



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

**Fabricación de Plafones Aislantes Térmicos y  
Acústicos Autoextinguibles a partir de Poliuretanos**

**TESIS PROFESIONAL**

**VICTOR MANUEL GONZALEZ MAJUL**

México, D. F., 1972



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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 NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE QUIMICA

**Fabricación de Plafones Aislantes Térmicos y  
Acústicos Autoextinguibles a partir de Poliuretanos**

T E S I S  
QUE PARA OBTENER  
EL TITULO DE:  
INGENIERO QUIMICO  
PRESENTA  
VICTOR MANUEL GONZALEZ MAJUL

- 1972 -

**Jurado**

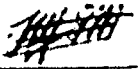
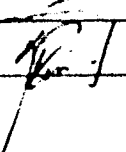
PRESIDENTE: QUIM. JULIO TERAN ZAVALETA  
VOCAL: I. Q. HECTOR SOBOL ZASLAV  
SECRETARIO: I. C. FERNANDO ITURBE HERMANN  
1er SUPLENTE: I. C. ANTONIO REYES CHUMACERO  
2do SUPLENTE: QUIM. MARGARITA GONZALEZ TERAN

Tema desarrollado en: México, D. F.

Sustentante: Víctor Manuel González Majul

Aesor del tema: Quim. Julio Terán Zavaleta

Supervisor técnico: I. C. Alfredo Ríos Sánchez

  
\_\_\_\_\_  
  
\_\_\_\_\_

A MIS PADRES...

A MIS HERMANOS...

A ARACELI...

CON TODO CARISO Y RESPETO.

## I N D I C E

Capítulo		Pág.
	Objetivo.....	1
I	Introducción.....	3
	A. - Generalidades.....	3
	B. - Química de los uretanos.....	7
	1. - Materias primas.....	7
	2. - Reacciones.....	10
II	Estudio Económico.....	17
	A. - Investigación de mercado.....	17
	1. - Preliminar.....	12
	2. - Producción interna.....	13
	3. - Análisis comparativo de productos.....	13
	4. - Precios.....	14
	5. - Empaque.....	15

	I. - Planeación Industrial.....	16
	1. - Industrias consumidoras y hábitos de compra.....	16
	2. - Distribución Geográfica del consumo.....	16
	3. - Análisis y proyección de la demanda.....	16
	4. - Localización de la planta.....	17
	5. - Distribución.....	19
III	Producción Industrial.....	21
	A. - Propiedades.....	21
	B. - Formulación.....	26
	C. - Equipo.....	34
	D. - Efecto de la presión en la Producción de espumas de acetano.....	40
	E. - Moldeo.....	43
	F. - Control de calidad.....	49
	G. - Seguridad Industrial.....	50
	H. - Capacidad e inversión.....	53
	I. - Costos y gastos totales.....	54
	J. - Precio de venta.....	58
	K. - Utilidades y rentabilidad.....	59
IV	Conclusiones.....	60

Índice.....	61
1. - Sumario de pruebas físicas.....	67
2. - Materias primas.....	63
3. - Datos técnicos.....	69

## OBJETIVO

Todas las naciones en la actualidad se enfrentan al problema del desarrollo de materiales, en busca de una solución a la crisis habitacional. El diseño de nuevos elementos más funcionales y económicos, reviste una importancia vital, destacando aquellos provenientes de la modificación química de polímeros.

El panorama que se presenta cuando se analiza la posibilidad de combinar polímeros de uretano, con fibra de vidrio-poliéster, aluminio APS y otros para la producción de estructuras reforzadas, es ilimitado.

El caso concreto que se tratará será el de espumas rígidas de uretano aplicado a la industria de la construcción en la fabricación de plafones aislantes térmicos y acústicos autoextinguibles.

Este trabajo tiene como objeto proponer una combinación entre materiales poliméricos y tradicionales, con una tecnología de polímeros, para obtener productos que puedan ser usados en la construcción a gran escala.

Hoy en día la penetración alcanzada por los plásticos en éste aspecto es de un 2% con firmes perspectivas de crecimiento, (10) con el - -

surgimiento de híbridos mucho más económicos.

Por otra parte, la descentralización de la industria se convierte en otro punto favorable, al utilizarse excedentes industriales tales como el bagazo de caña, aserrín, pedacera de madera, vidrio, etc., con un sistema que tiene ventajas notables como:

- 1.- La inversión en equipo es relativamente baja.
- 2.- No se requiere especialización del trabajador.
- 3.- El ciclo de producción es muy corto.
- 4.- Los costos de manufactura son bajos.
- 5.- Fácil adquisición de materias primas nacionales.

No debe perderse de vista, que se pretende mostrar la posibilidad de producir una combinación de plástico de desperdicio industrial, procesados ambos al través de una tecnología de polimerización, para obtener híbridos de propiedades excepcionales que a su vez fomenten la construcción masiva destinada a los estratos populares.

Aunque la fabricación de paneles no fué considerada en este estudio, la duplicación puede hacerse fácilmente basándose en la tecnología que también se presenta, por lo que este trabajo puede considerarse mudestamente como el punto de partida para iniciar el estudio de la fabricación de casas habitacionales de tipo económico.

La elaboración del presente, fue posible gracias a la valiosa dirección del señor Ingeniero Quinto y Alfredo Ríos Sánchez, profundo conocedor del campo de los polímeros, especialmente de los uretanos y su relación con la realidad nacional.

## I INTRODUCCION

### A. - GENERALIDADES:

Las espumas de poliuretano son el producto de una reacción de polimerización entre un polipropilenglicol y un isocianato, que en presencia de un catalizador, un agente surfactante y un agente de soplado forman un plástico celular con una gran cantidad de celdas que contienen un gas inerte.

Los trabajos con espumas de uretano comienzan a partir de 1937 en los laboratorios Bayer avanzando continuamente debido a su importancia comercial.

Aunque ya en 1849 Wurtz había logrado sintetizar isocianatos alifáticos mediante la adición de sulfatos orgánicos, no se exploró su posible campo de aplicación y toda investigación quedó detenida. E. I. Du Pont de Nemours and Co., dedicó el trabajo de sus investigadores al perfeccionamiento de los nuevos productos, abriendo un nuevo campo en la Química con gran atractivo a escala industrial.

Después de la segunda guerra mundial Dupont y Monsanto fueron los primeros proveedores del 2,4 toluen diisocianato en cantidades de planta piloto. El proceso de espumado se modificó varias veces hasta la introducción del sistema de "un paso", que consiste en mezclar todos los componentes de la reacción simultáneamente.

Una de las primeras áreas de investigación fué el de las espumas rígidas destinadas al aislamiento, obtenidas de poliéteres de alta

acidez, resultando un producto de gran resistencia mecánica. La tecnología empleada fué reportada a fines de los 40<sup>os</sup>, y durante los 10 años siguientes, su mercado aunque pequeño se amplió al encontrarse nuevas aplicaciones. No fué sino hasta 1960 cuando las espumas rígidas empezaron a tener mayor aceptación.

La tecnología actual permite obtener una amplia gama de polímeros de uretano con las propiedades deseadas. Pueden ser moldeadas directamente o producirse en bloques o "panes" para ser cortadas posteriormente al "curado". La facilidad del moldeo ha sido uno de los factores que han contribuido al rápido crecimiento comercial.

Las espumas de uretano presentan gran variedad de características que las convierten en un material versátil sin restricción debido a:

- a) Habilidad para espumarse en el lugar de aplicación.
- b) Amplio rango de densidades.
- c) Alta resistencia a bajo peso.
- d) Buena adhesión a otros materiales.
- e) Gran estabilidad dimensional.
- f) Resistencia eléctrica, a solventes y productos químicos.
- g) No es afectada por olores y microorganismos.
- h) Aislante térmico y acústico.
- i) Facilidad para modificar las propiedades finales.

Estas ventajas del producto, unidas a la simplicidad del proceso de fabricación, invitan a pensar en nuevas aplicaciones que sólo tienen por límite la capacidad imaginativa. Es ahí que el mercado de las espumas de uretano crece continuamente esperándose un incremento del 20%.

en los próximos 5 años. (11)

El problema del amarillamiento, ha sido superado con la incorporación de inhibidores alifáticos. Por otra parte se han logrado materiales más duros que los recubrimientos convencionales. El costo de la producción se ha reducido notablemente en los últimos 10 años con la introducción de nuevos métodos y equipo.

El rango de producción de espumas de uretano va desde la flexible hasta la rígida, pasando por diferentes grados de semirígida.

El uso de las espumas rígidas de uretano, se limitó exclusivamente a recubrimientos aislantes, pero se extendió a las más diversas industrias:

Construcción

Mueblera y decorativa

Empaques, . . . .

Debido a que los uretanos se comportan de una manera superior en relación a otros plásticos, existe una base excelente para ser optimizadas.

Para la fabricación de piezas de espuma rígida de uretano, se requieren moldes que son obtenidos de un modelo original diseñado por un artesano.

Una vez que se ha decidido acerca de la densidad del producto, es necesario calcular el peso de los componentes de reacción. Se debe tomar en cuenta un factor de "empacado" que generalmente es un 10% de exceso de la cantidad necesaria para llenar el molde, con el objeto de asegurar un acabado uniforme libre de huecos y burbujas.

El "curado" de la espuma consiste en una serie de etapas consecutivas, que comprenden desde el momento en que se lleva al cabo la mezcla de los componentes, hasta que el polímero ha alcanzado una completa estabilidad, que permite que sea trabajado.

La función de un equipo para espumar uretano rígido es la de dosificar con exactitud de acuerdo a la formulación establecida, mezclar y vaciar dentro de los moldes.

Lo anterior se logra con una gran variedad de equipo de espumado comercialmente disponible. Debe tomarse en cuenta que un buen equipo será siempre el factor determinante de la buena calidad de una pieza, basado en la facilidad que tenga para cambiar y modificar las variables (físicas, químicas y mecánicas) con la mayor exactitud posible. La versatilidad es necesaria.

Existen cuatro técnicas en la producción de espumas rígidas:

- a) Floques
- b) Vaciado en lugar
- c) Asperjado
- d) Pre-espumado

de las cuales el vaciado en lugar será la que sea discutida en la parte correspondiente al proceso.

Cuando la espuma ha "curado" se procede a la extracción de la pieza del molde, se lava con una solución de jabón para remover el agente en empleo para separar ambas partes y dejar la superficie en condiciones de ser pintada y acabada de acuerdo a las necesidades decorativas.

La fabricación trae consigo algunos problemas cuyas causas y mo-

donde se evaporan y se evapora:

a) Curchamientos. - Debido a:

1. - El exceso de material que ocasiona áreas de poca resistencia.

2. - La pieza se deja demasiado tiempo en el molde después de haber quitado la tapa reguladora de presión.

3. - La pieza no está completamente "curada".

b) Color no uniforme. - Debido a:

1. - Variación de densidad en el área de la parte moldeada. Se sugiere aumentar la cantidad en el molde.

2. - Mala distribución de la mezcla dentro del molde que origina un movimiento multidireccional del material.

c) Ampollas. - Debido a:

1. - El solvente de la pintura o laca no se evapora antes de agregar el poliuretano. Se aconseja calentar los moldes ligeramente 35-40°C, o bien, disminuir la concentración de sólidos.

d) Burbujas y Cavidades. - Debido a:

1. - Mala distribución de la espuma. Se debe aumentar la cantidad de material, o girar el molde de tal forma que la mezcla aún líquida, cubra perfectamente el molde.

## B. - QUIMICA DE LOS URETANOS:

1. - Materias primas.

Las resinas polihidroxiadas que se emplean son poliols que se obtienen por adición de óxido de propileno a alcoholes polifuncionales. La

combinaciones con ácidos y, u halógenos, se efectúa para la obtención de características de retardancia a la flama.

Los isocianatos, junto con el polirol son los componentes que en mayor cantidad constituyen los uretanos. Existen dos tipos de isocianatos empleados en la producción de espumas rígidas:

Los isocianatos crudos, - Que son una mezcla de los isómeros 2,4 y 2,6 de tolueno diisocianato en un 85% y de 15% de material polimérico del tipo del polimetilén polifenil isocianato.

Los isocianatos refinados, - Que comprenden las mezclas de los isómeros 2,4 y 2,6 de tolueno diisocianato en relación de 4:1.

El control de la reacción se realiza mediante tres métodos, a saber:

- a) Selección del rango de temperatura.
- b) Uso del catalizador adecuado.
- c) Empleo de inhibidores.

Una alta temperatura aumentará la velocidad de reacción y el cruzamiento molecular, así como también se favorecerá la formación de biureta y alofanatos. Al pasar de 150°C, se afectará notablemente la estabilidad del producto, presentándose una parcial degradación.

Para catalizar el sistema son usados dos tipos de catalizadores: las aminas terciarias y los compuestos organoestanosos. La trietilendiamina (TETA), la 1,2,4 trimetil piperazina (TMP), la tetra metil etilendiamina (TMDA), el octoato de plomo, el dibutilstanodilaurato y el dibutilstanodioctato son los más comunes.

El empleo de aminas terciarias y otros materiales básicos y com

puestos metálicos, aumentan la velocidad de reacción entre el isocianato y los grupos OH. Asimismo se actúan como aceleradores, su función es selectiva.

La volatilidad desfavorece la efectividad del catalizador, por lo que los compuestos metálicos llevan ventaja en este aspecto sobre las aminas.

Los inhibidores, son ácidos o compuestos que producen ácidos: HCl, ácido adípico, ácido sulfónico (tolueno), cloruro de acetilo, cloruro de bencilo. Su presencia previene la ocurrencia de reacciones indeseables y la gelación del lote.

La función del agente surfactante en la reacción, es ayudar a la dispersión de los reactivos, controlar el tamaño y uniformidad de la célula y el contenido de ella, generalmente son organosiliconas.

Las pruebas a que son sometidas las espumas rígidas, vienen especificadas en ASTM test methods y son revisadas y modificadas frecuentemente, según lo consideran necesario los comités que vigilan la calidad de las espumas de uretano y que están compuestas por un 50% de proveedores de las materias primas y el otro 50% por consumidores.

Se controlan sus propiedades térmicas, acústicas, resistencia, densidad, su permeabilidad, etc.,.

La amplitud de la técnica, el bajo costo del proceso y la versatilidad del producto se manifiestan en el tremendo auge experimentado por los uretanos, mostrándose a perspectiva cada vez más amplia y prometedora que le dará a futuro el cuantioso bienestar del hombre del presente y del futuro.

## 2. - Reacciones.

La formación de espumas rígidas de poliuretano involucra la ocurrencia de una serie de reacciones simultáneas entre los materiales influyendo la funcionalidad, el catalizador, la temperatura, los agentes de espumado y soplado, la presión y las cantidades usadas; en las propiedades de la espuma.

El proceso completo en lo que a su química respecta, requiere de seis o siete compuestos. Las posibilidades de modificar las reacciones son infinitas.

Primero, el poliol y el diisocianato se combinan para formar una red de moléculas que se pone en contacto con el catalizador y los agentes surfactante y de soplado, teniendo lugar una completa polimerización acompañada de considerable desprendimiento de calor. Por lo general es usado un solvente no inflamable con bajo punto de ebullición (fluorotriclorometano que se vaporiza al transcurrir la reacción), para lograr una mezcla de la espuma y determinar la concentración de las celdas en el plástico. La importancia que tiene la presencia de agua que reaccionará con los grupos isocianatos, deberá estudiarse, pues permitirá la liberación del dióxido de carbono que actuará también como agente de soplado. Un exceso se reflejará en la "friabilidad" del producto.

La reacción fundamental es posible, debido a la presencia de un hidrógeno activo en la molécula del poliol, que se combinará con el grupo isocianato a la temperatura ambiente. Generalmente dicha actividad disminuye en el siguiente orden:

alquil aminas, aril aminas, fenoles, ácidos carboxílicos, amidas...

1. - Reacción fundamental entre el grupo isocianato y el poliol para formar uretano.



2. - El agua con el grupo isocianato forma una amina y desprende bióxido de carbono.



3. - La amina formada con un grupo isocianato para formar una urea disustituida:



4. - La urea disustituida con el grupo isocianato forma el Biuret (a temperatura ambiente la reacción es muy lenta).



5. - El uretano con el isocianato da lugar a un alofanato (a temperatura ambiente la reacción es muy lenta).



El exceso de diisocianato puede formar un trímero y algunas otras reacciones laterales indeseables que alteran las propiedades físicas de la espuma.

El calor generado en la primera de las reacciones es capaz de vaporizar el agente de sopladura y con ello la expansión se produce.

La formación del Biuret trae consigo el entrecruzamiento de las moléculas al reaccionar con el exceso de diisocianato.

El entablamiento ocurre cuando el hidrógeno unido a un átomo de nitrógeno del grupo uretano, reacciona con otro grupo isocianato extendiendo la cadena.

## II. ESTUDIO ECONOMICO

### A. - INVESTIGACION DE MERCADO:

#### 1. - Preliminar.

Actualmente las principales empresas que fabrican plafones en México son:

Yeco Panamericano, S. A., Fibro, S. A., BASF Mexicana, Vitrofibras, empleando sistemas de moldes y/o prensado, teniendo distribuidores que elaboran la estructura y soporte de la unidad que simulará un techo.

El equipo consiste desde navajas y herramientas que corregirán defectos en las medidas o acabados, hasta máquinas de preexpandido e inyección, prensas y moldes.

Los módulos más comunes son de 0.305 X 0.305 m. y de 0.61 X 0.61 o 1.22 m.

Los materiales usados son:

- a) Yeso, - requieren moldes con base de hule reforzado, con capacidad de 1 a 4 placas/hora. La mezcla con agua para vaciarse dentro del molde se acompaña de algo de fibra de vidrio, para aumentar la consistencia al endurecer.
- b) Poliestireno preexpandido, - equipo de inyección y moldeo.
- c) Fibra de vidrio, - equipo de prensado.
- d) Fibra de madera de eucalito, que se importa de Brasil.
- e) Uretano, - combinación de materiales: Uretano rígido con incorporación de cargas granulares (vermiculita).

Esta última todavía es de pequeña escala y de carácter experimental.

### 2. - Producción interna.

Una estimación de la producción interna será posible, basándose en las necesidades existentes en la industria de la construcción. Considerando que el mercado crece al ritmo de ésta y reducido a las zonas urbanas.

Se calcula una demanda de 150,000 m<sup>2</sup> mensuales (2), con una variación promedio del 7.4% anual (12).

No hay importaciones, por lo que la demanda mencionada se considerará igual a la producción interna. (4)

### 3. - Análisis comparativo de productos.

Los plafones se venden con diferentes acabados según la apariencia que se les desee dar: color, recubrimiento, perforaciones, etc.

Los fabricados a base de fibras de madera, son resistentes, la humedad los mancha, inflamables y poco aislantes del calor.

Las placas de yeso son más económicas, pero su sensibilidad a la humedad ambiente es su principal desventaja, pues se desmenuzan fácilmente y resisten sólo 50 kg. placa. Sus pesadas (de 7 a 8 kg. placa), por lo que la estructura deberá ser más resistente.

La fibra de vidrio se incorpora yeso recubrimiento tipo, y como material aglutinante un silicato. Es autoextinguible y poco resistente en placas. No es buen aislante térmico y acústico. Está siendo desplazado por costoso. Es muy ligero.

El plafón de poliestireno cubre un mayor número de requisitos, pero resulta de costo mayor costo. Admite una gran variedad de acabados de acuerdo a las necesidades (color, perforaciones, etc.).

#### 4. - Precios.

Producto de Fibra de vidrio. Placas de fibra de vidrio, aglutinadas con resina fenólicas y recubiertas con una película de PVC. Estable dimensionalmente, de bajo peso, de fraguado térmico. No permite temperaturas mayores de 100°C. Los precios varían de 40 a 80 pesos/m<sup>2</sup>.

(Para análisis comparativo de precios ver tabla I)

Aglutinados de bagazo y fibras de palmito. Placas ligeras, con o sin recubrimiento, de textura porosa, sus precios van de 80 a 100 pesos/m<sup>2</sup>.

Plafones de poliestireno preexpandido con diferentes recubrimientos. Precios de 40 a 50 pesos/m<sup>2</sup>.

Existe dentro de las posibilidades de acabado de un techo o pared, el llamado tirol, que consiste en un conjunto formado por una pasta para dar consistencia, textura y cohesión a la mezcla final: polvo de mármol, arena y en algunas ocasiones pigmentos para dar un color especial.

Se aplica directamente sobre el yeso que cubre al concreto, pero puede tomar la función de un plafón con agradable presentación y buenas propiedades aislantes.

malla metálica:	\$ 11.00/m <sup>2</sup>
yeso:	\$ 8.00/m <sup>2</sup>
tirol:	<u>\$ 8.00/m<sup>2</sup></u>
Total:	\$ 27.00/m <sup>2</sup>

Este costo unitario puede alterarse cuando los tirantes que sostienen la malla son mayores de 0.50 m.

## T A B L A 1

### ACABADOS DISPONIBLES

normal	sema-dec	decorado	\$ 23.00	\$ 25.00	\$ 28.00
litol	PVC	PVC	\$ 30.00	\$ 40.00	\$ 40.00
normal	pintado	revestido	\$ 37.50	\$ 78.00	\$ 82.00
perforado	rasurado	decorado	\$ 85.00	\$ 90.00	\$ 100.00

"Precios L. A. B. Sta. Clara, Edo. de México, L. A. B. México, -  
L. E."

Las medidas de las placas para los precios indicados son:

0.61 X 0.445 m.

0.61 X 1.22 X 0.025 m.

0.61 X 1.22 X 0.025 y 0.019 m.

0.305 X 0.305 X 0.305 m.

El material que se propone para la fabricación de plafones: poliure-  
tano, reúne las siguientes características:

ligero hasta cierto punto, resistente, adaptable, aislante térmico y acús-  
tico excepcional, no inflamable, de manufactura sencilla, inversión en --  
equipo baja.

#### 5. - Empaque.

Las placas de 0.61 X 0.61 m. o de 0.61 X 1.22 m., se proporci-  
onan en cajas de cartón corrugado de 0.533 X 0.623 X 1.23 m. Para pla-  
cas de 1.22 X 1.22 m., las cajas son de 0.533 X 1.233 X 1.233 m.

El peso por caja varía entre los 21 y 28 kg. Las medidas del pla-  
fón tienen una tolerancia de  $\pm 0.002$  m.

La cantidad mínima en que se venden las placas está dada por --

604.500 que pueden ser 16 o 20 bofetos.

## 1.- DEMANDA DE LA INDUSTRIA

### 1.- Industrias consumidoras y hábitos de compra.

La tendencia al consumo sigue una pauta de crecimiento continuo uniforme durante todo el año, participando en primer término la industria de la construcción.

### 2.- Distribución geográfica del consumo.

Es patente la presencia de desequilibrios económicos en el país. Solo unas cuantas áreas concentran la mayor parte de la industria, del comercio y de los servicios, fuera de esas polos de atracción económica, lo demás es actividad predominantemente agropecuaria. El saldo es obvio: Notables disparidades en los niveles regionales de ingreso y por lo mismo en el bienestar.

Valle de México, Monterrey, Guadalajara, Puebla y Queretaro, - representan los principales centros industriales.

Los canales de distribución en éste caso son líneas de camiones - que unen los diferentes puntos mencionados.

### 3.- Análisis y proyección de la demanda.

La contribución al producto interno bruto de la industria de la construcción, está dado en la siguiente tabla:

Nota: Con base: pesos corrientes de 1960 (12)

1960 .....	665	millones de pesos.
1961 .....	674	" " " "
1962 .....	641	" " " "
1963 .....	741	" " " "

1965 .....	8003	millones de pesos
1966 .....	8834	" " "
1967 .....	1007	" " "
1968 .....	11632	" " "
1969 .....	11844	" " "
1970 .....	12961	" " "

Tomando en cuenta que la demanda de plafones, aumenta al ritmo - con el que la industria de la construcción crece en el país. Mostrando una tasa de crecimiento promedio del 7.1% y que tiende a subir ya que en los últimos 5 años, no se ha registrado una disminución como ocurrió en 1961 y en 1965.

Este desarrollo, muestra la importancia que tendrá el hecho de - incorporar cada día más los materiales plásticos a los convencionales, tomando en cuenta que estos aumentan su costo a razón de un 5.4% anual- mente. (3)

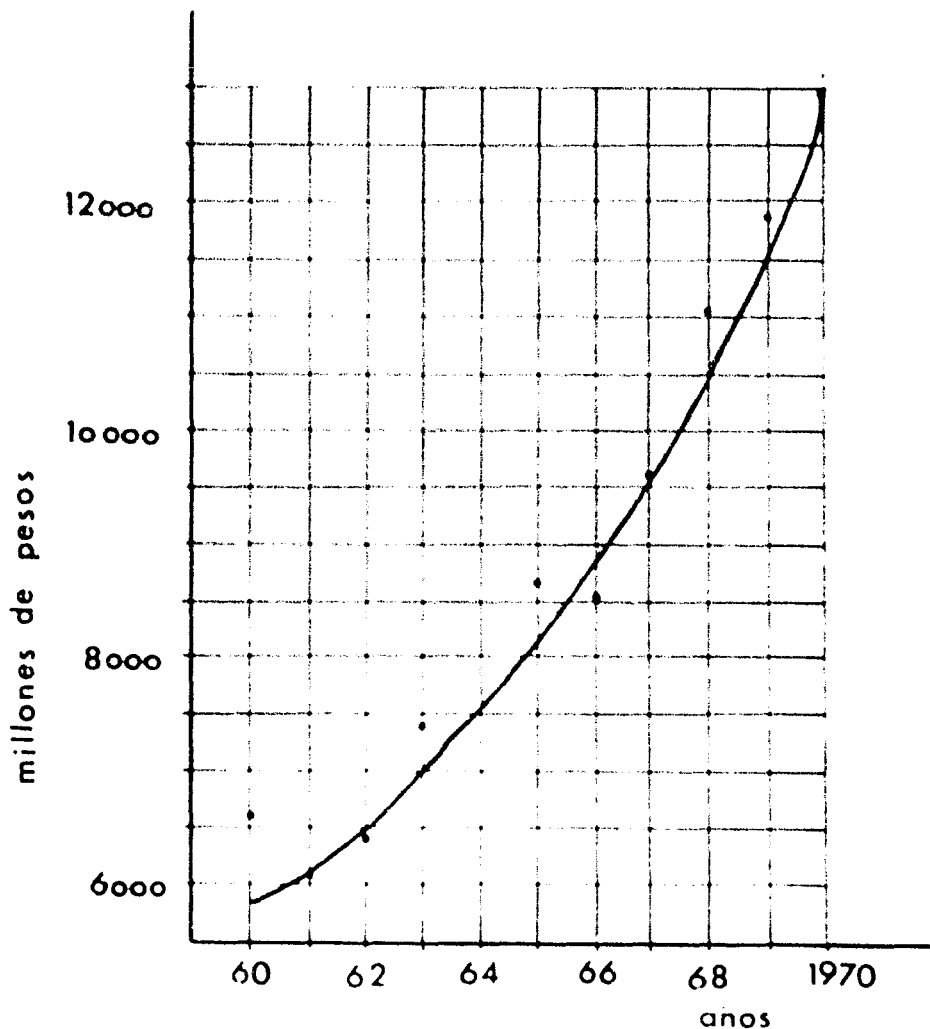
Si se considera que las necesidades actuales son de aproximada- mente 150,000m<sup>2</sup>/mes, conservadoramente.

#### 4. - Localización de la planta.

Existen diversos criterios para elegir el lugar adecuado para la - instalación de una nueva industria. Todos ellos toman en cuenta los mis- mos factores, y sólo se diferencian por la jerarquía que se les dá al dise- ñar una tabulación.

Puede decirse que la elección depende de la experiencia acumula- da, influyendo:

##### a) Infraestructura,



**CONTRIBUCION AL PRODUCTO  
INTERNO BRUTO DE LA  
CONSTRUCCION** (pesos corrientes 1960)

Electricidad

Vías de comunicación

Agua

Drenaje

b) Disponibilidad de mano de obra.

c) Política regional.

d) Centros de población

Escuelas

Hospitales

Diversiones

Centros de descanso

Transportes

Considerando que la capital del país representa el principal mercado potencial de plátanos, y tomando en cuenta el decreto presidencial del 26 de julio de 1971, en el que se establece la exención de impuesto para las nuevas industrias que se localicen fuera de la ciudad de México, favoreciendo la descentralización, se ha pensado en el Fraccionamiento industrial CIVAC, que cuenta con todas las obras y servicios de infraestructura, a \$60.00 m<sup>2</sup>.

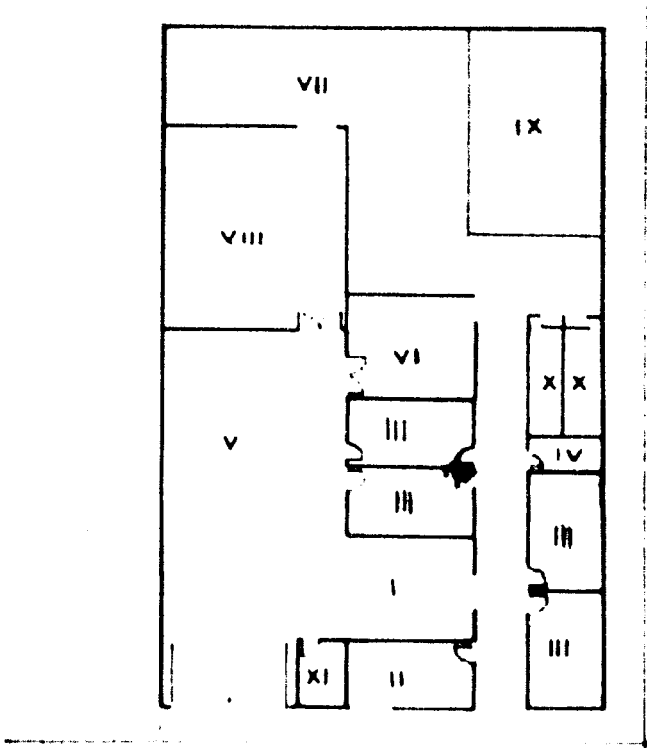
5.- Distribución.

El terreno de 25 m. de frente por 40 de fondo, es suficiente para las necesidades básicas de la empresa. Con una distribución como la que se muestra en el plano adjunto:

I. - Estacionamiento

II. - Recepción

- III.- Oficinas
  - 1.- Gerencia General
  - 2.- Gerencia de Ventas
  - 3.- Gerencia de Producción
  - 4.- Personal Administrativo
- IV.- Sanitarios Gerencia
- V.- Paltos
- VI.- Almacén de materias primas.
- VII.- Nave de producción
- VIII.- Fodega
- IX.- Laboratorio
- X.- Sanitarios Generales
- XI.- Caseta de vigilancia



### III - PRODUCCION INDUSTRIAL

#### V. - PROPIEDADES.

##### 1. - Mecánicas.

Las propiedades mecánicas de una espuma rígida de uretano dependen principalmente de su densidad, ajustándose a las exigencias impuestas. Generalmente son empleadas densidades mayores de 10 y menores de 100 Kg. /m<sup>3</sup>.

El empleo de diferentes poliisocianatos no ejerce influencia esencial en los productos, siempre y cuando se lleve al cabo una buena mezcla de los componentes y utilizando sólo un exceso o índice de 105, es decir: de un 5%.

##### 2. - Comportamiento térmico.

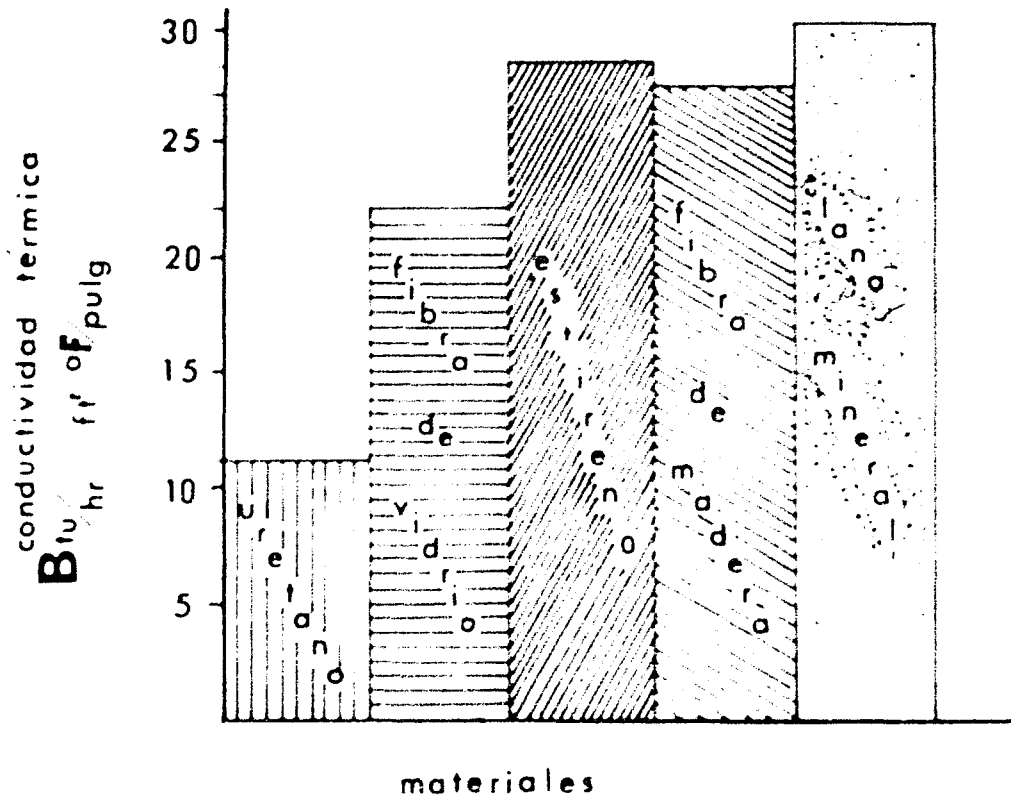
El margen de aplicación se haya comprendido entre - 200 y + 75°C. El coeficiente de conductividad calorífica es una propiedad sobresaliente del uretano, prácticamente independiente de la densidad en el intervalo más importante desde el punto de vista de costeabilidad (30 a 60 Kg/m<sup>3</sup>), (17)

Al considerar el coeficiente de conductividad térmica se presentan 2 casos:

Espumas con capas (piel) impermeables a la difusión, con un valor de  $K = 0,111 \text{ (tu. hr. } 10^3 \text{ } ^\circ\text{F. in.)}^{-1}$  (8-17)

Espumas sin piel (cortadas), de superficie abierta con un valor de  $K = 0,0151 \text{ (tu. hr. } 10^3 \text{ } ^\circ\text{F. in.)}^{-1}$ .

A temperaturas inferiores a 0°C., la contracción aumenta en la



# EFICIENCIA PARA EL AISLAMIENTO TERMICO DE DIFERENTES MATERIALES

medida de que disminuye la densidad. A temperaturas elevadas, tendrá que contarse según las condiciones existentes en los bordes, con un pequeño alargamiento permanente.

#### 3.- Absorción y difusión de agua.

La absorción únicamente ocurre en la superficie de la espuma, - debido a las celdas cortadas que como máximo corresponden a un 10% del total. En equilibrio de absorción a 20°C., y 100% de humedad relativa - del aire, la espuma absorbe sólo de un 2 a un 5% en peso. (19)

La permeabilidad que presenta al vapor de agua, depende principalmente del tamaño de las celdas, presentando un valor de permeabilidad que equivale a un rango que va de 12 a 15 g./m<sup>2</sup> día, medida a 20°C con una diferencia de humedades relativas de 0% y 85% en una placa de 3 cm. de espesor (de 1.5 a 3 permas). (15) (14) (18)

#### 4.- Inflamabilidad.

La incorporación de aditivos que contienen fósforo, halógenos o metales pesados dan características de retardancia a la flama, como -- ejemplos tenemos el fosfato de tricresilo (TCP) y el tris -(2, 3 dibromo propil) fosfato.

#### 5.- Propiedades eléctricas.

La constante dieléctrica que presentan las espumas rígidas permite considerarlas magníficos aislantes, apropiados para aplicaciones especiales donde existan instalaciones eléctricas. (19)

#### 6.- Acústicas.

Las espumas rígidas de uretano contienen celdas cerradas que no permiten una buena absorción del sonido, aunque cuando se trata de espe

sones mayores de 2.5 db, y cuando la superficie se recubre con una película rígida y porosa, sus propiedades aislantes se mejoran considerablemente.

El coeficiente de absorción de sonido NRC, está definido como el promedio de los coeficientes valorados a 250, 500, 1000 y 2000 ciclos/a a partir del método que emplea un tubo de impedancia.

La efectividad de los materiales para absorber el sonido, varía de acuerdo con diversos factores: (1)

- a) El porcentaje de celdas abiertas
- b) El espesor
- c) La densidad
- d) La flexibilidad.

El valor medio del coeficiente NRC, es susceptible de mejorarse cuando se incorpora un material de carga, que queda ocluido para funcionar a un tiempo como elemento decorativo. Y medio de disipación de la energía acústica. (1)

También puede recurrirse a perforar la placa. Las condiciones de proceso y las formulaciones tienen influencia en la cantidad y tamaño de las celdas, así como también en la piel de la espuma, de tal manera que esta sea de un espesor despreciable que no afecte su capacidad aislante acústica.

Un cambio drástico en el coeficiente NRC, puede lograrse mediante un recubrimiento de la superficie con una lámina de espuma flexible.

A continuación se da una tabla en que se muestra la variación de

Los coeficientes de absorción de sonido con la frecuencia, estableciendo un valor promedio, seguidamente otra en que se compara dicho coeficiente con el de otros materiales. (11)

TABLE 3

COEFICIENTES DE ABSORCIÓN DE SONIDO PARA UNA  
ESPUMA DE GOMA DE URE TAMA ( CELDA CERRADA )

FRECUENCIA	COEFICIENTE DE ABSORCIÓN DE SONIDO
cycles	N R C
125	0.12
250	0.18
350	0.20
500	0.27
1,000	0.19
2,000	0.12
4,000	0.22
N R C promedio	0.32

TABLA 4

COEFICIENTES DE RECUPERACION PROMEDIOS PARA DIFERENTES MATERIALES

MATERIALES	
Espuma rígida de uretano. Celda cerrada.	0.32
Espuma rígida de uretano. Celda abierta.	0.56
Espuma flexible de uretano.	0.60 a 0.70
Poliestireno.	0.17
Espuma fenólica.	0.50 a 0.75
Placas de fibra de celulosa perforadas.	0.70 a 0.80
Placas de fibras minerales.	0.15 a 0.75

4.- FORMULACIONES.

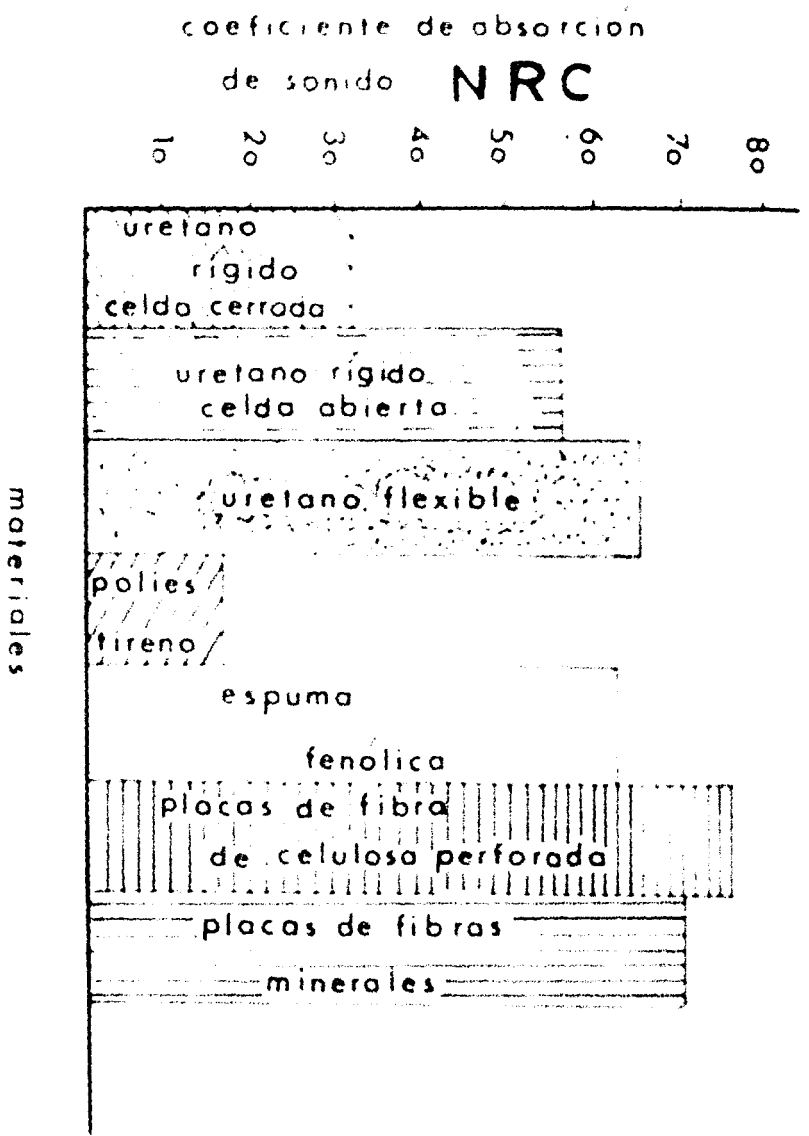
El criterio empleado para formular una espuma rígida de poliuretano se basa en la selección apropiada de los poliisocianatos en función de las características que cada molécula es capaz de impartir al producto final.

1.- Poliisocianatos: Existen tres diferentes grupos que se mezclan para obtener una molécula con

alta funcionalidad.

1.1.- Poliisocianato de tipo MDI

# EFICIENCIA PARA EL AISLAMIENTO ACUSTICO DE DIFERENTES MATERIALES



que se debe a la presencia de los grupos  $\text{OH}$ .

Se debe tener presente que el sistema de  $\text{SnCl}_4/\text{CH}_2\text{Cl}_2$  es un sistema de polimerización por etapas, a diferencia de los sistemas de tipo  $\text{ZnCl}_2/\text{CH}_2\text{Cl}_2$ .

Una vez que se ha formado el primer enlace de los grupos  $\text{OH}$  que quedan en los moléculas a formar, que actúan como catalizadores y se dirigen hacia los grupos  $\text{OH}$  de las moléculas que se adicionan, se crea una cadena que ya no se combina con nuevos grupos  $\text{OH}$  de las moléculas de ácido.

Se debe considerar el hecho de que el sistema de base catalizada es un tipo de base catalizada para dar por etapas, con lo cual la velocidad de reacción en base débil que dará origen a la reacción de esterificación a la Hantz.

2.1.1. Inhibidores: Muchos de ellos son muy sensibles a la temperatura ambiente, por lo que son usados a temperaturas bajas para reducir su viscosidad y facilitar la mezcla. Son relativamente fáciles capaces de provocar dermatitis.

El índice de viscosidad (IV) es el índice de  $\eta_{sp}/c$  a dilución diluente, donde  $\eta_{sp}$  es la viscosidad y  $c$  es la concentración.

1.1. Catalizador: Es un tipo de catalizador para el sistema de  $\text{CH}_2\text{Cl}_2/\text{SnCl}_4$  en la producción de espumas de uretano. Se ha encontrado el  $\text{CH}_2\text{Cl}_2/\text{SnCl}_4$  registrado como DAPCO que corresponde a la trietilóxido, que actúa más de actuar como acelerador de la reacción, favorece el crecimiento molecular que dará rigidez.

El mecanismo de la catálisis se describe en dos fases:

1.1.1. Fase de activación: Los catalizadores son ligandos nucleófilos que se combinan con el grupo  $\text{OH}$  de las moléculas de ácido para formar un complejo de coordinación que actúa como un catalizador de tipo  $\text{CH}_2\text{Cl}_2/\text{SnCl}_4$ .

viscosidad menor de 500 c.p.

Si se hacen adiciones de compuestos halogenados y/o fósforo, se obtienen propiedades autorstinguibles.

Las formulaciones serán en muchos casos mezcla de polioles -- que tienen en su molécula aminas que actúan como catalizadores y cruza dopes moleculares. Sin embargo, no se obtienen mezclas estables cuando se combina un poliol base amínica y otro base fósforo.

Se recomienda el uso de un poliol de baja viscosidad, con uno de base sacarina para dar resistencia estructural, combinados con uno en base fósforo que dará propiedades de retardancia a la flama.

2. - Isocianatos: Muchos de ellos son muy viscosos a la temperatura ambiente, por lo que son manejados a mayores temperaturas para reducir su viscosidad y facilitar la mezcla. Son relativamente tóxicos -- capaces de provocar dermatitis.

El tolueno diisocianato (TDI) puro y el 4,4 difenil diisocianato -- son más comunes.

3. - Catalizador: Excepcional para el sistema de "un paso", en la producción de uretanas deuretano, se ha mostrado el compuesto registrado como DABCO que corresponde a la trietiléndiamina, que además de actuar como acelerador de la reacción, favorece el cruzamiento molecular que dará rigidez.

El mecanismo de la catálisis se describe en dos fases: (1)

4. - Agente de sondado: Los más utilizados son líquidos volátiles capaces de controlar la temperatura, pues al evaporarse, consumen el calor necesario para su vaporización y evitar la degradación. Una

colata sea que a temperatura ambiente sea líquida y que su punto de ebullición sea menor de 110°C a la presión normal, puede servir como agente de espaldado.

El compuesto ideal para cumplir con el objetivo de producir una estructura celular uniforme, deberá tener una serie de propiedades que se enumeran:

- a) Deberá ser insoluble y no tóxico.
- b) No corrosivo.
- c) No inflamable.
- d) No deberá afectar las propiedades físicas y químicas del polímero, aún cuando sea soluble en él.
- e) No debe gaseosa ser térmicamente estable y químicamente inerte.
- f) Debe ser a baja presión de vapor a temperatura ambiente.
- g) Debe actuar rápidamente, es decir, un bajo valor específico y un bajo valor latente de vaporización.
- h) Debe ser en fase gaseosa situación menor que el aire al través de la membrana del látex.
- i) Debe estar disponible en el mercado.

Para seleccionar que cumple con la totalidad de los requisitos planteados, el autor generó los generados 11, 12, 13.

La función desempeñada por el generador 11 en las espumas rígidas es doble.

- a) Como agente de espaldado para la expansión.
- b) Como elemento que contribuye a la baja conductividad térmica.

ya que el gas que queda atrapado en las celdas, es de muy baja conducti-  
vidad.

A continuación se presentan cuatro diferentes formulaciones pa-  
ra diferentes espumas rígidas que son adecuadas, localizándose en el apén-  
dice correspondiente (2), una tabla de proveedores de materias primas  
y sus descripciones:

### FORMULACIONES

MATERIAS PRIMAS	1	2	3	4
Poliisopropilenglicol base m. pentaeritritol P.M. 550	40.000	50.000	20.000	20.000
Poliisopropilenglicol base 1501010 P.M. 500	30.000	30.000	60.000	70.000
Poliisopropilenglicol base 0011010 P.M. 500	30.000	20.000	20.000	10.000
Agua	0.500	0.500	0.500	0.500
Agente de espaldado trichloro fluorometano	25.000	25.000	25.000	25.000
Catalizador Amínico Trimetilendiamina (Liq)	1.500	1.500	1.800	2.000
Aditivo de Silicona Tetraactivo	1.500	1.500	1.500	1.500
Cargas				
Aerén	20.000	20.000	20.000	20.000
arena	20.000	20.000	20.000	20.000
Bagazo de caña	-----	-----	20.000	-----
Vitról, etc.	-----	-----	-----	-----

Volumen de reacción	5.000	5.000	10.000	20.000
Densidad	12,0Kg/m <sup>3</sup>	15,0Kg/m <sup>3</sup>	11,0Kg/m <sup>3</sup>	14,0Kg/m <sup>3</sup>
Volumen de metano requerido l./l. de metano diclorometano	120	125,5	110,5	108,5
Características	A. E.	A. E.	N. C.	N. C.

A. E. = Auto Extinguible

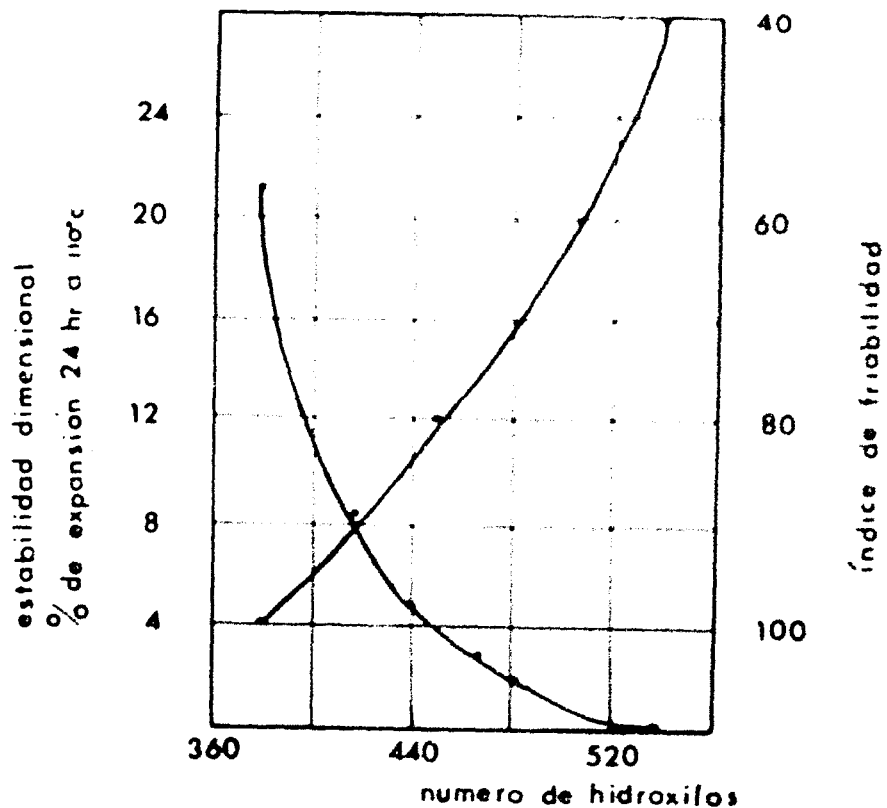
N. C. = No Combustible

En primer término se lleva al cabo la mezcla de los políoles que sirven como base para los demás componentes de la reacción. El cálculo de las partes del diclorometano referidas al políol, se efectúa con la ecuación apropiada (apéndice 2).

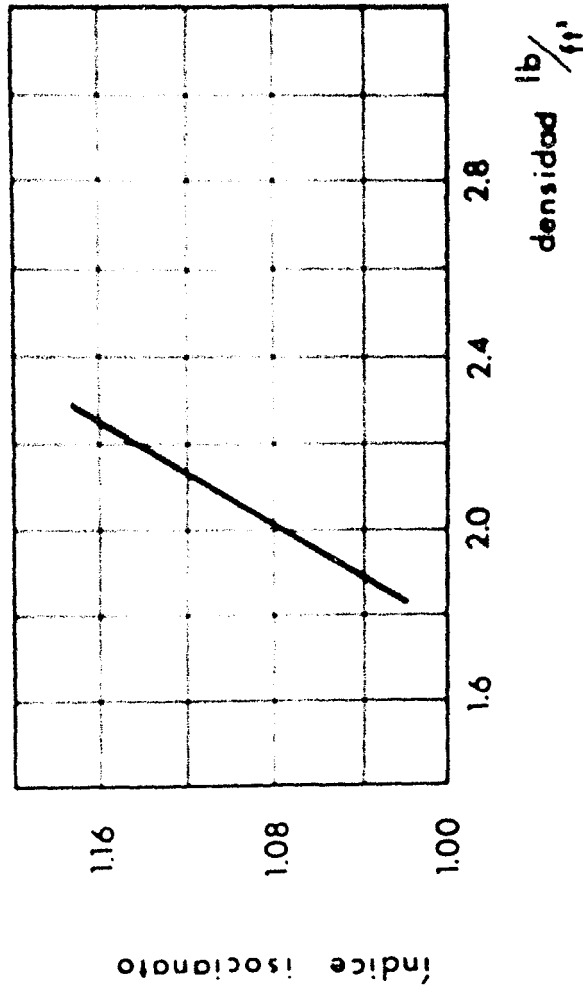
El índice empleado en los cálculos es 105, es decir, un exceso de un 5% referido al tetramato estequiométricamente requerido, con el objeto de asegurar la reacción de todos los grupos hidroxilos. (5). En todas las emulsiones se emplea un activo estabilizador de la espuma.

Los políoles base fórmica ofrecen una excelente compatibilidad con todos los políoles. Su baja viscosidad permite un fácil manejo. La acetil derivada de la sacarosa actúa con gran efectividad en el cruzamiento molecular dando a la espuma buena estabilidad dimensional y muy buena conservación de la conductividad térmica al transcurrir el tiempo.

En el proceso de espumado de un panel se usan tetramatos orgánicos con el objeto de tener un mayor control sobre la reacción, además de que son más económicos. En general la calidad que se obtiene depende del grado en que se mantengan bajas las variaciones de temperatura durante todo el proceso.



**EFFECTO DE NUMERO DE HIDROXILOS  
SOBRE ESTABILIDAD E INDICE DE  
FRIABILIDAD**



## EFFECTO DEL INDICE DE ISOCIANATO SOBRE LA DENSIDAD

En la selección del políol adecuado, se recomendará una alta funcionalidad que sufrirá significativamente en la estabilidad dimensional debido al abultante éster ureta molecular. Sin embargo, se cuidará de no exceder el valor óptimo pues también aumenta la friabilidad de la espuma. El balance de las propiedades está representado en la figura...

Se ha establecido el uso de un exceso de IHI del 3% para asegurar una completa reacción. El hecho de que falte isocianato provoca ruptura de las celdas a temperaturas elevadas y con ello, un aumento del factor K de conductividad calorífica. Por el contrario, si los grupos  $\text{NCO}$  se encuentran en mayor cantidad que la requerida, disminuye la resistencia al enmohecimiento. La relación entre el índice empleado y la densidad es lineal como se muestra en la figura...

## C. EQUIPO.

### 1. Generales.

Ammaral Equipment Co., proporciona comercialmente el equipo adecuado para la producción de espumas de uretano, formado por varios sistemas acoplados para integrar una unidad que mezcla los componentes en un dispositivo conocido como "cabeza", en donde se inicia la reacción.

La capacidad puede ser regulada teniendo un rango de 5 a 12 lb/min., basada en una relación de 1:1, es decir, 1.5 a 2 lb/min., de resina y de 1.5 a 2 lb/min., de isocianato.

La corriente de alimentación, de 200/240 Volts, trifásica 60 ciclos, debe ser suministrada por un motor de 1/2 KW.

opera a una presión de 20 psia a razón de  $10^4$  m.c./s. seco.

El grupo se variado en lugar para sistema "un paso" registrado en el sistema 771-7D.

En la descripción.

a. Sistema Mexina.

Opera con un rango de viscosidades que va de 50 a 1000 cps., producido de un tanque de alimento con capacidad de 10.4751, diseñado para resistir una presión de trabajo de 10 psig como máximo. La tapa es fácilmente separable del cuerpo y lleva ajustada una válvula de seguridad.

Un regulador de presión y un medidor del flujo de gas completamente ajustados con una válvula de control y una escala, permiten vigilar el nivel del depósito.

La línea de succión a la bomba incluye una válvula interruptora del flujo de entrada y el filtro correspondiente.

El sistema dosificador está compuesto por una bomba rotatoria de engranes sensible a los cambios de presión, capaz de operar con un nivel máximo de 10 psia.

Una bobina de corriente alterna que lleva una doble flecha, gobierna automáticamente los sistemas dosificadores en la descarga de la bomba para regularidad del espesor cuando la presión se eleva excesivamente.

Como medida de transferencia de calor se emplea en línea un cambiador de calor de sustrato en el que circula agua caliente y fría. El propósito de la bobina es el objeto de mantener la temperatura de los materiales extraídos dentro de los límites.

El sistema de llenado se construye. Una válvula de relleno

línea en línea, sirve para mantener el balance de presiones antes y después del variador.

Una línea de solvente de la unidad clasificadora a la cabeza mezcladora será indispensable para la limpieza del equipo. Los tubos y las bridas y demás conexiones son de acero al carbón.

El Sistema Resinatoso.

La descripción corresponde a la del sistema resina.

El Sistema Solvente.

El depósito de solvente tiene una capacidad de 7,57 l. de aluminio. Está diseñado para soportar una presión máxima de 40 psig. provisto también de una tapa que lleva una válvula de seguridad ajustada.

Un regulador que opera con aire a presión regula el solvente necesario. Tiene un indicador de nivel, un desagüe y su válvula correspondiente.

La línea de solvente con su filtro lleva el líquido hasta la cabeza mezcladora. El flujo se controla manualmente con una válvula de globo adyacente a la cabeza.

La Cabeza Mezcladora.

Es el punto de reunión de los materiales y en consecuencia donde se inicia la reacción.

Las corrientes que llegan se recorren continuamente por medio de válvulas interiores conectadas a un sistema común, de tal forma que uno de ellos es responsable del balance de presiones de la cabeza para garantizar una circulación adecuada de los materiales. La entrada al interior de los componentes de la operación se realiza directamente que el aire que llega al

dispositivo está seco.

Forman parte también de la cabeza mezcladora un agitador accionado por un clutch incorporado a un motor de corriente, alterna de velocidad constante con tres arreglos posibles: 2500, 1000 y 4600 r.p.m.

a) Tablero de control.

El transformador abastece todos los elementos de control reunidos en un circuito enlazados.

- 1) Botones de encendido. Luces. Tablero.
- 2) Control de encendido de motores.
- 3) Reloj tacho seg. para medición del tiempo de vaciado.
- 4) Interruptor de vaciado continuo.
- 5) Luces indicadoras del tipo de vaciado.
- 6) Control del sistema de calentamiento/enfriamiento de componentes.

También en el tablero de controles, se encuentran los de la cabeza:

- 1) Control de vaciado.
- 2) Agitador.
- 3) Válvula de seguridad.
- 4) Control de flujo de aire y solvente está en la cabeza.

b) Piezas.

La lista de precios del equipo son L. V. E. Akron, Ohio. La entrega se hace 3 o 4 semanas después de que se ha aceptado la solicitud de compra.

1) Unidad espumadora..... \$ 85,000.00 M. N.

El paquete, en su totalidad, cuesta \$ 1,000.00 M. N.

Empaques opcionales.

La unidad abastecedora de agua fría-caliente, 220 volts, una fase corriente que consume 3.5 KW, es compuesto por

Una resistencia de 1250 Watts y una unidad de enfriamiento de una tonelada, colocadas en línea con los cambiadores de calor.

El circuito que lleva agua caliente incluye un depósito con capacidad de 22.7 l., con calentadores de inmersión con un termostato e indicadores visuales de temperatura de las corrientes.

El circuito que maneja agua fría está constituido por un recipiente de 20.5 l., en línea, con el motor de la bomba de recirculación y por indicadores de temperatura.

La unidad requiere de agua periódicamente debido a las pérdidas que sufre por evaporación. Una línea de 1 cm. de longitud une a los cambiadores de calor y a la fuente de abastecimiento de agua.

El costo de la unidad S. A. L. Akron, Ohio es \$ 19,062.50 M. N.

Empaque, si es enviado junto con la unidad esparadora 250.00 M. N.

Transformador de 440 volts, \$ 2,375.00 M. N.

Un control de nivel constante.

El sistema que se montado es un tanque para mantener el material que mantiene un nivel constante y que consiste en una cantidad fija de mercurio, una válvula solenoides, una bomba, un interruptor, 1 cm. de manguera PARA AIRE.

El mercurio cierra el circuito con la válvula, para enviar aire a la bomba de aire, el tanque automáticamente abre cuando el nivel del tanque ha

El empaque..... \$ 1,000.00 M. N.

Empaque opcional.

La Unidad abastecedora de agua fría-caliente, 220 volts, una fase 60 ciclos que consume 3.5 KW. Compuesto por:

Una resistencia de 1250 Watts y una unidad de enfriamiento de una tonelada. Colocadas en línea con los cambiadores de calor.

El circuito que lleva agua caliente incluye un depósito con capacidad de 22.7 l. con calentadores de inmersión con un termostato e indicadores visuales de temperatura de las corrientes.

El circuito que maneja agua fría está constituido por un recipiente de 26.5 l. en línea con el motor de la bomba de recirculación y por indicadores de temperatura.

La unidad requiere de agua periódicamente debido a las pérdidas que sufre por evaporación. Una línea de 3 m. de longitud une a los cambiadores de calor y a la fuente de abastecimiento de agua.

El costo de la unidad L. A. E. Akron, Ohio es ..... 19,002.50 M. N.

Empaque si es enviado junto con la unidad espumadora 250.00 M. N.

Transformador de 440 volts..... 2,375.00 M. N.

b) Control de nivel constante.

Sistema que va montado en un tanque para mantener el material que contiene a un nivel constante y que consiste en una cantidad fija de mercurio, una válvula solenoide, una bomba, un interruptor, 3m. de tubería para aire.

El mercurio cierra el circuito con la válvula, para enviar aire a la bomba de alimentación automática cuando el nivel del tanque ha

La adn aproximadamente 2,5 cm.

El control del nivel debe ser colocado en los recipientes de resina, cementos y solvente..... \$ 4,812.50 M.N.

c) Sistema de purga aire-solvente.

La limpieza de la cabeza mezcladora es posible mediante el uso de cuatro cronómetros cada uno de ellos ajustable independientemente a intervalos de 1 a 15 segundos. El primero mide el tiempo en que se hace el vaciado, el segundo gobierna una alarma que funciona en el caso de que la cabeza mezcladora no complete el ciclo. El tercer reloj controla la salida del solvente y el cuarto la del aire para efectuar la limpieza en un tiempo inferior. El avance adecuado de este mecanismo se observa en los controles generales..... \$ 6,875.00 M.N.

d) Soporte de la cabeza mezcladora.

Con extremo ajustable..... \$ 1,562.50 M.N.

e) Inyección de aire.

Mediante un control de volumen en la cabeza, es posible el mezclado complementario de la espuma. El sistema consiste en un medidor de flujo, una válvula de agua, un regulador de presión y una válvula solenoide. La operación puede ser manual o automática... \$ 1,675.00

f) Aire para arrojar material remanente.

Después de mezclar y vaciar, una pequeña cantidad de espuma queda dentro de la boquilla de la cabeza que debe ser desalojada inmediatamente con un chorro de aire de hasta 4 segundos. El conjunto que forma este dispositivo protector consta de un reloj, una válvula solenoide y un regulador de presión..... \$ 1,562.50 M.N.

El total necesario para el proyecto.

Incluye el mezclador desafiador, manguera, medidor de flujo, escala de presión y válvulas. Proviene de conexiones para alimentación..... \$ 7,000.00 M.N.

#### 4. Necesidades.

El control de temperatura puede tener una variación máxima de  $\pm 2^{\circ}\text{F}$  del punto deseado. Es recomendable recircular los materiales durante 30 minutos, antes de principiar la operación para obtener condiciones más homogéneas. Así también es aconsejable mantener los depósitos en un rango de temperatura no mayor de  $\pm 10^{\circ}\text{F}$  del punto deseado.

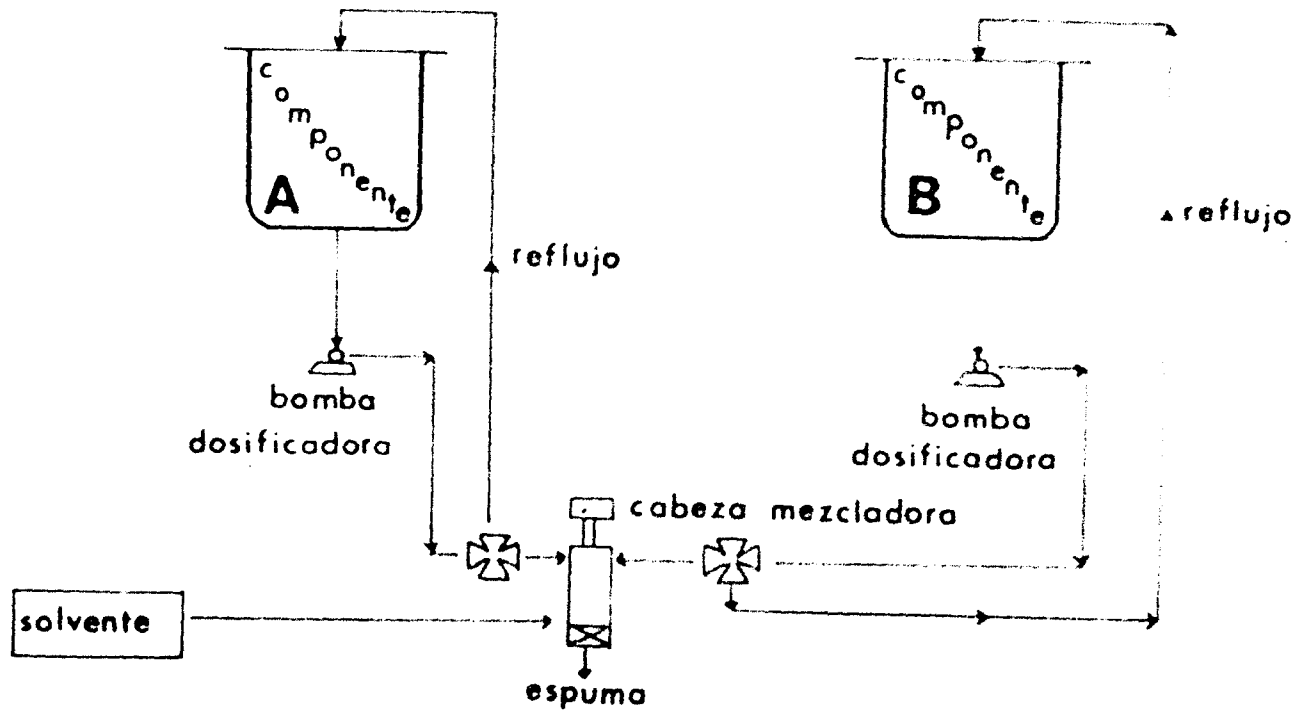
La desafiación tiene un error máximo de  $\pm 1\%$  en la formulación total, siempre y cuando la temperatura sea controlada dentro de los límites señalados.

No se recomiendan tiempos de vaciado menores a un segundo. Algunas formulaciones pueden formar espumas dentro de la cámara de mezclado después de una operación prolongada, por lo que se hace necesaria una interrupción para corregir el estado de las partes afectadas.

El equipo será operado con los materiales que usará la planta y se entrenará una persona para su manejo.

## D. EFECTO DE LA PRESION ATMOSFERICA EN LA PRODUCCION DE ESPUMAS DE UREYANO POR EL PROCESO DE "UN PASO"

1. Cuando se hace el vaciado de la mezcla, y la reacción avanza,



**DIAGRAMA DE FLUJO**

La respuesta es que depende de la resistencia a la evaporación del agua, y el agente de soplado presentes. Si la presión atmosférica disminuye, el trabajo de expansión también disminuye, por lo que la cantidad de agua y agente de soplado necesarios para el levantamiento normal es menor.

Esta relación entre la cantidad de agua requerida a UNA PRESIÓN, y la requerida a otra es constante según resultados experimentales reportados (70).

Los cálculos experimentales para determinar la cantidad de agua a 580 mm. de Hg. de presión atmosférica (en México, D. F.), en función de la cantidad de agua requerida a una presión de 760 mm. de Hg. (al nivel del mar), fueron correlacionados para encontrar los valores de las constantes más apropiadas mediante mínimos cuadrados. Se dio la forma:

$$Y = a + bX$$

Y = Cantidad de agua requerida a 580 mm. de Hg.

X = Cantidad de agua requerida a 760 mm. de Hg.

Los datos obtenidos fueron:

$$a = 0.287$$

$$b = 0.833$$

TABLA 5

VARIACIONES EN LAS CANTIDADES DE AGUA REQUERIDAS CON LAS

CANTIDAD DE AGUA requerida a 760 mm.	DENSIDAD EN	
	CANTIDAD DE AGUA 580 mm. de Hg.	DENSIDAD Rp. = 1.

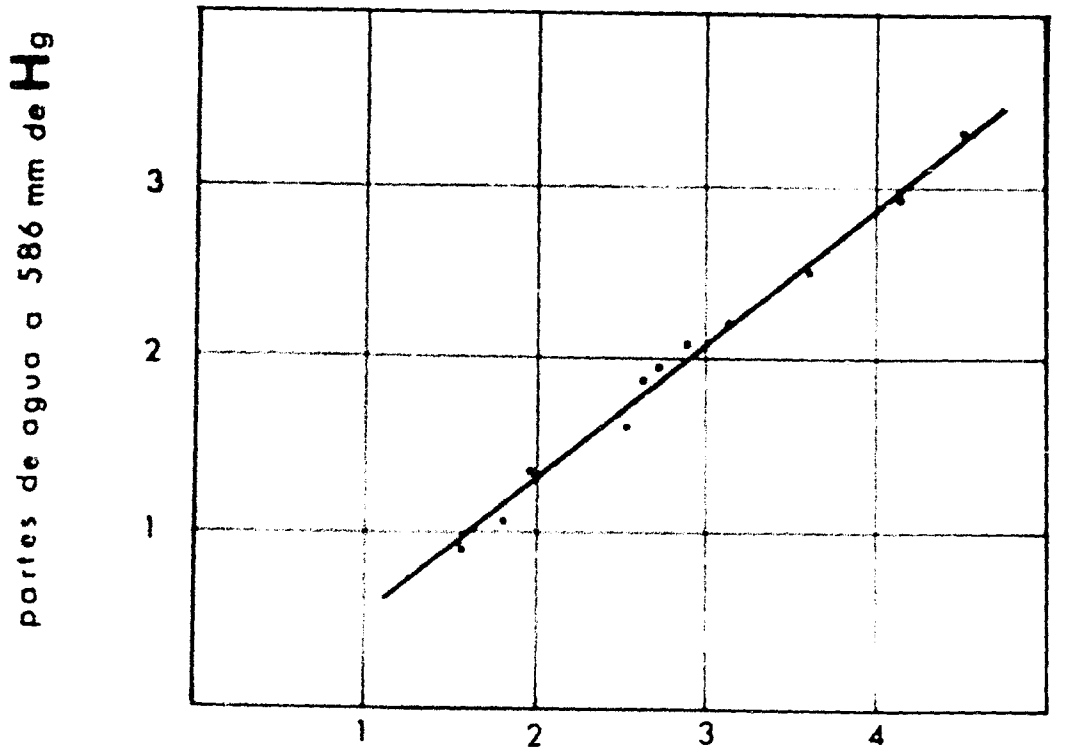
1.73	1.60	37.75
1.80	1.44	48.50
2.05	1.35	45.95
2.38	1.58	18.40
2.55	1.80	11.60
2.85	2.55	12.30
2.95	2.40	12.00
3.10	2.20	10.20
3.50	2.50	27.22
4.10	3.00	24.15
4.45	3.30	21.60

#### 7.3 MOLDEO.

Una vez que se ha decidido acerca de la densidad del producto final, es necesario calcular el peso de los componentes de poliuretano por usar, conociendo sólo el volumen de la pieza y usando un exceso del 10% al 20% aproximadamente como sobrepacado.

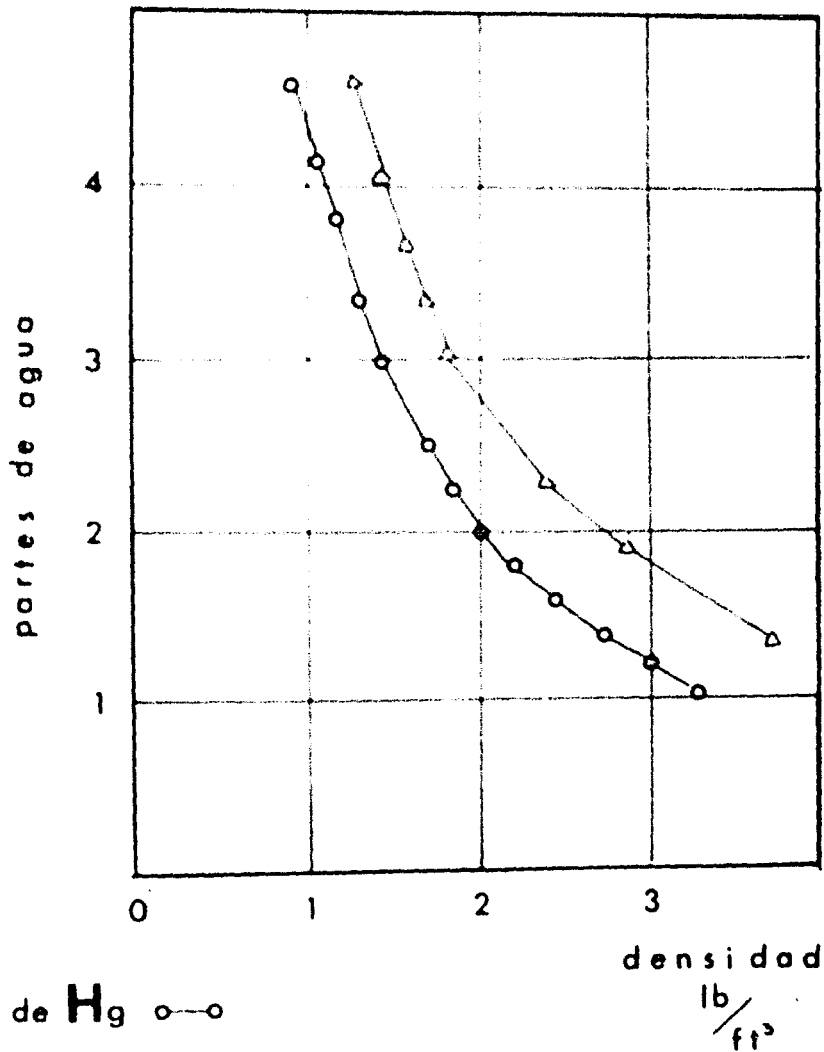
Después de haber el vaciado, el molde se cierra en la parte posterior con una cubierta metálica o de madera, asegurándola por medio de abrazaderas, grapas, etc., con objeto de mantener una presión constante dentro del molde, logrando con ello una distribución homogénea del material y una buena densidad.

Es importante mantener la temperatura constante en los moldes.



Partes de agua a 760 mm de Hg

RELACION ENTRE LAS CANTIDADES DE  
 AGUA REQUERIDAS A 586 mm Hg y 760 mm Hg



586 mm de Hg ○—○

760 mm de Hg △—△

**CANTIDAD DE AGUA REQUERIDA  
EN FUNCION DE LA DENSIDAD**

que la expansión de la espuma se debe a la generación de vapores de agua y freón. En la temperatura varía de un punto a otro del molde, la expansión de estos gases cambia también.

La fabricación de piezas de poliuretano en serie, requiere de moldes elaborados de un modelo original fabricado por un artesano. Tradicionalmente usado el latex de caucho HTV o HV, aunque se emplean también moldes fabricados con plásticos reforzados, aluminio, elastómeros de acetato, polietileno, propileno, etc.

En los últimos años se ha desarrollado el uso del hule de silicona, debido a que reúnen una combinación de propiedades que los convierten en un material versátil y sencillo de obtener. Su excelente estabilidad a altas y bajas temperaturas, su resistencia a la intemperie y gran estabilidad ante agentes químicos, su antiadherencia a la mayoría de los plásticos y su fácil paso del estado líquido a sólido (vulcanizado), sin necesidad de aplicar calor o presión, son quizá las importantes cuando se prensa en moldes.

La reacción química y tiempo de curado son acelerados por el calor, por lo que se sugiere que la mezcla de los componentes, se lleve al cabo en un rango de 25 a 35°C y los moldes se mantengan a una mayor temperatura para que la "piel", no sea demasiado gruesa y el tiempo de expansión y curado se disminuya.

En algunas ocasiones se agrega un color base a la mezcla o se pinta el molde con pintura acrílica o de nitrocelulosa para así lograr una excelente imitación de materiales, especialmente de maderas.

Después de la expansión se alcanza la gelación y el curado en 10 minutos, tiempo suficiente para tener en la pieza una estabilidad que permita su extracción del molde.

El tiempo de residencia dentro del molde, es el necesario para que la espuma alcance su completa expansión y cierta estabilidad que permita su extracción. Entre factores de tiempo intervienen como se ha mencionado.

Considerando una densidad nominal de 12 Kg.  $m^3$ , y un sobrecumulado al 10% que produce una presión de 0.4 Kg.  $m^2$ , se puede establecer el siguiente ciclo de moldes:

a) Aplicación de la capa base en el molde.....	90 seg.
b) Posición correcta de la máquina en el molde....	15 seg.
c) Vaciado.....	60 seg.
d) Movimiento de la máquina sobre el molde.....	10 seg.
e) Cerrado del molde.....	10 seg.
f) Tiempo de residencia.....	600 seg.
g) Abrir molde.....	10 seg.
h) Remover la pieza.....	75 seg.
i) Limpieza del molde.....	30 seg.
CICLO TOTAL.....	900 seg.

para diversificar la producción se emplean equipos de espumado con alimentación programada.

De lo anterior se concluye que un molde puede ser rotado cada 15 minutos, y si se tienen 15 moldes se podrá obtener una pieza por minuto.

### 3. - Proceso de moldeo.

Las etapas que integran un proceso de moldeo pueden resumirse como sigue:

- a) Aplicación del agente desmoldante.
  - b) Acondicionamiento de temperatura del molde.
  - c) llenado del molde con la cantidad requerida de espuma.
  - d) Perforo de curado.
  - e) Desmoldado del producto.
  - f) Limpieza del molde y reiniciación del ciclo.
- Preparación del molde (a y b).

Los moldes debe estar perfectamente limpios, libres de cualquier material extraño o residuos de espuma, ya que la presencia de estos causará rallas y defectos en la superficie de la pieza. Una vez que se ha limpiado, se procede a la aplicación de desmoldante ( una vez, uniformemente sobre la superficie del molde, (evitando un exceso que causarfa defectos en la pieza.

#### llenado del molde (c).

El llenado del molde se hará cuando aún las materias primas no han reaccionado de una manera apreciable, es decir; después de mezclar transcurre un lapso de tiempo conocido como tiempo de "cremado" durante el cual la mezcla toma una apariencia cremosa, para luego iniciar la expansión. El vaciado pues se recomienda hacerlo antes de que el tiempo de "cremado" haya transcurrido.

#### curado y desmoldado, (d y e).

El calor generado en la reacción es suficiente para concluirlo.

Generalmente un sistema de uretano se pigmenta directamente para obtener un color base cercano al acabado que se le va a dar. -- Cuando se emplea una capa base, la técnica para el acabado es igual a la que se aplica en la madera: sellador, laca primaria y un tinte que contenga un agente que elimine el brillo.

## EL CONTROL DE CALIDAD.

Las piezas obtenidas en el ciclo de moldeo son enviadas al área específica para su inspección, para lo que se emplean luces blancas con el objeto de determinar defectos. Cada placa se calienta hasta 180° para secar las ceras para después sopletear con aire y finalmente a la limpieza con solventes en fase líquida, generalmente clorados.

El control de calidad se refiere a dos áreas fundamentales:

- 1.- El producto y sus propiedades físico-químicas.
- 2.- La presentación al consumidor.

Es necesario determinar el tamaño del lote a inspeccionar, que pueda considerarse representativo de la producción total, para después compararlo con una calidad mínima establecida, es decir: fijar límites considerando una fracción defectuosa permanente, graficando para obtener distribuciones de frecuencia en los que se muestre la variación en las propiedades básicas en las dos áreas señaladas. Permitiendo así tener una constabilidad o probabilidad de que no haya fallas en un período de tiempo.

La recopilación de datos para integrar una distribución de fre-

menor tasa como base el registro del orden en el cual se hayan hecho las mediciones.

Respecto a la presentación de la placa, puede decirse que existe una amplia gama de acabados según la laca y el pigmento usados. Estos pigmentos pueden ser orgánicos como la antraphrimidina (amarillo), flavantrone (amarillo), a-astazone, (naranja) indizola (café), perileno (hermellón, marrón y rosa), ftalocianina (azul, café), triindigo (rojo, violeta), indantrona (café), e inorgánicos como el molibdato (naranja, café), cadmio (rojo, amarillo, café naranja), óxidos (rojos, cafés), de titanio y aluminio.

El sistema típico de acabado se aplica por medio de aspersión.

#### VI. SEGURIDAD INDUSTRIAL

De acuerdo con las disposiciones legales establecidas en la Ley Federal de Trabajo vigente actualmente en el país, en relación con la responsabilidad por el manejo de productos químicos usados en la manufactura de uretanos, debe señalarse la toxicidad de los vapores resultantes de la reacción así como también los riesgos del contacto directo.

Es conveniente aclarar que el daño que puede causar un producto, varía de persona a persona debido a la diferente capacidad inmunitante, pero de ninguna manera deberá coluirse que un producto es menos peligroso que otro, por esta consideración.

El cloruro de metileno es empleado generalmente en la industria de los uretanos para la limpieza. Es prácticamente inocio y sus

efectos paráliticos son mucho menores, comparados con el cloroformo.

El gasétil en sí, no tiene efectos graves toxicológicos pero los obreros y encargados de su manejo, deberán estar protegidos con gafas para evitar una posible salpicadura al ojo congelando la parte en que caiga. Su trasiego no debe ser en cuartos cerrados debido a que una alta concentración en el ambiente, puede provocar sofocación.

Los polioles son prácticamente inofensivos. Es recomendable evitar el contacto directo con la piel.

Las aminas producen dermatitis y llegan a absorberse en sangre, por lo que debe evitarse un contacto con la piel o la aspiración de vapores.

El isocianato provoca fuertes irritaciones cutáneas, aunque no es absorbido por la piel.

El daño más serio se deriva de la aspiración del mismo debido a:

1. - Formación de Dióxido de carbono y amina al contacto del isocianato con la humedad ambiente. Además de que el otro grupo isocianato al reaccionar con la amina formada; produce resina urea.
2. - Formación de biuret y resina insoluble que disminuye la capacidad pulmonar.

De ninguna manera se permitirá a obreros o empleados tomar alimentos, refrescos, etc., antes de lavarse cuidadosamente las manos. Lo que se hará en un lugar especialmente acondicionado para tal efecto.

A las personas más expuestas a los riesgos anteriormente mencionados, deberá administrarse atención médica preventiva periódicamente.

Como descontaminantes líquidos podremos mencionar:

1. - Solución de amoníaco concentrada, 10 partes, alcohol de naturalizado, 10 partes, agua 80 partes.

2. - Aceite 10 partes, tierra de infusorios, (batán), 18.5 - partes, solución concentrada de amoníaco 3.8 partes, agua 11.5 -- partes.

Equipo contra incendio.

Se contará con extinguidores de polvo químico APC seco de -- 20 lb. Colocados en lugares libres de acceso a 1.50 m. de altura se- ñalando dichos lugares con una franja color rojo bermellón que sobre salga 20 cm. El costo unitario es de \$ 790.00.

Un depósito de agua contra incendio se controlará mediante una capacidad de 200 gal. por minuto con un costo de \$ 13,000.00. Una - manguera de 1.8 pulg. de doble capa con valor de \$ 120.00.

Se instalará un extinguidor en el almacén de materias primas. Otro para las oficinas, uno más para el laboratorio, 4 en la nave de - producción y 2 en la bodega. (17)

La nave de producción contará con un extractor que permita -- la eliminación de vapores tóxicos, producidos durante la reacción.

El uso de guantes y vehículos adecuados para el transporte de materias primas y producto terminado deberá tomarse en cuenta en la instrucción del personal.

Se contará con un botiquín de primeros auxilios, ya que algu- nos de los productos manejados son altamente agresivos para algunas personas.

EL COMPAÑAMIENTO E INVERSIÓN.

Una producción de alrededor de 1.350 plafones diarios, que --  
constituyen un 20% de la demanda (1000 m<sup>2</sup>).

I. Inversión fija.

a) Inmueble

Terreno.....	\$ 80,000.00
Construcción.....	\$ 150,000.00
Condicionamiento.....	\$ 20,000.00
Acabado.....	\$ 50,000.00

b) Equipo.

Equipo básico.....	\$ 104,375.00
Equipo auxiliar.....	
3 Tanques con agitación.....	\$ 15,000.00
1 Compresora de 5 H. P.....	\$ 16,000.00
42 Moldes de Silicón.....	\$ 63,000.00
3 Transportes tambores.....	\$ 2,500.00
1 Extractor de aire.....	\$ 25,000.00
1 Bomba centrífuga.....	\$ 13,000.00
1 Manguera.....	\$ 860.00
9 Extinguidores.....	\$ 7,000.00
2 Pistolas CO <sub>2</sub> .....	\$ 2,400.00
c) Equipo de Laboratorio.....	\$ 10,000.00
d) Instalaciones Generales.....	\$ 20,000.00
Reserva.....	\$ 5,000.00

e) Equipo de oficina.	
1 Escritorios.....	\$ 11,000.00
1 Máquinas de escribir.....	\$ 15,000.00
1 Archivero.....	\$ 1,500.00
1 Silladora.....	\$ 2,500.00
1 Teléfono.....	\$ 4,000.00
f) Transporte.	
1 Camioneta Ford F150 con cabina neta.....	\$ 60,000.00
g) Gastos de importación (Impuestos fletes y Seguro 18% de equipo bá sico.....	\$ 18,800.00
<b>T O T A L :</b>	
	<u>\$ 720,000.00</u>

## I. - COSTOS Y GASTOS TOTALES.

### Costos de producción unitarios.

#### Materias primas.

#### 1) Polioxipropilenglicol

P-201..... \$ 12.10

#### 2) Polioxipropilenglicol

P-480..... \$ 15.00

#### 3) Polioxipropilenglicol

P-304..... \$ 15.00

#### 4) Geacril 11..... \$ 11.70

#### 5) Estireno W.L..... \$ 10.00

#### 6) Sulfato de amonio..... \$ 85.00

#### 7) Sulfato de aluminio..... \$ 13.00

8) M.D.M. .... \$ 14.00

PRECIOS POR Kg. L.A.F. EN LA PLANTA

TABLA C  
COSTOS DE MATERIAS PRIMAS POR PLACA

COMPONENTE	FORMULACIONES			
	I	II	III	IV
1)	\$ 1.02	\$ 1.23	\$ 0.51	\$ 0.52
2)	\$ 0.95	\$ 0.95	\$ 1.59	\$ 2.22
3)	\$ 0.95	\$ 0.64	\$ 0.64	\$ 0.32
4)	\$ 0.62	\$ 0.62	\$ 0.62	\$ 0.62
5)	\$ 0.52	\$ 0.52	\$ 0.61	\$ 0.68
6)	\$ 0.28	\$ 0.28	\$ 0.28	\$ 0.28
7)	\$ 0.14	\$ 0.14	\$ 0.55	\$ 0.55
8)	\$ 3.77	\$ 3.77	\$ 3.26	\$ 3.22
T O T A L	\$ 8.25	\$ 8.15	\$ 8.06	\$ 8.41

2. - Equipo y Maquinaria. Considerando una depreciación anual del 10%.

Equipo Principal.....	\$ 10,437.50
Equipo auxiliar.....	
1) Lámpara.....	\$ 1,500.00
2) Compresora.....	\$ 1,000.00
3) Moldes de silicón.....	\$ 1,300.00

1 Trajes protectores tales como.....	\$	180.00
1 Extractor de aire.....	\$	7,500.00
1 Bomba centrífuga.....	\$	1,100.00
1 Manguera.....	\$	80.00
9 Extintores.....	\$	700.00
1 Pistolas KG 502.....	\$	240.00
Equipo de laboratorio.....	\$	10,000.00
Instalaciones Generales...	\$	1,000.00
Depósito de agua.....	\$	500.00
7 Escritorios.....	\$	1,300.00
3 Máquinas de escribir.....	\$	1,500.00
1 Archivero.....	\$	150.00
1 Sopladora.....	\$	750.00
1 Camioneta.....	\$	6,000.00

1. - Mano de obra.

Costos de mano de obra anuales.

5 Plafoneros.....	\$	77,000.00
2 Veladores.....	\$	46,000.00
1 Chofer.....	\$	18,000.00
1 Machetero.....	\$	14,400.00
1 Supervisor.....	\$	24,000.00
1 Electricista promedio 2 horas...	\$	9,000.00
1 Laboratorista.....	\$	31,000.00

4. - Gastos Generales.

Seguros de la planta.....	\$	5,000.00
---------------------------	----	----------

Seguro Social.....	
Vacaciones.....	
Calificaciones.....	15% Mano de obra \$ 36,000.00
Indemnizaciones.....	
5. - Gastos administrativos.	
1 Recepcionista.....	\$ 16,000.00
1 Secretaria Ejecutiva.....	\$ 30,000.00
2 Secretarias.....	\$ 48,000.00
1 Mozo.....	\$ 14,400.00
1 Mensajero.....	\$ 14,400.00
1 Gerente General.....	\$ 110,000.00
1 Gerente de Ventas.....	\$ 90,000.00
1 Gerente de Producción.....	\$ 90,000.00
1 Contador.....	\$ 30,000.00
1 Jefe de Compras.....	\$ 30,000.00
5 Vendedoras.....	\$ 300,000.00
Teléfono.....	\$ 12,000.00
6. - Gastos Legales.	
Jurídico.....	\$ 30,000.00
7. - Publicidad.	
Gastos publicitarios.....	\$ 60,000.00
8. - Financieros.	
Préstamo (50% de la inversión)...	\$ 60,000.00
9. - Servicios.	
Electricidad 12 kw.....	\$ 48,000.00

1. PRECIO DE VENTA.

1. - Costos total unitario.

a) Materias primas.....	\$ 1900,000.00	
b) Equipo y maquinaria.....	\$ 47,000.00	
c) Mano de obra.....	\$ 222,000.00	
d) Gastos generales.....	\$ 58,000.00	
e) Gastos administrativos...	\$ 822,000.00	
f) Gastos legales.....	\$ 30,000.00	\$ 12.11/Placa
g) Publicidad.....	\$ 60,000.00	
h) Gastos financieros.....	\$ 60,000.00	
i) Servicios.....	\$ 48,000.00	
j) Empaque.....	\$ 45,000.00	
k) Mantenimiento.....	\$ 15,000.00	

T O T A L : \$ 4362,000.00

2. - Precio de venta.

Considerando que los costos totales por placa se calculan como \$ 12.11, tomando en cuenta que las medidas son:

Longitud = 0.605 m

Ancho = 0.122 m

Espesor = 0.025 m

siendo el volumen por placa de  $1.845 \times 10^{-2} \text{ m}^3$ .

La cantidad de mezcla reaccionante necesaria, será igual al --- producto de la densidad por el volumen de la placa que se desea producir, es decir,  $12 \text{ Kg m}^{-3} \times 1.845 \times 10^{-2} \text{ m}^3 = 0.2214 \text{ Kg}$ .

La superficie por plaza, es de 0,738 m<sup>2</sup>, que se le puede establecer un precio de venta de \$ 14,50 constituyendo un abateimiento del 10% en el valor de los platos más baratos existentes en el mercado.

**EL UTILIDADNETO Y RENTABILIDAD.**

**1. - Utilidades .**

Ventas brutas.....	\$	5,225,000.00
Devoluciones 3%.....	\$	<u>156,500.00</u>
Ventas netas.....	\$	5,068,500.00
Costos y gastos totales.....	\$	<u>4,302,000.00</u>
Utilidad bruta.....	\$	765,900.00
Deducción de impuestos sobre la renta ....		
4.5% reparto de utilidades en 50.....	\$	<u>352,900.00</u>
Utilidad neta.....	\$	352,900.00
Reserva legal (15% mínimo).....	\$	<u>17,800.00</u>
	\$	235,100.00
	<b>UTILIDAD LIQUIDA ANUAL.</b>	<b>\$ 235,100.00</b>

**2. - Rentabilidad.**

La rentabilidad de una empresa, está definida por la relación que exista entre la utilidad líquida anual y la inversión total.

$$\text{UTILIDAD LIQUIDA ANUAL} = \$ 235,000.00$$

$$\text{INVERSION TOTAL} = \text{INVERSION FIJA} + 2 \text{ meses de operación}$$

$$+ \$ 220,000.00 \quad + \$ 722,000.00$$

$$+ 2148,000.00$$

$$\text{RENTABILIDAD} = \frac{\$ 235,000.00}{\$ 1,148,000.00} = 20\%$$

## V. CONCLUSIONES.

A. - La producción de plafones de mejor calidad en todos los aspectos y a un menor precio, justifica la planeación de una industria dedicada a la manufactura de elementos aplicados a la construcción.

B. - Las ventajas enumeradas del poliuretano, en relación con los materiales tradicionales, podrán desplazarlos gradualmente. Trayendo consigo un aumento en la producción y en consecuencia un abatiniento en los precios calculados.

C. - El establecimiento de industrias químicas, es de primordial importancia para el desarrollo económico del país, debido a su alta tasa de crecimiento. Por otra parte, la creación de fuentes de trabajo favoreciendo la descentralización industrial, persigue el bienestar social; sin dejar de tener un amplio margen de utilidades.

## A P E N D I C E

1. - SUMARIO DE PRUEBAS FISICAS

2. - MATERIAS PRIMAS

3. - DATOS TECNICOS

## 1.1. SUMARIO DE PRUEBAS FISICAS.

Las espumas rígidas de uretano son probadas de acuerdo con los métodos descritos en los códigos ASTM, o DIN.

TABLA 1

### SUMARIO DE PRUEBAS FISICAS APROBADAS PARA ESPUMAS RIGIDAS

PRUEBAS FISICAS	NORMA ASTM	NORMA DIN
Exposición de sonido	C-164-c8T	52214
Resistencia a la tensión	D-1673-c4	53455
Resistencia al desgarro	C-273-c8	53422
Resistencia a la compresión	D-1621-c4	53421
Resistencia a la flexión	D-790-c4	53423
Conductividad térmica	C-177-c8	52612 18612 4108
Conductividad eléctrica	D-257-c6	
Permeabilidad al vapor de agua	E-96-53 T	53122
Flamabilidad	D-1692-c8	4102
Densidad	D-1622-c3	53420

Las propiedades de una espuma dependen de un gran número de factores:

La presión, temperatura de mezcla de reacción, la humedad ambiente, los aditivos que toman parte en la producción, la densidad aparente, el tamaño y la concentración de las celdas, las materias primas y las formulaciones empleadas, etc.

11 - MATERIAS PRIMAS.

TABLA I  
PROVEEDORES DE MATERIAS PRIMAS

Materia prima	Nombre comercial	Proveedor
Polióxipropilén glicol base n.º, pentaeritritol.....	Pluracol Dep 550	Poliolox, S. A. de C. V.
Polióxipropilén glicol base n.º aromática.....	Pluracol 364	Poliolox, S. A. de C. V.
Polióxipropilén glicol base éster.....	Pluracol 480	Poliolox, S. A. de C. V.
Agente de soplado.....	Genetrón II	CYDSA
Catalizador amférico.....	BABCO WT	Houdry Process & Chemical Co.
Agente tensactivo.....	DC-193	Dow Corning de Méx.
Fosfato de tricresilo.....	TCP	Industrias Resistol, S. A.
Poliisocianato aromático... 4,4 difenil metanodisocianato.....	IPMI 115	Upjohn Co.

Tomando como referencia 100 partes de polirol, se calculan las -- partes de isocianato necesarias estequiométricas e ítem más un exceso de 5% con la ecuación:

$$\frac{\text{partes de isocianato}}{\text{100 partes de polirol}} = \frac{\text{Vol. de } \text{C}_2\text{H}_4 \text{ X } 100}{5000} = \text{Eq. (isocianato X Índice)} / 100$$

Eq. = Análisis del

polirol es una serie de polióxipropilén glicoles derivados del pentaeritritol, cuya molécula se caracteriza por cuatro grupos de hidroxilos -

secundarias. Interviene como cruzador molecular.

TABLA 2

PROPIEDADES	PeP 450	PeP 550	PeP 650
Peso molecular promedio.	400	500	600
No. de hidroxilos: KOH g.	560	467	374
% máximo de agua.	0.1	0.1	0.1
pH	6.5	6.5	6.5
% máximo de volátiles.	0.1	0.1	0.1
Sodio y Potasio, ppm.	25	25	25
Color AHA.	25	25	25
Viscosidad a 25°C.	2500	1850	1200
No. Acido.	0.05	0.04	0.03

#### PLURICOLES PASADOS EN FOSFORO.

Esta serie de polioles con alto contenido de fósforo, ofrecen una excelente compatibilidad con todos los polioles. Su baja viscosidad permite procesarse con facilidad. Ofrecen propiedades de retardancia a la flama, para su empleo en elementos estructurales y decorativos.

TABLA 3

PROPIEDADES	PeP 450	PeP 550	PeP 650
Peso molecular promedio	400	500	600
No. de hidroxilos	560	467	374

% de hidrógeno,	5.7	5.6	7.5
Número ácido,	6.50	6.56	6.50
Viscosidad a 25°C, cpa,	1000	2500	800
Color, Gardner,	6	5	-
Densidad específica, 15-25°C, g/cm <sup>3</sup> ,	1.110	1.148	1.132

#### PLURICOLES BASADOS EN SACAROSA.

Serie de oxipropilén glicoles derivados de la sacarosa. Son empleados como cruzadores moleculares, efectivos al combinarse con políoles de baja viscosidad para facilitar su manejo. Son ideales en la producción de espumas rígidas muy duras de baja densidad, y con buena estabilidad dimensional con un coeficiente de conductividad calorífica bajo.

TABLE 4

PROPIEDADES	304
No. de hidroxilos promedio, KOH/g.	465
% de agua máximo,	0.10
Color, Gardner,	10.00
pH	11.00

TABLE 5

#### PROPIEDADES DEL GEMITRON 11

Fórmula Química	$\text{CCl}_3\text{F}$
Peso molecular	137.4
Punto de ebullición a una atmósfera	23.7°C
Punto de congelación	- 111°C
Viscosidad a 30°C	0.405 c. p. s.
Densidad a 30°C	1.455/g./cm. <sup>3</sup>
Capacidad calorífica a 30°C	0.27 cal./g.°C
Conductividad térmica a 30°C	
FTM Nr. B.° F. B.	0.0609
Kcal/hr. cm <sup>2</sup> . B.° C. cm.	0.1476
Flameabilidad	No

La obtención del generón 11 o tricloro fluorometano se lleva al cabo a partir del tetracloruro de carbono y el ácido fluorhídrico a caldo, en presencia de un catalizador consistente en uno o varios haluros metálicos (Ni, Co, Cr.)

También usando el tetracloruro de carbono con silico fluoruro de sodio o con fluoruro de calcio; es posible obtenerse.

En la producción de espumas rígidas de poliuretano, son usados poliols de bajos pesos equivalentes y alta grado de cruzamiento molecular. La función desempeñada por el generón 11, es doble:

1. - Como agente de soplado para la expansión de la espuma y
2. - Como elemento que contribuye a la baja conductividad térmica del producto, ya que es atrapado en las celdas.

PROPIEDADES DEL DMPCO, TRIETILENDIANINA

Peso molecular	112.17
Pureza (libre de agua)	98%
Contenido de agua	0.5-1.5%
Estado físico	Sólido blanco cristalino
Punto de fusión	158.0°C
Punto de ebullición	174°C
Solubilidad en agua 25°C	0.1%
pl (en solución al 1% de agua destilada)	10.5

La eficiencia del proceso cuando es usado este catalizador, se favorece por varias razones:

1. - La espuma contiene celdas uniformes.
2. - Se favorece la reacción de isocianato con agua provocando una rápida nucleación.
3. - Favorece la reacción isocianato-poliol dando lugar a la espuma, con cruzamientos moleculares.
4. - El tiempo de curado es menor comparado con otros catalizadores, por lo que es ideal en los procesos de moldeo.

TABLE 7

PROPERTIES TYPICAL OF I-23 P

Fórmula estructural.	$\begin{array}{c} \text{BrCH}_2\text{CHBrCH}_2\text{O} \\ \text{BrCH}_2\text{CHBrCH}_2\text{O-P}_2\text{O} \\ \text{BrCH}_2\text{CHBrCH}_2\text{O} \end{array}$
Peso molecular	697.7
Contenido de bromo	68.7%
Contenido de fósforo	4.44 %
Densidad a 25°C	2.22-2.26g./cm <sup>3</sup>
Viscosidad a 25°C	1400 a 1700 c.k.s.
Volátiles	7 a 11 %

En los agentes retardantes a la flama, los derivados halogenados orgánicos que contienen fósforo, resultan los más adecuados en las formulaciones de uretanos rígidos.

El llamado T-23-1, cuya fórmula estructural se define en la tabla No. 7, corresponde al: TRIS-(2,3-dibromo-propil) fosfato.

El contenido de fósforo y de bromo en la molécula es una especial asociación que provee de excelentes propiedades de retardancia a la flama.

Alta concentración, es traer consigo un abatimiento en las propiedades físicas de las espumas, especialmente de las rígidas.

T A B L A 7  
PROPIEDADES DEL 4,4' DIFENILMETANO DIISOCIANATO

Punto de ebullición	173°C
Punto de fusión	8°C
Peso específico a 25°C	1.25g/cm <sup>3</sup>

Viscosidad a 25°C	50-60 c.p.s.
CO <sub>2</sub>	30-31%
Contenido de sólidos	1%

EL N-DI-FENILMETANO DIISOCIANATO), es un líquido a temperatura ambiente capaz de producir dermatitis. Con el agua libera CO<sub>2</sub> por lo que los tanques de almacenamiento son generalmente llenados de nitrógeno o cubierto de mantener una atmósfera inerte.

El peso equivalente es una constante reportada como la cantidad dada el peso de diisocianato, que se combina con un peso equivalente de amoníaco secundario para formar urea.

#### 1. DATOS TÉCNICOS.

Datos técnicos de las espumas rígidas de uretano.

TABLA I  
ESTRUCZUS COMPARATIVOS PARA DIFERENTES MATERIALES --  
AISLANTES

MATERIAL	DENSIDAD lb in. <sup>3</sup>	ESFUERZO			
		Compresión	Flexión	Corte	Tensión
		lb in. <sup>2</sup>			
Uretilo	2	35	45	25	50
Polisocianato	2	35	45	30	30
Uretilo	2	10	20	--	--
Fibra de vidrio	0	1	80	--	80

TABLE 2

CUADRO COMPARATIVO DE ALGUNAS PROPIEDADES DEL URETANO  
RESPECTO A OTROS MATERIALES

Material	Temperatura de servicio °F	Flamabilidad	Permeabilidad	Absorción de Agua %
Uretano	-400 a 250	Autoextinguible	1.3	3
Fibra de vidrio	-35 a 500	No combustible	variable	variable
Poliestireno	-40 a 195	Autoextinguible	2	0 a 3
Vinilo	-40 a 200	Autoextinguible	1.0 máximo	1.2

TABLE 3

CUADRO COMPARATIVO DE EFICIENCIAS PARA EL AISLAMIENTO  
TERMICO.

MATERIAL	k	R	Espesor necesario para un aislamiento equivalente.
Uretano	0.11	0.09	1"
Fibra de vidrio	0.22	4.54	2"
Estireno	0.28	3.07	2.54"
Fibra de madera	0.27	3.70	2.5"
Lana mineral	0.30	3.33	2.75"

k = Valor de la conductividad térmica en Ft/hr. ft<sup>2</sup> °F. Determinados

en pruebas de laboratorio. Medida de flujo del calor al través de una pared.

R. - Valor de la resistencia que ofrece el material al flujo de calor. Dado por la relación del espesor y  $k$  considerando un espesor unitario de una pulgada.

## BIBLIOGRAFIA.

1. - SEMINARIO DE LA INDUSTRIA DE LOS URETANOS. Agosto de 1970  
Ciudad de Mexico.
2. - PASE MEXICANA. Depto. de ventas.
3. - PANORAMA ECONOMICO. BANCOMER. Vol. XXI No. 4 Julio de --  
1971. Apéndice estadístico. Variación de precios.
4. - SIC. Estadística. Anuarios 1960-1970. Importaciones.
5. - ELEMENTOS DE LA MERCADOTECNIA. Alfonso Aguilar Alvarez de  
Alba. Cap. 4. Investigación de mercados. Págs. 21-42. Cap. 6. Estu-  
dios Económicos previos. 4754. Cia. Editorial Continental, S. A. 1966.
6. - POLYURETHANES DOMBKROW, FERNARD A. REINHOLD PUBLISHING  
Co., N. Y. Cap. 2 Química de los uretanos.
7. - KIRK OTHMER. Encyclopedia of Chemical Technology. Vol. 21. Ure-  
thane Polymers. Págs. 90-92. Págs. 56, 57, 58.
8. - POLIURETERO. PUBLICACION DE POLIUREQUIMIA, S. A. de C. V.
9. - ESPUMAS RIGIDAS DE POLIURETANO. Revista de Poliolas, S.A. de C.V.
10. - SEGUNDA CONFERENCIA INTERAMERICANA EN TECNOLOGIA DE  
MATERIALES. México, D. F. Agosto 1970. Nuevos materiales poli-  
méricos para la construcción en gran escala. Alfredo Pérez de Men-  
doza, A. García, G. Alvarde.
11. - RIGID PLASTICS FOAMS. 2ª Edición. L. B. Ferrigno Reinhold Pu-  
blishing. Company 1967.
12. - ANUARIO ESTADISTICO DEL BANCO NACIONAL DE MEXICO. 1970

Contribución al producto interno bruto de la industria de la Construcción.

13. - ESPUMA SINTETICA RIGIDA DE POLIURETANO. Hartmoltopren. - BAYER.
14. - ADVANCES IN POLYURETHANE TECHNOLOGY. J.M. Buist. H. -- Gudgeon. 1968. Cap. 1. Sección 5.1.2.3.
15. - PLANCHAS DE HARTMOLTOPREN PARA EL AISLAMIENTO DE TECHOS. BAYER. No. DD5942. Edición 1.7. 1969.
16. - THE SOUND ABSORPTION PROPERTIES OF URETHANE FOAMS. - George L. Bell, Dr. Machwartz, Dr. J.S. Long. University of ---- Louisville.
17. - URETHANE IN BUILDING 8a/Mb. Mobay Chemical Company. Pitts- burg. E. A. 19705.
18. - PROPIEDADES FISICAS DEL HARTMOLTOPREN. BAYER. No. de orden DD5811 Eno. Edición: 1. 10. 70.
19. - ENCICLOPEDIA DE LOS PLASTICOS. Van Nostrand.
20. - STUDY OF THE EFFECT OF ATMOSPHERIC. PREASSURE IN THE MANUFACTURE OF ONE SHOT FLEXIBLE URETHANE FOAM. -- L.Q. Alfredo Ríos S. Urethane División, Polioles. S. A. de C. V.
21. - JOURNAL OF CELLULAR PLASTICS REPRINTED. Vol. 5, No. 4 July/August 1969.
22. - GUIA DE LA INDUSTRIA QUIMICA. Espumas Rígidas de Uretano para la Industria Mueblera. Ing. Alfredo Ríos Sánchez. Mayo/Ju- nio 1970. Page. 29-38.
23. - CELLULAR PLASTICS IN CONSTRUCTION. Reprinted of The So- ciety of the plastic Industry. 1970.

24. - URETHANE FOAM SYSTEMS. S. P. I. 1970.
25. - A GUIDE FOR THE PORED-IN-PLACE APPLICATION OF RIGID URETHANE FOAM FOR INDUSTRIAL INSULATION. June, 1969.
26. - CELLULAR PLASTICS IN CONSTRUCTION APPLICATIONS AND FIRE PROTECTION. Mayo de 1965. Cellular Plastica División. - S. P. I.
27. - ~~Relación de~~  
GSI. PEMEX

ESTA TERCERA SE IMPRIMIO EN OCTUBRE DE 1972  
EMPLANDO EL SISTEMA DE REPRODUCCION  
TERMO - OFFSET EN LOS TALLERES DE  
IMPRESOS OFFBALD S. A., AV. COLONIA  
DEL VALLE NO. 931 ERQ. ADOLFO PRIETO  
TEL. 5-23-21-00 ORIGINAL MIER Y PESADO  
NO 34914 TEL. 5-23-03-33 MEXICO 12. D. F.