



UNIVERSIDAD PANAMERICANA

---

GUADALAJARA

DISEÑO DE UN MANUAL DE CONTROL TOTAL DE CALIDAD PARA  
UNA FABRICA DE POLIURETANOS MOLDEADOS  
DE USO AUTOMOTRIZ.

TOMO I

CRISTINA CHAVEZ MORALES  
RAFAEL CHAVEZ OROZCO

TESIS PRESENTADA PARA OPTAR POR EL TITULO DE LICENCIADO  
EN INGENIERIA INDUSTRIAL CON  
RECONOCIMIENTO DE VALIDEZ OFICIAL DE ESTUDIOS DE LA SECRETARIA  
DE EDUCACION PUBLICA SEGUN ACUERDO NUMERO 81692  
CON FECHA 17-XII-81.

ZAPOPAN, JAL., MAYO DE 1991

---





UNIVERSIDAD PANAMERICANA

---

GUADALAJARA

DISEÑO DE UN MANUAL DE CONTROL TOTAL DE CALIDAD PARA  
UNA FABRICA DE POLIURETANOS MOLDEADOS  
DE USO AUTOMOTRIZ.

TOMO I

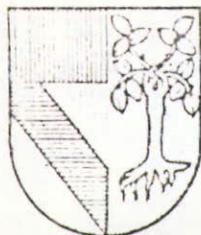
CRISTINA CHAVEZ MORALES  
RAFAEL CHAVEZ OROZCO

TESIS PRESENTADA PARA OPTAR POR EL TITULO DE LICENCIADO  
EN INGENIERIA INDUSTRIAL CON  
RECONOCIMIENTO DE VALIDEZ OFICIAL DE ESTUDIOS DE LA SECRETARIA  
DE EDUCACION PUBLICA SEGUN ACUERDO NUMERO 81692  
CON FECHA 17-XII-81.

ZAPOPAN, JAL., MAYO DE 1991

---

CLASIF: \_\_\_\_\_  
ADQUIS: 79709  
FECHA: 19/05/03  
DONATIVO DE \_\_\_\_\_  
\$ \_\_\_\_\_



UNIVERSIDAD PANAMERICANA

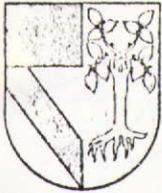
GUADALAJARA

Diseño de un manual de Control Total de  
Calidad para una fábrica de poliuretanos  
moldeados de uso automotriz.

Cristina Chávez Morales  
Rafael Chávez Orozco

Tesis presentada para optar por el título de Licenciado en  
Ingeniería Industrial con reconocimiento de Validez  
Oficial de Estudios de la SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA,  
según acuerdo número 81692 con fecha 17-XII-81.

Zapopan, Jal., Mayo de 1991.



# UNIVERSIDAD PANAMERICANA

## GUADALAJARA

PROLONGACION CALZADA CIRCUNVALACION PONIENTE No. 49  
CD. GRANJA 45010 ZAPOPAN, JAL.  
TELS. 21-59-96, 21-09-97 Y 22-53-35

COMITE DE EXAMENES PROFESIONALES  
ESCUELA DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD PANAMERICANA

Por medio del presente hago constar que el alumno: CRISTINA CHAVEZ MORALES  
\_\_\_\_\_, ha terminado satisfactoriamente el trabajo de tesis titulado:

" DISEÑO DE UN MANUAL DE CONTROL TOTAL DE CALIDAD PARA UNA FABRICA DE POLIURETANOS MOLDEADOS DE USO AUTOMOTRIZ "

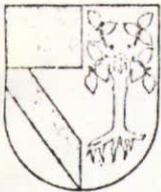
que presentó para optar por el título de la licenciatura en Ingeniería Industrial.

Se extiende la presente para los fines que convengan al interesado.

Atentamente

ING. FRANCISCO VILLANUEVA VILLANUEVA  
Asesor de tesis Escuela de Ing. Ind.

C.C.P.- Cristina Chávez Morales



# UNIVERSIDAD PANAMERICANA

GUADALAJARA

PROLONGACION CALZADA CIRCUNVALACION PONIENTE No. 49

CD. GRANJA

45010 ZAPOPAN, JAL.

TELS. 21-59-96, 21-09-97 Y 22-53-35

COMITE DE EXAMENES PROFESIONALES  
ESCUELA DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD PANAMERICANA

Por medio del presente hago constar que el alumno: RAFAEL CHAVEZ OROZCO  
\_\_\_\_\_, ha terminado satisfactoriamente el trabajo de tesis titulado:

" DISEÑO DE UN MANUAL DE CONTROL DE CALIDAD PARA UNA FABRICA DE POLIURETANOS  
MOLDEADOS DE USO AUTOMOTRIZ "

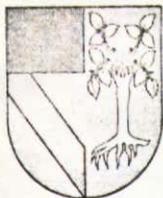
que presentó para optar por el título de la licenciatura en Ingeniería Industrial.

Se extiende la presente para los fines que convengan al interesado.

Atentamente

ING. FRANCISCO VILLANUEVA VILLANUEVA  
Asesor de tesis Escuela de Ing. Ind.

C.c.p.- Rafael Chávez Orozco



# UNIVERSIDAD PANAMERICANA

GUADALAJARA

PROLONGACION CALZADA CIRCUNVALACION PONIENTE No. 49  
CD. GRANJA 45010 ZAPOPAN, JAL.

TELS. 21-59-96, 21-09-97 Y 22-53-35

## DICTAMEN DEL TRABAJO DE TITULACION

CRISTINA CHAVEZ MORALES

P r e s e n t e

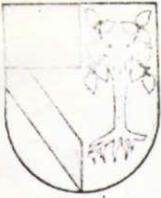
En mi calidad de Presidente de la Comisión de Exámenes Profesionales y después de haber analizado el trabajo de titulación en la alternativa Tesis titulado DISEÑO DE UN MANUAL DE CONTROL TOTAL DE CALIDAD PARA UNA FABRICA DE POLIURETANOS MOLDEADOS DE USO AUTOMOTRIZ.

presentado por usted, le manifiesto que reúne los requisitos a que obligan los reglamentos en vigor para ser presentado ante el H. Jurado del Examen Profesional, por lo que deberá entregar diez ejemplares como parte de su expediente al solicitar el examen.

A t e n t a m e n t e

  
EL PRESIDENTE DE LA COMISION

Zapopan, Jal. Mayo 20 de 1991



# UNIVERSIDAD PANAMERICANA

GUADALAJARA

PROLONGACION CALZADA CIRCUNVALACION PONIENTE No. 49

CD. GRANJA

45010 ZAPOPAN, JAL.

TELS. 21-59-96, 21-09-97 Y 22-53-35

## DICTAMEN DEL TRABAJO DE TITULACION

RAFAEL CHAVEZ OROZCO

P r e s e n t e

En mi calidad de Presidente de la Comisión de Exámenes Profesionales y después de haber analizado el trabajo de titulación en la alternativa TESIS titulado DISEÑO DE UN MANUAL DE CONTROL DE CALIDAD PARA UNA FABRICA DE POLIURETANOS MOLDEADOS DE USO AUTOMOTRIZ.

presentado por usted, le manifiesto que reúne los requisitos a que obligan los reglamentos en vigor para ser presentado ante el H. Jurado del Examen Profesional, por lo que deberá entregar diez ejemplares como parte de su expediente al solicitar el examen.

A t e n t a m e n t e

  
EL PRESIDENTE DE LA COMISION

Zapopan, Jal. Mayo 20 de 1991

Hemos terminado nuestra tesis. Es hora de agradecer a quienes permitieron que esto sucediera. Primero, a Dios, quien nos ha dado tanto, incluyendo las oportunidades y el ánimo para llevarla a cabo; valiéndose para ello de nuestras familias y amigos. Mis padres que me han impulsado a prepararme lo mejor posible. Rafael y mis demás compañeros y amigos, con quienes he compartido muchos momentos importantes. La Universidad y sus maestros, que nos dedicaron tiempo valioso, al igual que las empresas que cooperaron con nosotros, y la familia Montelongo, que tanto nos ayudó y animó.

Cristina Chávez Morales

El esfuerzo realizado para concluir la presente tesis se lo dedico a mis padres como agradecimiento por brindarme la oportunidad de convertirme en un profesionalista.

Las personas que me ayudaron en la elaboración de este trabajo fueron muchas, entre ellas quiero mencionar a mi compañera Cristina, a la gente de Poliox, al Ing. Rodolfo Rivera y Jesús Gallegos, a la familia Montelongo, al matrimonio Villanueva, a mi hermano Gerardo, a mi novia Ileana, a don Jesús y principalmente a Dios, que sin el apoyo de todos ellos no hubiera sido posible la materialización de la presente tesis.

Rafael Chávez Orozco

## TOMO I

### INDICE

INTRODUCCION	1
CAPITULO I: LOS POLIURETANOS EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ	
I.1 Quimica de los uretanos	5
I.2 Tipos de poliuretanos	7
I.3 Analisis de la industria del poliuretano	10
I.4 Campos de aplicaci3n de los poliuretanos	20
I.5 El poliuretano en la industria automotriz	22
I.6 Desarrollo hist3rico de las espumas flexibles	27
I.7 Proceso de fabricaci3n	29
I.8 M3quinas	35
I.9 Sistemas de transporte para moldes	39
I.10 Moldes	41
CAPITULO II: TEORIA GENERAL DEL CONTROL TOTAL DE CALIDAD	
II.1 La calidad como concepto	45
II.2 El control como concepto	51
II.3 El modelo de proceso	56
II.4 Control estadistico de procesos (C.E.P.)	61
II.5 La garantia de calidad	65
II.6 Control de calidad y Control Total de Calidad	68
II.7 Control de calidad para subcontratos y compras	80

II.8 Auditoría de control de calidad	84
II.9 Métodos estadísticos	86
CAPITULO III: SITUACION GENERAL DE LA EMPRESA	
III.1 Giro y productos que fabrica	96
III.2 Clientes y proveedores (actuales y potenciales)	97
III.3 Organigrama general de la empresa y cambios en las funciones	101
III.4 Lay out de la planta	106
III.5 Proceso de fabricación de la empresa	108
III.6 Problemática de la empresa	111
CAPITULO IV: DISEÑO DEL MANUAL DE CONTROL TOTAL DE CALIDAD	
IV.1 Presentación	116
CONCLUSIONES	118
GLOSARIO DE TERMINOS ESPECIALIZADOS	122

## INTRODUCCION

La presente tesis adecúa las teorías del Control Total de Calidad a fin de alcanzar la calificación Spear 2 para General Motors de México,<sup>(\*)</sup> incrementar la posibilidad de hacer de sus clientes potenciales (Ford, Honda, Kenworth), clientes actuales; y en general, para que se transforme en una empresa World Class, es decir, en una empresa de clase mundial, sobresaliente a nivel nacional y competitiva en el plano internacional.

Esta adecuación de la filosofía del Control Total de Calidad deberá hacerse paso a paso, con la cabeza de la organización presidiendo el cambio. No puede realizarse una simple copia de una teoría que ha dado increíbles resultados en otro país, sino que debe, como ya se mencionó, adecuarse al ámbito mexicano, buscando ir adelante, tener la iniciativa, sin esperar a que llegue el momento en que no quede otra alternativa.

Además, hay que tener en cuenta la importancia de la cooperación de todos y cada uno de los empleados, obreros, proveedores y clientes, para lograr que este cambio tenga frutos.

La presente tesis está dividida en cuatro capítulos que contemplan los siguientes temas:

(\*) A partir de este punto se hará referencia a dicha compañía como GMM.

El Capítulo I es una investigación técnica de los poliuretanos, partiendo de su composición química, tipos, etc., para después analizar la industria del poliuretano, sus campos de aplicación y entrar específicamente al poliuretano en la industria automotriz, y por último, analizando el desarrollo histórico de las espumas flexibles, sus procesos de fabricación, máquinas utilizadas, sistemas de transporte más comunes y los tipos de moldes existentes.

El Capítulo II presenta la teoría general en que se basa la filosofía del Control Total de Calidad, partiendo del significado de calidad, hasta lo que involucra el Control Total de Calidad en toda la organización. Se desarrollan los conceptos básicos que permiten que se logre una calidad integral, tales como: el proceso siguiente es su cliente, hacerlo bien desde la primera vez, etc.; así mismo se involucran requerimientos para proveedores. Para que esta filosofía esté completa se presentan los principales métodos estadísticos que se utilizan.

El Capítulo III analiza la situación general de la empresa, comenzando por el giro y productos que fabrica, clientes y proveedores actuales y potenciales, entrando posteriormente, en la estructura organizacional y lay-out de la planta, además de presentar el tipo de proceso de fabricación que se lleva a cabo. Por último, una vez

teniendo clara la situación de la empresa, en este mismo capítulo se describe su problemática, es decir, a dónde quiere llegar, con qué cuenta y, a fin de contestar el cómo, se diseña el manual de Control Total de Calidad que corresponde al Capítulo IV.

En el Capítulo IV se describe el manual de Control Total de Calidad, se definen políticas, se proponen cambios en la estructura organizacional, se diseñan las actividades del departamento de control de calidad, se especifican los requerimientos de material comprado y maquillado, se diseñan las hojas de instrucciones para cada una de las operaciones e inspecciones del proceso, se sugiere en dónde y cómo implantar el Control Estadístico de Procesos, se propone la formación y operación de juntas de Calidad Operacional, para el mejoramiento continuo de la calidad, detección y solución de problemas, etc. Se describe igualmente el procedimiento para los cambios anuales en modelos de automóviles que implican modificaciones del producto. Por último, se presenta la auditoría que hará la función de indicador del avance en la implantación del manual, así como el diagrama de flujo de proceso de aseguramiento de calidad óptimo al que se pretende llegar.

CAPITULO I

LOS FALLOS  
EN LA INDUSTRIA  
AUTOMOTRIZ



formando un sólido perfectamente estructurado. " El grado de entrecruzamiento es determinante en las propiedades físicas del producto terminado, que se pueden preveer con gran exactitud mediante la selección apropiada del polioliol de tal manera que a mayor funcionabilidad de ésta, se obtendrán mayor número de enlaces cruzados en la estructura molecular del polímero final."(2)

En general, los isocianatos reaccionarán con cualquier compuesto que contenga hidrógenos activos tales como epoxis, poliésteres, poliéteres, 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 a los hidrógenos latentes. Sales metálicas de estaño o mercurio y aminas, sirven de catalizadores que excitan a las moléculas para la reacción.

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

La formación de celdas dentro del polímero implica el uso de agentes tensoactivos que determinen el tamaño y

(2) ibidem, p.6

forma 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, para lograr el polímero.

## I.2 TIPOS DE POLIURETANOS

Hoy día, con la gran diversidad de aplicaciones que existen para el poliuretano, no resulta fácil establecer una clasificación que satisfaga a todos los conocedores. Sin embargo, la clasificación más generalizada es de acuerdo a la forma en que se unan y reaccionen el polioliol y el diisocianato para obtener:

- a) Poliuretanos termofijos.
- b) Poliuretanos termoplásticos.

### POLIURETANOS TERMOFIJOS:

Este tipo de poliuretano se encuentra generalmente en el mercado en forma de espumas, que pueden ser de diferentes tipos. De lo estudiado con base en varios autores se concluye la siguiente clasificación:

-Flexibles.- De curado en frío.

De curado en caliente.

Semiflexibles.

-Rígidas.- Durométricas.

De esreado.

Isocianúricas.

De llenado.

-Elastoméricas.- Piel integral.

Microcelulares.

Todas y cada una de estas espumas son compuestos de elevado peso molecular; que pueden regular sus propiedades de acuerdo al tipo de aditivos que sean agregados en el momento de su preparación, es decir, pueden ser diseñadas sus propiedades a voluntad de acuerdo al tipo de necesidades que vaya a cubrir el artículo final.

En general se puede decir que las espumas flexibles presentan elevada permeabilidad a los gases, manejan amplios rangos de densidad, presentan buenas propiedades físicas aunque su resistencia química sea muy limitada.

Las espumas rígidas tienen como características sus excelentes propiedades de aislamiento térmico y resistencia a la compresión, lo que las hace ideales como materiales aislantes y en aplicaciones subterráneas. Su desventaja de ser fácilmente atacable por el medio ambiente queda superada al recubrirlas con laca base poliuretano.

Las del tipo elastomérico son también conocidas como de piel integral, por formar en su superficie una corteza sólida que copia fielmente el acabado del molde y que se aprovecha para imitar la madera, la piel o el corcho; además presenta propiedades mecánicas superiores a las espumas flexibles y rígidas, según estudios del Ing. Ignacio Cruz M. (3)

También existen las lacas, adhesivos y pinturas base poliuretano que son ampliamente utilizadas en la industria automotriz y de la construcción, ya que presentan resistencia a solventes y agentes químicos, a la intemperie y a la abrasión. Cuando alguna laca es lo suficientemente viscosa se pueden obtener piezas sólidas por vaciado.

#### POLIURETANO TERMOPLASTICO:

Se trata de un elastómero que supera en propiedades mecánicas a cualquier otro, pero sobre todo es su resistencia química y a la abrasión, lo que lo hace diferente a todos los demás. Se puede transformar como cualquier otro termoplástico, por extrusión, inyección y soplado para competir con ventajas con los materiales de ingeniería. (4)

Dentro de los elastómeros se cuenta con rígidos,

(3) cfr. idem

(4) cfr. IMPI, CAREINTRA, 1988, Análisis por resina, p.197

semirígidos y de alta elasticidad. Los termoplásticos de inyección y recubrimiento tienen aplicaciones industriales, textiles y en la construcción.

### I.3 ANALISIS DE LA INDUSTRIA DEL POLIURETANO

El poliuretano es el material más versátil y joven de entre los plásticos, ya que su descubrimiento fue en 1927 pero su aplicación industrial se llevó a cabo hasta los años cincuentas.

Actualmente, en México esta industria cuenta con una capacidad instalada del orden de las 60,000 a 70,000 toneladas anuales, que se encuentra estancada desde 1980, debido a que con ese volumen se cubre perfectamente la demanda interna.

La producción de poliuretanos pasó de 27,290 toneladas en 1976 a 50,975 en 1981, durante ese periodo registró un crecimiento con una tasa anual promedio de 13.9%. Sin embargo, a partir de 1982 en que fueron impactados los sectores de la construcción, automotriz y mueblero, la producción tuvo que ajustarse a nuevos niveles de demanda, de tal manera que la contracción llegó a los niveles registrados en 1975.

Las importaciones son escasas, no llegan al 2% del consumo. Los principales productos importados son,

poliisocianatos alifáticos, sistemas, poliuretanos elastómeros y otros. Por otro lado, las exportaciones también son mínimas.

El consumo tuvo el mismo comportamiento que la producción. Actualmente se trata de abrir mercados de exportación para aprovechar la capacidad instalada, que hasta ahora es utilizada solo en un 40%.

Lo anterior no ha sido logrado principalmente porque la mayoría de los insumos utilizados no se encuentran debidamente estandarizados, condición indispensable para poder competir en el exterior con productos de calidad.

Todo lo anteriormente dicho se basa en los datos que presentamos en el Cuadro No.1 y en la Gráfica No.1.

La mayor área de aplicación de los poliuretanos es la de las espumas flexibles, de éstas aproximadamente el 90% es de producción en bloque y el 10% restante en piezas moldeadas. La producción de poliuretanos tiene la distribución presentada en el Cuadro No.2 y Gráfica No.2.

En el mercado nacional se estima que la demanda de poliuretano pueda recuperar terreno, y por ende la producción también, dependiendo en cada caso del sector involucrado. Por ejemplo, la demanda de espuma flexible dependerá del crecimiento de mercados como el de colchones, muebles, alfombras (bajo alfombra) y

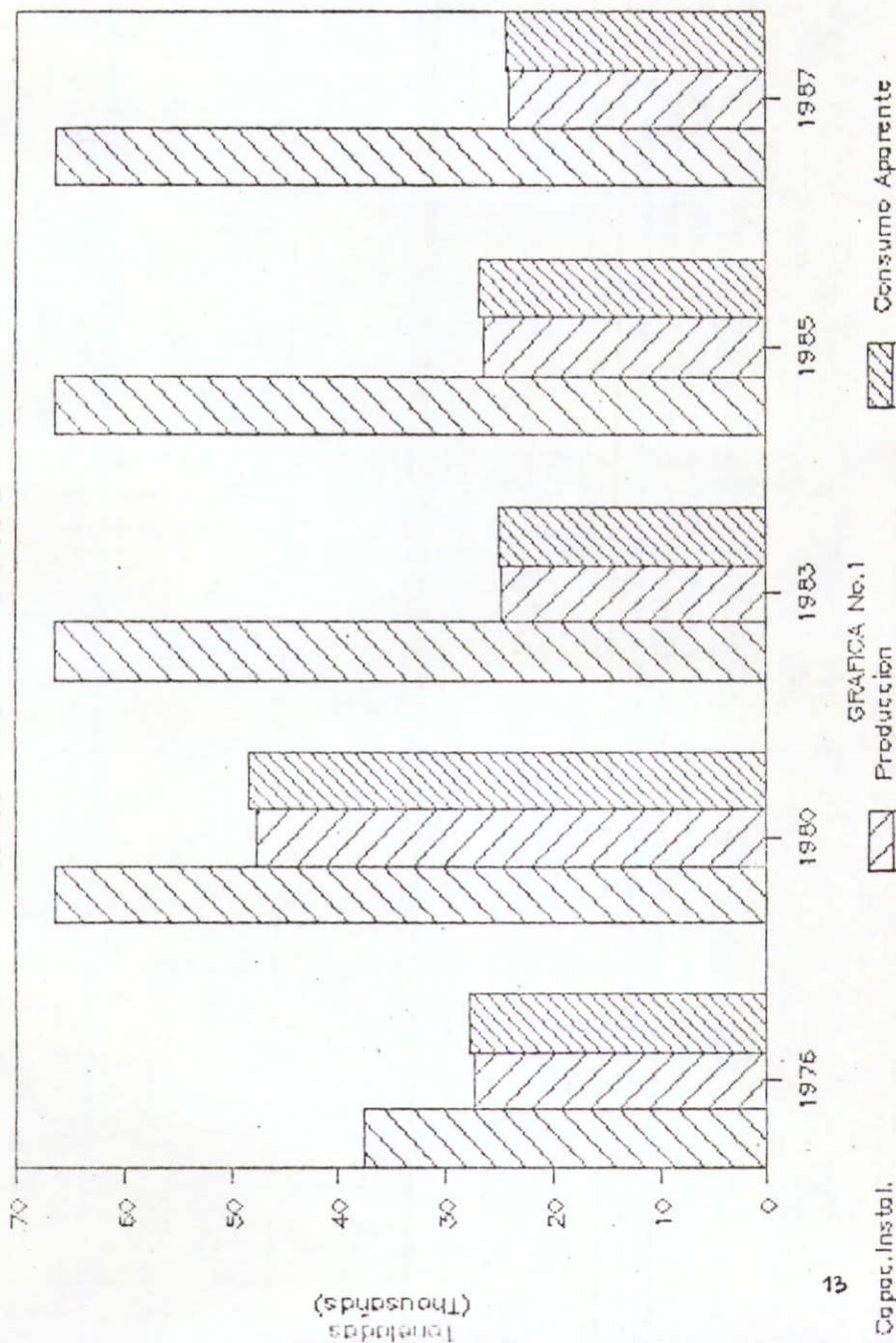
CUADRO No. 1  
 CONSUMO EN RELACION A CAPACIDAD Y PRODUCCION DE  
 LA INDUSTRIA DE POLIURETANOS EN MEXICO (TONELADAS)

A&O	CAPACIDAD INSTALADA	PRODUCCION	% INCREM. PROD.	IMPORTACION	CONSUMO APARENTE	% INCREM. C. A.
1976	37,500	27,290	25.6	534	27,824	22.8
1977	37,500	28,090	2.9	370	28,460	2.3
1978	40,000	29,500	5.0	137	29,637	4.1
1979	53,500	40,000	35.6	661	40,661	37.2
1980	66,500	47,700	19.3	619	48,319	18.8
1981	66,500	50,975	6.9	665	51,640	6.9
1982	66,500	38,100	(25.2)	413	38,513	(25.4)
1983	66,500	24,800	(34.9)	321	25,121	(34.8)
1984	66,500	24,800	0.0	404	25,202	0.3
1985	66,500	26,500	6.8	365	26,865	6.6
1986	66,500	24,750	(6.6)	380	25,130	(6.5)
1987	66,500	24,135	(2.5)	315	24,450	(2.2)

FUENTE: SHCP, CPM-SEMIP, CAREINTRA.

# CONSUMO EN RELACION A CAPACIDAD Y

PRODUCCION DE POLIURETANOS EN MEXICO



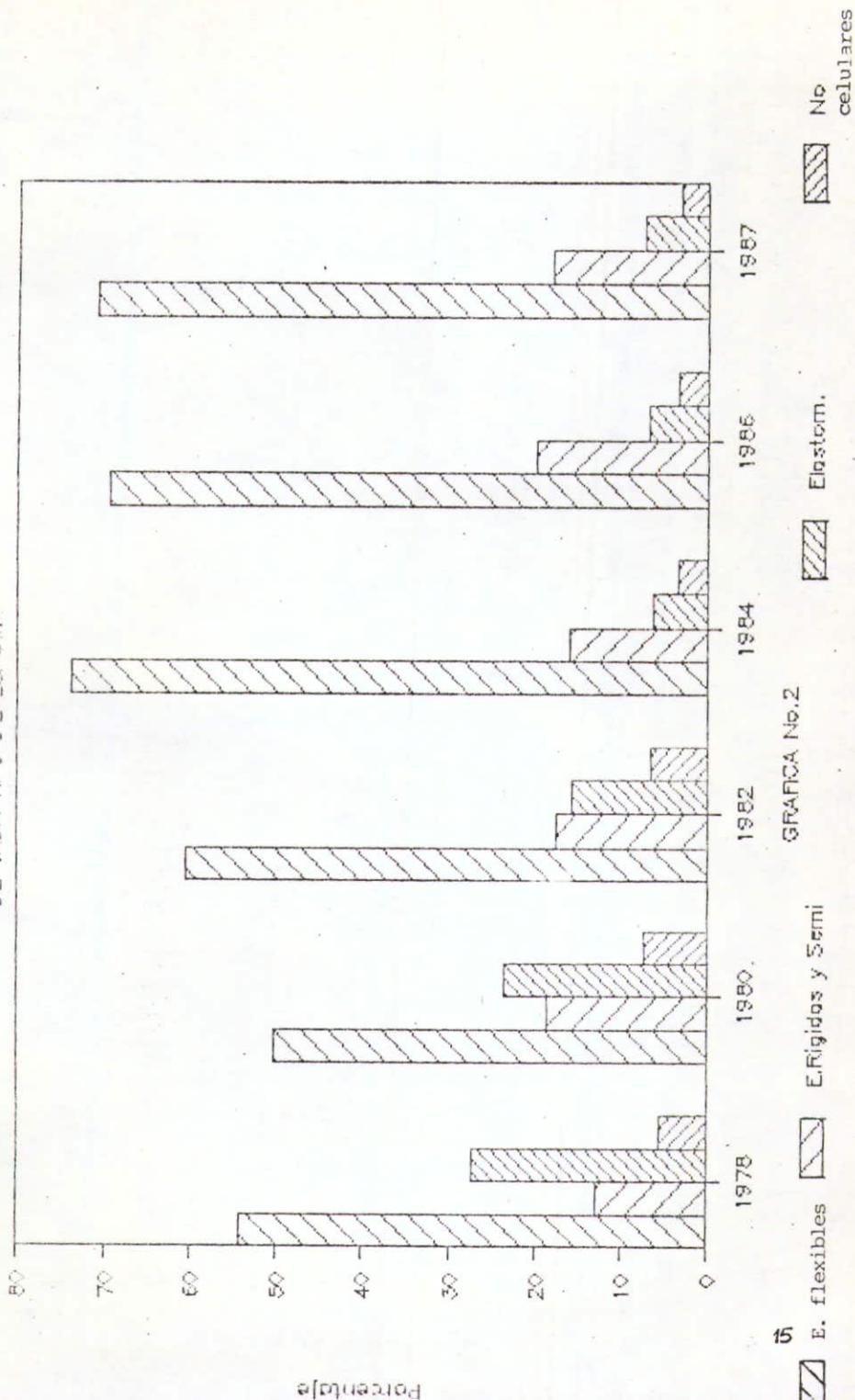
CUADRO No. 2  
PARTICIPACION EN LA PRODUCCION DE POLIURETANOS  
(Porcentaje)

PRODUCTO	1978	1980	1982	1984	1986	1987
Espumas flexibles	54.2	50.3	60.6	74.0	69.4	71.0
Espumas rígidas y semirígidas	12.8	18.6	17.6	16.0	20.1	18.2
Elastómeros micro- celulares	27.4	23.7	15.7	6.4	7.0	7.5
Otros no celulares	5.6	7.4	6.7	3.6	3.5	3.3
TOTAL	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

FUENTE: ANIQ, CAREINTRA.

# PARTICIPACION EN LA PRODUCCION

DE CADA TIPO DE ESPUMA



GRAFICA No.2

automotriz.

La demanda de espumas rígidas, seguirá la tendencia de la industria de la construcción y del aislamiento industrial; y los elastómeros microcelulares, se guiarán por la dinámica de la industria del calzado, donde últimamente han sido desplazados estos elastómeros por resinas de cloruro de polivinilo.

La participación de las resinas de poliuretano en Europa Occidental con respecto a su consumo total, ha disminuido al pasar de 7.4% en 1981 a 6.5% en 1987. En Japón se redujo de 2.4% a 2.2% y en Estados Unidos se incrementó de 5.0% a 5.4%, durante el mismo periodo.

Con respecto al consumo aparente, en Europa Occidental se ha incrementado a una tasa anual promedio del 5.1% y en Estados Unidos del 6.9%, durante los últimos cuatro años (Cuadro No. 3 y Gráfica No.3).

La capacidad mundial de materias primas para fabricar resinas de poliuretano es del orden de los cinco millones de toneladas, centralizadas principalmente en Europa Occidental y Estados Unidos.

En el ámbito internacional las espumas flexibles han disminuido su participación dentro de las aplicaciones de las resinas de poliuretano, tanto en Europa Occidental como en Estados Unidos. Sin embargo, continúan ocupando el

CUADRO No.3

POLIURETANOS

CONSUMO APARENTE

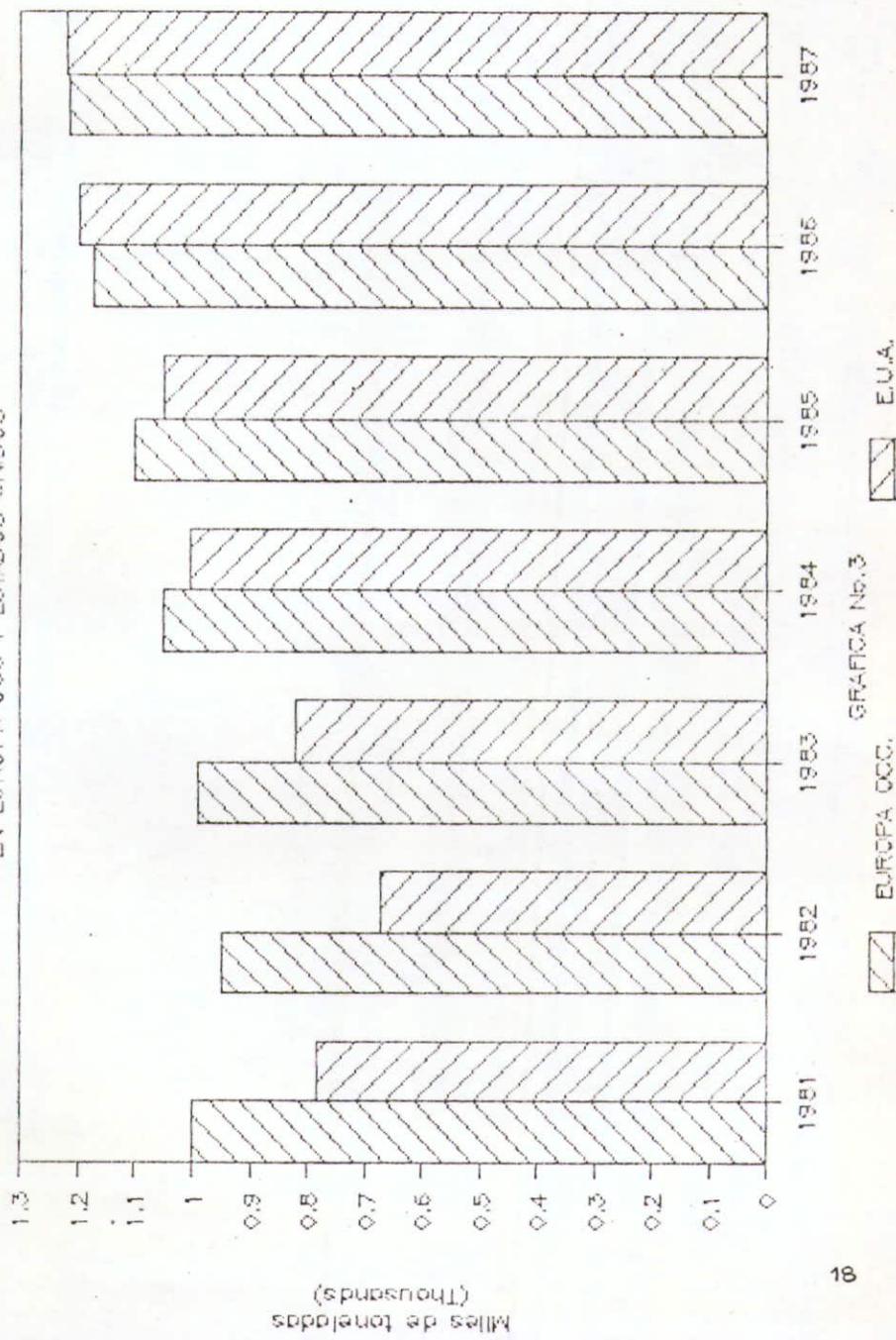
(Miles de toneladas)

AÑO	EUROPA OCCIDENTAL	ESTADOS UNIDOS
1981	999	785
1982	948	674
1983	994	822
1984	1,050	1,003
1985	1,101	1,052
1986	1,174	1,201
1987	1,216	1,221

FUENTES: KGP, MPI, CAREINTRA.

# CONSUMO COMPARATIVO DE POLIURETANOS

EN EUROPA OCC Y ESTADOS UNIDOS



primer lugar entre los poliuretanos, con 49.1% de participación en Estados Unidos y con 41.8% en Europa Occidental, en 1987. Este desplazamiento paulatino se inició desde principios de los setentas.

Los productos 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 interesante 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 medios propios sus formulaciones, permitiéndose 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 en el uso de los poliuretanos en un tiempo relativamente corto.

Los principales fabricantes y distribuidores de sistemas de poliuretano son entre otros: Basf Mexicana, S. A. de C. V.; Nylon de México, S. A.; Poliéteres Bayer, S. A.; Poliurequimia, S. A. y Productos Eiffel, S. A.

#### 1.4 CAMPOS DE APLICACION DE LOS POLIURETANOS

En el sector de la construcción, se utiliza como aislamiento acústico y térmico de casas, edificios, fábricas y bodegas, para elementos prefabricados ultraligeros, paneles y muros de división, recubrimiento de techos por esparado, perfiles para puertas y ventanas, adhesivos, selladores y pinturas resistentes a la intemperie, casas prefabricadas, pisos sin uniones y losetas para piso.

En el sector automotriz se aplica principalmente en piezas interiores como el tablero, coderas, molduras interiores metalizadas, volantes, consolas, asientos; en equipos de seguridad, defensas y frentes, elementos amortiguadores de la suspensión, lacas automotrices de alta duración y rellenos de cavidades con fines acústicos

y de protección.

En la industria mueblera el poliuretano se encuentra presente en colchones, cojines, muebles modernistas y modulares de una sola pieza, muebles de insertos metálicos, de madera, plásticos; pastas de muebles, molduras, accesorios decorativos, gabinetes de aparatos electrónicos, carátulas de relojes y piezas en imitación madera.

En la industria del calzado estas resinas son utilizadas en suelas y tacones por su resistencia y acabado, procesos de ensuelado directo, plataformas y medias plataformas y suelas para botas y zapatos industriales.

En cuanto a la industria náutica lo utiliza en boyas, flotadores, muelles y plataformas flotantes, cascos para lanchas y deslizadores, aislante de barcos pesqueros, equipos deportivos, lacas, barnices y pinturas de alto brillo y resistencia.

Además es muy común su uso como aislamiento: en construcciones, tanques de almacenamiento, tuberías y aparatos criogénicos, trailers, vagones de ferrocarril, barcos, aviones, planchas aislantes en refrigeradores y aparatos domésticos. También se utiliza en bandas de transportación, llantas industriales y recubrimiento de piezas metálicas o plásticas.

La industria mueblera consumió durante 1987 el 45% de las espumas flexibles producidas en Europa Occidental; mientras que la industria automotriz consumió el 40% de la espuma flexible, sin contar los altos volúmenes que emplea de espuma semirígidas, rígidas y elastómeros. La industria de la construcción utiliza el 60% de las espumas rígidas. La distribución y tendencia del consumo en Europa Occidental y Estados Unidos se presentan en los Cuadros No. 4 y No. 5.

#### 1.5 EL POLIURETANO EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ

"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 normas como las de ahora, ni tenían que competir en precio y costo como es el caso en la actualidad" (5).

En aquel entonces se trabajaba con materiales tradicionales, sin importar su peso ni su rentabilidad, predominando el metal.

El automóvil siguió su desarrollo, generando exigencias cada vez más específicas y difíciles. Se formalizaron pruebas y condiciones de medición para los

(5) ARIAS, R., El poliuretano en la industria automotriz, p.1

## CUADRO No. 4

## POLIURETANOS

## TENDENCIA DEL CONSUMO EN EUROPA OCC.

TIPO	1981	1983	1985	1987	TENDENCIA
ESPUMAS FLEXIBLES	48.9%	46.4%	44.5%	41.8%	negativa
ESPUMA SEMIRIGIDA	8.9%	9.4%	11.7%	10.5%	negativa
Automotriz	4.5%	4.6%	6.9%	6.4%	positiva
Suela calzado	4.4%	4.8%	4.8%	4.1%	negativa
ESPUMA RIGIDA	26.6%	29.3%	27.5%	28.4%	variable
OTRAS	15.6%	14.9%	16.3%	19.3%	positiva
TOTAL	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	

FUENTES: EGP, MPI, CAREINTRA.

CUADRO No. 5

POLIURETANOS  
TENDENCIA DE CONSUMO EN E.U.A.

APLICACION	1981	1982	1983	1984	1985	1987	TENDENCIA
ESPUMAS FLEXIBLES	67.3%	65.3%	60.8%	57.5%	57.3%	49.2%	negativa
Muebles	25.5%	24.5%	23.1%	22.6%	22.4%	20.1%	negativa
Automotriz	16.5%	14.1%	13.4%	15.8%	15.5%	11.5%	negativa
Colchones	9.2%	10.4%	9.1%	6.4%	6.6%	6.0%	negativa
Bajo altoparlante	6.6%	6.7%	6.7%	5.4%	5.5%	5.0%	negativa
Otros	9.5%	9.6%	8.5%	7.3%	7.3%	6.6%	negativa
ESPUMAS RIGIDAS	32.7%	34.7%	31.6%	31.8%	32.1%	26.9%	negativa
Aislante construccion	17.8%	19.3%	17.0%	17.8%	18.2%	16.5%	negativa
Refrigeracion	6.4%	7.1%	6.1%	5.3%	5.1%	4.4%	negativa
Automotriz	2.8%	2.4%	3.3%	3.0%	2.9%	2.4%	negativa
Aislante industrial	3.0%	3.3%	2.8%	2.5%	2.6%	2.5%	estable
Empaque	1.3%	1.2%	1.1%	1.6%	1.9%	1.9%	estable
Otros	1.4%	1.4%	1.3%	1.4%	1.4%	1.2%	estable
ELASTOMEROS							
MICROCELULARES			7.6%	10.7%	10.6%	21.9%	positiva
Moldeo inyeccion (1)			3.9%	4.8%	5.0%	5.7%	positiva
Otros (2)			3.7%	5.9%	5.6%	16.2%	positiva
TOTAL	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	

(1) Incluye principalmente partes automotrices.

(2) Incluye material microcelular, elastomero moldeable y adhesivos.

FUENTES: KGP, MPI, CAREINTRA.

materiales y sus características más importantes, buscando además economía.

"La competencia,... la escasez de materias primas y otros factores han generado nuevos retos para crear automóviles cada vez más perfeccionados, más funcionales, más aerodinámicos y más ligeros." (6)

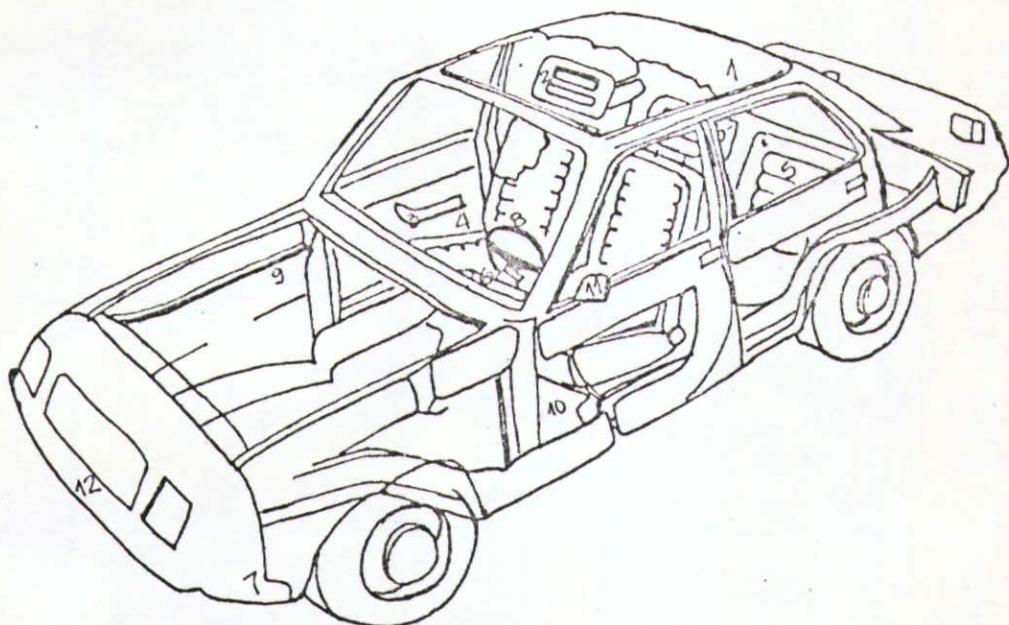
El material que ha permitido esto es el plástico, el cual se encuentra presente en un promedio de 50 kg. por carro, que sustituyen con enormes ventajas a un peso mucho mayor de otros materiales.

De entre los plásticos utilizados el poliuretano representa la proporción más alta: aproximadamente el 32%. Esto se debe a su gran versatilidad para fabricar las más diversas piezas con las características más especializadas y exigentes, y resolviendo los problemas técnicos como: absorción de impactos, aislamiento, amortiguamiento, acojinamiento, etc. ( Fig. 1).

Dentro de todas las aplicaciones automotrices del poliuretano, las espumas representan el 90%. Aproximadamente la mitad en espumas flexibles, más de un tercio en espumas semirígidas y el resto en espumas flexibles de piel integral, espumas rígidas y durómetros.

(6) GARCIA DE LA BRENA, G., El poliuretano en la industria automotriz, p.2

## EL POLIURETANO EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ



- |                        |                      |
|------------------------|----------------------|
| 1. Toldos              | 7. Laterales defensa |
| 2. Cabeceras           | 8. Volante           |
| 3. Descansabrazos      | 9. Aislamientos      |
| 4. Laterales de puerta | 10. Tapetes          |
| 5. Asientos            | 11. Portaespejos     |
| 6. Tableros            | 12. Defensas         |

FIGURA No.1

FUENTE: ARIAS, R., op.cit., p.2

## I.6 DESARROLLO HISTORICO DE LAS ESPUMAS FLEXIBLES

Podemos dividir la historia de las espumas flexibles de poliuretano, desde su invención hasta nuestros días, en cuatro principales épocas:

1) ANOS '50. Se introducen comercialmente las espumas flexibles de poliuretano en forma de piezas para acojinamiento, colchones y embalaje empleando poliesteroles. El isocianato utilizado es el TDI.

2) ANOS '60. Proceso de curado en caliente, empleando polioles poliéter, primeramente con la tecnología del prepolímero y después con el proceso "ONE SHOT" mezclando y reaccionando directamente todos los componentes de la formulación. Se sigue utilizando el TDI como isocianato.

3) ANOS '70. Con el desarrollo de polioles poliéter de gran reactividad se hace posible el proceso de curado en frío. Como isocianato se usan mezclas de TDI/MDI polimérico o prepolímeros de TDI.

4) ANOS '80. Espumas flexibles a base de MDI.

COMPARACION DE LOS SISTEMAS A BASE DE MDI Y TDI (Según análisis realizado por el Ing. Carlos Herrera L. en su artículo "Espumas flexibles a base de MDI"(7)).

(7) cfr. HERRERA, C., Espumas flexibles a base de MDI, p.4

#### VENTAJAS DEL MDI:

\* Mucho menor toxicidad que el TDI, debido a su presión de vapor apreciablemente menor.

Presión de vapor del TDI (temp. amb.) = 0.02 mbar

Presión de vapor del MDI (temp. amb.) menor a 0.00001 mbar

\* Amplio rango de trabajo en la relación de mezcla, pudiéndose obtener diferentes durezas sin afectar fundamentalmente las otras propiedades.

\* Tiempos de desmoldeo más cortos.

\* Temperaturas de molde más bajas.

\* Menor desperdicio. Escapa menos material por las ventilas, aunque es necesario un mayor número de ellas.

\* Mayor capacidad de absorción de las vibraciones del auto.

\* Mejor comportamiento a la flama.

\* Menos sensible a temperaturas y cantidades de desmoldante inadecuados.

#### VENTAJAS DEL TDI:

\* Mayor estabilidad de almacenaje a bajas temperaturas.

\* Menos sensible a defectos en el molde.

\* Necesita menos puntos de venteo.

\* Es menos fácil que se produzcan colapsos, es decir, encogimientos en la espuma obtenida, que son irreversibles.

\* La generación de dióxido de carbono es mayor por lo que no se necesita freon 11 como agente expensor.

\* Excelentes propiedades de flujo de la espuma en el molde.

La comparación de propiedades mecánicas típicas entre sistemas a base de MDI y TDI se observan en el Cuadro No.6.

## I.7 PROCESO DE FABRICACION

Se explicará el proceso en el cual se usa un sistema de poliuretano de dos componentes para producir una espuma, ya que es el de mayor relevancia, dada su utilización generalizada a nivel industrial.

Los componentes se denominan generalmente como "A" y "B". El componente "A" estará compuesto por una mezcla de polioles, agente de 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

CUADRO No. 6

COMPARACION DE PROPIEDADES MECANICAS TÍPICAS  
ENTRE SISTEMAS A BASE DE MDI Y TDI

Piezas fabricadas en Mexico.

MDI: Elastomol 812 (BASF Mexicana)

TDI: Prepolimero base TDI (PRODUCTOS EIFFEL)

PROPIEDAD	UNIDADES	TDI	MDI
Maxima densidad en molde	(Kg/m <sup>3</sup> )	50	50
Maxima resistencia a la traccion	(kPa)	160	180
Maxima elongacion a la ruptura	( % )	125	160
Maximo indice de dureza a la compresion (ILD)	(Newtons)	320	375
Maxima dureza a la compresion (CLD)	(kPa)	5-6	7-8
Maximo Compression SET	(perdida de altura)		
	A1 50%	9%	8%
	A1 75%	10-11%	9%

FUENTE: Investigacion del Ing. Carlos Herrera L. (BASF Mexicana)

ocasionalmente con otros productos. (8)

Al mezclarse los componentes, reacciona el poliol con el isocianato formando la estructura uretano, la cual es responsable del comportamiento elástico de la espuma.

Asimismo tiene lugar la reacción isocianato-agua produciéndose dióxido de carbono, que actúa como agente expansor y derivados de urea que tienen influencia en la dureza de la espuma.

El proceso de formación de la espuma es muy complejo pues las reacciones químicas ocurren dentro de una serie de procesos físicos muy variados.

La masa espumante alcanza después del proceso de ascenso un volumen de 20 a 30 veces el original. La viscosidad y la superficie se incrementan fuertemente. La reacción genera calor. Al final de la misma ocurre un incremento de presión notable dentro del molde.

La urea cristalina, insoluble en la espuma base, hace que la membrana celular explote. Cuando la espuma base se entrecruza completamente antes de que se forme la urea hay que utilizar un medio externo a la misma reacción para provocar la ruptura de la celda. De no hacerlo, se tendrían contracciones irreversibles en la espuma o pieza final. Para hacer esto se utilizan los llamados rompedores

(8) cfr. CRUZ, I., op.cit., p.12

de celda que facilitan esta tarea. (9)

Tanto en el trabajo manual como en el mecanizado, el principio fundamental consiste en pesar cantidades estequiométricamente equivalentes de cada uno de los componentes, mezclarlas intensamente, vaciar la mezcla en el molde, esperar el tiempo necesario para que se complete la reacción y desmoldar el producto terminado.

En las espumas flexibles es posible conseguir varias durezas solamente con la variación de la relación de poliol e isocianato. Más isocianato dá una dureza mayor (como es requerido en un asiento), mientras que menos isocianato significa más blando (como se requiere en un respaldo).

El Ing. Ignacio Cruz M. menciona tres grupos de proceso para elaborar la espuma (10):

A) MOLDEO DE PIEZAS: Consiste en vaciar los componentes ya mezclados pero aún en forma líquida, en un molde que tenga la forma negativa del producto deseado. Esto se puede hacer 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

(9) cfr. idem

(10) cfr. ibidem, p.13

dosificar para obtener el peso volumétrico deseado. Los moldes deberán estar previamente tratados con desmoldante y calentados a la temperatura adecuada para evitar que las piezas se adhieran a las paredes, habiendo colocado los insertos correspondientes a la pieza y destapado los barrenos de respiración.

Es posible producir piezas mediante este proceso tanto en forma manual como con máquina semi o totalmente automatizada.

La ventaja que ofrece trabajar en molde con tapa es la facilidad de repartición de la mezcla en el molde para lograr piezas más 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 y cuando por razones técnicas ocurre un sistema de reacción muy rápida.

B) VACIADO EN LUGAR: En este proceso los componentes del sistema son mezclados y vaciados en fase líquida en una cavidad, la cual 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 de ella. Aquí se aprovecha la gran adhesividad del poliuretano en formación para formar elementos perfectamente 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 y accidentadas para asegurar continuidad en la resistencia estructural.

Este proceso encuentra gran aplicación en construcción como relleno de agujeros de todo tipo, en aislamiento de tanques y equipos para el sistema de "doble pared" en producción continua o discontinua de paneles y elementos prefabricados, en vehículos autotransportes como aislante acústico y 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 grandes superficies tales como techos, tanques, tuberías y equipos, generalmente con fines de aislamiento.

También se emplea en la producción continua de elementos prefabricados para construcción, aspersándolos sobre madera, asbesto-cemento, concreto, lámina, cartón, etc.

## I.8 MAQUINAS

La verdadera dificultad en un proceso industrial estriba justamente en cómo 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 la dosificación exacta de ambos componentes por permanecer relativamente ajena a la influencia externa, sin embargo, resulta poco práctico, costoso y lento además de que prácticamente no se usa para producciones masivas, relegándose en su uso a ensayos a nivel de laboratorio.

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 es el proceso manual, siendo ésta la diferencia fundamental entre ambos procesos. (11)

Los equipos modernos de dosificación constan principalmente de dos sistemas independientes de recirculación, consistente cada uno en un recipiente, una bomba dosificadora y las mangueras necesarias para

(11) cfr. ibidem, p.16

conducir el fluido.

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

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 una influencia en la dosificación de los componentes, son equipo normal en las máquinas usadas hoy en día.

Hablando de equipos se puede hacer una clasificación en dos grandes grupos: los de alta y los de baja presión, cuyas diferencias más notables anotamos a continuación, según estudio realizado por técnicos especializados de Basf Mexicana (Ing. Ignacio Cruz M. e Ing. Raúl Arias A., principalmente) y complementados por el Ing. Jesús Gallegos de 3R, S.A.(12)

#### BAJA PRESION:

- El mezclado se efectúa por agitación mecánica.
- Están equipados con bombas de engranes de revoluciones variables.

(12) cfr. ibidem, p.17

- Pueden dosificar materiales con viscosidad alta.
- No se pueden manejar cargas sólidas dentro de los componentes.
- Permiten la dosificación de muy pequeñas cantidades.
- Economía en su mantenimiento.
- Calibración sumamente sencilla.
- Operan con presiones de alrededor de 20 bar.
- El principio de operación consiste en que la mezcla de los dos componentes se realiza en una cámara con un agitador mecánico, mismo que posteriormente se enjuaga con un solvente que se seca inmediatamente via un chorro de aire seco. La operación de este tipo de máquinas impide tener cabezales fijos al molde y los flujos de inyección son relativamente bajos.

#### ALTA PRESION:

- El mezclado se efectúa por presión de aire.
- Equipos con bombas de pistón de alta exactitud dosificadora de revoluciones fijas y prácticamente independientes de la contra-presión que puede ejercer el aire contenido en los moldes durante el vaciado.
- Dosifican exactamente aún 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

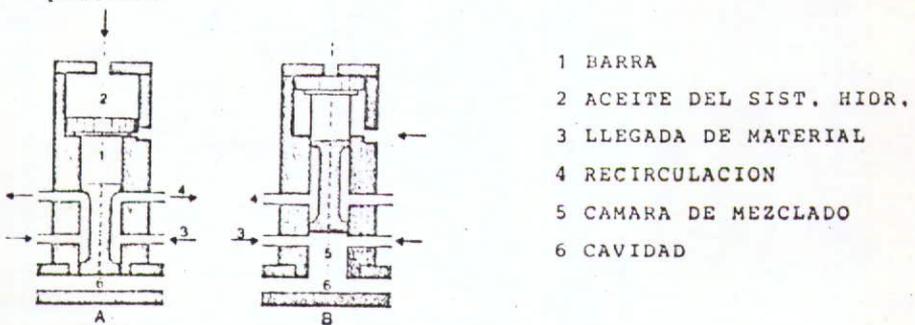
en ángulos difíciles y aún bajo el nivel del espejo del material.

- 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.

- Operan con presiones de hasta 200 bar.

- El principio de operación es: Mientras la cabeza no sea activada, los componentes recirculan por la ranura existente en la barra de la cámara. Al recibirse la orden de disparo la barra es retirada hacia adentro dejando libre el espacio para dos orificios, correspondientes a ambos componentes. Los chorros procedentes de dichos orificios chocan de frente y realizan con ello el mezclado. Al terminar el disparo la barra retorna a su lugar arrastrando 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. En el siguiente dibujo podemos observar un cabezal de alta presión.



FUENTE: ARIAS, R., op.cit., p.7

## 1.9 SISTEMAS DE TRANSPORTE PARA MOLDES

Sistemas de transporte para moldes se utilizan en los casos en que una fabricación con moldes estacionarios ya no es económica; es decir, cuando la cantidad de moldes es muy grande y no es posible una coordinación lógica de la secuencia de trabajo, o en el caso en que la cantidad de cabezales mezcladores es demasiado alta, causándose paros en el transcurso de la producción.

Sin embargo, no siempre se necesita un sistema transportador, ya que existen piezas de poliuretano cuyos moldes lo impiden desde el principio, tal es el caso de los parachoques completos.

El tiempo de ciclo de un molde a lo largo de todo el sistema transportador se determina teniendo presente el proceso completo de producción y en mente los diferentes pasos a realizar con los moldes. Estos pasos pueden ser:

- Abrir molde.
- Desmoldear la pieza.
- Limpiar el molde.
- Calentar el molde.
- Aplicar desmoldante.
- Destapar los barrenos de respiración.
- Colocar insertos.
- Inyectar la espuma.
- Cerrar el molde.

Estos trabajos son importantes para determinar la cantidad del personal de trabajo, pero para la determinación de la instalación de transporte lo importante es: el tiempo de preparación del molde, el tiempo de inyección y el tiempo de curado requerido por el sistema de poliuretano.

Las instalaciones que se utilizan hoy en día, según estudios del Ing. H. G. Hagspiel en su artículo "Equipos para la fabricación de piezas moldeadas, especialmente desde el punto de vista de equipos de transporte" (13), son los sistemas de transporte ovalados y las instalaciones de mesas rotativas. Dentro de los sistemas de transporte ovalados podemos diferenciar dos tipos:

1. El transportador de paletas o sobre suelo.
2. El transportador colgante.

En el transportador ovalado de paletas los moldes están montados en un carro de transporte de marcha continua, enganchados en una cadena que se acciona a través de un motor de engranaje o uno de corriente continua. Cada carro portamoldes se encuentra numerado para que le sea asignado su correspondiente programa de inyección.

En el transportador colgante los portamoldes cuelgan

(13) cfr. HAGSPIEL, H.G., Equipos para la fabricación de piezas moldeadas, especialmente desde el punto de vista de equipos de transporte, p.7

verticalmente en una cadena continua, por medio de elementos rápidos de sujeción.

Las instalaciones de mesas rotativas pueden trabajar de forma intermitente o continua, variando desde 4 a 13 m. de diámetro. Se componen de segmentos, los cuales están apoyados en el centro sobre una articulación giratoria central y en el diámetro exterior sobre rodillos.

#### I.10 MOLDES

"Una de las mayores ventajas que ofrecen los uretanos al industrial es la economía y la versatilidad en el aspecto de moldeo." (14)

Prácticamente cualquier material puede servir para elaborar un molde, sin embargo es deseable que su conductividad térmica y su resistencia estructural sean lo mayor posible. Los materiales más empleados son: aluminio, acero inoxidable, epoxy, poliéster y elastómeros.

Comúnmente se hacen combinaciones de materiales, como por ejemplo, un molde podría estar constituido por una parte de elastómero que tiene la propiedad de proporcionar detalles y efectos al molde, un firme hecho a base de epoxy cargado con arena sílica y una caja soporte hecha de madera. Cuando es necesario se refuerza con soleras de

(14) CRUZ, I., op.cit., p.19

aluminio o acero.

Según la complejidad del modelo se determinará el diseño final del molde. Estos no deben cerrar herméticamente y deben resistir presiones de aproximadamente 1.0 a 3.0 kg/cm<sup>2</sup> durante unos cuantos segundos por ciclo.

Generalmente los moldes son de dos partes y su sistema de cierre se logra por medio de clamps. Ya que el poliuretano es perfectamente compatible y autoadhesivo a otros materiales es común hacer insertos en las piezas, para lo cual debe preverse su acomodo en el molde.

Resulta fundamental para el buen logro de los productos terminados una técnica de vaciado óptima para cada modelo. Por ello es necesario prever portamoldes que puedan inclinarse a conveniencia para facilitar el desplazamiento de la masa reaccionante dentro del molde. 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 el que los moldes presenten superficies de poro cerrado que permitan una acción efectiva del desmoldante.

Por último, es importante mantener al molde dentro de

las especificaciones de temperatura, para lo cual existen varios métodos, siendo el más utilizado el que se realiza por medio de soplete. Si el molde se encuentra frío, se ocasionan problemas al desmoldar la pieza, por otro lado, si se encuentra caliente, se obtendrán cavernas en las piezas terminadas.

# CAPITULO II

## TEORIA GENERAL DEL CONTROL TOTAL DE CALIDAD

## II.1 LA CALIDAD COMO CONCEPTO

El concepto de calidad es muy subjetivo. Cada individuo tiene su propia definición de lo que significa calidad. Es importante, por lo tanto, unificar criterios dentro de la organización, en lo referente a la definición de calidad, para poder establecer en común el propósito de mejora continua y permanente en todas las actividades.

Crosby considera que la calidad es cumplir con los requisitos y normas establecidos (15). Pero esto no es suficiente, lo importante no es cumplir con esas normas, sino conocer y satisfacer los verdaderos requisitos de los consumidores.

Para conocer la verdadera calidad que cumple los requisitos de los consumidores es importante:

1. Entender las características de calidad reales.
2. Fijar métodos para medirlas y probarlas. Esta tarea es tan difícil que posiblemente se acabe por recurrir a los cinco sentidos (prueba sensorial).
3. Descubrir características de calidad sustitutas y entender correctamente la relación entre éstas y las características de calidad reales, mediante estadísticas y análisis de calidad." (16)

(15) cfr. CROSBY, P., Mejorar la calidad mediante la prevención de defectos, p.II.3

(16) ISHIKAWA, K., Que es el Control Total de Calidad, p.44

Las características de calidad reales nos permitirán expresar la calidad, a través de los siguientes pasos:(17)

1. Determinar la unidad de garantía, que es la cantidad de producto sobre la cual se miden las características de calidad (unidades de producto, mts., kgs., etc.).

2. Determinar el método de medición para cada característica de calidad real, utilizando métodos físicos, químicos o prueba sensorial. En la competencia por alcanzar la mejor calidad, la industria ganadora será aquella que haya aprendido a medir estas características.

3. Determinar la importancia relativa de las características de calidad y clasificar los defectos y fallas en defectos críticos, grandes y menores. "...los defectos y fallas en cuanto a calidad ... se llaman calidad retrograda. En cambio, ... características que pueden convertirse en argumentos de venta se denominan calidad progresista." (18)

4. Llegar a un consenso sobre defectos y fallas, entre proveedores, clientes y el mismo personal de la empresa.

5. Revelar y eliminar los defectos latentes, así como la carga de trabajo latente que se asocia con los procesos defectuosos.

(17) cfr. ibidem, p.45

(18) ibidem, p.46

6. Observar la calidad estadísticamente. Cuando pensamos en calidad, debemos considerar su distribución estadística dentro de los lotes y luego aplicar un control de proceso e inspección. Para expresar una distribución utilizaremos el valor  $\pm 3$  desviaciones estándar que dan un 97.8% de seguridad.

7. Calidad del diseño y calidad de aceptación. La calidad del diseño también se llama calidad objetivo. Una industria desea crear un artículo con cierto nivel de calidad: de allí la calidad objetivo. En términos generales, al aumento de calidad del diseño corresponde un aumento de costos. La calidad de aceptación también se llama calidad compatible, pues es una indicación de la medida en que los productos reales se cifren a la calidad del diseño. Si hay discrepancia entre la calidad del diseño y la calidad de aceptación, esto significa que hay defectos o correcciones. Cuando la calidad de aceptación sube, el costo baja.

Ya que la meta debe ser cumplir los requisitos de calidad de los consumidores, los cuales cambian continuamente, en la práctica tenemos que revisar y mejorar nuestras normas de calidad constantemente.

El Dr. Deming (19) hace hincapié en este punto. Habla de un ciclo de diseño, producción, ventas e

(19) cfr. ibidem, p.51

investigación de mercado, seguido de otro ciclo que empieza con el rediseño basado en la experiencia del ciclo anterior. De esta manera, el rediseño de calidad ocurre continuamente y la calidad mejora continuamente.

Crosby analiza la necesidad de mejorar la calidad mediante cuatro principios fundamentales que responden a las siguientes interrogantes (20):

- Qué es la calidad?
- Qué sistema permitirá generar la calidad?
- Qué norma de ejecución debe aplicarse?
- De qué manera se mide la calidad en forma significativa?

"El adoptar la realidad como método para la gestión de la calidad requiere que la compañía emprenda un cambio cultural. La Figura No.2 contrasta los enfoques erróneos de la calidad en una situación convencional, bajo el título de criterios convencionales, con las definiciones que han de ser aceptadas por cada persona deseosa de alcanzar la calidad incluidas bajo realidad." (21)

El tránsito del criterio convencional de la calidad a la realidad de la gestión de la calidad exige la comprensión total de los cuatro principios absolutos de la calidad. Una manera práctica de memorizar dichos

(20) cfr. CROSBY, P., op.cit., p.II.3

(21) ibidem, p.II.6

principios es analizar la frase Hágalo bien desde la primera vez:(22)

Hágalo significa cumplimiento con los requisitos (primer absoluto);

bien significa evitar los errores (segundo absoluto);

desde la primera vez significa cero defectos, eliminándose la necesidad de volver a hacer el trabajo (tercer absoluto), lo que a su vez nos ahorra el precio del incumplimiento (cuarto absoluto).

## Los principios absolutos de la gestión de calidad \_

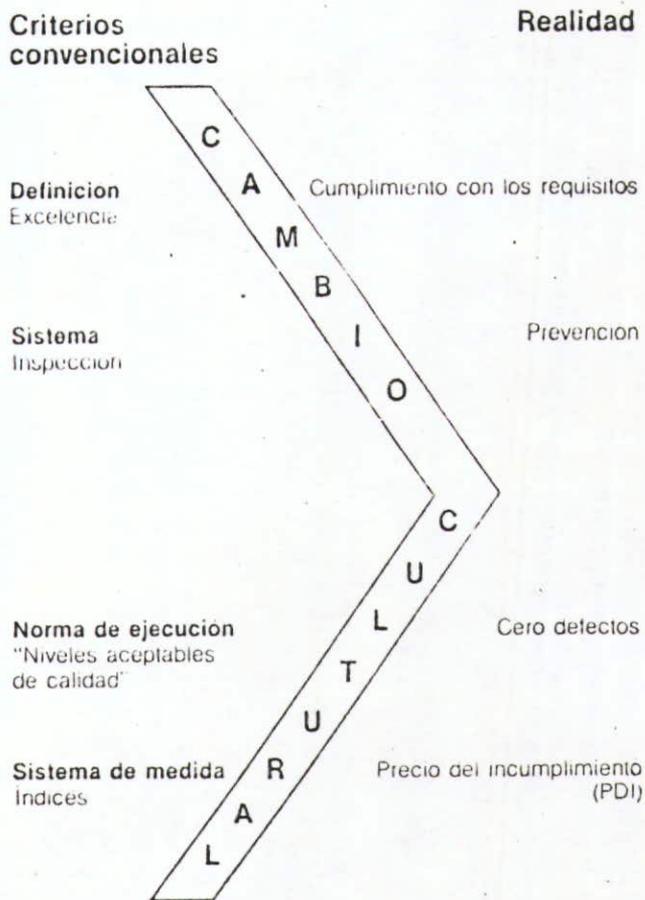


FIGURA No.2

FUENTE: Idem

## II.2 EL CONTROL COMO CONCEPTO

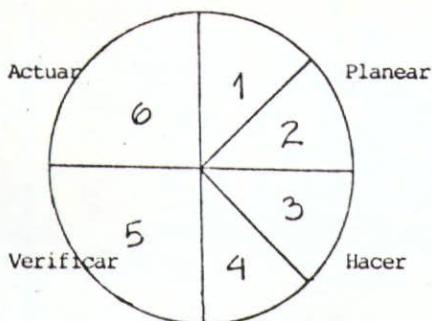
"Los conceptos de control y organización se introdujeron en el Japón mucho antes de la Segunda Guerra Mundial. Los altos ejecutivos de aquella época ordenaban a los subalternos esforzarse al máximo o trabajar más. Este tipo de control podría considerarse como una forma de espiritualismo que apelaba al llamado espíritu japonés y pedían que se cumplieran las tareas sin ofrecer recompensas. Mientras el hombre sea hombre, la espiritualidad seguirá siendo importante, pero no sólo del espíritu vive el hombre. Este enfoque no podía dar origen a un control eficaz y duradero."(23)

La falta de calidad es culpa en la mayor parte, de los ejecutivos o gerentes, y no de los operarios de línea.

El Dr. Taylor describe el control con las palabras planear, hacer, ver. El Dr. Ishikawa prefiere decir planear, hacer, verificar, actuar y lo llama Circulo de Control. Es importante hacerlo mover en la dirección correcta (en el sentido de las manecillas del reloj). Se divide en seis categorías que deben ser la base del control (24). Ver Figura No.3.

(23) ISHIKAWA, K., op.cit., p.53

(24) cfr. ibidem, p.54



CIRCULO DE CONTROL .

1. Determinar metas y objetivos.
2. Determinar métodos de alcanzar metas.
3. Dar educación y capacitación.
4. Realizar el trabajo.
5. Verificar los efectos de la realización.
6. Tomar acción apropiada.

FIGURA No.3

FUENTE: idem

1. Determinar metas y objetivos (PLANEAR). Estos pueden determinarse por medio de políticas. Si no se fijan políticas no se pueden establecer metas. La determinación de estas políticas corresponde a la alta gerencia. Hay que formular las metas de tal manera que se asegure la cooperación entre todas las divisiones. Es importante que las políticas y metas sean concretas, explícitas y suficientemente informativas.

2. Determinar métodos para alcanzar las metas (PLANEAR). En otras palabras, normalización del trabajo. Si una persona desarrolla un método, deberá normalizarlo, convertirlo en reglamento y luego incorporarlo dentro de la tecnología y propiedad de la empresa. El método que se establezca tiene que ser útil para todos y libre de dificultades.

El proceso, o conjunto de factores causales (material, máquina, medición, hombre, método, etc.), tiene que controlarse a fin de obtener mejores productos y efectos (características de calidad). Esto se observa en el Diagrama de Causa y Efecto (Figura No.4). Este enfoque prevee los problemas y los evita antes de que ocurran, razón por la cual lo llamaremos control de vanguardia. En cambio, si la persona se preocupa por el desempeño de su empresa solo después de los hechos, este método se llama control de retaguardia.

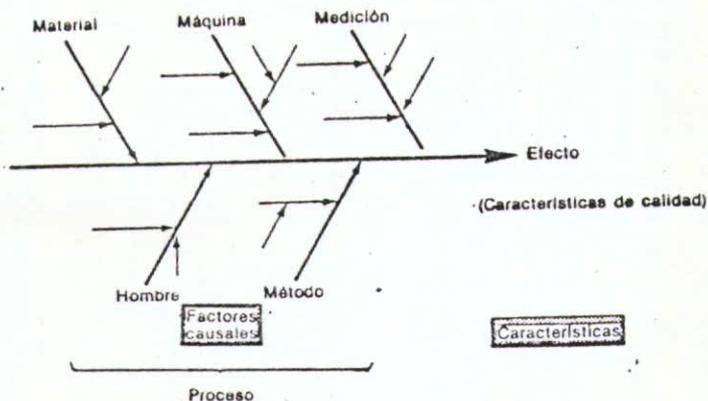


FIGURA No.4

FUENTE: ibidem, p.58

3. Dar educación y capacitación (HACER). Los superiores tiene la función de educar y desarrollar a sus subalternos. No solo en reuniones formales, sino de manera personal, en el trabajo práctico. Una vez que el

subalterno ha sido educado de esta manera, se le delega autoridad y se le da libertad para hacer su trabajo. De este modo, el subalterno podrá crecer.

4. Realizar el trabajo (HACER). Si todo se hace de acuerdo con el procedimiento explicado antes, la realización no debe ofrecer ningún problema. Sin embargo las condiciones cambian constantemente, y las órdenes dadas por los superiores nunca estarán al día respecto a las situaciones cambiantes. El Dr. Ishikawa hace hincapié en el voluntarismo, es decir, tratar a los trabajadores como a personas y convenciendo, no venciendo.

5. Verificar los efectos de la realización (VERIFICAR). Lo más importante en la gerencia es el principio de excepción. Si las cosas se desarrollan de acuerdo con las metas y las normas fijadas, entonces se deben dejar que sigan así. Pero si surgen hechos inesperados o situaciones que se apartan de lo rutinario, el gerente deberá intervenir. El objetivo de verificar es descubrir tales excepciones. Para cumplir esta tarea eficientemente es necesario entender con claridad las políticas básicas, las metas y los procedimientos de normalización y educación. Si estos no se han planteado claramente y si no hay normas confiables, no se sabrá cuales son las excepciones y cuales no. Las excepciones se pueden encontrar de dos maneras:

a. Verificando las causas. Hay que examinar cada proceso para ver si los factores causales se han entendido claramente y si armonizan con las normas fijadas. Los factores causales que requieren verificación se llaman puntos de verificación.

b. Verificando por medio de los efectos. Este método consiste en verificar un proceso o trabajo por sus efectos; es decir, observar las características que figuran en el Diagrama de Causa y Efecto. Hay ciertos puntos que se llaman puntos de control que son los que se emplean para verificar los procesos y la administración por medio de sus efectos.

6. Empezar la acción apropiada (ACTUAR). La revisión de los efectos para encontrar excepciones o situaciones extrañas no sirve en sí a los intereses de la empresa. Es necesario encontrar los factores causales de las excepciones y tomar la acción apropiada. En esta acción apropiada es importante tener medidas para impedir que las excepciones vuelvan a repetirse. Hay que poner freno a las irregularidades. En cualquier caso, no basta hacer ajustes en los factores causales, hay que tratar de eliminar aquellos que han ocasionado las excepciones.

Si en los seis pasos anteriores se emplean métodos estadísticos, el proceso se convierte en control estadístico.

Hay varios factores que impiden el control y las mejoras que de él resultan. Estos factores suelen emanar de las personas, cuyas actitudes erradas constituyen las causas principales. Para despejar estas actitudes erradas se requiere firmeza en las convicciones, espíritu de cooperación, espíritu entusiasta y emprendedor, confianza en la propia capacidad para perseverar y buenas tácticas y estrategias para superar dificultades.

### II.3 EL MODELO DE PROCESO

Este modelo permite dividir el trabajo en actividades más simples, las cuales se analizarán individualmente para determinar quien interviene en ellas y cuales son los requisitos correspondientes. Dicho análisis ayudará a determinar que debe hacerse para producir un mejoramiento en la calidad.

"Un proceso es simplemente el conjunto de acciones u operaciones que se realizan para alcanzar el resultado propuesto. Un trabajo es un proceso, e igualmente lo son los diferentes componentes del mismo." (25)

Todos los procesos tienen dos elementos en común: resultados (objetos o servicios suministrados a otros) e insumos (objetos o servicios que nos proporcionan otros).

(25) CROSBY, P., op.cit., p.III.3

"En su forma más elemental un proceso es: la conjunción o la transformación de insumos tales como gente, materiales, equipos, métodos y medio ambiente en productos o servicios. Algunos de estos insumos hacen la transformación en tanto que otros son transformados." (26)

Dentro de las organizaciones, hay un sin número de procesos que están interrelacionados y el producto o servicio de un proceso es el insumo de otro proceso.

El resultado (bien sea un producto o un servicio) se suministra a alguien. A este alguien se le puede denominar cliente. Para producir un resultado que satisfaga al cliente, es de primordial importancia comprender previamente cuales son las expectativas de ese cliente, las cuales se manifiestan bajo la forma de requisitos.

El insumo de un proceso proviene de alguien, y a ese alguien podemos llamarlo proveedor.

Para poder analizar un proceso, primero hay que identificarlo con claridad. Después habrá que determinar los resultados que éste ha de tener y cuales habrán de ser los clientes destinatarios. Luego es necesario determinar los requisitos que definen y caracterizan cada producción.

La etapa final en el análisis de un proceso consiste en los cinco elementos que requiere el proceso para

producir los resultados; dichos elementos son:

**INSUMOS.** Un insumo es la información o el material que se usa para obtener un resultado.

**EQUIPOS E INSTALACIONES.** Comprende cualquier equipo o instalación que se necesite para llevar a cabo un proceso.

**CAPACITACION Y CONOCIMIENTOS.** Abarca los niveles de competencia y adiestramiento necesarios para la ejecución de un proceso.

**PROCEDIMIENTOS Y DEFINICION DEL PROCESO.** Consiste en la descripción del proceso interno y las instrucciones que lo gobiernan.

**NORMAS DE EJECUCION.** Mediante el uso de objetivos, metas, y otras evaluaciones tradicionales la norma de ejecución permite determinar si el proceso alcanza bien o mal el resultado esperado.

Además, hay otro elemento que interviene en todo proceso, **MEDIO AMBIENTE.** Influye en los anteriores elementos, sin que podamos tener control alguno sobre él; como pueden ser, la situación económica, política o social en que se desenvuelva la empresa.

En la Figura No. 5 se aprecia como se integran los elementos del proceso como modelo.

## Modelo de proceso

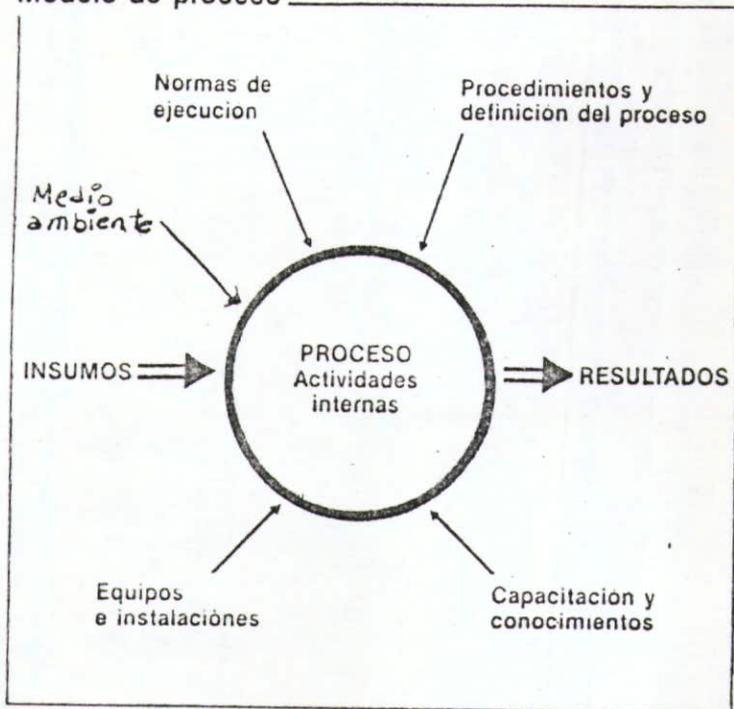


FIGURA No.5

FUENTE: CROSBY, P., op.cit., p.III.4

Cada uno de nosotros es cliente, y a la vez proveedor; es decir, el siguiente proceso es nuestro cliente. El cliente no tiene que ser una persona, puede presentarse en la forma de cualquiera de los recursos mencionados anteriormente: gente, materiales, métodos (procedimientos y normas de ejecución), equipos o medio ambiente.

Las diferentes relaciones cliente-proveedor se

muestran en la Figura No.6.

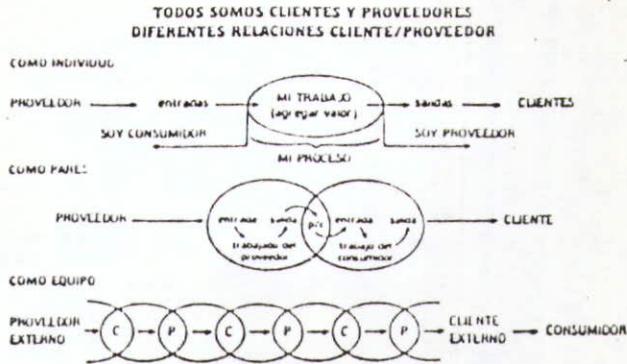


FIGURA No.6

FUENTE: CARMONA, L., op.cit., p.6

La comprensión clara y precisa de los requisitos, forma la base de todo proceso de mejoramiento en la calidad. La prevención del incumplimiento con los requisitos es la principal razón que exige que hagamos una descripción minuciosa del proceso junto con informes detallados sobre el mismo. La forma más eficaz de cuantificar la calidad es por medio del dinero que cuesta no cumplir con los requisitos. Este método es de gran valor al medir procesos, ya que permite determinar fácilmente los objetivos de toda acción correctiva, siempre y cuando, como es evidente, se hayan definido y establecido requisitos con anterioridad.

#### II.4 CONTROL ESTADISTICO DE PROCESOS (C.E.P.)

El control estadístico de procesos tiene como finalidad el auxilio en la percepción de tendencias en los procesos, de manera que pueda predecirse su comportamiento en el plazo inmediato y se puedan tomar acciones correctivas a las causas de variación y establecer medidas preventivas permanentes, que además de evitar la producción de artículos o trabajos defectuosos, permitan ir mejorando el proceso gradualmente.

Existen tres conceptos básicos para el control estadístico de procesos (27):

1. El estado de control estadístico no es natural para un proceso productivo, mas bien, ello es un logro alcanzado por la eliminación de las causas de variación, una por una.
2. El control estadístico debe de usarse para alcanzar la mejora continua de los procesos, más que el simple cumplimiento con las especificaciones.
3. La mejora continua de los procesos se deriva del uso permanente de cartas de control, de su adecuada interpretación y del uso de la información que de ella se deriva para instituir los controles del proceso necesarios. El control estadístico de procesos requiere de

(27) cfr. MANUAL PARA PROVEEDORES, 1985, Oficina de Calidad y Confiabilidad de General Motors de México, p.59

la participación y del compromiso de todos los niveles de la empresa.

La secuencia lógica de efectuar el control estadístico del proceso de fabricación consiste en efectuar, en primer término la demostración estadística de la habilidad de los instrumentos de verificación, en el rango de medición que serán usados, a continuación, efectuar la demostración de la habilidad del proceso y finalmente, llevar a cabo el control estadístico en base continua.

La Figura No.7 ilustra los requerimientos de General Motors de México para el control estadístico de procesos.

El control estadístico de procesos se enfoca a la prevención de problemas, en lugar de su detección. El control a través de la detección descansa fundamentalmente en algún tipo de inspección que separa el producto malo del bueno y esto representa gastos adicionales puesto que existe la necesidad de agregar trabajo en reparar el producto, cuando ello es factible; o bien, desecharlo. Los ajustes al proceso se efectúan con base en la información proporcionada por el producto desechado o reparado. (Figura No.8)

Es mucho más deseable un sistema de monitoreo que permita identificar los ajustes necesarios para eliminar la posibilidad de fabricar productos inaceptables, este

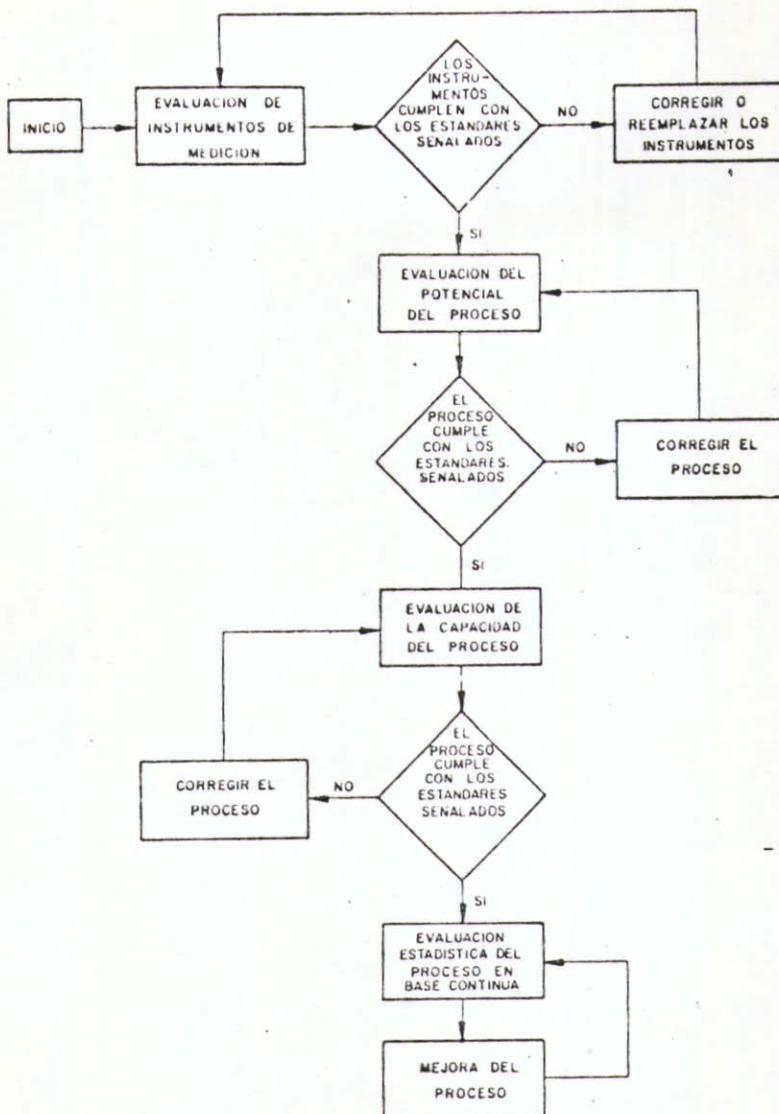


FIGURA No.7

FUENTE: *ibidem*, p.61



FIGURA No. 8

FUENTE: *ibidem*, p.63

El sistema se representa en la Figura No.9, representando un logro que se alcanzará con la acumulación de experiencia, mediante la aplicación del análisis estadístico de los procesos y la institución de los controles necesarios.

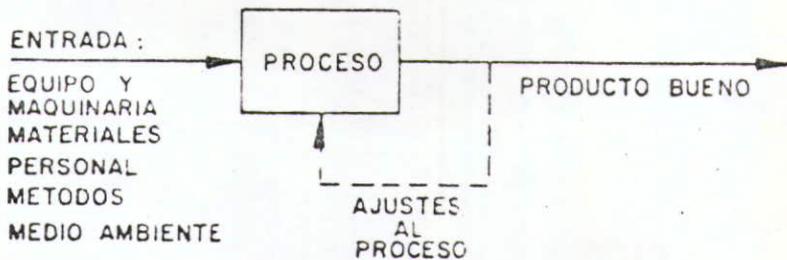


FIGURA No.9

FUENTE: *idem*

En la transición hacia este esquema, será necesaria

la inspección para lograr la separación de la porción de productos malos que actualmente se producen y que gradualmente se irá reduciendo hasta convertirse en cero, puesto que el cumplimiento con las especificaciones ya no es suficiente: se debe apuntar hacia el objetivo de producir virtualmente todas las piezas iguales y todas en el valor central. El esquema transitorio de trabajo se representa en la Figura No.10.



FIGURA No. 10

FUENTE: idem

El control estadístico de procesos es aplicable a todo proceso aunque este no sea de fabricación: puede ser administrativo, económico, etc.

## II.5 LA GARANTIA DE CALIDAD

La garantía de calidad es la esencia misma del

control de calidad. En resumen, garantía de calidad es asegurar la calidad en un producto, de modo que el cliente pueda comprarlo con confianza y utilizarlo largo tiempo con confianza y satisfacción. No se puede dar una garantía de calidad completa si no participan todos, incluyendo todos los empleados, subcontratistas o distribuidores.

Dentro de una empresa, la responsabilidad por la garantía de calidad corresponde a las divisiones de diseño y manufactura, y no a la de inspección.

En Japón se viene usando desde finales de los años cincuenta el enfoque de garantía de calidad con énfasis en el desarrollo de nuevos productos. La garantía de calidad y de confiabilidad se incorporaron dentro de todo el proceso, dando origen al dicho de que la calidad debe incorporarse dentro de cada diseño y cada proceso.

Para lograr la garantía de calidad es indispensable eliminar el incumplimiento con los requisitos, para lo cual Crosby (28) propone un sistema compuesto por cinco etapas, las cuales son:

#### 1. DETERMINAR CUAL ES LA SITUACION

Esto requiere un análisis de dos fases. La primera consiste en definir de manera precisa cuál es el incumplimiento; la segunda es determinar los mayores obstáculos que se oponen a la obtención de la solución.

(28) cfr. CROSBY, P., op.cit., p.IX.3

## 2. REMEDIAR EL INCUMPLIMIENTO

Durante esta etapa se asignarán recursos para que el resultado del proceso cumpla con los requisitos. Se modificará dicho resultado o, si no es posible, se tomarán medidas para sustituir otro en su lugar.

## 3. DETERMINAR LA RAIZ DEL PROBLEMA

Los problemas suelen crecer y multiplicarse. Si no se elimina la causa fundamental que los origina, volverán a producirse, o bien, reaparecerán bajo diferente forma.

## 4. LLEVAR A CABO LAS ACCIONES CORRECTIVAS

Esta etapa implica identificar cuales son los elementos del proceso que deberán modificarse para corregir la situación definitivamente y erradicar la causa fundamental. Este cambio debe aplicarse formalmente, pues así se asegura que todas las partes afectadas estén informadas y se aumenta la probabilidad de una solución definitiva.

## 5. EVALUAR Y DAR SEGUIMIENTO

Esta etapa asegura que las acciones correctivas llevadas a cabo estén eliminando el problema eficazmente y que se mantengan los cambios instaurados durante la fase precedente.

## II.6 CONTROL DE CALIDAD Y CONTROL TOTAL DE CALIDAD

Las Normas Industriales Japonesas (NIJ) definen así el control de calidad: "Un sistema de métodos de producción que económicamente genera bienes o servicios de calidad, acordes con los requisitos de los consumidores. El control de calidad moderno utiliza métodos estadísticos y suele llamarse control de calidad estadístico." (29)

Por su parte, Ishikawa lo define de la siguiente manera: "Practicar el control de calidad es desarrollar, diseñar, manufacturar y mantener un producto de calidad que sea el más económico, el más útil y siempre satisfactorio para el consumidor." (30)

Podemos definir el Control Total de Calidad según lo establece Feigenbaum: "Un sistema eficaz para integrar los esfuerzos en materia de desarrollo de calidad, mantenimiento de calidad y mejoramiento de calidad realizados por los diversos grupos en una organización, de modo que sea posible producir bienes y servicios a los niveles más económicos y que sean compatibles con la plena satisfacción de los clientes." (31)

Por otro lado Ishikawa señala que Control Total de Calidad "...significa sencillamente que todo individuo en cada división de la empresa deberá estudiar, practicar y

(29) ISHIKAWA, K., op.cit., p.40

(30) idem

(31) ibidem, p.84

participar en el control de calidad." (32). Recientemente esto incluye además de a todos los integrantes de la empresa, a los subcontratistas, distribuidores y compañías filiales. Por esta razón el Control Total de Calidad se llama también Control de Calidad Integrado, Control de Calidad con Plena Participación, Control de Calidad Gerencial, etc.

En su interpretación dentro del Control de Calidad, nosotros consideramos la calidad, exclusivamente como la calidad del producto. En su interpretación en el contexto del Control Total de Calidad, consideramos la calidad como calidad del trabajo, calidad del servicio, calidad de la información, calidad del proceso, calidad de la división o departamento, calidad de las personas incluyéndolas a todas, calidad del sistema, calidad de la empresa, calidad de los objetivos, calidad de las metas, etc.

"Al realizar el Control de Calidad Integrado, es importante fomentar no sólo el control de calidad, que es esencial, sino al mismo tiempo el control de costos (utilidades y precios), el control de cantidades (volumen de producción, ventas y existencias) y el control de fechas de entrega." (33)

El Dr. Deming (34) condensa en catorce puntos los

(32) ibidem, p.85

(33) idem

(34) cfr. CARMONA, L., op.cit., p.3

principios administrativos del Control Total de Calidad:

1. Crear constancia de propósito hacia el mejoramiento del producto y el servicio con el objetivo de volverse competitivo, permanecer en el negocio y generar empleos.
2. Los administradores deben aprender cuales son sus responsabilidades y asumir el liderazgo del cambio.
3. Dejar de depender de la inspección para lograr la calidad. Eliminar la necesidad de la inspección masiva creando desde el principio un producto con calidad.
4. Acabar con la práctica de otorgar negocio en base a precio únicamente. En su lugar, reducir el costo total. Cambiar hacia una sola fuente de suministro para cada insumo, cimentada en una permanente relación de lealtad y confianza mutua.
5. Mejorar continuamente y por siempre el sistema de producción y servicio, para mejorar la calidad y la productividad y reducir, consecuentemente, los costos.
6. Institucionalizar el entrenamiento en el trabajo.
7. Establecer liderazgo. El objetivo del liderazgo debe ser ayudar a que la gente, las máquinas y los

accesorios hagan un mejor trabajo. La supervisión administrativa necesita revisarse a fondo, así como la supervisión a los trabajadores.

8. Eliminar los temores para que todos puedan trabajar eficazmente para la compañía.
9. Romper barreras entre los departamentos. El personal de investigación, diseño, ventas, mercadotecnia, producción, deben trabajar como un equipo que pueda prevenir problemas que pudieran aparecer en el proceso y uso de producto o servicio que se ofrece.
10. Eliminar lemas, exhortos y objetivos que pidan a los trabajadores cero defectos y nuevos niveles de productividad.
11. Eliminar estándares de trabajo (cuotas) de los pisos de producción. Sustituirlos por liderazgo. Eliminar la administración por objetivos. Eliminar la administración por cifras u objetivos numéricos. Sustitúyase por liderazgo.
12. Eliminar las barreras que impiden al trabajador el derecho al orgullo por su trabajo. La responsabilidad de los supervisores debe cambiar; en vez de solicitar cifras escuetas, poner énfasis en la calidad. Eliminar las barreras que impiden que la gente en puestos administrativos sientan orgullo por el

trabajo que desempeñan. Esto significa la abolición total de las evaluaciones anuales de desempeño y la administración por objetivos.

13. Institucionalizar un programa vigoroso de educación y autosuperación.
14. Todo el personal en la organización debe ponerse a trabajar para lograr la transformación. La transformación es trabajo de todos.

Estos catorce puntos no son exclusivos para el área de producción, ya que su aplicación es universal. Nuestra función es doble: somos clientes y proveedores. Por consiguiente, hay que reconocer que todos afectamos la calidad del producto o servicio que el consumidor final adquiere.

El Dr. Deming logra conjuntar el Concepto del Control Total de Calidad, a través de estos catorce puntos. Sin embargo, la eliminación de la administración por objetivos, de la administración por cifras u objetivos numéricos y de las evaluaciones anuales de desempeño, todas sustituyéndolas por liderazgo, nos parecen muy idealistas, al menos en el caso de México; ya que es necesario evaluarse con respecto a algún comparador, siendo éste una conjunción de cantidad y calidad.

Hay diversos ejemplos de empresas que han decidido

adoptar el Control Total de Calidad por diferentes razones, entre las cuales se encuentran: (35).

- Mejorar la salud y el carácter corporativo de la empresa.
- Combinar los esfuerzos de todos los empleados logrando la participación de todos y estableciendo un sistema cooperativo.
- Establecer el sistema de garantía de calidad y ganar la confianza de clientes y consumidores.
- Mejorar la calidad y desarrollar nuevos productos.
- Establecer un sistema administrativo que asegure utilidades en momentos de crecimiento lento y pueda afrontar diversas dificultades.
- Cuidar los recursos humanos y suministrar lugares de trabajo agradables.

Según el Dr. Ishikawa (36) al implantar el Control Total de Calidad la empresa debe adoptar los siguientes conceptos:

1. PRIMERO LA CALIDAD; NO LAS UTILIDADES A CORTO PLAZO.

Si una empresa sigue el principio de buscar primero la calidad, sus utilidades aumentarán a la larga, mientras que si persigue la meta de lograr utilidades a corto plazo, perderá competitividad en el mercado internacional y a la larga sus ganancias disminuirán.

(35) cfr. ISHIKAWA, K., op.cit., p.88

(36) cfr. ibidem, p.98

2. ORIENTACION HACIA EL CONSUMIDOR; NO HACIA EL PRODUCTOR.

Las empresas deben fabricar producto que los consumidores desean y compran gustosos, esto implica escuchar sus opiniones y actuar en una forma que se tenga en cuenta sus puntos de vista. El propósito del control de calidad es llevar a la práctica esta idea.

3. EL PROCESO SIGUIENTE ES SU CLIENTE; HAY QUE DERRIBAR LAS BARRERAS DEL SECCIONALISMO.

En toda empresa es preciso acabar con el seccionalismo, para lograrlo es indispensable que todos puedan hablar a los demás con entera franqueza y libertad, poniendo en práctica la frase el proceso siguiente es su cliente.

4. UTILIZAR DATOS Y NUMEROS EN LAS PRESENTACIONES; UTILIZACION DE METODOS ESTADISTICOS.

Los hechos son importantes y su importancia debe reconocerse con claridad; dando esto por sentado, se procede a expresarlos con cifras exactas. El paso final consiste en utilizar métodos estadísticos para analizar los hechos, lo cual permite hacer cálculos, formar juicios y luego tomar las medidas del caso.

5. RESPETO A LAS PERSONAS COMO FILOSOFIA ADMINISTRATIVA; ADMINISTRACION TOTALMENTE PARTICIPANTE.

Cuando la gerencia resuelve implantar el control de calidad en toda la empresa, tiene que normalizar todos los

procesos y procedimientos y luego, valerosamente, delegar la autoridad en los subalternos. El principio fundamental de una administración acertada es permitir que los subalternos aprovechen la totalidad de sus capacidades.

#### 6. ADMINISTRACION INTERFUNCIONAL.

La gerencia interfuncional por divisiones y por funciones debe suministrar la trama necesaria para fomentar las relaciones a lo ancho y a lo largo de la empresa, y hacer posible el desarrollo responsable de la garantía de calidad, el control de costos (utilidades) y el control de volumen o cantidad, además del control de personal.

Para lograr el cambio organizacional, se debe cumplir con los siguientes requisitos: (37)

1. El cambio debe ser concebido, diseñado, planeado e iniciado en la más alta gerencia de la organización.

2. La alta gerencia debe tener una atención constante sobre el proceso.

3. La organización debe ver el cambio como un evento de largo alcance y no como algo que terminará.

4. Se debe formar e instruir a la gente. Mostrarle lo que está cambiando y lo que ellos necesitan hacer de diferente manera.

(37) cfr. SANCHEZ, A., Es posible lograr competitividad en calidad y costos en los productos y servicios mexicanos?, p.19

5. El esfuerzo del cambio debe hacerse en toda la organización.

6. Se necesita un mecanismo de realimentación en todo el sistema para estar en armonía con el cambio.

7. Los gerentes o jefes de departamento necesitan conocer lo que sus subordinados esperan de ellos y viceversa.

8. Deben existir el reconocimiento y premio para reforzar las nuevas actitudes y comportamientos.

9. Se necesita proyectar un método para originar ideas. La gente debe destinar tiempo para resolver problemas de implantación.

10. La dirección necesita construir una clara y concisa visión mental de los resultados finales deseados y constantemente debe reforzar dicha figura.

Las empresas comerciales existen en una sociedad con el fin de satisfacer a los miembros de esta, sean empleados o accionistas, además de los consumidores. Para ello cuenta con tres medios básicos que nos permiten alcanzar esta meta primaria:

1. Calidad.- La empresa debe suministrar productos de la calidad que el consumidor exija; es decir, la gerencia tiene la obligación de cumplir con el consumidor ya que es este quien determina la calidad de los productos.

2. Precio, costo y utilidades.- La exigencia principal del

consumidor es calidad justa a precio justo; para lograrlo se tiene que realizar un buen control de calidad haciendo que la tasa de defectos baje, disminuya el desperdicio de materiales y tiempo. Esto hará aumentar la productividad y como resultado reducirá los costos. "Las utilidades son un medio para mantener a la empresa con vida ... Para aumentar las utilidades es preciso implantar un buen control de costos ... el precio de un artículo no lo determina el costo, sino el valor de la verdadera calidad." (38)

3. Cantidad y plazo de entrega.- La compañía deberá manufacturar productos en las cantidades solicitadas por los consumidores y deberá hacer las entregas dentro de los plazos estipulados.

En resumen, las características del Control Total de Calidad son:

- Proceso de mejoramiento deliberado y sistemático.
- Fundamentalmente busca un cambio cultural que involucre cambio en los valores, hábitos y comportamiento en toda la organización.
- Considera que el cambio debe ser planeado, dirigido y organizado desde el nivel más alto de la empresa. La búsqueda de la calidad empieza en la dirección general del negocio.
- Define la calidad como el cumplir con los requisitos, y

el concepto es extensivo no sólo a los productos o servicios vendidos por la empresa, sino a todas las actividades de la organización.

-Orientada a la excelencia. Hacer las cosas bien a la primera vez, cero defectos, prevención en lugar de corrección. El logro se mide en la reducción del costo por no cumplir con los requisitos.

-No es un programa motivacional. Busca el cambio profundo a través de la participación e involucramiento de la gente. Requiere persistencia, un esfuerzo continuo y visión hacia el largo plazo.

A continuación se expone la filosofía del concepto mexicano de manufactura utilizado por Chrysler de México (39), concepto adaptado a México con el fin de optimizar los recursos humanos, equipos y materiales.

Este concepto es en resumen la aplicación práctica en México de la teoría del Control Total de Calidad que se aplica en Estados Unidos y el Japón. Este concepto abarca diez principios básicos de manufactura, que son:

1. Ingeniería de la producción, es decir, el mejor ingeniero de la planta es el propio operario.
  2. Producción en flujo (uno por uno), es decir, no trabajar con lotes para evitar problemas y daños y no ocupar áreas necesarias, cuidando el orden y limpieza.
- (39) cfr. SANCHEZ, A., op.cit., p.22

3. Trabajo rítmico, es decir, evitar movimiento innecesarios como cargar, caminar, buscar, esperar, empujar, etc.
4. Inventario mínimo, es decir, tener sólo el material necesario y correctamente identificado (máximos y mínimos).
5. Distribución eficiente (lay out), para facilitar el flujo de material logrando movimientos adecuados del operario y teniendo flexibilidad para producir más o menos volúmenes de producción.
6. Entrenamiento, es decir, rotación de operarios para que conozcan varias operaciones evitando dependencias y teniendo mayor flexibilidad operacional.
7. Supervisión visual, es decir, tener áreas bien iluminadas para identificación de anomalías, mejorando la supervisión en áreas de muy poca densidad de gente, pero muy extensas.
8. Comunicación directa a todos los niveles, conociendo los objetivos de la planta, con juntas de resultados, trabajando e integrándose en equipos.
9. Grupos de trabajo con participación a todos los niveles para la solución de todos los problemas o mejoras que afecten la funcionalidad de la planta, trabajar en equipo.

10. Orden y limpieza para mantener el lugar de trabajo como si fuera nuestra casa, manteniendo un buen ambiente y sin riesgos de accidentes.

## II.7 CONTROL DE CALIDAD PARA SUBCONTRATOS Y COMPRAS

Entre comprador y proveedor debe existir mutua confianza y cooperación. Con el propósito de mejorar la garantía de calidad y eliminar las insatisfactorias condiciones existentes entre la fábrica y el proveedor, se deben seguir los diez principios siguientes: (40)

1. Tanto el comprador como el proveedor son totalmente responsables por la aplicación del control de calidad, con recíproca comprensión y cooperación entre sus sistemas de control de calidad.
2. El comprador y el proveedor deben ser independientes uno del otro y respetar esa independencia recíprocamente.
3. El comprador tiene la responsabilidad de suministrarle al proveedor información clara y adecuada sobre lo que se requiere de modo que el proveedor sepa con toda precisión que es lo que se debe fabricar.
4. Antes de entrar en transacciones de negocios, el comprador y el proveedor deben celebrar un contrato

(40) cfr. ISHIKAWA, K., op.cit, p.153

racional en cuanto a calidad, cantidad, precio, condiciones de entrega y forma de pago.

5. El proveedor tiene la responsabilidad de garantizar una calidad que sea satisfactoria para el comprador, y también tiene la obligación de presentar datos necesarios y actualizados a solicitud del comprador.

6. El comprador y el proveedor deben acordar previamente un método de evaluación de diversos artículos, que sea aceptable y satisfactorio para ambas partes.

7. El comprador y proveedor deben incluir en su contrato sistemas y procedimientos que les permitan solucionar amistosamente las posibles discrepancias cuando surja cualquier problema.

8. El comprador y el proveedor, teniendo en cuenta el punto de vista de la contraparte, deben intercambiar la información necesaria para ejecutar un mejor control de calidad.

9. El comprador y el proveedor deben siempre controlar eficientemente las actividades comerciales, tales como pedidos, planeación de la producción y de los inventarios, trabajos de oficina, y sistemas, de manera que sus relaciones se mantengan sobre una base amistosa y satisfactoria.

10. El comprador y el proveedor, en el desarrollo de sus

transacciones comerciales, deben prestar siempre la debida atención a los intereses del consumidor.

Para asegurarse de elegir un proveedor adecuado el comprador debe visitarlo y, según Ishikawa (41) investigar lo siguiente:

1. Filosofía administrativa del proveedor.
2. La consideración que muestra el proveedor por el comprador.
3. Las entidades con las cuales el proveedor negocia actualmente.
4. Historia de la compañía del proveedor y sus últimos desarrollos.
5. Tipos de productos que el proveedor mantiene.
6. Detalles completos sobre el equipo del proveedor, sus procesos y capacidades de producción.
7. El sistema de garantía de calidad del proveedor; educación en control de calidad y programas de ejecución.
8. El control que ejerce el proveedor sobre la adquisición de materias primas y sobre la subcontratación secundaria.

No es prudente depender de una sola fuente de abastecimiento, es decir, el comprador debe proveerse por lo menos de dos subcontratistas los mismos materiales y las mismas piezas. Por otro lado, lo ideal es que un subcontratista pueda vender sus productos a otras

empresas.

La formación de subcontratistas es una tarea esencial del comprador, cuya gerencia debe formular una política de largo alcance y pensar que la formación de sus subcontratistas es para beneficio de ambas partes. Los proveedores deben pagar todo el costo de la educación.

El comprador no puede garantizar la calidad a sus clientes si las materias primas o las piezas que compra a un proveedor no se ajustan a las normas o son defectuosas. La garantía de calidad de las piezas y los materiales comprados es la base de la garantía que puede ofrecer el fabricante. Una vez que el sistema de garantía de calidad se halle bien establecido, tanto el comprador como el proveedor pueden reducir notablemente el personal necesario para labores de inspección. Esta reducción va acompañada por un aumento en la productividad, una rebaja de costos y el establecimiento de un sistema confiable de garantía de calidad.

"Cuando hay un control de calidad avanzado, las empresas no necesitan mantener grandes existencias de materiales ... las metas de control de inventarios de bienes comprados son comprar buenos productos, reducir las existencias de lo que se compra por fuera, y mover el inventario suavemente sin detener el proceso de

producción." (42)

## II.8 AUDITORIA DE CONTROL DE CALIDAD

La auditoría de control de calidad sirve para hacer el seguimiento del proceso de control. Realiza el diagnóstico del caso y muestra como corregir las fallas que pueda tener.

En la auditoría de control de calidad se revisa como se ha emprendido el control, cómo incorpora la fábrica calidad al producto, el control de los subcontratistas, cómo se manejan las quejas de los clientes y cómo se pone en práctica la garantía de calidad en cada paso de la producción, iniciando en la etapa de desarrollo de un nuevo producto. En suma, es una revisión que determina si el sistema de control de calidad está funcionando bien y permite a la empresa tomar medidas preventivas para evitar que se vuelvan a cometer errores graves.

La auditoría de calidad es parecida a la auditoría de control de calidad, pero no es lo mismo. La auditoría de calidad tiene algunas analogías con la inspección, mientras que la auditoría de control de calidad se parece mucho al control de procesos. La primera por sí sola no puede asegurar a la larga la práctica de la garantía de

calidad, mientras que la auditoria de control de calidad guarda estrecha relación con el juicio que se forma sobre la calidad de los productos que han de fabricarse en el futuro. Una diferencia básica entre las dos auditorias es que la de control de calidad se concentra en el examen del sistema mismo y la forma como está operando. (43)

"La tendencia más moderna en materia de auditoria de control de calidad es hacer una revisión del Control Total de Calidad estudiando todo el sistema de administración."  
(44)

Existen dos formas principales de realizar la auditoria de calidad:

1) Desde afuera.

a) Auditoria de control de calidad del proveedor por el comprador.

b) Auditoria de control de calidad efectuada con propósitos de certificación.

c) Auditoria de control de calidad para el premio Deming de aplicación y Medalla Japonesa de Control de Calidad.

d) Auditoria de control de calidad por un consultor.

2) Desde adentro.

a) Auditoria por el presidente.

b) Auditoria por el jefe de la unidad (jefe de división,

(43) cfr. ibidem, p.180

(44) ibidem, p.181

gerente de planta, gerente de sucursal, etc.).

c) Auditoría por el personal de control de calidad.

d) Auditoría mutua de control de calidad.

## II.9 METODOS ESTADISTICOS

Con la finalidad de obtener información estadística del comportamiento de los procesos y analizar las tendencias, se recurre a diferentes tipos de datos:

Variables: son medibles y pueden ser expresados en unidades básicas (distancia, masa, tiempo, corriente eléctrica, temperatura, intensidad luminosa, u otras resultantes de la combinación de éstas o de cualesquier unidades).

Atributos: un atributo es una propiedad o característica. Al juzgar datos por atributos se verifica si la determinada característica está o no presente, o cuál de dos características antagónicas entre sí está presente en lo que se está juzgando. Los datos por atributos se reducen a dos alternativas (bueno-malo, pasa-no pasa, ileso-dañado, igual al patrón-diferente del patrón). Los datos por atributos se emplean cuando el medir resulta muy costoso, consume demasiado tiempo o resultaría impráctico obtener datos variables.

Existen dos tipos de datos por atributos:

Defectos, que son imperfecciones encontradas en el producto como podrían ser poros, ralladuras, manchas, partículas de polvo en la pintura, etc. En este caso se registra el número de defectos por artículo producido, debiéndose interpretar como producto siempre la misma unidad. Lo característico en este tipo de datos es que puede existir más de un defecto por unidad, el número de defectos del mismo tipo se especifica con la letra c.

Defectuosos, que se refiere al número de piezas defectuosas, esto es que el artículo completo es inaceptable debido a la aparición de uno o más defectos, por ejemplo, un circuito que no opera, una flecha con menor diámetro al especificado, una pieza rota, etc. Lo característico en este caso es que no pueden existir más defectuosos que piezas; el número de piezas, unidades o artículos defectuosos se simboliza con np.

Híbridos: existe una tercera alternativa para la obtención de datos, que consiste en la estratificación dentro del intervalo formado por las categorías extremas mencionadas en los datos por atributos; lo que proporciona información mucho más objetiva que los datos por atributos acerca del grado de adecuación de una pieza. Por ejemplo, asignando una calificación de acuerdo al intervalo de clase del producto, esto es, estratificar en un número de categorías con calificaciones que podrían ir del 1 al 10 u otra escala, de manera que se obtenga

información acerca del grado de lo bien o mal que está la parte, para anticiparse corrigiendo el proceso y prevenirse de fabricar piezas malas.

En la mala utilización de los datos se encuentran gran parte de los problemas relativos a la aplicación de métodos estadísticos en la industria. Estos son: (45)

1. Datos falsos y datos que no concuerdan con los hechos. Hay dos casos en que los datos y los hechos no concuerdan. Primero, cuando los datos se crean artificialmente o se adulteran. Segundo, cuando se producen datos erróneos, debido a ignorancia de los métodos estadísticos.
2. Métodos deficientes de reunir datos. Se deben a que los métodos de muestreo, división, medición y análisis son inadecuados, o también al desconocimiento del margen de error o de la precisión de las mediciones, lo que impide interpretar los datos correctamente.
3. Transcripción errada de los datos y cálculos equivocados. Aunque no son muy frecuentes, los expertos en estadística pueden descubrirlos con facilidad.
4. Valores anormales. Los datos suelen ser impuros porque contienen valores anómalos. En muchos casos, esto se debe a las circunstancias antes anotadas.
5. Fortaleza. En general, las herramientas avanzadas y los

(45) cfr. ibidem, p.194

métodos estadísticos sofisticados carecen de fortaleza: son de aplicación limitada y pueden ser inapropiados en algunos casos.

6. Método de aplicación equivocado. Esto se debe a la falta de una clara comprensión de las teorías estadísticas y de los modelos estructurales.

Ya habiendo analizado los tipos de datos que existen y los posibles errores en los que se puede caer al utilizar métodos estadísticos, veamos ahora cuáles son estos.

Ishikawa clasifica los métodos estadísticos en tres categorías de acuerdo con su nivel de dificultad: (46)

A. Método estadístico elemental (las llamadas siete herramientas).

1. Diagrama de Pareto (el principio de pocos vitales, muchos triviales).

2. Diagrama de causa y efecto de Ishikawa.

3. Estratificación.

4. Hoja de verificación.

5. Histograma.

6. Diagrama de dispersión.

7. Gráficas y cuadros de control de Shewhart.

B. Método estadístico intermedio.

1. Teoría del muestreo.

(46) cfr. ibidem, p.192

2. Inspección estadística por muestreo.
3. Diversos métodos de realizar estimaciones y pruebas estadísticas.
4. Métodos de utilización de pruebas sensoriales.
5. Métodos de diseñar experimentos.

C. Método estadístico avanzado (con computadoras).

1. Métodos avanzados de diseñar experimentos.
2. Análisis de multivariados.
3. Diversos métodos de investigación de operaciones.

A continuación se explicarán con mayor detalle las herramientas que se propone emplear básicamente para el análisis de los procesos.

#### CARTAS DE CONTROL

"Son métodos de graficación e interpretación de resultados obtenidos para los valores característicos de una distribución de frecuencias." (47) A los tres tipos de datos que se explicaron corresponden dos tipos de cartas: cartas de control para datos variables y cartas de control para datos por atributos; los datos híbridos se tratan como datos variables.

Existen 4 cartas de control para datos variables: carta de control de medias y rangos, carta de control de medias y desviaciones estándar, carta de control de medianas y rangos, y carta de control para individuos.

(47) MANUAL PARA PROVEEDORES 1985, Oficina de calidad y confiabilidad de General Motors de México, p.187

Para datos por atributos, existen 4 cartas de control, llamadas np, p, c y u.

#### ESTUDIO DE CAPABILIDAD

Es un estudio que se aplica al proceso y sirve para saber si las características de los artículos obtenidos mediante dicho proceso, se encuentran en el rango de operación requerido, de forma centrada (cerca de la media especificada) y precisa (de rango pequeño). Este estudio se hace con base en las cartas de control ya explicadas.

#### DIAGRAMA DE PARETO

"Es una ordenación gráfica de los problemas u oportunidades, de acuerdo a su magnitud, en orden descendente. La ordenación consiste en una gráfica de barras en la que el eje vertical representa la magnitud porcentual del problema, respecto a la totalidad de problemas de su grupo." (48) De esta manera se puede determinar cual de los problemas de calidad es más significativo. Sin embargo, la aplicación de los diagramas de pareto no se limita a la solución de problemas de calidad, sino, en general, a cualquier situación que se quiera mejorar.

#### DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO

"Estos diagramas establecen las relaciones existentes  
(48) ibidem, p.189

entre los efectos o características de calidad y sus causas, también denominadas factores. Esta herramienta de análisis también se conoce como diagrama de Ishikawa, o simplemente Ishikawa." (49) El empleo de este diagrama no se limita a la detección de causas que originan la variación en la calidad de las características, más bien, se usan en cualquier situación en la que se desee establecer la relación entre factores y características.

#### ESTUDIO DE REPETIBILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD

"El método más formal para determinar el error de un dispositivo de medición es el de repetibilidad y reproducibilidad." (50). "La repetibilidad es la variación de las mediciones obtenidas con un dispositivo cuando lo usa varias veces el mismo operador, para medir la misma característica, en las mismas partes" (51); es decir, es la variación en el equipo de medición. "La reproducibilidad es la variación en el promedio de las mediciones efectuadas por operadores diferentes, usando el mismo dispositivo para medir la misma característica, en el mismo grupo de piezas" (52); es decir, es la variación del operador. Esta técnica determina los errores asociados con la repetibilidad y con la reproducibilidad de una manera separada.

(49) ibidem, p.195

(50) ibidem, p.157

(51) ibidem, p.159

(52) idem

En las industrias se emplean principalmente métodos estadísticos para el análisis. En éste hay dos categorías importantes: el análisis de calidad y el de procesos. (53)

El análisis de calidad es el que, con ayuda de datos y métodos estadísticos, determina la relación entre las características de calidad reales y las sustitutas. (Figura No.11)

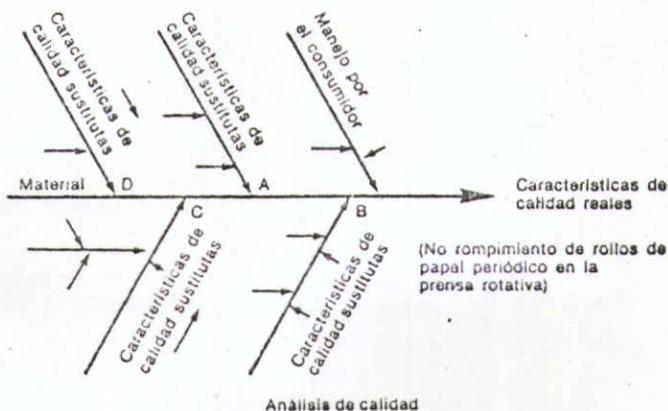


FIGURA No. 11

FUENTE: ISHIKAWA, K., *op.cit.*, p.196

El análisis de procesos es el que aclara la relación entre los factores causales y los efectos tales como calidad, costo, productividad, etc., cuando se está efectuando control de procesos. Este control busca

(53) idem

descubrir las causas que impiden el funcionamiento suave del proceso manufacturero. En esta forma trata de encontrar una tecnología para el control preventivo. La calidad, el costo, y la productividad son efectos o resultados de este control de procesos. (Figura No.12)

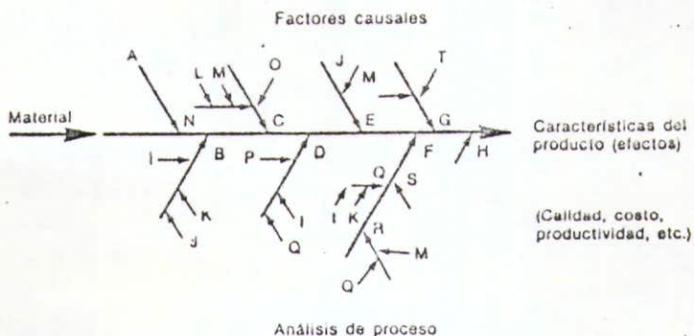


FIGURA No.12

FUENTE: *ibidem*, p.197

# CAPITULO III

## SITUACION GENERAL DE LA EMPRESA

### 111.1 GIRO Y PRODUCTOS QUE FABRICA

La empresa que se estudia tiene aproximadamente 4 años compitiendo en el mercado de los poliuretanos. Este es bastante amplio, como se analizó en el Capítulo I. Específicamente el campo de acción de esta empresa son los poliuretanos termofijos, ya que produce espumas flexibles de curado en frío.

Las mencionadas espumas flexibles son moldeadas para producir asientos y respaldos de alta resiliencia y doble densidad, requeridos en la industria automotriz.

A continuación se desglosan las especificaciones generales de dichas partes (asientos y respaldos):

ESPECIFICACION	TOLERANCIA
Indentación ("ILD")	Las indicadas en la Hoja HI-011
Elongación	140 % Mínimo
Resistencia a la tracción	82 KPa Mínimo
Resistencia al desgarre	240 N/m Mínimo
Flamabilidad	Tasa de flamabilidad menor a 101.6 mm/minuto
Dimensional	Las que indique el plano
Peso	Las indicadas en la Hoja HI-009
Densidad	38-45 kg/m <sup>3</sup>
Compression set (% pérdida de altura máxima)	20 % máximo

Después prueba envejecimiento 25% variación máxima

Todas las especificaciones anteriores se mantienen constantes exceptuando las dos últimas, las cuales varían cada año según el modelo automotriz que GMM requiere, por ejemplo, los números de parte, también especificados por GMM, para el año 1989 son:

No. DE PARTE	DESCRIPCION
93417495	Asiento chofer Century
93412442	Respaldo trasero Celebrity
93412451	Asiento trasero Celebrity
93415140/41	Asiento delantero Cutlass
93415146	Asiento pasajero Century
93415148/49	Respaldo delantero Century
93415150	Asiento trasero Century
93415454/55	Respaldo delantero Celebrity
93416688	Respaldo trasero Century
93416689	Asiento trasero Century

### III.2 CLIENTES Y PROVEEDORES (ACTUALES Y POTENCIALES)

Actualmente el único cliente de la empresa es General Motors de México en su mercado nacional, por lo tanto la empresa está sujeta a su programa de producción (MRP), es decir lo que se produce en la empresa es para

cumplir con los requerimientos de los materiales que ésta solicita (asientos y respaldos). Ya que se depende de un sólo cliente, las especificaciones que se tienen son las que éste fija, y éstas varían anualmente conforme cambian los modelos. Cabe mencionar que se realizan auditorías de control de calidad periódicamente por parte del personal de General Motors de México, siendo así del tipo externo del cliente al proveedor.

En lo que se refiere a clientes potenciales, se pretende a futuro ser proveedor confiable de Ford, Honda y Kenwood.

Los proveedores de la empresa en cuestión, así como el material que se compra a cada uno de ellos se presenta a continuación:

PROVEEDOR	MATERIAL	DESCRIPCION
Basf Mexicana	815-A	Poliol
Basf Mexicana	816-B	Isocianato (MDI)
Productos Eiffel	Desmofel 31	Desmoldante
Serv. Industriales	AGM-1	Alambre trasero
Serv. Industriales	AGM-2	Alambre marco
Serv. Industriales	AGM-3	Alambre bigotera
Serv. Industriales	AGM-6	Alambre bigotera
Serv. Industriales	AGM-7	Alambre marco
Serv. Industriales	AGM-8	Alambre lateral

Serv. Industriales	AGM-9	Alambre trasero
Serv. Industriales	AGM-10	Alambre marco
Serv. Industriales	AGM-11	Alambre trasero
Serv. Industriales	AGM-12	Alambre trasero
Serv. Industriales	AGM-13	Alambre trasero
Serv. Industriales	AGM-14	Alambre bigotera
Serv. Industriales	AGM-15	Alambre marco
Serv. Industriales	AGM-16	Alambre marco
Serv. Industriales	AGM-17	Alambre marco
Serv. Industriales	AGM-18	Alambre marco
3M	20466411	Cinta Adhesiva
Envases Garvi	AGM-0	Bigotera plástico

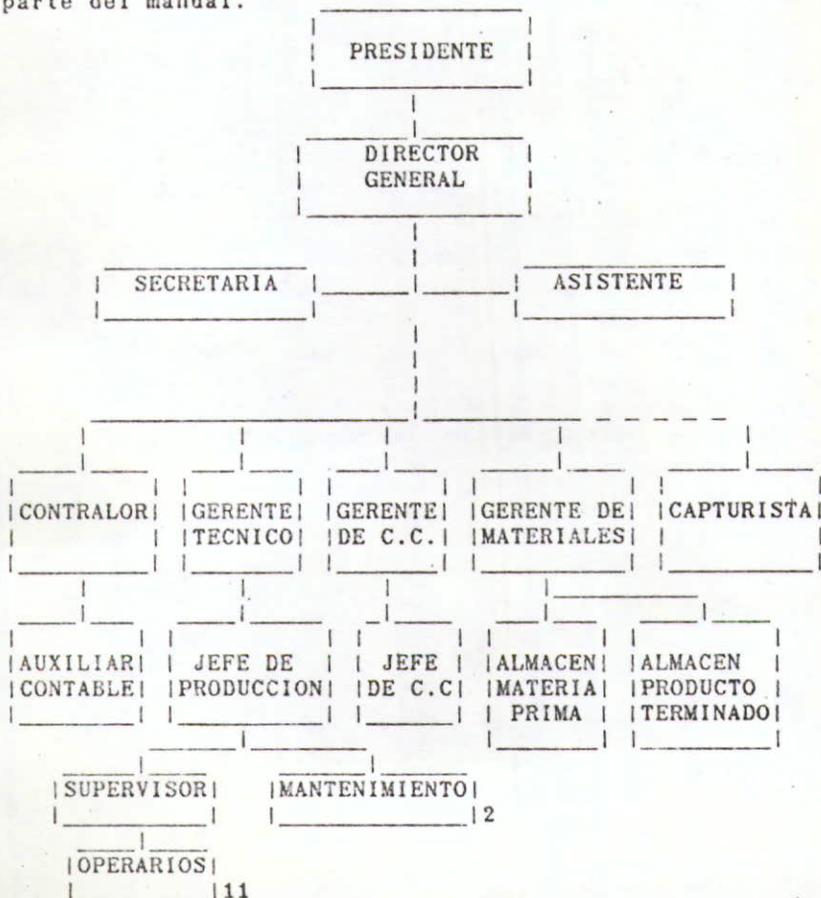
En lo que respecta a proveedores potenciales, se buscará desarrollar nuevos proveedores confiables, principalmente en lo que se refiere a insertos metálicos, ya que es una de las principales deficiencias que se tiene; esto mientras no se cuente con la propia manufactura de dichas partes. Para la compra de Poliöl e Isocianato se pretende que el proveedor llegue a ser Productos Eiffel, debido a que se encuentran en Guadalajara (a diferencia de Basf Mexicana, que manda el material desde México, D.F.) con la única diferencia de que su especialidad es el toluen diisocianato (TDI).

En general, se buscará la forma de lograr que todos los proveedores implanten el Control Estadístico, de tal

manera que se logre el Control Total de Calidad.

### III.3 ORGANIGRAMA GENERAL DE LA EMPRESA Y CAMBIOS EN LAS FUNCIONES

La empresa engloba en su totalidad, desde el presidente hasta los operarios, a 28 personas agrupadas en cinco departamentos, cuyos cambios de funciones se darán al implantar el manual y se describirán en las páginas siguientes. El organigrama que se propone y las funciones de los departamentos, se contemplan en el Capítulo IV como parte del manual.



## DIRECCION GENERAL

### SITUACION ACTUAL:

- No se coordina con contraloria en los gastos e inversiones.
- Delega funciones y responsabilidades (la calidad es responsabilidad exclusiva de la gerencia de control de calidad).
- No respeta el organigrama.
- Sólo se preocupa por la situación económica actual de la empresa.
- Planea por objetivos.
- En la búsqueda de nuevos clientes no toma en cuenta la capacidad real de cada uno de los departamentos.

### AL IMPLANTAR EL MANUAL DE CONTROL TOTAL DE CALIDAD:

- Debe coordinarse con contraloria para realizar gastos e inversiones.
- Puede delegar funciones mas no responsabilidades (la calidad es responsabilidad de la dirección general, apoyando en lo necesario al gerente de control de calidad).
- Debe respetar el organigrama.
- Debe preocuparse por el futuro económico de la empresa y su continuo crecimiento.
- Debe implantar planeación estratégica.
- Debe coordinarse con los gerentes de los distintos departamentos a fin de conocer las capacidades reales para

no quedar mal con los posibles clientes nuevos.

#### DEPARTAMENTO DE CONTRALORIA

##### SITUACION ACTUAL:

- Se le notifica la compra de materiales y la contratación de personal después de haberlos realizado.
- Su función principal es mantener a la empresa con vida, solucionando los problemas del pasado.
- Su participación se limita a pago de nóminas, impuestos, etc.

##### AL IMPLANTAR EL MANUAL DE CONTROL TOTAL DE CALIDAD:

- Es responsable de autorizar la compra de materiales así como la contratación de personal.
- Es responsable de prever los problemas económicos, manejando adecuadamente flujos de efectivo e inversiones a futuro.
- Su participación en la toma de decisiones es indispensable.

#### DEPARTAMENTO TECNICO

##### SITUACION ACTUAL:

- No se tiene el concepto de que el proceso siguiente es el cliente.
- Contrata su personal directamente sin tener un programa de capacitación adecuado.
- Enemigo del departamento de control de calidad, sólo le

importa producir el mayor número de piezas posible.

-Sólo realiza mantenimiento correctivo.

-La fabricación de moldes se hace al tanteo, sin un procedimiento específico.

#### AL IMPLANTAR EL MANUAL DE CONTROL TOTAL DE CALIDAD:

-Se tiene el concepto de que el proceso siguiente es el cliente a lo largo de toda la línea de producción.

-Tanto para la contratación como para la capacitación, se debe coordinar con el departamento de recursos humanos.

-Lo importante es producir el mayor número de piezas dentro de especificaciones, trabajando en mancuerna con control de calidad.

-Es responsable de programar y realizar un mantenimiento preventivo de moldes, máquina de inyección, instrumentos de medición, carrusel, etc.

-Es el responsable de que se siga el procedimiento por escrito para la fabricación de los moldes, coordinándose con control de calidad para cumplir especificaciones.

-Debe apoyar al departamento de control de calidad en el diseño y fabricación de nueva instrumentación que este requiera.

#### DEPARTAMENTO DE MATERIALES

##### SITUACION ACTUAL:

-Se cuenta con uno o dos proveedores por material.

-Las compras se hacen a tanteo.

-Las requisiciones se hacen verbalmente y directamente al proveedor.

#### AL IMPLANTAR EL MANUAL DE CONTROL TOTAL DE CALIDAD:

-Se debe tener una cartera mínima de tres proveedores por material, coordinándose con control de calidad para el desarrollo de los mismos.

-Se debe hacer una explosión de materiales para determinar cantidades exactas y el tiempo en que se requieran, evitando sobreinventarios o faltantes.

-Las requisiciones se deben hacer por escrito, pasándolas primero a contraloría.

#### DEPARTAMENTO DE RECURSOS HUMANOS

##### SITUACION ACTUAL:

-No existe.

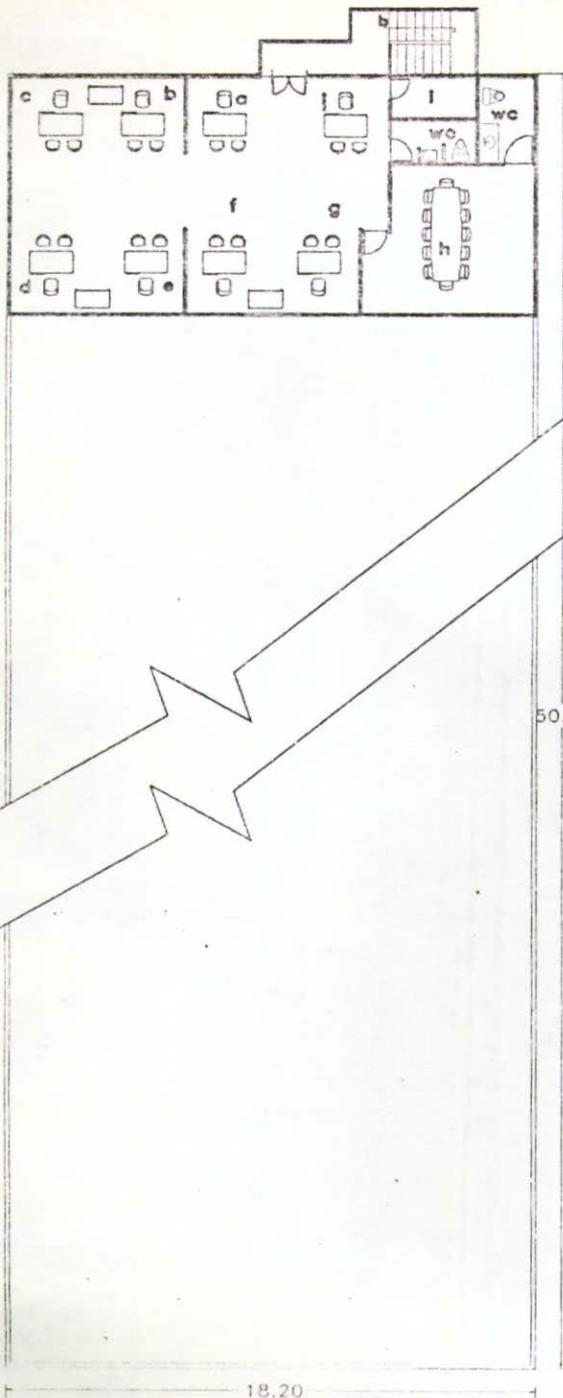
#### AL IMPLANTAR EL MANUAL DE CONTROL TOTAL DE CALIDAD:

-Es responsable de reclutar, seleccionar y contratar al personal idóneo para el trabajo a desempeñar, coordinándose con el departamento solicitante.

-Es responsable de llevar a cabo un programa de capacitación y adiestramiento continuo en todas las áreas de la empresa.

-Es responsable de la motivación del personal, manteniendo el buen ambiente de trabajo, implantando incentivos, premios, etc.

III.4 LAY OUT DE LA PLANTA



AZOTEA

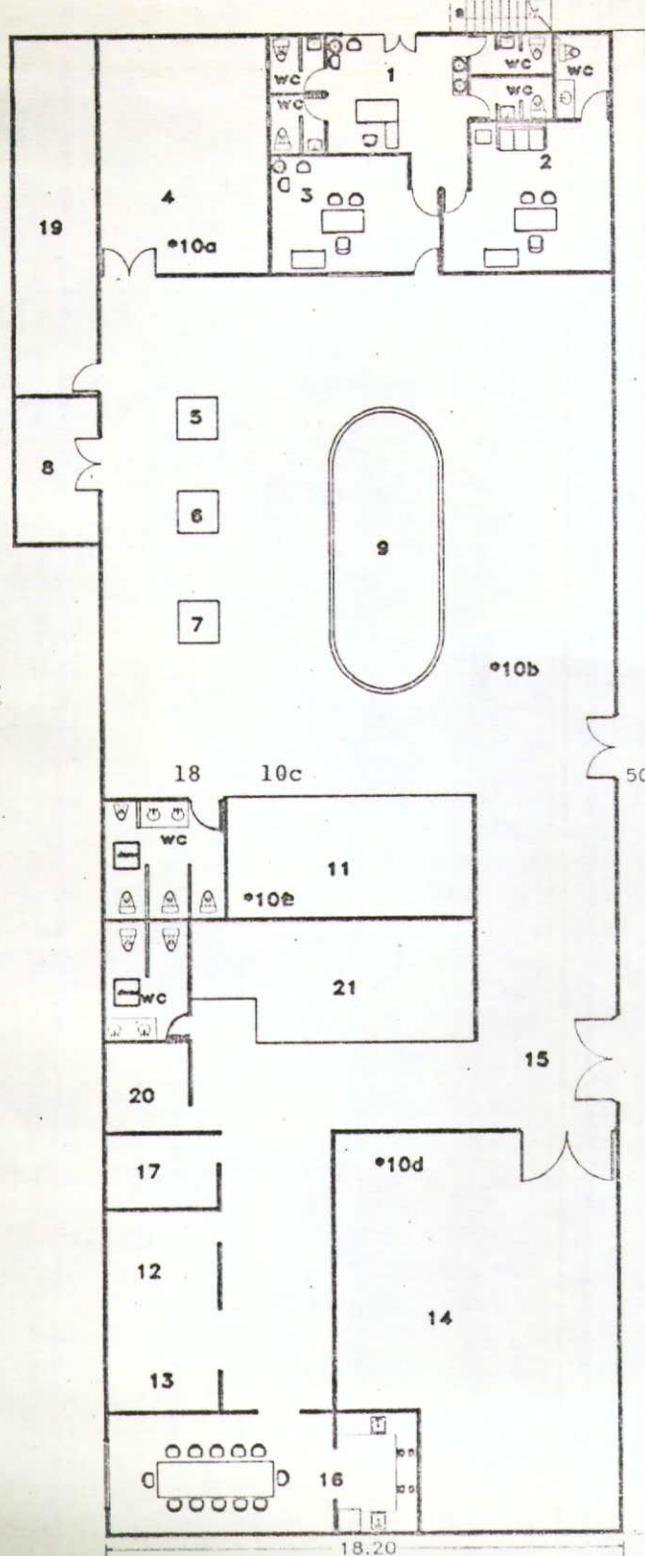
50.00

18.20

- a. GERENCIA TECNICA
- b. PROCESAMIENTO DE DATOS
- c. CONTRALORIA
- d. AUXILIAR CONTABLE
- e. GERENCIA MATERIALES
- f. GERENCIA CONTROL DE CALIDAD
- g. JEFATURA CONTROL DE CALIDAD
- h. SALA DE JUNTAS
- i. ARCHIVO MUERTO
- j. JEFATURA PRODUCCION

PLANTA ALTA  
ESC. 1/200

III.4 LAY OUT DE LA PLANTA



1. RECEPCION
2. OFICINA DIRECCION GENERAL
3. ASISTENCIA DIRECCION
4. ALMACEN RECIBO DE POLIOL, ISOCIANATO Y DESMOLDANTE
5. TANQUES MP
6. MAQUINA INYECCION
7. UNIDAD HIRAUICA
8. ENFRIADERA
9. CARRUSEL DE AREA PRODUCCION
10. ZONA DE INSPECCION
11. LABORATORIO CONTROL CALIDAD
12. LABORATORIO RECIBO INSERTOS
13. ALMACEN INSERTOS
14. ALMACEN PRODUCTO TERMINADO
15. AREA DE EMBARQUE
16. COMEDOR-COCINA
17. TALLER FABRICACION DE MOLDES
18. RETRABAJOS
19. DESPERDICIO
20. ALMACEN DE MOLDES
21. AREA DE MANTENIMIENTO

- a. GERENCIA TECNICA  
 b. PROCESAMIENTO DE DATOS  
 c. CONTRALORIA  
 d. AUXILIAR CONTABLE  
 e. GERENCIA MATERIALES  
 f. GERENCIA CONTROL DE CALIDAD  
 g. JEFATURA (CONTROL DE CALIDAD)  
 h. SALA DE JUNTAS  
 i. ARCHIVO MUERTO  
 j. JEFATURA PRODUCCION

PLANTA BAJA  
 ESC. 1/200

### III.5 PROCESO DE FABRICACION DE LA EMPRESA

Según se vió, existen 3 procesos que se siguen para elaborar la espuma flexible: moldeo de piezas, vaciado en lugar y esreado o aspersado. Dado el producto, el proceso más adecuado es el de moldeo de piezas que se explicó en el Capítulo I.

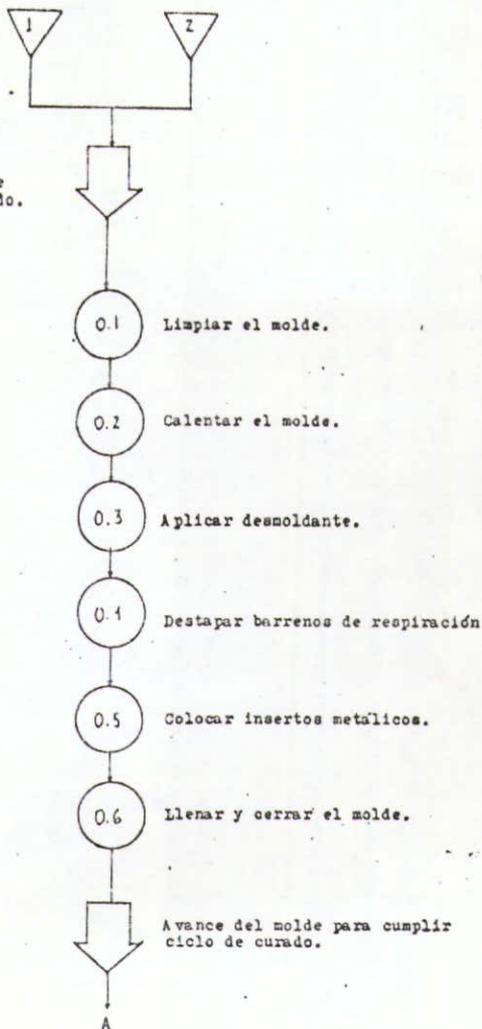
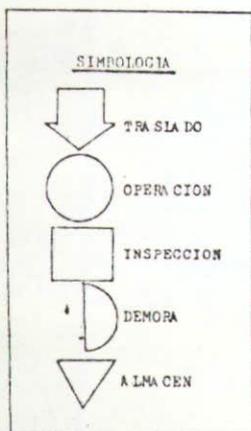
Para dicho proceso se utiliza una máquina dosificadora de alta presión, inyectando con ésta los dos materiales: polioli (componente A) e isocianato del tipo MDI (componente B); en moldes de tapa hechos a base de epoxy, cargado con arena sílica y reforzados con solera.

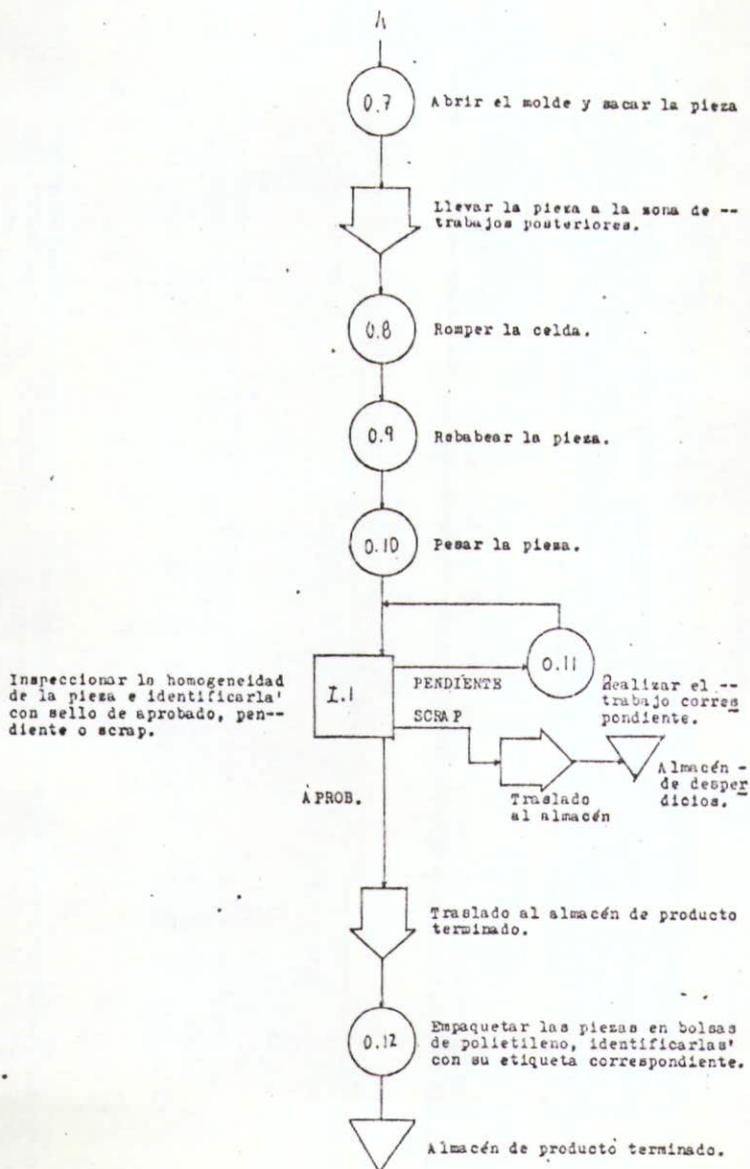
El sistema de transporte utilizado para movilizar dichos moldes es del tipo ovalado de paletas o sobre suelo, conocido comúnmente como carrusel. El tiempo que transcurre para que el molde dé una vuelta completa sobre el carrusel está calculado para que se lleven a cabo todas las etapas del proceso de fabricación, como se muestra en el diagrama de flujo que a continuación se presenta.

## DIAGRAMA DE FLUJO ACTUAL

Arribo al almacén  
de materia prima de:  
1 Polirol e isocianato.  
2 Insertos metálicos.

Surtir la línea  
de producción de  
material recibido.





### III.6 PROBLEMATICA DE LA EMPRESA

Con la finalidad de asegurar la capacidad de los proveedores de suministrar materiales de calidad, General Motors de México efectúa evaluaciones a los mismos, denominadas SPEAR, al final de las cuales se asigna una calificación que va del 1 al 5, siendo la de 3 los requerimientos mínimos para ser proveedor de General Motors de México, mientras que 2 corresponde a proveedores arriba del promedio.

El manual de calidad para proveedores de General Motors de México establece los requerimientos mínimos para mantener una calificación de 3 en las evaluaciones Spear. Esta empresa pretende, además de cumplir con lo anterior, obtener la calificación 2 arriba del promedio, siendo así catalogado como un proveedor confiable no sólo en el mercado nacional, sino también en el internacional, es decir, ser una empresa World Class.

"Las consideraciones suplementarias para obtener calificación 2 por parte de GMM son las siguientes:

1. Control estadístico de procesos en la práctica: GMM espera que sus proveedores estén más allá de las fases de entrenamiento y recolección de datos en lo que respecta a control estadístico, espera que los procesos ya estén

siendo estadísticamente controlados.

2. Capacidad para efectuar, en sus instalaciones, la inspección y pruebas de maquilas o material de subproveedores. El equipo correspondiente deberá estar en la planta del proveedor y disponible para revisión.

3. El proveedor deberá tener consistentemente un índice de calidad superior a la media de los proveedores de GMM.

4. Deberá tener en práctica un sistema de evaluación de sus maquiladores o proveedores.

5. Deberá tener en efecto un sistema de rastreo de fallas." (54).

De esta manera, al lograr exportar por medio de GMM, se hará más factible que los clientes potenciales (Ford, Honda, Kenwood, etc.) lleguen a ser clientes reales.

Algunos de los problemas a los que se enfrentará la empresa serán:

1. Educación deficiente en la mayoría de los trabajadores, en lo referente a educación primaria o secundaria, ya que según estadísticas recopiladas en la empresa, el 20% de los operarios no han terminado la primaria, el 50% si la terminó y apenas un 30% incluye (54)MANUAL PARA PROVEEDORES 1985, Oficina de calidad y confiabilidad de General Motors de México, p.16

estudios de secundaria.

2. Falta de cultura de la calidad, ya que no se cumplen todos los requerimientos que esta involucra (por falta de conocimiento de los procesos o por falta de concientización de operarios y directivos) ocasionando esto un excesivo número de piezas por retrabajar, piezas scrap (de desperdicio) y en ocasiones rechazos por parte del cliente.

3. La falta de deseo y compromiso en todos los niveles y áreas de la empresa de trabajar en equipo, ya que se puede observar algunos conflictos entre departamentos, como es el caso de los departamentos de producción y de control de calidad, donde en vez de buscar soluciones, se buscan culpables.

4. El notable índice de rotación (50% de todo el personal en el último año), lo cual impide que la capacitación (la cual deberá ser permanente) dé frutos, ya que se pierde la continuidad. La rotación es no sólo de los operarios, sino también de los empleados (ocasionando cambios constantes en el organigrama de la empresa). Esto es ocasionado, en gran parte, por la etapa en la que se encuentra la empresa; es decir, pasar de ser una empresa familiar a llegar a constituirse como una empresa World Class.

5. La irresponsabilidad en gran parte de la gente (personal de la empresa y proveedores principalmente) de no cumplir con sus responsabilidades, ya que se reciben con frecuencia (por parte de los proveedores), requerimientos de materiales atrasados o a veces con un gran número de material defectuoso; y por parte del personal de la empresa, el temor hacia los instrumentos de medición, pereza de realizar los métodos de prueba y la falta de costumbre de llevar control estadístico (recopilación de datos, gráficas, estudios, análisis, etc.).

6. La falta de capacitación en lo referente a la filosofía del control total de calidad y una guía práctica de cómo implantarla, en donde se incluya, además de la propia organización, a los proveedores.

Para combatir estos problemas, principalmente el último, y con ello obtener las metas que se mencionaron al principio, se requiere (aparte de educar, capacitar, concientizar e integrar a todo el personal de la empresa) normalizar las funciones, sistemas y medios que permitan realizar todas las actividades de la organización, de acuerdo con el concepto de calidad total. Este objetivo se facilitará a través del manual que se propone en el Capítulo IV.

# CAPITULO II

LIBRO DEL MANUAL  
DE CONTABILIDAD TOTAL  
DE CALLEJERO

#### IV.1 PRESENTACION

El presente manual define las necesidades de la empresa para satisfacer los requerimientos de los clientes en materia de calidad. Esto hace que la organización esté comprometida a la excelencia y que contenga un sistema integral de administración de la calidad donde se incluya el control estadístico como parte esencial.

Lo anterior no sólo representa el uso de técnicas básicas, sino que debe traducirse en acciones del nivel directivo de la empresa, al cual está dirigido este manual, que reflejen lo siguiente:

1. Compromiso de la dirección de la empresa con la calidad, mediante planes de acción apoyados con recursos.
2. Sistemas y ambiente de trabajo que fomenten la participación de los empleados en mejoras a la calidad y la productividad.
3. Empleo de métodos estadísticos para asegurar que los procesos sean hábiles y capaces (tanto de la empresa, como de sus proveedores).

Se espera el apoyo de directivos, empleados y operarios de la empresa, así como el de sus proveedores para la implantación de los sistemas aquí descritos, obteniéndose con ello beneficios inherentes a la calidad, traducidos en productividad, imagen y prestigio.

Los límites y tamaños de muestra utilizados en los métodos estadísticos se han tomado del manual para proveedores de General Motors de México, a los cuales la empresa debe ajustarse por ser proveedor.

El manual presenta en su inicio las políticas que se requieren para la correcta implantación del manual, para después proceder a describir lo referente a la organización de la empresa. Posteriormente se definen procedimientos específicos para la compra de materiales, operaciones e inspecciones en el proceso de fabricación, funcionamiento de juntas de calidad, cerrando con la auditoría general de calidad que permitirá conocer el avance de la misma en la empresa.

## CONCLUSIONES

1. La industria de los poliuretanos está presente en muchos productos y en muy variadas industrias, dada la diversidad de características y acabados que se pueden obtener con ellos, siendo las espumas flexibles las más demandadas.

2. Para la obtención de características específicas se desarrollan formulaciones especiales llamadas sistemas de poliuretano. En la industria automotriz, los poliuretanos permiten fabricar las piezas con características más especializadas.

3. El poliuretano se forma con la mezcla de un polioliol y un isocianato en la proporción que requieran las características del producto, siendo factores importantes en el proceso: tiempo de inyección, temperatura, tiempo de curado, y rompimiento de celda posterior al moldeo; utilizando diversos tipos de máquinas, moldes, y sistemas de transporte para los mismos.

4. La calidad implica cumplir los requisitos de los consumidores, para lo cual hay que definir las características de la calidad, medirlas y analizarlas.

5. Buscar la calidad exige hacer las cosas bien a la primera vez, cumpliendo los requisitos y eliminando retrabajos.

6. El control cosnta de: planear, hacer, verificar y actuar. Es decir, fijar metas, politicas, métodos; capacitar y verificar.

7. Un proceso es la transformación de insumos (materiales, gente, equipos, métodos y medio ambiente) en productos y/o servicios.

8. El insumo de un proceso es suministrado por el proveedor, y el resultado se destina a un cliente. De ahí que cada proceso sea a su vez cliente y proveedor.

9. El Control Estadístico de Proceso (C.E.P.) ayuda a percibir las tendencias de los procesos, de manera que estos puedan ser mejorados continuamente y que los problemas, en lugar de sólo detectarse, se prevengan.

10. El Control Estadístico de Proceso debe apuntar al objetivo de producir virtualmente todas las piezas iguales y en el valor central.

11. El Control Estadístico de Proceso es aplicable a todo proceso: productivo, administrativo, económico, etc.

12. El control de calidad es un sistema que permite elaborar un producto que satisfaga al consumidor, a los niveles más económicos.

13. El Control Total de Calidad implica que todo individuo de la empresa, o directamente relacionado con

ella (proveedor, distribuidor, subcontratista o compañía filial), estudie, practique y participe en el control de calidad.

14. El Control Total de Calidad conlleva el principio de buscar primero la calidad, fabricando el producto que el consumidor desea, y considerando al producto siguiente como cliente; auxiliándose de métodos estadísticos.

15. El cambio organizacional hacia el Control Total de Calidad se debe iniciar en la gerencia superior, formando, instruyendo y motivando a la gente.

16. Para satisfacer a los consumidores han de considerarse varios factores: calidad, precio, costo y utilidades; cantidad y plazo de entrega.

17. El Control Total de Calidad busca un cambio cultural en los valores, hábitos y comportamiento de la organización, y está orientado a la excelencia: Hacer las cosas bien a la primera vez; a través del trabajo en equipo y la buena comunicación.

18. Lo más prudente es que una empresa tenga cuando menos dos proveedores de cada material, los cuales tengan un sistema de calidad satisfactorio, ya que al no recibir materia prima de calidad, no es posible elaborar un producto de calidad.

19. En la auditoría de control de calidad se revisa como se lleva a cabo el sistema de control de calidad, si está funcionando bien, y qué medidas preventivas hay que tomar para evitar que se vuelvan a cometer errores graves.

20. Los métodos estadísticos permiten realizar el análisis de calidad y el de procesos. El análisis de calidad determina la relación entre las características de calidad reales y las sustitutas. El análisis de procesos aclara la relación entre los factores causales y los efectos tales como calidad, costo y productividad.

## GLOSARIO

**SPEAR:** Forma de evaluación para los proveedores que utiliza General Motors para asegurar la capacidad de los proveedores de suministrar materiales de calidad. Por sus siglas en inglés "Source Performance Evaluation and Reporting", es decir, evaluación del sistema de calidad del proveedor.

**WORLD CLASS:** Se refiere a una empresa de clase mundial, es decir, competitiva a nivel internacional.

**TDI:** Tipo de isocianato, material con el cual se mezcla un polioli para formar el poliuretano, llamado tolueno diisocianato, formado a su vez por una sal de un ácido carbónico (isocianato) y un hidrocarburo (toluen).

**MDI:** Tipo de isocianato, material con el cual se mezcla un polioli para formar el poliuretano, llamado difenil metano diisocianato, formado a su vez por una sal de un ácido carbónico (isocianato), dos radicales fenilo (difenil) y un hidrocarburo saturado (metano).

**PDI:** Tipo de isocianato, material con el cual se mezcla un polioli para formar el poliuretano, llamado fenileno diisocianato, formado a su vez por una sal de un ácido carbónico (isocianato) y un hidrocarburo derivado del benceno (fenilo).

CLAMPS: Nombre que se le da a los broches de cierre rápido que poseen los moldes, y que los mantienen cerrados a pesar de la presión.

SCRAP: Se refiere al material producido que ha resultado defectuoso y no se puede reparar o retrabajar y por lo tanto es un material de desecho o desperdicio.

CONTROL DE VANGUARDIA: El proceso se controla, durante todo el tiempo, evitando los problemas antes de que ocurran.

CONTROL DE RETAGUARDIA: Cuando se analizan los hechos al final del mes, y entonces se tratan de modificar los resultados.

SECCIONALISMO: Filosofía del trabajo en la cual cada uno se ocupa exclusivamente de la propia división o departamento, entorpeciéndose el desarrollo de relaciones y la comunicación entre departamentos.

## BIBLIOGRAFIA

1. ISHIKAWA, Kaoru. Qué es el Control Total de Calidad? (Tr. David J. Lu). Editorial Norma, Colombia, 1986, 209 pp.
2. OFICINA CENTRAL DE CALIDAD Y CONFIALBILIDAD DE GENERAL MOTORS DE MEXICO. Manual de calidad para proveedores. General Motors de México, S.A. de C.V., México, D.F., 1985, 216 pp.
3. CROSBY, Philip B. Mejorar la calidad mediante la prevención de defectos. Philip Crosby Associates, Inc., U.S.A., 1986, 291 pp.
4. OFICINA DE CALIDAD DEL PRODUCTO DE FORD MOTOR COMPANY. Planeación avanzada de la calidad. Ford Motor Company, S.A. de C.V., México, D.F., 1987, 199 pp.
5. INSTITUTO MEXICANO DEL CONTROL DE CALIDAD. Solución participativa de problemas y elementos de control de calidad. Instituto Mexicano de control de calidad, A.C., México, D.F., 1987, 212 pp.
6. CARMONA, Luis. "Concepto de calidad integral". Comunicación corporativa de Richardson-Vicks. Núm. 15, Vol.II (México, D.F.: marzo, 1987).
7. SANCHEZ HUERTA, Angel. " Es posible lograr competitividad en calidad y costos en los productos y servicios

- mexicanos?". Memoria del Simposio Administración de la calidad. FONEI, Serie documentos técnicos Núm.14. (México, 1988).
8. URANGA FLORES, Ernesto. "Calidad, factor cclave en la competitividad". Boletín IPADE Universidad Panamericana. Año 7, Núm. 49 (México, 1989).
  9. "Análisis por resina". Revista IMPI. (México, D.F., 1988), pp. 197-202.
  10. IMAI, Kaneichiro. "Situación y tendencias del Control Total de Calidad en Japón". Conferencias del seminario técnico 1989 sobre productividad y calidad. Guadalajara, Jal., 1989.
  11. KASUGA, Hermelinda. "Situación y tendencias del Control Total de Calidad en Japón". Conferencias de seminario técnico 1989 sobre productividad y calidad. Guadalajara, Jal., 1989.
  12. CRUZ M., Ignacio. "Poliuretano, sistemas generales". BASF Mexicana, S.A. de C.V. (México, D.F., 1987).
  13. GARCIA DE LA BRENA, Gerardo. "El poliuretano en la industria automotriz". BASF Mexicana, S.A. de C.V. (México,, D.F., 1985).
  14. HERRERA L., Carlos. "Espumas flexibles a base de MDI". BASF Mexicana, S.A. de C.V. (México, D.F., 1989).

15. HAGSPIEL, H.G. "Equipos para la fabricación de piezas moldeadas, especialmente desde el punto de vista de equipos de transporte". BASF Mexicana, S.A. de C.V. (México, D.F., 1987).



*... las hacemos mejor...!!*

TESIS • COPIAS • ENCUADERNADOS • TRANSCRIPCIONES • REDUCCIONES • AMPLIFICACIONES • IMPRESIONES • ACETATOS • ALBANENES • COPIAS DE PLANOS • ENCUADERNADOS FINOS EN PIEL

**AV. UNION No. 135 esq. López Cotilla**  
**Tel. 166•271**