

278

UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA

INCORPORADA A LA U. N. A. M.

ESCUELA DE CIENCIAS QUIMICAS

PROCESO Y ESTUDIO ECONOMICO EN LA
ELABORACION DE ARTICULOS DE POLIESTIRENO
EXPANDIBLE, EN PEQUEÑA ESCALA

TESIS PARA OPTAR
POR EL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO

ALFREDO PACHECO GONZALEZ

MEXICO, D. F.

1963

9967



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 UNAM

ESCUELA DE CIENCIAS QUIMICAS

PROCESO Y ESTUDIO ECONOMICO EN LA
ELABORACION DE ARTICULOS DE POLIESTIRENO
EXPANDIBLE, EN PEQUEÑA ESCALA

TESIS PARA OPTAR
POR EL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO

ALFREDO PACHECO GONZALEZ

MEXICO, D. F.

1963

JNA. DGA. ESPERANZA O. VDA. DE PACHECO

A MI MADRE

7245

MR. D. EDUARDO PACHECO O.

7 DE FEBRUARIO

AT SM. DECTON INC. QUM.
EATISTO DOMINGUEZ Q.
CON AGRADECIMIENTO

VIATIS V

Universidad Iberoamericana

INSTITUCIÓN EDUCATIVA

ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS

PROCESO Y ESTUDIO ECONÓMICO EN LA
ELABORACIÓN DE ARTÍCULOS DE POLIESTIRENO
EXPANDIBLE, EN PEQUEÑA ESCALA

TESIS PARA OPTAR
POR EL TÍTULO DE
INGENIERO QUÍMICO

ALFREDO PACHECO GONZALEZ

MEXICO, D. F.

1963

A LA MEMORIA DE MI PADRE
SR. D. EDUARDO PACHECO G.

2965

A MI MADRE
SRA. DÑA. ESPERANZA G. VDA. DE PACHECO

A LA MEMORIA DE MIS HERMANOS

A MI HERMANO

AL SR. QUIM. D. JULIO TERAN

DIRECTOR DE ESTE TRABAJO

AL SR. DOCTOR ING. QUIM.

ERNESTO DOMINGUEZ G.

CON AGRADECIMIENTO

A SILVIA

C O N T E N I D O

INTRODUCCION

- I - GENERALIDADES SOBRE POLIESTIRENO EXPANDIBLE**
- II - DESCRIPCION DEL PROCESO**
 - A - Equipo**
 - B - Diagrama de Flujo**
 - C - Proceso**
- III - PARTE EXPERIMENTAL**
- IV - CALCULO ECONOMICO**
- V - DISCUSION Y CONCLUSIONES**

BIBLIOGRAFIA

INTRODUCTION

Por sus variadas cualidades y gran versatilidad, el poliestireno expandible ofrece un campo muy amplio a la elaboración de artículos de aplicaciones diversas: sus poderes como aislante térmico, eléctrico y acústico, lo presentan adecuado en la manufactura de productos en el ramo de termo-emvasas y recubrimientos aislantes, tanto industriales como arquitectónicos. Así mismo, por presentar una densidad baja - ofrece posibilidades de aplicación eficas en el campo de flotación.

Por otra parte, no obstante que su volumen de operación es inferior al de otros tipos de plásticos y requiere por ello mayor mano de obra, dando lugar a un costo de operación más elevado, tiene la ventaja de requerir muy poca inversión en el equipo para su proceso. Esto en nuestro país resulta interesante para su aprovechamiento, pues prácticamente no ha sido explotado y presenta por ello amplio mercado para los productos elaborados con este material plástico.

En este trabajo se presenta el proceso de elaboración de artículos de poliestireno expandible, y en forma práctica, se determinan los costos de operación de su manufactura.

I-GENERALIDADES SOBRE EL POLIESTIRENO EXPANDIBLE.

El poliestireno expandible es un polímero del estireno de - alta calidad que contiene un hidrocarburo volátil que provoca la expansión del producto cuando se sujeta a calentamiento. Los hidrocarburos usados son del tipo saturado y preferentemente los de 5 a 7 carbonos.

Dicho poliestireno se obtiene en forma de perlas, las cuales llevan englobado el hidrocarburo de tal forma que al sufrir un calentamiento, al mismo tiempo que se reblandece el material, el solvente se volatiliza formando una presión interior en la perla que rompe la tensión superficial de la misma, efectuando en esta forma la expansión de ella.

No obstante que desde 1937 la Dow Chemical Co. y la Du Pont Co. iniciaron independientemente la producción en gran escala del poliestireno, el descubrimiento del polímero expandible data aproximadamente de diez o doce años, en que una casualidad dió a los científicos de la BASF la clave para su elaboración, pues fabricaba poliestireno con el que una fábrica manufacturaba botones. Al lavar con agua caliente una prenda de vestir que tenía dichos botones, éstos se deformaron y aumentaron su volumen. Examinando el fenómeno encontraron que el solvente usado en su fabricación no era totalmente eliminado del producto y esto da lugar a esa deformidad.

Una serie de factores condicionan la posibilidad de un polímero para producir plásticos expandidos: bajo costo, disponibilidad, habilidad de ser procesado y propiedades físicas tales como peso, rigidez, com-

ductividad térmica, resistencia al agua y agentes químicos, resistencia al impacto.

El poliestireno es un plástico barato, disponible comercialmente en grandes cantidades. Para el uso del fabricante, moldeador ó coqueador, actualmente se tienen disponibles tres tipos de poliestireno - celular:

a) Espuma de poliestireno extruída

Es la más antigua y se tiene en forma de troncos, tablones y tablas. Estas últimas se cortan de los tablones. Los troncos y las tablas se hacen por extrusión de poliestireno fundido que contiene el agente que lo infla al someterlo a temperaturas y presiones elevadas, con lo que la masa se expande.

Los troncos, tablones y tablas pueden usarse directamente o - pueden cortarse y dárselos diferentes formas.

b) Poliestireno expandible para espumas moldeadas

Este tipo de poliestireno es en forma de perlas que contienen el agente que lo expande. Cuando se expone a calentamiento sin restricciones para la expansión, las perlas sufren una disminución de densidad de - 560 gr./l. (35 lb./pie³), más o menos, a una tan baja como 4.0 gr./l. - - (0.25 lb./pie³).

Las perlas expandidas muestran un aumento interesante de elasticidad, semejante al hule, a densidades bajas.

c) Sistema de auto-expansión de Poliestireno

La combinación de una resina que se fija por calor con perlas de poliestireno representa uno de los últimos adelantos en el campo de los plásticos de peso ligero. Como el calor desprendido durante la reacción de polimerización de la resina es suficiente para la expansión de las perlas, se le denomina combinación auto-expandible.

Este proceso hace posible la aplicación de varias propiedades no comunes y abre campos completamente nuevos para su desarrollo.

Por otra parte, el poliestireno expandible puede ser procesado a temperaturas y presiones bajas, y generalmente a través de pasos separados: 1) pre-expansión de la perla virgen y 2) expansión final y fusión de las perlas pre-expandidas mediante calor y dentro de los confines de un molde para darle forma.

Una pre-expansión sin límites produce perlas esféricas que se tornan de translúcidas a blancas.

Tanto la perla virgen como la pre-expandida, sujetas a calor pueden producir una espuma de tacto suave y de forma celular cerrada de densidad controlada, registrando cualquier y cada detalle de un molde, - por intrincado que sea.

Las formas empleadas para pre-expandar las perlas de poliestireno expandible son varias:

a) Pre-expansión con Rayos Infrarrojos

Si se sujetan las perlas a la acción de Rayos Infrarrojos, el

calor producido actúa sobre el poliestireno reblandeciéndolo, y sobre el solvente, al cual evapora sobreviniendo en este forma el hinchamiento de la perla.

Este proceso puede hacerse continuo si las perlas se colocan en un transportador que pase bajo una fuente de dichas radiaciones infrarrojas.

b) Pre-expansión mediante corriente de aire

Las perlas se sujetan a una corriente de aire de alta temperatura, la cual produce en las perlas los mismos fenómenos antes dichos.

Una variación de este método es sujetar las perlas a calor seco como puede ser el calentamiento en un horno.

c) Pre-expansión mediante vapor de agua

Sujetando las perlas a la acción de vapor de agua ligeramente sobrecalentado se logra un resultado muy satisfactorio en dicha pre-expansión, siendo al mismo tiempo más simple convertir este proceso en continuo, ya que el mismo vapor servirá para arrastrar las perlas dentro de un recipiente en el que se llevará a cabo propiamente la pre-expansión.

En dicho recipiente las perlas pre-expandidas, por su baja densidad serán desplazadas por las nuevas que van entrando, hacia la superficie donde puede colocarse un vertedor para recuperarlas.

El molde del poliestireno expansible requiere también apli

oación de temperatura a perlas vírgenes o pre-expandidas en un espacio confinado.

No obstante lo anteriormente dicho, para aceptar una espuma plástica como apropiada para una aplicación determinada deben considerarse sus propiedades físicas, muchas de las cuales son determinadas por el carácter fundamental del polímero.

Las características de solubilidad del poliestireno expandible permiten el uso de varios solventes como agentes expandibles, factg res todos que originan una espuma plástica barata y disponible.

También presenta conductividad térmica baja y absorción de agua mínima. Después de 24 horas de inmersión se ha visto que sólo absorbe al 0.0%. Esta resistencia a la humedad junto con su conductividad térmica baja, llenan los requisitos para aislamiento a temperaturas bajas y medio de flotación.

II- DESCRIPCION DEL PROCESO

A - EQUIPO

Calderas:

vertical, de tubos de hazo de dos catallos caldera, con quemador Diesel con bomba acoplada, motor de 1/2 HP que mueve una bomba del tipo pistón, para bombeo de agua dentro de la caldera.

La caldera está equipada con manómetro graduado hasta 11 Kg/cm², válvula de seguridad calibrada a 7 Kg/cm² y controles automáticos, tanto de presión como de nivel de agua.

Pre-expansor continuo:

cilíndrico de 25 cm de diámetro y 40 cm de altura y fondo plano con jerga. Dicho pre-expansor tiene agitación mediante cinco paletas horizontales fijas a una flecha movida por un motor de 1/2 HP.

Compresoras:

de un pistón de 6,7 cm (2 5/8 in) de diámetro, acoplada a un tanque de almacenamiento con capacidad de 110 litros y accionada por un motor trifásico de 1 HP.

Dicha compresora está equipada con válvula de seguridad, manómetro y control automático de presión.

Equipo de Enfriamientos:

dos tanques de almacenamiento de agua con capacidad de doscientos litros cada uno, conectados a una bomba de recirculación del ti-

po pistón, accionada por un motor monofásico de 1/2 HP.

Sistema de enfriamiento de agua mediante aspersión y aeramiento.

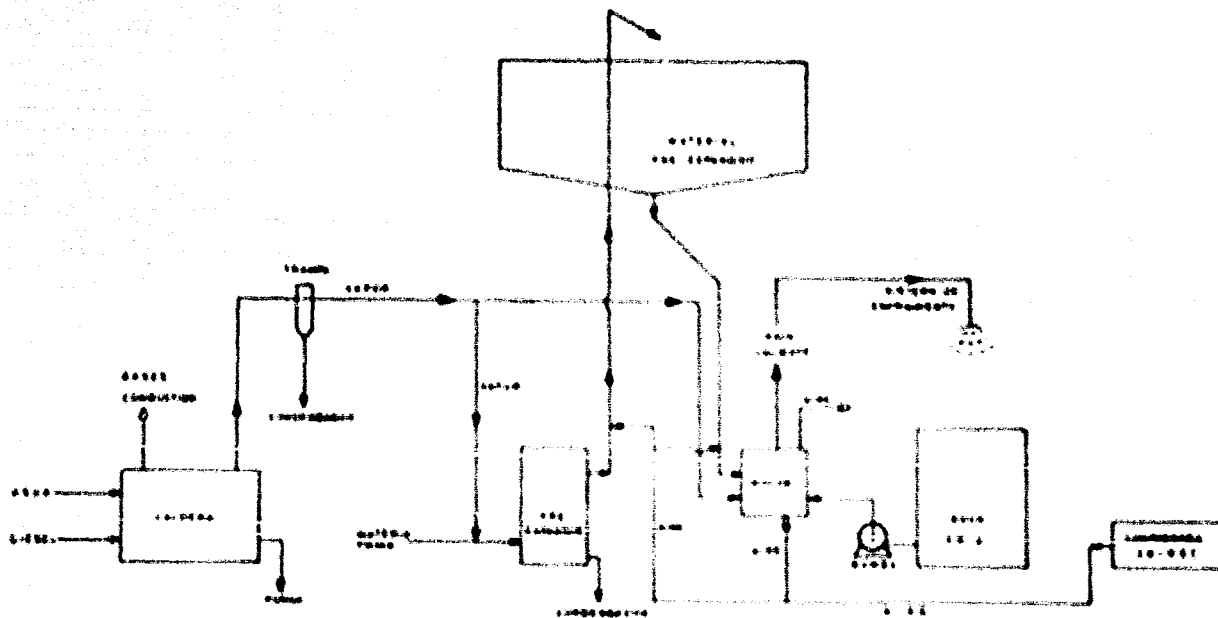
Moldes:

en este caso particular se usó un molde de Aluminio fundido de forma esférica, 30 cm de diámetro, con chaqueta de vapor y 24 Kg de peso.

Trampa de Vapor:

una trampa antes del múltiple de moldes.

DIAGRAMA DE FLUJO



C - PROCESO

En la elaboración de artículos con poliestireno expandible - deben tenerse grandes precauciones porque las perlas, por fricción de - - unas con otras, se cargan de electricidad estática, y como el material es inflamable, con cualquier chispa puede entrar en combustión. Para evitar lo anterior, se recomienda almacenar la materia prima en recipientes herméticos y procurando que no permanezcan parcialmente llenos, para evitar lo más posible el frotamiento.

1 - Pre-expansión

El primer paso en la manufactura de artículos es la pre-expansión del material, operación con la que se pueden regular la densidad y dureza de los artículos, así como su uniformidad en el acabado a la hora del moldeo.

En la pre-expansión se puede regular el tamaño de la perla, regulando el tiempo de pre-expansión y el flujo de vapor dentro del pre-expansor, ya que el poliestireno se introduce en dicho aparato arrastrándolo con el mismo vapor, sirviéndose para ello de un venturi, en el que se dosifican tanto material como vapor.

Una vez pre-expandido el material se procede a llevarlo mediante arrastre con aire a presión a recipientes donde se deja reposar - el tiempo necesario para que se enfríe, seque y recupere su estabilidad,

C - PROCESO

En la elaboración de artículos con poliestireno expandible - deben tenerse grandes precauciones porque las partes, por fricción de - - unas con otras, se cargan de electricidad estática, y como el material es inflamable, con cualquier chispa puede entrar en combustión. Para evitar lo anterior, se recomienda almacenar la materia prima en recipientes herméticos y procurando que no permanezcan parcialmente llenos, para evitar lo más posible el frotamiento.

1 - Pre-expansión

El primer paso en la manufactura de artículos es la pre-expansión del material, operación que se pueden regular la densidad y dureza de los artículos, o su uniformidad en el acabado a la hora del moldeo.

En pre-expansión se puede regular el tamaño de la perla, regulando el tiempo de pre-expansión y el flujo de vapor dentro del pre-expansor que el poliestireno se introduce en dicho aparato arrastrándolo mismo vapor, sirviéndose para ello de un venturi, en el que se mezclan tanto material como vapor.

Una vez pre-expandido el material se procede a llevarlo mediante arrastre con aire a presión a recipientes donde se deja reposar - el tiempo necesario para que se enfríe, seque y recupere su estabilidad,

puesto que en la pre-expansión se forma un vacío en el interior de las -
células de poliestireno, haciéndolas flexibles y compresibles, dado lo -
cual también deben evitarse los cambios bruscos de temperatura que dan li-
gar a contracciones indebidas de las perlas.

Quando el material ha reposado lo suficiente para que penetre
aire a los gránulos, está en condiciones de someterse a su expansión fi-
nal dentro del molde.

El tiempo de reposo del material varía inversamente con su den-
sidad. Así mismo, debe notarse que si se prolonga excesivamente, disminu-
irá fuertemente la capacidad de expansión final de los gránulos. Los tie-
pos de almacenamiento recomendables, tanto por la Loppers Company, Inc., -
como por la Badische Anilin and Soda Fabric A.G., para diferentes densida-
des, se indican en la tabla siguiente:

Densidad	Tiempo de Reposo
20 gr./l. (1.25 lb/ft ³)	24 - 4 ^o hs.
25 gr./l. (1.56 lb/ft ³)	24 hs.
30 gr./l. (1.87 lb/ft ³)	18 hs.
40 gr./l. (2.5 lb/ft ³)	12 hs.
50 gr./l. (3.1 lb/ft ³)	9.5 hs.
75 gr./l. (4.6 lb/ft ³)	5 hs.

Se recomienda que tanto la tubería de transporte de dichos -
gránulos, como los recipientes de almacenamiento se conecten a tierra para

disipar la electricidad estática.

2- Moldeo

El material pre-expandido puede ya moldearse. Para ello primero se procede a llenar el molde, lo cual puede hacerse en diferentes formas.

a) Tipos de llenado de moldes

- Llenado por gravedad

Se usa en especial para llenado de moldes muy grandes y de estructura simple a través de los cuales se reparte uniformemente el material. El poliestireno se vierte al molde desde un depósito suspendido y los gránulos fríos y secos fluyen libremente. Este método puede ser más efectivo si se ayuda de un vibrador acoplado al molde.

- Llenado por aire

Esta técnica puede aplicarse con eficiencia a la mayoría de las operaciones de moldeo.

El llenado con aire comprimido presenta ciertas ventajas sobre el llenado por gravedad:

- ..Mayor uniformidad en la densidad del producto; el operador tiene acción mínima sobre el aparato y se eliminan defectos en el llenado
- ..Mayor rapidez en el cargado del molde
- ..Se evita desperdicio de material, ya que se eliminan los derramamientos

disipar la electricidad estática.

2- Moldeo

El material pre-expandido puede ya moldearse. Para ello primero se procede a llenar el molde, lo cual puede hacerse en diferentes formas.

a) Tipos de llenado de moldes

- Llenado por gravedad

Se usa en especial para llenado de moldes muy grandes y de estructura simple a través de los cuales se reparte uniformemente el material. El poliestireno se vierte al molde desde un depósito suspendido y los gránulos fríos y secos fluyen libremente. Este método puede ser más efectivo si se ayuda de un vibrador acoplado al molde.

- Llenado por aire

Esta técnica puede aplicarse con eficiencia a la mayoría de las operaciones de moldeo.

El llenado con aire comprimido presenta ciertas ventajas sobre el llenado por gravedad:

- ..Mayor uniformidad en la densidad del producto; el operador tiene acción mínima sobre el aparato y se eliminan defectos en el llenado
- ..Mayor rapidez en el cargado del molde
- ..Se evita desperdicio de material, ya que se eliminan los derramamientos

..Flexibilidad en el diseño del molde. Se hacen posibles secciones de paredes más delgadas y detalles de mayor complejidad. El molde puede ser cargado por uno o varios lugares y puede estar colocado en cualquier posición.

El inyector de material para este método de llenado debe diseñarse según el flujo requerido y el área de desfogue.

Las presiones de aire aplicadas pueden variar según el tamaño de la cavidad por llenar, de las distancias que recorran los gránulos dentro del molde, de la densidad aparente de la materia prima, diámetro de la tobera y área de desfogue.

La presión de aire de la pistola o inyector puede regularse abriendo o cerrando la abertura ajustable que poseen.

Suele suceder que al irse llenando el molde, la salida de aire o respiradero se obstruye y dá lugar a un aumento de presión dentro del molde. Esto podría evitarse aumentando el área de desfogue al aumentar las salidas, pero sería perjudicial para la fusión y daría lugar a fugas de vapor durante el moldeo. En cambio si se regula el ajuste de la abertura del inyector de aire, creando una tobera con menor presión del mismo, se reduce el flujo de material dentro del molde, pero se permite un llenado completo.

La Koppers recomienda que la fuente de aire tenga cuando menos de 5,6 a 7 Kg/cm² (80 a 100 lb/in²) de presión, así mismo que sea -

constante para evitar deficiencias en el llenado. El aire por su parte, - debe ser razonablemente seco y libre de aceite, para evitar huecos o sacos tonantes de material en las líneas de alimentación.

Para evitar problemas en el llenado total del molde, el aire que salga del mismo debe hacerlo a la misma velocidad con que entre, con objeto de evitar aumento de presión dentro de éste.

Las mismas perforaciones que sirven para la inyección de vapor pueden ser usadas como desfogue durante el llenado por aire.

- Llenado de moldes con vacío:

Si a los moldes se les aplica vacío por uno de sus extremos, y no menor de 190.5 cm de agua (75 in de agua), según indicaciones de la Koppers, chupará los gránulos de material a todos los rincones y configuraciones del molde, conforme entran a éste.

En estos tipos de llenado y cuando se trate de moldes con cavidades múltiples, éstas pueden conectarse mediante ramificaciones oblicuas.

En todos estos casos los moldes tendrán una serie de perforaciones convenientemente repartidas con objeto de que a través de ellas - tenga acceso el vapor al material cargado. Se vio conveniente que dichas perforaciones fueran de un diámetro máximo de 1.588 mm. (1/16 in), con - objeto de evitar que por ellas salieran las perlas del material cargado;

es también conveniente que el diámetro mínimo no sea menor de 0,794 mm. - (1/32 in) para dejar pasar libremente el vapor.

b) Formas de moldeo

Existen tres formas básicas de moldeo, y según el tipo empleado varía también la forma de construcción de los moldes.

Moldes con chaqueta de vapor:

En estos moldes una chaqueta de vapor se comunica con el interior del molde mediante perforaciones adecuadas. El vapor se inyecta a la chaqueta y a través de las perforaciones penetra al material.

Este tipo de moldeo se usa principalmente cuando se trata de piezas grandes y de formas irregulares.

Moldeo en Autoclave:

Esta forma de moldeo se emplea generalmente cuando se trata de piezas de tamaño reducido, para que puedan entrar en gran número en la autoclave.

En este sistema los moldes no requieren chaqueta de vapor, pues ya dentro de la autoclave, ésta servirá o hará la función de dicha chaqueta.

Moldeo por Cámara o Sondas

Estos moldes tampoco requieren chaqueta de vapor ya que éste se les suministrará del interior hacia la superficie mediante una boquilla larga y perforada en toda su superficie, la cual se encaja en el centro de la pieza y a través de ella se inyecta el vapor.

Este sistema se emplea para artículos sólidos, de regular tamaño y totalmente simétricos.

c) Cocimiento de la Pieza

Una vez lleno el molde se procede a inyectarle vapor para lograr la última y total expansión del material, y con esto la formación de la pieza.

Los tiempos de cocido son particulares para cada tipo de pieza y cada sistema de moldeo y no guardan ninguna relación entre sí, de una pieza a otra, ni de un método a otro. Es por esto que deben determinarse sobre la práctica la cantidad de vapor que se inyecta y el tiempo que dura el calentamiento.

Cuando se ha terminado la inyección de vapor se procede a enfriar el molde antes de abrirlo, pues de lo contrario el material seguirá expandiéndose y la pieza se deforma o se rompe. Este enfriamiento se hace circulando agua fría por la chaqueta del molde, o en caso de que carezca de ella, se sumergen en el agua fría hasta que tanto molde como

pieza formada estén a una temperatura no mayor de 40°C. En estas condiciones ya puede abrirse el molde.

El artículo conformado requiere un cierto tiempo de reposo para evaporar su humedad y para que el material recobre su estabilidad al recuperar el aire faltante en el interior de los gránulos, pues como se mencionó anteriormente, al expandirse se forma un vacío en ellos que los hace fácilmente compresibles y deformables.

Después de su reposo se almacena en un lugar a salvo de cualquier descarga eléctrica o fuente alguna que pueda representar peligro de combustión.

III- PARTE EXPERIMENTAL

Para llevar a cabo esta parte se hicieron determinaciones durante cuatro semanas de la siguiente manera:

Primer día.

Se pesó 1 Kg de material húmedo y se dejó crear. Otra cantidad adicional de material se puso en las mismas condiciones.

Segundo día.

Se efectuó la misma operación del día anterior.

Al mismo tiempo se sucedió la soldadura, controlándose:

- tiempo en que llegó a las condiciones de trabajo
- cantidades de combustible y corriente eléctrica utilizadas en ese tiempo

Se pesó el material ya creado, completándolo a 1 Kg, y se anotó su pérdida de peso. Se procedió a pre-expanderlo, calculándose:

- tiempo utilizado en la operación
- cantidades de Diesel, agua y corriente eléctrica consumidos.

El material pre-expandido obtenido se pesó ahora para determinar su aumento de peso y se dejó reposar para utilizarlo ya seco al día siguiente.

Tercer día.

Una vez seco, se pesó el material pre-expandido el día anterior y se procedió a soldarlo utilizando en forma estándar un molde esférico.

rico de 30 cm. de diámetro, con chaqueta de vapor y de 24 kg de peso.

El molde se calentó a las condiciones de trabajo, controlándose:

- tiempo en que alcanzó las condiciones de operación
- cantidades de Diesel, agua y corriente eléctrica consumidos

En seguida se enfrió, tomándose nota de la cantidad de agua necesaria para ello.

A continuación se cargó el molde, anotándose:

- el tiempo en que se cubrió la operación
- corriente eléctrica necesaria
- por diferencia se calculó el peso de material utilizado

En estas condiciones se inyectó vapor, controlándose:

- tiempo y cantidades de Diesel, agua y corriente eléctrica empleadas en el molde
- por diferencia se sacaron las cantidades correspondientes, necesarias para la formación de la pieza

Se procedió entonces al enfriamiento. Se anotaron :

- tiempo y cantidades de agua y corriente eléctrica utilizadas
- por diferencia se obtuvo la cantidad de agua necesaria para enfriar únicamente la pieza.

Una vez seca esta última, se pesó para determinar su ganancia

en peso.

En esta forma se obtuvieron los datos correspondientes a 1 Kg de materia prima.

Se procedió en igual forma los siguientes días, exceptuando los dos últimos, en los que no se efectuaron las operaciones correspondientes al primer y segundo días respectivamente.

Los resultados obtenidos se indican en las tablas siguientes.

TABLE No 1

PERCENT OF HUMIDITIES

	Días	Material húmedo	Material seco	Material Pre-espaldado húmedo	Material Pre-espaldado seco	Material de el suelo	Grava seca	Material elaborado
1a Semana	1	1						
	2	1	0,9650	1,415				
	3	1	0,9640	1,415	1	0,970	2,400	1,200
	4	1	0,9670	1,415	1	0,970	2,400	1,200
	5	1	0,9670	1,415	1	0,970	2,400	1,200
2a Semana	1	1	0,9680	1,415	1	0,970	2,400	1,200
	2	1	0,9680	1,415	1	0,970	2,400	1,200
	3	1	0,9675	1,415	1	0,970	2,400	1,200
	4	1	0,9685	1,415	1	0,970	2,400	1,200
	5	1	0,9690	1,415	1	0,970	2,400	1,200
3a Semana	1	1	0,9670	1,415	1	0,970	2,400	1,200
	2	1	0,9670	1,415	1	0,970	2,400	1,200
	3	1	0,9670	1,415	1	0,970	2,400	1,200
	4	1	0,9690	1,415	1	0,970	2,400	1,200
	5	1	0,9695	1,415	1	0,970	2,400	1,200
4a Semana	1	1	0,9690	1,415	1	0,970	2,400	1,200
	2	1	0,9690	1,415	1	0,970	2,400	1,200
	3	1	0,9690	1,415	1	0,970	2,400	1,200
	4	1	0,9690	1,415	1	0,970	2,400	1,200
	5	1	0,9695	1,415	1	0,970	2,400	1,200
6	1	0,9690	1,415	1	0,970	2,400	1,200	

* Datos dados son a partir de 1 % de material seco

TABLA No. 7

TIEMPO EN HORAS

	Nºs Coleccionistas caldera	Pre-organización 1 Kg. material	Llenado molde	Coleccionistas molde	Moldes total	Moldes plena (212)	Deficiente total
	1						
1ª semana	2	23.00	5				
	3	23.25	5	1	1.75	1.75	1.44
	4	23.55	5	1	1.80	1.80	1.44
	5	24.00	5	1	1.90	1.90	1.55
	6	24.90	5	1	2.00	1.55	1.55
	7						
2ª semana	1	24.25	5	1	1.90	1.45	1.55
	2	24.55	5	1	1.95	1.45	1.55
	3	24.50	5	1	2.00	1.55	1.55
	4	24.10	5	1	1.80	1.80	1.55
	5	23.75	5	1	1.85	1.95	1.48
	6	23.25	5	1	1.75	1.25	1.40
3ª semana	1	23.00		1	1.70	1.20	1.45
	2	23.00		1	1.70	1.16	1.45
	3	23.00	5	1	1.75	1.25	1.45
	4	22.80	5	1	1.70	1.15	1.45
	5	22.75	5	1	1.70	1.14	1.45
	6	22.50	5	1	1.60	1.10	1.45
4ª semana	1	22.00	5	1	1.50	2.05	1.45
	2	22.55	5	1	1.60	1.10	1.45
	3	22.25	5	1	1.55	1.02	1.45
	4	22.50	5	1	1.60	1.05	1.45
	5	22.75	5	1	1.70	1.14	1.45
	6	22.75		1	1.70	1.14	1.45

TABLE No 5

EXPERIMENT ON CORROSION

(Steel in litres)

	Gas Concentration ml/dm ³	Pre-oxidation 1 Kg. material	Concentration ml/dm ³	Concentration 1 Kg. material Prediction	Wt loss Total	Wt loss 1 dm ³	Wt loss 1 Kg. material
10 litres	1						
	2	1.440	0.250				
	3	1.458	0.250	0.1240	0.0019	0.272	0.124
	4	1.460	0.250	0.1270	0.0055	0.274	0.124
	5	1.500	0.250	0.1300	0.0058	0.274	0.124
	6	1.530	0.250	0.1342	0.0061	0.274	0.124
20 litres	1	1.518	0.250	0.1340	0.0057	0.274	0.124
	2	1.520	0.250	0.1420	0.0059	0.277	0.124
	3	1.530	0.250	0.1462	0.0061	0.278	0.124
	4	1.510	0.250	0.1390	0.0057	0.272	0.124
	5	1.465	0.250	0.1355	0.0056	0.271	0.124
	6	1.458	0.250	0.1270	0.0053	0.272	0.124
30 litres	1	1.440	0.250	0.1245	0.0052	0.271	0.124
	2	1.440	0.250	0.1245	0.0052	0.271	0.124
	3	1.440	0.250	0.1280	0.0055	0.271	0.124
	4	1.430	0.250	0.1245	0.0052	0.271	0.124
	5	1.425	0.250	0.1245	0.0052	0.271	0.124
	6	1.410	0.250	0.1170	0.0049	0.271	0.124
40 litres	1	1.330	0.250	0.110	0.0046	0.271	0.124
	2	1.420	0.250	0.1170	0.0049	0.271	0.124
	3	1.330	0.250	0.1135	0.0047	0.271	0.124
	4	1.410	0.250	0.1170	0.0049	0.271	0.124
	5	1.425	0.250	0.1245	0.0052	0.271	0.124
	6	1.425		0.1245	0.0052	0.271	0.124

TABLA No. 4

CONSUMO DE CORRIENTE ELECTRICA

(En Kw-Hr)

	Días	Calentamiento caldera	Pre-expansión 1 Kg. material	Llenado melde	Carga 1 Kg material	Calentamiento melde	Calentamiento 1 Kg de agua	Meldeo total	Meldeo Piese (517)	Meldeo 1 Kg material	Enfr
1a Semana	1										
	2	0.0535	0.1075								
	3	0.0540	0.1063	0.0202	0.0578	0.00598	0.000248	0.01054	0.00462	0.01320	0
	4	0.0542	0.1067	0.0202	0.0578	0.00608	0.000255	0.01072	0.00464	0.01325	0
	5	0.0558	0.1075	0.0202	0.0578	0.00643	0.000269	0.01108	0.00465	0.01350	0
	6	0.0569	0.1081	0.0202	0.0578	0.00675	0.000281	0.01150	0.00465	0.01390	0
2a Semana	1	0.0564	0.1067	0.0202	0.0578	0.00642	0.000268	0.01115	0.00471	0.01350	0
	2	0.0566	0.1078	0.0202	0.0578	0.00659	0.000278	0.01125	0.00464	0.01325	0
	3	0.0569	0.1099	0.0202	0.0578	0.00678	0.000282	0.01160	0.00462	0.01380	0
	4	0.0560	0.1081	0.0202	0.0578	0.00643	0.000269	0.01097	0.00454	0.01295	0
	5	0.0552	0.1055	0.0202	0.0578	0.00626	0.000261	0.01016	0.00390	0.01115	0
	6	0.0540	0.1075	0.0202	0.0578	0.00598	0.000248	0.01054	0.00462	0.01320	0
3a Semana	1	0.0535	0.1072	0.0202	0.0578	0.00578	0.000240	0.009731	0.00395	0.01130	0
	2	0.0535	0.1095	0.0202	0.0578	0.00579	0.000241	0.009595	0.003405	0.01085	0
	3	0.0535	0.1078	0.0202	0.0578	0.00597	0.000248	0.009770	0.003400	0.01085	0
	4	0.0530	0.1091	0.0202	0.0578	0.00578	0.000240	0.009553	0.003750	0.01070	0
	5	0.0529	0.1075	0.0202	0.0578	0.00580	0.000242	0.009650	0.003450	0.01100	0
	6	0.0523	0.1080	0.0202	0.0578	0.00544	0.000227	0.009570	0.003450	0.01120	0
4a Semana	1	0.0512	0.1040	0.0202	0.0578	0.00513	0.000214	0.008940	0.003410	0.01090	0
	2	0.0519	0.1093	0.0202	0.0578	0.00544	0.000227	0.009380	0.003440	0.01125	0
	3	0.0517	0.1071	0.0202	0.0578	0.00532	0.000222	0.008740	0.003420	0.00975	0
	4	0.0523	0.1060	0.0202	0.0578	0.00547	0.000228	0.009230	0.003760	0.01075	0
	5	0.0529	0.1065	0.0202	0.0578	0.00577	0.000239	0.009670	0.003400	0.01115	0
	6	0.0529		0.0202	0.0578	0.00576	0.000239	0.009645	0.003885	0.01110	0

TABLA No. 4

CONSUMO DE CORRIENTE ELÉCTRICA

(En Kw-Hr)

Consumo Kw Al Fun- ción	Weldes total	Weldes Piese (Dir)	Weldes l Kg material	Refrigerante soldo	Refrigerante l Kg Al fundición	Refrigerante total	Refrigerante Piese (Dir)	Refrigerante l Kg. material
0.000240	0.01056	0.00462	0.01320	0.02089	0.000378	0.02160	0.00071	0.00206
0.000253	0.01072	0.00464	0.01325	0.02089	0.000378	0.02160	0.00071	0.00206
0.000269	0.01108	0.00465	0.01350	0.02051	0.000369	0.02122	0.00071	0.00206
0.000281	0.01150	0.00485	0.01390	0.02030	0.000360	0.02100	0.00071	0.00199
0.000268	0.01115	0.00471	0.01350	0.02048	0.000366	0.02112	0.00071	0.00195
0.000274	0.01123	0.00464	0.01325	0.02048	0.000366	0.02112	0.00071	0.00195
0.000282	0.01160	0.00482	0.01340	0.02030	0.000360	0.02095	0.00071	0.00196
0.000269	0.01097	0.00454	0.01295	0.02051	0.000369	0.02122	0.00071	0.00206
0.000261	0.01018	0.00390	0.01115	0.02061	0.000378	0.02140	0.00071	0.00226
0.000248	0.01056	0.00462	0.01320	0.02070	0.000378	0.02145	0.00071	0.00214
0.000240	0.009731	0.00395	0.01130	0.02089	0.000378	0.02160	0.00071	0.00206
0.000241	0.009595	0.003805	0.01065	0.02089	0.000378	0.02160	0.00071	0.00206
0.000248	0.009770	0.003800	0.01065	0.02089	0.000378	0.02160	0.00071	0.00206
0.000240	0.009530	0.003750	0.01070	0.02091	0.000380	0.02165	0.00071	0.00212
0.000242	0.009650	0.003450	0.01100	0.02091	0.000380	0.02165	0.00071	0.00212
0.000227	0.009570	0.003930	0.01120	0.02095	0.000381	0.02171	0.00071	0.00214
0.000214	0.008940	0.003410	0.01090	0.02102	0.000385	0.02180	0.00071	0.00223
0.000227	0.009380	0.003940	0.01125	0.02095	0.000381	0.02171	0.00071	0.00214
0.000222	0.008780	0.003420	0.00975	0.02095	0.000381	0.02171	0.00071	0.00214
0.000228	0.009230	0.003760	0.01075	0.02091	0.000380	0.02165	0.00071	0.00212
0.000239	0.009870	0.003300	0.01115	0.02089	0.000378	0.02160	0.00071	0.00206
0.000259	0.009845	0.003885	0.01110	0.02089	0.000378	0.02160	0.00071	0.00206

TABLA No 5

		CONSUMO		DE AGUA				
		(en		litros)				
Días	Pre-expansión 1 Kg. material	Calentamiento melde	Calentamiento 1 Kg Fundición	Meldeo total	Meldeo pieza (Dif)	Meldeo 1 Kg material	enfriamiento melde	
1a Semana	1							
	2	1.00						
	3	1.00	0.4320	0.0180	0.868	0.486	1.180	23.5
	4	1.00	0.4450	0.0186	0.880	0.4350	1.178	23.5
	5	1.00	0.4690	0.0195	0.909	0.4400	1.190	22.6
	6	1.00	0.4870	0.0203	0.940	0.4530	1.220	22.0
2a Semana	1	1.00	0.4700	0.0196	0.915	0.4450	1.202	22.4
	2	1.00	0.4870	0.0203	0.920	0.4330	1.170	22.4
	3	1.00	0.4940	0.0205	0.949	0.4550	1.230	22.0
	4	1.00	0.4690	0.0195	0.901	0.4320	1.170	22.6
	5	1.00	0.4570	0.0191	0.892	0.4350	1.175	22.9
	6	1.00	0.4320	0.0180	0.869	0.4360	1.180	23.1
3a Semana	1	1.00	0.4230	0.0176	0.852	0.4290	1.160	23.5
	2	1.00	0.4210	0.0175	0.845	0.4240	1.145	23.5
	3	1.00	0.4335	0.0180	0.860	0.4265	1.155	23.5
	4	1.00	0.4180	0.0174	0.840	0.4220	1.140	23.6
	5	1.00	0.4200	0.0175	0.848	0.4280	1.158	23.6
	6	1.00	0.3950	0.0165	0.829	0.4340	1.170	23.7
4a semana	1	1.00	0.3710	0.0155	0.789	0.4180	1.090	23.9
	2	1.00	0.3950	0.0165	0.828	0.4330	1.130	23.7
	3	1.00	0.3830	0.0159	0.805	0.4220	1.100	23.7
	4	1.00	0.3925	0.0164	0.812	0.4195	1.098	23.6
	5	1.00	0.4210	0.0176	0.850	0.4290	1.120	23.5
	6		0.4240	0.0177	0.845	0.4210	1.100	23.5

TABLA No 5

CONSUMO DE AGUA
(en litros)

Medes total	Medes pieza (Dif)	Medes 1 Kg material	Enfriamiento molde	Enfriamiento 1 Kg. Al Fundicion	Enfriamiento total	Enfriamiento Pieza (Dif)	Enfriamiento 1 Kg. de material
.868	0.486	1.180	23.5	0.980	25.380	1.88	5.11
.880	0.4350	1.178	23.5	0.980	25.380	1.88	5.11
.909	0.4400	1.190	22.6	0.942	24.400	1.80	4.86
.940	0.4530	1.220	22.0	0.919	23.950	1.95	5.26
.915	0.4450	1.202	22.4	0.932	24.350	1.95	5.26
.920	0.4350	1.170	22.4	0.932	24.350	1.95	5.26
.949	0.4550	1.230	22.0	0.919	23.950	1.95	5.26
.901	0.4320	1.170	22.6	0.942	24.400	1.80	4.86
.892	0.4350	1.175	22.9	0.955	24.900	2.00	5.40
.868	0.4360	1.180	23.1	0.962	25.030	1.93	5.21
.852	0.4290	1.160	23.5	0.980	25.400	1.90	5.12
.845	0.4240	1.145	23.5	0.980	25.380	1.88	5.11
.860	0.4265	1.155	23.5	0.980	25.400	1.90	5.12
.840	0.4220	1.140	23.6	0.982	25.500	1.90	5.12
.848	0.4280	1.158	23.6	0.982	25.500	1.90	5.12
.829	0.4340	1.170	23.7	0.989	25.600	1.90	5.12
.789	0.4180	1.090	23.9	0.995	25.800	1.90	4.90
.828	0.4330	1.130	23.7	0.989	25.600	1.90	4.90
.805	0.4220	1.100	23.7	0.989	25.600	1.90	4.90
.812	0.4195	1.098	23.6	0.982	25.500	1.90	4.90
.850	0.4290	1.120	23.5	0.980	25.380	1.88	4.84
.845	0.4210	1.100	23.5	0.980	25.400	1.90	4.90

TABLA No 6

CONSUMO DE VATCH A 2 Kg/cm²
(En Kg.)

Días	Pre-expansión 1 Kg material	Calentamiento Molde 1 Kg Al, Fundición	M e l d e o	Total	Flase (Dif)	Moldeo 1 Kg material
1						
2	1.00					
3	1.00	0.4320	0.0140	0.968	0.436	1.140
4	1.00	0.4450	0.0140	0.940	0.435	1.170
5	1.00	0.4690	0.0195	0.909	0.440	1.190
6	1.00	0.4870	0.0203	0.940	0.453	1.220
1	1.00	0.4700	0.0195	0.915	0.445	1.202
2	1.00	0.4870	0.0202	0.920	0.453	1.170
3	1.00	0.4940	0.0205	0.949	0.455	1.230
4	1.00	0.4800	0.0195	0.901	0.432	1.170
5	1.00	0.4370	0.0191	0.882	0.435	1.170
6	1.00	0.4320	0.0140	0.868	0.436	1.140
1	1.00	0.4250	0.0175	0.852	0.429	1.160
2	1.00	0.4210	0.0175	0.845	0.424	1.140
3	1.00	0.4335	0.0140	0.860	0.4265	1.155
4	1.00	0.4140	0.0174	0.840	0.422	1.140
5	1.00	0.4200	0.0175	0.848	0.424	1.154
6	1.00	0.3750	0.0165	0.729	0.434	1.170
1	1.00	0.3710	0.0155	0.744	0.418	1.090
2	1.00	0.3950	0.0165	0.824	0.433	1.150
3	1.00	0.3830	0.0159	0.805	0.422	1.100
4	1.00	0.3825	0.0164	0.812	0.4195	1.098
5	1.00	0.4210	0.0176	0.850	0.429	1.120
6	1.00	0.4240	0.0177	0.845	0.421	1.100

TABLA No 7

CONSUMO DE CALOR
(En calorías)

Uñas	Pre-expansión 1 Kg material	Calentamiento Molde	1 Kg Al Fundición	Total	1 Pieza (Dif)	1 Kg material
10 SERRAS	1					
	2	643.1				
	3	643.1	278	11.40	250	250
	4	643.1	286	11.25	241	240
	5	643.1	295	12.53	244	240
	6	643.1	313	13.17	265	248
20 SERRAS	1	643.1	302	12.44	288	280
	2	643.1	313	13.04	290	250
	3	643.1	317	13.20	290	230
	4	643.1	295	12.44	285	235
	5	643.1	298	12.40	285	240
	6	643.1	278	11.40	250	250
30 SERRAS	1	643.1	272	11.30	275	250
	2	643.1	271	11.25	263	251
	3	643.1	278	11.40	262	240
	4	643.1	268	11.20	247	251
	5	643.1	270	11.25	245	242
	6	643.1	254	10.40	240	250
40 SERRAS	1	643.1	239	10.40	249	221
	2	643.1	254	10.40	244	240
	3	643.1	246	10.40	241	251
	4	643.1	252	10.40	241	230
	5	643.1	271	11.30	247	250
	6		273	11.40	242	226

IV- CALCULO ECONOMICO

Para llevar a cabo este cálculo, se partió de los resultados promedio obtenidos (Tabla No. 8).

Los costos de fabricación se obtienen aquí por Kg. de material elaborado, en la forma que sigue:

Materia Prima:

Costo: \$ 17.00 Kilo

Energía Eléctricas:

Se basa en el consumo de corriente de 5 motores.

a) Motor de inyección de Diesel: 1/8 H.P.

Este motor trabaja independiente únicamente una vez al día, cuando hay que calentar la caldera al iniciarse el día de trabajo.

Consumo 0.0539 kv.b , los cuales se dividirán entre - - -
20,515 Kg. que se procesan al día.

$$\frac{0.0539}{20,515} = 0.0026273 \text{ kv.b por Kg. de material elaborado.}$$

b) Motor del Pre-expansor: 1/2 H.P.

Este motor consume 0.10764 kv.b por Kg. de material elaborado.

c) Motor de la Compresora: 1 H.P.

Este motor consume 0.0578 kv.b por Kg. de material elaborado.

d) Motores de inyección de Diesel y Agua en la caldera durante el moldeo

total: 1/8 H.P. el de Diesel

1/2 H.P. el de Agua

Estos motores consumen 0.027509 kv.b por Kg. de material elaborado.

e) Motor de la Bomba del agua de enfriamiento: 1/2 H.P.

Este motor consume 0.057587 kv.b por Kg. de material elaborado.

Consumo total de corriente eléctrica por Kg. de material elaborado:

$$0.0026273 + 0.10764 + 0.0578 + 0.027509 + 0.057587 = 0.2531633 \text{ kv.b}$$

Según cuota de la Compañía de Luz y Fuerza, el kv.b cuesta -
\$ 0.33.

Además se surte el 10% del impuesto federal sobre dicha tarifa:

$$0.2531633 \times 0.33 = \$ 0.084$$

$$\$ 0.084 \times 0.1 = \$ 0.0084$$

$$\$ 0.084 + \$ 0.0084 = \$ 0.0924 \text{ por Kg. de material elaborado.}$$

Consumo de Combustible: (Diesel)

Al empezar el día se consumen 1.45 l. en calentar la caldera.

$$\frac{1.453}{20.515} = 0.070826 \text{ l. por Kg. de material elaborado.}$$

En pre-expandir 1 Kg. de material se consumen 0.250 l.

En el moldeo total de 1 Kg. de material se consumen 0.673458 l.

Consumo total de combustibles:

$$0.070826 + 0.250 + 0.673458 = 0.994284 \text{ l. por Kg. de material elaborado.}$$

Si se sabe que cuesta \$ 0.35 el litro de Diesel, tendremos - que el consumo de combustible por Kg. de material elaborado costará:

$$0.994284 \times 0.35 = \$ 0.3479$$

Consumo de Agua:

En pre-expandir un Kg. de material se consumen 1.00 l.

En moldear 1 Kg. de material se consumen:

$$\begin{aligned} \text{Si en 373 gr. se consumen } 0.868 \text{ l.} & \quad x = 2.327 \text{ l.} \\ \text{en 1000 gr. se consumirán } x & \end{aligned}$$

En el enfriamiento de un Kg. de material se consumen:

$$\begin{aligned} \text{Para enfriar 373 gr. se usan } 25.38 \text{ l.} & \quad x = 68.04 \text{ l.} \\ \text{Para enfriar 1000 gr. se usarán } x & \end{aligned}$$

Como el agua de enfriamiento se recircula pasandola por un sistema de enfriamiento mediante aspersores, tenemos una pérdida en volumen de aproximadamente 10%.

$$68.04 \times 0.1 = 6.804 \text{ l.}$$

Consumo de agua total por Kg. de material elaborado:

$$1.00 + 2.327 + 6.804 = 10.131 \text{ l.}$$

Ahora bien, si se moldean 533.39 Kg. al mes se consumirán - -

$$533.39 \times 10.131 = 5403.78 \text{ l. al mes por concepto de moldeo.}$$

Si a esto agregamos 400 l. diarios consumidos por concepto de limpieza, sanitarios, baños y varios, tendremos:

$$400 \times 26 = 10400 \text{ l. al mes.}$$

Aunado agregaremos 500 l. a la semana por concepto de limpieza de los tanques de almacenamiento.

Consumo total de agua:

$$5403.78 + 10400 + 1000 = 16803.78 \text{ l. al mes.}$$

Tomaremos como base 17 m^3 .

En dos meses serán 34 m^3 .

Para este consumo la tarifa que corresponde es de \$ 0.30 m^3 .

$$34 \times 0.30 = \$ 10.20$$

En un mes será \$ 5.10

Si en un mes se moldean 533.39 Kg., corresponderá:

$$\frac{5.10}{533.39} = \$ 0.0095 \text{ o sea prácticamente } \$ 0.01 \text{ por Kg. de material elaborado.}$$

Nota:

Moldeo:

El molde usado cuesta \$ 2,000.00, los cuales se recuperarían en

1000 Kg. de material elaborado.

$\frac{2000}{1000} = \$ 2.00$ por Kg. de material elaborado.

Amortización :

Capital total invertido : \$ 30,000.00.

Como en este tipo de industria se considera desgaste por erosión, el capital se amortizará en 10 años.

Si se procesan 20.515 Kg. diarios, serán 123.09 Kg. a la semana. Considerando que se trabajan 51 semanas al año tenemos:

$123.09 \times 51 = 6277.59$ Kg. al año.

Ahora bien, en 10 años serán:

$6277.59 \times 10 = 62775.9$ Kg.

Para amortizar la inversión en 10 años, habrá que cargar a cada Kg. de material procesado:

$30,000.00 \div 62775.9 = \$ 0.478$

Mano de Obrero:

Empleando dos obreros, uno de ellos con un sueldo de \$ 25.00 diarios (\$ 175.00 a la semana) y el otro con un sueldo de \$ 17.50 diarios (\$ 122.50 a la semana).

Entre los dos obreros ganan \$ 297.50 en una semana y procesan en la misma 123.09 Kg.

$\$ 297.50 \div 123.09 \text{ Kg.} = \$ 2.416$ por Kg. procesado.

Seguro Social:

El obrero que gana \$ 17.50 diarias tiene una tarifa de Seguro Social de \$ 12.99 a la semana; como este sueldo es el salario mínimo, dicha cuota la cubre totalmente la empresa.

La cuota de Seguro Social por el obrero que gana \$ 25.00 diarias, es de \$ 20.79 a la semana, de los cuales \$ 6.93 corresponde pagarlos al obrero y \$ 13.86 a la empresa.

Como el Seguro Social marca una sobrecuota de 40% a este tipo de industrias como protección por accidentes, ésta deberá ser pagada totalmente por la empresa.

$$12.99 + 20.79 = \$ 33.78$$

$$\$ 33.78 \times 0.40 = \$ 13.51$$

Por tanto la empresa pagará por concepto de Seguro Social a la semana: $\$ 12.99 + \$ 13.86 + \$ 13.51 = \$ 40.36$

Si en una semana se procesan 123.09 Kg., el gasto por concepto de Seguro Social por Kg. de material procesado será:

$$40.36 + 123.09 = \$ 0.328$$

Gastos de Oficina: \$ 50.00 al mes.

$$50 + 533.39 = \$ 0.094 \text{ por Kg. procesado.}$$

Renta Local: \$ 500.00 al mes.

$$500 + 533.39 = \$ 0.94 \text{ por Kg. procesado.}$$

Alumbrado: 6 focos de 60 watts y 4 focos de 100 watts.

Estos focos permanecen prendidos 3 horas diarias.

$$6 \times 60 \times 3 = 1080 \text{ watts.hora}$$

$$4 \times 100 \times 3 = 1200 \text{ watts.hora} \quad \text{Total: } 2,28 \text{ kv.Afa.}$$

$$2,28 \div 20,515 = 0,111 \text{ kv.h por Kg.}$$

$$0,111 \times \$ 0,30 = \$ 0,0403 \text{ por Kg. procesado.}$$

Empaques:

Estas piezas se entregan envueltas en polietileno. Cada pieza lleva \$ 0,30 de polietileno.

$$373 \text{ gr.} \text{ --- } 0,30$$

$$x = \$ 0,804 \text{ por Kg.}$$

$$1000 \text{ gr.} \text{ --- } x$$

Gastos Anuales:

a) Mantenimientos: \$ 1,500.00 al año.

b) Exámenes Médicos:

La Secretaría de Salubridad y Asistencia Pública exige que la empresa haga efectuar a cada obrero o empleado, cuando menos dos exámenes médicos al año.

Si cada examen cuesta \$ 30.00 por persona y si aquí se tienen 2 obreros, el costo total al año será:

$$30 \times 2 \times 2 = \$ 120.00 \text{ al año.}$$

$$\text{de donde: } 120.00 + 1500.00 = \$ 1620.00 \text{ al año.}$$

$$\$ 1620.00 \div 6277.59 \text{ Kg.} = \$ 0.26 \text{ por Kg. procesado.}$$

Costo de fabricación por Kg. de material procesado:

Materia Prima	₡ 17,0000
Corriente eléctrica	₡ 0,0924
Consumo de combustible	₡ 0,3479
Consumo de agua	₡ 0,0100
Molde	₡ 2,0000
Amortización	₡ 0,4780
Mano de obra	₡ 2,4160
Seguro Social	₡ 0,1280
Oficina	₡ 0,0940
Renta	₡ 0,9400
Alumbrado	₡ 0,0403
Empaque	₡ 0,8340
Anuales	₡ 0,2600

T o t a l : ₡ 24,8106

Si el Kg. de material procesado se vende a ₡ 42.00, se tendrán que pagar: ₡ 1.26 de impuesto sobre ingresos mercantiles, ₡ 0.42 - por impuesto educacional y ₡ 1.050 por ajuste sobre utilidades. Además - se pagarán ₡ 4.20 como comisión al vendedor.

Tomando en cuenta todos estos gastos, al precio neto de un Kg. de material procesado será:

$$₡ 24,8106 + ₡ 1,26 + ₡ 0,42 + ₡ 1,050 + ₡ 4,20 = ₡ 31,7406$$

Si al precio de venta se le resta el precio neto de costo, -
se obtendrá la utilidad:

$$\$ 42.00 - \$ 31.7406 = \$ 10.2594$$

O sea:

$$31.7406 - 100\%$$

$$10.2594 - x$$

$$x = 32.3\% \text{ de utilidad}$$

V- DISCUSION Y CONCLUSIONES

De los métodos de pre-expansión descritos, el más conveniente es el de vapor de agua, puesto que pre-expandir las perlas con rayos infrarrojos resulta sumamente costoso, tanto por el precio de la fuente de dichas radiaciones, como porque para hacer continuo este paso del proceso hay que disponer de un transportador de banda de velocidad ajustable. Así mismo el equipo necesario para este fin, si se quiere hacer mediante aire caliente o por medio de horno, resulta ser más costoso y menos efectivo que empleando vapor de agua, ya que en cualquier forma la fuente de vapor es necesaria en el proceso, además el pre-expansor de vapor puede construirse con un costo mínimo.

Si se requieren densidades muy bajas se deberán tomar muchas más precauciones, principalmente en el enfriamiento de la pieza, porque ésta podrá deformarse muy fácilmente en este momento. También es recomendable para este tipo de densidades, vigilar muy estrictamente el tiempo de reposo del material.

En general no se recomienda trabajar este material a densidad menor de 16 gr/l (1 lb/ft^3), pues los problemas que se suscitan son difíciles de resolver y en general prolongan el tiempo del ciclo de moldeo.

El método seguido en este trabajo para el llenado de moldes fue mediante aire, pues resulta ser más efectivo que el llenado por gravedad y más económico que el llenado mediante vacío, pues la compresora necesaria tiene precio inferior al de la bomba de vacío requerida.

De los sistemas de moldeo descritos el más versátil es el de chaqueta de vapor, pues puede emplearse prácticamente en cualquier tipo de pieza por moldear, aunque como ya se mencionó anteriormente, para ciertos artículos puede resultar más conveniente algún otro sistema de moldeo.

En este trabajo se tomó como molde tipo un molde esférico de 30 cm de diámetro y con chaqueta de vapor puesto que la pieza moldeada pesa cerca de 400 gra y tiene un volumen de 14 l., dimensiones que son poco frecuentes en la mayoría de artículos moldeables comerciales, ya que fuera de los artículos de flotación, que pueden tener aún dimensiones mayores, los objetos de ornato y envases generalmente tienen un peso mucho menor al obtenido con nuestro molde.

Se ha visto que para obtener una ganancia normal de un 30 a 33% el Kg. de material elaborado se tendrá que vender a \$ 42.00.

Ahora bien, haciendo un análisis de mercado, se ha visto que el promedio de precio de venta, por Kg. de material elaborado, al público es de \$ 150.00.

Si se supone que el comerciante vende al doble del precio al cual compra, se verá que el fabricante está vendiendo a \$ 75.00 Kg. en promedio. Lo cual indica que esta industria tiene un margen de utilidad muy superior al 33% o bien, que es posible vender al público estos artículos a un precio muy inferior al actual.

BIBLIOGRAFIA

Alford, L.P. y Bangs, J.R.,
Manual de la Producción
Traducción de la Obra publicada originalmente en Inglés por
The Ronald Press, Co. de N. York, E.U.A.

Dylite. Expandable Polystyrene.
Technical Manual of the Roppers Company Inc.
Bulletin C-9-273 Cap. 1-5
(1959-1962)

Engel, H.C., Hemming, Ch.P., Harriman, H.P.
Structural Plastics.
First Edition. Mc Graw-Hill Book Company, Inc.
N. York, Toronto, London.
(1950)

Modern Plastics Encyclopedia Issue
Vol. 40, I A, Septiembre 1962
N. York, Chicago.

Perry, J.H.
Manual del Ingeniero Químico
Traducción al Castellano de la obra publicada originalmente en
Inglés por la Mc Graw-Hill Book Company, Inc. N. York, E.U.A.
Editorial UTEHA, México, (1959)

Rhein Ludwigshafen A.
Styroper P.
Badische Anilin and Soda Fabrik A.G.
Primera edición revisada.
1 junio 1959.

Idea.
Polystyrol, Thermoplastischer Kunststoff, vorseitweise für den Spritzguss
2 Neubearbeitung
Februar 1956.

Simonds, H.F.
Source Book of New Plastics
Reinhold Publishing Corporation, N.York
Chapman and Hall, Ltd. London
(1959)

Stastay, F., Dr. Ing.
Über praktische Erfahrungen mit Styropor
Badische Anilin and Soda Fabrik A.G.
Sonderdruck aus "Der Kunststoffverarbeiter", 7 Jahrgang, Heft 8, 1956
Brandenburgischer Verlag G.v.b.H., Landau, Pfalz-Wieslauterstraße 49.

PATENTES :

Cisek, E.P., U.S. 3, 010, 157 (1961)

Nickolls, K.P., U.S. 2, 998, 396 (1961)

Rodman Jr., H., U.S. 3, 023, 175 (1962)

Wiles, C.R., U.S., 3, 015, 851 (1962)