

200617
26
2ej



UNIVERSIDAD LA SALLE

Con Estudios Incorporados a la
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
ESCUELA DE INGENIERIA

**MECANIZADO AUTOMATICO PARA
SISTEMAS DE POLIURETANO**

**TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
ESPECIALIDAD EN:
INGENIERIA MECANICA
PRESENTA
FELIPE DE JESUS MONTEERRUBIO MORALES**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

MEXICO, D. F.

1987



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 está 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.

I N D I C E

	Pag.
INTRODUCCION	3
GENERALIDADES	8
CAPITULO I QUIMICA FUNDAMENTAL DEL POLIURETANO	17
CAPITULO II TIPOS DE POLIURETANO	22
II.1 Definición de las principales espumas de poliuretano	23
CAPITULO III DESCRIPCION DEL PROCESO DE PRODUCCION	28
III.1 Moldeado de piezas	31
III.2 Campo de aplicación del poliuretano	32
CAPITULO IV PROPIEDADES MECANICAS	38
IV.1 Pruebas de acuerdo con ASTM (American Society of Testing Materials)	41
CAPITULO V FUNDAMENTOS Y BASES PARA EL DISEÑO	54
V.0 Cálculos y diseños de elementos.- Diseño de tanques.- Conexiones.- Soportes.- Soldaduras.- Radiografiado.- Tanque de Nitrógeno.-	

	Bomba de vacío.- Mezclador.-	
	Motores.- Bombas hidráulicas.	60
	Tablero de controles.	
V.2	Evaluación económica	88
	CONCLUSIONES	94
	BIBLIOGRAFIA	96

INTRODUCCION

Se puede decir que hoy en día no existe ningún sector de la industria en donde el poliuretano no tenga nada -- que ver, ya sea directa o indirectamente.

Además de sus múltiples posibilidades de producción, destacan sobre todo, sus excelentes propiedades, mismas que han hecho que el poliuretano, a pesar de ser una industria relativamente nueva y con un pasado muy próximo, se haya convertido en un material de gran demanda.

Ningún otro plástico es capaz de reunir tan completamente los requisitos más extremos como los polímeros del grupo de los uretanos; por una parte, se pueden fabricar rígidos como piedra cuando se desea elaborar algún elemento estructural como son muebles, defensas de automóviles o elementos de construcción.

Los hay también semiduros cuando se requieren piezas - como las utilizadas para equipos de seguridad de vehículos, autotransportes o suelas de zapatos. También se puede fabricar piezas blandas de muy alta elasticidad como - asientos de automóviles o colchones.

En fin, el poliuretano ofrece un rango tal de aplicación que prácticamente sus límites son los de la imaginación

ción de los usuarios e investigadores.

Podemos afirmar que ningún grupo de polímeros debe su éxito al trabajo efectuado en otros polímeros como los poliuretanos.

El primer poliuretano descubierto en 1973 por un grupo de investigadores fué elaborado tratando de eludir patentes sobre el Nylon; finalmente no se logró eludir nada, pero si se encontró el proceso de Poliadiición de los Diisocianatos.

El desarrollo científico y práctico de un poliuretano, nos permite obtener hoy en día, con solo escoger las materias primas necesarias y formularlas adecuadamente, productos con propiedades físico-químicas predeterminadas que cumplan con las especificaciones más rigurosas y todo esto actualmente, a precios razonables.

Uno de los principales objetivos de este proyecto es referirnos principalmente a los Sistemas de Poliuretano, y aunque estos constituyen solo una pequeña parte de la gran familia de los plásticos, son sin lugar a dudas, el grupo de polímeros más espectacular y revolucionario hasta hoy conocido. Ya que reúne las características y posibilidades de transformación más variadas y difícilmente, podrían compararse con cualquier otro plástico.

En México como la industria del poliuretano esta comenzando y los sistemas utilizados para su elaboración son un poco rudimentarios, se ve la necesidad de ayudar a la producción de poliuretano mediante máquinas completamente automáticas con controles de temperatura y presión, aunados a un dosificado a base de inyección por presión para poder elaborar poliuretanos de la mejor calidad posible y con el más bajo costo.

Así pues, el elaborar una máquina con estas características elimina la necesidad de recurrir a la importación, siendo que la tecnología tanto química como mecánicamente se encuentra a la altura de cualquier país y México, necesita evitar la importación y crear tecnología para aumentar la economía interna.

Otro de los principales objetivos de éste trabajo es dar un mayor impulso en México a la manufactura de productos de poliuretano en sus diferentes formas. Asimismo se le dará un enfoque dirigido hacia la industria de autopartes, la cual en la actualidad exige una demanda bastante fuerte de piezas elaboradas a base de plásticos, tal como lo es el poliuretano, material que actualmente un 32% es utilizado en la construcción de un automóvil.

Para poder comprender mejor la mecanización de los sistemas de poliuretano en el desarrollo veremos las generalidades de los poliuretanos, su historia y su desarrollo.

Veremos como se forma químicamente un poliuretano, además de mencionar los diferentes tipos de poliuretano, y sus principales presentaciones dentro de la industria.

En lo referente a su proceso de elaboración, moldeado de piezas y sus principales aplicaciones, lo detallaremos ampliamente.

La importancia de las pruebas mecánicas destructivas y no destructivas de acuerdo a la ASTM estarán descritas para cada una de éstas.

En cuanto a la DGN (Dirección General de Normas) no es necesario referirnos a ellas ya que prácticamente se basan en las Normas ASTM (American Society of Testing -- Materials).

Las necesidades de utilizar pruebas de acuerdo a ciertas normas es importante, ya que de éstas dependen la obtención de las características de los materiales, tanto físicas como mecánicas y comparar ante ciertos patrones establecidos por las Asociaciones para todos y cada uno de los materiales.

La parte más importante está contenida en el último capítulo, donde están los cálculos necesarios para poder llevar a cabo la construcción de la máquina, asimismo veremos el funcionamiento de la misma y evaluaciones econó-

micas que respaldan el proyecto.

GENERALIDADES

La situación en Europa a mediados del siglo pasado no podía haber sido mas favorable para provocar el nacimiento de la gran industria química.

Los descubrimientos y la comprobación en el laboratorio de las teorías de los grandes genios se sucedían a un paso asombroso.

Todo estaba esperando a que la técnica sacara partido de las hazañas científicas, las desarrollara y las llevara a la práctica en forma de procesos y productos útiles.

Una de las primeras aplicaciones prácticas en escala industrial fue, como lo había indicado Justus Von Liebig en 1844, la obtención de colorantes para la industria textil a partir del alquitrán de hulla.

Así es como en la ciudad Badense de Mannheim, Alemania, a la orilla del Rhin, se fundó el 6 de abril de 1865, una empresa que se dedicaría a la producción de anilina y de colorantes que eran productos completamente nuevos en ese entonces.

Los productos básicos necesarios en ese entonces era la sosa, clave para la industria química de este tiempo.

Poco después la industria se trasladó a Ludwigshafen, ciudad situada frente a Mannheim, al otro lado del Rin.

Friedrich Engelhorn y los hermanos Carl y August Clemm, seguramente nunca llegaron a imaginar que al correr de los años, la empresa fundada por ellos habría de convertirse en lo que hoy es; una de las empresas químicas más grande del mundo.

Pocos meses después de su fundación, la empresa inició su operación con un grupo de 30 trabajadores y algunos obreros no calificados. El número de empleados aumentó rápidamente y ya en 1869, era de 500; en 1910 fué de 10,000; en 1938 de 24,500 y en 1985, había llegado a 52,000.

Un año después de iniciadas las obras, se producía además de la anilina y los colorantes, carbonato sódico, ácido sulfúrico, ácido nítrico, ácido clorhídrico, cloruro de cal, así como verde de cromo y otros productos químicos.

El nombre original de la empresa; Badische Anilin Und soda Fabrik; se simplificó a últimas fechas a su actual razón social; BASF.

Sus actuales proporciones bastarían para darle a BASF un lugar predominante entre las grandes industrias contem

poráneas, pero además hay que señalar que en su constante -
evolución dinámica, esta empresa ha escrito alguna de las -
más sobresalientes páginas de la historia de la química mo-
derna; con la aportación de nuevos e importantes productos
que han contribuido a modificar y mejorar nuestra forma de
vida; como la elaboración sintética de productos tan impor-
tantes como los abonos y las vitaminas, reproduciendo y me-
jorando las cualidades de productos escasos y de difícil ob-
tención o, mas aún creando productos que no existían como en
el caso de los plásticos.

Después de que Friedrich Wholer, con la síntesis de la
urea, entró en el camino de la fabricación sintética de una
sustancia natural, surgió el ardiente deseo de producir --
sintéticamente las materias que ofrecía la naturaleza, por
ejemplo; la Quinina, (intentando imitar e incluso superar
a la naturaleza), el celuloide, la galatita, la fibra vul-
canizada y la seda artificial nitrocelulosica y de la visco-
sa son éxitos de los esfuerzos realizados en el siglo pasa-
do.

Adolf Von Baeyer, quien intercambiaba con Basf sus expe-
riencias y observaciones científicas, había encontrado en -
1872 que el fenol y del formaldehido, se podía fabricar sin-
téticamente un cuerpo resinoso, pero las materias primas --
eran caras y su transformación difícil.

A partir de entonces surgió de los laboratorios un gran interés por las resinas que se podrían considerar como un escalón previo para la obtención de los plásticos.

Rene Bohn realizó, junto a sus trabajos en el campo de los colorantes, algunos ensayos sobre la formación de resinas que desgraciadamente no tuvieron éxito. Los ensayos -- efectuados por Leo Hendrik Baekeland en 1907 en Estados -- Unidos, fueron los primeros que trajeron curiosidad general sobre ese sector.

Dentro de la empresa en que colaboraba Rene Bohn obtienen en 1912 su primera patente para la fabricación de resinas sintéticas y a ésta siguió en 1919 otra para la resina AW2, un material muy apreciado para la fabricación de lacas y barnices.

Entre 1908 y 1913 se iniciaron en el antiguo laboratorio de Añil de Basf, los trabajos sobre la síntesis del caucho, ese material que dejaba entrever su extraordinaria importancia futura para la industria del automóvil y de la bicicleta.

Aunque estos ensayos proporcionaron solamente un producto semejante a la goma dura con pocas posibilidades de empleo, también proporcionaron importantísimos conocimientos sobre la polimerización, es decir, sobre el fenómeno que partiendo de sustancias de bajo peso molecular, a -

menudo gaseosas, llamadas monómeros, forman por multiplicación las grandes moléculas, las macromoléculas de los plásticos. Estos trabajos fueron objeto de patentes y publicaciones y en los años 20 volvieron a reanudarse ampliándolos considerablemente en las más diversas direcciones para, por fin, terminar aplicándolos en la conocidísima síntesis de la BUNA (Plástico parecido al hule), que actualmente se practica en gran escala.

Después de 1919 se intensificaron los trabajos en el campo de las materias primas. La química técnica ofreció una gran cantidad de productos básicos y materias primas que eran apropiadas para este fin y elaboró nuevos procedimientos de síntesis, ventajosos desde el punto de vista económicos y técnicos para la fabricación de materiales conocidos, por ejemplo: para formaldehído y urea, para butadieno, etileno y otros muchos.

En Basf habían contribuido especialmente a estos resultados las síntesis de altas presiones, así como los trabajos que siguieron a la síntesis del anil y las nuevas y arriesgadas aplicaciones de la catálisis y de la presión que había traído consigo la química de Reppe.

Estos productos empezaron a atraer cada vez más la investigación científica y el interés de los químicos. Finalmente la técnica de aplicación incitó a la fabricación de nuevas materias que se necesitaban urgentemente en muchos --

sectores: por ejemplo, en la construcción de automóviles y aviones, en la industria de discos y en la electrónica.

La nueva orientación de los trabajos tropezó al principio en la empresa, con ciertas reservas; así, los químicos antiguos opinaban que éstas materias, que en sus propiedades y métodos de fabricación tanto divergían de la tradición de los colorantes, no encajaban en el programa de ese entonces, sin embargo, la nueva tendencia se impuso y los plásticos registraron en los siguientes descensos un poderoso desarrollo orientado al futuro.

Entre algunos grupos de la gran serie de producción de plásticos se encontraban; las resinas de urea formaldehído como la resina sintética, el poliestireno de múltiples aplicaciones, los compuestos poliacrílicos y polivinílicos, tan empleados en dispersiones y otras; las poliamidas y poliésteres, productos básicos para las fibras sintéticas y los Poliuretanos con sus infinitas posibilidades, así como los superespecializados plásticos de ingeniería.

Después de un ensayo minucioso en el laboratorio central, Walter Reppe muestra, al final de los años 20, como emplear el acetileno, ese producto tan importante para la fabricación de los plásticos.

La puesta en funcionamiento en 1943 de la fábrica de carburos para obtener grandes cantidades de acetileno para la -

fabricación de la Buna y de otras síntesis, constituyó un gran adelanto en este sector.

Sin embargo el carburo perdió mucha importancia como materia prima desde que la petroquímica se impuso cada vez más gracias a la explotación de nuevos campos de petróleo y gas natural. Basf se orientó hacia esta producción de materias básicas. Para el acetileno se ha encontrado una nueva fuente para la obtención del metano partiendo de los gases naturales y, en las instalaciones de craqueo del petróleo, se han creado nuevos centros de producción para las importantes materias primas: etileno y propileno.

La cinta magnética, está estrechamente ligada al desarrollo de las materias plásticas. En la exposición de radio de Berlín en 1935, la cinta magnética despertó por primera vez una gran admiración junto con el aparato magnetofónico desarrollado por la tecnología en esa época. En lugar del cable de acero, que hasta entonces se usaba para la grabación sonora, se empleaba una cinta notablemente más ligera y más fácil de manejar. En el transcurso de 30 años esta cinta magnética a base de plástico se ha hecho universal. Ni las centrales de cálculo y documentación, ni los transportes, emisoras de radio, escuelas, ciencia y arte ni tampoco los aficionados podrían prescindir de ésta cinta.

Dado el potencial del mercado mexicano y su creciente demanda por los productos de plástico, en 1964 se constituyó

Basf Mexicana e inicia su producción en nuestro país.

Basf Mexicana inició su producción con una planta en San ta Clara, Edo. de México, misma que en principio, se dedicó a producir poliestireno expansible y placa de poliestireno. Esta operación se traslado en 1978 a su asociada Polioles, S. A.

Continuaba el avance de las industrias del papel, cuero, colorantes y curtientes siendo ya la década de los 70, llegando ya a dispersiones plásticos y soluciones poliméricas.

En 1973 Basf introduce al mercado nacional los " Siste-- mas de Poliuretano ", poniendo así a disposición del industrial mexicano la tecnología de sus filiales.

A su vez, los modernos productos de éstas empresas estimulan la creación de nuevas industrias, como en el caso de los Sistemas de Poliuretano o por la ampliación de la industria ya existente.

Sin embargo, hay mucho por hacer todavía, como el campo de los plásticos, donde, si observamos el índice de consumo de los plásticos por habitante en México y, la falta de diversificación de productos y aplicaciones, nos damos cuenta que estamos apenas cruzando la línea de arranque de la gran industria de los plásticos.

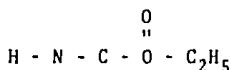
Pero esto es precisamente lo interesante del reto; existe la tecnología, el mercado potencial en México es muy grande y solo falta la acción de los Industriales Mexicanos para desarrollar la industria del plástico hasta poder satisfacer la demanda existencial.

Por tal motivo, esta tesis tiene como objetivo ayudar a esta industria del plástico.

CAPITULO I

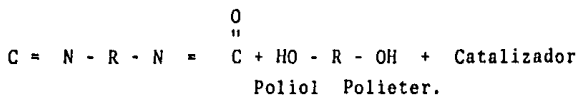
QUIMICA FUNDAMENTAL DEL POLIURETANO

Químicamente hablando en el sentido estricto de la palabra, Uretano, es el nombre común con que se conoce el etil carbamato.

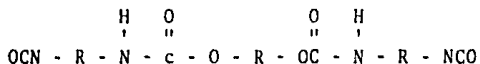


Cuando moléculas poliméricas se unen entre sí a través de puentes de uretano, al polímero resultante se denomina Poliuretano.

La química básica de los poliuretanos, entendidos como polímeros, tienen su fundamento en la reacción que tiene lugar cuando un grupo de Diisocianato encuentra un alcohol polieter o poliester polifuncional para formar un polímero sólido.



Catalizador.- Agente de soplado surfactante.



POLIURETANO.

Simultáneamente a esta reacción fundamental, ocurren mul

titud de reacciones secundarias que tendrán influencia definitiva en las propiedades del polímero formado.

Algunas reacciones son:

Diisocianato y Agua	Urea (RNH_2) + CO_2
Diisocianato y Amina	Urea Disustituida ($\text{RNHCONHR}'$)
Diisocianato y Uretano	Alofanate ($\text{RNHCOHR}'\text{COOR}'$)
Isocianato	Trimero.

El agua reacciona con el isocianato formando una urea -- sustituida, liberando Bióxido de Carbono, el cuál solo o en combinación con un agente de soplado puede producir un polímero espumoso. Otras reacciones de polimerización como Diisocianato más uretano, tiene lugar al reaccionar el isocianato aún presente con los productos de las reacciones como diisocianato más amina, asimismo más una pequeña proporción de isocianato trímero.

Las reacciones de polimerización simultáneas que ocurren forman cadenas entrecruzadas entre sí que dan lugar a un sólido perfectamente estructural. El grado de entrecruzamiento es determinante en las propiedades físicas del producto terminado, se puede preveer con gran exactitud mediante la selección apropiada de poliol de tal manera que, a mayor funcionalidad de éste, se obtendrán mayor número de enlaces --

cruzados en la estructura molecular del polímero final

En general los isocianatos reaccionarán con cualquier compuesto que contenga hidrógeno activo tales como epoxis, poliésteres, furanos, celulosa, hules, etc. Sin embargo, no todos los radicales conteniendo hidrógeno activo presentan la misma reactividad ante los isocianatos, por lo que se hace necesario el empleo de catalizadores para activar los hidrógenos latentes.

Sales metálicas de estaño o mercurio y aminas, sirven de catalizadores que excitan las moléculas para la reacción.

Para la formación de espumas de poliuretano, se aprovecha el calor generado en la reacción exotérmica entre el polioliol y el diisocianato para volatilizar un agente de soplado de bajo punto de ebullición, proporcionando así el efecto espumante.

La formación de celdas dentro del polímero implica el uso de agentes tensoactivos que determinan el tamaño y fórmula de las mismas y al mismo tiempo las estabilicen.

La presencia de impurezas en los reactivos y la interacción de otros compuestos necesarios para la formación del polímero deben ser tomados muy en cuenta para el cálculo estequiométrico de la reacción, ya que la cantidad relativa de grupos de NCO (Molécula de Nitrógeno Carbono - -

y Oxígeno libres que reaccionan con el hidróxilo contenido en el agente cruzante, estequiométricamente) a hidrógeno - activos presentes en el complejo reaccionante debe ser estrictamente observada para lograr el polímero.

Los polímeros cada vez más especializados y complejos - que requiere la industria de nuestro tiempo necesitan, como es lógico también formulaciones muy elaboradas.

Para tranquilidad de los usuarios, la investigación en - el campo de los uretanos ha conducido exitosamente a la elaboración de formulaciones terminadas, perfectamente balanceadas y listas para su uso, que garantizan de antemano las especificaciones requeridas, a precios módicos, simplificando al máximo la elaboración misma de los productos. Estas formulaciones reciben el nombre de Sistemas de Poliuretano y es - posible conseguirlas de inmediato y para cualquier uso.

El uso de sistemas de poliuretano, significa un cambio sustancial en la aplicación de este importante plástico.

Ahora es posible elaborar los productos más variados, contando con la tecnología más moderna de especialistas en el - ramo, liberando al industrial de la complejidad y responsabilidad de preparar e investigar por medio de propias formulaciones, permitiéndole así, concentrarse en la producción y - comercialización de sus productos.

A la introducción de los sistemas de poliuretano al mercado, debemos sin duda la generalización vertiginosa del uso del poliuretano en un tiempo relativamente corto.

CAPITULO II

TIPOS DE POLIURETANO

Hoy en día, con la gran diversidad de aplicaciones que existen para el poliuretano, no resulta fácil establecer una clasificación que satisfaga a todos los conocedores. Normalmente al intentar hacer una clasificación en los poliuretanos, se ha tomado como base; el uso o aplicación, - su apariencia o sus propiedades físicas y mecánicas e irremediamente se cae en la clasificación de productos intermedios que causan controversias. Agrava aún más el intento de clasificación, el empleo generalizado de marcas registradas y extrajerismos tendientes a describir los productos.

El concepto de lo que es un material espumado y uno no - espumado, resulta suficientemente claro para establecer una clasificación adecuada de los poliuretanos.

A.- ESPUMAS DE POLIURETANO.

- | | |
|-------------------|---|
| Espumas Flexibles | - De alta resistencia y curado en frío. |
| | - Semiflexibles (automotivas) |
| | - Flexible y curado en caliente |
| Espumas rígidas | - De llenado |
| | - Durométricas |

- De espreado.
- Isocianuricas.
- Espumas Elastoméricas
 - Microcelulares (calzado)
 - Espumas con piel integrada
 - Piezas especiales.

B.- POLIURETANOS NO ESPUMADOS.

- Elastómeros
 - Rígidos
 - Semirígidos
 - De alta elasticidad

Termoplásticos de
Inyección y Recu-
brimientos

- Industriales
- De Construcción
- Textiles

II.I DEFINICION DE LAS PRINCIPALES ESPUMAS DE POLIURETANO

Espumas Flexibles.

Las espumas flexibles se deben tratar aparte, pero hay que hacer hincapié en la tendencia actual a la sustitución total de las espumas a base de TDI (Toluidiisocianato) por aquellas a base de MDI (Metilendifenilisocianato) para el proceso de moldeado-curado en frío. Las ventajas que ofrecen las espumas a base de MDI son primordialmente:

- Mejores propiedades mecánicas
- Mejor procesabilidad
- Tiempos de desmoldeo más cortos

- Costo menor
- Mucho menor toxicidad.

Espumas Semirígidas

Las espumas (Elastofaom) semirígidas para relleno han encontrado una aplicación muy grande en la elaboración de tableros automotrices; un material de vista es espumado por la parte posterior con una espuma ligera de poliuretano en una operación sencilla que puede efectuarse, incluso en un molde abierto y con una máquina de baja presión.

Como material de acabado se utiliza una lámina termoformada de PVC (Cloruro de Polivinilo) que es el caso en el 75% de los autos de E. U. y Canadá, o bien una capa realizada ya sea por el proceso de Inmoulcoating (IMC, recubrimiento en molde), lo que solo se hace en Japón, o por el de Slush Moulding (moldeado a presión con polvos o plástico).

En el molde ya conteniendo el material de acabado se coloca el inserto si es necesario metal, plástico o fibra, se vacía la espuma, se cierra el molde y se espera a que transcurra la reacción. Tras un tiempo que puede variar de 3 a 12 minutos dependiendo de las condiciones del proceso, podrá retirarse la pieza con la espuma perfectamente adherida a ella.

Un sistema de este tipo presenta las siguientes propiedades generales:

- Excelente capacidad de flujo en el molde.
- Muy buena adherencia.
- Baja densidad (110 - 150 kg/m³).
- Celda abierta.
- Muy buena relación compresión - peso.

Este proceso se aplica ya en Japón, Alemania, Inglaterra, España, Italia, Francia, Estados Unidos y algunos otros países.

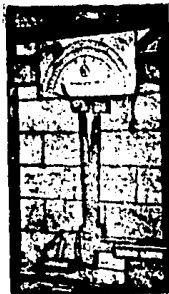
Una aplicación relativamente nueva de las espumas semirígidas la constituyen las espumas absorbentes de energía.

Una defensa hueca de un material equis se rellena con -- una espuma especial que, a pesar de su ligereza (100 kg/m³) ofrece una absorción viscoelástica de impacto tal, que permite la eliminación de elementos mecánicos de amortiguamiento sobre todo el aligeramiento de la pieza.

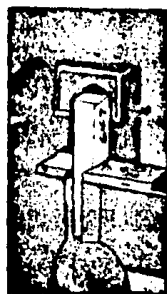
Sistemas de este tipo han sido evaluados en péndulos de -- impacto como se muestra en la figura siguiente.



1



2



3

La prueba se efectúa a 8km/hr. bajo una masa de 1 100 kg.
las siguientes son sus características generales:

- Poca alteración de propiedades en un rango de -35 a 65° C.
- La transmisión de fuerza de impacto varía menos de un 25% del original.
- Ligereza.
- Aún con 25% de contenido de humedad se conservan las propiedades sin alteraciones notables, aún a bajas - temperaturas (menos 35° C)

Esta espuma permitió reducir el peso del sistema de defensas del Mercedes 190 en más de 3 kgs. Los nuevos modelos del Saab y del Volvo incluirán defensas de este tipo.

Espumas flexibles de película integrada,

Los sistemas de capa integral, principalmente flexibles - permiten la elaboración de piezas espumadas con piel exterior firme. El fenómeno consiste en que la espuma aumenta de densidad en la proximidad de las paredes del molde hasta formar una material compacto libre de poros y de ahí se deriva su nombre.

El espesor de la película depende, como se deduce, de la temperatura del molde y de la densidad del empaque.

Los tiempos de desmoldeo van de los 2 a los 10 minutos - y tienen mucha aplicación sobre todo en la industria automotriz.

CAPITULO III

DESCRIPCION DEL PROCESO

El proceso de fabricación de productos de poliuretano es en principio sumamente sencillo, por comodidad en la explicación se describirá solo el proceso cuando se usa un sistema de poliuretano de 2 componentes para producir una espuma.

Los componentes se denominan generalmente como " A " y " B ", el componente " A " estará compuesto por una mezcla de polioles, agente espumado, los catalizadores metálico y amínico, un agente tensoactivo, pigmentos y algunos otros aditivos según sea el caso. El componente " B ", estará constituido en su mayor parte por diisocianatos mezclados ocasionalmente con otros productos.

Tanto en el trabajo manual como en el mecanizado, el principio fundamental consiste en pesar cantidades estequiométricas equivalentes, vaciar la mezcla en el molde, esperar el tiempo necesario para que se complete la reacción y desmoldar el producto terminado.

Según el proceso que se siga para elaborar la espuma podemos mencionar tres métodos:

A).- Moldeo de Piezas.

Consiste en vaciar los componentes ya mezclados pero aún líquidos, en un molde que tenga negativa del producto deseado.

Esto puede hacerse en un molde de tapa removible o vaciado a través de un orificio previsto en la pared del molde. Una vez vaciada la mezcla deberá cerrarse la tapa o el orificio del molde según sea el caso y esperar el curado, para cada producto deberá calcularse la cantidad a dosificar para obtener el peso volumétrico deseado. Los moldes deberán estar previamente tratados con desmoldante para evitar que las piezas se adhieran a las paredes.

Es posible producir piezas mediante este proceso tanto en forma manual como con una máquina semi o totalmente automática, para el cuál nuestro objetivo es el último caso.

La ventaja que ofrece trabajar el molde con tapa es la facilidad de repartición de la mezcla en el molde para lograr piezas homogéneas. El vaciado a través de orificios en la pared del molde es sólo posible cuando el tamaño de la pieza no sea demasiado grande, ya que debido a la reacción acelerada no se llenaría completamente el molde a menos que se utilizaran catalizadores.

B).- Vaciado en el lugar.

En este proceso los componentes del sistema son mezclados y vaciados en fase líquida en una cavidad, la cuál al efectuarse la reacción, quedará llena de espuma. La cavidad podrá ser regular o irregular y prácticamente de cualquier material ya que el espumado es totalmente independiente a ella. Aquí se aprovecha la gran adhesividad del poliuretano en formación, --

para formar elementos completamente integrados sin necesidad de utilizar adhesivos para unir la espuma a las paredes de la cavidad. Esta característica resulta especialmente importante cuando se requiere llenar cavidades irregulares o accidentadas para asegurar continuidad en la resistencia estructural.

Este proceso encuentra gran aplicación en elementos estructurales, además de ser utilizada en construcción como relleno de oquedades de todo tipo, en aislamientos de tanques y equipos para el sistema "Doble Pared", en producción continua o discontinua de paneles y elementos prefabricados en la industria de los empaques.

C).- Espreado o Aspersado.

Para este proceso se han diseñado equipos especiales para esprear o aspersar una espuma de reacción muy rápida de manera continua sobre una superficie que puede ser horizontal o vertical, de tal manera que forme un recubrimiento monolítico adherido firmemente y de espesor constante.

Este proceso de aplicación de espumas de poliuretano resulta ideal cuando se trata de cubrir ciertas cantidades de superficies tales como techos, tanques, tuberías, equipos y generalmente con fines de aislamiento.

También se emplea en la construcción continua de elementos

tos prefabricados para contrucción, espreándolo sobre madera, asbesto-cemento, concreto, lámina, cartón, etc.

III.I.- MOLDEADO DE PIEZAS.

Una de las mayores ventajas que ofrecen los uretanos al industrial es la economía y la versatilidad en el aspecto de moldeo.

Prácticamente cualquier material puede servir para elaborar los moldes, sin embargo, es deseable que su conductividad térmica y resistencia estructural sean lo mayor posible.

Según la complejidad del modelo se determinará el diseño del molde. Estos deben tener cierto huelgo y deben resistir presiones de aproximadamente 1 a 3 kg/cm^2 durante unos cuantos segundos por ciclo.

Los materiales más empleados son: aluminio, zamac, acero inoxidable, epoxi, poliester y elastómeros (Poliuretano).

Resulta muy económico pero además práctico hacer combinaciones de materiales. Así por ejemplo, un molde podría estar constituido por una parte de elastómero que tiene la propiedad de proporcionar detalles y efectos al moldeo, un firme hecho a base de epoxi cargado con arena sílica y una caja soporte hecha de madera.

Generalmente los moldes son de dos o tres piezas y su sistema de cierre se logra por medio de broches o anclas.

Ya que el poliuretano es perfectamente compatible y autoadherible a otros materiales es común hacer insertos en las piezas, para la cuál debe preverse su acomodo en el molde.

Resulta fundamental para el buen logro de los productos terminados una técnica de vaciado óptima para cada moldeo. Por ello es necesario, sobre todo en el empleo de grandes piezas prever portamoldes que puedan inclinarse a conveniencia para facilitar el desplazamiento de la masa reaccionante dentro del molde.

Las máquinas automáticas poseen portamoldes de este tipo como equipo estandar.

La apariencia de las piezas terminadas y su acabado posterior dependen en gran parte del material y la calidad del molde.

Durante el trabajo facilita enormemente el desmoldeo de las piezas que en los moldes presenten superficies de poro cerrado, que permitan una acción efectiva del desmoldante.

III.2.- CAMPO DE APLICACION DEL POLIURETANO.

De entre muchos productos, se seleccionaron algunos de los

mas importantes cuya utilidad y posibilidades de comercialización han sido de sobra probados.

En la Industria Mueblera.

- Muebles modernistas y modulares de una pieza
- Muebles de insertos metálicos, de madera, plásticos, etc.
- Pastas de muebles, molduras y accesorios decorativos de todos tipos.
- Gabinetes de aparatos electrónicos (bocinas, televisores, computadores, máquinas calculadoras, etc.)
- Carátula de relojes y piezas de imitación madera - (vigas, marcos, etc.)
- Cojines y colchones de todos tamaños
- Muebles de espuma

En la Industria del Aislamiento.

- Aislamiento de casa, edificios, fábricas y bodegas.
- Aislamiento de tanques de almacenamiento.
- Aislamiento de tuberías y aparatos criogénicos.
- Aislamiento de trailers vagones de ferrocarril, barcos, aviones, etc.
- Plachas aislantes y recubrimientos de tubería
- Aislamiento de refrigeradores y aparatos domésticos

En la Industria de la Construcción.

- Elementos prefabricados ultraligeros
- Paneles y muros de división
- Casa prefabricadas tipo iglú
- Puertas, ventanas y sus superficies
- Selladores adhesivos y pinturas resistentes a la intemperie
- Aislamiento térmico y acústico
- Pisos sin uniones y losetas de pisos

En la Industria Zapatera.

- Suelas de zapatos para caballeros y niños
- Procesos de ensuelado directo
- Suelas para zapato deportivo
- Suelas para botas y zapatos industriales

En la Industria Náutica

- Cascos para lanchas y deslizadores
- Boyas, flotadores, muelles y plataformas flotantes
- Aislantes de barcos pesqueros
- Equipos deportivos (skies, remos, etc.)
- Lacas, barnices y pinturas de alto brillo y resistencia

En la Industria Automotriz

Otro de los objetivos principales de este proyecto es la colaboración con la industria automotriz, que hoy en día tiene

una demanda muy grande de este plástico, para producir partes importantes dentro del automóvil.

Volvamos un poco atrás en la historia. Los primeros -- automóviles cumplían en sus tiempos una función básica y - muchas veces también una decorativa. Sus realizadores no - tenían que cumplir grandes exigencias de ingeniería ni nor - mas como las actuales, ni tenían que competir en precio y costo como ahora.

Se trabajaba con materiales tradicionales y su peso no im - portaba ni su rentabilidad. El metal era el material predo - minante.

El automóvil siguió su desarrollo y fue generando con ello exigencias cada vez más específicas y difíciles. Se formalizaron pruebas y condiciones de medición para los materiales y sus características más importantes. A la vez que se exten - día la exigencia de los materiales, se esperaba mayor econo - mía.

Solo un material podría ofrecer todo esto a la vez: el -- plástico.

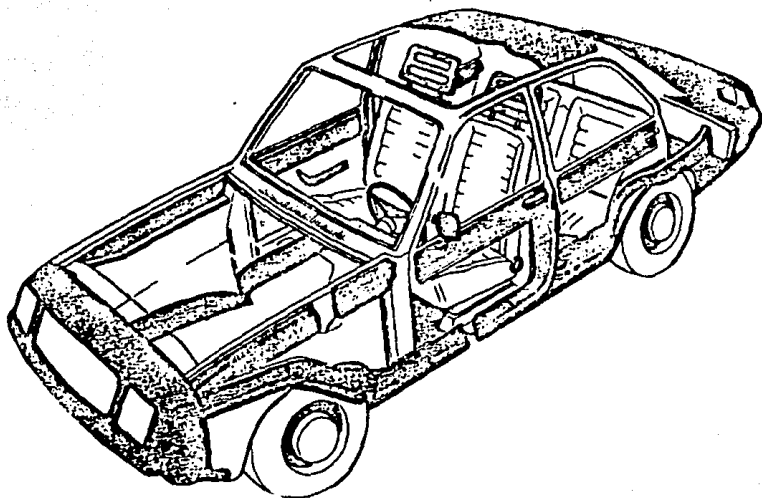
El plástico se encuentra presente en los automóviles en -- alrededor de 50 Kg. de los cuales 32% es Poliuretano.

Esto se debe indiscutiblemente a su gran versatilidad, y a un sin fin de personificaciones, se le encuentra en duróme

meros, en espumas flexibles, en pieles integradas, en elastómeros, en espumas de aislamientos... en fin, por algo se le utiliza actualmente.

Dentro de todas las aplicaciones automotrices del poliuretano, las espumas representan el 90%. La mitad son aproximadamente las espumas flexibles, más de un tercio lo son las espumas semirígidas y el resto lo representan las espumas flexibles de capa integral, espumas rígidas y durómeros.

EL POLIURETANO EN EL AUTOMOVIL



TOLDOS

CABECERAS

DESCANSABRAZOS

LATERALES DE PUERTA

MOLDURAS

VOLANTES

AISLAMIENTOS

TAPETES

PORTAESPEJOS

CONSTRUCCIONES SANDWICH

CAPITULO IV

PROPIEDADES MECANICAS

Resistencia a la Tracción.

La resistencia a la tracción en los diferentes tipos de poliuretanos es aproximadamente de 60 Nw-mm.², mientras -- que su elongación máxima es de 500% aproximadamente. En los tipos duros la resistencia a la ruptura es mayor que en los tipos blandos, por el contrario, en los tipos blandos la elongación es mayor que en los tipos duros.

El margen elástico del poliuretano sin que sufra deformación, teóricamente va del 1% a 4% de elongación pero en la práctica, los tipos blandos, o sea, los que se encuentran abajo de 95° Shore-A de dureza, alcanza hasta un 10% y en los tipos duros 2.5%.

Resistencia a la Abrasión

El poliuretano se destaca principalmente por su alta resistencia al desgaste y a la abrasión.

El poliuretano tiene menor pérdida por abrasión que todos los demás plásticos técnicamente hablando.

El poliuretano con una densidad de 1.26 y una dureza de 73° Shore-D tendría una pérdida por abrasión de 25 mm³ de

acuerdo a la norma ASTM-D394-B.

De aquí su magnífica resistencia a la abrasión y al desgaste, pudiéndose aplicar como material para cribas en donde se clasifican elementos abrasivos como minerales, piedra, y algún otro elemento.

La resistencia a la abrasión combinada con su flexibilidad proporciona una muy buena resistencia a los golpes, especialmente en los cantos o filos.

Comportamiento a la Temperatura.

En la práctica se ha demostrado que la temperatura constante de trabajo del poliuretano en aire seco es de 80° C y durante lapsos cortos soporta hasta 100° C. Los poliuretanos reforzados pueden alcanzar a soportar 120° C.

Pero hay que tener en cuenta que si se tiene una alta carga dinámica en piezas de espesores gruesos, pueden presentarse en el interior de la pieza, temperaturas más altas que el exterior debido a la absorción de energía lo cuál en un momento dado puede dañar a la misma.

Tal exceso de temperatura puede evitarse mediante la reducción del espesor de pared de las piezas y suficiente refrigeración.

Esta propiedad de resistencia a la temperatura puede mejorarse aun más reforzando el poliuretano con fibra de vidrio o cargas minerales, como talco por ejemplo.

Ahora con lo que respecta al comportamiento del poliuretano a bajas temperaturas, los tipos de este material a base de poliéter y poliéster, son distintos: Los que son a base de poliéster soportan temperaturas hasta de -40° C, mientras los que son a base de poliéter soportan hasta -60° C.

En general, todos los tipos de poliuretano muestran para muchas aplicaciones a bajas temperaturas, una buena flexibilidad.

Resistencia al Envejecimiento.

Los elastómeros como el poliuretano son muy resistentes frente al oxígeno ozono y rayos ultravioleta.

Aunque una exposición prolongada a la luz provoca una decoloración de la pieza, las propiedades mecánicas que dan son casi invariables. Los productos a base de poliéter son resistentes a la hidrólisis y al ataque de los microorganismos, mientras que los de la base poliéster no lo son tanto.

Lo anterior depende de la temperatura a la que se somete el material y a la dureza del mismo.

Resistencia a los Aceites y Solventes.

Es muy resistente a los hidrocarburos saturados como - hexano, ciclohexano, aceite de parafina, petróleo, kerosé no y gasóleo, mientras que los alcoholes y plastificantes de PVC originan un ligero inchamiento

IV.1 PRUEBAS DE ACUERDO CON ASTM. (AMERICAN SOCIETY OF TESTING MATERIALS).

DUREZA APLICADA A PLASTICOS ASTM-D2240-75

La prueba de dureza es particularmente aplicada a los - elastómeros y algunos plásticos, definiéndola como la resis tencia relativa de una superficie a la penetración por un - identador de dimensiones específicas bajo carga.

El instrumento llamado " Durómetro " es el más usual. El valor de la dureza, numéricamente, es valuada por la profun didad de penetración del identador, apoyando sobre la super ficie el instrumento y haciendo una ligera presión sobre és te y tomar directamente la lectura de la carátula.

Existen los elastómeros o plásticos en dos tipos de dure zas, Shore-A y Shore-D ambas con un rango de 0 a 100, donde 100 es una dureza extrema.

Como el rango de durezas es muy amplio, no se puede medir con un solo instrumento. Por esta razón los durómetros están

disponibles en más de un tipo de escala los cuales principalmente son la escala " A " y " D " .

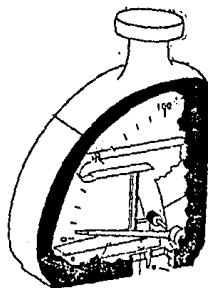
La escala " D " es utilizada para elastómeros de durezas muy elevadas. Asimismo existe una equivalencia entre ambas durezas y es como sigue:

Dureza " A "	50	60	70	75	80	85	90	95
Dureza " D "			18	25	30	35	40	48

Para los polímeros la escala de durezas sería la siguiente:

55 Shore-A	a	90 Shore-A	-----
		45 Shore-D	----- 55 ----- 75 ----
			50 R _R ----- 89 ----
			R _R (ROCKWELL R)

La figura siguiente muestra un durómetro físicamente.



ESFUERZO MAXIMO A LA RUPTURA EN PLASTICOS ASTM D-412

Es la fuerza necesaria por unidad de sección transversal original de la muestra, aplicada a un tiempo hasta la ruptura de ésta.

ELONGACION POR TENSION ASTM D-412

Es la máxima elongación por efecto de la tensión al momento de la ruptura determinada en % o pulg/pulg.

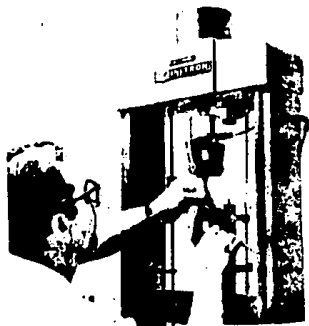
MODULO DE ELASTICIDAD ASTM D-412

Para poder llevar a cabo esta prueba se necesitan elaborar muestras con medidas especiales, llamadas corbatas y si el número de muestras es mayor más exacto será el resultado.

El instrumento necesario para llevar a cabo la prueba es llamado " Tensómetro ", este tendrá una velocidad de desplazamiento de 2" por minuto, mediante una computadora se registrarán los diferentes parámetros de la prueba hasta su ruptura.

La elongación máxima al igual que la ruptura y el módulo se hace sobre la marcha al estar estirando la muestra de material.

La figura siguiente muestra un tensómetro marca Instron utilizado para este tipo de pruebas en plásticos.



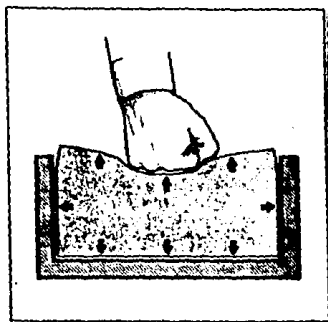
COMPRESION Y FACTOR DE FORMA EN LOS PLASTICOS ASTM 395-B

Cuando se ejerce una presión sobre un elastómero esta fluye en conformidad con la fuerza ejercida sobre la pieza y dentro de los límites proporcionados por la masa del material o por las dimensiones del recipiente que las contiene.

En la tecnología de los uretanos esto es llamado compresión. Aunque este término es correcto, se utiliza también para determinar las características de hule natural tratado, pudiendo darse a confusión dentro de la ingeniería.

Considerando a los elastómeros como fluidos incompresibles, estando bajo carga, son indeformables, solo en tensión cambian de forma y únicamente fuera del límite elástico.

La figura siguiente nos muestra como se aplica la fuerza.



Cuando un elastómero es cambiado de forma bajo presión, es comprensible que por sus características de elasticidad regrese a su forma original después de dejar de aplicar la fuerza.

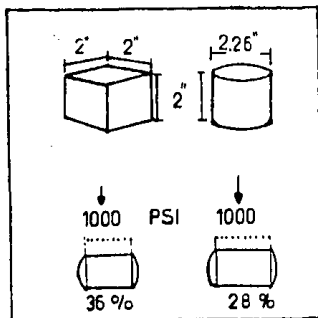
La fuerza de compresión puede ser considerada una extensión de la fuerza de tensión que está continuamente desde el principio hasta el fin de la original.

De cualquier modo la compresión de muestras debe estar libre de movimientos y las caras deben estar lubricadas.

Generalmente los plásticos en compresión son pegados por una cara a la superficie de fricción restringiendo así el movimiento. Desde hace tiempo la habilidad para deformar bajo presión y recobrar sus dimensiones es una propiedad característica de los elastómeros. Otro factor notable es un deformado de éstos por la compresión.

En la figura siguiente se consideran dos piezas, ya sea de hule o poliuretano o cualquier elastómero.

Una es un cilindro con las proporciones de un disco de goma de Hockey, el otro una pieza con la misma altura y -- area transversal, pero de forma rectangular. Igual presión es ejercida sobre ambas piezas, el bloque rectangular es -- deformado más que el cilíndrico como se puede apreciar:



Las piezas no pueden variar su volúmen, la reducción en la altura es provocada por la libertad de pandeo en sus caras.

La pieza rectangular se deforma más que el cilindro la razón es que la pieza rectangular tiene una mayor area para el pandeo.

El diseño de partes de elastómeros permiten por este procedimiento utilizar un concepto llamado " Factor de Forma ",

FACTOR DE FORMA

El concepto de factor de forma es usado para términos de ingeniería. En las partes de elastómeros para corregir este fenómeno, el diseñador puede disminuir este factor incrementado es espesor de la pieza.

En realidad, no es mucho el incremento del area libre a expanderse bajo presión.

Si la pieza o almohadilla se deforma por exceso el diseñador deberá reducir el area de pandeo o simplemente incrementar la dureza del elastómero.

El factor de forma es realmente el porcentaje de disminución respecto al original de la altura de las muestras, tomando siempre en cuenta que el volumen es el mismo.

FACTOR DE RESILIENCIA EN PLASTICOS ASTM D-2632-74

La resiliencia puede ser definida como la relación de energía consumida para recobrar su forma normal de un elastómero o algún plástico, o la energía requerida para producir dicha deformación. Las unidades pueden representarse en %.

La histéresis es el porcentaje de energía perdida por ciclo de deformación de 100% menos el porcentaje de la resiliencia. Es también el resultado de la fricción interna y es la conver

sión de energía mecánica en calorífica.

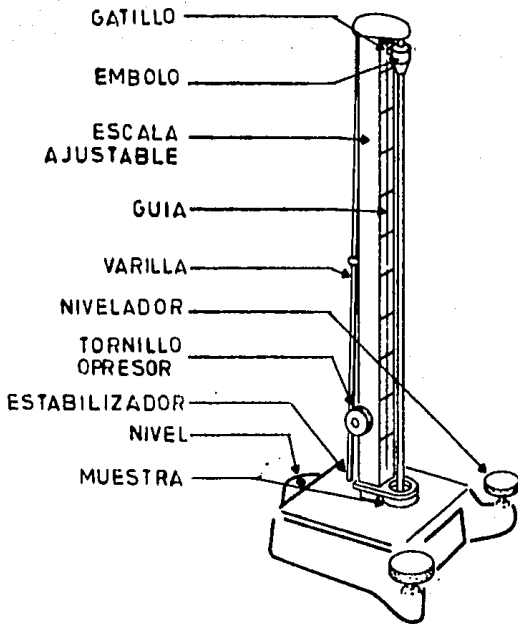
El calor producido es medido, como la temperatura ascendente de la histéresis.

En general la resiliencia es determinada por cuatro métodos, por baja velocidad, giro bajo fuerza de presión, por prueba de impacto o por libre vibración forzada.

Existen aplicaciones más prácticas, implicando vibración y tensión de relativa alta frecuencia y baja amplitud, la baja velocidad con giro y fuerza de compresión no es a menudo usado para pruebas de histéresis.

El método mas usual para prueba de resiliencia es por impacto, la prueba consiste en la caída de un metal con peso conocido, sobre un soporte fijo sobre una pieza de hule o elastómero o algún plástico, tomando nota de la altura del rebote con un instrumento llamado Resilómetro Bashore.

En el dibujo siguiente se muestra un resilómetro utilizado para obtener la resiliencia de los elastómeros por el método del impacto.



" RESILOMETRO DE PRECISION BASHORE "

FACTOR DE RESISTENCIA AL DESGARRE EN PLASTICOS, ASTM-470

La resistencia al desgarre es un complejo resultado de otra de las propiedades de los plásticos o elastómeros, se mejante al módulo de elasticidad y esfuerzo máximo a la rup tura.

La prueba se emplea para obtener una medida de la resistencia al desgarre de elastómeros para comparación entre és tos en laboratorios.

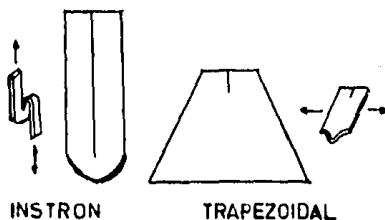
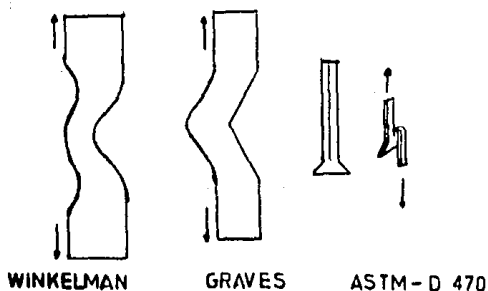
La correlación entre las pruebas resultantes realizadas con frecuencia, está totalmente libre de dificultades.

Las pruebas se pueden llevar a cabo en el tensómetro donde se realizan las pruebas de tensión, con simples variantes como cambiar la forma de la probeta o espécimen.

Las pruebas regidas por ASTM para desgarre son también las siguientes: ASTM D-470, Instron Split Tear (Ruptura por desgarre Instron), ASTM D-751-52T (Trapezoide Modificado), -- ASTM D-624-B (Winckelman).

La diferencia entre las anteriores pruebas se debe a la di versa forma de la probeta en cada caso.

A continuación vemos los diferentes tipos de probetas:



FACTOR DE ABRASION EN PLASTICOS ASTM D-394-B

Existen dos tipos de pruebas para abrasión en los plásticos como el poliuretano, por deslizamiento y por golpeo.

La prueba de deslizamiento consiste en pasar una superficie abrasiva sobre la superficie de la muestra de material.

La prueba por golpeo consiste en deteriorar la muestra por medio de pequeñas partículas lanzadas sobre su superficie.

Cuando se utiliza deslizamiento, las fuerzas de fricción ocasionan energía calorífica, lo cual repercute en los resultados debido al calentamiento excesivo.

La abrasión y el deterioro tienen lugar a partir del hecho de que los materiales no pueden resistir estas fuerzas - en un tiempo determinado, el cuál depende de la dureza del material y su resiliencia.

Cuando utilizamos choque o golpeo con partículas se usa el método de manguera con chorro de arena. Los elastómeros pueden resistir fácilmente y la tensión se distribuye con las partículas que chocan sobre la superficie afectada.

La prueba con chorro de arena se efectúa con un ángulo de 90° , y a veces un elastómero suave y resiliente es más resistente a la abrasión que un metal o hierro fundido.

De cualquier manera no se justifica que un elastómero pueda ser utilizado en vez de metales. Asimismo una pieza de poliuretano puede tener una vida de uso mayor que una rueda de hule macizo.

Cuando al ángulo decrece a menos de 90° la superioridad de los elastómeros sobre otros metales declina y desaparece.

Las pruebas realizadas en laboratorios son difíciles de correlacionar con los usos finales o sus aplicaciones.

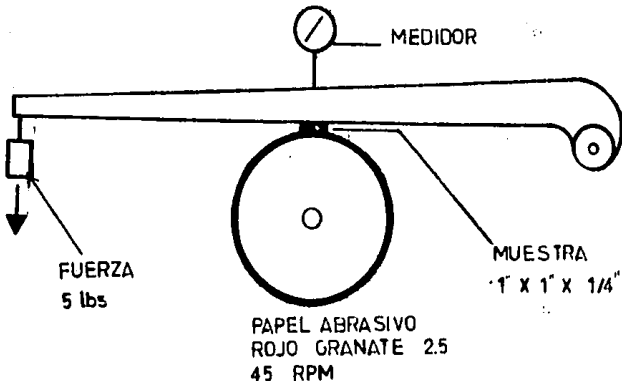
La medición de propiedades puede ser de cierta ayuda en la selección de materiales, pero no se pueden comparar muchas veces por su precio. En la actualidad se puede mejorar el servicio dado por la elección del elastómero basado en la velocidad y temperaturas de operación de este.

El ensayo propuesto por la NBS (National Bureau Standars) es la prueba mas utilizada para obtener el coeficiente de - - fricción.

Se utiliza un velocidad constante bajo una superficie preparada, usando una arena especial abrasiva.

El factor determinante en esta prueba se da por la pérdida de peso, por revolución de la máquina dado por mg/100 revoluciones, tomando como base un material que se gasta 1000 grs/5000 revoluciones.

En la figura siguiente nos muestra el principio de esta prueba.



CAPITULO V
FUNDAMENTOS Y BASES PARA EL DISEÑO

Dentro de los poliuretanos existe una " elite ". Piezas de altas propiedades, como alto módulo de elasticidad, ciclos su pércortos de mezclado y gran flexibilidad de diseño. Para -- hablar de ellas se debe hablar inherentemente de uno de los - procesos de fabricación de poliuretano como es el " RIM " - - (Reaction Injection Moulding) Moldeado por Inyección y Reacción.

Para la mayoría de los procesos el principio es el mismo; mezclar dos componentes que tienen un tiempo de inicio de -- reacción de ascenso y curado determinados.

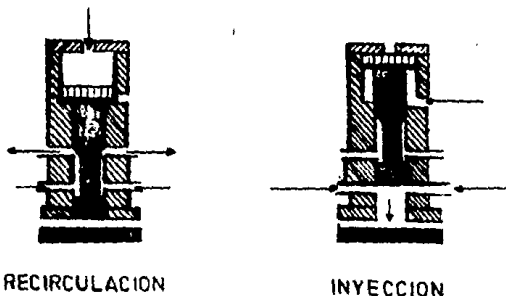
La forma tradicional es por medio de una cámara con un agi tador mecánico, mismo que posteriormente se enjuaga con un sol vente, que se seca inmediatamente vía un chorro de aire seco.

La operación de este tipo de máquinas impide tener cabezas fijos al molde y los flujos de inyección son relativamente bajos. Este tipo de mecanizado se conoce como de baja presión y operan alrededor de 20 Bars.

Estrictamente hablando, el proceso de mecanizado " RIM " -- comprende muchas posibilidades. Sin embargo, en la actualidad cuando se habla de RIM se habla de sistemas microcelulares de

tiempos de reacción supercortos. La única posibilidad para trabajar dichos sistemas lo ofrecen las máquinas de alta -- presión. Estas operan hasta 200 Bars de presión y sus rendimientos son mucho mayores.

En la figura siguiente se muestra el principio de operación:



Mientras que la cabeza no sea activada, los componentes - recirculan por una ranura existente en la barra de la cámara. Al recibirse la orden de disparo, la barra se retira hacia -- adentro dejando libre el espacio para dos orificios correspon dientes a ambos componentes. Los chorros procedentes de dichos orificios chocan de frente y realizan con ello el mezcla do.

Al terminar el disparo la barra retorna a su lugar arras-- trando los excesos que quedan en la cámara. Es claro que una

cabeza como la descrita puede formar parte integral de un molde permitiendo disparos a molde cerrado.

Los sistemas comunes de RIM reaccionan en tiempos de 5 a 8 segundos y permiten la apertura del molde en 30-60 seg. de una pieza tan grande como una defensa o lámina.

Sin embargo la técnica no se ha detenido ahí, existe el proceso RRIM (Reinforced RIM), con Moldeado por Inyección y Reacción Reforzado con fibras o esferas de vidrio, o el HSRIM (High Speed RIM), en el que tras un disparo de medio segundo o menos inicia la reacción tan rápido como en 1.5 segundos. Para tal aplicación se sustituye la bomba normal de alta presión por unos pistones que hacen el disparo directamente.

Otro nuevo desarrollo, el de IMR (Internal Mold Release) permite disminuir los tiempos invertidos en la aplicación de desmoldante. Se considera que dicho tiempo consume cerca de un tercio de ciclo. El sistema IMR ha sido probado en corridas de ensayo por fabricantes alemanes ofreciendo de 50 a -- 100 desmoldeos dependiendo de la geometría y complejidad del molde.

Resumiendo algunas de las características de los sistemas RIM, se pueden mencionar:

- La alta reactividad del sistema ofrece partes de mucha

- rigidez y tiempos cortos de desmoldeo.
- Los sistemas HS-RIM tienen mejor resistencia al impacto que los sistemas convencionales reforzados.
- Los sistemas HS-RIM tienen mejor mezclado debido a que el alargador de cadena es compactible con el poliol.
- La alta reactividad de los sistemas HS favorece el uso como IMR.
- Con el uso de 20% de fibra molida se puede reducir el coeficiente de expansión térmica.
- El incremento del módulo de flexión en un factor de 2.5 permiten reducir el espesor de la pared, usualmente de 45 mm. a un mínimo de 2.5 mm., lo que da como resultado una reducción de peso de la pieza.
- La estabilidad térmica medida en HDT (Heat Distortion Temperature) es de 110° C y de 150° C reforzado.
- La alta reactividad tiene como consecuencia que la reba es menos frágil y puede removerse generalmente con la pieza. Esto significa menos limpieza del molde.

Como hemos observado, la importancia que tienen las reacciones estequiométricas, la verdadera dificultad de un proceso industrial estriba justamente en como garantizar en todo momento, a lo largo de la producción, que se cumpla la dosificación exacta de cada uno de los componentes necesarios para la reacción.

Si en el proceso manual se manejan los componentes en peso y con sumo cuidado, se puede garantizar los componentes exac-

tos, por permanecer relativamente ajena a la influencia externa, sin embargo, resulta poco práctico, costoso y lento además de que prácticamente no se usa.

Los equipos dosificadores por otra parte, han alcanzado niveles muy aceptables de perfeccionamiento que los hacen confiables para cualquier tipo de producción. Las máquinas dosificadoras manejan los componentes en forma volumétrica no gravimétrica como lo es el proceso manual siendo esta la diferencia fundamental entre ambos procesos.

Los equipos de dosificación constan principalmente de dos sistemas independientes de recirculación. Consiste cada uno en un recipiente una bomba y las mangueras para conducir el fluido.

Mediante sistemas electromecánicos, en un momento ambos torrentes circulatorios descargan simultáneamente sus respectivos fluidos en un recipiente y son expulsados al exterior.

A simple vista puede parecer demasiado sencillo la construcción de un equipo dosificador, sin embargo en la práctica resulta complejo garantizar la exactitud de la dosificación, ya que al tratarse de fluidos en movimiento que serán volumétricamente dosificados a intervalos variables, resulta imprescindible controlar la temperatura y la presión.

Los sistemas electrónicos de medición y control de todas -

las variables que pueden tener influencia en la dosificación de los componentes, son equipos normales que utilizaremos para la construcción de la máquina dosificadora de poliuretano.

Hablando de equipos se puede hacer una clasificación en dos grandes grupos: los de alta presión y los de baja presión cuyas diferencias más notables son las siguientes:

Equipos de baja presión

- El mezclado se realiza por agitación mecánica.
- Están equipados con bombas de engranes de velocidad variable.
- Pueden dosificar materiales con altas viscosidades.
- No se pueden manejar cargas sólidas dentro de sus componentes.
- Permiten la dosificación de muy pequeñas cantidades.
- Calibración sumamente sencilla.
- Economía en su mantenimiento.

Equipos de alta presión

- Equipados con bombas de pistón de alta exactitud dosificadora, de revoluciones fijas y prácticamente independientes de la contrapresión que puede ejercer el aire contenido en los moldes durante el vaciado.
- Dosifican los componentes con baja viscosidad.
- Dificilmente transformables en máquinas para manejar más

de dos componentes.

- Dosifican grandes cantidades por unidad de tiempo.
- Gran movilidad de la cabeza mezcladora, permite disparos en ángulos difíciles aún bajo el nivel del espejo del material.
- El tamaño reducido de la cámara de mezclado ahorra material después del disparo.
- La limpieza de la cabeza mezcladora se efectúa con aire y no con solvente.

En la industria automotriz, se considera que las piezas que se fabrican son pequeñas, por lo que requieren dosificaciones pequeñas de material.

Debido a esto procederemos a diseñar una máquina dosificadora de baja presión, además que resulta más económica y más práctica debido a la facilidad de operación, bajo mantenimiento y sencillez en su calibración.

V.O.- CALCULOS Y DISEÑO DE ELEMENTOS

MAQUINA DOSIFICADORA PARA SISTEMAS DE POLIURETANO

- | | |
|----------------|---|
| A).- Capacidad | Dos galones por minuto |
| B).- Producto | Sistemas de Poliuretano a base de Pluracoles, Isocianatos y sustancias especiales como agente cruzante. |
| C).- Presiones | Sistema de N ₂ 20 PSI máximo |

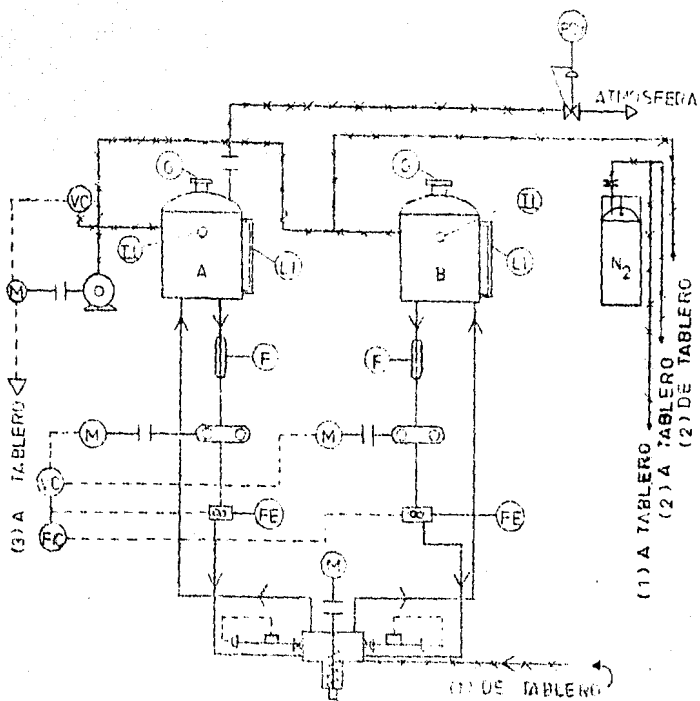
Sistema de Vacío 400 a 500 mm Hg.
Sistema de Mezclado, inyección 50
a 180 PSI, contrapresión 35 a 140
PSI.

D).- Temperatura de
operación

De 25 a 120° C.

E).- Equipo.

Portátil, con control electrónico
Automático-Manual.



- (PC) VALVULA CONTROLADORA DE PRESION
- (FC) CONTROLADOR INDICACION DE FLUJO
- (TI) INDICADOR DE TEMPERATURA
- (VC) CONTROLADOR DE VACIO
- (LI) INDICADOR DE NIVEL
- (G) MIRILLA
- (F) FILTRO
- (M) MOTOR

——— HIDRAULICO
 - - - - - NEUMATICO
 - - - - - ELECTRICO

DIAGRAMA TUBERIA E INSTRUMENTACION

V.I DISEÑO DE TANQUES

Los tanques diseñados bajo el código ASME sección VIII.

- A).- Capacidad Nominal 90 Litros
- B).- Productos contenidos Líquidos a presión
- Tanque A: Mezcla de polioles, agentes es
pumantes, catalizadores metáli
co y amínico, agentes tensoac-
tivos, pigmentos y aditivos.
- Tanque B: Isocianatos.
- C).- Presión de trabajo Vacío 550 mm Hg presión 20 PSI
- D).- Temperatura de trabaa
jo 20 - 30° C
- E).- Tipo de tanques Vertical-Cilíndrico.

V.I.2 DISEÑO DEL CUERPO DE TANQUES

De acuerdo al código ASME para recipientes a presión se -
tendrá que cumplir la siguiente relación:

$$H / D = 1.6 \text{ Donde } H = \text{Altura y } D = \text{Diámetro}$$

Para efectos prácticos y para que la máquina sea portátil
tomaremos la altura de los tanques de 65 cm. ya que puesto -

sobre el bastidor quedará a una altura ergonómica.

De la ecuación anterior tenemos:

$$D = 65 / 1.6 = 40.6 \text{ cm.}$$

El volumen del cuerpo será:

$$V = 0.7856 (D^2 \times H) = 8150 \text{ cm}^3$$

V.I.3 SELECCION DE TAPAS

Por ser más comerciales se utilizarán tapas semielípticas con relación 2:1, el volumen de las tapas está dado por la siguiente ecuación:

$$V = (3.1416 / 12) D^3 .$$

$$\text{De donde: } V = (3.1416 / 12) (40.6)^3 = 17\,520.5 \text{ cm}^3.$$

Considerando que únicamente la tapa inferior contendrá solución, el volumen total de nuestros tanques para cada uno será:

$$V_{\text{total}} = 84\,150 + 17\,520 = 101\,670 \text{ cm}^3$$

V.I.4 CALCULO DE ESPESOR DE PLACA PARA CUERPO Y TAPAS.

Para el cuerpo tenemos la ecuación:

$$e = \frac{Pd \times R}{S (E) - 0.6 Pd}$$

Donde: Pd = Presión de diseño 20 PSI

R = Radio interior 8"

S = Esfuerzo máximo a tensión del Acero Inox.

E = Eficiencia de la soldadura.

$$e = \frac{20 (8)}{85\,000 (.85) - 0.6 (20)} = 0.0022"$$

Con este espesor sería suficiente, pero por efectos de corrosión utilizaremos la placa de acero inoxidable 304 con - - 3/16" que es lo mínimo que marca el código Asme.

V.I.6 CONEXIONES PARA CADA TANQUE

- a).- Boquilla para carga de N₂ de 1" Ø
- b).- Boquilla para descarga de fluido de 1" Ø
- c).- Boquilla para retorno de fluido de 1" Ø
- d).- Boquilla de instrumentación presión-vacío 1" Ø
- e).- Boquilla para medición de temperatura 1" Ø
- f).- Boquilla para mirilla de 4" Ø
- g).- Boquillas para medición de nivel (dos) 1" Ø

V.I.7 ESPECIFICACION DE BOQUILLAS CODIGO ANSI.

- Para boquillas de 1" Ø se utilizarán espárragos de acero - -

inoxidable 304 con 26 mm. de \emptyset x 64 mm. de largo con espesor de 2 mm.

- Para la mirilla se utilizará boquilla tipo XI de acero -- inoxidable 304 de 4" de \emptyset , con brida para caja de vidrio templado de 1/2" de espesor soldable, como se ve en la - figura 3b.

V.I.8 SOPORTES DE TAPAS SEMIELIPTICAS SUPERIORES.

- Se fabricarán en placa de acero inoxidable 304 de 1/4" de espesor como se ve en la figura 3a.

V.I.9 SOPORTES DE LOS TANQUES.

El soporte de los tanques se hará por medio de un anillo exterior soldado al cuerpo, fabricado en acero inoxidable - 304 con 1/8" de espesor, rolado a un radio de 30.3 cms. y - con una altura de 15 cms.

V.I.10 SOLDADURA

Se utilizara electrodo de 1/8" para acero inoxidable 304 de la norma AWS (American Welding Society).

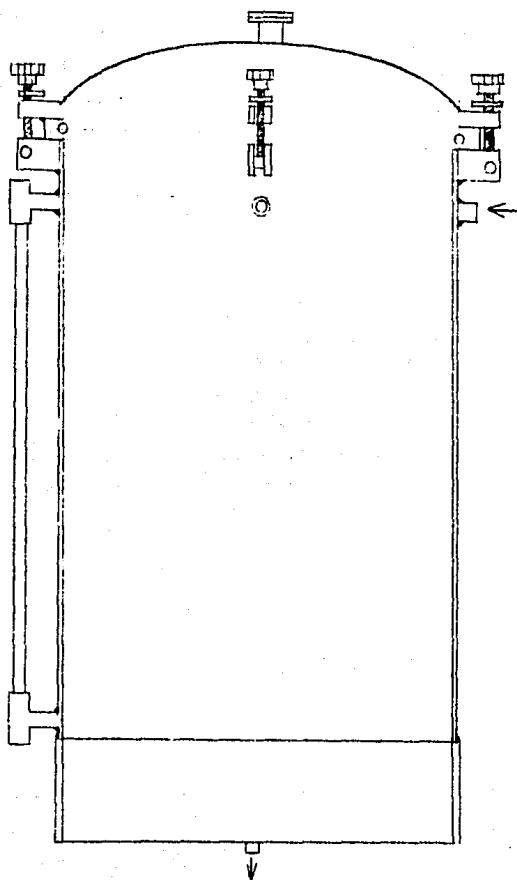
V.I.11 RADIOGRAFIADO

Este proceso se hace mediante rayos X, tomando placas de las soldaduras a evaluar y determinar por un experto en -- soldaduras si es confiable o no.

Debido a la presión relativamente baja, no es necesario el radiografiado, pero si se tiene la oportunidad de realizarlo, únicamente se hará en la unión de los cordones de la soldadura.

V.I.11.1 TANQUE PARA NITROGENO

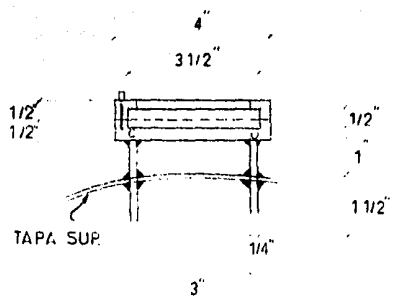
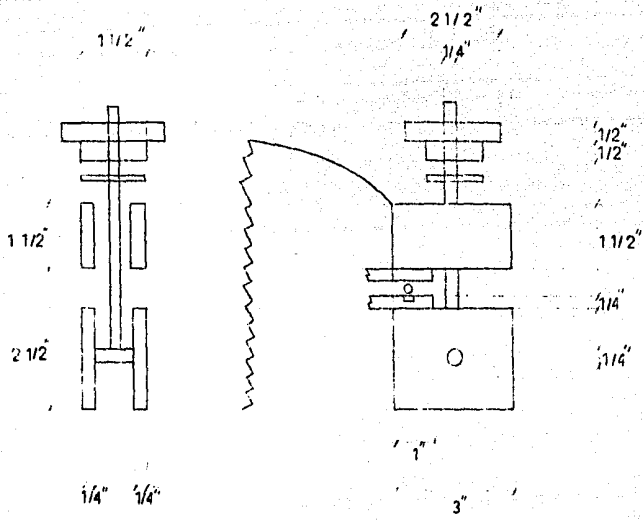
El tanque de nitrógeno será suministrado por la Compañía - INFRA O AGA de México, los cuales son fabricados bajo normas especiales de la ASTM también.



VISTA GENERAL DE
TANQUES A Y B

esc. 1:5

FIG. 2



DETALLE DE BROCHES
DE TAPA Y MIRILLA

FIG. 3

V.I.1.2. BOMBA DE VACIO

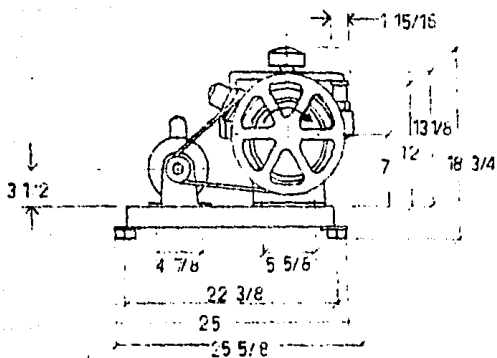
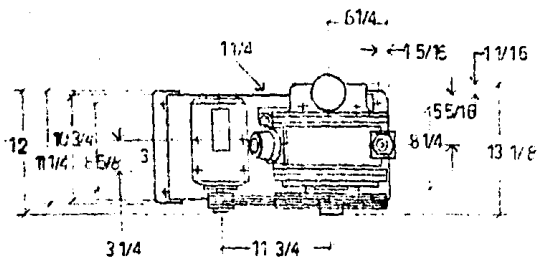
Se utilizará un equipo de las siguientes características:

Desplazamiento libre de aire	500 l/min.
Velocidad de bomba <u>ro</u> tatoria	400 RPM
Número de pasos	Dos
Capacidad de Aceite	4.25 Litros
Peso neto bomba <u>mon</u> tada	95 Kg.

Para el accionamiento de la bomba se utilizará un motor de las siguientes características:

Tipo de motor	Monofásico
Potencia	1 HP
Velocidad	1800 RPM.

Para dimensiones ver figura siguiente:



DETALLE DE LA BOMBA
DE VACIO

MOD-1397 EN PULG.

FIG. 4

V.1.14 MEZCLADOR

El mezclador se considera como la parte más importante de las máquinas utilizadas en los sistemas de poliuretano mecanizado y están calculados para depositar cantidades de material crudo y dejando un acabado adecuado y homogéneo.

Existen principalmente dos tipos de máquinas mezcladoras actualmente en la industria. Se puede utilizar un agitador mecánico conteniendo una mezcladora y después aplicar un chorro de solvente limpiador. Para nuestro diseño utilizaremos este sistema por ser más económico y por utilizar bajas presiones de trabajo.

El otro tipo de mezcladores son los que utilizan presiones altas por medio de bombas con aspersores, el chorro de polioliol y el chorro de isocianato diametralmente opuestos, - ambos atomizados en una pequeña cámara. Un pequeño émbolo empuja la mezcla hacia afuera al mismo tiempo que limpia la cámara y pone en recirculación los componentes nuevamente.

Las revoluciones que normalmente utiliza un agitador mecánico fluctua entre 3000 y 6000 RPM.

Las características de los agitadores mecánicos son las siguientes:

Husillo

a).- De tres zonas.

- b).- Válvula de retorno incluida.
- c).- Relación de compresión
1 : 2

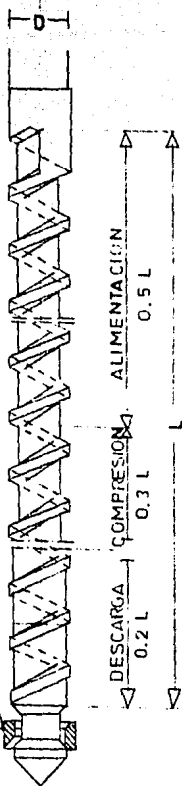
Procesamiento.-

- a).- La diferencia de temperaturas entre la zona de dosificación y de salida es de 10 a 25° C.
- b).- La presión de inyección oscila entre 50 y 180 Bars.
- c).- Puede soportar una contrapresión de 30 a 140 Bars.
- d).- La velocidad de inyección se debe procurar que sea lo más lenta posible dependiendo del espesor de la pieza.

Motor.-

- a).- El motor que accionará el agitador será un motor de 1/4 HP. con velocidad variable hasta 6,000 RPM a 12 volts. Corriente Directa.

VALVULA
ANTI-RETORNO



DETALLE DEL
MEZCLADOR

FIG. 5

V.I.15 MOTORES PARA BOMBAS HIDRAULICAS.

Se utilizarán dos motores de las siguientes características:

Marca	Leeson
Modelo	N48 ó N56
Voltaje	12 volts C. D.
Potencia	1/4 HP.
Velocidad	0 - 1800 RPM
Amperaje	21 AMP. Máximo
Motor	Abierto.

El motor viene equipado con un tacómetro para medir la velocidad del rotor y trae acoplamiento para bomba.

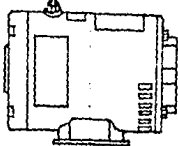
Como opción se pueden utilizar motores de corriente alterna, únicamente se tendría que utilizar un equipo variador de frecuencia como un Louis Allis, pero resulta un poco más costoso y abarca más espacio.

La figura siguiente muestra las dimensiones de los motores de C. D. según catálogo de Leeson.

8.13

3.81

1.5



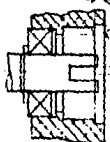
2.61

15.15

3.75

.233

.213



.16

.16

1.78

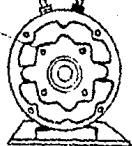
.257

.253

5.61

30°

5/16"



1.1

2.44

6.5

1/4

1.88

1.1

3.5

6.3

MOTORES DE C.D.

esc. 1.25

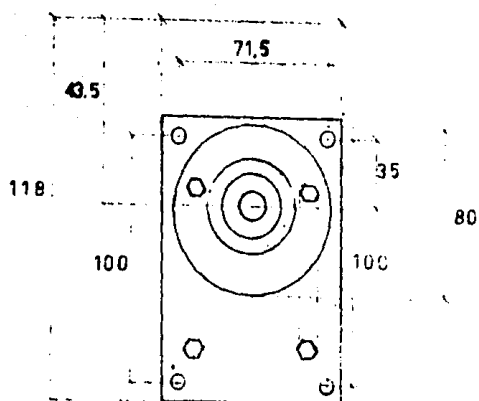
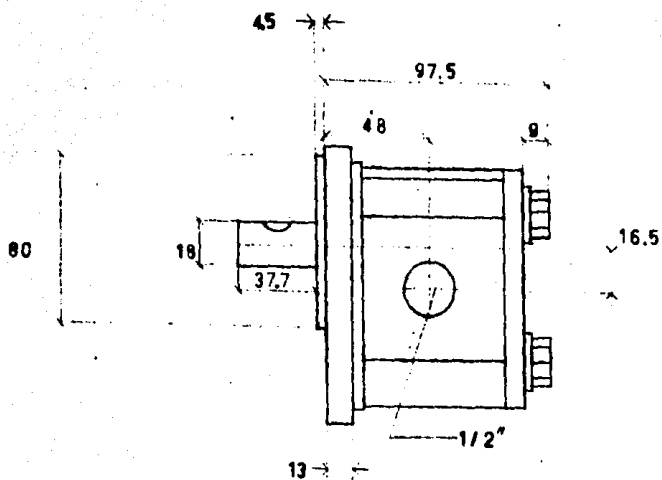
FIG. 6

V.I.16 BOMBAS HIDRAULICAS

Se utilizarán dos bombas acopladas a dos motores anteriormente descritos, de las siguientes características:

Marca	Rexroth
Modelo	TN3
Tipo	De engranajes G2 Serie 20
Arrastre	Por acoplamiento elástico
Presión Máxima	10 Bars
Sujeción	Por brida frontal Standard.
Cilindrada	3.5 cm ³ /rev.
Gasto efectivo	4.8 l/min.

Para dimensiones observar la figura siguiente.



BOMBAS HIDRAULICAS
 esc: 1:25

FIG 7

V.I.17 TABLEROS DE CONTROLES

El tablero de controles está integrado por un sistema de operación manual y operación automática.

En posición de automático dará ciclos de dosificado de acuerdo al tiempo seleccionado en el timer. A mayor tiempo mayor volumen depositado.

En posición manual puede uno dosificar la cantidad que se requiere accionando un interruptor normalmente abierto, que al accionarlo conecta las válvulas solenoides de dosificación-recirculación.

Para ajuste de flujo únicamente será necesario girar la perilla que aumenta la velocidad del motor de C.D. registrando el aumento de flujo en el panel. Asimismo se cuenta con un control de flujo automático.

El mezclador es de velocidad variable, ajustable al sistema de poliuretano a mezclar, en el tablero de control se encuentra el botón y la escala de la velocidad de éste.

En la parte superior izquierda se encuentra el tablero de controles para el Vacío, Nitrógeno y Limpieza de mezclador.

Para regular el N_2 se hace por medio de una válvula reguladora de presión situada en este tablero, además existe una

válvula controladora de presión en el tanque por si llegara a excederse ésta de 20 PSI.

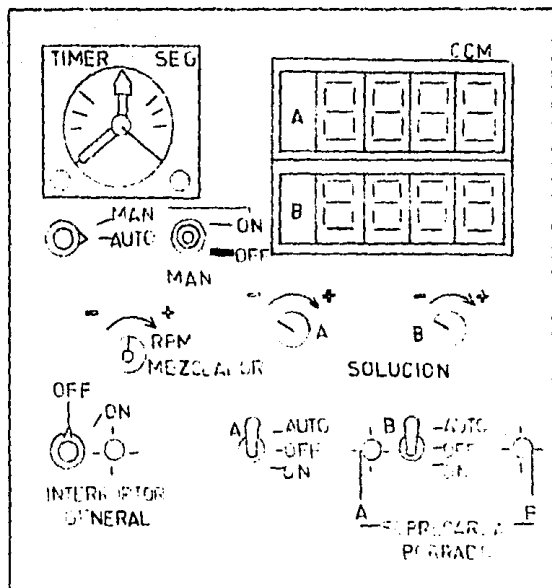
El utilizar N_2 se debe a que este gas absorbe humedad lo cuál afecta a nuestro proceso y el vacío es para mantener sin humedad el producto.

Se encuentra también el accionador de la bomba de vacío, la cuál es controlada por un interruptor para el rango de vacío automático.

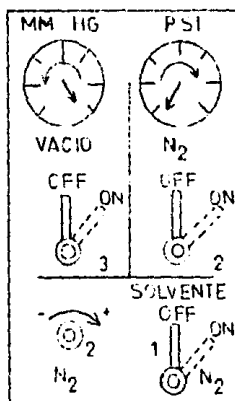
En este tablero también encontramos dos manómetros que indican presión-vacío, para cada uno de los tanques.

Se encuentra también el accionador del limpiador, que en este caso es también nitrógeno, por ser un gas seco e inerte.

Para el tablero uno y dos ver figura No. 8



ESC. 133



ESC. 15

TABLEROS DE CONTROL
FIJOS Y VARIABLES

FIG. 8

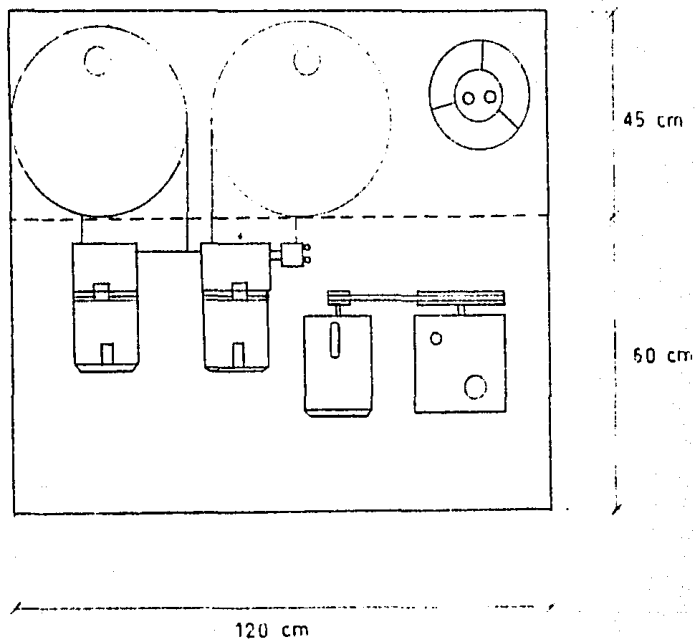
La secuencia de figuras siguientes, muestra el detalle de los componentes para su acomodo dentro del soporte, el cual también será contruido en acero inoxidable 304.

La figura 9 representa la distribución del equipo vista en planta.

La figura 10 es el diseño del soporte del equipo de acuerdo a sus dimensiones y distribución.

En la figura 11 y 12 se muestran vistas de la máquina con sus componentes integrados, tal y como debe quedar.

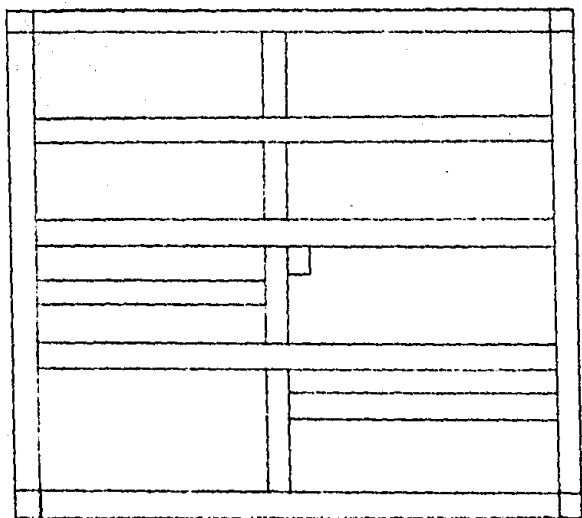
En la figura 13 se encuentra el diagrama eléctrico necesario para hacer funcionar y controlar la máquina, este contiene sistemas de seguridad en caso de falla.



DISTRIBUCION DEL
EQUIPO

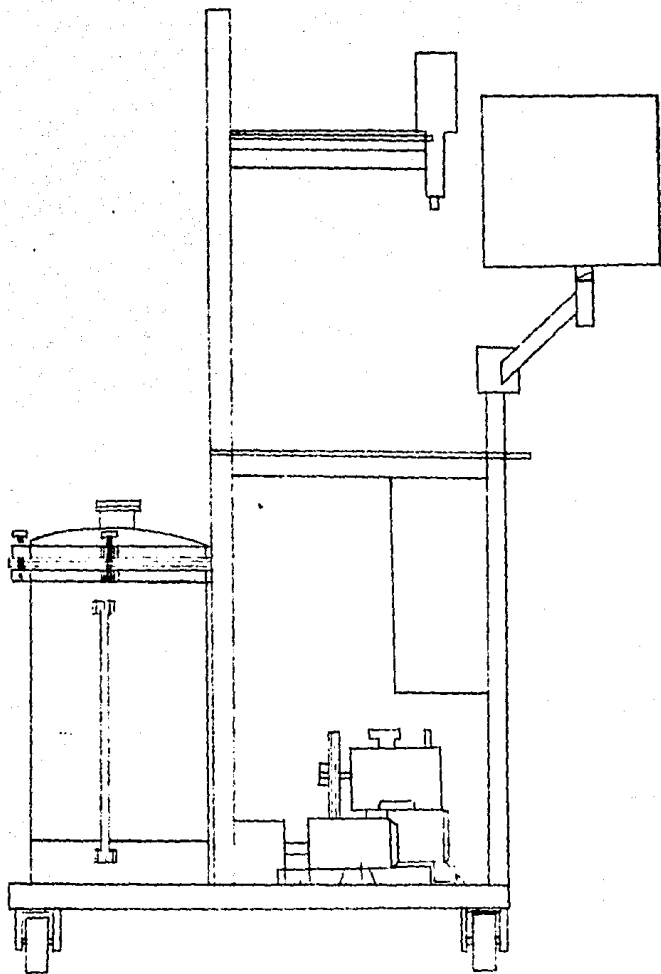
esc. 1/10

FIG. 9



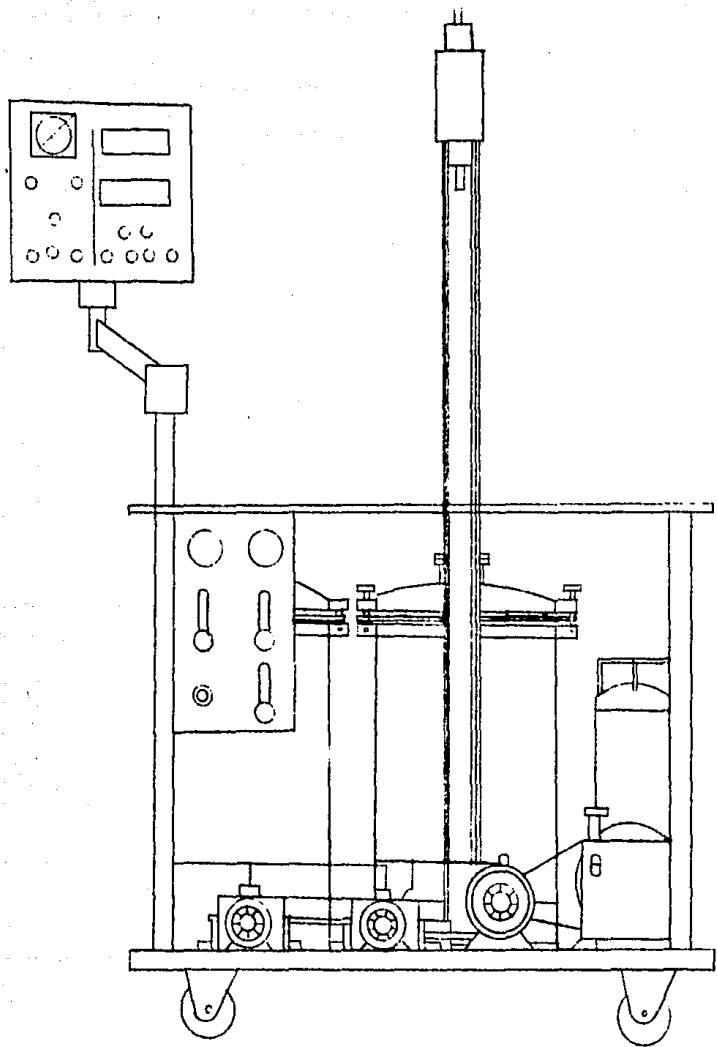
SOPORTE DELEQUIPO

FIG 10



VISTA LATERAL
CONJUNTO

esc. 1:10 cm: FIG 11



VISTA FRONTAL
CONJUNTO

esc 1:10 cm

FIG 12

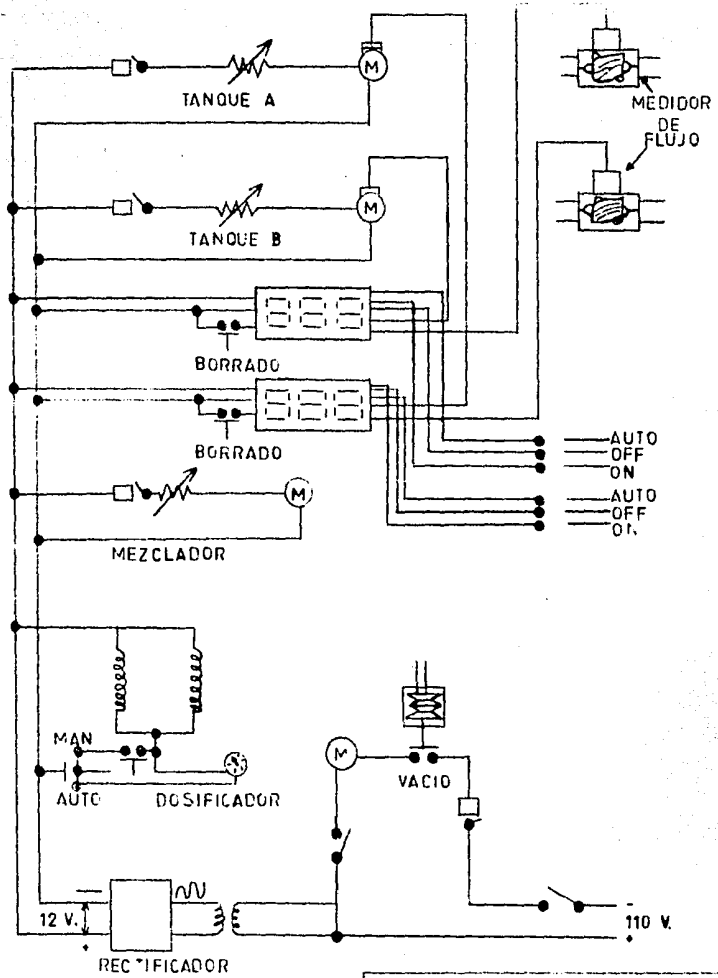


DIAGRAMA ELECTRICO

FIG. 13

V.2 EVALUACION ECONOMICA.

Un factor determinante para poder efectuar este proyecto, - es naturalmente el factor económico, este análisis lo desarrollaremos de la siguiente manera:

Ventajas y desventajas, comparación de beneficios, costos - del proyecto, aportación del proyecto en lo económico y social, viabilidad, conveniencia de ejecución y oportunidad para la realización.

De acuerdo a lo anterior podemos asegurar que con respecto a una evaluación de tipo económico, nos daremos perfectamente cuenta de la viabilidad del proyecto, además de la necesidad que -- puede cubrir en la industria del poliuretano en México.

Ventajas y desventajas.- Dentro de las ventajas que ofrece - esta máquina es la automatización completa de su funcionamiento. Así pudimos observar como con dispositivos de seguridad tanto -- electrónicos como mecánicos, disminuyendo al máximo el riesgo de accidentes que se pudieran causar al operario.

Otra ventaja importante es su capacidad, aplicada especialmente hacia la industria automotriz, ya que es suficiente su tamaño para realizar esta función tan importante.

Su portabilidad es una gran ventaja, ya que podemos transportar la máquina a cualquier parte del país, ya que su peso es de

500 kgs. aproximadamente.

Por lo sencillo de su elaboración no hace falta personal muy especializado para poder desarrollar cualquier sistema que compone esta máquina, aún en electrónico.

Los componentes que se utilizan en esta máquina se pueden adquirir en México, sin necesidad de recurrir a la importación.

Refiriendonos a las desventajas, no tendríamos alguna, puesto que si llegara a descomponerse algún elemento, ya sea mecánico o electrónico lo podemos reemplazar de inmediato.

Comparando los beneficios, por lo que respecta a la producción, será únicamente necesario un operador y un asistente el cual se encargara de funciones secundarias que resulten del proceso como desmoldeo, reabastecimiento, etc.

La máquina puede operar las 24 hrs. si fuera necesario y puede ser reabastecida en cualquier momento.

Con la utilización de los Sistemas de Poliuretano se descartan los procesos de control de calidad para la materia prima, ya que para su elaboración fueron revisados estequiométricamente por el proveedor o en el caso de que la empresa que fuese a utilizar este sistema elabore sus propios productos, el control de calidad de éstos es relativamente sencillo.

Este sistema en comparación con el manual deposita exactamente la cantidad necesaria que utiliza el molde para -- elaborar una pieza de poliuretano, utilizando el sistema manual el cuál ocuparía por lo menos a tres personas más, el desperdicio es mucho mayor ya que se necesitan medios -- más rudimentarios y menos eficaces para poder hacer cualquier producto de poliuretano.

Repercute también directamente en los costos de operación, ya que el sistema manual es mucho más caro en comparación con el automático.

La celeridad de manufactura es incomparablemente mejor -- automática que manualmente. Manualmente, con un grupo de -- cuatro a cinco personas se elaboraría un promedio de 120 kgs. y con la máquina automática podemos llegar a 2000 kgs. en un promedio de ocho horas.

Obviamente una mayor producción repercute directamente en utilidad hacia cualquier empresa, y se encuentra la diferencia muy grande utilizando un sistema manual frente a un auto mático ante el mercado de componentes automotrices de piezas de poliuretano, para fabricación en serie.

Como podemos observar, los beneficios que aporta llevar a cabo este proyecto son considerables, tanto económicamente -- como industrialmente, además los artículos de poliuretano co mo se vió anteriormente, tienen una gran aplicación.

fisticado de control, como el model 3306 de la Compañía Louis Allis de capacidades hasta de 200 H.P.

El costo al utilizar esto, indiscutiblemente se elevará - demasiado, siendo que el equipo de Corriente Directa es más económico.

Aporte del proyecto.- Este proyecto tiene como finalidad la introducción a México de nuevos productos elaborados con Sistemas de Poliuretano, al mismo tiempo que dará un impulso a la industria de autopartes y mucho más económicas. Asi -- también aportaremos una manera sencilla de aumentar la producción, abatiendo costos y tiempo de elaboración y un mínimo de desperdicio.

Aporte del proyecto en el sector social.- Es el poder adquirir refacciones automotrices a menor costo que las importadas y con iguales características de calidad, fabricadas - en este material tan excelente como lo es el poliuretano en sus diferentes aspectos.

No solamente se pueden fabricar autopartes sino un numero so grupo de productos como se mencionó en capítulos anteriores aplicados a diferentes industrias.

También aportará una calidad de productos bastante alta y podremos tener miras en la posibilidad de implantar un nivel de producción que satisfaga la demanda nacional y poder expor

tar productos elevando así nuestra economía.

Viabilidad.- En México contamos con todo lo necesario para poder llevar a cabo este proyecto, debido a que el equipo no es muy sofisticado y cualquier parte de éste se puede adquirir en el país.

En lo referente a tecnología creo que superamos a muchos países y en equipos electromecánicos también, por lo que respecta a tecnología del poliuretano existen compañías que fabrican Sistemas de Poliuretano y la calidad de sus productos es comparable con otros países.

En México existen compañías que desarrollan productos de poliuretano, pero lo elaboran con el sistema manual y las pocas que lo hacen automáticamente, la maquinaria es importada. Este proyecto es conveniente tanto para la industria del poliuretano como para la modernización de la elaboración de productos en este material.

Las oportunidades que tenemos en México para poder realizar este tipo de máquinas es de un 100% debido a nuestro nivel tecnológico industrial y económico.

De los costos mencionados tomando en cuenta la inflación para fin de 1987 y los precios aunados a la misma, tendremos un tiempo de operación de la máquina de año y medio suficiente para poder recuperar la inversión utilizada en su construcción.

CONCLUSIONES

Con la realización de esta máquina automática para Sistemas de Poliuretano aportamos un avance en la tecnología del manejo y producción de partes automotrices. Al mismo tiempo que modernizamos los procedimientos de elaboración de -- autopartes fabricadas en cualquier tipo de poliuretano y disminuimos los tiempos de producción y costos.

Así como también podemos introducir al mercado Mexicano - el poliuretano como un material de excelentes propiedades -- que sustituye a algunos materiales más caros algunas veces.

En este caso nos enfocamos principalmente a la industria - automotriz por ser la más próxima a utilizar Sistema de Poliuretano y que cuenta con una gran demanda en el mercado, pero no quiere decir que únicamente a esta industria sino que el - poliuretano tiene infinidad de aplicaciones como se describió anteriormente.

Que en México podamos fabricar máquinas para nuestras necesidades sin tener que importarlas, significa que en nuestro - país podemos hacer cosas con propia tecnología, además que la económica del país no puede basarse únicamente en los recur-- sos petroleros, sino que hay que desarrollar productos de alta calidad para que nuestra economía se establezca y poder -- exportar productos elaborados en México con la misma calidad que en otros países.

Con la utilización de nuevos productos como lo son los Sis
temas de Poliuretano, es estar al día con los nuevos descubri
mientos de la ciencia y tecnología, pero no únicamente nuevos
productos sino nuevas tendencias a reestructurar nuestros sis
temas de producción en cualquier rama de la industria.

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

BAYER POLIURETHANES

BAYER AG.

POLIURETHANE APPLICATION RESEARCH DEPARTMENT.

ADVANCES IN URETHANE, SCIENCE AND TECHNOLOGY

KUT C. FRISCH, DANIEL KLEMPNER

TECHNOMIC PUBLISHING CO. INC.

URETHANES IN ELASTOMERS AND COATINGS

MAJOR PAPERS FROM THE JOURNAL OF ELASTOMERS AND PLASTICS.

TECHNOMIC PUBLISHING CO. INC.

THE MAGIC OF POLIURETHANE

SOCIETY OF PLASTICS INDUSTRY INC.

TECHNOMIC PUBLISHING CO. INC.

MANUAL DEL INGENIERO QUIMICO

PERRY AND CHILTON

MC GRAW HILL.

RESISTENCIA DE MATERIALES

S. TIMOSHENCO

ESPASA-CAIPE S.A. MADRID.

GUIA PARA PRESENTACION DE PROYECTOS
INSTITUTO LATIIONAMERICANO DE PLANIFICACION ECONOMICA
SOCIAL
EDITORIAL SIGLO XXI.

MANUAL DEL INGENIERO MECANICO
BAUMEISTER, AVALLONE.
MC GRAW HILL.

INTRUMENTOS PARA MEDICION Y CONTROL
W.G. HOLZBOCK
C.E.C.S.A.

COMPONENTES HIDRAULICOS
MANNESMANN REXROTH.

QUINICA FUNDAMENTAL
ANDREWS Y KOKES
LINDSA WILEY.

CATALOGO B-10-3000
ASEA S.A. DE C.V.