



# **INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL**

Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas

ESTUDIO SOBRE LA FABRICACION DE  
VOLANTES DE DIRECCION EN ESPUMA  
DE POLIURETANO

## **TESIS MEMORIA**

Que como uno de los requisitos para obtener  
el Título de :

**INGENIERO QUIMICO INDUSTRIAL**

**P R E S E N T A**

**ALBERTO LIBREROS DURAN**

**MEXICO, D. F.**

**1984**





SECRETARIA  
DE  
EDUCACION PUBLICA

INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL T.-127  
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA QUIMICA E INDUSTRIAS EXTRACTIVAS

DIVISION DE SISTEMAS DE TITULACION

México, D. F. 1o Agosto de 1984

C. ALBERTO LIBREROS DURAN.  
Pasante de Ingeniero QUIMICO INDUSTRIAL. 1972-1976  
Presente

El tema de trabajo y/o tesis para su examen profesional en la opción TESIS MEMORIA.

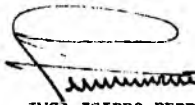
es propuesto por el C. ING. ISIDRO BERRUM NAMBO. quien será el responsable

de la calidad de trabajo que usted presente, referida al tema: " ESTUDIO SOBRE LA FABRICACION DE VOLANTES DE DIRECCION EN ESPUMA DE POLIURETANO,"  
el cual deberá usted desarrollar de acuerdo con el siguiente orden:

RESUMEN.

- I.- INTRODUCCION.
  - II.- DESCRIPCION DEL PROCESO DE FABRICACION DE UN VOLANTE DE DIRECCION.
  - III.- HIGIENE Y SEGURIDAD.
  - IV.- CONCLUSIONES.
- BIBLIOGRAFIA.

ING. JOSE LUIS MARTINEZ ZENDEJAS.  
El Jefe del Departamento de Opción

  
ING. ISIDRO BERRUM NAMBO.  
El Profesor Orientador

ING. RUBEN LEMUS BARRON.  
El Jefe de la División de  
Sistemas de Titulación

  
DR. GUILLERMO BERRUM NAMBO SUAREZ.  
El Director de la Escuela

**ESTUDIO SOBRE LA FABRICACION DE VOLANTES DE DIRECCION EN ESPUMA  
DE POLIURETANO INTEGRAL**

**Alberto Libreros Durán**

## CONTENIDO

	Pág. No.
RESUMEN.....	1
I INTRODUCCION .....	3
1.1 Objetivo del Trabajo .....	3
1.2 Ubicación del Departamento de Poliuretano .....	3
1.3 Descripción del Departamento de Poliuretano .....	3
1.4 Descripción de un Volante de Dirección .....	12
1.5 ¿Qué es una Espuma de Poliuretano Integral? .....	13
1.6 Descripción de una Máquina Espumadora .....	15
II DESCRIPCION DEL PROCESO DE FABRICACION DE UN VOLANTE DE DIRECCION .....	22
2.1 Diagrama de Bloques del Proceso .....	23
2.2 Diagrama del Proceso .....	24
2.3 Descripción del Proceso .....	27
2.3.1 Etapas de Preparación .....	27
a) Pruebas de Aceptación de Componentes .....	27
b) Preparación de la Máquina Espumadora .....	31
c) Preparación de Insertos .....	41
d) Preparación de Moldes .....	42
e) Preparación de Desmoldante .....	43
2.3.2 Etapas de Terminación .....	44
a) Espumado de la Pieza .....	44
b) Control de Calidad en la Pieza Recién Espumada ...	46
c) Curado de la Pieza .....	49
d) Control de Calidad en la Pieza Curada .....	50
III HIGIENE Y SEGURIDAD .....	57

IV	CONCLUSIONES .....	66
	BIBLIOGRAFIA .....	80

**SOLO LECTURA**

## INDICE DE CUADROS

		Pág. No.
Forma 1	Control de Recepción de Tambores Componentes P.U. ....	69
Forma 2	Control de Calidad de Componentes .....	70
Forma 3	Reporte de Espumado .....	71
Gráfica 1	Gráfica para la Calibración de la Bomba del Componente A .....	72
Gráfica 2	Gráfica para la Calibración de la Bomba del Componente B .....	73
Tabla 1	Tabla de Fallas en la Máquina Espumadora .....	74
Tabla 2	Tabla de Fallas de Espumación en la Máquina Tabla de fallas en la Pieza Espumadora .....	76
Tabla 3	Resumén de las Características de la Espuma de Poliuretano para un volante de automóvil típico.....	79

## RESUMEN

El desarrollo actual de volantes de dirección ha dado como resultado que los volantes tradicionales fabricados en materiales como caucho, — plástico (polipropileno, propianato, etc.) o sus similares tiendan a desaparecer y un material como la espuma de poliuretano integral se introduzca al mercado con mayores ventajas tanto de fabricación como económicas y de confort para el usuario. Esta situación originó que en nuestro país se iniciara la producción de este nuevo volante de dirección; siendo el presente trabajo el resultado de una serie de estudios en el área de espumado, en el cual se proporciona la ubicación del área dentro de una planta de fabricación de volantes y se hace una descripción de sus principales operaciones, aceptación de componentes, lavado de equipo, calibración de bombas y espumado de las piezas.

El procedimiento de fabricación es el de espumado de alta presión — con un cabezal mezclador de dos vías, utilizando moldes de resina epoxi- ca, con recubierta de aluminio. La materia prima que se trabajó cumplió las características adecuadas para el manejo de la misma, tanto en el — proceso de fabricación como de producto terminado. En el proceso de fabricación se tomaron en cuenta los tiempos de reacción y densidad, considerando que las espumas de poliuretano reaccionan diferente cuando están a altas altitudes como es el caso de la Ciudad de México, por lo que su diseño quedó sujeto a esta condición, siempre y cuando las temperaturas ambiente y de trabajo fueran controlables. El producto terminado debió llenar una serie de requisitos finales tanto en apariencia como en pruebas en frío y en caliente de elongación y resistencia a la tensión entre otras, antes de ser aceptadas en una producción en serie.

Los resultados del estudio se tienen a través del mismo en la descripción del área y de cada una de sus operaciones, las cuales tuvieron que cernirse hasta encontrar los procedimientos más adecuados en cada una de las operaciones. Anexo se encuentran tablas donde se muestran las fallas más frecuentes que se pueden tener en la máquina espumadora y en el producto terminado, además de las correcciones que se hacen en cada caso.

SOLO LECTURA



## INTRODUCCION

### 1.1 Objetivo del Trabajo

El presente trabajo pretende proporcionar una serie de procedimientos de un departamento de poliuretano, que van desde la recepción de materia-prima hasta la espumación de un volante de dirección en poliuretano integral semi-terminado. El motivo de la selección de este tema se debe al hecho de haber formado parte del equipo de trabajo que inició la fabricación de este producto en nuestro país, lo que tomó dos años antes de lograr resultados positivos; estos resultados se presentan aquí para su estudio y consideración, además de que este trabajo puede servir como guía en la espumación de volantes. También, se puede aplicar a otros productos dentro de la misma línea como son coderas, tableros, etc., que son utilizados en automóviles, camiones y diversos vehículos de la industria automotriz.

### 1.2 Ubicación del Departamento de Poliuretano

El Departamento de Poliuretano (Fig. 1) es donde se desarrolla el espumado, que es una de las fases del proceso para la fabricación de volantes, y lo podemos ubicar en la parte central de este proceso; antes de espumar se debe tener un inserto metálico, que es fabricado en el Departamento de Metalmecánica, en una fase anterior al espumado; partes adicionales al volante se fabrican en una fase paralela en el Departamento de Termoplásticos; y en el Departamento de Ensamble se obtiene la integración de todas las partes que componen al volante.

### 1.3 Descripción del Departamento de Poliuretano

Fig. 1a UNIFICACION DEL DEPARTAMENTO DE POLIURETANO DENTRO DEL PROCESO DE FABRICACION DE UN VOLANTE DE DIRECCION

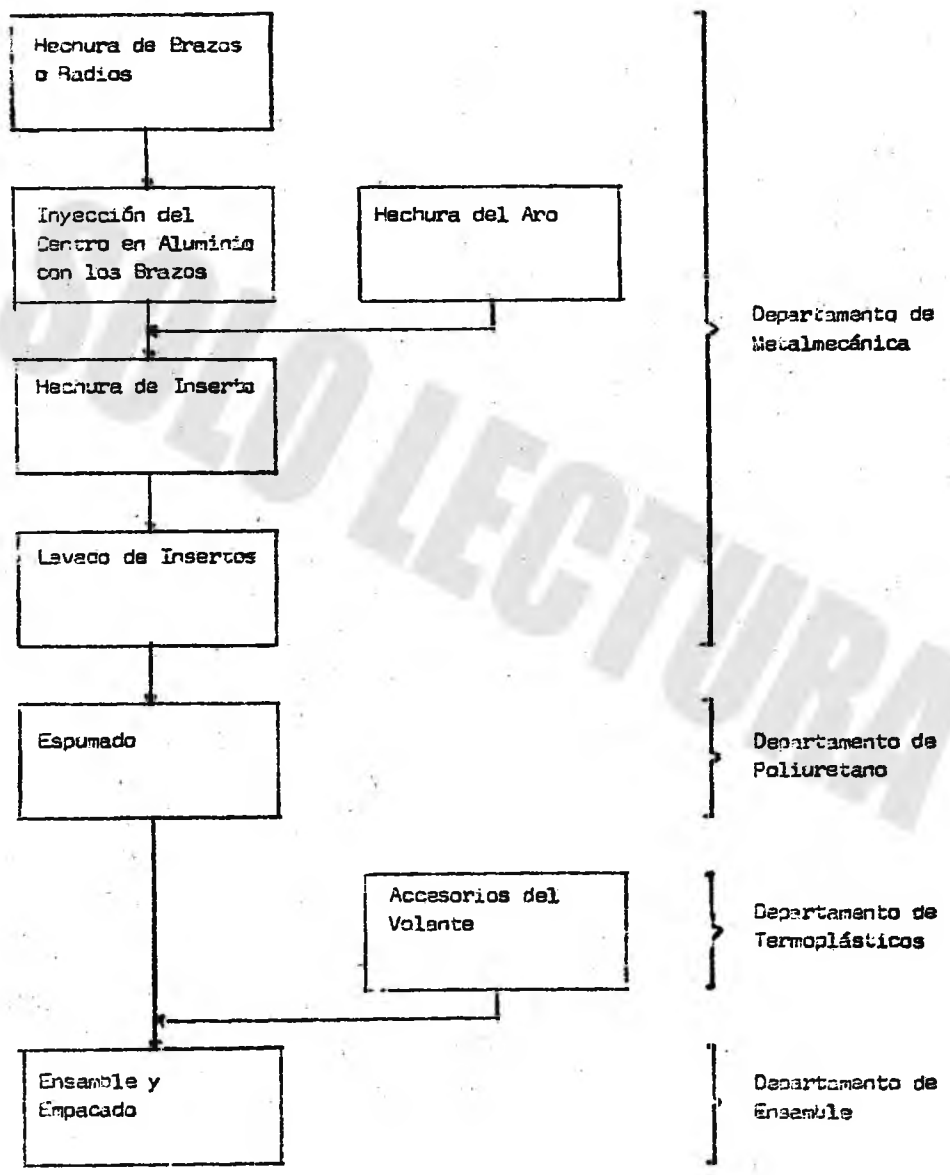
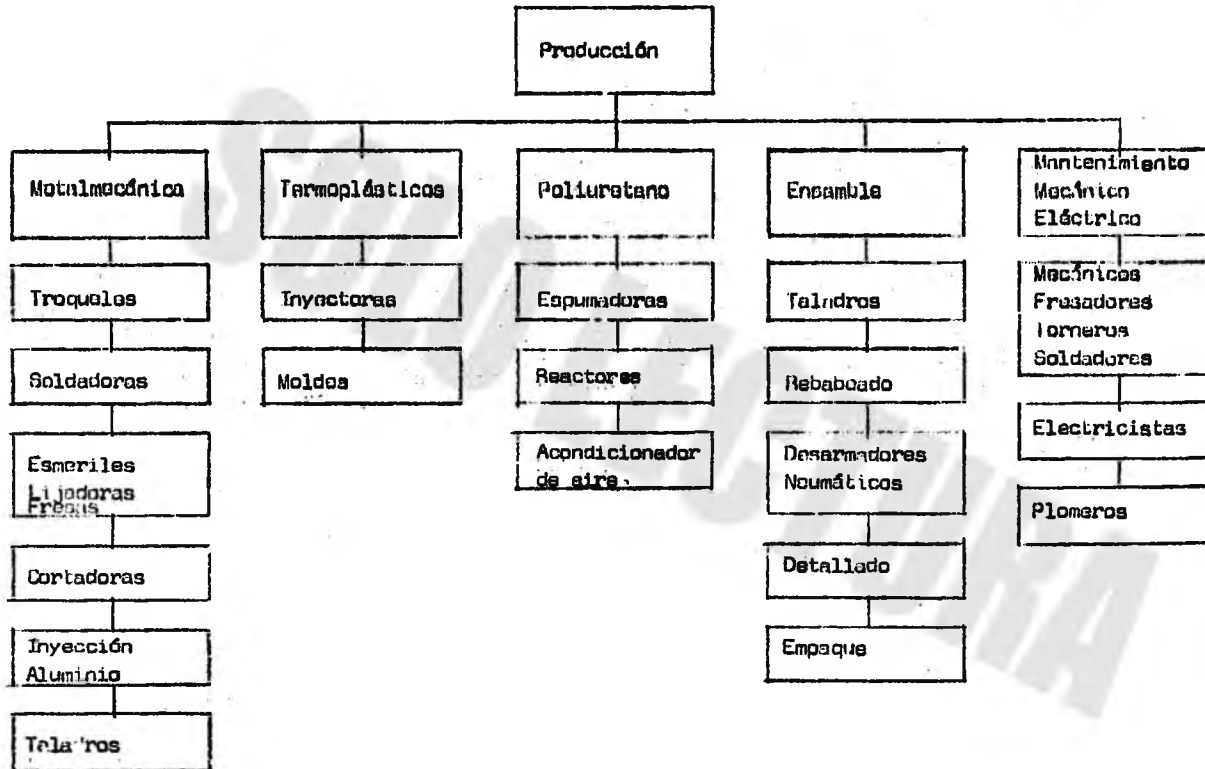


Fig. 1b ORGANIGRAMA DE PRODUCCION



El Departamento de Poliuretano para llevar a cabo su objetivo consta de las siguientes áreas de trabajo:

- 1.3.1 Almacén de Materias Primas
- 1.3.2 Almacén de Anaqueles
- 1.3.3 Laboratorio de Control de Calidad
- 1.3.4 Producción
- 1.3.5 Mantenimiento

#### 1.3.1 Almacén de Materias Primas

En este sitio se almacenan las principales materias primas que se utilizan en el espumado y que son: Isocianatos, Polioles, Desmoldantes, Agentes de Limpieza (Solventes clorados) y Lubricantes para las Máquinas.

La importancia de esta área radica en las condiciones ambientales que se deben conservar además del control propio que debe tener un almacén, como son entradas y salidas de materiales, inventarios, etc.

Las condiciones ambientales que se deben tener en el almacén en toda la época del año son de  $21 \pm 2^\circ\text{C}$  de temperatura y de 65 a 70% de humedad relativa; estas condiciones van dirigidas a mantener en buen estado principalmente los componentes que van a ser utilizados en el espumado del poliuretano.

La importancia de la temperatura radica en que a medida que se aumenta, el agente espumante en el poliol ó polioles puede escaparse (evaporándose) ya que en ocasiones se usan agentes como el freón, que tiene bajos puntos de evaporación.

A bajas temperaturas algunos isocianatos tienden a cristalizarse degenerando la composición básica en su formulación.

Los efectos de alta humedad se resienten en cualquiera de los materiales ya que, la contaminación por agua provoca defectos en el producto espumado aún cuando esta contaminación sea a bajas concentraciones. Los defectos que provoca específicamente son burbujas en el espumado.

Otro de los aspectos que se deben tomar en cuenta son las fechas de caducidad dadas por los proveedores de los sistemas de poliuretano. Se recomienda ir utilizando los materiales más antiguos, cuidando de no usar materiales que ya hayan alcanzado su fecha de caducidad.

Para el control de tambores en los sistemas de poliuretano se recomienda usar una hoja de Control de Recepción de Tambores de Componente P.U. (P.U. - Poliuretano) en la que se registran los siguientes datos:

Nombre del sistema  
Fecha de Recepción  
Fecha de Fabricación del Sistema  
Fecha de Caducidad  
Número de Partida Consecutivo  
Número de Partida dado por el Proveedor, y el  
Número de Tambor dado por la Empresa que va a hacer el  
espumado.

Para cualquier salida de material del almacén de materias primas, éste debe ser liberado previamente por el control de calidad del mismo departamento. La forma No. 1 es la que se utiliza para el control.

### 1.3.2 Almacén de Anaqueles

Este Almacén se divide en tres áreas:

Anaqueles vacíos  
Anaqueles con insertos  
Anaqueles con producto espumado.

Los anaqueles vacíos se conservan como de reserva o que van a ser usados durante el proceso. Se manejan de dos tipos:

Los que son de una varilla con una base en uno de los extremos (Fig.2) y que sirven para transportar insertos desde el Departamento de Metalmecánica por la zona de lavado hasta el Departamento de Inyección de Poliuretano.

Los que son de cuatro varillas con una base común inferior y superior (Fig.2) para que puedan estibar uno encima de otro; y su función es la de transportar insertos y/o producto espumado.

### 1.3.3 Laboratorio de Control de Calidad

Este laboratorio se divide en dos áreas:

- Control de Calidad de Sistemas de Poliuretano y Materiales Auxiliares.
- Control de Calidad de Producto Terminado.

En la primera área se comprueba el estado satisfactorio de los componentes A y B que se utilizan para la obtención de espumas de poliuretano. El Componente A es un polioliol y el Componente B es un isocianato. Existen dos procedimientos manuales para la comprobación del buen estado de las espumas; en uno se hace el espumado libre en molde abierto y el otro se hace en moldes cerrados.

Además, en esta área se cuida que los materiales que se usan en el lavado de moldes de la máquina espumadora y los lubricantes para las máquinas estén dentro de sus especificaciones para que cumplan su propósito y no vayan a causar algún deterioro.

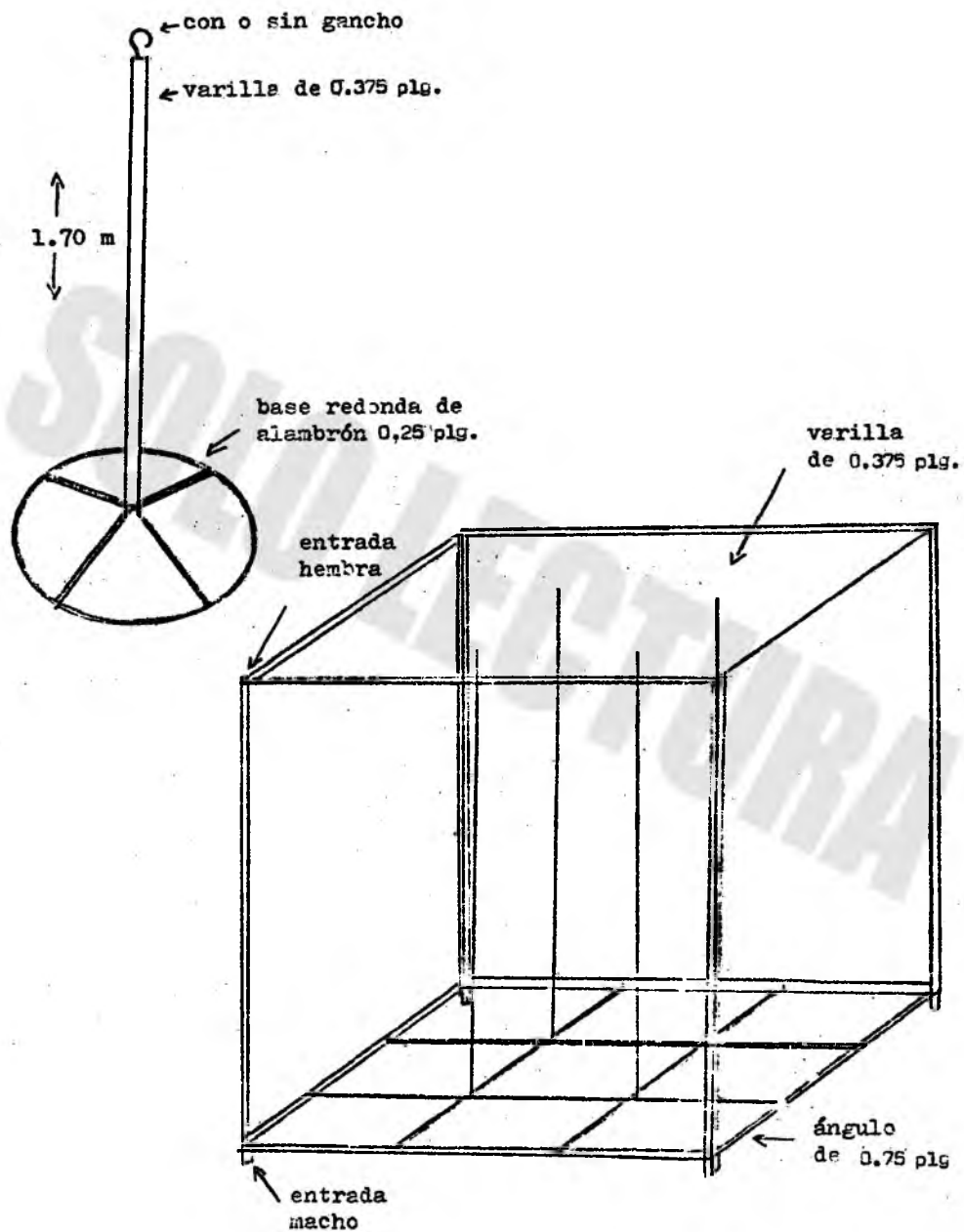


Fig. No. 2

En la segunda área se localizan los elementos necesarios para el control de calidad de espumas de poliuretano que ya se consideran como producto terminado.

Las pruebas físicas principales que se realizan son:

Resistencia a la elongación

Resistencia a la abrasión

Dureza

Apariencia visual

Pruebas químicas

Resistencia al sudor

Resistencia a solventes

Flamabilidad, etc.

#### 1.3.4 Producción

Producción se encuentra dividida en:

- Sala de Reactores
- Sala de Máquina Espumadora
- Sala de Acondicionamiento de Aire

En la Sala de Reactores tenemos el siguiente equipo:

Intercambiadores de calor

Reactores para los componentes

Sistema de inyección de aire

Sistemas de bombeo Almacén-Sala de Reactores

La función que cada uno de estos equipos desempeña es la siguiente:

Los intercambiadores de calor mantienen la temperatura de trabajo de cada uno de los componentes para la obtención de los resultados más óptimos.



Los Reactores sirven como tanques de almacenamiento de los componentes estos se deben mantener dentro de ciertos límites superior e inferior de llenado para mantener una presión constante de salida a la máquina espumadora, con la condición de que deben ser tanques herméticos para que se mantenga una presión de aire en el domo mínima de  $7 \text{ kg/cm}^2$ . Además, deben tener una agitación constante y a baja revolución.

El aire a presión que debe ser seco sirve para mantener una atmósfera libre de contaminantes que puedan afectar a los componentes. El contaminante principal en estos casos es la humedad. Además, la presión misma evita la evaporación de algunos materiales como son los agentes espumantes de bajo punto de volatilidad (como lo es el freón).

La agitación sirve para mantener el material homogéneo en todo su volumen ya que hay materiales que tienden a asentarse por la diferencia de densidades.

El sistema de inyección de aire consta básicamente de un compresor y de un secador de aire que nos da una presión de aire de  $7-14 \text{ Kg/cm}^2$  y un aire libre de humedad.

El sistema de bombeo de Almacén a Sala de Reactores se encuentra en el almacén de los componentes, aunque se considera como parte de la Sala de Reactores y consta de bombas de tipo de engranes que sirven para el transporte tanto de materiales viscosos como de líquidos con viscosidad cercana a la del agua. Estas bombas sirven para el transporte de componentes y solventes de limpieza.

### 1.3.5 Mantenimiento

La importancia de este Departamento radica en que se requiere personal capacitado en máquinas espumadoras y en moldes fabricados en resina plástica y con recubrimiento de aluminio.

#### 1.4 Descripción de un Volante de Dirección

**Definición :** Aro con dos o más radios que sirve para controlar la dirección de la marcha de un vehículo automóvil.

Un volante de dirección espumado en poliuretano integral consta de las siguientes partes:

- a) Esqueleto o Inserto
  - b) Espuma
  - c) Partes adicionales
- a) Esqueleto.- Es la estructura interna del volante que le da solidez consta de tres partes integradas, arillo y brazos fabricados en acero y el centro en aluminio.
- b) Espuma.- Es la parte que le da forma al volante, siempre con un acabado especial que pueda ser de piel, liso o el terminado que se requiera tener.
- c) Partes adicionales:
- c)1 Tapa de volante: Parte superior del volante, donde se encuentran las conexiones para el claxon fabricado en algún termoplástico como el PVC o aún en poliuretano.
  - c)2 Flansh: Asiento del volante donde se encuentra el arillo de contacto del claxon; se fabrica en nylon, material resistente a esfuerzos propios de un asiento.
  - c)3 Arillo de contacto: Es el elemento metálico que sirve como contacto eléctrico al momento de accionar el claxon.

- c)4 Bujas: Asientos entre el volante y la tapa del volante, fabricado en policarbonato, material resistente a los golpes entre las dos piezas, al momento de accionar el claxon.
- c)5 Alambres y tornillos: Tanto para conexiones del claxon, como para fijación de todas las partes.

#### 1.5 ¿Qué es una Espuma de Poliuretano Integral?

Su nombre correcto es Espuma con Piel Integrada y se utiliza principalmente en la fabricación de piezas acolchonadas para el interior de vehículos automotores.

La característica del poliuretano con piel integrada se refleja principalmente en su densidad, la cual va aumentando del núcleo de la misma hacia la superficie de la parte moldeada, por lo que, prácticamente, la superficie no es porosa (no se forman las celdas que se tienen en una espuma), siendo este terminado el que da la apariencia de piel.

Para obtener el resultado antes mencionado, el aditivo usado como propelente (o agente espumante) debe ser de bajo punto de ebullición. Esta propiedad se aprovecha si se considera que la piel se forma al no volatilizarse el propelente cuando éste entra en contacto con una superficie de molde relativamente fría y un cambio en el núcleo de la espuma donde se lleva a cabo una reacción exotérmica se obtiene una elevación de temperatura, lo que nos da un escape del propelente provocando esto las celdas características de la espuma.

Las ventajas del Poliuretano con Piel Integrada son:

- Se obtienen la reproducción exacta de cualquier tipo de superficie de piel y terminados cosidos con hilo, además de diferentes formas decorativas.

- Es muy resistente a cambios climatológicos y a medios húmedos.
- No es corrosivo.
- Es muy confiable y de buena apariencia.
- Además se le considera de buen grado de seguridad para el usuario - ya que en casos de un accidente protege al manejador, pues tiene un grado de flexibilidad controlado y en algunos casos, el centro del volante va en poliuretano rígido el cual se destruye antes que dañar al manejador.
- Por lo que se refiere al lado económico, este material da piezas más baratas que las hechas con otros materiales.

Su principal desventaja se presenta en la decoloración que sufre el Poliuretano con Piel Integrada cuando ésta se expone a los rayos solares; este fenómeno se presenta en el Poliuretano con Piel Integrada en colores claros, en los colores oscuros como el negro y el café la resistencia a los rayos solares es mayor a la de los colores claros, por lo que se prefiere el uso de estos colores oscuros.

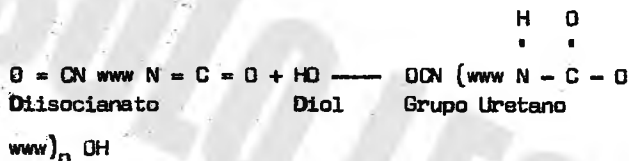
#### Fundamentos Químicos del Poliuretano

La denominación poliuretano proviene del nombre urea, se aplica para una clase de plásticos en la cual vuelven a aparecer con regularidad grupos de urea dentro de las moléculas grandes o macromoléculas. Dicha molécula se compone fundamentalmente de dos bloques unidos en línea, o sea, el bloque de isocianato y el bloque del poliol.

Las múltiples posibilidades de reacción de los grupos NCO en la estructura de los isocianatos son la clave de la química de los poliuretanos. —

Estos se forman, según el principio de la poliadición, con los átomos reactivos del hidrógeno en los grupos OH de la molécula del polioliol, puentes de poliuretano los cuales unen entre sí a los distintos componentes. Según la cantidad de los grupos reactivos por cada componente se pueden alcanzar en cualquier variación deseada polímeros en forma de cadena, lineales y — hasta altamente ramificados.

El caso más simple se presenta más adelante en forma esquemática. Iso- cianatos con dos grupos NCO reaccionan con un Polieterol, el cual también- lleva solamente dos grupos reactivos de OH, formando un polimerizado li- — neal entrelazado por puentes de uretano.



En adelante este estudio se referirá al Diol como Componente A y al — isocianato como Componente B; al conjunto de los dos componentes como el — sistema P.U., esto es una costumbre que se ha adoptado en el medio en que se maneja poliuretano.

#### 1.6 Descripción de una Máquina Espumadora

El constante desarrollo de la técnica del espumado de P.U. impone ele- vadas exigencias a la construcción y la técnica de procesos de máquinas es- pumadoras, muchos de estos procesos se resuelven utilizando espumadoras de alta presión, las cuales están provistas de unidades dosificadoras de re- gulación continua con diferentes rendimientos que pueden dar las diferen- tes proporciones de mezclas según sea el sistema de P.U. manejado, para lo cual se auxilian de un cabezal de correderas en el caso de que se manejen- dos componentes.

El conocimiento exacto de las funciones es condición óptima para evitar errores de manejo y aprovechar de manera óptima el rendimiento y la rentabilidad. Las indicaciones para el cuidado y el mantenimiento son importantes para conseguir un funcionamiento exento de perturbaciones y larga vida útil del equipo.

A continuación se desglosan los elementos que forman parte de la máquina espumadora:

- 1.6.1 Bomba dosificadora componente A
- 1.6.2 Bomba dosificadora componente B
- 1.6.3 Electromotor
- 1.6.4 Filtros
- 1.6.5 Válvulas de tres vías
- 1.6.6 Válvulas estranguladoras
- 1.6.7 Válvulas de seguridad
- 1.6.8 Desgasificadores
- 1.6.9 Cuadro de manómetros
- 1.6.10 Unidad manejadora de aire
- 1.6.11 Cabezal mezclador
- 1.6.12 Depósitos de lubricante
- 1.6.13 Cambiadores de calor

Además de los elementos anteriores que se encuentran agrupados en forma compacta, montados en una máquina, también existe un sistema de tuberías y un equipo auxiliar para el manejo de materias primas que comprenden todo el equipo de una espumadora.

El cabezal mezclador se encuentra unido con la máquina espumadora por medio de conductos flexibles de aportación y evacuación unidos a las bombas dosificadoras.

Además, la máquina debe tener una caja para panel de control en donde se encuentran alojados todos los elementos fusibles de maniobra y mando, además de los programas de tiempo de inyección-recirculación, tiempos de soplado de aire, de limpieza y control de alarmas para presiones previas de inyección, recirculación, máximas y mínimas, etc.

#### 1.6.1 y 1.6.2 Unidades Dosificadoras (Bomba Dosificadora Componente A y - Bomba Dosificadora Componente B)

##### Descripción y Funcionamiento

Las máquinas espumadoras deberán estar equipadas con dos bombas dosificadoras para cada uno de los componentes A y B que constituyen la materia-prima.

La función de las bombas dosificadoras es la de bombear los componentes, exactamente dosificados y bajo presión al cabezal mezclador. Ambas bombas dosificadoras son accionadas conjuntamente con un electromotor con dos extremos de eje.

La transmisión de fuerza se realiza a través de dos acoplamientos de engranes. El motor deberá marchar durante el servicio a régimen constante

Las variaciones de las cantidades bombeadas deberán ser hechas por medio de los dispositivos calibrados de las bombas.

La selección del tamaño de las bombas se regirá por las cantidades máximas a bombear y por la proporción de mezcla de los componentes.

Las bombas montadas son bombas de presión tales como ya básicamente se conocen como bombas de inyección en los motores de combustión. Garantizan una dosificación exacta de los componentes dentro de su margen de rendi-

miento. Además, se pueden graduar la cantidad bombeada en forma continua — por medio del calibrador. Las bombas de presión son bombas de émbolo o — pistón con carrera, siempre uniforme del mismo.

### 1.6.3 Electromotor

Se utiliza un motor de 15 PH con flecha de ambos lados del motor para el accionamiento de cada una de las bombas dosificadoras.

### 1.6.4 Filtro

Los filtros deben estar incorporados en los conductos de aspiración antes de los desgasificadores. Sirven de protección a las bombas dosificadoras, cuadros de distribución, a las boquillas de inyección, etc. contra — cualquier impureza.

El filtro se compone de la caja y del elemento filtrante. Una manivela girable en la parte superior del filtro que sirve para limpiar el elemento filtrante. La limpieza puede llevarse a cabo durante el trabajo y a través de una válvula de purga en la parte inferior del filtro por donde se extraen las impurezas.

En el caso de que los filtros se encuentren muy sucios deberán cambiar se para tener asegurada una buena presión de entrada a las bombas.

### 1.6.5 Válvulas de 3 Vías

Este tipo de válvulas se utilizan como tomas de muestras en la determinación del gasto de las bombas.

### 1.6.6 Válvulas Estrenguladoras



válvulas del tipo de aguja de alta precisión que se utilizan en la máquina para controlar las presiones de inyección del espumado.

#### 1.6.7 Válvulas de Seguridad

Toda la máquina deberá estar protegida mediante válvulas de seguridad contra sobrecargas que sirvan como mantenedoras de presión.

Las máquinas de alta presión no deben sobrepasarse a una presión máxima ajustada de 320 bar.

Periódicamente se deberá verificar el funcionamiento de las válvulas de seguridad, para esto se procederá como sigue:

- a) Estrangular las boquillas en el cabezal mezclador
- b) Ajustar las bombas dosificadoras en cantidad de bombeo "cero"
- c) Ajustar el tiempo de inyección en 60 seg.
- d) Colocar la máquina en disposición para trabajar
- e) Desconectar la alarma de vigilancia de presión de componente principal
- f) Oprimir el botón de inyección

Al arrancar la máquina los calibradores de las bombas se van aumentando de cero poco a poco y se va observando el aumento de presión en los manómetros. Si la presión del medio asciende hasta los 320 bar  $\pm 10\%$ , quedando dentro de este margen, esto quiere decir que las válvulas de seguridad trabajan perfectamente. En el caso de no alcanzar o excederse este margen de presión hay un mal funcionamiento de las válvulas de seguridad.

NOTA: En el margen de presión elevado se dosificara con sumo cuidado.

### 1.6.8 Desgasificadores

Los desgasificadores se encuentran antes de las bombas para detectar cualquier traza de aire o gases libres en los componentes que originan angulaciones en la línea, bombeo e inyección por las burbujas que se forman.

El desgasificador es un recipiente con un indicador de nivel; éste se encuentra en la parte más alta de las bombas con el fin de recolectar todo el aire y sacarlo por medio de una purga antes de empezar cualquier trabajo en la máquina.

### 1.6.9 Descripción de cuadro de manómetros

Para la vigilancia visual y automática de la presión, la máquina espumadora deberá estar provista con manómetros de contacto. Cada sistema de componentes está equipado por el lado de aspiración y el de presión con respectivamente un manómetro. El del lado de la aspiración debe contar con aguja de mínima para evitar presiones muy bajas a la entrada de las bombas. En el lado de presión se tendrán dos agujas para indicar mínima y máxima teniendo la función de registrar las presiones de recirculación y de inyección.

Para un mejor funcionamiento los indicadores de presión pueden ser del tipo sumergido en aceite.

### 1.6.10 Unidad Manejadora de Aire

Es en sí una válvula solenoide que controla el paso de aire al cabezal mezclador y su función es la de mantenerlo limpio de excesos de componentes que quedan después de cada inyección.

#### 1.6.11 Cabezal Mezclador

Consta de dos pistones, los cuales pueden realizar las siguientes funciones:

- a) Recircular los componentes a través de las bombas y de los reactores.
- b) Inyectar los componentes de la bomba a través de la cámara de mezclados.

Y es el medio por el cual se obtiene la mezcla del poliol y el isocianato que es inyectado por un conducto llamado inyector al molde de la pieza que se desea obtener.

#### 1.6.12 Depósitos de Lubricante

Estos depósitos contienen un lubricante que se utiliza en el cabezal mezclador para lubricar los pistones de inyección de componentes. Normalmente estos depósitos se encuentran presurizados para mantener una alimentación constante del lubricante al cabezal.

#### 1.6.13 Cambiadores de Calor

Como ya se mencionó anteriormente algunos de los componentes que forman sistemas de poliuretano requieren un control de temperaturas de los mismos; es ahí donde se aplican estos cambiadores de calor que pueden ser de muy diversos tipos.

II DESCRIPCION DEL PROCESO DE FABRICACION  
DE UN VOLANTE DE DIRECCION

SOLO LECTURA

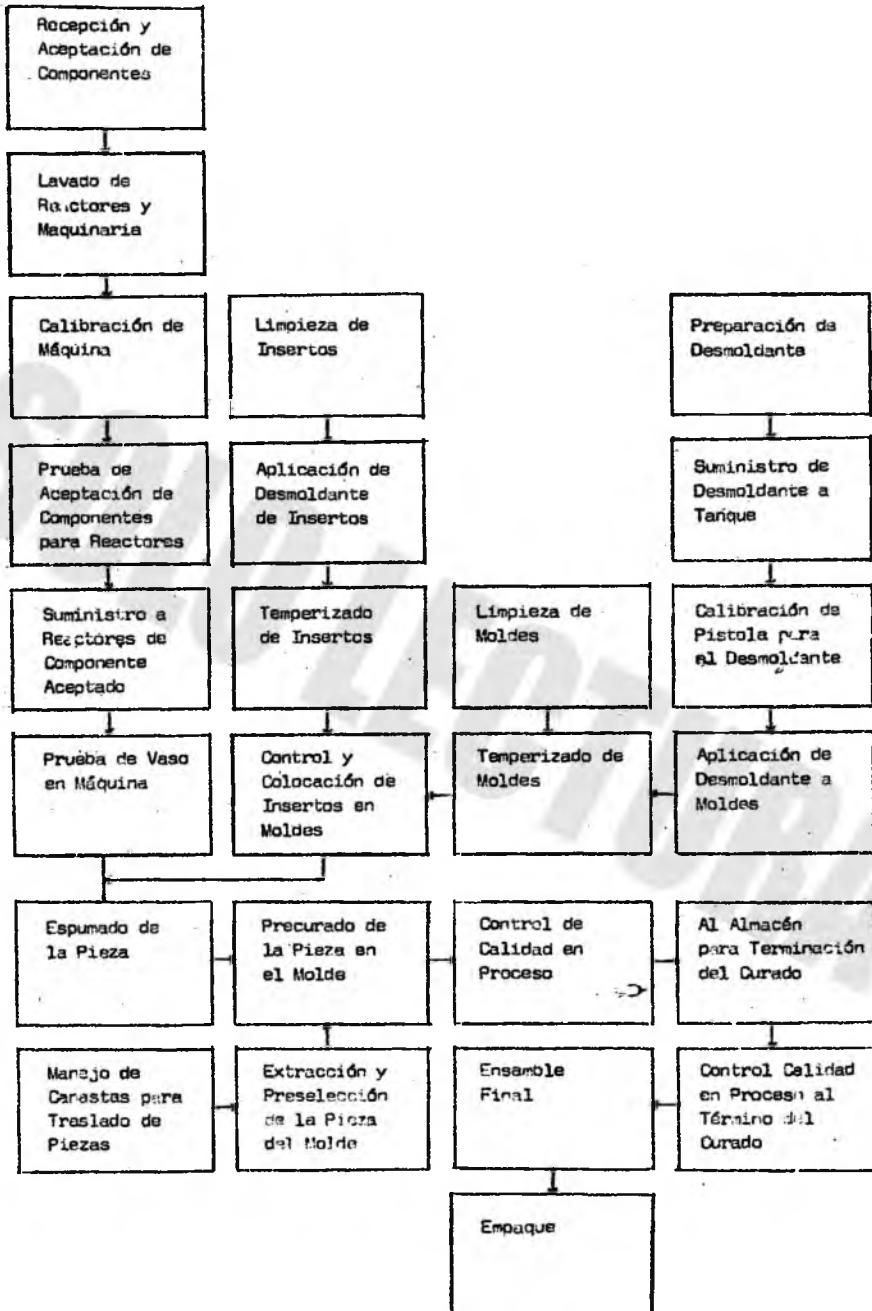
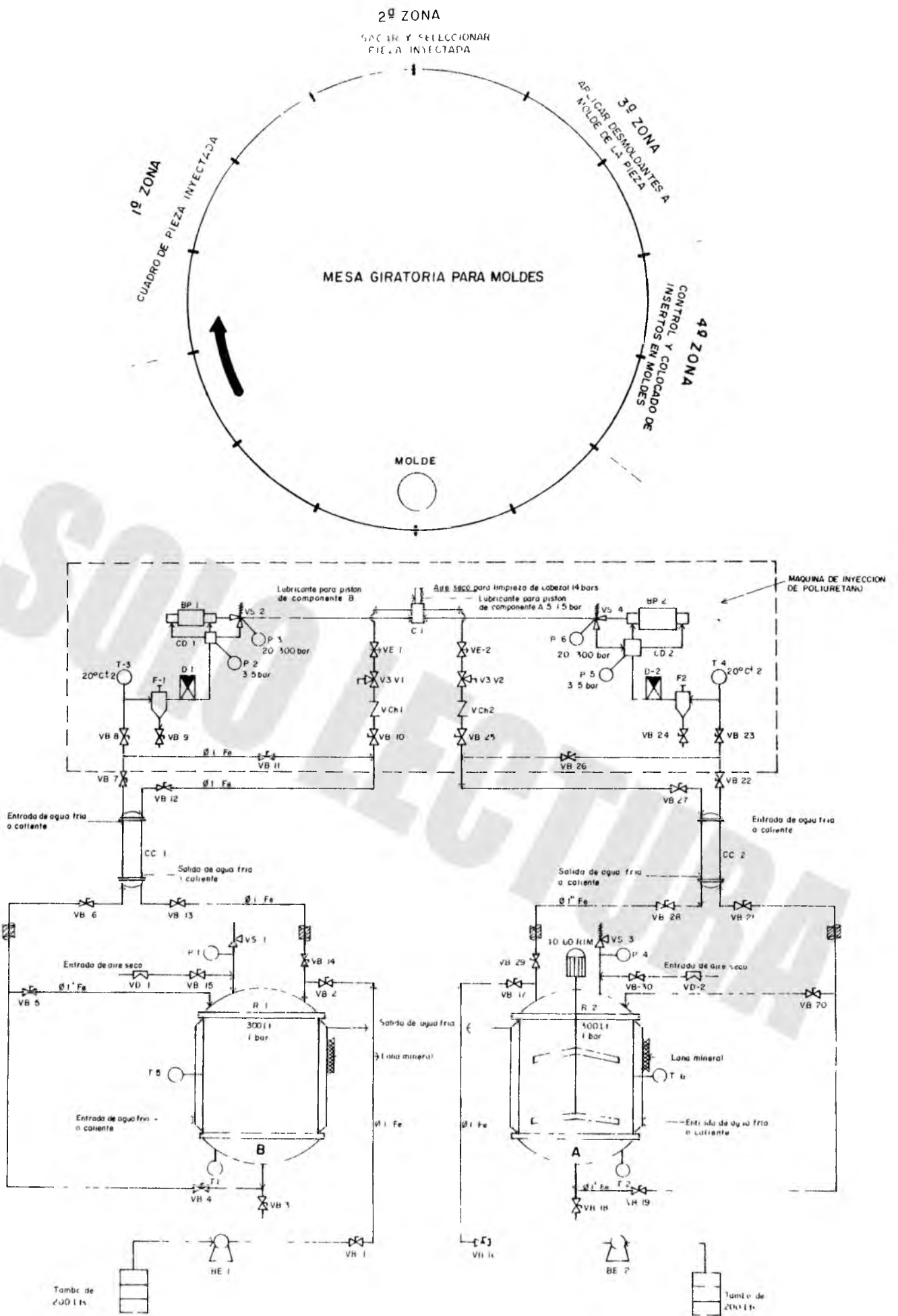














DIAGRAMA DE FLUJO PARA UNA PLANTA DE PIEZAS ESPUMADAS EN POLIURETANO.



I.P.N.	ESIQIE
DIAGRAMA	2.2
DIAGRAMA DE FLUJO DE ESPUMADO PARA LA OBTENCION DE UN VOLANTE DE POLIURETANO.	
ALBERTO LIBREROS DURAN	
Tesis Profesional	1984

## S I M B O L O G I A

	C	CABEZAL DE DOS VIAS
	BP	DOSIFICADOR DE PISTONES
	VB	VALVULA DE BOLA
	VS	VALVULA DE SEGURIDAD
	V3V	VALVULA DE 3 VIAS
	VE	VALVULAS DE ESTRANGULAMIENTO
	VCh	VALVULA CHECK
	VD	VALVULA DE DIAFRAGMA
	P	MANOMETRO
	T	TERMOMETRO
	BE	BOMBA DE ENGRANES
	D	DESGASIFICADOR



**F**      **FILTRO DE LAMINIELAS**

**R**      **REACTOR**

**A**      **COMPONENTE A**

**B**      **COMPONENTE B**

**SOLO LECTURA**



## 2.3 Descripción del Proceso

El proceso de espumado consta de cinco etapas de preparación y cuatro de terminación que se describen a continuación:

### 2.3.1 Etapas de Preparación

- a) Prueba de Aceptación de Componentes
- b) Preparación de Máquina Espumadora
- c) Preparación de Insertos
- d) Preparación de Moldes
- e) Preparación de Desmoldante

### 2.3.2 Etapas de Terminación

- a) Espumado de la Pieza
- b) Control de Calidad de la Pieza Recién Espumada
- c) Curado de la Pieza
- d) Control de Calidad de la Pieza Curada

### 2.3.1 Etapas de Preparación

- a) Prueba de Aceptación de Componentes

#### a) Obtención de Muestras

Se homogeniza el componente de 10 a 15 minutos. Es importante la agitación del componente para evitar el asentamiento del catalizador, estabilizadores, agentes resistentes al fuego, etc. (Componente A). El componente B normalmente no es necesario agitarlo a menos que haya tenido un tiempo de almacenado mayor a 3 meses.

Ya que se agitó el material se obtienen las muestras por medio de muestreadores que deben ser de fierro negro; evitar emplear cualquier objeto cromado, de bronce, galvanizado y/o cobre.

Al sacar las muestras se deben utilizar guantes de hule para evitar el contacto con los componentes.

Después de sacar las muestras volver a cerrar los tambores para evitar el contacto de componentes con la humedad del medio ambiente, lo cual puede provocar cristales (urea) en el componente B y una pérdida parcial de agente espumante, ya sea que se encuentren en el componente A ó B.

En el caso de que se utilice algún pigmento se requiere antes de sacar muestra agitarlo con una propela especial a 1200 rpm durante 15 minutos.

Cantidades que se requieren del muestras:

200 g. aproximadamente del componente A

200 g. aproximadamente del componente B

50 g. aproximadamente de pigmento.

a)2 Prueba de Aceptación de Componentes:

Objetivo: Determinar los tiempos de inicio, terminación, curado y densidad de una espuma de poliuretano obtenida en forma manual de un sistema de dos componentes: poliuretano e isocianato.

Finalidad: Determinar si las especificaciones del material están dentro de los rangos establecidos para la aceptación de un sistema.

## Lista de Material y Equipo Requerido

Descripción	Cantidad
Estufa 0-100°C	1
Taladro de 1200 rpm	1
Propela especial	1
Balanza granataria 0-5 kg. divisiones de 0.1 g.	1
Termómetro de vidrio de 0-100°C	1
Vasos de poliestireno o cartón sin encerar 400 ml	20
Segueta	1
Aguja	1
Cronómetro de 2 agujas	1
Forma de reporte	1

## a)3 Procedimiento

NOTA: A continuación se expondrá el procedimiento utilizado en una espuma de poliuretano integral con una relación de mezcla de 100 partes de componente A y 36-38 partes de componente B.

a)3.1 Se tara un vaso Pv = 6.5 g.

a)3.2 Se agrega componente A de acuerdo a la relación teórica.

A partes	B partes
100	36-38
50	18-19
25	9-9.5 etc.

a)3.3 Se agrega componente B de acuerdo a la relación anterior.

Ejemplo:

Peso vaso	6.5 g.
	+
Componente A	<u>50.0</u>
	56.5
	+
Componente B	<u>18.0</u>
	74.5 g.

- a)3.4 Se homogeniza la mezcla preparada durante 10 segundos en el taladro con la propela especial para espuma de poliuretano; - al inicio de la agitación se acciona el cronómetro.

El tiempo de homogenización de la mezcla depende del tiempo de inicio de reacción. Cuando se prueba un sistema para asprado se debe agitar sólo 5 segundos.

- a)3.5 Aproximadamente 3/4 partes del sistema se vacían en otro vaso con el fin de apreciar los tres diferentes tiempos.

Tiempo de inicio Cuando la espuma empieza a subir.

Tiempo de terminación Cuando se observa que las celdas que se forman en el cuello de la base y de la parte superior de la espuma ya no crecen más; éste es el tiempo de terminación.

Tiempo de curado Después del tiempo de terminación se toca la puerta superior de la espuma, - cuando ya no se tenga una consistencia pegajosa entonces se considera el tiempo de curado.

- a)3.6 A la muestra espumada se le corta la parte superior y se determina su densidad.

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Peso muestra g.}}{400 \text{ ml}} \times 1000 = \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

NOTA: La temperatura de los componentes al momento de la prueba será de 20 ó 25°C, según como queda establecido

Todos los datos del sistema y los resultados obtenidos deberán ser registrados en la forma No. 2.

a)3.7 Si los resultados obtenidos están dentro de los rangos especificados se da por aceptada la espuma.

a)4 Procedimiento de Aceptación de Componentes Pigmentados

a)4.1 La preparación de componentes A y B es la misma que se mencionó antes, solamente que al componente A hay que agregarle el pigmento correspondiente.

a)4.2 Antes de utilizar el pigmento deberá agitarse fuertemente a 1500 rpm durante 15 minutos.

a)4.3 Se agrega la cantidad de color requerida al poliol o componente A y enseguida se agita, después se sigue el procedimiento común.

a)4.4 En el caso de que se tenga que agregar pigmento a los reactores, esto se hace de la siguiente forma: Se sacan unos 10 lt. de componente A del reactor y sobre esta muestra se agrega el pigmento; después de agitar vigorosamente durante 10 minutos y en estas condiciones se agrega el reactor.

b) Preparación de la Máquina Espumadora

**b)1 Lavado de Equipo**

**Objetivo:** Lavar los reactores R-1 y R-2, la máquina espumadora, tubería y todos los elementos que componen el equipo de espumado.

**Finalidad:** Tener el conjunto limpio para meter componentes limpios del sistema que se va a trabajar para producir la pieza requerida.

**Material y Herramental Requerido:**

Llaves mixtas para destapar los reactores y los tanques

Llave para abrir tambores

Guantes industriales de hule

Mascarilla

Lentes de seguridad

Raspadores

Trapo

Llaves mixtas y/o desarmadores para pumpar bombas y elementos auxiliares

Tambores de 200 lts., 2 piezas

Botes metálicos de 20 lts., 4 piezas

**Solución lavadora.** Esta solución puede prepararse de dos formas:

Solución 1 (2 partes de dioctilftalato y 1 parte de cloruro de metileno).

Solución 2 (30% de mesamol y 70% de cloruro de metileno).

**Procedimiento:****b.1.1 Primer Lavado**

1. Se preparan 110 lts. de solución de lavado.
2. Se lavan los reactores R-1 y R-2 con 40 lts. máximo por reactor manualmente.
3. Los filtros F-1 y F-2 se desmontan, se lavan y se vuelven a instalar.

#### b.1.2 Segundo Lavado

1. Se preparan 300 lts. de solución de lavado.
2. Se agregan a cada reactor 150 lts. de la solución de lavado.
3. Se cierran los tanques y se ponen todos los elementos en la posición siguiente: Ver Diagrama del Proceso 2.2

VB 1 cerrada	VB 13 abierta	VB 25 abierta
VB 2 cerrada	VB 14 abierta	VB 26 abierta
VB 3 cerrada	VB 15 abierta	VB 27 abierta
VB 4 abierta	VB 16 cerrada	VB 28 abierta
VB 5 abierta	VB 17 cerrada	VB 29 abierta
VB 6 abierta	VB 18 cerrada	VB 30 abierta
VB 7 abierta	VB 19 abierta	
VB 8 abierta	VB 20 abierta	
VB 9 cerrada	VB 21 abierta	
VB 10 abierta	VB 22 abierta	
VB 11 abierta	VB 23 abierta	
VB 12 abierta	VB 24 cerrada	

VD 1 abrir hasta que P-2 indique 1 Bar

VD 2 abrir hasta que P-7 indique 1 Bar

VS 1 calibrada en 6 Bar

VS 3 calibrada en 6 Bar

4. Se cierran las válvulas VB-11 y VB-26 hasta que los manómetros P-2 y P-5 indiquen 1 Bar.
5. Por los filtros F-1 y F-2 (válvulas VB 9 y VB 24) sacar 20 lts. aproximadamente de material de lavado.
6. Purgar los siguientes elementos:
  - D-1 desgasificador componente B
  - D-2 desgasificador componente A
  - BP1 bomba de pistones componente B
  - BP2 bomba de pistones componente A
7. Las válvulas de estrangulamiento VE1 y VE2 se abren completamente. Las válvulas de 3 vías se abren y se colocan manigueras a dos tambores de material de lavado sucio.
8. Se ponen las bombas BP-1 y BP-2 a trabajar en recirculación; se purgan las válvulas de seguridad VS2 y VS4; las válvulas VE1 y VE2 se cierran hasta que los manómetros P-3 y P-6 marquen 50 Bar de presión y se sacan aproximadamente 60 lts. de material de lavado por cada válvula de 3 vías.- Antes de apagar la recirculación se toma una muestra de material de lavado para ver el avance de lavado. Se cierran las válvulas de 3 vías y se colocan en recirculación totalmente a los reactores R-1 y R-2 durante 15 min.



9. Después de recircular el material se saca la mayor parte — por filtros, válvulas VB-9 y VB-24 y al último se purgan — los desgasificadores y las bombas de pistones; por último — se saca el resto por las válvulas inferiores de los reactores VB-4 y VB-23. Se deben parar las bombas de gusano para que no trabaje sin material.

### b.1.3 Tercer Lavado

El tercer lavado se efectúa exactamente igual que el segundo, — si al momento de sacar una muestra se observa que hay una lim- pieza total, que el material tenga la misma transparencia que cuando se suministró el reactor entonces se considera termina- do el lavado de los reactores con material de lavado. En caso contrario se efectúa un cuarto lavado.

### b.1.4 Cuarto Lavado con componentes del sistema que se va a manejar:

1. Se preparan 150 lts. de componente A previamente homogeniza- dos y 150 lts. de componente B y se efectúa un lavado si-— guiendo el procedimiento del primer lavado.
2. Después de la recirculación se considera que los reactores— ya se encuentran limpios, por lo que se procede a la cali— bración de las bombas y del cabezal de inyección.

### b)2 Calibración de Bombas y Cabezal de Inyección

Objetivo: Calibrar las bombas de pistones en diferentes gastos y— una presión de recirculación igual en todos los gastos— para hacer las gráficas de gastos correspondientes a cada bomba y— a partir de estas obtener los gastos y calibraciones que se desean

tener en la bomba, así como con las bombas en los gastos deseados.- se calibra el cabezal de inyección a las presiones requeridas.

#### Antecedentes

Haberse efectuado los lavados con el material de lavado y con — componentes del sistema a manejar.

Las bombas de pistones deberán contar con un calibrador regula— dor de gastos

Bomba	BP-1	BP-2
Gasto máximo	1.2 lt/min	4.2 lt/min
Rango de calibrador	0-25	0-20

Los reactores deberán tener el material del último lavado con — componentes del sistema que se va a trabajar.

El sistema que se manejará en este caso tendrá las siguientes — características:

Componente A - Polirol

Componente B - Isocianato

#### Prueba de Laboratorio en Vaso:

T inicio = 26  $\pm$  2 seg.

T final = 67  $\pm$  2 seg.

T curado = 96  $\pm$  2 seg.

Densidad = 100-110 Kg/m<sup>3</sup>

Relación de mezcla A-100 partes B-36-38 partes

Temperatura de prueba 25°C

Producto terminado

Peso de poliuretano en producto terminado  $480 \pm 20$  g.

### Procedimiento para la Calibración

- b)2.1 Se deberán obtener gastos de las bombas a las siguientes condiciones:

	Lectura Calibrador		Presión de Recirculación Bar	
	A	B	A	B
1	18	12	200	200
2	21	14	200	200
3	24	16	200	200
Bomba	BP2	BP1		

- b)2.2 Se requieren 6 botes de 4 lt. limpios y con peso conocido, además de un cronómetro y guantes de lona.

- b)2.3 Se colocan los calibradores en 0 y después se va aumentando hasta ponerlos en la calibración antes mencionada para cada bomba BP1 = 12 y BP2 = 18. En el caso de que al poner por ejemplo el valor de 12 se pase hasta 13, para colocar el 12 se debe regresar el calibrador hasta 5 antes de colocar el 12; no se debe regresar nunca de 13 a 12 directamente.

Colocados los valores en los calibradores se ponen las bombas en recirculación y se colocan las presiones de recirculación con las válvulas de estrangulamiento VE-1 y VE-2 correspondientes a cada componente.

- b)2.4 Por las válvulas de 3 vías V3V1 y V3V2 abiertas totalmente se empiezan a sacar muestras hasta que el gasto sea constante en este momento se empieza a tomar muestra de cada componente en un bote.

de 4 lit. de peso conocido durante 60 seg. Terminando de tomar la muestra se apaga la recirculación y se pesan las muestras obtenidas para determinar el gasto de las bombas. Ejemplo:

Componente A	Componente B
200 Bar recirculación	200 Bar recirculación
18 valor calibrador	10 valor calibrador
Peso bote + muestra 1870 g.	1485 g.
Peso bote 310 g.	295 g.
Peso componente	
l/min. 1560 g/min	1190 g/min.

b)2.5 El mismo procedimiento se sigue para las dos calibraciones siguientes:

Componente A	Componente B
200 Bar recirculación	200 Bar recirculación
21 valor calibrador	14 valor calibrador
Peso bote + muestra 2690	1805
Peso bote 300	315
Peso componente	
l/min. 2390	1490

200 Bar recirculación	200 Bar recirculación
24 valor calibrador	16 valor calibrador
Peso bote + muestra 3300	2070
Peso bote 290	290
Peso componente	
l/min. 3010	1780

b)2.6 Con los datos anteriores se obtienen las gráficas correspondientes

a cada bomba. (Gráfica 1 y 2)

b)2.7 De la gráfica se obtienen los gastos que se desean, partiendo de los siguientes datos:

$$P \text{ pieza} = 480 \pm 20 \text{ g.}$$

$$P \text{ PU inyectado} = 500 \text{ g.} \times 1.05 = 525 \text{ g.}$$

Relación de mezcla	A	B
Partes	100	35-38
%	(73.5-72.5)%	25.5-27.5%
Peso/pieza	380.6-378 g.	139-144.4 g.

$$\text{tiempo inyección} = 7.5 \text{ seg.}$$

$$\text{Gasto req.} = \frac{P \text{ PU inyectado}}{t. \text{ inyección}} = \frac{525 \text{ g.}}{7.5 \text{ seg.}}$$

$$\text{Gasto req.} = 70 \text{ g/seg.}$$

$$\begin{aligned} P \text{ comp. A req.} &= 70 \text{ g/seg} \times 0.73 = 51.1 \text{ g/seg.} \\ &= 51.1 \frac{\text{g}}{\text{seg}} \times 60 \frac{\text{seg}}{\text{min}} \\ &= 3066 \text{ g/min} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P \text{ comp. B req.} &= 70 \text{ g/seg} \times 0.27 = 18.9 \text{ g/seg} \\ &= 18.9 \text{ g/seg.} \times 60 \text{ seg/min} \\ &= 1134 \text{ g/min.} \end{aligned}$$

De las gráficas se obtiene el valor de calibrador para cada componente.

Componente	Gasto Teo. Req.	Valor calibrador
A	3066 g/min.	24.2

B

1134 g/min.

10

b)2.8 Con los valores obtenidos de las gráficas se colocan los calibradores y se checan los gastos de las bombas; en caso de que los gastos no coincidan se hace el ajuste requerido, por ejemplo:

A teo.	= 3066 g/min	24.2 calibrador
real 1	= 3020 g/min	24.2 calibrador
real 2	= 3090	24.8 calibrador

Ajuste:	3020 g.	24.2
	<u>3090 g.</u>	<u>24.8</u>
	70 g.	0.6

∴ 70 g. = 11.66 g/raya

3020

3066 = 46 g. = 4.00 rayas

0046 g 11.66 g/raya

∴ Valor calibrador debe ser = 24.2 + 0.4  
= 24.6

Se coloca el nuevo valor del calibrador y se vuelve a checar el gasto; si este es correcto se da por terminado la calibración de bombas.

NOTA: Siempre que se coloque una nueva calibración de la bomba deberá volverse a colocar la presión de recirculación adecuada.

b)2.9 El caudal de dos vías se deberá ajustar hasta una presión de inyección o mezcla de 200 Bar, cuando éste se encuentre dispuesto se

considera que el cabezal está calibrado.

b)2.10 Se saca todo el material usado para lavar y calibrar la máquina, -  
siguiendo el procedimiento que se utilizó en los lavados anterior-  
res.

b)2.11 Se homogeniza componente A y se prepara componente B verificados -  
con anterioridad y se suministra a los reactores correspondientes-  
hasta que esté lleno los reactores en un 90% se colocan las presio-  
nes requeridas, tanto las de entradas como las de las bombas de -  
pistones y se purgan los elementos correspondientes y se prepara -  
para inyectar la pieza requerida.

### c) Preparación de Insertos

#### c)1 Limpieza de Insertos

Los insertos que salen del área de metalmecánica vienen con diver-  
sos residuos de polvo, grasas, etc., los cuales dan un efecto na-  
gativo en caso de que se espume sobre ellos el poliuretano, teni-  
endo como resultado una falta de adherencia total del poliuretano  
sobre el inserto, por lo que se recomienda efectuar un lavado de-  
los mismos e inclusive, un fosfatizado de zinc que le ayuda a au-  
mentar la adherencia. El procedimiento que se recomienda es el -  
siguiente:

Desengrase alcalino

Enjuague

Decapado con un ácido

Enjuague

Fosfato de zinc

Enjuague

## Sello químico

El procedimiento antes recomendado se puede encontrar en el mercado en una gran variedad.

A los insertos limpios se les aplica con una brocha desmoldante en las partes en que no se desea poliuretano adherido al inserto para que después del espumado se desechen estas partes. El desmoldante se aplica principalmente en los centros del volante y las bases sobre las que se apoyan los flanshs.

Se meten los insertos a un horno para que alcancen una temperatura de 30-35 °C con el fin de evitar un enfriamiento brusco de la mezcla de componentes poliisocianato al entrar en contacto con los insertos y provoque esto una reacción incorrecta, dando como resultado falta de adherencia a que la pieza que se obtenga esté incompleta.

Los insertos antes de ser puestos en los moldes se les realiza un último control de calidad por parte del mismo trabajador de producción, el cual consiste en colocar el inserto en el molde y en caso de observar deformaciones del mismo que pueden ser corregidas lo saca del molde y ya sea aplicando un golpe o un doblado con la mano en deraza el inserto y se vuelve a colocar el inserto en el molde. Si la deformación queda corregida se cierra el molde y se pasa a otro molde; la anterior operación se repite hasta la corrección de la deformación; en caso de que no se pueda corregir se regresa el inserto al departamento de Metalmecánica en donde se deberá arreglar el problema.

### d) Preparación de Moldes

#### d)1 Limpieza de Moldes



Los moldes requieren una limpieza por turno y ésta se realiza o se puede realizar con cualquier tipo de solvente que limpie grasas y que sea de bajo punto de ebullición. En el departamento de Poliuretano se considera que el solvente sea no flamable para reducir riesgos de incendios y aún de explosiones, para lo cual se recomienda usar el cloruro de metileno, el tricloroetano, el tricloroetileno o una mezcla de los mismos.

La limpieza se efectúa con una brocha de cerdas suaves para evitar dañar el molde, procurando llevar a cabo una buena limpieza evitando dejar residuos que después salen marcados en la superficie de la pieza espumada.

#### d)2 Temperizado de Moldes

Al igual que los insertos requieren un temperizado que mantenga un medio propicio para una buena reacción, para nuestro caso las temperaturas óptimas se encuentran en un rango de 30-35 °C. La obtención de estas condiciones se alcanzan haciendo circular agua a través del serpentín que el molde tiene ya de fabricación.

#### e) Preparación del Desmoldante

e)1 Se prepara una solución de desmoldante:

25% Desmoldante a base de grasas

75% Cloruro de metileno

e)2 Se agrega la solución preparada a un tanque el cual se puede presurizar. El equipo que se usa es el mismo que se aplica para el pintado por asperción y consiste de un tanque para solución, una pistola para dar una cortina plana con ángulo de 80-90° del desmoldante y una alimentación de aire que sea regulable para controlar la

aplicación del desmoldante al molde de la pieza.

e)3 La calibración de la pistola, como ya se dijo, debe abrirse una cortina de  $60-90^{\circ}$  y no deberá tener ningún escurrimiento que vaya a caer en el molde, los excesos de desmoldante salen marcados en la pieza espumada además que van ensuciando el molde rápidamente.

e)4 Se aplica el desmoldante al molde procurando que la película sea pareja y homogénea, los excesos de desmoldante se quitan con aire a presión para lo cual se requiere tener una pistola de aire siempre a la mano.

A los moldes así preparados se les puede pasar a la siguiente etapa que es la colocación de insertos.

### §.3.2 Etapas de Terminación

#### a) Espumado de la Pieza

a)1 Preparar la máquina de inyección con el material, gastos de bombas y presiones de inyección y recirculación adecuadas; este paso ya se describió anteriormente.

a)2 Verificar que las temperaturas de los componentes sean las especificadas  $20^{\circ}\text{C}$  y en caso contrario acondicionar a la temperatura requerida.

a)3 Verificar que los moldes se encuentren en la temperatura adecuada, para nuestro caso debe ser de  $30-35^{\circ}\text{C}$ .

a)4 Preparar los insertos con desmoldante en las partes en que no se desea tener poliuretano adherido al inserto y meterlo al horno de calentamiento hasta que obtengan una temperatu-

ra de 30 a 35° C.

- a)5 Agregar desmoldante en el tanque de desmoldante, presurizarlo y darle presión y gasto de desmoldante a la pistola de aplicación, cuidando que no sea mayor de 20 ml/molde.
- a)6 Verificar que todo el personal tenga todo el herramental necesario:

Inyector - Varillas de bronce para limpiar cabezal de inyección y boquillas de entrada del molde solvente de limpieza, grasa para cabezal dioetiltalato para pistones de cabezal y depósitos de lubricante, brocha para grasa, llave española para purga de desgasificadores y bomba, boquillas completas de cabezal y su equipo de seguridad, mascarilla, lentes, guantes.

Selector de Volante - Varillas de bronce, agujas para desgasificar poliuretano, desmoldante para prensas y equipo de seguridad.

Aplicador de Desmoldante a Molde - Pistola de aplicación de desmoldante, varillas de bronce y broca para destapar los agujeros de desgasificación de molde, equipo de seguridad.

Colocador de Esqueletos - Equipo para control de insertos y equipo de seguridad.

Trabajador general - Preparar esqueleto con desmoldante, separadores de volante, etc. para estos trabajos requieren brochas, desmoldante, varillas para esqueleto, arco, etc.

a)7 Colocar el tiempo de disparo en la máquina de 7.5 seg. para una pieza en el programa 1 de la máquina y además en el programa 2 se coloca 0.8 seg. para poder realizar pruebas de vaso con la máquina.

a)8 Antes de inyectar la pieza se hace un disparo en un vaso para verificar que la máquina esté mezclando correctamente y verificar el perfil de la reacción (tiempos), su densidad, y tamaño de célula adecuado a la espuma que se está trabajando

Ejemplo de prueba obtenida del sistema que se está tomando como muestra:

t1 = 22 seg.

t2 = 58 seg.

t3 = 80 seg.

D = 90 kg/m<sup>3</sup>

a)9 Bajo estas condiciones ya es posible inyectar las piezas requeridas.

b) Control de Calidad de la Pieza Recién Espumada

A la pieza recién espumada se le deben controlar las siguientes características:

Adhesión

Burbujas

Poros

Aspecto

Manchado, y

Brillo

y del resultado de la evaluación de cada una de estas caracterís-

ticas se toma como aceptado o rechazado el material que se está espumando, el control lo lleva a cabo una persona del laboratorio mínimo una vez cada hora y los resultados los anotará en la Forma No. 1; también se debe adiestrar al personal que extraiga los volantes de los moldes para que lleven el control en cada una de las piezas y reporten a su supervisor cualquier anomalía que observen.

Para aceptar una pieza se deberá considerar lo siguiente en cada una de las características mencionadas anteriormente:

Adhesión - B/M (B - buena y M - mala), todos los volantes sin excepción deben tener buena adhesión entre el inserto y la espuma de poliuretano y se deberá probar principalmente en el arillo del volante, trate de girar con la mano la espuma de poliuretano sobre el inserto. Esta prueba se realiza en la pieza recién espumada y no se debe aplicar una fuerza mayor que la que se ejerza con la muñeca de la mano. La misma prueba se repite a las 24 horas y la espuma no se debe desapejar con la mayor fuerza que un hombre pueda aplicar sobre ella.

Burbujas (1 - 6) - Como su nombre lo indica la burbuja es un glóbulo formado ya sea por aire o por agente espumante que se quedó atrapado y curada la espuma quedó ahí la burbuja.

Las burbujas se clasifican en un rango de 1 - 6, en donde

El 1 es un producto aceptado

Del 2 al 3 es un material que se puede recuperar efectuando un "parche" que consiste en rellenar la burbuja con un material especialmente preparado para este caso, este material es una pasta que se obtiene mezclando el Componente A con el B.

Del 4 al 6 es un material que se rechaza y que ya no puede ser recuperado.

Poros - Pocos burbujas en abundancia, cuando se tienen muchos (M) se rechaza la pieza, pocos (R) se aceptan las piezas con ciertas reservas, lo ideal es que no se tengan poros.

Aspecto - Esta característica se refiere al grabado en la pieza - el cual debe ser bueno (B) en todos los casos cuando se obtenga - regular (R) se debe buscar la razón por la que no sale bien el grabado, esto se debe normalmente a un molde sucio que debe limpiarse inmediatamente.

Brillo - El acabado de un volante de dirección debe ser mate ya que acabados brillantes lastiman la vista a los manejadores de un automóvil.

La evaluación final nos indica si el volante se envía al Departamento de Ensamble, a reparación o se separa para destazar la espuma rechazada y se recicla el inserto nuevamente a espumado.

El control de calidad de la pieza recién espumada se lleva en la Forma No. 3, junto con las pruebas de Aceptación de Componentes - 2.3 1.a y con las condiciones de operación de la máquina espumadora 2.3. 1.b y la preparación de moldes 2.3 1.d

### c) Curado de la Pieza

Las piezas recién espumadas y aprobadas por Control de Calidad se colocan en los anaqueles de 4 varillas y pasan a un almacenamiento por 48 horas mínimo. Durante este tiempo deberá quedar protegido contra el polvo del medio ambiente, para lo cual se utilizan bolsas de polietileno.

Se debe evitar el contacto físico de la espuma con cualquier material, e inclusive de la espuma de una pieza contra la espuma de otra, para evitar deformaciones o marcas en la espuma recién obtenida y en la cual no hay una reacción total sino hasta después de 48 horas.

Otro de los puntos que no se han mencionado pero que requieren especial atención es el centro del volante, que en una gran mayoría de los casos es de aluminio y que si no es tratado con sumo cuidado sufre deformaciones que causan rechazo de Control de Calidad, - por lo cual se recomienda en esta etapa y en otras anteriores el uso de mangueras flexibles que se colocan en las varillas de los anaqueles, además de separadores plásticos hechos con mangueras de plástico de un diámetro mayor al del barrenado del centro del volante, que sirvan para evitar el contacto de volante a volante hasta que éstos no tengan un curado total de la espuma de poliuretano.

Después de esta parte ya se puede proceder al rebabeado del exceso de material en la pieza espumada sobre todo en la formada por el acoplamiento de las dos partes de los moldes, la cual muchas veces no es todo lo eficiente que se requiere.

El buen manejo de los volantes de dirección en esta etapa es primordial para al final obtener una eficiencia alta en la producción de estos materiales.

d) Control de Calidad de la Pieza Curada

El volante de dirección ya curado, antes de pasar a su etapa final de montaje, requiere pasar las siguientes pruebas:

**Dureza**

Alargamiento en %

Resistencia a la tensión

Resistencia a la flamabilidad

Resistencia al sudor

Resistencia a la abrasión

Resistencia a la decoloración

**Dureza:** Determinar la dureza que un volante de automóvil debe cumplir para cubrir los requisitos de durabilidad y confort del mismo.

Instrumento - Durómetro Shore A.

**Procedimiento**

1. Aplicar el durómetro en cuatro partes del aro del volante por la parte exterior y anotar las lecturas obtenidas. La especificación que se debe cubrir es de 50-55 unidades Shore A.
2. Aplicar el durómetro en las partes blandas del aro del volante; estas partes se encuentran por debajo del aro generalmente. En estas partes las lecturas obtenidas deben ser de 30-35 unidades Shore A.

**Observaciones a la Prueba**



Cuando se tiene dureza por abajo de los valores recomendados se tiene un material que se desgarrará fácilmente al manejo constante del usuario.

Cuando por el contrario se presenta dureza con valores superiores a los recomendados, esto nos indica exceso de material (espuma) — y/o que no se trabaja bajo las condiciones de trabajo que se recomiendan. Además de que baja el nivel de confort que el usuario tendría con respecto a otro material más suave.

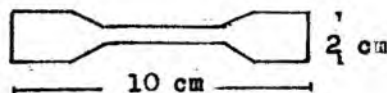
#### Alargamiento en %

**Objetivo:** Determinar la elasticidad que tiene la piel que se forma antes de la espuma antes de sufrir una ruptura.

**Equipo que se requiere:** Una cuchilla, un suaje con la forma de la probeta recomendada, una regla métrica y una máquina — que se usa para determinar la resistencia a la tensión en materiales plásticos.

#### Procedimiento

1. Se cortan dos muestras de un volante de dirección de aproximadamente 6 cm x 2 cm. Una muestra es del aro del volante y la otra de un brazo.
2. Se raspa de la piel la espuma hasta que quede el espesor de la piel que visualmente se alcanza a ver.
3. Se corta con el suaje una probeta de la forma deseada



4. Con un marcador se anotan 2 marcas distanciadas 2 cm en el centro de la probeta.
5. La probeta se coloca en las mordazas de la máquina medidora de tensión, procurando que las mordazas tengan una protección de hule que no dañe la probeta. Se aplica una fuerza que va aumentando constantemente a una velocidad de 2 m/seg.
6. Antes de que la probeta se rompa se mide la distancia total entre las marcas.
7. El alargamiento en % =  $\frac{Df - Di}{Di} \times 100$

Di = Distancia inicial entre marcas

Df = Distancia final entre marcas

Se considera que se cumple la norma cuando se tiene un alargamiento en % mínimo de 120% en las dos muestras que se cortaron.

Observaciones a la prueba: Esta prueba nos indica en parte el grado de resistencia que al material, siendo suave, tiene al estar en contacto constante con un manejador, el cual aplica jalones al volante. Se recomienda hacer como mínimo 3 pruebas y obtener un promedio del resultado de las 3 pruebas que nos darán el resultado final.

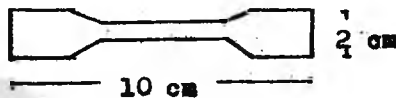
#### Resistencia a la tensión

Objetivo: Determinar la fuerza que se requiere para romper la probeta.

Equipo que se requiere: Una cuchilla, un suaje con la forma de la probeta recomendada, una máquina para determinar la resistencia a la tensión en materiales plásticos.

### Procedimiento

1. Se cortan 2 muestras de un volante de dirección de aproximadamente 6 cm x 2 cm. Una muestra se toma del aro del volante y la otra de un brazo.
2. Se raspa de la piel la espuma hasta que quede el espesor de la piel que visualmente se alcanza a ver.
3. Se corta con el suaje una probeta de la forma deseada



4. La probeta se coloca en las mordazas de la máquina medidora de tensión procurando que las mordazas tengan una protección de huile que no dañe la probeta. Se aplica una fuerza que va aumentando constantemente a una velocidad de 2 m/seg.
5. Se anota el valor de la fuerza requerida para que la probeta se rompa en cualquiera de sus partes. Se repite la prueba 3 veces y se obtiene un promedio de los tres valores. El promedio requerido es de 2.5-3.0 Kg/cm<sup>2</sup>

### Resistencia a la flamabilidad

**Objetivo:** Comprobar el grado de seguridad que nos da la espuma en casos de incendios midiéndose para esto la flamabilidad que tiene la espuma.

**Equipo que se requiere:** Molde para el espumado de la probeta, máquina espumadora lista con todos sus accesorios, gabinete para la prueba.

### Procedimiento

1. Se espuma la probeta en el molde que se tiene para el caso.
2. Se deja curar durante 48 horas mínimo.
3. Se coloca la probeta en el gabinete en forma vertical sobre su largo.
4. Se enciende el quemador de manera que la flama toque la esquina de la probeta; si la flama se extiende más allá del 15% de la longitud total de la probeta se considera que es un material — que no pasa la prueba, en caso contrario se da el material como aceptado.

### Resistencia al sudor

Objetivo: Medir la resistencia que tiene el material sin sufrir — cambios superficiales al contacto de las sustancias se — regadas por el cuerpo humano y conocidas comúnmente como sudor.

Equipo que se requiere: Una cuchilla, un vaso de precipitados de 300 ml y una solución de ácido acético que nos da el — mismo pH que el sudor.

### Procedimiento

1. Se cortan dos muestras del aro del volante y otra de uno de — los brazos.
2. Se colocan las muestras en la solución preparada de ácido acético y se dejan las muestras ahí durante una semana.

3. Después de la semana se sacan las muestras, que no deben mostrar ningún cambio aparente ni físico, ni químico en caso contrario se rechaza el material.

#### Resistencia a la abrasión

**Objetivo:** Comprobar que el material no sufra ataques físicos en su superficie por el contacto físico, ni decoloraciones o cambios químicos en su estructura.

**Equipo que se requiere:** Un volante de dirección, máquina fabricada para el caso y tela de algodón.

#### Procedimiento

1. Se coloca el volante sobre el soporte.
2. Se pasa la tela de algodón sobre el arco del volante.\*
3. Se pone a trabajar la máquina, la cual ejerce un movimiento constante de la tela de algodón sobre el arco.
4. La prueba se realiza en forma constante durante 96 hrs sin que el volante sufra ningún deterioro. En los casos que se requiera cambiar la tela porque ésta se dañe, hágalo las veces que sea necesario.

#### Resistencia a la decoloración

**Objetivo:** Comprobar que el material no es dañado en su color por la exposición de la pieza a los rayos solares.

### Procedimiento

1. Se colocan 3 volantes, expuestos a los rayos solares.
2. Después de un mes el color del volante no debe sufrir ningún cambio.

### Observaciones

Se ha encontrado que los volantes de poliuretano en color negro, son los que tienen menos cambios por los efectos de los rayos solares. Y en cambio los de colores sufren cambios muy notorios, lo que baja la calidad del volante de dirección.

Las anteriores pruebas se repiten bajo las siguientes condiciones:

- Colocando probetas en cámaras frías a 0° durante una semana.
- Colocando probetas en estufas a 40°C durante una semana.
- Colocando probetas en la cámara salina durante una semana.

Y deben pasar las pruebas sin ningún problema para que se considere que el P.U. inyectado es de calidad aceptable.

### III HIGIENE Y SEGURIDAD

#### Normas de Comportamiento en Caso de Accidentes con el Sistema P.U.

Si salpica en los ojos Lavar inmediatamente los ojos con la solución especialmente preparada para esto, inmediatamente lavar con agua destilada y consultar al médico.

Si salpica sobre la piel Secar inmediatamente y lavar perfectamente con agua y jabón.

En caso de que la ropa tenga contacto con el Componente B (Isocianato, tambores y tuberías rojas) — debe cambiarse la ropa y proceder también al lavado.

Molestias en la respiración, falta de aire, dolor en el pecho Ir inmediatamente al aire libre y mantenerse quieto, no fumar. En caso de dolores fuertes, que se provocan por el TDI (Disocianato de Tolueno), contenido en el Componente B debe consultarse al médico. El riesgo anterior se evita usando mascarillas durante el tiempo de trabajo.

Derrames de Componente B (Isocianato) Cubrir el derrame con aserrín o arena y posteriormente regar sobre éste solución diluida de Amoníaco para la neutralización.

---

AL TRABAJAR CON LOS COMPONENTES USAR SIEMPRE  
GUANTES, LENTES PROTECTORES Y MASCARILLA

---

## Normas de Seguridad y Prevención de Accidentes para el Manejo de Sistemas de Poliuretano y la Eliminación de Desperdicios:

El manejo sin peligro de sistemas de PU, es decir, el manejo adecuado de los componentes para la fabricación de piezas de PU es conocida hace años al nivel actual de la técnica. Un manejo inadecuado puede causar accidentes, pero el manejo del PU tiene menos riesgos que el conducir un automóvil. Es necesario que todo el personal dentro del departamento esté informado de las normas de prevención y del uso de los elementos de seguridad.

### TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

Los sistemas de poliuretano son entregados por el proveedor en tambores. El sistema consta generalmente de dos componentes, un Polioliol (Componente A) a Isocianato (Componente B).

Los dos componentes se unen hasta el momento de aprovecharlos. Para evitar equivocaciones las roscas de las conexiones de los tanques son distintas y los tambores del Componente B están pintados de rojo (a excepción que el proveedor o el cliente lo indique específicamente de otra manera). Los componentes A y B son químicamente completamente diferentes. Por esta razón se les tratará con respecto a las normas de seguridad en forma separada.

El manejo con el componente A - Polioliol - es relativamente libre de riesgos. Salpicadas que pudieran llegar a la piel se pueden lavar fácilmente con agua y jabón. Para la limpieza no se deberán usar solventes orgánicos como acetona, cloruro de metileno, etc.

El componente A contiene en la mayoría de los casos aminas terciarias como catalizadores; éstas substancias muy básicas irritan partes sensibles



de la piel, pueden en caso de permanecer mucho tiempo sobre la córnea lastimarla; por lo tanto, deberán usarse lentes y guantes.

Salpicadas de componente A que llegasen a caer en los ojos deben lavarse inmediatamente con una solución amortiguadora a base de bórax y ácido bórico e inmediatamente enjuagarlos con mucha agua. Por seguridad es conveniente consultar con un médico para el control.

En caso de derramarse el componente B - Polioliol - se puede recoger con aserrín o arena y debe llevarse posteriormente a un incinerador. Pequeñas cantidades de Polioliol se pueden eliminar con agua caliente y detergente.

El componente A por ningún motivo deberá derramarse en el drenaje.

El componente B está hecho básicamente de Isocianatos de fácil reacción, la mayoría de los sistemas de P.U. tienen en el componente B Difenil metanisisocianato, o similares únicamente para algunos sistemas de espumas - suaves y rígidas se usa Diisocianato de Tolueno (TDI). Uniones con TDI - contenidas en el componente B se hacen notar especialmente ya que el manejo del TDI requiere de un cuidado especial. El TDI es semispeso, de color hasta ligeramente amarillo, la presión de vapor es de  $3 \times 10$  a la  $-2$  mbar. - Si el lugar donde se maneja el TDI no tiene ventilación el aire puede llegar a tener concentraciones de TDI que provoque daños a la salud. El valor máximo permitido en el área de trabajo para TDI es de 0.02 partes por millón (1 ppm = a  $1 \text{ cm}^3$  de aire).

El nivel de olor del TDI es  $\frac{1}{2}$  del mismo orden. Es decir, cuando el olor característico, irritante del TDI es notado se deben rectificar las medidas de ventilación.

Los vapores de Isocianato irritan las mucosas de nariz y vías respiratorias, puede llegar a sentirse sequedad en la garganta y tener opresión -

en el pecho, con frecuencia se presentan molestias de respiración y dolor de cabeza. El efecto puede ser retardado (varias horas), una fuerte tos y síntomas similares al asma requieren de un tratamiento médico de inmediato. Molestias ligeras se eliminan generalmente permaneciendo un rato al aire libre. Personas que tienen tendencia a las afecciones respiratorias y pulmonares o son hipersensibles no deberán trabajar en el área de espuma do.

El MDI se usa para la fabricación de espumas en grado de pureza técnica, en forma de un fluido café y aceitoso. Es también de fácil reacción pero su presión de vapor es mucho más baja  $1.3 \times 10^{-5}$  mbar, que el TDI. Por ello no llega a las vías respiratorias con tal facilidad en un manejo normal es decir, a una temperatura ambiente normal y ventilación adecuada. Al trabajar con componente B que contenga MDI no es necesario estrictamente tener un tiro forzado en el área de trabajo, pero es recomendable que se cambie el aire en el área de trabajo seis (6) veces en una hora.

Al contacto con la piel del MDI deberá procederse igual que con el TDI. Recoger todo el componente de la piel y lavar con agua caliente y jabón.

Por ningún motivo debe limpiarse la piel con solvente, por ejemplo, acetona, cloruro de metileno, etc.

La ropa de trabajo que tenga contacto con este producto también deberá cambiarse inmediatamente.

Salpicadas del componente B que pudieran llegar a los ojos, deberán lavarse inmediatamente con una solución amortiguadora a base de bórax y ácido bórico y con mucha agua. Consultar a continuación al médico. En el área de trabajo, es decir, también en el almacén deberá estar instalado lo siguiente:

Agua corriente de preferencia también caliente con una llave móvil, jabón, toallas de papel, lava-ajós y por lo menos, una botella con solución de bórax y ácido bórico.

Derrames de componente B que pudiera haber en el transporte o en el almacenamiento deben neutralizarse inmediatamente. El líquido debe ser recogido con medios absorbentes como arena o aserrín. Estos medio absorbentes deberán tenerse en cantidad suficiente al alcance de la mano. Los medios de absorción usados deberán recogerse en barriles y neutralizarse con solución muy diluida de amoníaco. Después de algunos días se puede ya tirar este material. Los lugares en los cuales se derramó el componente B deben ser tratados con una solución neutralizante, por ejemplo una parte de agua concentrada de amoníaco con nueve partes de agua. Esta solución es altamente alcalina, es decir no debe llegar a tener contacto con los ojos. Cuando se trabaje en derrames de componente B a base de TDI, debe usarse en los trabajos de limpieza aparte de lentes y guantes una mascarilla con filtro AST.

Por ningún motivo se debe limpiar con agua el componente B derramado, ya que los Isocianatos en unión con el agua pueden obstruir los drenajes. En caso de que el componente B llegue a los drenajes se debe eliminar con una gran cantidad de agua. En caso de que en el transporte y almacenamiento se derramen cantidades mayores del componente B es conveniente notificar a los bomberos y policía para acordonar el área.

Al manejar componente A y B deben usarse lentes protectores y guantes. Es también conveniente el uso de la mascarilla. El componente B no debe almacenarse a menos de 10 a 15°C, ya que se cristaliza parte del Isocianato y que es muy difícil volver a meter en la solución, especialmente en el MDI; en general podrá volver a disolver el Isocianato cristalizado manteniendo el producto almacenado durante el día a una temperatura de aproximadamente 30°C. En casos extremos podrá ser necesaria una temperatu

ra de hasta 60°C. Por ningún motivo deben calentarse los componentes B — sin control porque el Isocianato puede llegar a reaccionar por sí mismo haciéndolo inservible para la fabricación de espumas. Por lo tanto, no debe calentarse con flama abierta o con calefactores radiantes. En caso extremo puede causarse la reacción por un shock térmico.

El componente A no debe estar en contacto con los barriles de componente B. Lo mismo vale para productos alcalinos.

Si llega agua a los tambores de componente B y éstos se cierran posteriormente existe el riesgo que por exceso de presión debido al bióxido de carbono que se forma el barril explota.

Si se llegara a formar presión dentro de los tambores, lo cual puede suceder si los tambores con componente A o B se hubieran almacenado al aire libre o expuestos a radiaciones solares, deberán ser abiertos con sumo cuidado. La liberación de la presión también puede ser lograda perforando con cuidado alguno de los dos tapones. (Usar protector de cara (careta)).

Los puntos de inflamabilidad de los componentes A y B se encuentran — arriba de 100 a 200°C. Por lo tanto, los componentes no requieren ser manejados en el rango de clases de alto riesgo en el sentido del ordenamiento del manejo de líquidos inflamables. Solventes inflamables como acetona, — etc. deberán ser almacenados por separado.

#### PROCESAMIENTO

Al manejar componentes B que contengan TDI deberán tenerse una buena succión de aire. Otra succión deberá tenerse en el lugar donde se aplique el desmoldante, si éste se aplica con pistola. Si los cabezales se limpian con solvente o se hace purga con aire deberán tenerse una buena ventilación.

Si trabajamos con sistemas que contengan MDI no es tan necesaria la extracción del aire, pero recomendable debido al olor provocado por los catalizadores contenidos en el componente A. Este olor es molesto pero normalmente no daña a la salud en las concentraciones de manejo.

Al manejar los componentes y al trabajar en la espumadora, (también al momento de hacer reparaciones, limpieza o cambio de sistema) deberán usarse lentes y guantes. Las salpicadas que lleguen a las manos deberán limpiarse inmediatamente y lavarse de la manera que se explicó anteriormente.

Pequeños derrames del componente B deben recogerse con un medio absorbente y neutralizarse con agua de amoníaco. Para eliminar el componente B de la máquina y de las herramientas se puede recomendar una mezcla a partes iguales de Isopropanol o alcohol industrial y 0.2 a 0.5 partes de solución concentrada de amoníaco y agua.

Por razones de seguridad e higiene no se debe fumar ni comer en el área de trabajo. Estas normas son difíciles de seguir en algunos casos. El supervisor es responsable de que todas las personas que trabajen en un área donde se manejen componentes A o B usen lentes protectores. El debe comenzar con el buen ejemplo. También personas que únicamente estén trabajando temporalmente en el área de espumación o manejo de componentes deben ser obligadas a usar lentes protectores.

Residuos de espuma tanto como el agente que provoca la espuma no deben llegar a las vías respiratorias; por ejemplo al cortar, frezar, etc. donde debe usarse una mascarilla para el polvo. Para que el agente no llegue a la piel es conveniente usar ropa cerrada.

## MEDIDAS CONTRA INCENDIO

Después de la fabricación de piezas de espuma suave no dura puede — causarse en algunos casos extremos una auto-inflamación. La inflamación — de estas piezas puede suceder hasta horas después del espumado. Por esto deben guardarse o almacenarse los bloques recién espumados en un lugar — bien ventilado lejos de cualquier almacén. Al fabricar piezas formadas no existe riesgo de auto-incendio. Existe riesgo de incendio al limpiar el — cabezal de espumación con solventes inflamables y al aplicar desmoldante — (¡ Prohibición absoluta de fumar en el área de trabajo !)

Existen riesgos en las áreas de almacenamiento de producto terminado, porque se desarrollan al momento del incendio cantidades de humo y hay li- mitación de la visibilidad; por lo tanto, debe haber pasos libres y rutas- de escape.

Los reglamentos para la prevención de accidentes en los distintos paí- ses son diferentes y es conveniente consultar estos reglamentos locales.

Personas ajenas no deben tener posibilidad de acceso fuera de las ho- ras de trabajo a los almacenes.

Al inicio de un incendio éste se pueda combatir con agua (chorro di- recto y rocío) o con extinguidores de polvo, aplicando en la base del in- cendio. Los extinguidores de bióxido de carbono son menos efectivos.

## ELIMINACION DE DESPERDICIOS

Componentes contaminados o vencidos, tanto A como B y solvente usado- deben guardarse en lugares separados y deben llevarse para su eliminación- a incineradores para productos químicos. Por ningún motivo deben ser lle- vados a los drenajes o incinerados sin control.

Residuos de espuma pueden incinerarse en forma normal, a menos que se tenga otra aplicación. La incineración sin control no debe llevarse a cabo debido a la contaminación que provoca. Se recomienda incinerar los desperdicios de espuma junto con basura domiciliaria en lugares adecuados.

Si se hacen grandes depósitos de desperdicios de espuma es conveniente que la espuma esté en sacos para evitar que sea llevada por el viento.- Asimismo, deben de tomarse medidas para evitar incendios.

SOLO LECTURA

## CONCLUSIONES

En el inicio del trabajo se tuvieron problemas con la espuma de poliuretano cuyos componentes se importaban de Alemania en donde daban resultados excelentes, pero en México no se obtenían los mismos resultados. Después de muchas observaciones se encontró que la espuma no trabajaba bien por la altitud de la Ciudad de México; esto originó que se buscaran sistemas de poliuretano diseñados específicamente aquí en México; por fortuna México cuenta con varios productores de espumas de poliuretano, lo que vino a solucionar esta parte tan importante en nuestro proceso.

La altitud de México fue el principal problema; sería difícil enumerar todos los efectos negativos a que nos enfrentamos y que nos hizo creer en ocasiones que hacíamos cosas mal cuando realmente estaban bien, como por ejemplo la limpieza del equipo se realizaba una y otra vez creyendo que una mala limpieza era la causa de que la espuma saliera mal. Otro caso fue el de que casi nos acabamos los moldes creyendo que por estar sucios había un mal acabado en el volante. Estos y otros efectos nos causó el estar manejando un sistema de poliuretano no diseñado para la Ciudad de México.

Un punto importante en la obtención de espuma de poliuretano con piel integrada son los desmoldantes, de los cuales en nuestro país a la fecha no existe suficiente tecnología ya que no se encontró un desmoldante adecuado para este tipo de espuma que debe tener un acabado excelente en su superficie, por lo que este material se tiene que importar de Alemania o Estados Unidos. Los problemas que se presentan cuando no se tiene un buen desmoldante son superficies manchadas e inclusive amulosas.



El otro factor al que nos enfrentamos con problemas muy diversos fue el factor humano; para esto se entrenaron dos personas en una fábrica — matriz de Europa y con el asesoramiento de un técnico de dicha compañía se pretendió arrancar la planta, pero se encontraron problemas que no — han sido solucionados en su totalidad a la fecha.

Definitivamente los técnicos que se requieren para la obtención de — un volante de dirección, no son solamente 3 ya que se requiere por lo — menos 1 de cada área que se ocupen tanto de diseños como de la fabrica— ción en sí. Los técnicos que se requieren entre otros son:

Técnicos en volantes patrón, aluminio, piel, etc.

Técnicos en moldes

Técnicos en insertos de fierro, de aluminio, en soldadura, etc.

Técnicos en espumas de poliuretano

Técnicos—mecánicos y electricistas para máquinas espumadoras, etc.

Por otra parte la mano de obra no calificada en México no está pre— parada ni física ni mentalmente para desarrollar lo que desarrolla un — europeo, por lo que se tuvo que trabajar mucho para obtener resultados — muy regulares y no constantes. Creo que en este renglón van a pasar va— rios años antes de estar a la altura de otros países.

Los resultados que se obtuvieron en este trabajo se muestran en la — Tabla 1 y en la Tabla 2, en donde se resumen las fallas o defectos que — se pueden tener en una máquina espumadora, en la espumación de la máqui— na en la prueba de vaso, y en la pieza espumada; además de las causas y— las correcciones que se deben efectuar para obtener al final un producto de una calidad como la que se indica en la Tabla 3. Los resultados que— se muestran aquí indican que el volante de dirección de poliuretano debe tener un tiempo de vida útil mínimo de 10 años.

La aceptación de este tipo de producto a la fecha, como ya se dijo —

en el principio del trabajo, es muy buena tanto por ser económico, de buen aspecto y confortable; además las estadísticas que se tienen en países europeos actualmente demuestran que el 80% de los vehículos cuentan con un volante de poliuretano. Como dato adicional el precio en el mercado al mes de octubre de 1984 de un volante en polipropileno es de \$ 6,165.00, de características similares al de uno fabricado en poliuretano que vala \$ 4,026.00.

En esta década la industria automotriz ha venido a menos, como es del conocimiento general, pero aún con este antecedente la compañía en México que se dedique a la producción de volantes de poliuretano tiene un futuro halagador ya que a la fecha se tiene tanto un mercado nacional como en los países latinoamericanos, en Estados Unidos, e inclusive en Europa, en donde las fábricas que existen actualmente no se dan abasto a surtir este nuevo producto y siendo México un productor de espumas de poliuretano con mano de obra barata, puede ofrecer al mercado productos de buena calidad y muy económicos comparados con los que ya se obtienen en países europeos y en Estados Unidos.

La conclusión final a la que se llegó fue de que es posible fabricar en México volantes de dirección en poliuretano, de buena calidad y muy económicos, siendo el presente estudio una guía de trabajo para la obtención de estos.

FORMA NUM. 1

---

**CONTROL RECEPCION DE TAMBORES COMPONENTES P. U.**

Fecha de Recepción : \_\_\_\_\_  
SISTEMA: \_\_\_\_\_ Fecha de Fabricación: \_\_\_\_\_  
Fecha de Caducidad : \_\_\_\_\_

**COMPONENTE A**

PARTIDA No.	PARTIDA PROVEEDOR	TAMBOR No.

**COMPONENTE B**

PARTIDA No.	PARTIDA PROVEEDOR	TAMBOR No.

---

**CONTROL DE CALIDAD**

---

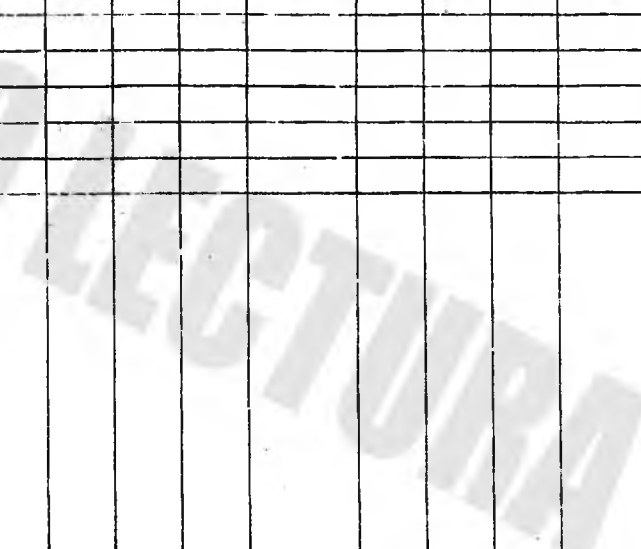
---

Laboratorio de poliuretanos

CONTROL DE CALIDAD DE COMPONENTES FORMA NLM. 2

Sistema .....

Prueba No.	Fecha de Entrada	Fecha de Prueba	No de Lote				Temperatura de prueba °C		Relación de Mezcla A/B	Tiempo seg.			Densidad Kg / m <sup>3</sup>	Observaciones
			No. Proveedor		No. Empresa		A	B		Inicio	Acabado	Tack Free		
			A	B	A	B								



51

REPORTE DE ESPUMADO FORMA NUM. 3

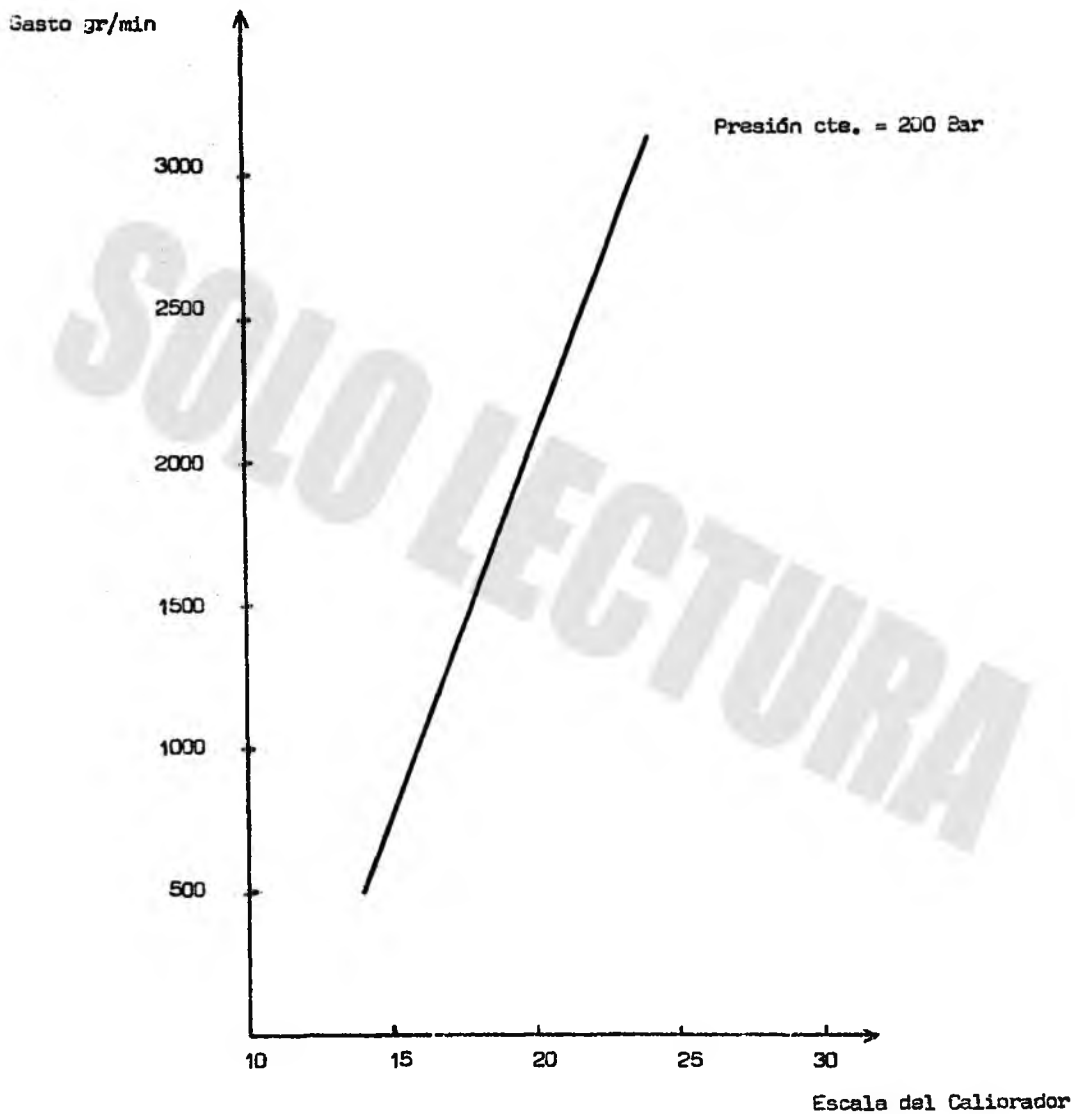
PRODUCCION:		ORDEN:	LOTE:	PARTE:
PRUEBA ESPECIFICA:				
MAQUINA:		ESPUMA SISTEMA:	REGISTRO TAMBOR:	A: B:
No./SERIE PRUEBAS		HOJA:	FECHA:	
1	A : B = 100 :			
2	Calibr. Bomba A			
3	Calibr. Bomba B			
4	Presión Entrada BAR	A		
		B		
5	Presión de Recirculación Bar	A		
		B		
6	Presión de Inyección Bar	A		
		B		
7	Temperatura Componente	A		
		B		
8	Temperatura Cabina			
9	VASO: Inicio			
	Termina			
	Densidad			
10	TEMP. Interior del MOLDE superior			
11	TEMP. ESQUELETO			
12	PESO Pieza			
	Rebaba			
	Total			
13	ADHESION B/M			
14	BURBUJAS (1-6)			
15	POROS			
16	ASPECTO			
17	MANCHADO Si/No			
18	BRILLO			
19	EVALUACION			
20	HORA			
21	No. PIEZA			

**EVALUACION**  
 Buena P  
 Mala R  
**ASPECTO**  
 B grabado bueno  
 SB grabado regular  
 M grabado malo  
**ADHESION**  
 B muchos  
 R pocos  
**BRILLO**  
 B muy por, sin garbato  
 R pequeñas, garbato  
 M regulares, garbato  
**RECHAZO**  
 M muy por, sin garbato  
 R pequeñas, garbato  
 M regulares, garbato  
**RECHAZO**  
 M muy grandes  
 R grandes, rebaba  
 M muy grandes

PRIMERA  
 ARCHIVO  
 REGISTRO CONTROL CALIDAD  
 OBSERVACIONES:

## GRAFICA PARA LA CALIBRACION DE LA BOMBA DEL COMPONENTE A

GRAFICA NUM. 1



## GRAFICA PARA LA CALIBRACION DE LA BOMBA DE COMPONENTE B

GRAFICA NUM. 2

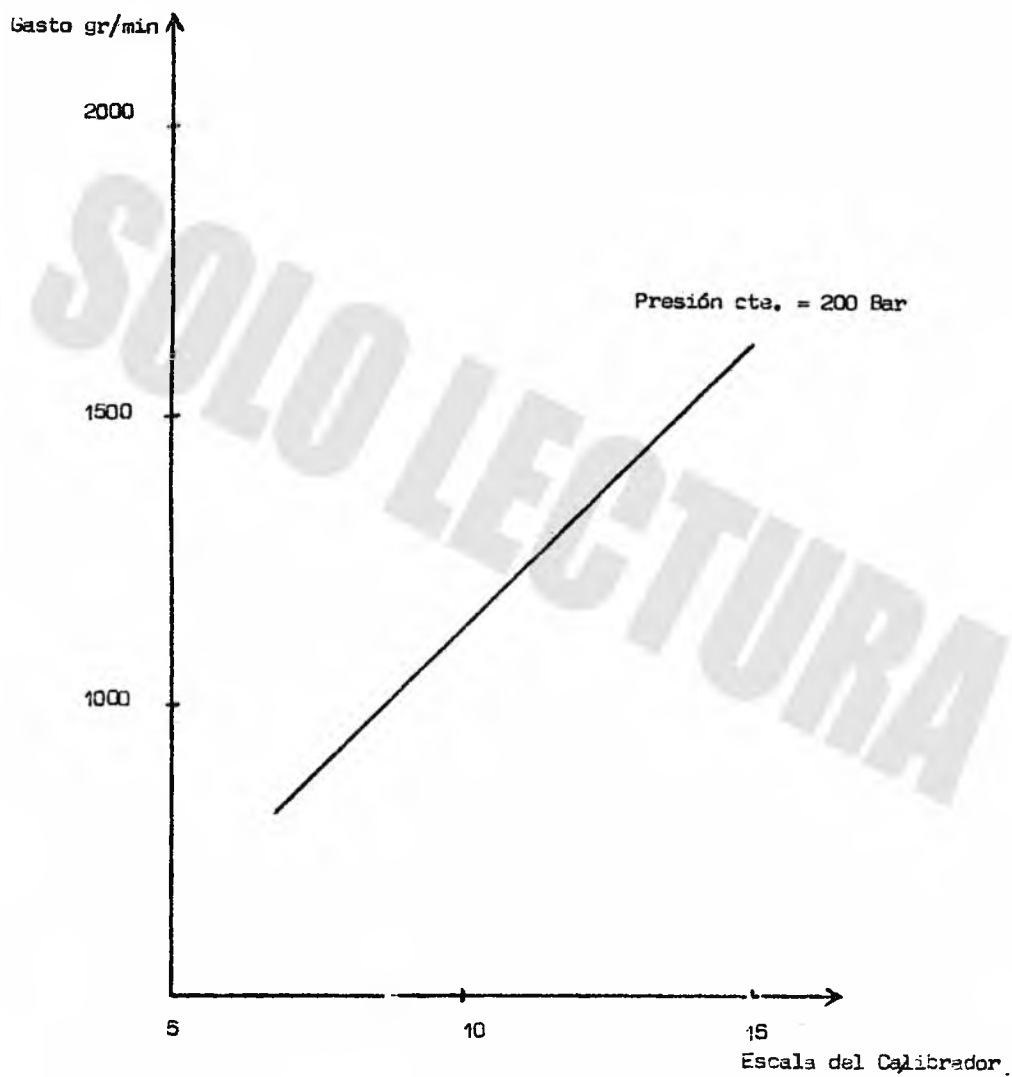


TABLA NUM. 1  
TABLA DE FALLAS EN LA MAQUINA ESPUMADORA

Dx	Defecto	Posibles Causas
D1	Suena la alarma de presión previa A y/o B	1,2,3,4,5,6
D2	Suena la alarma de presión máxima A y/o B	7,8,9,10,11
D3	Variación en la presión de recirculación	10,12,13
D4	Variación en el gasto de bomba dosificadora	10,13,6
D5	Presión de recirculación no aumenta	13,14,15
D6	Filtro con exceso de residuos	16,17,18,19
D7	Aire en el tubo indicador del desgasificador	20,26
D8	Material frío	21
D9	Calentamiento en bomba, válvula de seguridad y cuadro distribuidor	22,14
D10	Pistones de inyección duros o pegados para calibrar	22
D11	No hay expulsión de aire de limpieza en el cabezal	23,24,25,26
D12	No hay inyección	24,27
D13	Suena la alarma de presión máxima en posición de inyección	22,28

LISTA DE POSIBLES CAUSAS DE FALLAS EN LA MAQUINA

1. Alguna válvula antes de la bomba se encuentra cerrada.
2. Falta de presión en el reactor.
3. Bomba de gusano fuera de servicio.
4. Válvulas de recirculación al reactor completamente abiertas.
5. Verificar que la aguja indicadora de mínima presión no se encuentre a una presión arriba de la requerida.
6. Filtro con exceso de residuos.
7. Válvula de estrangulamiento muy cerrada.
8. Alguna válvula de regreso al reactor cerrada.
9. Pistón de cabezal tapado. Cuando existe este caso se recomienda



primero abrir toda la válvula de estrangulamiento durante 5 min. para ver si con esto es suficiente para destapar el pistón, si no es así — desmontar el pistón y lavarlo.

10. Válvula de estrangulamiento obstruida.
11. Tubería del cabezal a la válvula check obstruida.
12. Aire en las tuberías. Purgar el sistema.
13. Bomba dosificadora en mal estado.
14. Válvula de seguridad descompuesta.
15. Motor de las bombas no trabaja correctamente.
16. Material sin filtrar alimentado a reactores.
17. Reactor con residuos sólidos, falta de limpieza.
18. Temperatura baja en reactor.
19. Secador de aire no trabaja correctamente.
20. Falta purgar el sistema.
21. Exceso de enfriamiento en reactor y/o cambiador de calor.
22. Falta de alimentación de mesamol de depósitos o manual.
23. Válvula para alimentar aire cerrada.
24. Alguna alarma y/o señal trabajando.
25. Pistón del aire pegado.
26. Tubería de aire obstruida.
27. Conexión eléctrica al cabezal desconectada.
28. Pistón calibrado en presión máxima.

TABLA NUM. 2

## TABLA DE FALLAS DE ESPUMACION EN LA MAQUINA

Dx	Defecto	Posibles Causas
D1	Reactividad de la reacción lenta en tiempos de inicio, espumado y curado.	1,2,3,4,5
D2	Reactividad de la reacción rápida en tiempos de inicio espumado y curado.	1,6,7
D3	Tiempos de curado demasiado lentos, inicio y term bien	2,8
D4	Colapsado de la espuma	9,2,28
D5	Efecto de hervor en la parte superior	6,7,1
D6	Abertura en la parte superior después del ascenso total	10,8,3
D7	Densidad alta en espumación libre	11,2,1,3
D8	Densidad baja en espumación libre	2,6,5,4

## TABLA DE FALLAS EN LAS PIEZAS ESPUMADAS

Dx	Defecto	Posibles Causas
D10	"Flores de hielo" en la superficie*	12, 14, 16, 8, 10, 18
D11	Líneas de flujo en la superficie**	17, 18, 3, 1, 13
D12	Pequeñas burbujas visibles en la superficie	19, 18, 20, 9, 29
D13	Burbujas mayores debajo de la piel pero visibles	13, 15, 19
D14	Piel pegajosa al desmoldar	D1, 22, 12, 14, D3
D15	Pérdida excesiva del material en el molde durante la espumación	23, 24, 15, D2, 21, D8, 29
D16	Llenado insuficiente del molde	19, 20, 07
D17	Pieza terminada muy quebradiza al momento de desmoldar	13, D8, 21
D18	Falta de adherencia	25, 26, 27

\* Siempre se ven pequeñas perforaciones.

\*\* Diferencias locales en la intensidad de color en la superficie. Generalmente se presentan estas diferencias en formas de líneas que reflejan el recorrido que tiene el material líquido en el moldeo, también como puntos concéntricos principalmente en el lugar de la inyección.

LISTA DE LAS POSIBLES CAUSAS EN LA ESPUMACION  
LIBRE Y DE LA PIEZA TERMINADA

1. El componente A que contiene al catalizador no fue mezclado correctamente en el tambor o en el reactor.
2. La relación de mezcla de los componentes no es la correcta.
3. La capacidad de mezclado en el cabezal es insuficiente, presiones de inyección bajas.
4. Disgregación del componente A debido a un exceso de aire (presencia de oxígeno y/o humedad).
5. Temperatura de los componentes muy baja en los reactores y/o a la entrada del cabezal de inyección.
6. Temperatura de materia prima muy alta en los reactores Y/o a la entrada del cabezal de inyección.
7. Demasiado suministro de energía calorífica a la materia prima por condiciones de máquina como:
  - Barril de cámara de mezcla con agujero pequeño para un gasto dado.
  - Recirculación durante demasiado tiempo a una alta presión que provoca aumentos de temperatura.
8. Remanente de cloro o de metileno usado para lavado en el cabezal.
9. Sobrenucleación por excesiva recirculación de los componentes (sobre todo a alta presión)
10. Acción o adelanto previo en el cabezal de uno de los componentes.
11. Pérdida del agente espumante en el componente que lo contenga y que se encuentra preparado.

12. Temperatura baja en el interior del molde.
13. Temperatura alta en el interior del molde.
14. Temperatura muy baja del inserto.
15. Temperatura muy alta del inserto.
16. Excesiva aplicación de desmoldante.
17. Asentamiento del pigmento por falta de agitación
18. Método de inyección inadecuado, lo que provoca fallas en el flujo del líquido reactivo.
19. Combinación inadecuada del ángulo del molde con los puntos y la can tidad de lugares de desgasificación.
20. Peso de inyección muy bajo (llenado insuficiente).
21. Peso de inyección muy alto (llenado excesivo).
22. Desmoldeo demasiado rápido.
23. Sellado insuficiente entre las caras del molde.
24. Diámetro excesivo de los barrenos de desgasificación.
25. La temperatura de los insertos no es la correcta. (Generalmente muy bajo).
26. Insertos sucios.
27. Desmoldante en insertos.
28. Presencia de agua en los reactores.
29. Exceso de agente espumante inadecuado a la altura del lugar en que se está trabajando.

## TABLA NÚM. 3

## RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA ESPUMA DE POLIURETANO PARA UN VOLANTE DE AUTOMOVIL TIPOICO.

Adhesión	Buena
Burbujas	Sin burbujas
Poros	Sin poros
Aspecto	Grabado sin defectos
Manchado	Sin manchas
Brillo	Mate
Dureza	50 - 50 Unidades Shore A en partes duras
	30 - 35 Unidades Shore A en partes blandas
Alargamiento	120% Mínimo
Resistencia a la tensión	2.5-3 Kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia a la flama	15% máximo
Resistencia al sudor	1 semana mínimo
Resistencia a la abrasión	96 horas mínimo
Resistencia a la decoloración	1 mes mínimo sin cambio

## CARACTERÍSTICAS DE LA ESPUMA EN PRUEBA DE VASO.

	Prueba Manual	Prueba de Máquina
Tiempo de inicio de reacción seg.	26	11
Tiempo de terminación seg.	76	40
Tiempo de curado seg.	90	60
Densidad Kg/m <sup>3</sup>	90-100	70-80

**BIBLIOGRAFIA****Folleto**

Recomendaciones para el Manejo de Isocianatos  
Internacional Isocyanate Institute, Inc. Enero de 1976

**Folleto**

Sistemas de Poliuretano BASF  
BASF Mexicana, S. A.

**Folleto**

BASF La Oferta más Amplia para una Colaboración Fructifera  
BASF Mexicana, S. A.

**Folleto**

Polyurethane Plastics in the Automotive Industry  
Elastogram Polyurethane Group of BASF Enero de 1978

**Folleto**

Halten bei Unfällen PUR-System  
Polyurethan-Gruppe der BASF

Manual de Operación de Máquina Espumadora

Hannecke

Apuntes realizados en la compañía Karl Schmid Lenksradwerk GmbH, en el  
año de 1981.