estas mismas se escogieron para la ampliación por tenerse la experiencia de que esa maquinaria está dentro de los precios comerciales para este tipo de equipo. Y sobre todo por que el personal de la fábrica tiene la experiencia en la instalación, manejo y reparación de ellas, así como la conservación de un almacén de refacciones, las cuales son comunes a las existentes.

Todo lo anterior redunda en un factor económico de ahorro, el que se puede tomar de consideración.

Puesto que al tener equipos similares, no será necesario entrenar o capacitar personal para operar correctamente el equipo por adquirir.

Con lo anterior y el factor de instalación y mantenimiento, fueron los argumentos base para seleccionar el equipo de inyección.

Se buscaron diferentes cotizaciones de todos los equipos que entran en el plan de ampliacion, y que incluye Máquinas de Inyección torre de enfriamiento, Bombas, tuberia, Molinos de Equipo Eléctrico.

MAQUINAS DE INYECCION

En el problema de las máquinas de inyección-existió el caso de que en México no se encontraron-Compañías que ofrecieran máquinas de inyección de - las capacidades deseadas, teniendose que solicitar- las cotizaciones a Estados Unidos; obteniendose los siguientes datos:

- 1 Máquina de Inyección Marca Reed Prentice, Horizontal Modelo 600T 60 como se enseñó en el boletín adjunto incluyendose puerta de seguridad, Motor 30 HP a 1200 - RPM para 220/440 Volts, 60 ci - cles 3 fases, 4 Pirometros para las zonas de calentamiento para ser conectadas a 110 Volts, Automática, con capacidad de inyección de 60 onzas, tolva para 150 libras, con 600 tons de presión en el cierre, con tanque de 200 galones para aceite y otras especificaciones adicionales con un peso total de 45400-lbs Precio F.O.B. en East Longmeadow Mass

Dls 37,850.00

- 2 Máquinas de Inyección Watson Still
man Horizontal Modelo 16 ES-400 la
máquina tiene las especificaciones
del boletín adjunto con puerta de
seguridad, Motor 30 HP 1100 RPM. -
para 220 Volts 60 ciclos, 4 pirome-
tros, 3 relojes de tiempo automáti-
cos de 16 onzas, y presión de cie-
rre de 400 tons. tanque de aceite-
de 150 galones; peso total 40.220-
libras; y otras especificaciones -
precio F.O.B. Roselle New Jersey Dls 59,150.00
- 3 Máquinas de Inyección Marca Lester
de 12 onzas verticales, Modelo 12-
DK-300 como en el folleto que se
adjuntó, con puerta de seguridad -
automática y motor de 30 HP, 1100-
RPM. 220 Volts 60 ciclos, 3 fases-
con todo el equipo adicional comple-
to, y con características especifi-
cadas en el boletín que se adjuntó
Precio F.O.B. Leomister Mass Dls 74,100.00
- 3 Máquinas de Inyección Marca Lester
de 8 onzas verticales, Modelo 8 -
DK 300 como el folleto que se ad-
juntó, con puerta de seguridad au-
tomática y motor de 20 HP, 1100 -
RPM, 220 Volts 60 ciclos, 3 fases-
con equipo adicional completo y con
características especificadas en -
el boletín que se adjuntó Precio -
F.O.B. Leomister Mass Dls 64,500.00

2 Máquinas Van Dorn Modelo H-400 como se enseña en la literatura que se adjuntó de 4 onzas, Horizontal Motor de 15 HP a 1000 RPM para 220 - Volts, 60 ciclos 3 fases con puertas automáticas de seguridad, Presión - de cierre de 150 tons, tanque de 80 galones de aceite, con pirometros y relojes, y todos los accesorios que se detallan Precio F.O.B.

Dls 25,000.00

TOTAL Dls 260,600.00

a \$12.50 POR DOLLAR TOTAL \$ 3,257.500.00

Instalación aproximada del Equipo 200.000.00

3,457.500.00

M O L I N O S

1 Molino Al Steele completo con motor 20 HP a 1200 RPM según las características solicitadas con dos cuchillos y con tolva de alimentación Precio Equipado como se enseña en la cotización F.O.B. Framingham Mass

Dls 3,300.00

a \$12.50 Por Dollar TOTAL \$41,250.00

CIRCULACION Y ENFRIAMIENTO DE AGUA

1 Torre de enfriamiento Marca "Arnee Bloomer" de tiro forzado, con ventilador axial accionado con motor eléctrico de 1 HP, 3 fases 220/440

Volts 50 ciclos 4 polos, con arran-
cador magnetico, montado en la to-
rre flujo opuesto de agua y aire -
para máxima eficiencia de enfria -
miento, con descarga de agua en la
parte superior, por gravedad y de-
posito inferior L.A.B. México, D.F.

\$ 60,700.00

1 Motor Marca IME de 20 HP para 220
Volts a 3 Fases 1450 RPM acoplado
a bomba PICSA, con impulsor com -
pleto con cople y base

\$ 9,838.00

1 Motor Marca IME de 10 HP para 220
Volts a 3 Fases a 1450 RPM. aco -
plado a bomba PICSA, con impulsor
de 6 3/4" con cople y base

\$ 6,465.00

100 mts de tubo galvanizado 3" ced 40
resistencia de 100 kg/cm² en tramos -
de 6 mts a \$ 41.25 el mt.

\$ 4,125.00

17 Coples de 3" a 19.50 cada uno

\$ 331.50

15 Codos de 3" a 90° a \$48.95 cada uno

\$ 734.24

12 Valvulas de 3" de compuerta a 123

lb/pulgadas cuadrada a \$343.20 cada una

\$ 4,118.40

100 mts. de tubo de albañal de 8" d.i.,

tramos de 90 cm. a \$10.35 el tramo

\$ 124.20

TOTAL

\$ 86,435.00

15% instalación

\$ 12,965.00

TOTAL

\$ 99,400.00

EQUIPO ELECTRICO

6 Hilos de Alambre de cobre 250 MCM de 50 mts cada uno con capacidad nominal de 215 Amperes y 3.74 cm ² de sección - a \$24.34 mt.	\$ 7,302.00
33 tramos de ducto Squer D tipo LD-25- de 6.5" X 6.5" a \$88.00 el tramo.	\$ 2,904.00
Codos, registro, colgadores	\$ 1,100.00
1 Interruptor Termomagnetico de 500 Amperes marca Squer D Modelo KA para 220 Volts a 3 Fases con caja	\$ 7,100.00
TOTAL	\$ 18,406.00
15 Instalación	" 2,760.90
TOTAL	\$ 21,166.90

TOTAL DE INVERSION

Total Máquinas de Inyección	\$3,457,500.00
Total Molinos	41,250.00
Total Torre de Enfriamiento y circulación	99,400.00
Total Equipo Eléctrico	21,166.90
	<hr/>
	\$3,619,316.90

COSTEABILIDAD DEL EQUIPO

Como dijimos en el capítulo I el presente trabajo se desarrollaría con el fin de incrementar el equipo de moldeo por inyección, es lógico decir que la compañía sabe de antemano que al tener mercado sus productos, es justificable la inversión requerida para aumen

tar su número y capacidad de máquinas de inyección. Por lo que queda fuera de discusión el problema de la costeabilidad de las máquinas de inyección.

Referente a el molino que se ha calculado es necesario, su costeabilidad no está en discusión puesto que siempre será mejor moler y regenerar las coladas de material plástico resultantes de la inyección en el molino dicho, que tirar a la basura el material por no tener el equipo para generarlo.

En el departamento de circulación y enfriamiento de agua solo la torre de enfriamiento queda en duda para determinar su costeabilidad puesto que ésta presta un servicio que se puede ser reemplazado, es decir se podría tirar el agua caliente y pagar un mayor consumo de agua en vez de torre de enfriamiento.

$$\text{Como } Q = 31.9 \frac{\text{lt}}{\text{sec}} = 0.0319 \frac{\text{m}^3}{\text{sec}}$$

Consumo en un día

$$60 \frac{\text{sec}}{\text{min}} \times 60 \frac{\text{min}}{\text{hr}} \times \frac{24 \text{ hr}}{\text{día}} = 86400 \frac{\text{sec}}{\text{día}}$$

$$0.0319 \frac{\text{m}^3}{\text{sec}} \times 86400 \frac{\text{sec}}{\text{día}} = 2750 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$$

Como \$0.45 cuesta cada m^3 según la cuota que corresponde pagar si no hubiera torre de enfriamiento se gastaría

$$2750 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} \times \$ \frac{0.45}{\text{m}^3} = \$1,240.00$$

Como se cotizó la torre de enfriamiento en \$60.700.00 y que con gastos de instalación resultaría en \$72,400.00 y que los gastos de operación diarios serian practicamente insignificantes, la inversión de la torre de enfriamiento se pagaría aproximadamente en 60 días por lo que el gasto que ha de efectuarse para comprar la torre de enfriamiento es justificable.

La costeabilidad de la ampliación de el equipo eléctrico también es justificable, puesto que el servicio que va a proporcionar es insustituible.

CAPITULO V

RESULTADOS Y DISCUSION

RESULTADO Y DISCUSION

En los capítulos III y IV se obtuvieron los siguientes resultados:

Máquinas de Inyección por adquirir.

Cantidad	Capacidad (onzas)	Total (onzas)
1	60	60
2	16	32
3	12	36
3	8	24
2	4	8

Aumento en el consumo de agua de

8.4 a 31.9 $\frac{\text{lt}}{\text{sec}}$ (23.5 $\frac{\text{lt}}{\text{sec}}$)

Resultados obtenidos para el bombeo del agua y enfriamiento.

Valores obtenidos para el bombeo de agua

Gasto	31.9 lt/Seco
Longitud Total	95 m
Longitud Equiv.	16.2 m
Diametro Tubo	3" ced 40
Potencia Bombeo	20 HP

Temperatura Aire	
B. H	16°c - 25°c
B. S	20°c - 25°c
Temperatura del agua	29°c - 22°c
Gasto	31.0 $\frac{lt}{Sec.}$
Area efectiva	72 m ²
Vol. Corregido	126 m ³
Altura	6.9 m
Largo	4.25 m
Ancho	4.25 m
Salpicaderos	70 piezas
Area Salpicaderos	1.012 m ²
Aire requerido	38.5 kg/sec 3.34 m ³ /sec
Aire a la salida	39.2 kg/sec 3.36 m ³ /sec
Agua Evaporada	0.78 lt/sec
Velocidad del Aire (°)	4022-4827 $\frac{m}{hr}$
Potencia del Ventilador.	1 HP
Potencia del Bombeo	9 HP

(°) Valor dado por la Fluor Products.

Respecto al equipo eléctrico se obtuvieron - los siguientes datos:

Demanda Máxima Futura	227 KW
Corriente Nominal	425 Amp.
Conductor	250 MCM
Hilos Totales	6
Hilos por fase	2
Transformadores	2 de 225 KVA
Interruptor	1 de 500 Amp
Motores por instalar	14

De los calculos obtenidos anteriormente se - tendrá que invertir lo siguiente:

Por Máquinas de Inyección	\$3,457,500.00
Por Molinos	41,250.00
Por Torre de Enfriamiento y circulación de agua.	99,400.00
Por Equipo Eléctrico	21,166.00
TOTAL	<u>\$3,619.316.90</u>

De los resultados obtenidos a través del pre - sente trabajo podemos deducir que la empresa que está analizando su mercado, se da cuenta que hay la sufi - ciente demanda para sus productos, y que ese solo he - cho justificada la fuerte inversión que se ha de ha - cer al adquirir las máquinas de inyección. Por la mis - ma razón al ver que hay mercado para sus productos la inversión será amortizable y se puede anticipar que operando en condiciones normales y continuando con su mercado, el éxito es seguro. Por lo que queda asenta-

do que con la demanda del mercado se justifica la ampliación.

Como basicamente el equipo indispensable para la operación son las máquinas de inyección, estas quedan fuera de discusión si es que son o no costeables adquirir las.

Respecto al equipo de circulación de agua, este esta en relación con el de enfriamiento por lo que los discutiremos juntos. Existirian dos posibilidades para determinar y justificar la adquisición y ampliación de estos equipos:

- 1o. Enfriar y Circular el Agua
- 2o. Usar agua nueva y tirar la caliente

En el Capítulo IV dijimos que si se tirara el agua de desperdicio de esta seria:

$$Q = 0.0319 \frac{m^3}{sec} \quad Q = 2750 \frac{m^3}{día}$$

que a una tarifa de \$0.45/m³ serían \$1,240.00 diarios.

Por lo que queda a simple vista justificada la adquisición del equipo de bombeo y enfriamiento de agua; pues al considerar los gastos de operación diarios de estos equipos practicamente insignificantes, la inversión se amotorizaría en un lapso de tiempo muy corto. Si se tomara la alternativa de tirar el agua se perderian \$1,240.00 diarios.

Y refiriendonos al equipo eléctrico es lógico que al justificar los equipos de Máquinas de Inyección Enfriamiento y circulación de agua queda justificado el equipo eléctrico sin el cual los anteriormente dichos equipos no podrian funcionar.

C A P I T U L O VI

R E S U M E N Y C O N C L U S I O N

RESUMEN Y CONCLUSIONES

Al exponer que la compañía, cuenta con mercado suficiente para poder invertir en ampliar su equipo, llegamos a resumir y concluir que se han obtenido los resultados deseados, que los equipos de máquinas de inyección que a criterio de la empresa son necesarios adquirir para satisfacer mejor la demanda de su mercado, es indiscutible que sean los que deben ser adquiridos.

De los demás equipos se concluye que al aceptarse la adquisición de las máquinas de inyección, que estos también quedan aceptados y que los datos obtenidos para el diseño y adquisición de estos equipos son los que se deseaban obtener.

C A P I T U L O V I I

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

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

- 1.- Alelio
Experimental Plastics and Synthetic Resins
4a. Edición Mayor
John Wiley & Sons Inc. Nueva York, 1955
- 2.- Asociación Nacional de Industrias de Plástico
Plásticos en Marcha
Octubre Noviembre 1962 Año 1 No. 3
- 3.- Brown & Associates
Unit Operations
6a. Ed
John Wiley and Sons Inc.
Nueva York, 1956
- 4.- Dodge
Chemical Engineering Thermodynamics
13a. Ed
Mc Graw Hill Book Co.
Nueva York, 1944
- 5.- Ferro Enamel de México
Catálogo de Pigmentos
México, D.F. 1959
- 6.- Kirkbride
Chemical Engineering Fundamentals
5a. Ed
Mc Graw Hill Book Co.
Nueva York, 1947

- 7.- MC- Cabs & Smith
Unit operations of Chemical Engineering
Mc Graw Hill Book Co.
Nueva York, 1956
- 8.- Mc Kelvey and Brook
The Industrial Cooling Tower
Elsevier
Amsterdam, 1959
- 9.- Perry Editor
Chemical Engineers Handbook
3a. Ed
Mc Graw Hill Book Co.
Nueva York, 1950
- 10.- Riegel
Chemical Process Machinery
2a. Ed
Reinhold Publishing Corp.
Nueva York, 1953
- 11.- Wirth Lindemann
Plásticos y su Identificación
The Sidney Ross Co., S.A.,
México, D.F.