

35



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN**

**CALIDAD EN LAS ORGANIZACIONES (EMPRESAS E INSTITUCIONES) "CALIDAD EN EL PROCESO DE VULCANIZACION DE UNA LLANTA CONVENCIONAL"**

**TRABAJO DE SEMINARIO**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:**

**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

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

**GUTIERREZ MAYA MANUEL**

**ASESOR: ING. JOSE JUAN CONTRERAS ESPINOSA**

**CUAUTITLAN IZCALLI, EDC. DE MEXICO**

**2002.**

**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

U. N. A. M.  
FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE  
EXAMENES PROFESIONALES

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO  
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN  
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 51 del Reglamento de Exámenes Profesionales de la FES-Cuautitlán, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el Trabajo de Seminario

Calidad en las Organizaciones ( Empresas e Instituciones) "Calidad en el Proceso  
de Vulcanización de una Llanta Convencional"

que presenta el pasante: Gutiérrez Maya Manuel  
con número de cuenta: 8601402-9 para obtener el título de  
Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXÁMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VISTO BUENO

ATENTAMENTE  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 02 de agosto de 2002

MODULO	PROFESOR	FIRMA
<u>I</u>	<u>Ing. José Juan Contreras Espinosa</u>	
<u>III</u>	<u>Ing. Juan de la Cruz Hernández Zamudio</u>	
<u>IV</u>	<u>Ing. José Luz Hernández Castillo</u>	

## AGRADECIMIENTO.

Agradezco a Dios y a Jesucristo, por la oportunidad de existir y de tener salud, para poder así afrontar todos los retos que se van presentando a través de mi vida e ir paso a paso en cada una de las metas que me impongo. Una de esas metas es haber terminado este trabajo que me permite presentar mi examen profesional, gracias Dios mío.

También a Carmen, mi esposa y compañera en todo momento, a quien le agradezco su enorme apoyo en todo lo concerniente de nuestras vidas y que sin ella no lo hubiera logrado, gracias mi amor lo logramos juntos.

A mis hijos, Cinthia Nayelli, Alam Eduardo y Fernando Alexis, por todo el tiempo que no he podido disfrutar de su compañía y por todas las carestías que hemos pasado juntos, debido a todo el tiempo dedicado a mi trabajo y mis estudios, pero, espero que esto les sirva como ejemplo en su vida y estén orgullosos de su padre, a ustedes hijos, todo mi amor y mi devoción.

A mi madre María Luisa Maya Baca, a la cual, quiero tanto, te agradezco tu paciencia conmigo, tus consejos y tu cariño al que he tratado de no defraudar y que con esto te demuestro mi admiración y respeto por ti mi madre querida, gracias por ser mi mamá y mi amiga.

A mi padre Porfirio Gutiérrez Ramírez que tanto lo quiero, agradezco todo tu apoyo y tu ejemplo de vida, el cual, forjo este carácter inquebrantable en mí para sobreponerme ante todos mis problemas y errores en la vida, gracias papá por ser mi amigo.

Este trabajo también se lo dedico a mis hermanos, a Elena, quien a pesar de tantas carencias nos sirvió como ejemplo al terminar su carrera, a Isabel que ayudo tanto en la casa y sacrifico sus estudios por ayudar a mis padres a educarnos, a Emilia que con su inteligencia y perseverancia me enseño el camino hacia el estudio, a Socorro que con su humildad y su bondad hace que no se me suban los humos a la cabeza, a Enedina la cual me enseña a entender que la vida puede ser divertida y bella, a Daniel que me apoya en todo momento incondicionalmente y que lo admiro tal como es y a David al cual espero le sirva como ejemplo este logro e intente lo que el quiera para su vida. A todos mis hermanos les digo, gracias, por su apoyo incondicional.

A todos mis profesores les agradezco sus enseñanzas y espero no defraudarlos al ejecutar lo aprendido.

# INDICE

- 1.- Titulo: “ **Calidad en el Proceso de Vulcanización de una llanta convencional** ”
- 2.- Objetivo: Conocer el proceso de manufactura de la fabricación de la llanta y la aplicación de la calidad, en el proceso de vulcanización de una llanta de camión convencional.

No. Pág.

## **Agradecimiento.**

**Introducción.** 1.

### **Capítulo 1 Calidad Total.**

1.1. Conceptos fundamentales.	2.
1.1.2. Aseguramiento total de la calidad.	3.
1.2 Historia y filosofía de la calidad.	3.
1.2.1. Historia y origen del fenómeno.	6.
1.3 La calidad total es cosa de todos.	8.
1.3.1. Filosofía de la calidad total.	9.
1.3.2. Adoptar la nueva filosofía.	10.
1.4. Panorama para el control total de la calidad.	10.
1.5. Bases para el control total de la calidad.	11.
1.6. El lugar que tiene el control total de la calidad	13.
1.6.1. El tiempo de resultados y beneficios.	13.
1.7. Proceso de control.	14.
1.7.1. El autocontrol.	16.
1.7.1.1 Requisitos de autocontrol.	17.
1.8. Mejora.	17.
1.9. Productividad.	19.
1.10. Conciencia de calidad.	20.
1.11. Principios de calidad.	21.

### **Capítulo 2 El milagro japonés y el método Deming.**

2.1. La presencia del Dr. W. Edward Deming en Japón.	22.
2.2. Cronología del movimiento japonés.	26.
2.3. Teoría del Dr. Deming.	28.
2.4. Otros colaboradores de T.Q.M.	33.
2.5. Los 14 principios de gerencia de W. Edwards Deming.	34.
2.6. Deming y el T.Q.M.	36.
2.6.1. Implantación de un programa de calidad total.	36.

**Capítulo 3 Las 7 herramientas de la calidad.**

3.1.	Generalidades. Diagrama Causa y Efecto.	40.
3.2.	Planillas de inspección.	42.
3.3.	Gráficas de control.	45.
3.4.	Diagramas de flujo.	49.
3.5.	Histogramas.	52.
3.6.	Gráficas de Pareto.	55.
3.7.	Diagramas de dispersión.	59.

**Capítulo 4 Proceso de manufactura de la llanta.**

4.1.	La industria hulera.	65.
4.2.	Historia de la llanta.	67.
4.3.	Componentes principales de la llanta	68.
4.3.1.	Componentes secundarios.	69.
4.4.	Construcción.	70.
4.4.1.	Construcción convencional.	70.
4.4.2.	Construcción radial.	71.
4.5.	Materiales que intervienen en la fabricación de una llanta	71.
4.5.1	Hule o caucho.	71.
4.5.1.1.	Caucho y cauchos sintéticos.	72.
4.5.1.2.	Origen histórico.	77.
4.5.1.3.	Estructura química.	80.
4.5.1.4.	Propiedades físicas.	81.
4.5.1.5.	Látex del caucho natural.	82.
4.5.1.6.	Aceleradores de la vulcanización.	85.
4.5.1.7.	Procesos modernos de fabricación.	88.
4.5.1.8.	Producción de caucho natural.	90.
4.5.2.	Sustancias químicas.	91.
4.5.3.	Cuerdas.	91.
4.6.	Proceso de manufactura de la llanta.	92.
4.6.1.	Banbury-Molinos.	94.
4.6.2.	Tubuladora-Cortadora.	95.
4.6.3.	Fabricación del núcleo de ceja.	97.
4.6.4.	Aplicación de apex y flipper.	97.
4.6.5.	Cementadora 3T.	97.
4.6.6.	Calandria.	97.
4.6.7.	Cortadora.	98.
4.6.8.	Construcción.	98.
4.6.9.	Caseta de pintura.	99.
4.6.10.	Vulcanización.	99.
4.6.11.	Postinflado.	100.
4.6.12.	Desvirado	100.
4.6.13.	Pulido.	100.
4.6.14.	Inspección visual.	101.
4.6.15.	Balanceo estático.	101.

	No. Pág.
4.6.16. Variación de fuerza.	101.
4.6.17. Rayos X.	102.
4.6.18. Distribución.	102.
4.7. Dimensiones básicas.	102.
4.8. Nomenclatura.	104.
4.9. Otras inscripciones en el costado.	108.
4.10. Sistema de nomenclatura.	109.
4.11. Nomenclatura impresa en la llanta.	111.
<b><u>Capítulo 5. Proceso de vulcanización de la llanta. Caso práctico.</u></b>	
5.1. Generalidades.	112.
5.2. Proceso de vulcanización	113.
5.3. Carta de especificaciones de vulcanización.	116.
5.4. Ciclo de vulcanización de una llanta de camión convencional	118.
5.5. Carta circular utilizada para el monitoreo del control estadístico de proceso para vulcanización.	119.
5.6. Ejemplo de llantas defectuosas.	125.
<b>Conclusiones.</b>	<b>129.</b>
<b>Bibliografía.</b>	<b>131.</b>

## INTRODUCCIÓN

En el momento de la realización de este trabajo, las condiciones económicas cambiantes en nuestro país, indican que aquella empresa que se niegue al cambio dentro de su administración tradicional que se a llevado desde siempre por estas, tenderán a ir desapareciendo debido a la férrea y agresiva competencia entre todos los tipos de industria existentes.

Esta situación se ha agudizado desde el ingreso a México del tratado de libre comercio con Estados Unidos de América, Canadá y con la Unión Europea; esto es, debido a la globalización del libre comercio en todo el mundo por parte de los países del primer mundo.

Hablando de la globalización comercial, esta conlleva a nuevos estándares de calidad exigidas por parte de los países de primer mundo, las cuales, tienen estándares de calidad mucho más elevados que en nuestro país; es por esto, que se debe revisar en cada una de las empresas, tanto nacionales como trasnacionales, la aplicación de la calidad total y las normas ISO 9000 (Organización Internacional de Normalización) la cual, es una federación mundial de organismos nacionales de normalización.

Derivado de esta verdad nace la necesidad de mejorar nuestros conocimientos, habilidades y actitudes, es decir, ser más profesionales.

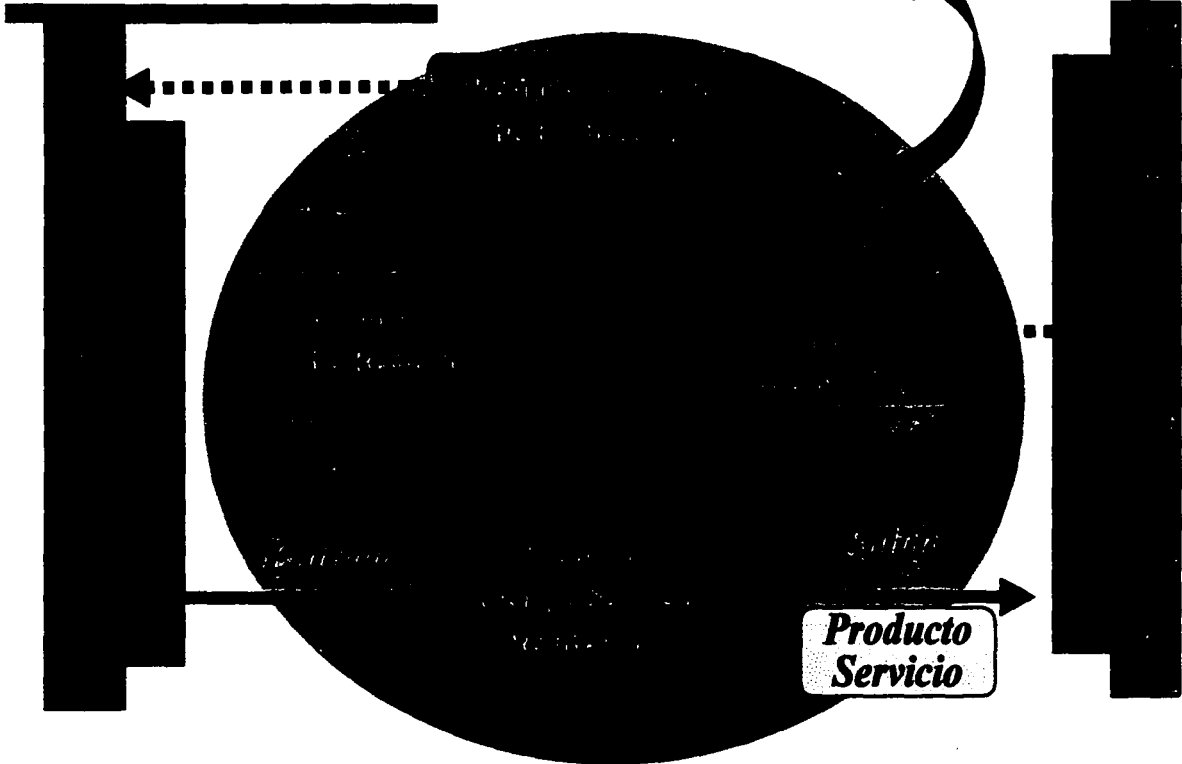
Es importante recalcar la importancia de la calidad total en la evolución de la competitividad de las empresas que la han adoptado no-solo como política si no como estilo de vida de todos los integrantes de las empresas u organizaciones que la han adoptado. El ejemplo más representativo de la calidad total son los japoneses, que después de estar en la total ruina, al aplicar la calidad total resurgen como una de las principales economías del mundo a la fecha.

Las siete herramientas básicas para el control estadístico de proceso, son en su conjunto una de las formas de medir la calidad de un producto o servicio por lo tanto, se hará una breve explicación de cada una de ellas.

Se abordara el tema del proceso de manufactura de la industria hulera, observando que es uno de los procesos industriales más largos que existen, y por lo tanto, más difícil de entender; por lo que se abundara en concreto en el caso practico de una de las etapas criticas del proceso de fabricación, *EL PROCESO DE VULCANIZACIÓN DE LA LLANTA.*



**Sistema de Administración de la Calidad  
Mejorada Continuamente**



**Producto  
Servicio**

# CAPÍTULO 1

## CALIDAD TOTAL

### 1.1. Conceptos fundamentales.

La calidad es un concepto que ha ido variando con los años, por lo que existe una gran variedad de formas de concebirla en las empresas. A continuación se detallan algunas de las definiciones que comúnmente son utilizadas en la actualidad. **La calidad es:**

- Satisfacer plenamente las necesidades del cliente.
- Cumplir las expectativas del cliente y algunas más.
- Despertar nuevas necesidades del cliente.
- Lograr productos y servicios con cero defectos.
- Hacer bien las cosas desde la primera vez.
- Diseñar, producir y entregar un producto de satisfacción total.
- Producir un artículo o un servicio de acuerdo a las normas establecidas.
- Dar respuesta inmediata a las solicitudes de los clientes.
- Sonreír a pesar de las adversidades.
- Una sublime expresión humana que revela la auténtica naturaleza del hombre, cualidad que define a los líderes que trascienden a su tiempo.
- Lo de acuerdo para su uso.
- Una categoría tendiente siempre a la excelencia.
- Calidad no es un problema, es una solución.

Para W. Edwards Deming, la calidad no es otra cosa más que "Una serie de cuestionamientos hacia una mejora continua".

Para el Dr. J. Juran; la calidad es "La adecuación para el uso satisfaciendo las necesidades del cliente".

Kaoru Ishikawa, define a la calidad como: "Desarrollar, diseñar, manufacturar y mantener un producto de calidad que sea el más económico, el útil y siempre satisfactorio para el consumidor".

Daniel Inda, Director General de Crosby Asociados de México, la define como: "Significa buscar cero defectos, hacer las cosas bien a la primera vez y cumplir con los requisitos del cliente. Es un equilibrio de elementos como son: el liderazgo, actualización de habilidades, sistemas y un ambiente propicio para aplicarlos".

Armando V. Feigenbaum, las define como: "El resultado total de las características del producto o servicio que en si satisface las esperanzas del cliente".

Por lo tanto, la calidad se define como "Un proceso de mejoramiento continuo, en

donde todas las áreas de la empresa participan activamente en el desarrollo de productos y servicios, que satisfagan y excedan las necesidades del cliente, logrando con ello mayor productividad”.

### **1.1.2. Aseguramiento total de la calidad**

La meta de la industria competitiva, respecto a la calidad del producto, se puede exponer claramente: suministrar un producto o servicio en el cual su calidad haya sido diseñada, producida y sostenida a un costo económico y que satisfaga por entero al consumidor.

El aseguramiento total de la calidad, es un sistema efectivo de los esfuerzos de varios grupos en una empresa, para la integración del desarrollo, del mantenimiento y de la superación de la calidad, con el fin de hacer posibles la mercadotecnia, la ingeniería, la fabricación y servicio a satisfacción total del consumidor y al costo más económico.

El aseguramiento total de la calidad, constituye las bases fundamentales de la motivación positiva, por la calidad en todos los empleados y representantes de la compañía, es una de las fuerzas principales para lograr una productividad total muy mejorada.

Las relaciones humanas eficientes son básicas en el aseguramiento de la calidad. Un resultado importante de esta actividad, es su efecto positivo en el operario, al crearle responsabilidad e interés en producir calidad. El último análisis, es como un par de manos humanas que efectúan operaciones importantes, que se reflejan en la calidad del producto. Es de la mayor importancia para lograr éxito en el trabajo de aseguramiento de calidad, que estas manos se encuentren guiadas en forma experta y consciente y enfocada hacia la calidad.

### **1.2. Historia y filosofía de la calidad**

Al principio de la historia del hombre, éste requirió de algunas herramientas para poder sobrevivir en el medio en el que se encontraba, así utilizó sus manos como una primera herramienta, lo que hizo que la fuerza física fuera determinante para su supervivencia. Lo más importante es tener las manos fuertes y desarrolladas, encontrando más tarde que los huesos de los animales fueran de mayor utilidad que sus propias manos; posteriormente descubrió que los troncos de algunos árboles eran incluso más efectivos que los huesos de los animales u hombres.

Con el tiempo los utensilios se fueron perfeccionando para satisfacer cada vez mejor las necesidades prevaletentes en su medio ambiente, este constante desarrollo le permitió al hombre comparar la utilidad de distintos satisfactores o productos. De lo anterior se desprende que el hombre desde entonces, ya manejaba implícitamente lo que en la actualidad se define como calidad.

## EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL CONCEPTO DE CALIDAD

Etapa	Concepto	Finalidad
Artesanal	Hacer las cosas bien independientemente del costo o esfuerzo necesario para ello.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Satisfacer al cliente.</li> <li>• Satisfacer al artesano, por el trabajo bien hecho</li> <li>• Crear un producto único.</li> </ul>
Revolución Industrial	Hacer muchas cosas no importando que sean de calidad (Se identifica Producción con Calidad).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Satisfacer una gran demanda de bienes.</li> <li>• Obtener beneficios.</li> </ul>
Segunda Guerra Mundial	Asegurar la eficacia del armamento sin importar el costo, con la mayor y más rápida producción, ésto es: Eficacia + Plazo = Calidad.	Garantizar la disponibilidad de un armamento eficaz en la cantidad y el momento preciso.
Posguerra (Japón)	Hacer las cosas bien a la primera.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Minimizar costos mediante la calidad.</li> <li>• Satisfacer al cliente.</li> <li>• Ser competitivo.</li> </ul>
Posguerra (Resto del mundo)	Producir, cuanto más mejor.	Satisfacer la gran demanda de bienes causada por la guerra.
Control de Calidad	Técnicas de inspección en Producción, para evitar la salida de bienes defectuosos.	Satisfacer las necesidades técnicas del producto.
Aseguramiento de la Calidad	Sistemas y Procedimientos de la organización para evitar que se produzcan bienes defectuosos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Satisfacer al cliente.</li> <li>• Prevenir errores.</li> <li>• Reducir costos.</li> <li>• Ser competitivo.</li> </ul>
Calidad Total	Teoría de la administración empresarial centrada en la permanente satisfacción de las expectativas del cliente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Satisfacer tanto al cliente externo como interno.</li> <li>• Ser altamente competitivo.</li> <li>• Mejora Continua.</li> </ul>

Esta evolución nos ayuda a comprender de dónde proviene la necesidad de ofrecer una mayor calidad del producto o servicio que se proporciona al cliente y, en definitiva, a la sociedad, y como poco a poco se ha ido involucrando toda la organización en la consecución de este fin. La calidad no se ha convertido únicamente en uno de los requisitos esenciales del producto, sino que en la actualidad es un factor estratégico clave del que dependen la mayor parte de las organizaciones, no sólo para mantener su posición en el mercado sino incluso para asegurar su supervivencia.

Durante la edad media, se popularizó la costumbre de poner marca a los productos, y con esta práctica se desarrolló el interés de mantener una buena reputación asociada con la marca. Años más tarde, durante el siglo XIX, inicia el desarrollo del control de calidad, abarcando todo este siglo.

Es en la primera etapa de desarrollo de calidad en la que surge el operador de la misma, en este sistema, un trabajador o un pequeño grupo de trabajadores, tenían la responsabilidad de la manufactura completa del producto, y por lo tanto cada uno de ellos podía controlar totalmente la calidad de su trabajo.

Al principio de 1900, inicia la segunda etapa del rendimiento del capataz, quien se encargaba de supervisar las tareas que realizan los pequeños grupos de trabajadores y en quien recae la responsabilidad por la calidad del trabajo. Durante la primera guerra mundial, los sistemas de fabricación fueron más complicados, implicando el control de gran número de trabajadores por uno de los capataces de producción; como resultado, aparecieron los primeros inspectores de tiempo completo y se inicia así la tercera etapa, denominada control de calidad por inspección.

Las necesidades de la enorme producción en masa requeridas por la segunda guerra mundial, originaron la cuarta etapa del control estadístico de calidad, esta fue una fase de extensión de la inspección y el logro de una mayor eficiencia en las organizaciones de inspección. A los inspectores se les dieron herramientas con implementos estadísticos, tales como muestreo y gráficas de control. Esto fue la contribución más significativa, sin embargo este trabajo permaneció restringido a las áreas de producción y su crecimiento fue relativamente lento. Las recomendaciones resultantes de las técnicas estadísticas, con frecuencia no podían ser manejadas en las estructuras de toma de decisiones y no abarcaban problemas de calidad verdaderamente grandes como se les prestaban a la gerencia del negocio.

Esta necesidad llevó al quinto paso, el control total de la calidad. Solo cuando las empresas empezaron a establecer una estructura operativa y de toma de decisiones para la calidad del producto que fuera lo suficiente eficaz como para tomar acciones adecuadas en los descubrimientos del control de calidad, pudieron obtener resultados tangibles como mejor calidad y menores costos.

Este marco de calidad total hizo posible revisar las decisiones regularmente, en lugar de ocasionalmente, analizar resultados durante el proceso y tomar la acción de control en la fuente de manufactura o de abastecimientos, y, finalmente, detener la producción cuando fuera necesario.

Además, proporcionó la estructura en la que las primeras herramientas del control (estadísticas de calidad) pudieron ser reunidas con las otras muchas técnicas adicionales como medición, confiabilidad, equipo de información de la calidad, motivación para la calidad, y otras numerosas técnicas relacionadas ahora con el campo del control moderno de calidad y con el marco general funcional de calidad de un negocio.

### 1.2.1 Historia y origen del fenómeno



A comienzos de este siglo Frederick W. Taylor (1815 - 1915), desarrolló una variedad de métodos destinados a mejorar la eficiencia de la producción, en los que consideraban a los trabajadores poco más que máquinas capaces de pensar. Este sistema, beneficioso en principio pero fatal en sus consecuencias, tuvo gran arraigo en todos los sistemas industriales de occidente.

En 1931, Walter A. Shewart (1891 - 1967), de la Bell Telephone Laboratories, que había publicado una serie de escritos sobre la aplicación de la estadística a la calidad de los productos industriales, saca a la luz su famoso trabajo. "Economic Control of Quality of Manufactured Products", que constituye un hito en la historia de la calidad mundial.

Confirmando la teoría de que, por desgracia, las guerras son uno de los fenómenos que más favorecen el desarrollo tecnológico y la investigación, la segunda guerra mundial impulsó extraordinariamente el control de calidad en los Estados Unidos, como respuesta a la necesidad de producir rápidamente suministros bélicos de elevada fiabilidad.

La llegada a Japón del fenómeno calidad se inicia en 1946, durante la ocupación, cuando W. G. Magil y H. M. Sarahson de la SCAP Civilian Communication Section deciden instruir a la industria japonesa de telecomunicaciones en control de calidad.

Dos años después la JUSE ( Japanese Unión of Scientists and Engineers), consiente de las graves deficiencias de calidad de los productos japoneses, así como de las repercusiones de dicho problema en el mercado exterior, decide fundar un comité de investigación, el Q. C. Rercarch Group, cuyo fruto inmediato son los primeros cursos de calidad impartidos en 1949.



También en 1949 llega a Japón como consultor en investigación estadística W. Edward Deming bajo el patrocinio de la SCAP. En 1950, en una segunda visita como invitado por la JUSE, celebra un seminario de ocho días al que asisten 21 personas de la alta dirección de empresas japonesas. Nuevas conferencias ese mismo año en Tokyo, SAKA, Nagoya y Hakata, a las que ahora asisten más de cuatrocientos ingenieros japoneses; otras dos visitas en 1951 y otra en 1952 constituyen el verdadero origen del fenómeno: los japoneses entienden que en la calidad está el secreto del éxito de su país. Más aún: la clave de la verdadera victoria, en un conflicto de intereses que para muchos no había terminado con la derrota militar de 1945.



En 1954 la JUSE invita al Dr. Joseph M. Juran, entonces otro experto en temas de calidad, a dirigir varios cursos nuevos. Desde entonces Deming y Juran visitan Japón muchas veces, impartieron sus respectivas y complementarias lecciones sobre calidad; en el caso de Deming, basadas en el uso de la estadística y en el caso de Juran, estructuradas sobre los problemas y enfoques de su implantación **VISIÓN HISTORICA Y FILOSOFIA DE LA CALIDAD**. En esta década nos encontramos frente a un difícil reto en el cual está involucrada nuestra seguridad laboral.

En el mercado europeo, plenamente libre, abre las puertas de par en par en las fronteras de los países comunitarios. Los productos las atraviesan libremente, sin impuesto e impedimentos, con lo que se destaca una feroz competencia en la cual sobrevivirán sólo los más preparados.

Las empresas orientadas al crecimiento desarrollan gestiones de calidad en cada uno de los departamentos, porque ésta es la única manera de lograr excelencia en la organización ahorrar tiempo, abaratar costos, y producir productos que ofrezcan garantías.

Hoy ya no se trata de vender, es cuestión de hacer clientes, ganar mercado, contar con un sólido número de compradores vinculados a la empresa por la calidad de los productos, la calidad de los servicios y la calidad del trato humano.

La calidad es competitividad. Hoy el tema de la competitividad se convierte en el punto de mira de todas las empresas y personas que ven en la calidad una manera de asegurar el futuro.

La calidad y la competitividad son noticia porque han dejado de pertenecer a la organización empresarial para transformarse en una preocupación social, un apoyo para la supervivencia empresarial o una cuestión de Estado, como sucedió hace ya algunos años en otros países de la comunidad.

Antes, la calidad se refería a un producto que cumpliera con unas especificaciones, parámetros (control) ahora es la satisfacción plena del cliente.

### **1.3. La Calidad Total es cosa de todos**

Aunque es claro que "Total Quality Control"(T.Q.C) es un complejo concepto, la calidad total es una filosofía empresarial que ha de implantarse en la organización de forma global, es evidente que lo que permite básicamente que se instaure la Calidad Total y que funcione el sistema, es el cambio de actitud que experimenta todo el personal de la organización y la motivación que sienten por su trabajo.

¿Cambiar,... y, porqué cambiar?. De todos los posibles significados que pueden atribuirse a T.Q.C o Calidad Total, el que suele despertar mayores polémicas respecto a las ventajas de su adopción es aquel que la identifica con Cambio de Cultura empresarial.

En todo proceso, en toda actividad empresarial, los protagonistas supremos son siempre en última instancia, los seres humanos. Cuando actúan al unísono constituyen un poder formidable, capaz de las mayores proezas bajo el doble impulso de voluntad e inteligencia.

Cuando las personas se ven estimuladas no sólo económicamente, sino por la posibilidad de que cuente con su opinión, su experiencia y sus ideas, renace en ellas el sentimiento de pertenencia, la mentalidad de misión y experimentan en fin, el orgullo de enfrentar los desafíos, aprender de los reveses y obtener triunfos individuales y empresariales.

Se debe considerar que la calidad es soportada por la productividad, siendo esto el binomio de la excelencia, con ellos se logran abatir costos y por ende mantener estables los precios ofrecidos con el adecuado uso de los recursos, es un producto o servicio de acuerdo a lo esperado y lo esperado es que satisfagan las necesidades del cliente o usuario. Lo esperado en fin son productos o servicios con calidad, proceso que implica a todos los niveles y áreas de la organización y para lograr estos niveles significativos de productividad y de calidad se requieren grupos o equipos integrados, los cuales motivados por la excelencia sean capaces de manejar correctamente el sistema de mejora continua; el cual se basa en el principio "No puede haber ninguna actividad sin registro, registro sin análisis y análisis sin acción correctiva."



### **1.3.1 Filosofía de la calidad total**

#### **I. La filosofía.**

Que permite introducir a la gente en un proceso de mejora motivando, para redescubrir el enorme potencial del ser humano y su aplicación en el trabajo bien hecho, con los consecuentes beneficios a la sociedad.

Ayuda a reencontrar el sentido del trabajo individual y en grupo, la pertinencia de hacer bien las cosas desde la primera vez, conocer el costo de la no-calidad acompañada de apatía, indiferencia o manipulación, comprender el enfoque preventivo sobre el correctivo.

La calidad total no es un problema es una solución. Ubicar al nuevo líder como facilitador de las condiciones de trabajo, resalta la importancia de contar con un sistema sólido que permita "aterrizar" y mantener la motivación de todo el personal de una organización. Y finalmente busca la revalorización y dignificación del trabajo.

#### **II. El sistema**

Esto se refiere a los sistemas de organización visión, procedimiento e instrucciones de trabajo. Las personas una vez que se convencen de ser mejores y se motivan a colaborar en un medio de productividad y mutua satisfacción, necesitan de un sistema que los apoye para "aterrizar" y retroalimentar su nueva actitud.

Una organización con procedimientos ágiles y comprensibles para todos los involucrados en el proceso, desde el Director General hasta el aseador, y desde el cliente pasando por las etapas de diseño, materias primas, fabricación hasta la distribución, entrega y satisfacción del cliente y la sociedad.

Un sistema que le diga a cada integrante lo que tiene que hacer y como hacerlo, y que le proporcione retroalimentación y reconocimiento en un plano de excelencia. Un sistema que una la misión y el esfuerzo de cada departamento, de cada grupo en una sinergia de resultados hacia la productividad.

Sin embargo, el objetivo de esto es la transformación de grupos en equipos de trabajo, dentro de una organización para mantener su competitividad y cumplir con la misión de servicio a la Sociedad.

En una organización existen diferentes grupos, los cuales a su vez pueden estar formados por círculos de calidad, equipos que deben tener perfectamente identificada su visión, hacia donde van, su misión, cuál es la razón de ser de su equipo, las estrategias, caminos o medios alternativos para lograr sus objetivos y éstos deben a su vez ser congruentes con los demás equipos del grupo y de la organización y lo más importante nunca perder de vista las creencias y principios morales de equipo.

### **1.3.2 Adoptar la nueva filosofía.**

El nuevo desafío amplía aprender a cumplir con responsabilidad y a ser en el cambio por efectuar, no se debe tolerar más de los niveles corrientemente aceptados de errores, defectos material no adecuado o refacciones usadas no acordes para el servicio solicitado, personas que no saben cual es su trabajo y que tienen miedo de preguntar, daños por manipulación métodos anticuados de reparto y formación de ordenes de trabajo supervisión inadecuada e ineficaz, dirección no arraigada en la organización.

Los retrasos y las equivocaciones incrementan de manera alarmante los costos y esto repercute en el precio del producto o de los servicios.

Una filosofía que permita introducir a la gente en un proceso de mejora motivando para redescubrir el enorme potencial del ser humano y su aplicación en el trabajo bien hecho, con los consecuentes beneficios a la sociedad.

Que ayude a reencontrar el sentido del trabajo individual y en grupo, la pertinencia de hacer bien las cosas desde la primera vez, conocer el costo de la "no calidad" acompañada de apatía, indiferencia o manipulación.

Comprender el enfoque preventivo sobre el correctivo. La calidad total no es un problema, es una solución. Que por esta filosofía se ubique al nuevo líder como facilitador de las condiciones de trabajo, resaltar la importancia de contar con un sistema sólido que permita "aterrizar y mantener la motivación de todo el personal de la organización.

Y finalmente que por esta filosofía se busque la revalorización y dignificación del trabajo.

### **1.4. Panorama para el control total de la calidad**

El fundamento de este concepto de calidad total y su diferencia básica con relación a otros conceptos, es que para proporcionar una efectividad genuina, el control debe iniciarse con la identificación de los requisitos de calidad del cliente y uso final solo cuando el producto ha sido colocado en las manos de un cliente quien permanece satisfecho. El control total de la calidad guía las acciones coordinadas de personas, máquinas e información para lograr este objetivo.

La razón de lo anterior es que la calidad de todo producto se halla afectada en muchos de los pasos del ciclo industrial.

1. La mercadotecnia valora o estima el nivel de calidad que desea el consumidor y por lo cual está dispuesto a pagar.
2. Los ingenieros reducen la evaluación de mercadotecnia a especificaciones exactas.
3. Compras escoge, contrata y ajusta con los vendedores, piezas o materiales.
4. La ingeniería de manufactura selecciona maquinaria, equipos, herramientas y procesos de producción.

5. La supervisión de manufactura y el personal de talleres ejercen una influencia decisiva durante la fabricación y en los ensambles intermedios y finales.
6. La inspección mecánica y pruebas funcionales comprueban la conformidad con las especificaciones.
7. Los embarques influyen en los empaques y el transporte.
8. La instalación asegura la operación adecuada de emplazamiento del producto de acuerdo con instrucciones precisas que se conservaran durante el servicio del producto.

La determinación de calidad y costos de calidad tienen lugar durante el ciclo industrial completo. Por esta razón, el verdadero control de calidad no se puede lograr concentrándose en la inspección únicamente o en el diseño, tampoco en la ubicación de problemas o en la preparación educativa de los operadores, ni en el análisis estadístico o en los estudios especiales de confiabilidad, por importantes que sean individualmente cada uno de tales elementos.

Las actividades de calidad total deben existir en todas las operaciones de línea principal: mercadotecnia, ingeniería de diseño, producción, relaciones industriales, servicio y áreas clave parecidas. Cada mejora en la calidad y cada esfuerzo por mantener la calidad, sea un cambio en el equipo y esfuerzo laboral, en la estructura de interrelaciones, en el flujo de información o en la administración y control de estas funciones, debe calificar tanto para su propia contribución como para la contribución a la efectividad de la calidad total.

El control de calidad resulta responsable de la certificación de la calidad a un costo óptimo de calidad.

El punto de vista de la calidad total considera a la persona prototipo del control de calidad no como un inspector, sino como un ingeniero y administrador de la calidad, con conocimientos adecuados en la tecnología aplicable del producto e ingeniería de sistemas modernos y en administración de sistemas, así como con entrenamiento en métodos estadísticos enfoques de comportamiento y motivación humana, técnicas de inspección y pruebas, estudios de confiabilidad, prácticas de seguridad y otras útiles herramientas de este tipo para mejorar y controlar la calidad.

La responsabilidad de la verificación de la calidad no pesa sobre la inspección sino sobre quienes producen las piezas.

### **1.5. Bases para el control total de la calidad**

El trabajo del control total de la calidad requiere de formas efectivas de integrar los esfuerzos de un gran número de personas con un gran número de máquinas y enormes cantidades de información. Por tanto, implica preguntas sistemáticas de proporciones importantes, y el enfoque de sistemas es inherente al control total de la calidad.

Históricamente, el significado de la palabra "Sistema" ha variado sobre un espectro completo desde "papeleo" de oficina en un extremo hasta un programa de computadora en "software" y un sistema de equipo "hardware" en el otro extremo. El control de calidad, el término "sistema" ha significado cualquier cosa desde procedimientos de planta que generan problemas hasta un estante de "manuales" operativos y manuales que cubren todas las rutinas de prueba e inspección.

La experiencia ha mostrado que estos enfoques han sido muy estrechos. El control efectivo de la calidad requiere de una fuerte coordinación de todo el papeleo relevante con las actividades de software, hardware y manuales. Requiere de la integración de las acciones de calidad de personas, las máquinas y la información en sistemas fuertes de calidad total.

Un sistema de calidad es la estructura operativa de trabajo aceptada en la compañía y en la planta, documentada con procedimientos integrados técnicos y administrativos efectivos para guiar las acciones coordinadas de las personas, maquinas e información de la compañía y la planta de las mejores y mas practicas maneras para asegurar la satisfacción del cliente y costos económicos de calidad.

Un sistema de calidad total claramente definido y por completo instalado, es una base poderosa para el control total de la calidad, en toda la compañía, y para la administración total de la calidad. Sin esta integración del sistema en la compañía, "la administración de la calidad por anticipado" puede permanecer como consigna y tema de conversación de quejas. La calidad puede ser una consecuencia en lugar del resultado de objetivos y actividades cuidadosamente planeados; puede ser el producto final de acciones individuales, algunas sin relación, a través del proceso mercadotecnia-ingeniería-producción-servicio-calidad. Puede estar basado en intenciones sinceras, pero sin la guía de objetivos firmes y cuantitativos de la calidad para el cliente implementados por claros programas en la organización.

Como contraste, los sistemas fuertes de calidad proporcionan una base administrativa y de ingeniería para el control efectivo orientado a la prevención, que trata firmemente con los niveles actuales de complejidad humana, de maquinaria y de información que caracterizan las operaciones de la compañía y la planta de hoy.

Las nuevas tecnologías de ingeniería de sistemas y administración de sistemas son bases importantes para el establecimiento y la operación continua en la administración de los sistemas de calidad. Para que esto sea así se tienen impactos técnicos y administrativos fundamentales en el trabajo de control de calidad:

" La ingeniería del sistema puede proporcionar lo que podría considerarse como la "tecnología de diseño fundamental del ingeniero de calidad moderno".

" La administración de sistemas puede convertirse en una guía de administración fundamental para el gerente de calidad.

" La economía de sistemas, particularmente con respecto a la contabilidad formal de los costos de calidad total, puede proporcionar un punto guía de control importante en el negocio para el gerente general.

## **1.6. El lugar que tiene el control total de la calidad.**

Hoy la nueva importancia estratégica en los negocios de la calidad se ha convertido en un punto focal de atención directa y explícita de la administración. Los gerentes conocen bien el axioma que dice: vendibilidad más producibilidad más productividad, es igual a utilidades. Basta un momento de reflexión para darse cuenta de que el control total de la calidad contribuye en forma apreciable a cada uno de los elementos de esta fórmula.

### **1.6.1 El tiempo de resultados y beneficios.**

Las mejoras importantes en los niveles de satisfacción al cliente y el mantenimiento de estos niveles apropiados son los objetivos principales del control total de la calidad. Los beneficios orientados a la satisfacción del cliente que cabe esperar de un programa de control total de la calidad son:

- La calidad de los productos y servicios y el control total de la calidad.

" Mejora en la calidad del producto.

" Mejora en el diseño del producto.

" Mejora en el flujo de la producción.

" Mejora en la moral de los empleados y la conciencia de calidad.

" Mejora en el servicio al producto.

" Mejora en la aceptación del mercado.

- Además como resultante, se logran importantes mejoras económicas que incluyen:

" Reducción en costos operativos.

" Reducción en pérdidas operativas.

" Reducción en costos de servicio en campo.

" Reducción en el potencial de demandas legales.

La experiencia ha demostrado que cuando se obtiene un mejor nivel de calidad, controlando la calidad del producto dentro de la compañía, por regular los costos operativos se reducen. Esta reducción en los costos operativos posible debido a que en los esfuerzos anteriores para alcanzar el balance entre el costo de un producto y el servicio que presta, la industria ha inclinado la balanza considerable en la dirección de costos del producto que son demasiado altos. Muchos de los "costos de calidad" se gastan ya sea para corregir errores o para vigilarlos. Estos altos costos en la obtención de la calidad, las fallas internas debido a rechazos y otras categorías similares han sido reducidos por un programa de control de calidad efectivo en muchas compañías.

## **1.7. Proceso de control.**

### **a) Planear.**

Determinar metas y objetivos, deben distinguir del deseo y dedicarse en función de la capacidad del proceso.

Fijar lineamientos, niveles o medidas de actuación concretas, ya que sin estos no se pueden establecer metas.

Se deberán expresar concretamente en cifra y con un propósito.

Es preciso asignar un plazo corto. Así como determinar el plazo máximo y mínimo para las metas alcanzables.

Deberán fijarse con base en los problemas que la empresa desee resolver.

Determinar los métodos para alcanzar metas.

Definir los métodos de operación a seguir, demostrado los pasos.

Si una persona desarrolla una método, deberá convertirlo en una forma o reglamento y después de incorporarlo dentro de la tecnología y propiedad de la empresa. Este deberá ser útil para todos y libre de dificultades.

### **b) Hacer**

Dar educación y entrenamiento

Capacitar en aspectos técnicos de la operación (que sepa hacer su trabajo).

Que tenga conocimientos y habilidades para hacer su trabajo.

Capacitar en los objetivos y factores concretos a controlar.

Realizar el trabajo.

Asegurar la realización de la operación de acuerdo a lo planeado.

Crear el ambiente para que los trabajadores realicen su labor libremente, porque ellos quieren, más no por que se les imponga.

Asegurar que se implica a dichas políticas.

Un punto importante en la política de calidad es su aseguramiento.

### c) Control

El control debe ser total

Esto implica, control de costos (de utilidades y precios), de cantidades (volumen de producción, ventas y existencias) y de fechas de entrega.

Si no se conoce el costo, no se pueden hacer diseños ni planificación de calidad. Si el control de costos se maneja estrictamente se sabrá que utilidades pueden derivarse de la eliminación de ciertos problemas. De esta manera los efectos del control de calidad son fáciles de prever.

En cuanto a cantidades, si estas no se conocen con exactitud, se ignora la tasa de defectos y la de correcciones, de igual manera si el porcentaje de bajas varía muy ampliamente y hay muchos lotes rechazados, no se podrá tener control de producción ni de las fechas de entrega.

Si en un departamento su control no es total, va a afectar al siguiente departamento y no solo ha este sino a toda la empresa, porque no asegura la calidad de su producto o servicio.

La única forma de control total es **autocontrol**

Gracias al autocontrol se asegura el trabajo, porque da la posibilidad de corregir errores y desviaciones en el momento en que ocurran, de tal manera que no se pase a la siguiente etapa, evitando así problemas a los clientes (seguridad y desarrollo).

### d) Verificar

Verificar los efectos de la realización.

Una verificación efectiva solo es posible con base en los hechos (datos). Las consignas "tiene que ser así" o "debe ser así", no son válidas.

Investigar y checar si surgen hechos inesperados o situaciones que aparten de los procesos normales. Habrá que verificar las causas u los efectos.

Obtener datos no siempre significa obtener números: Una lista de verificación puede ser evidencia suficiente.

### e) Actuar

Una vez hecho el análisis de los datos si se encontraron desviaciones, hay que tomar acciones correctivas inmediatas, para que estas no vuelvan a repetirse.

El control y la mejora de la calidad deben ser objetivo de la gerencia-dirección.

Controlar y desarrollar la calidad debe ser objetivo gerencial, ya que es la gerencia la que tiene el poder de cambiar los sistemas. El paso número uno con el que se inicia todo proceso de calidad es el compromiso gerencial, y este se manifiesta en un cambio de actitud radical; hay una nueva manera de hacer las cosas, un deseo constante de revisar los procesos que adoptará la empresa en material de control de calidad, así como manifestar su compromiso.

Debe fijar políticas para la introducción y la promoción de la calidad total.

Estas políticas deben publicarse en toda la organización y deben ser ejecutadas por los colaboradores.

Asignar recursos, controlar los programas de capacitación, involucrar mejoras anuales y equipos de acción correctivas, etc.

### **1.7.1. El Autocontrol.**

Si la esencia de la calidad es el aseguramiento de la misma, la esencia del aseguramiento es el autocontrol. La persona utiliza su inteligencia y su voluntad, tiene la capacidad y autoridad para decidir en su área de trabajo, para controlar y mejorar sus actividades diarias.

El autocontrol es una forma excelente de participación real. Siendo uno de los deseos de los directores, ya que así lo han expresado.

El trabajador debe ser un socio más que un mero ejecutor silencioso, no un simple instrumento de producción al que no se le reconoce suficiente dignidad, ni puede expresar su propia iniciativa, ni perfeccionarse así mismo.

La calidad de personas humanas confiere al hombre el derecho a labrar su propio destino, y en este se basa su obligación y su participación en la empresa en que trabaja.

Valor del trabajo, la satisfacción del trabajo no proviene solamente de sus frutos, sino del hecho mismo de realizarlo, de ahí que el trabajador debe tener mucho que decir de la tarea que realiza y de la importancia de la participación.

Principio de subsidiaridad: implica no solamente que el mayor no haga lo que el menor pueda hacer bien, sino que aquel haga solamente lo necesario y que ayude y estimule a este para que haga lo más posible por sí mismo.

La empresa son todos, porque están en el mismo proyecto.

La colaboración y armonía deben prevalecer, ya que la empresa es un lugar de convivencia cotidiano, que requiere comprensión y paz para que la vida de trabajo valga la pena de ser vivida.



Se deben de formar equipos en los distintos departamentos, en donde se traten todos los asuntos del trabajo directo (equipos de acción correctiva).

La participación del personal en las decisiones de su propia área esencial para el aumento de la productividad, la autorrealización del trabajador y su futuro desarrollo.

Esta participación funcional requiere que se lleve a cabo una buena capacitación, que haya una amplia comunicación, que se facilite la consulta, pero sobre todo que se deje al personal tomar decisiones en su área de trabajo, identificando, analizando y resolviendo problemas; estando dispuestos, tanto la empresa como el trabajador a asumir los riesgos inherentes a esta política.

#### **1.7.1.1. Requisitos de autocontrol**

Algunos requisitos vitales son:

Que el trabajador sepa que se espera de su trabajo. ¿Se que espera mi jefe del trabajo que realizo?.

Que el trabajador conozca cual es su desempeño actual. ¿Se cual es mi desempeño?.

Que tenga los medios para meter en control la operación (adecuada capacitación). ¿Tengo los medios para realizarlo adecuadamente?.

Que tenga la autoridad para formar decisiones sobre su área de responsabilidad ¿tengo autoridad para realizarlo?.

Por supuesto que estos requisitos deberán ser vividos en un clima de confianza y es conveniente que constantemente sean revisados, porque el autocontrol, es el núcleo de todo el sistema de calidad total.

#### **1.8. Mejora**

En un contexto de calidad total "mejora" significa cambiar de nivel de tal forma que una persona, un departamento o una empresa sea eficaz, más competitiva, ofrezca excelentes servicios y mejores productos. El requisito indispensable para alcanzar una mejora es primero, estar en "control" de los procesos, sistemas y del trabajo. (Figura 10)

El deseo de mejorar va encaminando a satisfacer de manera más adecuada las necesidades del cliente, este es quien orienta hacia la mejora; ya que por sí solo no acontece nada, es necesario optimizar, hacer planes detallados con metas concretas de mejora.

Por lo tanto se debe de contar con un programa de mejoramiento. Este será un programa anual de mejoramiento de calidad, planteado, organizado y desarrollado sistemáticamente en proyectos específicos de mejora.

La mejora de calidad es precisa para dos tipos de calidad de producto y ausencia de

deficiencias.

Es necesario aplicar los círculos de calidad o de Deming para la mejora de la calidad:

- **Planear**, recabar y analizar los datos y decidir la mejora a efectuar.
- **Ejecutar** la decisión tomada.
- **Observar** los efectos del cambio.
- **Medir** los resultados en la nueva zona del control de calidad.

Bases:

— Se debe partir siempre del concepto de calidad. Entender bien el concepto de mejora, apoyándose en el análisis estadístico y el trabajo en equipo.

— La mejora es proyecto tras proyecto y de ninguna otra manera.

— La mejora de la calidad es parte del proceso administrativo.

— Toda mejora siempre inicia con el producto, luego procesos e insumos; ventas, costos, sistemas administrativos, motivación y reconocimientos.

— El manejo de la seriedad de estos programas de mejora de calidad, crea el hábito de la misma.

— Se necesita el hábito de la mejora, ya que esporádicamente no funciona, ni permite alcanzar el éxito que se desea, para lo cual se necesita de una mejora permanente.

— Familiarizarse con los conceptos, claves y técnicas.

— Este permite crear la consistencia de propósito para la mejora de productos o servicios, con un plan para ser competitivo y permanecer en el mercado.

De lo anterior se puede concluir que la mejora es un proceso organizado para la creación de un cambio beneficioso, significativo en los resultados de trabajo, en el cual se deben de considerar el ciclo de mejora.

Si una organización mejora la calidad:

**Reduce los costos.**- Los costos se reducen porque hay menos errores, menos reprocesos, menos retrasos y menos problemas y hay mejor empleo de las máquinas y de los materiales.

**Baja los precios.**- A medida que bajan los costos debido al menor volumen de material reprocesado, de trabajo repetido, de errores, de desperdicios y esfuerzo humano, la productividad aumenta y el precio puede reducirse.

**Captura en mercado.-** Con mejor calidad, con un precio más bajo y un poco de creatividad se puede capturar el mercado.

**Se mantiene en el negocio.-** Mejorando la calidad, bajando el precio e incrementando la participación en el mercado se puede permanecer en el negocio.

**Proporcionar más empleo.-** Mejorando la calidad, bajando el precio e incrementar a la participación en el mercado se puede proporcionar más empleos.

### 1.9. Productividad

El tratado de Libre Comercio entre Estados Unidos, Canadá y México, así como otros acuerdos que promueven el libre intercambio de bienes y servicios, incrementan en forma muy importante la competencia en nuestro país. La sobrevivencia, maximización o aumento en la participación del mercado, hace indispensable tener un nivel de competitividad fortaleciendo, y este se logra mediante índices de productividad y calidad superiores a los de la competencia. La revitalización del orden económico global actual plantea el reto de competir con economías desarrolladas más fuertes que la nuestra.

Esta apertura de mercados exige desarrollar en nuestro medio sólida cultura de productividad y calidad que promueva la competitividad de los bienes y servicios que se comercializan. Aunado al mercado en creciente competitividad, las organizaciones enfrentan también el reto de llevar a la práctica el acuerdo nacional para la productividad y calidad, establecido por el gobierno y los diferentes sectores del país; este acuerdo demanda la participación activa de los diversos factores de la producción y se instrumenta mediante estímulos por productividad y calidad, acorde a los planes, tiempos, características y necesidades específicas de las diversas organizaciones.

De aquí la importancia de la productividad y el compromiso que se tiene para comprender su significado y ver su relación con la competitividad. La productividad permite satisfacer plenamente las necesidades de bienes y servicios que el consumidor demanda, utilizando la cantidad mínima de recursos, la cual lleva a lograr la optimización de estos para abatir costos y buscar la mejora de los productos y servicios, "Hacer más con menos". De lo anterior se desprenden estas "máximas" alcanzadas por la organización, destacándose aquellas relacionadas con su supervivencia, utilidades deseadas y crecimiento, (ventas realizadas, compras, servicios proporcionando a clientes, etc.)

La **Productividad** es maximizar, optimizar, cuidar los recursos, obtener el máximo rendimiento. Es la relación entre lo que se obtiene y los recursos aplicados para obtenerlo.

**Satisfacción:** Es un conjunto de sentimientos favorables que manifiestan los empleados respecto a su ambiente de trabajo, esta afecta el desempeño y es susceptible a medirse a través de la observación y las encuestas de opinión.

**Cumplimiento de responsabilidad:** Se refiere al nivel de compromiso que adquiere el

personal con el logro de los objetivos de la empresa, y que afecta el esfuerzo y nivel de desempeño.

La competitividad en el exterior es la capacidad que tiene la empresa para desempeñar el enfrentamiento ante la organización del mismo giro. Paradójicamente una mayor competencia conduce a niveles mas altos de productividad, por la presencia en el mercado de competidores directos y el gran riesgo de caer rendido ante la carga de los altos costos en los procesos productivos, incluyendo en estos a todas las actividades de trabajo realizadas por la organización.

Actualmente, para que las empresas alcancen mejores niveles de productividad y se ubiquen en los mercados de competitividad nacional e internacional, se esta dando mayor difusión a la tecnología de punta (técnica, métodos y procedimientos actualizados); teniendo los siguientes ejemplos: la excelencia estratégica y alta dirección entre otras:

El mejoramiento de calidad transfiere el desperdicio de horas hombre y de tiempo de máquina, a la manufactura de buenos productos y a la provisión de un mejor servicio.

Cuando la productividad y la calidad se consideran en forma conjunta es factible alcanzar una mayor competitividad.

Fergenbaum sostiene que existe algo así como una planta "oculta" y no productiva, dedicada tan solo a rectificar y reparar los productos defectuosos y las devoluciones; por lo tanto, si mejora la calidad esa planta oculta queda disponible para elevar con ella la productividad.

Cualquier mejoramiento de la calidad que permita reducir los defectos es también un mejoramiento de la productividad. El costo de mejoramiento de la calidad rara vez es más alto que el ahorro obtenido a causa del aumento correspondiente de la productividad

La productividad ha llegado a ser un enfoque táctico a corto plazo y esta asociada a la reducción de costos, a mayor eficiencia, a un mejor uso de los recursos y a la reestructuración de la organización.

## **1.10. CONCIENCIA DE CALIDAD**

Una de las características más peculiar y llamativa de la filosofía de calidad es que considera que los problemas son una fuente de riqueza para las empresas, ya que al producirse nos permite analizar su causa y de este modo mejorar todo el proceso de gestión en el que se integran (si no hay mejora), sin olvidar que uno de los principios capitales es PREVENIR los fallos reiterativos, lo que no exime de culpa al que cometa errores y menos aun si se han producido con anterioridad.

Crear la conciencia de calidad en todos y cada uno de los miembros de la organización, no se logra con sólo una plática o capacitarlos acerca de lo que tienen que realizar. La calidad depende del esfuerzo de colaboración de cada uno de los departamentos que

intervienen en el proceso, tanto horizontal como verticalmente. Quién decide si finalmente la calidad de lo que se produce es el cliente, pero si falla en cualquiera de los procesos, inmediatamente se reflejará en la insatisfacción, o pérdida de éste. Por lo cual es indispensable crear la conciencia de calidad, por medio de una capacitación permanente con lo que cada día se esta sensibilizando a todos los miembros de la empresa a través de los resultados. Siendo necesario el control de calidad por medio de la auto evaluación. Hay muchos términos involucrados con la calidad, tales como: el nivel del producto o servicio, la confiabilidad, durabilidad, utilidad, ciclo de vida, diseño, innovación, comodidad, precio, etc.

Si todos los integrantes de la organización están conscientes de que la calidad es: una ventaja competitiva, la manera de asegurar la permanencia en el mercado y de mejorar las utilidades, seguramente se adoptará a la calidad, como el estilo de vida de la empresa, lo anterior se logra con la planeación, situación, verificación y mejoramiento, son pocas las empresas que han analizado el costo de la mala calidad, observando las consecuencias que podrían afectarles.

### **1.11. PRINCIPIOS DE CALIDAD**

Su secreto estriba en el establecimiento de objetivos de mejora permanente y en un seguimiento periódico de resultados.

- " Es necesario hacer las cosas bien y a la primera.
- " Mantenerse cerca del cliente.
- " Debe fomentarse la comunicación ascendente, descendente y, desde luego horizontal, tanto dentro de la empresa, como con el exterior de la misma.
- " Deben involucrarse todos los niveles de la empresa.
- " Es preciso el trabajo en equipo.
- " Lograr la productividad a través del personal.
- " Mantener una estructura sencilla
- " Mantener una actitud firme en cuanto a valores de la compañía.

En las empresas se debe:

- " Abolir la atmósfera de culpa, desechar y no buscar culpables.
- " Utilizar los errores para aprender.
- " Reducir las funciones de control y auditoria interna, completándolas con el autocontrol y la auto-auditoria de los que realizan el trabajo.
- " Reducir las distancias marcadas por la jerarquía.
- " El éxito de una empresa no radica en su crecimiento, ni siquiera solamente en el triunfo económico, sino en la consecución de sus objetivos, que deben ser tanto sociales como materiales.

## CAPÍTULO 2

### El milagro económico del Japón de la mano del método del Dr. W. Edwards Deming.

#### 2.1 LA PRESENCIA DEL DR. W. EDWARDS DEMING EN JAPÓN.



*Deming en Japón con su familia.*

Es inevitable poder empezar a hablar de la calidad sin referirnos al padre de la misma y a sus seguidores. W. Edwards Deming (1900-1993) Estadístico estadounidense aprendió desde muy pequeño que las cosas que se hacen bien desde el principio acaban bien.

La temprana vida de Deming fue caracterizada por la pobreza y el trabajo duro. Nació el 14 de octubre de 1900, en Sioux City, Iowa. Su padre, un abogado luchador, perdió una demanda judicial en Powell, Wyoming, lo cual hizo mudar a la familia a dicha ciudad cuando Deming tenía siete años. Vivieron en una casa humilde donde el preocuparse por que sería su próxima comida era parte de su régimen diario.

“No es valiente el que no tiene miedo, sino el que sabe conquistarlo”  
Nelson Mandela

Deming salió a trabajar cuando tenía ocho a un hotel local. Con sus ahorros en mano, Deming se fue de Powell a la edad de 17 hacia Laraman, a la Universidad de Wyoming donde estudió ingeniería. Recibió un Ph. D en Físicas Matemáticas en la Universidad de Yale en 1927 donde fue empleado como profesor. Deming recibió muchas ofertas en la industria privada y agarró un empleo trabajando para el Departamento de Agricultura en Washington, D.C. Fue acá donde Deming conoció a su esposa, Lola Sharpe, con quien se caso en 1932, y fue presentado con su guía, Walter Shewhart, un estadístico para

Laboratorios Bell y sus escritos impactaron su vida y se convirtieron en la base de sus enseñanzas.

Trabajo durante varios veranos en la legendaria planta de Hawthorne de la Western Electric Company en Chicago donde Mayo realizó sus experimentos. Inició en 1942 (en plena guerra mundial) una serie de cursos sobre el control estadístico del proceso en la universidad de Stanford a los cuales asistieron ingenieros de algunas empresas que fabricaban armamento.

Durante la Segunda Guerra Mundial, Deming enseñó a los técnicos e ingenieros americanos estadísticas que pudieran mejorar la calidad de los materiales de guerra. Fue este trabajo el que atrajo la atención de los Japoneses.

En 1950, lo que Japón quería, lo tenía Estados Unidos; simultáneamente, ¿Qué tenía los Estados Unidos pero no quería? La respuesta, W. Edward Deming, un estadista, profesor y fundador de la Calidad Total. Ignorado por las corporaciones americanas, Deming fue a Japón en 1950 a la edad de 49 y enseñó a los administradores, ingenieros y científicos Japoneses como producir calidad.

W. Edwards Deming fue consultor con 40 años de práctica mundial, conocido internacionalmente, cuyos trabajos introdujeron en la industria japonesa los nuevos principios de la gestión y revolucionaron su calidad y productividad. La adopción de los 14 puntos del Dr. Deming para la gestión ayudaría a la industria de los Estados Unidos.

En 1947, Deming fue contratado por el comando de las fuerzas de ocupación aliadas para que ayudaran a elaborar el censo japonés de 1951.

Japón había pagado un precio muy alto por su derrota. De sus grandes ciudades sólo Kyoto se había salvado de sufrir daños en gran escala. La industria estaba en ruinas. la producción agrícola se había reducido en una tercera parte. La población tuvo que prescindir primero de los bienes de consumo y luego de los alimentos. La moral se había derrumbado. El escaso arroz, base alimenticia del pueblo japonés, no se encontraba ni en los restaurantes. Se prohibía dormir en las estaciones del tren porque muchos morían ahí de inanición, sobre todo los niños y los ancianos.

Cuando, en 1950, fue invitado por el presidente de la Unión de Científicos e ingenieros Japoneses, (UCIJ) Ishikawa, a enseñar sus métodos estadísticos a los ingenieros japoneses. Deming encontró un Japón donde se vestía y se comía mucho mejor que inmediatamente después de la guerra, pero los precios eran altos y los productos japoneses habían reformado su bien ganada fama mundial de mala calidad. En julio de 1950, Deming se reunió con la Unión quien lo presentó con los administradores principales de las compañías japonesas. Durante los próximos treinta años, Deming dedicaría su tiempo y esfuerzo a la enseñanza de los Japoneses y "transformó su reputación en la producción de un motivo de risa a un motivo de admiración y elogio".

El doctor Deming impartió su primer curso el 19 de Junio de 1950 ante un auditorio compuesto principalmente por ingenieros, convencido de que la principal causa por la que

su modelo administrativo para la calidad fracasó en los Estados Unidos fue la falta de capacitación e involucramiento de la alta dirección, solicitó hablar con los altos directivos japoneses.

El 13 de julio de 1950 Ichiro Ishikawa logró reunir a 21 de los principales empresarios del Japón en una cena en la que Deming les presentó su filosofía administrativa para la calidad.

En Agosto, habló ante otros 50 industriales de Tokio y ante 45 más en Hakone. Al finalizar el verano de 1950. Deming había expuesto su filosofía y su sistema administrativo para la calidad a la mayoría de los altos ejecutivos de las grandes compañías japonesas.

Los temas de seminario fueron los siguientes:

**I.-** Cómo mejorar la calidad llevando a cabo el ciclo; planear, hacer, verificar, actuar (PDCA, o ciclo de Shewhart), en relación con el diseño, la producción, las ventas, las encuestas y el rediseño.

- **Planear** significa entonces diseñar mejoras en el trabajo.

- **Hacer** significa introducir dichas mejoras en el proceso verificando internamente su efectividad.

- **Verificar** significa realizar el trabajo con las mejoras introducidas

- **Actuar** significa recibir la retroalimentación del departamento - cliente acerca de las mejoras introducidas y con base en dicha retroalimentación institucionalizar el mejoramiento con el propósito de prevenir la repetición de los defectos.

Al final de cada ciclo hay que institucionalizar las mejoras. A este proceso de estandarización de las mejoras introducidas se le denomina con la sigla SDCA (Standardize, Do, Check, Action).

Para continuar con el proceso de mejoramiento continuo, los estándares establecidos con las mejoras introducidas por un primer circuito de Deming deben ser considerados como punto de partida para introducir nuevas mejoras. No es posible el progreso, si no se admite que toda situación es perfectible.

El ciclo de Deming debe, pues, entenderse como un proceso a través del cual se establecen constantemente nuevos estándares de calidad con el propósito de que éstos vuelvan a ser revisados y reemplazados por estándares mejores.

Ahora bien, este mejoramiento continuo de cada etapa del proceso sólo es posible si quienes intervienen en dicho proceso llevan a cabo en su propia actividad laboral el ciclo de calidad. El mejoramiento continuó es el resultado, en último término, de esta aplicación del ciclo de calidad por parte de cada trabajador en su propia actividad laboral.

**II.-** La importancia que tiene medir la dispersión.

**III.-** Empleo de gráficas de control para el control del proceso y como aplicarlo.



Por indicación expresa del Dr. Deming, se organizó posteriormente en la ciudad Hakone otro seminario dedicado exclusivamente a presidentes y altos gerentes de la industria, para exponerles la importancia que tiene el que las empresas introduzcan el control estadístico de calidad.

La intervención del Dr. Deming fue definitiva. El pueblo japonés reconoce que, gracias a ella, sus industrias llevaron a cabo, poco a poco, el cambio que las orientó definitivamente hacia la calidad, productividad y posición competitiva, que sus productos han alcanzado a escala internacional, por eso instituyó el Premio Deming, que se otorga, año tras año, tanto a empresas que han desarrollado un meritorio trabajo de investigación con respecto a la calidad.

El Dr. Deming, experto reconocido en el campo del muestreo, es la persona que introdujo el control de calidad en el Japón. También es un buen amigo del Japón y conecedor del país. Después de su primera visita volvió en 1951 y 1952. Desde entonces visitó al Japón con frecuencia y educó al público y a la industria en materia de control de calidad.

El mensaje dado por Deming a los japoneses fue en un primer término estadístico, a fin de resolver los problemas de la calidad con un enfoque sistemático y serio. Los ingenieros y administradores aprendieron de él los fundamentos del control estadístico. Desde entonces el conocimiento y la aplicación de este control se fue extendiendo dentro de las diversas industrias japonesas. La introducción de estas técnicas, sin embargo, no se llevó a cabo sin problemas. Hubo que vencer en muchas ocasiones la resistencia de los empleados, especialmente, de los de mayor antigüedad. En otros casos, los ingenieros y los obreros de planta aplicaban con entusiasmo las técnicas del control estadístico, mientras que la alta gerencia no mostraba mayor interés en el asunto. Por eso se vio que, si se quería avanzar, en esta dirección, era urgente convencer a los altos directivos de la necesidad de adoptar plenamente dichas técnicas.

En algunas empresas se efectuaron varias aplicaciones estadísticas exitosas que permitieron corregir errores de calidad en la producción y llamaron la atención de ciertos altos directivos estadounidenses que extendieron el uso de los métodos estadísticos del proceso.

Sin embargo, lo que Deming sostiene en el sentido de que el 85% (una variante de la Ley de Pareto) de los errores que se cometen en toda la organización son causados por el sistema y sólo los directores los pueden resolver con la ayuda de los trabajadores de línea (grupos de trabajo aplicados a la mejora continua de la calidad) y únicamente el 15% de los errores son ajenos al sistema y generados por otros factores, entre ellos, la mano de obra en un 6%.

Proyectando la enseñanza de Deming hacia el contexto mexicano, el 9% restante es causado por factores sobre los cuales la organización no tiene capacidad de decisión, quedándole la alternativa de intentar tener capacidad de negociación, como el caso de la red de transportación, de la red telefónica y del suministro de la energía eléctrica.

La mayoría de los directores tienen experiencia y son conocedores de su propio negocio, pero no de como producir la calidad, por lo cual requieren ser capacitados tanto en la

filosofía como en los modelos administrativos para la calidad.

Los empresarios y los altos directores japoneses abrazaron la filosofía y el sistema Deming y los adaptaron a sus organizaciones con tan buenos resultados que, primero se convirtieron en un formidable competidor en los mercados internos y luego expandieron su poderío económico entre sus vecinos, los cuales aprendieron y aplicaron la filosofía y el "sistema administrativo Deming".

Así fue como el Sureste asiático inició su actual e increíble despegue económico.

En agradecimiento a su contribución a la economía japonesa, la Unión de Ciencia e Ingeniería Japonesa (JUSE) instituyó el Premio Anual Deming para las aportaciones a la calidad y fiabilidad de los productos. En 1960 el Emperador del Japón le concedió la Medalla de la Segunda Orden del Tesoro Sagrado. El Dr. Deming recibió muchas otras recompensas, incluyendo la Medalla Shewhart de la Sociedad Americana para el Control de Calidad en 1956, y el Premio Samuel S. Wilks de la Asociación Americana de Estadística en 1983. La sección Metropolitana de la Asociación Americana de Estadística estableció en 1980 el premio anual Deming para la mejora de la calidad y la productividad.

El Dr. Deming fue elegido en 1983 miembro de la Academia Nacional de Ingeniería y se le concedieron los doctorados "Honoris Causa" en Derecho y en Ciencias por la Universidad de Wyoming, Rivier College, Universidad Estatal de Ohio, Universidad de Maryland, el Clarkson College de Tecnología, y la Universidad George Washington.

## 2.2 Cronología del movimiento japonés.

A manera de resumen se presenta a continuación la cronología de los hechos más importantes del movimiento japonés hacia la calidad:

1945 Las fuerzas aliadas constituyen la sección de comunicaciones civiles. Se establece la Asociación Japonesa de Estándares.

1945 Se entrega al Comité Japonés de Estándares Industriales. Se funda la Unión de Científicos e Ingenieros Japoneses (Japanese Union of Scientists and Engineers JUSE).

Aparece por primera vez la revista mensual Normas y Estándares.

1949 JUSE establece el Grupo de Investigación de Control de Calidad. Se ofrecen los primeros cursos de control de calidad.

Se aprueba la Ley de Estandarización Industrial.

Tienen lugar los seminarios organizados por la Sección de Comunicaciones Civiles.

1950 JUSE publica la revista Control Estadístico de Calidad.

Bajo la Ley de Estandarización Industrial se establecen los Estándares Industriales Japoneses (Japanese Industrial Standards JIS).

Deming ofrece seminarios acerca de la calidad.

1951 Se establece el Premio Deming.

Tiene lugar la Primera Conferencia de Control de Calidad.

1954 Juran imparte seminarios acerca de la calidad.

1956 La corporación de Radios de Onda Corta de Japón transmite un curso sobre control de calidad para supervisores.

La corporación Nacional de Radio de Japón ofrece cursos de control de calidad en su canal de televisión dedicado a la educación.

1960 JUSE publica un Manual de Control de Calidad para Supervisores.

Se establece a nivel nacional el Mes de la Calidad.

1961 Se publica un suplemento especial acerca del control estadístico de la calidad dedicado a supervisores.

Tiene lugar la XI Conferencia de Control de Calidad, que incluye paneles de discusión acerca del papel del Supervisor en el aseguramiento de la calidad.

1962 Se publica Gemba - To Q.C. (Control de Calidad para Supervisores). publicación que incluye la propuesta de formar círculos de control de calidad.

Queda registrado el primer círculo de control de calidad.

Tiene lugar la I Conferencia Anual sobre control de Calidad para supervisores.

1968 Se introduce el término Company - Wide Quality Control (CWGC).

1969 Tiene lugar en Tokio al I Conferencia Internacional de Control de Calidad.

1970 Se establece el Premio All Japan Quality Contry.

Se establece la Sociedad Japonesa para Control de Calidad.

1972 La Quality Function Deployment se pone en práctica por primera vez en Kobe Shipyar Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.

1979 Llegan a 100,000 los círculos de calidad registrados.

### 2.3 Teoría del Dr. Deming (1900-1993)



Treinta años después, luego de ver un documental en televisión en la cadena NBC, titulado, "Si Japón puede, porque nosotros no" corporaciones como Ford, General Motors y Dow Chemical, por nombrar algunas se dieron cuenta y buscaron la asesoría de Deming.

La vida de Deming se tornó un torbellino de consultas y conferencias. Ampliamente solicitado luego que Deming compartió sus ahora famosos "14 puntos" y "7 pecados mortales" con algunas de las corporaciones más grandes de América. Sus estándares de calidad se convirtieron en sitios comunes en los libros de administración, y el premio Deming, otorgado por primera vez en Japón pero ahora reconocido internacionalmente, es ahora buscado por algunas de las corporaciones más grandes del mundo.

¿Por que fue Deming un éxito en Japón y desconocido en América? Deming fue invitado a Japón cuando su industria y economía se encontraba en crisis. Ellos escucharon. Ellos cambiaron su forma de pensar, su estilo de administrar, su trato a los empleados y tomaron su tiempo. Al seguir la filosofía de Deming, los japoneses giraron su economía y productividad por completo para convertirse en los líderes del mercado mundial. Tan impresionados por este cambio, el Emperador Hirohito condecoró a Deming con la Medalla del Tesoro Sagrado de Japón en su Segundo Grado. La mención decía "El pueblo de Japón atribuyen el renacimiento de la industria Japonesa y su éxito mundial a Ed Deming".

No fue sino hasta la transmisión de un documental por NBC en Junio de 1980 detallando el éxito industrial de Japón que las corporaciones Americanas prestaron atención.

Enfrentados a una producción decadente y costos incrementados, los Presidentes de las corporaciones comenzaron a consultar con Deming acerca de negocios. Encontraron que las soluciones rápidas y fáciles típicas de las corporaciones Americanas no funcionaban. Los principios de Deming establecían que mediante el uso de mediciones estadísticas, una compañía debería ser capaz de graficar como un sistema en particular estaba funcionando para luego desarrollar maneras para mejorar dicho sistema. A través de un proceso de transformación en avance, y siguiendo los Catorce Puntos y Siete Pecados Mortales, las compañías estarían en posición de mantenerse a la par con los constantes cambios del entorno económico. Obviamente, esto era mucho mas largo, incluía mas procesos de los que estaban acostumbrados las corporaciones Americanas; de aquí, la resistencia a las ideas de Deming.

**Los catorce puntos de Deming y las siete enfermedades mortales:**

Concepto	Descripción	Observaciones
1.	Crear constancia en el propósito.	De mejorar el producto y el servicio, con un plan para llegar a ser competitivos y permanecer en el negocio, así como para generar empleos.
2.	Adoptar la nueva filosofía.	Nos encontramos en una nueva era económica, en la que no podemos seguir conviviendo con los niveles comúnmente aceptados de demoras, errores, materiales defectuosos y mano de obra deficiente y los directivos occidentales deben ser conscientes del reto, deben aprender sus responsabilidades y asumir el liderazgo del cambio.
3.	Dejar de depender de la inspección masiva para lograr calidad.	En su lugar, exigir evidencia estadística de que la calidad es inherente, a fin de eliminar la necesidad de hacer inspección masivas.
4.	Poner fin a la práctica de otorgar contratos de compra con base solamente en el precio.	En su lugar, depender de medidas de la calidad, junto con el criterio del precio. Minimizar el costo total. Tender a tener un solo proveedor por artículo, en una relación a largo plazo con lealtad y confianza.
5.	Mejorar constantemente y por siempre el sistema de producción y de servicio.	Esto significa reducción continua de desperdicio y mejora continua de la calidad en todas las actividades y constantemente reducir costos e incrementar la productividad.
6.	Instituir métodos modernos de capacitación para capacitar todos los cargos.	Todos los programas de capacitación deben llevar consigo un desarrollo a futuro de cada uno de los empleados.

		No debe ser realizada únicamente para satisfacer requisitos contractuales o de ley.
7.	Instituir programas de liderazgo.	El propósito de liderazgo debe ser ayudar al personal, a las máquinas y a los aparatos a hacer un mejor trabajo. La supervisión de la gerencia necesita revisarse por completo, así como la supervisión a los trabajadores de producción.
8.	Eliminar el miedo y todas las conductas y comportamientos no éticos dentro de la organización.	Las posiciones de liderazgo y de mando en la organización deben estar direccionadas por personas éticas, maduras en sus actos, y ajenas a decisiones no justas.
9.	Terminar con las barreras entre los departamentos.	Las áreas de planeación, presupuestación, calidad, producción, y otras, deben trabajar en forma coordinada hacia una mejora continua de la organización. En forma similar las empresas que conforman la organización deben estar ajenas a competencias entre ellas, logrando así tener una meta común en la cual la organización será la única beneficiada.
10.	Eliminar metas numéricas, así como slogan y exhortaciones irreales.	Buscar mejores niveles de productividad de los empleados proporcionándoles métodos y técnicas para lograrlo.
11.	Eliminar los estándares de trabajo y las cuotas numéricas sustituyéndolas por liderazgo.	Eliminar la administración por objetivos, y la administración por números, sustitúyalos por liderazgo.
12.	Eliminar barreras.	Que priven al trabajador de su derecho a sentir orgullo por su trabajo. La responsabilidad de los supervisores debe cambiar, para que en lugar de solo dar importancia a

		cifras escuetas, más bien enfaticen el logro de la calidad.
13.	Instituir un programa de vigoroso de educación y superación personal.	No se debe limitar el deseo de superación de los empleados, ya que esta situación siempre generará contar con empleados cada vez más capacitados y capaces de realizar su trabajo en forma más eficiente.
14.	Crear una estructura en la alta dirección.	Que impulse los trece puntos anteriores todos los días. La transformación es tarea de todos.

Los conceptos anteriores están en alguna forma actualmente incluidos en los programas de TQM que se llevan en las empresas americanas, como se dijo anteriormente, sin importar el giro al que éstas se dediquen.

En forma complementaria existen algunos problemas a los cuales las empresas en proceso de la implantación de TQM deben enfrentarse, y que son normalmente producto de la cultura que hasta ese momento se tiene.

Estos puntos son conocidos como las "Enfermedades de Deming" y se pueden resumir de la siguiente manera:

Enfermedad	Concepto	Descripción
1.	Falta de constancia en el propósito de cambio.	No se tiene claramente definido el deseo de cambiar.
2.	Definir programas de implantación cortos. No se tiene el concepto de mejora continua por siempre.	Se considera TQM como un programa para mejora.
3.	Evaluación de alcances logrados y revisiones anuales.	En ningún momento los alcances logrados indicarán que el proceso de implementación de TQM ha sido bueno o malo. La constancia y nuevamente la mejora continua serán los elementos que

		determinarán el alcance real logrado.
4.	Movilidad de los altos niveles de la organización.	El cambio de las personas que creen en estos procesos pueden poner en peligro la ejecución de la implementación, ante la llegada de un nuevo miembro quien no cree en estos conceptos.
5.	Determinar los alcances logrados en unidades monetarias.	En ningún momento las medidas monetarias indicarán que la compañía ha alcanzado la implantación de TQM.
6.	Excesivos costos por improvisaciones.	Para evitar esto, un adecuado programa de implantación debe ser realizado, indicando los costos que se tendrán.
7.	Excesivos costos de asesores externos.	Las personas y el personal técnico que colabora con la implantación de TQM, nunca deben ser improvisados. Por el contrario han de tener conocimientos relacionados con el área, incluso con experiencias de la administración de la técnica a través de sus años de trabajo en la empresa o en otras organizaciones. Nunca se debe improvisar colocando a alguien que no tiene acomodo en la organización con esta importante labor, ya que únicamente se tendrán costos excesivos y metas no tangibles al momento de pretender ser alcanzadas.



## 2.4 Otros colaboradores de T.Q.M.

Adicionalmente al Dr. Deming existe un grupo importante de investigadores que durante varios años se ha dedicado a implementar sus teorías y conceptos en forma exitosa, ya que sus aportaciones son utilizadas hoy en día por muchas organizaciones. Se relacionan a continuación los principales y sus más importantes aportaciones:

Nombre	Aportación	Observaciones
Philip Crosby	Calidad con cero defectos.	Conocidos como los catorce pasos de Crosby.
Kaoru Ishikawa	Diagramas causa-efecto.	Conocidos como los diagramas espina de pescado.
Genichi Taguchi	Análisis estadístico de procesos de calidad.	
Joseph Juran	Creador de la trilogía Juran. Planeando-Controlando-Mejorando la calidad.	
Armand Feigenbaum	El control total de la calidad.	Teorías creadas en 1950.

## 2.5 Los 14 principios de gerencia de W. Edwards Deming

1. Crear un propósito constante hacia la mejora de los productos y servicios (Kaizen = Mejoramiento continuo), asignando recursos para cubrir necesidades a largo plazo en vez de buscar rentabilidad a corto plazo.

Creemos que este punto va a afectar específicamente al departamento de fabricación dentro del sistema de producción y a los departamentos de ventas y de servicios de posventa dentro del sistema de comercialización. También puede afectar a otros departamentos como el de cobranzas por ejemplo. Este punto nos indica la necesidad de un constante perfeccionamiento del producto y de los servicios a los clientes.

2. Adoptar la nueva filosofía de la estabilidad económica rechazando permitir niveles normalmente aceptados de demoras, errores, materiales defectuosos y defectos de fabricación.

Este principio afectará a todos los sistemas de una empresa, a todos sus departamentos. Es importante que toda la empresa se preocupe por el cumplimiento de este punto.

3. Eliminar la dependencia de inspecciones masivas solicitando pruebas estadísticas inherentes a la calidad en las funciones de fabricación y compras.

Creemos que este punto debe aplicarse principalmente al departamento de fabricación, dado que es una forma de que el obrero pueda encontrar las fallas en el momento que se producen y arreglar el problema solo. Esto ayudará a acelerar el proceso de elaboración del producto.

4. "Reducir el número de proveedores para el mismo ítem eliminando a los que no califiquen al no aportar pruebas de calidad; o sea terminar con la costumbre de adjudicar negocios sólo sobre la base del precio. (En términos coloquiales: "Lo barato, sale caro")"

Este principio es aplicable al departamento de compras de una empresa. Representa una forma de mejorar la calidad del producto final y ahorrar tiempo en arreglos por defectos en el producto final.

5. Búsqueda constante de problemas, existentes en el sistema a fin de mejorar los procesos permanentemente.

Observando este principio podemos darnos cuenta de que es muy importante, debe aplicarse a todos los departamentos de cada gerencia puesto que permitirá cumplir con la realización de todas las tareas sin tener que volver atrás en caso de hallar un problema, este será resuelto ni bien surge.

6. Instituir la capacitación continua en el trabajo. Desarrollar e implementar planes de adiestramiento y mejora continua al personal.

Este punto también debe aplicarse a las partes gerenciales de la empresa, es importante para la seguridad de los empleados. El sentirse más capacitados los ayudará a realizar mejor sus tareas, sintiéndose mejor consigo mismos. Además es importante que estén actualizados en cuanto al mejoramiento de los métodos para realizar sus tareas que van surgiendo con el paso del tiempo.

7. Concentrar la supervisión en ayudar al personal a desempeñar mejor su trabajo. Tomar medidas inmediatas en cuanto a imperfecciones, necesidades de mantenimiento, malas herramientas, u otras condiciones inadecuadas para la calidad.

Creemos que este principio se aplica específicamente a los gerentes de área y al gerente general de la organización. En muchas ocasiones, los gerentes suelen designar este trabajo a alguno de los empleados, el cual lo elegirá con la ayuda de el sector de recursos humanos y quien deberá tener ciertas características como ser reconocido por sus compañeros.

8. Estimular la comunicación eficaz, de dos vías, y otros medios que eliminen temores en toda la organización y ayudar a las personas a trabajar juntas para servir los propósitos del sistema.

Este punto debe ser llevado a cabo por el gerente con la ayuda de los gerentes de área y con el asesoramiento infaltable del sistema de recursos humanos, el cual funcionará como nexo y trabajará con los empleados para poner en marcha esta idea sin interferencias.

9. Romper las barreras existentes entre los departamentos de la empresa estimulando trabajo en equipo, congregando esfuerzos de áreas diferentes: investigación, diseño, ventas y producción.

Esta tarea está totalmente apuntada a la gerencia, quien se ocupará, al igual que en el punto anterior con recursos humanos, de fomentar esta forma de trabajo y mejorando la comunicación.

10. Eliminar el uso de objetivos numéricos, afiches y lemas en los cuales se pide nuevos niveles de productividad sin dar los métodos y proveer las herramientas y entrenamiento necesarios.

La tarea de terminar con los métodos de motivación que se utilizaban, siempre será trabajo para la gerencia.

11. Mejorar permanentemente la calidad y la productividad.

Eliminar cuotas numéricas. Este punto debe ser puesto en práctica por el sistema de producción, más específicamente el gerente de esta área lo aplicará en el departamento de fabricación.

12. Eliminar las barreras que le impiden al trabajador el derecho de sentirse orgulloso de su destreza.

Los gerentes son los que, con ayuda de recursos humanos, deberán ocuparse de que el trabajador se sienta bien en su tarea.

### 13. Instituir un vigoroso programa de educación y automejora.

En este punto también deberá ser la gerencia, con la ayuda del sector de recursos humanos, quien se ocupe de la puesta en práctica del mismo.

14. Definir el compromiso permanente de la alta gerencia con la calidad y productividad y su obligación de implementar todos estos principios.

Aquí es el gerente general el que debe concretar este objetivo.

## 2.6. Deming & T.Q.M.

Deming se hizo disponible a la América corporativa en términos de consulta y a individuales a través de sus escritos y tours de seminarios por los próximos trece años de su vida. Aunque murió en 1993, su trabajo aun vive. Slogans de misión, tales como el de Ford "Calidad es el primer trabajo", son reconocidos en la industria; cursos empresariales son dictados usando sus principios como partes integrales del curriculum; y la abreviación TQM (Total Quality Management) es ampliamente conocido y comúnmente utilizado a través de la América corporativa.

¿Es el mundo un mejor lugar gracias a Deming? Corporaciones e industrias quienes sus productos mejoran las vidas de las personas han encontrado que lo siguiente es cierto: si los principios de Deming están en su sitio y funcionan con su negocio, "la calidad aumenta, los costos bajan y los ahorros se le pueden pasar al consumidor". Los clientes obtienen productos de calidad, las compañías obtienen mayores ingresos y la economía crece. En un plano material, económico, el mundo es ciertamente un mejor lugar gracias a las ideas y enseñanzas de Ed Deming.

"No nos atrevemos a muchas cosas porque son difíciles, pero son difíciles porque no nos atrevemos a hacerlas."  
Séneca.

### 2.6.1. Implantación de un programa de calidad total.

El adoptar y poner en operación un programa de calidad total, es señal de que existe una administración que tiene el propósito de permanecer en el mercado y de proteger tanto los intereses de los accionistas como la fuente de trabajo, aunque el encauzaría hacia la calidad misma, sea tarea de todo el personal que labora en la organización.

Las personas una vez que se convencen de ser mejores y se motivan a colaborar en un medio de productividad y mutua satisfacción, necesitan de un sistema que los apoye para "aterrizar" y retroalimentar su nueva actitud.

Una organización con procedimientos ágiles y comprensibles para todos los involucrados en el proceso, desde el Director General hasta el asecador, y desde el cliente pasando por las etapas de diseño, materias primas, fabricación hasta la distribución; entrega y satisfacción del cliente y la sociedad.

Un sistema que le diga a cada integrante lo que tiene que hacer y como hacerlo y que le proporcione retroalimentación y reconocimiento en un plano de excelencia. Un sistema que una la misión y el esfuerzo de cada departamento, de cada grupo en una sinergia de resultados hacia la productividad, y hacia la calidad total.

### **Crear constancia y ser perseverante con el propósito de mejorar el servicio.**

Se logra a través de inculcar en todos la premisa "Hacerlo Bien a la Primera" con empatía, con la necesidad de dar lo mejor, enfocarse a la perseverancia, en el mejoramiento continuo, para asegurar la posición competitiva de la empresa y la satisfacción del cliente.

Los tomadores de decisiones o el mismo cuerpo directivo deben optar si solo buscan ganancias inmediatas, o enfocan su situación al problema de permanecer en el mercado por tiempo indefinido, esto último significa tener que aceptar, entre otras, las siguientes obligaciones:

**A) INNOVAR:** La innovación requiere dedicar recursos para planear a largo plazo teniendo en consideración:

- Nuevos servicios que tengan mercado; que el cliente dentro de la misma organización encuentre toda una gama de ellos sin salir de ahí mismo, desde una afinación electrónica a gasolina hasta un laboratorio de afinación diesel, ocupando en ellos refacción y materiales de calidad, evitando "usar las usadas".
- Nuevos materiales que en un futuro se vayan necesitando y determinación de su costo. Posibles cambios o actualización de los equipos y herramientas.
- Formación de la mano de obra acorde a las necesidades y su afectación al costo.
- El costo del marketing.
- Planes para el servicio (precio - costo - utilidad).
- El comportamiento en las manos del usuario.
- La satisfacción plena del usuario.

Para poder innovar ( creatividad, idear algo ) se requiere confianza en el futuro, mas no prospera mientras el cuerpo directivo con sus tomadores de decisiones no estén comprometidos con el programa de calidad. Si esta estrategia no se adopta los mandos intermedios y el resto del personal de la organización verán con escepticismo los resultados de sus propios esfuerzos en favor de la calidad.

### **B) CAPACITAR**

Destinar recursos para la capacitación continua y permanente.

### **C) MEJORAR.**

Mejorar constantemente los procesos de fabricación y el diseño del servicio, obligación que no acaba nunca.

La competencia mundial basada tanto en los precios como en la calidad ha obligado en todas partes, a las directivos conscientes de la supervivencia y crecimiento, a comprender que la calidad y fiabilidad de un producto y proceso exigen mayor atención.

Con el desarrollo de esta toma de conciencia y la experiencia en la aplicación de los métodos de control de calidad, los fabricantes han aprendido a respetar las ganancias económicas que se pueden conseguir con un buen programa de control de calidad, auxiliado por métodos estadísticos en las tareas de identificación de problemas, su análisis y resolución.

Un programa de calidad de costos efectivos establece inspecciones y ensayos en puntos estratégicos. Son éstos los puntos en los cuales la auditoría administrativa detectará y corregirá a fin de mejorar las deficiencias en los procesos de una entidad organizacional.

Todos los procedimientos que afectan a toda organización deben trabajar hacia objetivos de calidad aceptables dentro del contexto de ahorro en los costos y rentabilidad. Por tanto, la toma de conciencia por parte de la administración del papel que le corresponde en el aseguramiento de la calidad debe de adquirirse con un gran sentido de responsabilidad por parte de la alta gerencia, ya que ésta tendrá el compromiso de involucrarse con el logro de los objetivos.

El propósito del presente trabajo, es proporcionar una visión general de esta filosofía orientada al aumento de la productividad por medio de la calidad, así como recalcar la importancia que tiene la auditoría en el involucramiento del aseguramiento de la calidad en todos los procesos de una organización.

A través de las auditorías, se va a poder evaluar los métodos y la eficiencia de todas las funciones y áreas de la empresa, a fin de descubrir los puntos de peligro en potencia, hacer resaltar las oportunidades, eliminar desperdicios, observar el desempeño y valorar la eficacia de los controles, todo esto con el único objetivo de asegurar la calidad en la administración de una empresa.

Se trata de un cambio profundo en la forma como la administración concibe el papel que la calidad desempeña actualmente en el mundo de los negocios. Si en épocas anteriores se pensaba que la falta de calidad era perjudicial a la compañía, ahora se valora la calidad como la estrategia fundamental para alcanzar competitividad y, por consiguiente, como el valor más importante que debe presidir las actividades de la alta gerencia.

## 2.7 Las relaciones con los proveedores

La calidad de un producto o servicio no depende solamente de los procesos internos de las empresas, sino también de la calidad de productos y servicios suministrados, lo que implica trabajar conjuntamente con los proveedores para que éstos asuman su parte de responsabilidad en la consecución del fin común de todos: la satisfacción final del cliente.

La relación cliente-proveedor es una forma muy eficaz de gestionar la calidad del proveedor y suministrar al cliente o usuario final la mejor calidad. Estas relaciones nos llevan a una nueva forma de hacer negocios que enfatiza la calidad en perjuicio del precio, el largo plazo frente al corto plazo, y los acuerdos de colaboración en contra de los de adversidad. Tanto los clientes como los proveedores tienen la mutua responsabilidad de, por un lado, suministrar y obtener las necesidades de cada uno, y por otro lado, proporcionar y actuar según el feedback (retroalimentación) recibido.

Está plenamente asumido que se servirá mejor al cliente externo si se reconocen las cadenas internas cliente-proveedor y se usan equipos inter funcionales para planificar y mejorar nuestra calidad. Por tanto, no es sorprendente el hecho de que el cliente final reciba una mejor calidad si los proveedores trabajan en "colaboración". Esta colaboración se caracteriza por proyectos conjuntos de planificación y mejora de la calidad, compartiendo por ambas partes el control de la calidad y realizando esfuerzos conjuntos para conseguir un beneficio mutuo: la satisfacción final del cliente.

Los resultados esperados a través de estas nuevas relaciones consisten en una reducción del número de proveedores, una mayor agilidad y flexibilidad en la gestión de compras y aprovisionamientos, y la participación en proyectos de mejora conjuntos, lo que produce importantes ahorros de costos, mejoras de la calidad y acortamientos de tiempos de ciclos.

Las empresas más avanzadas en estos modelos están relacionadas con la industria del automóvil, pero éste es un modelo extensible a cualquier sector de actividad: solamente se requiere asumir los principios que inspiran las nuevas reglas del juego en las actuales relaciones cliente-proveedor.

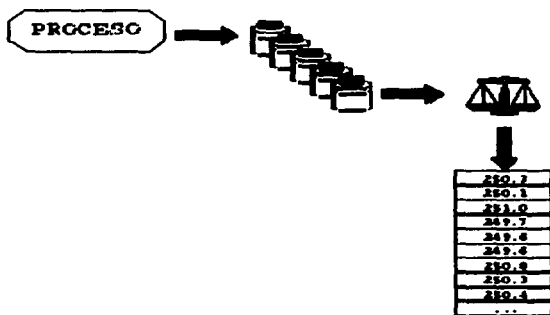
## CAPÍTULO 3

### Las Siete Herramientas de la Calidad

#### 3.1. Generalidades. Diagramas de causa y efecto.

Todo proceso productivo es un sistema formado por personas, equipos y procedimientos de trabajo. El proceso genera una salida (output), que es el producto que se quiere fabricar. La calidad del producto fabricado está determinada por sus características de calidad, es decir, por sus propiedades físicas, químicas, mecánicas, estéticas, durabilidad, funcionamiento, etc. que en conjunto determinan el aspecto y el comportamiento del mismo. El cliente quedará satisfecho con el producto si esas características se ajustan a lo que esperaba, es decir, a sus expectativas previas.

Por lo general, existen algunas características que son críticas para establecer la calidad del producto. Normalmente se realizan mediciones de estas características y se obtienen datos numéricos. Si se mide cualquier característica de calidad de un producto, se observará que los valores numéricos presentan una fluctuación o variabilidad entre las distintas unidades del producto fabricado. Por ejemplo, si la salida del proceso son frascos de mayonesa y la característica de calidad fuera el peso del frasco y su contenido, veríamos que a medida que se fabrica el producto las mediciones de peso varían al azar, aunque manteniéndose cerca de un valor central.



El peso de los frascos llenos fluctúa alrededor de los 250 grs.

Si la característica de calidad fuera otra, como el contenido de aceite, el color de la mayonesa o el aspecto de la etiqueta también observaríamos que las sucesivas mediciones fluctúan alrededor de un valor central.

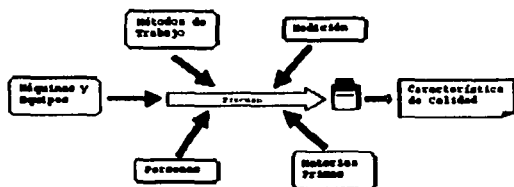


El valor de una característica de calidad es un resultado que depende de una combinación de variables y factores que condicionan el proceso productivo. Por ejemplo, en el caso de la producción de mayonesa es necesario establecer que cantidades de aceite, huevos y otras materias primas se van a usar. Hay que establecer a que velocidad se va a agitar la mezcla y cuanto tiempo. Se debe fijar el tipo y tamaño de equipo que se va a utilizar, y la temperatura de trabajo.

Y como éstas se deben fijar muchas otras variables del proceso.

La variabilidad o fluctuación de las mediciones es una consecuencia de la fluctuación de todos los factores y variables que afectan el proceso. Por ejemplo, cada vez que se hace un lote de mayonesa hay que pesar el aceite según lo que indica la fórmula. Es imposible que la cantidad pesada sea exactamente igual para todos los lotes. También se producirán fluctuaciones en la velocidad de agitación, porque la corriente eléctrica de la línea que alimenta el agitador también fluctúa. Y de la misma manera, de lote a lote cambiará la cantidad pesada de los demás componentes, el tiempo de agitación, la temperatura, etc. Todos estos factores y muchos otros condicionan y determinan las características de calidad del producto.

En el proceso de fabricación de mayonesa intervienen equipos donde hacer la mezcla, materias primas (aceite, huevos, condimentos, etc.), procedimientos de trabajo, personas que operan los equipos, equipos de medición, etc.



¿Para qué se miden las características de calidad? El análisis de los datos medidos permite obtener información sobre la calidad del producto, estudiar y corregir el funcionamiento del proceso y aceptar o rechazar lotes de producto. En todos estos casos es necesario tomar decisiones y estas decisiones dependen del análisis de los datos. Como hemos visto, los valores numéricos presentan una fluctuación aleatoria y por lo tanto para analizarlos es necesario recurrir a técnicas estadísticas que permitan visualizar y tener en cuenta la variabilidad a la hora de tomar las decisiones.

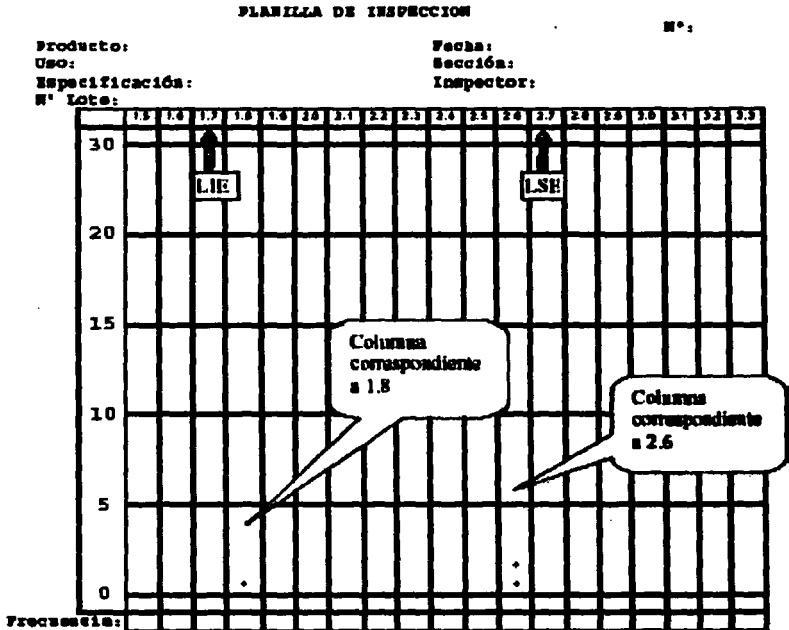
Siguiendo el pensamiento del Dr. Kaoru Ishikawa, en los módulos siguientes vamos a explicar algunas de estas técnicas, que se conocen como:



Vamos a suponer que tenemos un lote de artículos y realizamos algún tipo de medición. En primer lugar, registramos en el encabezado de la planilla la información general: N° de

Planilla, Nombre del Producto, Fecha, Nombre del Inspector, N° de Lote, etc. Esto es muy importante porque permitirá identificar nuestro trabajo de medición en el futuro.

Luego realizamos las mediciones y las vamos anotando en la Planilla. Por ejemplo, si obtuvimos los tres valores siguientes 1.8, 2.6, 2.6 y los registramos con un signo + quedaría así:



Después de muchas mediciones, nuestra planilla quedaría como sigue:

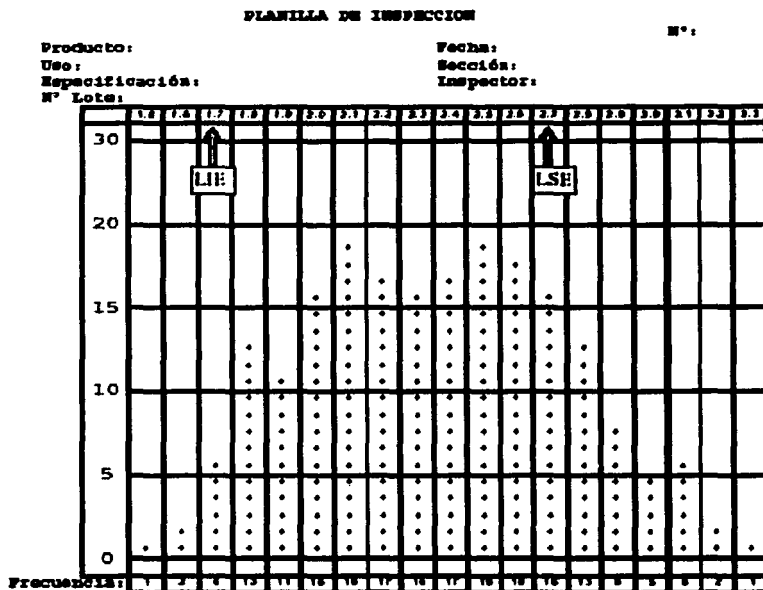
Para cada columna contamos el total de resultados obtenidos y lo anotamos al pie. Esta es la Frecuencia de cada resultado, que nos dice cuáles mediciones se repitieron más veces.

¿Qué información nos brinda la Planilla de Inspección?

Al mismo tiempo que medimos y registramos los resultados, nos va mostrando cual es la Tendencia Central de las mediciones.

En nuestro caso, vemos que las mismas están agrupadas alrededor de 2.3 aproximadamente, con un pico en 2.1 y otro en 2.5. Habría que investigar por que la distribución de los datos tiene esa forma. Además podemos ver la Dispersión de los datos. En este caso vemos que los datos están dentro de un rango que comienza en 1.5 y termina en 3.3.

Nos muestra entonces una información acerca de nuestros datos que no sería fácil de ver si sólo tuvieramos una larga lista con los resultados de las mediciones.



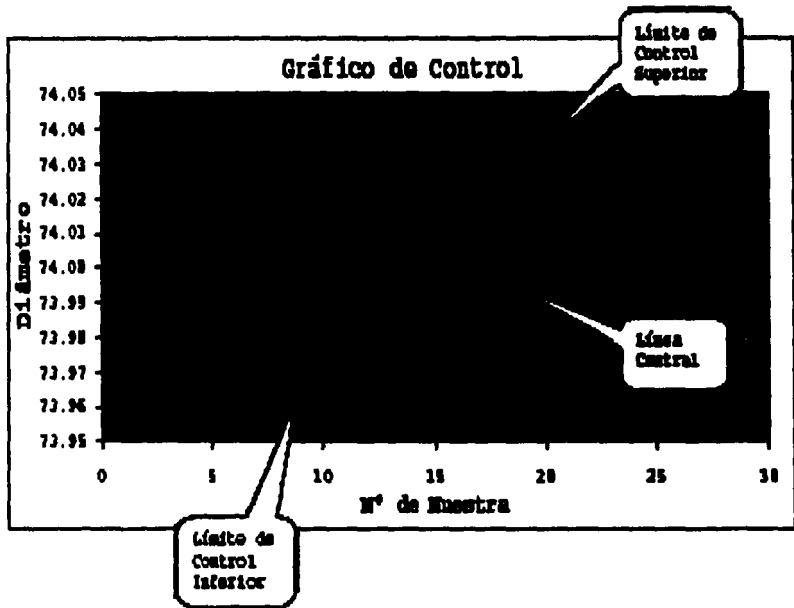
Y además, si marcamos en la planilla los valores mínimo y máximo especificados para la característica de calidad que estamos midiendo (LIE y LSE) podemos ver que porcentaje de nuestro producto cumple con las especificaciones.

### 3.3. Gráficos de Control

Un gráfico de control es una carta o diagrama especialmente preparado donde se van anotando los valores sucesivos de la característica de calidad que se está controlando. Los datos se registran durante el funcionamiento del proceso de fabricación y a medida que se obtienen.

El gráfico de control tiene una Línea Central que representa el promedio histórico de la característica que se está controlando y Límites Superior e Inferior que también se calculan con datos históricos.

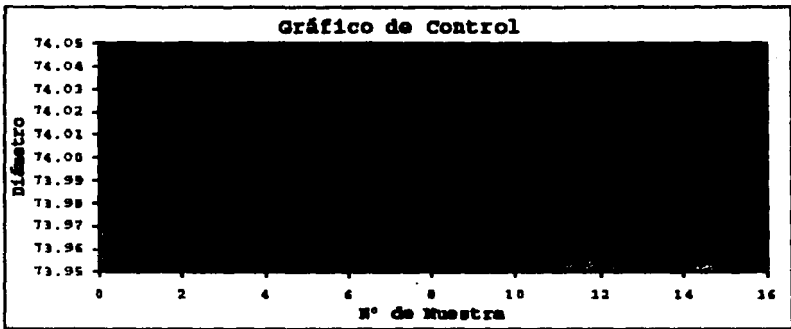
Por ejemplo, supongamos que se tiene un proceso de fabricación de anillos de pistón para motor de automóvil y a la salida del proceso se toman las piezas y se mide el diámetro. Las mediciones sucesivas del diámetro de los anillos se pueden anotar en una carta como la siguiente:



Por ejemplo, si las 15 últimas mediciones fueron las siguientes:

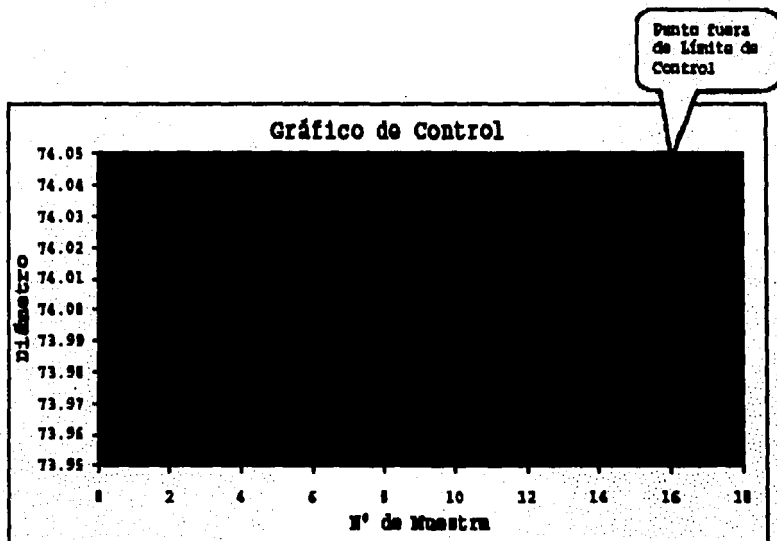
N° Muestra	Diámetro
1	74.012
2	73.995
3	73.987
4	74.008
5	74.003
6	73.994
7	74.008
8	74.001
9	74.015
10	74.030
11	74.001
12	74.015
13	74.035
14	74.017
15	74.010

Entonces tendríamos un Gráfico de Control como este:



Podemos observar en este gráfico que los valores fluctúan al azar alrededor del valor central (Promedio histórico) y dentro de los límites de control superior e inferior. A medida que se fabrican, se toman muestras de los anillos, se mide el diámetro y el resultado se anota en el gráfico, por ejemplo, cada media hora.

Pero ¿Qué ocurre cuando un punto se va fuera de los límites? Eso es lo que ocurre con el último valor en el siguiente gráfico:



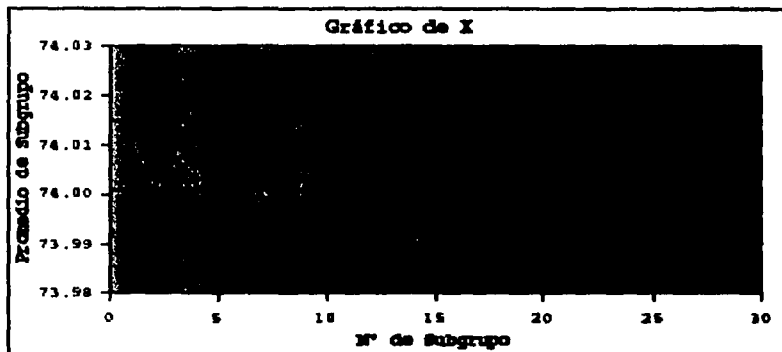
Esa circunstancia puede ser un indicio de que algo anda mal en el proceso. Entonces, es necesario investigar para encontrar el problema (**Causa Asignable**) y corregirla. Si no se hace esto el proceso estará funcionando a un nivel de calidad menor que originalmente.

Existen diferentes tipos de Gráficos de Control: Gráficos X-R, Gráficos C, Gráficos np, Gráficos Cusum, y otros. Cuando se mide una característica de calidad que es una variable continua se utilizan en general los Gráficos X-R.

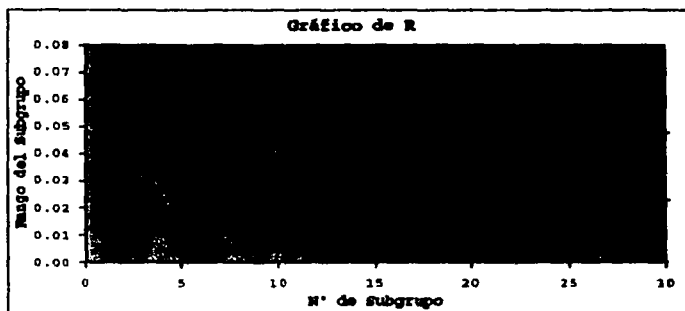
Estos en realidad son dos gráficos que se utilizan juntos, el de X (promedio del subgrupo) y el de R (rango del subgrupo). En este caso se toman muestras de varias piezas, por ejemplo 5 y esto es un subgrupo. En cada subgrupo se calcula el promedio X y el rango R (Diferencia entre el máximo y el mínimo).

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

A continuación podemos observar un típico gráfico de X:



Y lo que sigue es un gráfico de R:



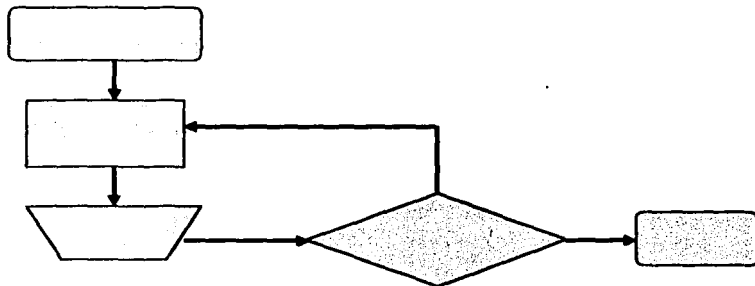
El gráfico de X permite controlar la variabilidad entre los sucesivos subgrupos y el de R permite controlar la variabilidad dentro de cada subgrupo.



### 3.4. Diagramas de flujo

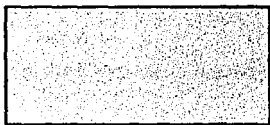
Diagrama de Flujo es una representación gráfica de la secuencia de etapas, operaciones, movimientos, decisiones y otros eventos que ocurren en un proceso.

Esta representación se efectúa a través de formas y símbolos gráficos utilizados usualmente:

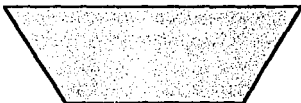


Los símbolos gráficos para dibujar un diagrama de flujo están más o menos normalizados:

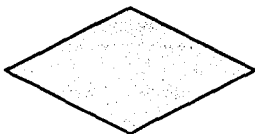
Símbolo de operación, dentro del cual se hace una breve descripción de la misma.



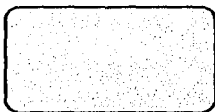
Símbolo utilizado para marcar el comienzo o el fin de un proceso.



**Símbolo de decisión, a partir del cual el proceso se bifurca en dos caminos.**



**Símbolo utilizado para marcar el comienzo o el fin de un proceso**



**Líneas de flujo, que indican el camino que une los elementos del diagrama.**

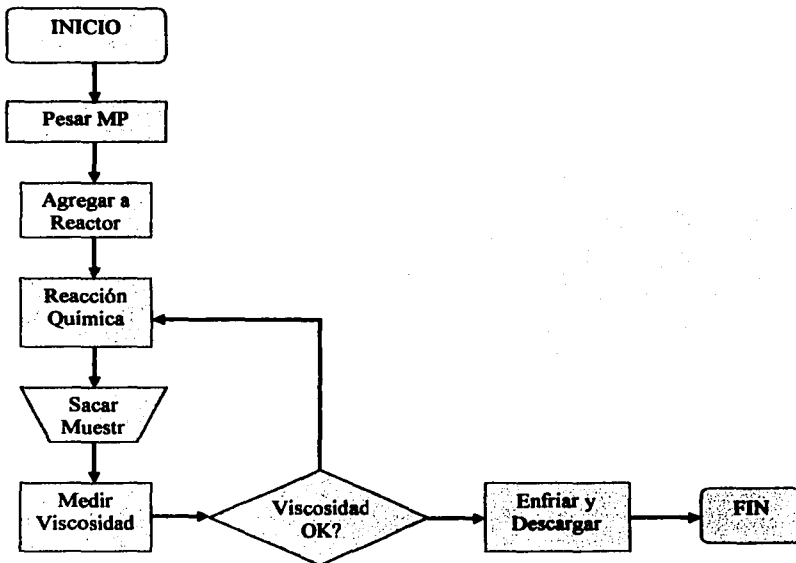


**Símbolo de documento.**



**Existen otros símbolos que se pueden utilizar. Lo importante es que su significado se entienda claramente a primera vista.**

En el ejemplo siguiente, vemos un diagrama de flujo para representar el proceso de fabricación de una resina (Reacción de Polimerización):



Algunas recomendaciones para construir Diagramas de Flujo son las siguientes:

Conviene realizar un Diagrama de Flujo que describa el proceso real y no lo que está escrito sobre el mismo (lo que se supone debería ser el proceso).

Si hay operaciones que no siempre se realizan como está en el diagrama, anotar las excepciones.

Probar el Diagrama de Flujo tratando de realizar el proceso como está descrito en el mismo, para verificar que todas las operaciones son posibles tal cual figuran en el diagrama.

Si se piensa en realizar cambios al proceso, entonces se debe hacer un diagrama adicional con los cambios propuestos.

### 3.5. Histogramas

Un histograma es un gráfico o diagrama que muestra el número de veces que se repiten cada uno de los resultados cuando se realizan mediciones sucesivas. Esto permite ver alrededor de que valor se agrupan las mediciones (Tendencia central) y cual es la dispersión alrededor de ese valor central.

Supongamos que un médico dietista desea estudiar el peso de personas adultas de sexo masculino y recopila una gran cantidad de datos midiendo el peso en kilogramos de sus pacientes varones:

74.6 74.6 81.6 75.4 69.8 68.4  
 74.5 85.9 65.8 63.5 95.7 69.4  
 77.0 113.7 57.8 69.9 74.5 74.3  
 70.7 77.9 74.5 63.7 77.0 63.2  
 79.4 76.4 77.0 72.1 70.7 68.4  
 74.6 95.7 70.7 71.6 79.4 76.9  
 85.2 78.4 79.4 69.4 74.6 75.4  
 81.6 84.6 74.6 69.8 85.2 74.8  
 67.9 97.4 85.2 83.5 81.6 78.9  
 63.7 74.5 81.6 69.7 67.9 77.0  
 72.1 77.0 67.9 68.4 63.7 76.7  
 71.6 70.7 63.7 70.7 72.1 77.0  
 69.4 79.4 72.1 79.4 71.6 70.7  
 69.8 74.6 71.6 74.6 69.4 79.4  
 83.5 85.2 69.4 85.2 69.8 74.6  
 83.5 81.6 69.8 81.6 83.5 85.2  
 74.9 67.9 83.5 67.9 79.3 81.6  
 73.2 63.7 74.9 63.7 76.3 67.9  
 70.7 70.7 73.2 67.5 79.8 63.7  
 79.4 79.4 70.7 85.3 70.7 72.1  
 88.6 74.6 79.4 88.6 79.4 71.6  
 70.7 85.2 74.6 70.7 74.6 69.4  
 79.4 81.6 85.2 79.4 85.2 69.8  
 70.7 67.9 81.6 74.6 81.6 83.5  
 79.4 63.7 67.9 85.2 67.9 67.9  
 74.6 72.1 63.7 81.6 63.7 63.7  
 85.2 71.6 72.1 67.9 72.1 70.7  
 81.6 69.4 71.6 63.7 71.6 73.2  
 67.9 69.8 69.4 72.1 69.4 70.7  
 63.7 83.5 69.8 71.6 69.8 79.4  
 72.1 83.5 83.5 69.4 83.5 74.6  
 71.6 69.7 85.2 69.8 69.8 63.7  
 69.4 68.4 81.6 83.5 83.5 72.1  
 69.8 70.7 63.7 72.1 83.5 71.6  
 83.5 79.4 72.1 71.6 72.1 69.4  
 67.9 71.6 71.6 69.4 71.6 69.8

Así como están los datos es muy difícil sacar conclusiones acerca de ellos.

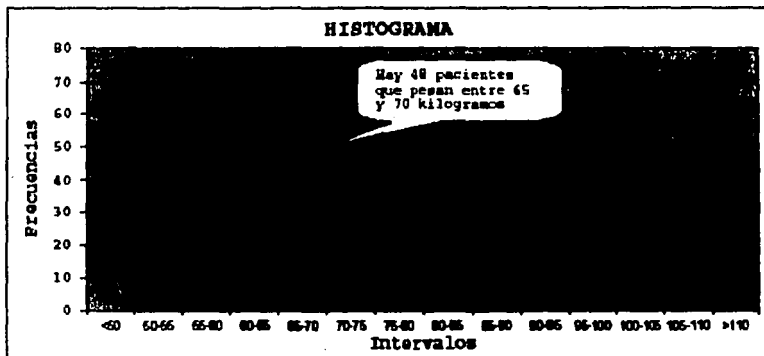
Entonces, lo primero que hace el médico es agrupar los datos en intervalos contando cuantos resultados de mediciones de peso hay dentro de cada intervalo (Esta es la frecuencia). Por ejemplo, ¿Cuántos pacientes pesan entre 60 y 65 kilos? ¿Cuántos pacientes pesan entre 65 y 70 kilos?

Intervalos (Frecuencia)	Nº Pacientes
<50	0
50-55	0
55-60	1
60-65	17
65-70	48
70-75	70
75-80	32
80-85	28
85-90	16
90-95	0
95-100	3
100-105	0
105-110	0
>110	1

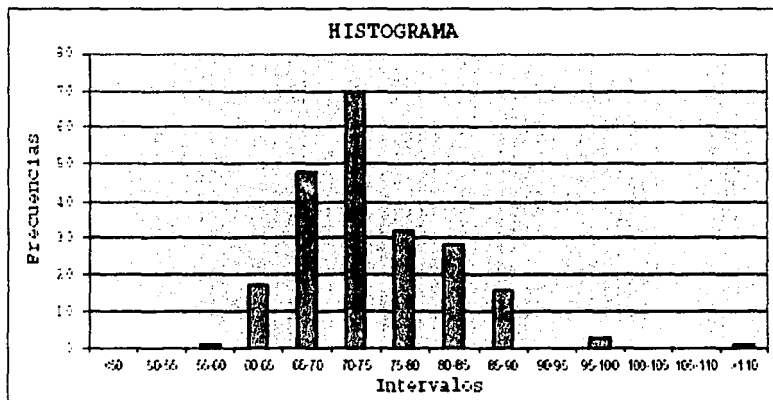
Ahora se pueden representar las frecuencias en un gráfico como el siguiente:



Por ejemplo, la tabla nos dice que hay 48 pacientes que pesan entre 65 y 70 kilogramos. Por lo tanto, levantamos una columna de altura proporcional a 48 en el gráfico: Y agregando el resto de las frecuencias nos queda el histograma siguiente:



Y agregando el resto de las frecuencias nos queda el histograma siguiente:



¿Qué utilidad nos presta el histograma? Permite visualizar rápidamente información que estaba oculta en la tabla original de datos. Por ejemplo, nos permite apreciar que el peso de los pacientes se agrupa alrededor de los 70-75 kilos. Esta es la Tendencia Central de las mediciones. Además podemos observar que los pesos de todos los pacientes están en un rango desde 55 a 100 kilogramos. Esta es la Dispersión de las mediciones.

También podemos observar que hay muy pocos pacientes por encima de 90 kilogramos o por debajo de 60 kilogramos.

Ahora el médico puede extraer toda la información relevante de las mediciones que realizó y puede utilizarlas para su trabajo en el terreno de la medicina.

### 3.6 Diagramas de Pareto

El Diagrama de Pareto es un histograma especial, en el cual las frecuencias de ciertos eventos aparecen ordenadas de mayor a menor. Vamos a explicarlo con un ejemplo.

Supongamos que un fabricante de heladeras desea analizar cuales son los defectos más frecuentes que aparecen en las unidades al salir de la línea de producción. Para esto, empezó por clasificar todos los defectos posibles en sus diversos tipos:

<b>Tipo de Defecto</b>	<b>Detalle del Problema</b>
Motor no detiene	No para el motor cuando alcanza Temperatura
No enfría	El motor arranca pero la heladera no enfría
Burlete Def.	Burlete roto o deforme que no ajusta
Pintura Def.	Defectos de pintura en superficies externas
Rayas	Rayas en las superficies externas
No funciona	Al enchufar no arranca el motor
Puerta no cierra	La puerta no cierra correctamente
Gavetas Def.	Gavetas interiores con rajaduras
Motor no arranca	El motor no arranca después de ciclo de parada
Mala Nivelación	La heladera se balancea y no se puede nivelar
Puerta Def	Puerta de refrigerador no cierra herméticamente
Otros	Otros Defectos no incluidos en los anteriores

Posteriormente, un inspector revisa cada heladera a medida que sale de producción registrando sus defectos de acuerdo con dichos tipos.

Después de inspeccionar 88 heladeras, se obtuvo una tabla como esta:

Tipo de Defecto	Detalle del Problema	N°
Burlete Def.	Burlete roto o deforma que no ajusta	9
Pintura Def.	Defectos de pintura en superficies externas	5
Gavetas Def.	Gavetas interiores con rajaduras	1
Mala Nivelación	La heladera se balancea y no se puede nivelar	1
Motor no arranca	El motor no arranca después de ciclo de parada	1
Motor no detiene	No para el motor cuando alcanza Temperatura	36
No enfría	El motor arranca pero la heladera no enfría	27
No funciona	Al enchufar no arranca el motor	2
Otros	Otros Defectos no incluidos en los anteriores	0
Puerta Def.	Puerta de refrigerador no cierra herméticamente	0
Puerta no cierra	La puerta no cierra correctamente	2
Rayas	Rayas en las superficies externas	4
Total:		88

La última columna muestra el número de heladeras que presentaban cada tipo de defecto, es decir, la frecuencia con que se presenta cada defecto. En lugar de la frecuencia numérica podemos utilizar la frecuencia porcentual, es decir, el porcentaje de heladeras en cada tipo de defecto:

Tipo de Defecto	Detalle del Problema	Frec.	Frec. %
Burlete Def.	Burlete roto o deforma que no ajusta	9	10.2
Pintura Def.	Defectos de pintura en superficies externas	5	5.7
Gavetas Def.	Gavetas interiores con rajaduras	1	1.1
Mala Nivelación	La heladera se balancea y no se puede nivelar	1	1.1
Motor no arranca	El motor no arranca después de ciclo de parada	1	1.1
Motor no detiene	No para el motor cuando alcanza Temperatura	36	40.9
No enfría	El motor arranca pero la heladera no enfría	27	30.7
No funciona	Al enchufar no arranca el motor	2	2.3
Otros	Otros Defectos no incluidos en los anteriores	0	0.0
Puerta Def.	Puerta de refrigerador no cierra herméticamente	0	0.0
Puerta no cierra	La puerta no cierra correctamente	2	2.3
Rayas	Rayas en las superficies externas	4	4.5
Total:		88	100



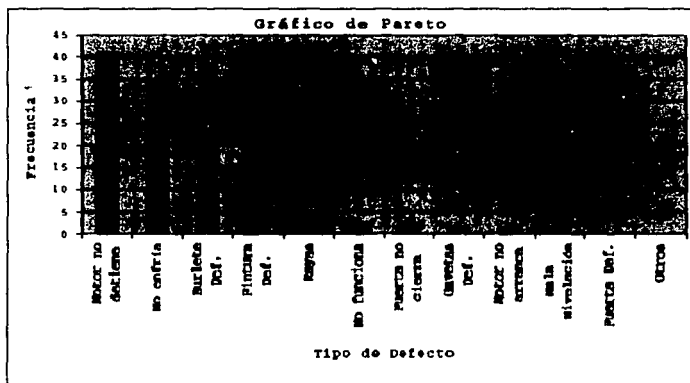


Pero ¿Cuáles son los defectos que aparecen con mayor frecuencia? Para hacerlo más evidente, antes de graficar podemos ordenar los datos de la tabla en **orden decreciente de frecuencia**:

Orden  
Decreciente de  
Frecuencias

Tipo de Defecto	Detalle del Problema	Frec.	Frec. %
Motor no detiene	No para el motor cuando alcanza Temperatura	36	40.9
No enfría	El motor arranca pero la heladera no enfría	27	30.7
Burlete Def.	Burlete roto o deforme que no ajusta	9	10.2
Pintura Def.	Defectos de pintura en superficies externas	5	5.7
Rayas	Rayas en las superficies externas	4	4.5
No funciona	Al encender no arranca el motor	2	2.3
Puerta no cierra	La puerta no cierra correctamente	2	2.3
Cavetas Def.	Cavetas interiores con rajaduras	1	1.1
Mal Nivelación	La heladera se balancea y no se puede nivelar	1	1.1
Motor no arranca	El motor no arranca después de ciclo de parado	1	1.1
Otros	Otros Defectos no incluidos en los anteriores	0	0.0
Puerta Def.	Puerta de refrigerador no cierra herméticamente	0	0.0
<b>Total:</b>		<b>88</b>	<b>100</b>

Lo que obtenemos se llama **Diagrama de Pareto** o **Gráfico de Pareto**:

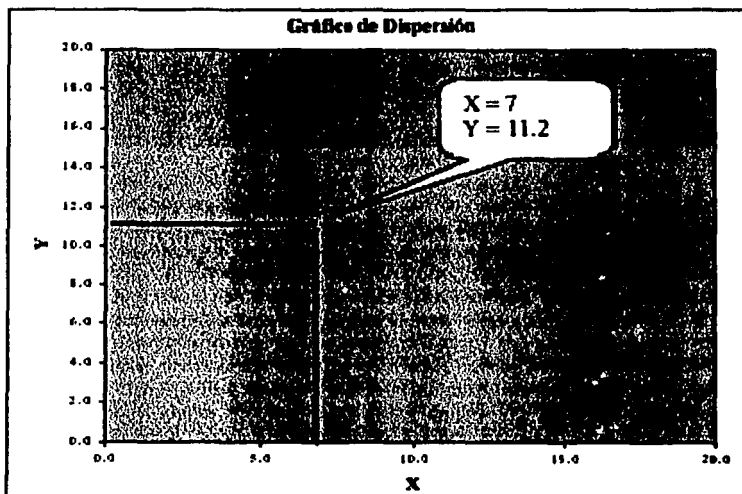


Ahora resulta evidente cuales son los tipos de defectos más frecuentes. Podemos observar que los 3 primeros tipos de defectos se presentan en el 82 % de las heladeras, aproximadamente. Esto nos conduce a lo que se conoce como Principio de Pareto: La mayor parte de los defectos encontrados en el lote pertenece sólo a 2 ó 3 tipos de defectos, de manera que si se eliminan las causas que los provocan desaparecería la mayor parte de los defectos.

### 3.7 Diagramas de Dispersión

Los Diagramas de Dispersión o Gráficos de Correlación permiten estudiar la relación entre 2 variables. Dadas 2 variables X e Y, se dice que existe una correlación entre ambas si cada vez que aumenta el valor de X aumenta proporcionalmente el valor de Y (Correlación positiva) o si cada vez que aumenta el valor de X disminuye en igual proporción el valor de Y (Correlación negativa).

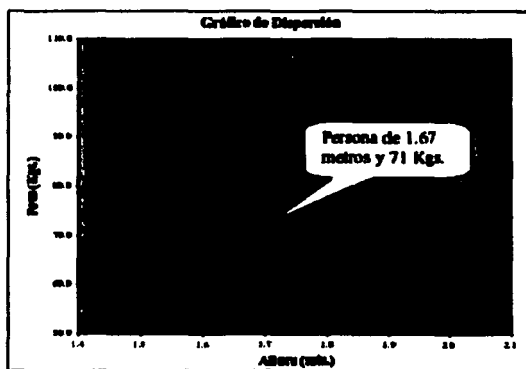
En un gráfico de correlación representamos cada par X, Y como un punto donde se cortan las coordenadas de X e Y:



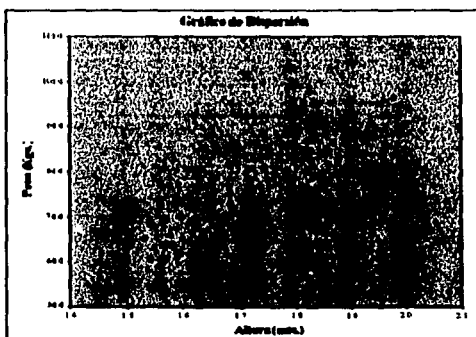
Veamos un ejemplo. Supongamos que tenemos un grupo de personas adultas de sexo masculino. Para cada persona se mide la altura en metros (Variable X) y el peso en kilogramos (Variable Y). Es decir, para cada persona tendremos un par de valores X, Y que son la altura y el peso de dicha persona:

N° Persona	Altura (m)	Peso (Kg.)	N° Persona	Altura (m)	Peso (Kg.)
001	1.64	65.4	026	1.64	74.9
002	1.63	66.5	027	1.64	66.1
003	1.70	70.3	028	1.64	65.3
004	1.69	77.4	029	1.66	64.3
005	1.66	63.5	030	1.76	75.3
006	1.68	67.9	031	1.66	67.2
007	1.67	67.6	032	1.66	66.6
008	1.67	65.5	033	1.66	74.1
009	1.66	63.5	034	1.65	66.1
010	1.64	65.8	035	1.64	67.4
011	1.68	67.3	036	1.67	65.4
012	1.64	66.8	037	1.63	64.1
013	1.66	63.7	038	1.64	65.1
014	1.64	62.9	039	1.64	74.1
015	1.68	66.4	040	1.62	71.9
016	1.63	69.0	041	1.69	67.9
017	1.64	63.4	042	1.63	63.3
018	1.61	69.3	043	1.62	62.1
019	1.66	65.3	044	1.63	64.6
020	1.64	79.3	045	1.67	69.1
021	1.65	61.6	046	1.63	63.1
022	1.71	70.6	047	1.63	63.6
023	1.76	79.4	048	1.64	67.6
024	1.76	78.3	049	1.67	63.3
025	1.69	66.6	050	1.63	65.2

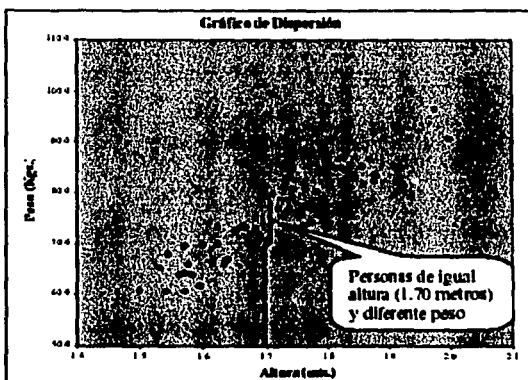
Entonces, para cada persona representamos su altura y su peso con un punto en un gráfico:



Una vez que representamos a las 50 personas quedará un gráfico como el siguiente:

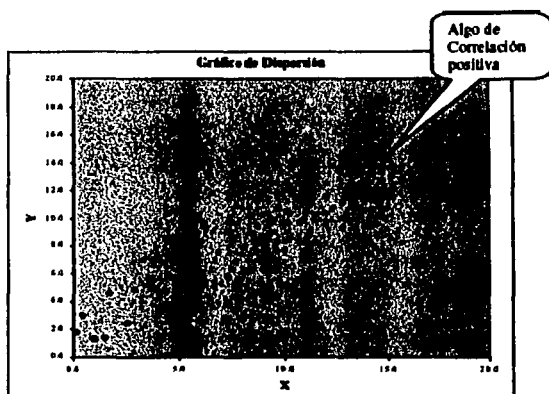
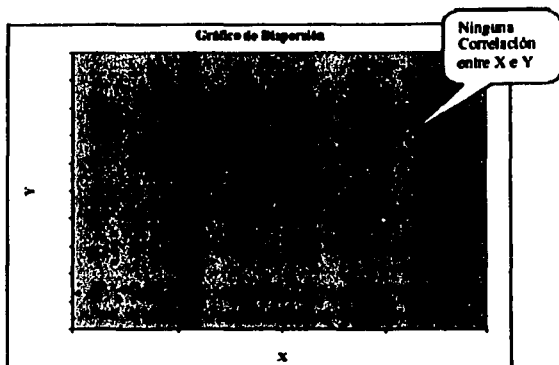


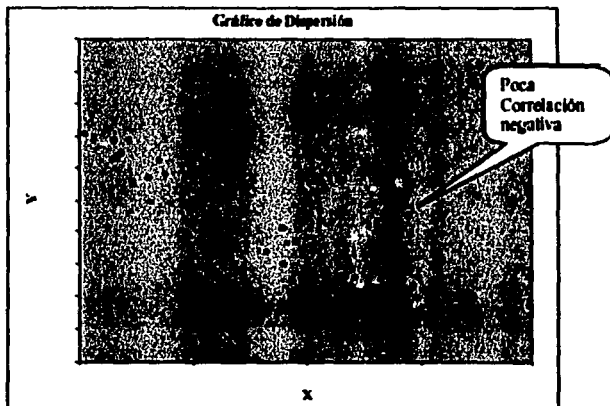
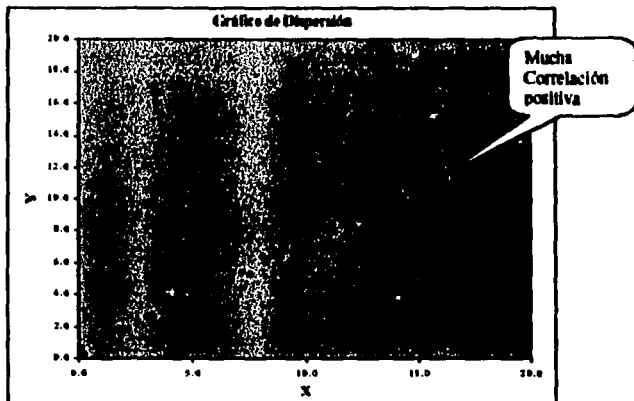
¿Qué nos muestra este gráfico? En primer lugar podemos observar que las personas de mayor altura tienen mayor peso, es decir parece haber una correlación positiva entre altura y peso. Pero un hombre bajito y gordo puede pesar más que otro alto y flaco. Esto es así porque no hay una correlación total y absoluta entre las variables altura y peso. Para cada altura hay personas de distinto peso:



Sin embargo podemos afirmar que existe *cierto grado de correlación* entre la altura y el peso de las personas.

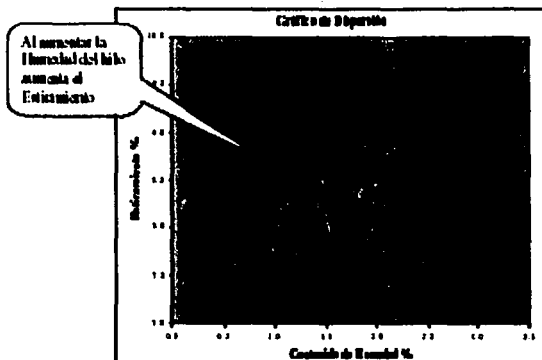
Cuando se trata de dos variables cualesquiera, puede no haber ninguna correlación o puede existir alguna correlación en mayor o menor grado, como podemos ver en los gráficos siguientes:







Por ejemplo, en el siguiente gráfico podemos ver la relación entre el contenido de Humedad de hilos de algodón y su estiramiento:





## CAPÍTULO 4

### PROCESO DE MANUFACTURA DE LA LLANTA

#### 4.1. La industria hulera.

La capacidad de infraestructura de un país se mide en gran medida por la cantidad de empresas que existen en él, y es por esto, que es importante describir en este trabajo una de las industrias con gran importancia en el desarrollo de un país, la industria hulera, la cual tiene un importante rol en el abastecimiento de diversos productos de hule usados en otras ramas industriales, como por ejemplo, la industria automotriz, del calzado, del vestido, etc. a continuación se abordara el tema del ramo industrial de la fabricación de las llantas.

Uno de los proveedores de la industria automotriz son las empresas que fabrican llantas o neumáticos, las cuales, pelean ferozmente por mantener a sus clientes satisfechos con la calidad de sus productos, además de implementar continuamente controles más eficientes para bajar costos de la producción en todos sus rubros.

Debido a la globalización de todos los mercados en el mundo, los estándares de calidad se han incrementado a tal grado que las empresas que no implementan programas de calidad en sus empresas tenderán a desaparecer, debido a que los grandes corporativos en todo el mundo han comprendido que la clave para bajar costos en todos los niveles de sus empresas, es trabajar con una cultura de calidad y esto también debe existir en todos sus proveedores, los cuales, tienden a ser desde pequeñas, medianas y grandes empresas de diversos productos.

Dentro de la industria automotriz existen normas de calidad que exigen a sus proveedores que cumplan con ellas:

## ISO/TS 16949

### INTERNATIONAL AUTOMOTIVE TASK FORCE



AIAG  
QS-9000



ANFIA  
AVSQ



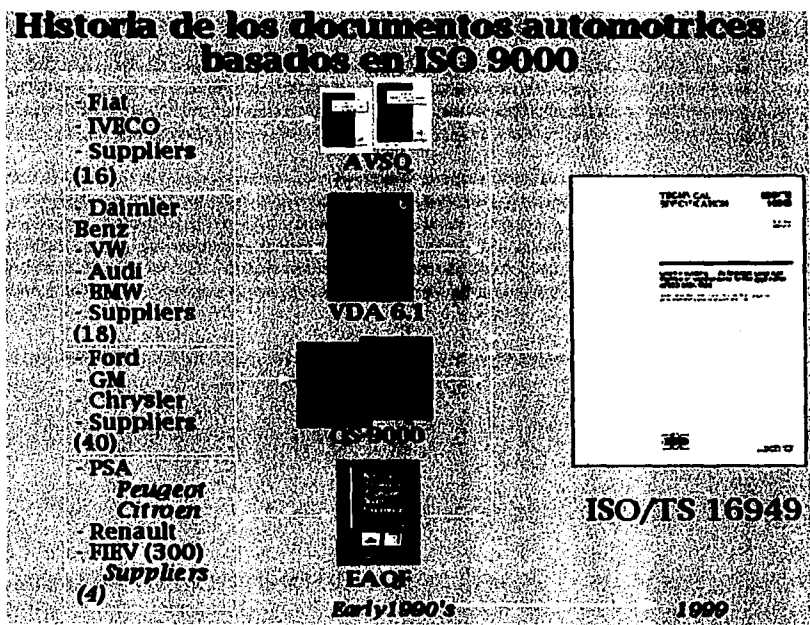
CCFA/FIEV  
EAQF



VDA  
VDA 6.1

Estas normas o requisitos que exige la industria automotriz a sus proveedores fuerón establecidas para la mejora continua de la calidad en todos los productos y servicios, para la satisfacción de sus clientes.

Estas normas están permanentemente revisándose y esto a dado a que surjan las normas ISO-9000 como estándares de calidad a escala mundial y con estas la norma TS/16949 para los proveedores de la industria automotriz, ya que en esta rama como se vió anteriormente, se tenía una norma en cada país de origen de cada empresa para requisitos a sus proveedores (en los Estados Unidos el QS-9000, en Alemania el VDA 6.1, etc.).



Debido a las normas de calidad antes dichas, hoy en día, el proceso de manufactura de la llanta es de uno de los más complejos que existe ya que comienza desde las plantaciones del árbol del hule o fabricación del hule sintético hasta la distribución y montaje de las llantas en los centros de servicio.

#### 4.2. Historia de la llanta.



La rueda más antigua fabricada por el hombre.

Según los historiadores el hombre invento la rueda, aparentemente, hacia el año 4,000 A.C., aunque en realidad la invención de la rueda se pierde en el tiempo y seguramente fue desarrollada para incrementar el radio de desplazamiento de los pueblos cuando estos ya dominaban el fuego.

La primera rueda conocida es la Ur, ciudad mesopotámica hecha de un disco de arcilla perforado en el centro; junto a la circunferencia central tiene múltiples perforaciones de tamaño reducido. Este objeto data del 3,500 A.C.

Después del 2,000 A.C. aparecieron los primeros carros de dos o cuatro ruedas, con seguridad derivados de trineos (los primeros vehículos) perduraron hasta el siglo pasado sin cambios relevantes.

Con base a este antecedente remoto de lo que hoy en día son las llantas y antes de iniciar un estudio completo de las mismas, deberemos hacer un par de preguntas :

##### ¿Qué es una llanta?

Una llanta es un sólido con alta precisión geométrica, de material muy elástico capaz de soportar gran deformación y contener presión. Es un elemento de alto rendimiento de forma toroidal (dona).

##### ¿Cuál es la función de una llanta?

La llanta debe transmitir las fuerzas que conducen, detienen y guían a un vehículo, así como soportar su carga.

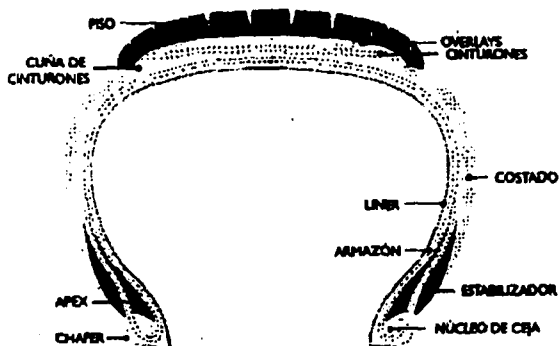
Además la llanta tiene que absorber las irregularidades del camino y proveer un movimiento libre de vibraciones en una superficie lisa.

Una llanta debe tener:

- Un cambio inapreciable en dimensiones una vez que ha sido inflada.
- La habilidad de pasar un sin número de obstáculos sin que sufra daño substancial.
- La habilidad de que parte de su estructura se deforme de una superficie de doble curvatura a una superficie plana.

- Capacidad para proveer:  
Durabilidad y seguridad.  
Consumo mínimo de potencia.  
Kilometraje adecuado.

### COMPONENTES DE UNA LLANTA



#### 4.3. Componentes principales de la llanta.

##### Piso.

Es una gruesa cubierta de hule que cubre al armazón de hombro a hombro. Aquí se utiliza un doble compuesto de hule (base y corona) resistente a la abrasión.

En el piso se localizan elementos que pueden afectar la tracción y estabilidad en algunas situaciones. Veamos dichos elementos:

Los **segmentos** son los responsables de la tracción de la llanta, así como su capacidad de frenado. En su conjunto forman el diseño de piso.

En los segmentos encontramos pequeños cortes o ranuras denominados **filos**, estos dan al segmento una cierta libertad de movimiento que tiene como resultado la auto limpieza.

Un conjunto de segmentos longitudinales o una banda continua de hule en el diseño del piso da como resultado lo que conocemos como **costilla**, responsable por el sentido direccional del vehículo.

Entre los segmentos o costillas existen "canales" denominados **surcos**, responsables de eliminar el agua y disipar el calor.

**Armazón.**

Es el cuerpo de la llanta formado por cuerda textiles o de acero recubiertas de hule. Se encarga de darle forma a la llanta y de mantener el aire en el interior de ésta.

**Ceja.**

Es la parte que mantiene fuertemente unida la llanta al rin, es el "cimiento" del armazón y por ser la zona más rígida es también es la más delicada. Está constituida por un núcleo de varias vueltas de alambre de acero cobrizado extra fuerte en su más alto punto de tensión, el área de amarre y la base y punta de ceja.

**4.3.1. Componentes secundarios.****Forro interior o Líner.**

Una capa delgada de hule que se encarga de proteger las cuerdas de la humedad y rozamiento contra la cámara. En algunas ocasiones este es un hule especial (halo-butilo) que le proporciona hermeticidad, sustituyendo a la cámara.

**Ápex.**

Es una tira de hule en forma de cuña colocada arriba del núcleo de ceja para crear una rigidez graduada en los costados (elemento de transición). Sirve para evitar una dañina concentración de esfuerzos, además de restringir los movimientos laterales.

**Chafer**

Es una tira de tela ahulada (camión) o de hule especial (auto) colocada en la base de la ceja con el fin de proteger esta zona del rozamiento con el rin.

**Costado.**

Es una banda de hule localizada entre la ceja y la orilla del piso. Este componente cubre las capas del armazón protegiéndolas de daños causados por impactos contra banquetas y baches, además provee de estilo estético junto con la información requerida oficialmente.

**Cinturones.**

Son capas angostas de alambre de acero latonado colocados entre el piso y el armazón con ángulos diferentes. Su propósito, en llanta radial, es evitar distorsiones en la llanta, mantener al piso 100% en contacto con el pavimento y proteger contra perforaciones. Algunas llantas convencionales llevan un par de cinturones que sirven para proteger al armazón contra impactos.

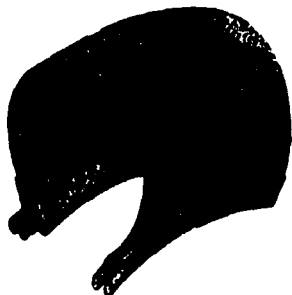
**Overlay.**

Es una capa de cuerdas textiles colocada entre el piso y los cinturones. Proporciona a la llanta más estabilidad y propiedades de manejo a velocidades altas.

### 4.3. CONSTRUCCIÓN.

#### TIPOS DE CONSTRUCCIÓN.

Por tipo de construcción entendemos a la orientación en que se dirijan las cuerdas en el armazón. Existen dos tipos: convencional y radial.



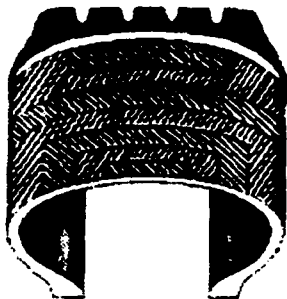
**CONSTRUCCIÓN CONVENCIONAL**



**CONSTRUCCIÓN RADIAL**

#### 4.4.1 Construcción convencional.

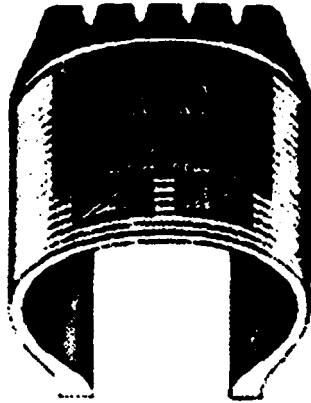
Las cuerdas del armazón van en forma diagonal de ceja a ceja. Se coloca una capa sobre otra con las cuerdas en ángulos opuestos. Dichos ángulos medidos en el centro de la llanta van de 25 a 45 grados. Las llantas de trabajo pesado llevan dos o más cinturones de la misma cuerda del armazón y con los mismos ángulos. Generalmente se aplican a llantas de camión, agrícolas y muevetierra.



#### 4.4.2 Construcción Radial.

Las cuerdas del armazón se colocan transversalmente de ceja a ceja, forman un ángulo de 90° con el centro del piso de la llanta.

Entre estas capas y el piso siempre se colocan cinturones de acero para que la llanta no pierda redondez. Las cuerdas de estos cinturones van desde los 10° y hasta los 57°. Se utiliza en llantas de auto, camión agrícolas y muevetierra.



#### 4.5. Materiales que intervienen en la fabricación de una llanta.

##### 4.5.1 Hule o Caucho.

###### Hule natural.

Es un material resistente al calor principalmente usado en la elaboración de costados por ser éstos los que más se calientan debido a su trabajo (flexión.)

El hule natural se obtiene del árbol *Evea Brasilensis*, de las plantaciones en Malasia, Indonesia, Filipinas, Guatemala, México, etc.

###### Hule sintético.

Este hule es resistente a la abrasión o desgaste y se usa principalmente en el piso de la llanta debido a su continuo contacto con el pavimento. El hule sintético puede ser derivado del petróleo o del bagazo de caña, se produce principalmente en las plantas de Houston y Bearmon, Texas, así como en Akron, OH.

#### 4.5.1.1. Definición.

**Caucho:** ( materia prima); látex producido por varias moráceas y euforbiáceas intertropicales, entre las que se destaca la Hevea Brasiliensis.

Cuando por cortes o incisiones se rompen los conductos lactíferos de los árboles productores de caucho, éstos segregan un líquido lechoso y turbio que contiene el caucho en suspensión y dividido en pequeñas gotitas de aspecto emulsionado. Como la secreción es relativamente abundante la misma se recoge en recipientes especiales en forma de pequeños baldes que se cuelgan al término de las incisiones; luego el jugo recolectado es sometido a un tratamiento para solidificarlo por evaporación o coagulación, ahumado, etc. en el mismo lugar de la cosecha.

El caucho es el cuerpo sólido que tiene el mayor coeficiente de dilatación conciso y que aumenta considerablemente con la vulcanización.

Un corte reciente de caucho crudo, o sea sin vulcanizar se puede volver a unir soldándose entre sí con solo presionar uno contra otro. Una vez vulcanizado pierde esta propiedad pero adquiere una mayor elasticidad, pudiendo alargarse hasta seis veces su longitud primitiva.

El alargamiento del caucho vulcanizado es acompañado de una elevación de temperatura y en cambio se produce un enfriamiento cuando retorna a su estado normal. Por síntesis se han elaborado diferentes productos de propiedades físicas parecidas a las del producto vegetal.

#### **Caucho natural y cauchos sintéticos.**

El caucho es un hidrocarburo de gran importancia que se obtiene del látex de ciertos árboles de la zona tropical. Cuando se calienta el látex o se le añade ácido acético, los hidrocarburos en suspensión, con pequeñas cantidades de otras sustancias se coagulan y pueden extraerse del líquido. El producto obtenido es el caucho bruto del comercio, viscoso y pegajoso, blando en caliente y duro y quebradizo en frío. Al estirarlo, no vuelve a adquirir después la forma primitiva.

El producto, observado ya por Colón en las indias occidentales, permaneció prácticamente sin valor hasta que en 1839, Charles Goodyear descubrió que amasando bien el caucho con azufre y calentándolo a una temperatura superior a 100 °C, el azufre se combina químicamente con el caucho y el producto que resulta tiene propiedades mucho más útiles; no se deforma por el calor, no es quebradizo en frío y sobre todo, no es pegajoso. Además, si se estira un trozo, recupera después de la tensión su forma primitiva. Los anillos del S<sub>8</sub> se abren y se combinan con los dobles enlaces de las moléculas de caucho formando puentes de cadenas de azufre de una molécula de caucho a otra y dando lugar a una trama total. Este proceso se llama vulcanización. Distintas sustancias como el negro de humo y óxidos de zinc y plomo, y muchos productos orgánicos, actúan de acelerantes de la vulcanización, dando a demás un caucho más tenaz y duradero ( cámaras para ruedas de automóvil). El caucho natural se considera como un polímero del isopreno.

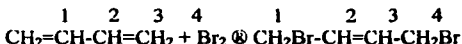


La formación de los distintos cauchos sintéticos se basa en la polimerización del butadieno o de homólogos (isopreno) o derivados (cloropreno) que tiene la misma estructura.

Se conocen gran variedad de cauchos sintéticos, algunos de cualidades mecánicas mejores que el caucho natural. El "buna 85" esta formado por polimerización del butadieno, el "neopreno" por polimerización del cloropreno, el "perbunan N" a partir del butadieno y el cianuro de vinilo, el "buna S" a partir del butadieno y el estirolo, así como otros muchos de composición más o menos conocidas y patentados con nombres que no guardan relación con los monómeros que los integran ("ameripol", "koroseal", "thincol", "chemigum", etc. ).

Existen muchos hidrocarburos con dos dobles enlaces que son isómeros de los correspondientes de la serie del acetileno.

Así, por ejemplo, el 1 butino o etil acetileno,  $\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ , es isómero del  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$  denominado 1,3 butadieno. La presencia de los dobles enlaces viene indicada por la terminación dieno. Cuando los dobles enlaces se encuentran separados por un enlace sencillo dan lugar a una configuración estable y constituyen un llamado doble enlace conjugado, que se comporta especialmente porque en ocasiones reacciona como un solo doble enlace adicionándose en los carbonos extremos 1 y 4 y formándose un doble enlace entre los carbonos 2 y 3:



Los dos alquadienos más importantes son el butadieno ya citado y el isopropeno o 2 metil 1,3 butadieno, que constituye uno de los productos de descomposición del caucho natural. Estos dos hidrocarburos junto con el 2 cloro 1,3 butadieno, constituyen los productos básicos que por polimerización dan lugar al caucho sintético.

El butadieno se obtiene por deshidrogenación del buteno que se forma en la refinación del petróleo o sintéticamente a partir del acetileno.

El isopreno se obtiene a partir de los pentanos del petróleo y se forma como subproducto en la preparación catalítica del butadieno. Puede también obtenerse por síntesis a través de la acetona y el acetileno.

El cloropreno se obtiene polimerizando el acetileno a vinil acetileno, el cual adiciona después cloruro de hidrógeno.

### **Elastómeros. Definición y clasificación.**

Un elastómero posee un alto grado de elasticidad que es característico del caucho: puede ser deformado considerablemente, para, sin embargo, volver a su forma original. Como en el caso de las fibras sus moléculas son alargadas y delgadas, y se alinean cuando se estira el material. La gran diferencia es ésta: cuando se elimina la fuerza de estiramiento las moléculas de un elastómero no permanecen extendidas y alineadas; vuelven a sus conformaciones desordenadas originales favorecidas por la entropía. No permanecen alineadas, porque las fuerzas intermoleculares necesarias para sujetarlas en este ordenamiento son más débiles que la de las fibras. En general, los elastómeros no tiene grupos muy polares o lugares muy aptos para puentes de hidrógeno: las cadenas extendidas no se ajustan muy bien entre si por lo que no pueden operar eficientemente las fuerzas de Van Der Waals. En un elastómero la entropía derrota a la entalpía.

Un requisito adicional: las cadenas largas de un elastómero se conectan entre si por enlaces cruzados ocasionales: deben ser suficientes para evitar el deslizamiento de las moléculas, pero no privar a las cadenas de la flexibilidad necesaria para extenderse con facilidad y volver nuevamente al desorden.

El caucho natural ilustra estos requisitos estructurales de un elastómero; cadenas largas y flexibles; fuerzas intermoleculares débiles y enlaces intermoleculares ocasionales. El caucho es cis-1,4-poliisopreno. Al no tener sustituyentes fuertemente polares, la atracción intermolecular queda limitada a las fuerzas de Van Der Waals, débiles por la configuración cis en todos los dobles enlaces. La Fig.3 compara las cadenas extendidas del caucho con la de su isómero trans. Apreciamos que la configuración trans permita cadenas extendidas muy regularmente zigzagueantes que pueden juntarse bien, cosa que no es posible para la configuración cis. El estereoisomero totalmente trans se encuentra en la naturaleza en forma de gutapercha; es altamente cristalino y carece de elasticidad.

Los enlaces cruzados del caucho se logran por medio de la vulcanización, que establece puentes de azufre entre las moléculas, reacción que implica las posiciones alílicas muy reactivas por lo que depende del doble enlace en el polímero.

De los elastómeros sintéticos el más importante es el SBR un copolímero del butadieno (75%) y estireno (25%) que se produce por medio de radicales libres; compite con el caucho en el uso mayor de los elastómeros, o sea, la manufactura de neumáticos para automóviles. Puede obtenerse polibutadieno y poliisopreno totalmente cis por medio de la polimerización Ziegler-Natta.

Un elastómero completo o mayormente polidienico es, por supuesto, altamente no saturado. Sin embargo, lo único que se exige de un elastómero es una instauración suficiente para permitir la formación de enlaces cruzados: por ejemplo, en la manufactura del caucho butílico solo se copolimeriza un 5% de isopreno con isobutileno.

### Caucho y sustitutos del caucho.

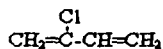
Al igual que los etilenos sustituidos, los dienos conjugados también pueden polimerizarse con radicales libres.

Este polímero difiere de los obtenidos de alquénos simples en un aspecto muy importante: cada unidad aun tiene un doble enlace.

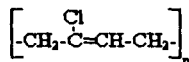
En el caucho natural tiene una estructura muy semejante a la de estos polidienos sintéticos. Podemos considerarlo un polímero del dieno conjugado 2 metil 1,3 butadieno, o isopreno.

Los dobles enlaces de la molécula del caucho son de gran importancia porque permiten su vulcanización -aparentemente proporcionando hidrógenos alílicos reactivos-; es decir la formación de puentes de azufre entre cadenas diferentes. Estos enlaces cruzados endurecen y dan mayor resistencia al caucho, y eliminan la pegajosidad del caucho no tratado.

La polimerización de dienos para obtener sustitutos del caucho fue la precursora de la desarrollada industria actual de plásticos. El policloropreno (Neoprén, Duprén) fue el primer sustituto del caucho de éxito comercial en Estados Unidos.



Cloropreno



Policloropreno

En parte, las propiedades de los sustitutos del caucho -como las de otros polímeros- están determinadas por la naturaleza de los grupos sustituyentes. El policloropreno, por ejemplo, es inferior al caucho natural en algunas de sus propiedades, pero superior en su resistencia a aceites, gasolina y otros disolventes orgánicos.

También pueden obtenerse artificialmente polímeros del isopreno; contienen la misma cadena no saturada y el mismo sustituyente (el grupo -CH<sub>3</sub>) que el caucho natural. Su estereoquímica era distinta: el caucho natural tiene la configuración *cis* en (casi) todos sus dobles enlaces; el material artificial era una mezcla de *cis* y *trans*. No pudo lograrse un caucho sintético verdadero hasta 1955; lo que se necesitaba era un tipo de catalizador totalmente nuevo, además de un mecanismo de polimerización enteramente diferente. Con ellos se hizo posible la polimerización estereo selectiva del isopreno, obteniéndose un material virtualmente idéntico a caucho natural: el *cis* 1,4 poliisopreno. Isopreno y la regla isoprénica.

La unidad isoprenica es uno de los bloques constructivos favoritos de la naturaleza. No solo aparece en el caucho, sino también en una variedad de compuestos que se aíslan de fuentes vegetales y animales. Por ejemplo, casi todos los terpenos (se encuentran en los aceites esenciales de muchas plantas) tienen esqueletos carbonados constituidos con unidades de isopreno unidas entre sí, de un modo regular de "de pies a cabeza". El

reconocimiento de este hecho -la llamada regla isoprénica- ha sido de gran ayuda en la comprensión de las estructuras de los terpenos.  
**Polimerización iónica. Polímeros vivos.**

La reacción de polimerización en cadena puede proceder con iones, en lugar de radicales libres, como partículas propagadoras de la cadena: estas pueden ser cationes o aniones dependiendo del tipo de indicador empleado.

La polimerización catiónica es indicada por un ácido. El isobutileno, por ejemplo, se polimeriza catiónicamente para dar un material pegajoso que se emplea en la fabricación de adhesivos. Su copolimerización con un poco de isopreno produce el caucho butílico, utilizado en la elaboración de cámaras y neumáticos, pueden utilizarse varios ácidos: ácido sulfúrico,  $AlCl_3$ , o  $BF_3$  con una traza de agua.

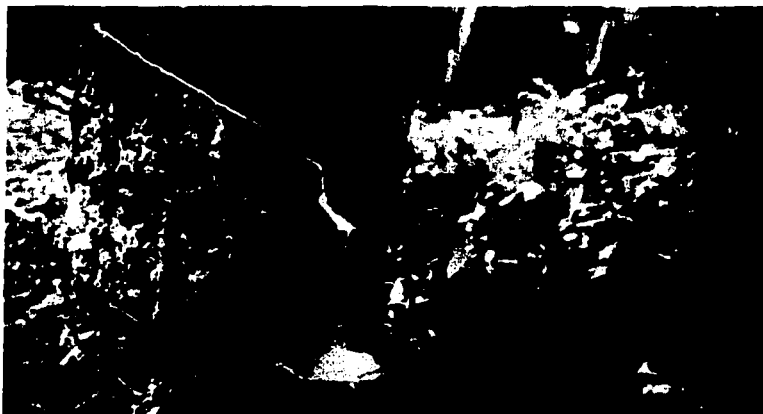
La polimerización aniónica se inicia con bases:  $Li^+NH_4^-$ , por ejemplo, o compuestos órgano metálicos, como el n-butil-litio; así, se pueden utilizar metales activos como Na y Li, en este caso, la iniciación es un poco más complicada, como la polimerización de estireno, con sodio metálico y naftaleno.

Un átomo de sodio transfiere un electrón al naftaleno para formar un radical-anión, el cual a su vez, dona el electrón al estireno y forma el radical-anión estireno. Al igual que muchos otros radicales libres. Este se dimeriza. El dianión resultante es el verdadero iniciador y comienza a crecer en ambos.

### **Caucho natural bruto**

Recolección y composición de látex recién extraído. El caucho se obtiene del árbol por medio de un tratamiento sistemático de "sangrado", que consiste en hacer un corte en forma de ángulo a través de la corteza profundizando hasta el cambium. Una pequeña vasija que cuelga en el tronco del árbol para recoger el látex, jugo lechoso que fluye lentamente de la herida del árbol. El látex contiene 30 a 36% del hidrocarburo del caucho, 0.30-0.7% de cenizas, 1-2% de proteínas, 2% de resina y 0.5 de quebrachitol. La composición del látex varía en las distintas partes del árbol; generalmente el porcentaje de caucho (hidrocarburo) decrece del tronco a las ramas y hojas. La época del año afecta a la composición del látex, así como el tipo de suelo y la línea o casta del árbol. El caucho es una secreción irreversible o producto de desecho del árbol, y cuanto más se extrae, tanto más la planta regenera. El caucho es producido en el protoplasma por reacciones bioquímicas de polimerización catalizadas por enzimas. El látex fresco es transformado en caucho seco tan pronto como sea posible después de la recolección. Primeramente, se cuele por un tamiz de lámina perforada para eliminar partículas de hojas y corteza. En seguida se diluye de su concentración de 30-35% de caucho a un título aproximado de 12%. Algunas plantaciones usan un hidrómetro especial llamado Metralac, que determina el contenido sólido del látex sin realizar el ensayo por evaporación. Después de la dilución, se deja el látex en reposo un corto tiempo para que las materias no separadas por el tamiz (arena y cieno) se sedimenten. Entonces está dispuesto para la coagulación.

El ácido fórmico está considerado como el mejor de los coagulantes para el caucho



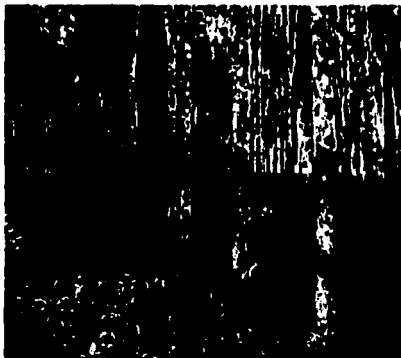
natural, pero el ácido acético se usó también mucho. Otros ácidos, el alumbre ordinario y el alumbre de amonio han sido usados como coagulantes. La cantidad de ácido requerida, depende del estado de los árboles y de las condiciones climáticas. Los árboles jóvenes dan un látex inestable y durante la sangría ha de añadirse al mismo algo de amoniaco para asegurar su estabilidad hasta su manufactura. Este amoniaco ha de tomarse en cuenta al determinar la cantidad de ácido necesario. El látex de árboles grandes, que no ha recibido amoniaco, necesita 40 ml de ácido fórmico (90%) por cada 100 litros de látex (con 12% de sólidos). El ácido de 90% se diluye en agua hasta una concentración de 4% y se mezcla muy bien con el látex. El volumen de ácido debe controlarse cuidadosamente, pues el exceso impide la coagulación. En intervalo de pH de 5.05 a 4.77 está el punto isoelectrico en que se efectúa la coagulación del caucho. Dicho intervalo se denomina también primera zona de sólido.

#### 4.5.1.2 Orígenes Históricos

Algunas de las propiedades y usos de caucho fueron descubiertas por los Indios tropicales de Sudamérica mucho antes de las travesías de Colón. Desde hace muchos años, los españoles trataron de duplicar los productos resistentes al agua (calzado, revestimientos, y cabos) de los Indios, pero ellos fracasaron. El caucho llegó a ser meramente una curiosidad de museo en Europa durante los siguientes dos siglos.

En 1731 el gobierno Francés envió al geógrafo matemático Charles Marie Condamine (1701-74) a Sudamérica a una expedición geográfica. En 1736, él envió a Francia varios rollos de caucho crudo, junto con una descripción de los productos fabricados por los Indios del Valle del Amazona. El interés científico general en la sustancia y sus

propiedades se revivió, y se buscaron las maneras para disolver el látex el cual endurece rápidamente después de ser extraído para poder trabajarse a distancia de su fuente natural. Muchos científicos trabajaron sobre el problema, y en 1770 el químico Británico Joseph Priestley descubrió que ese caucho puede usarse para borrar marcas de lápiz fregando, propiedad de la cual deriva el nombre de la sustancia. En 1791 se inició la primera aplicación comercial del caucho cuando un fabricante Inglés, Samuel de Repiqueteo, patentó un método para impermeabilizar un paño al tratarlo con una solución de caucho en trementina. El químico e inventor Británico Charles Macintosh, en 1823, estableció una planta en Glasgow para la fabricación de paño impermeable y los vestidos impermeables que han sostenido su nombre.



### Las Plantaciones de Caucho.

Los árboles silvestres de caucho de las selvas sudamericanas continuaron siendo la fuente principal de caucho crudo para la mayoría del siglo 19. En 1876 el Británico explorador Henry Wickham (1846-1928) cobrando mas de 70,000 semillas de *H. brasiliensis*, y, a pesar de un rígido embargo, las contrabandé fuera de Brasil. Las semillas se germinaron exitosamente en los invernaderos de los jardines botánicos Reales en el Londres, y se usaron para establecer la primera de las plantaciones en Ceylon (ahora Sri Lanka) y en otras regiones tropicales del hemisferio oriental.

**Caucho crepé.** Para la separación del caucho rizado o caucho crepé se usa el bisulfito de sodio,  $\text{NaHSO}_3$ , que retarda la acción de las oxidasas e impide la coloración y el ablandamiento. Los mercaptanes líquidos (como un preparado que contiene xilil-mercaptán en un hidrocarburo inerte) han tenido recientemente cierta aceptación para el mismo fin. Para 100 Kg. de caucho seco en el látex, se necesitan alrededor de 0.5 Kg. de bisulfito sódico. Después que se han añadido el ácido y el retardador, se deja escurrir el coágulo húmedo durante dos horas. Se hace pasar el coágulo por una máquina de rizado que consta de dos cilindros operando con distintas velocidades angulares, y cuando el caucho húmedo pasa entre ellos, la acción de cortadura y masticación expone nuevas capas a la acción del agua. Varias máquinas de éstas se usan en serie, y cuando la lámina sale de la última presenta una superficie rugosa que recuerda el crespón o el papel crepé.

Algunos productores usan máquina de cilindros lisos para el acabado, que dan a la superficie una aspecto más uniforme.

Un crepé de inferior calidad se obtiene del látex cuyo color ha sido alterado y de la membrana de látex seco arrancada de la corteza del árbol. Este látex se lava muy bien con agua, en las máquinas de rizado, y se elabora como el de calidades superiores. La

fabricación del caucho crepé ha decrecido a causa de haberse puesto en uso látex concentrado para los fines a que antes aquél se destinaba.

Actualmente el crepé de látex N° 1 se cotiza a 40.75 centavos de dólar la libra, o sea 8.25 centavos de dólar la libra más que la hoja ahumada N° 1.



### Hoja ahumada

En la preparación de la hoja ahumada, la coagulación se efectúa en tanques largos de 90 cm de ancho por 30 cm de profundidad. El tanque tiene en los costados unos surcos verticales espaciados a distancias de unos 38 mm, en los que ajustan planchas metálicas que atraviesan la anchura del tanque. El látex diluido se echa en el tanque (quitadas las láminas metálicas), se añade ácido fórmico y se agita muy bien para mezclarlo con el látex. Se insertan las láminas divisoras y se deja todo en reposo 16 horas. Al cabo de este tiempo se han formado planchas firmes de coágulo de látex de 39 mm de grueso, las cuales se hacen pasar entre cilindros lisos que giran con la misma velocidad mientras sobre ellas cae agua pulverizada. De ordinario se usan tres o cuatro máquinas de esta clase. La separación entre los cilindros decrece de una máquina a la siguiente, y los de la última tienen costillas que forman en la lámina de caucho acanaladuras. Éstas aumentan la superficie de la lámina para facilitar el secamiento y evitar que las láminas se adhieran unas a otras formando una masa sólida. Las láminas de caucho acanaladas se tienen colgadas algunas horas al aire libre y después se cuelgan en un cobertizo de secamiento por el humo, donde la temperatura se mantiene entre 40° y 50° C. Al cabo de diez días, las láminas están secas y dispuestas para el empaquetado. Por el secado, el caucho toma color ambarino y se vuelve traslúcido.

ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA

La hoja ahumada, si se compara con el crepé, tiene ventajas y desventajas. El ahumado del caucho fue ideado por los indígenas del Brasil, que en un principio secaban el caucho de Pará sobre un fuego para hacerlo más tenaz. Por la relativamente baja velocidad de deshidratación del caucho se necesitaban tiempo y calor. Esta práctica se ha extendido al caucho de las plantaciones. La acción antiséptica del humo evita la descomposición bacteriana de los componentes del suero que activan la maduración del caucho, y por esta razón aumenta la velocidad de vulcanización. No obstante, se ha visto que la prolongación del ahumado tiende a despolimerizar el caucho con perjuicio de sus propiedades de esfuerzo/deformación y de sus caracteres de envejecimiento. El uso de láminas más delgadas, menores temperaturas, mejor circulación de aire, menor tiempo de secado y de un procedimiento de secado en dos etapas, ha mejorado las propiedades físicas de las láminas de caucho.

Además el color y la calidad, se emplea un modo de clasificación por el módulo y velocidad de curado. Se vulcaniza una muestra de caucho por un procedimiento normalizado, se cura y se determina la resistencia a la tracción con alargamiento de 600%. El valor hallado es el módulo. Una marca roja en la bala de caucho indica un módulo bajo; una marca amarilla, denota módulo medio, y una azul, módulo alto.

En el Reino Unido los consumidores prefieren la clase amarilla; en los Estados Unidos son preferidas la amarilla y la azul; pocos consumidores han indicado preferencia por el caucho de curado lento, marcado con el color rojo. Un modelo de distribución del caucho clasificado técnicamente es el siguiente:

	Rojo	Amarillo	Azul
Malaya	29%	68%	3%
Indochina	3%	54%	43%
Indonesia	44%	53%	3%

Las diferencias observadas en la distribución se deben a las variantes en el proceso de producción en las haciendas y en la técnica de preparación.

#### 4.5.1.3. Estructura química

Disolventes del caucho natural. La solubilidad del caucho bruto en sus disolventes más comunes no es muy elevada. Para hacer una solución de 10% es necesaria cierta disociación, ya por medios químicos, empleando un oxidante, ya por medio físicos, utilizando un molino. Los cementos y soluciones de caucho comerciales se hacen por los métodos citados. En la práctica, los disolventes más usados son el benceno y la nafta. Otros buenos disolventes son el tricloroetileno, tetracloroetano, pentacloroetano, tetracloruro de carbono, cloroformo, tolueno, xileno, keroseno y éter. En contacto con el disolvente, el caucho se hincha primero poco a poco hasta la consistencias de gel y después éste se dispersa formando una solución. El caucho bruto aumenta de 10 a 40 veces su propio peso



en disolventes que a la temperatura ordinaria forman gel con el caucho. El efecto Tyndal, propio de las dispersiones coloidales, se produce en las soluciones de caucho.

La viscosidad de la solución del caucho bruto es grande.

El efecto del calor. El caucho bruto calentado hasta 200 °C. se ablanda y sus soluciones tienen menor viscosidad, pero el número de dobles enlaces se conserva sin alteración. Cuando la temperatura se eleva hasta 250 °C., los enlaces dobles se separan y tiene lugar la formación de anillos. El cambio a caucho cíclico eleva la densidad y la solubilidad, el producto obtenido es una dura y frágil resina.

#### **4.5.1.4 Propiedades físicas**

Las propiedades físicas del caucho bruto varían con la temperatura. A bajas temperaturas, se vuelve rígido, y cuando se congela en estado de extensión adquiere estructura fibrosa. Calentando a más de 100 °C., se ablanda y sufre alteraciones permanentes. El caucho bruto adquiere gran deformación permanente debido a su naturaleza plástica. La plasticidad del caucho varía de un árbol a otro y también depende de la cantidad de trabajo dado al caucho desde el estado látex, de las bacterias que lo acompañan e influyen en su oxidación y de otros factores. La plasticidad puede modificarse dentro de ciertos límites por la acción de productos químicos.

La densidad del caucho a 0 °C. es de 0.950 a 20 °C. es de 0.934. El caucho bruto deshelado después de la masticación por cilindros fríos no varía de densidad. Cuando el caucho bruto ha sido estirado y deformado durante algún tiempo, no vuelve completamente a su estado original. Si entonces se calienta, la recuperación es mayor que a la temperatura ordinaria. Este fenómeno se denomina deformación residual o estiramiento permanente y es propio del caucho.

El caucho bruto absorbe agua. Los coagulantes usados en el látex al preparar el caucho afectan al grado de absorción de agua; usando ácido clorhídrico, sulfúrico o alumbre se obtienen cauchos con poder de absorción relativamente elevado. El poder de absorción de agua del caucho purificado es muy bajo.

Gran variedad de sustancias son solubles o pueden dispersarse en caucho bruto, tales como el azufre, colorantes, ácido estárico, N-fenil-2-naftilamina, mercaptobenzotiazol, pigmentos, aceites, resinas, ceras, negro de carbono y otras.

El efecto deteriorante de luz y el calor sobre el caucho se reconoció largo antes del descubrimiento de la vulcanización. En una discusión de algunos problemas encontrados con mercaderías de caucho en 1826, Hancock comenzó en su "Narrativa personal del origen y progreso de del Caucho de la India ": "El efecto injurioso del sol sobre películas delgadas de caucho fue descubierto por nosotros y advertido antes de que se produzcan muchos daño "

El látex esta disponible hoy en varias formas y diferentes concentraciones. Cuando el látex apareció por primera vez en grandes cantidades (preservado en amoníaco, en

proporciones menores al 1 %), El caucho contenido variaba del 29 al 40 %, de acuerdo a las condiciones de los árboles, y especialmente a los métodos de extracción y recolección en las plantaciones. Debido a las diferentes condiciones de recolección, preservación y transporte, los procesos se vieron limitados por muchos años. Gradualmente la calidad se uniformó y aumentó más allá del estándar.

Más recientemente, las concentraciones de látex disponibles en el mercado se clasificaron por su preparación:

- por evaporación.
- por separación parcial de sueros sólidos por métodos mecánicos.

El mejor ejemplo del primer tipo es el Revertex, preparado por evaporación del látex en presencia de un mineral alcalino (hidróxido de potasio), u otro agente estabilizante, como el jabón de potasio o alguna sal de carácter coloidal. Este posee una consistencia cremosa y contiene cerca del 75 % de los sólidos totales, de los cuales un 7 al 8 % consiste en sueros sólidos y sustancias estabilizantes agregadas.

En la segunda categoría hay dos importantes ejemplos de concentración. El primero, comercializado bajo varias denominaciones, como por ejemplo Utermark látex, Jatex o Dunlop, posee una concentración del 60 % de caucho seco, obtenido por centrifugación del látex original. Este látex concentrado tiene una ligera consistencia cremosa, y contiene solo una fracción de los componentes que no son caucho presentes en el látex original. Esta estabilizado con amoníaco (en una concentración de aproximadamente 0,5 % de  $\text{NH}_3$  en peso), y es capaz de dar un color pálido característico.

**Los usos del látex en la industria son:** adhesivos y cementos: es un hecho interesante del látex-caucho, que es ventajoso por que es fibroso y posee plasticidad, por lo que posee aplicación comercial en los adhesivos y cementos.

El látex posee dos particulares virtudes, la primera de ellas es que el látex posee gran resistencia aun sin vulcanizar, y la segunda es que es un excelente adhesivo en instancias en las que el material a pegar esta mojado con agua.

El caucho se utiliza en la fabricación de cubiertas para automóviles. Esta es la aplicación más importante del caucho, aunque actualmente la mayor parte del caucho utilizado en la fabricación de cubiertas para automóviles es caucho sintético, ya que las propiedades de este caucho son más adecuadas para este tipo de productos.

#### **4.5.1.5 Látex del caucho natural**

**Preparación.** Hasta 1930, el látex de caucho natural, aparte de su empleo para fabricar el crepé y la lámina ahumada, tenía pocas y pequeñas aplicaciones industriales. El contenido de sólidos del caucho fresco de árboles de media edad oscila entre 32 y 38%. En los árboles jóvenes descendiendo hasta 20%, y en árboles viejos y en los que no han sido sangrados mucho tiempo, la cifra se eleva hasta 45%. Aunque, aproximadamente, 90% de los sólidos son de hidrocarburo del caucho, se hallan también enzimas, proteínas, azúcares, tanino, alcaloides,

sales minerales y algunos componentes de la corteza. Algunas de estas sustancias distintas del hidrocarburo del caucho son las que motivan a la estabilización de las partículas coloidales del mismo en el agua. Otras afectan el color y otras cooperan a los caracteres físicos del caucho contenido en el látex.

Cuando fluye del árbol, el látex es casi neutro, pero la acción de enzimas y bacterias lo vuelve ácido y entonces el látex tiende a coagularse. Para evitar la coagulación y conservar el látex en su estado coloidal estable, se le añaden bactericidas y conservadores lo antes posible después que ha sido obtenido del árbol. El preservativo más común es el amoníaco, pero se usan también el formaldehído, hidróxido de sodio, jabón y ciertos productos químicos bactericidas, como las sales de pentaclorofenol. En las plantaciones se suele colocar una pequeña cantidad de amoníaco acuoso en la vasija en la que se recoge el látex fresco. El látex obtenido se lleva a la estación, donde se le añade amoníaco en estado gaseoso.

Látex normal. Se llama látex normal al látex que ha sido estabilizado convenientemente y del cual se ha separado parte del lodo por sedimentación. Sufre también una ligera cremificación que aumenta el número de sólidos disueltos hasta el 40%.

Por reposo, el látex que contiene amoníaco precipita en forma de lodo algunos de los componentes se las cenizas en cantidad aproximada de 0.08% de un total de 35% de sólidos. El látex húmedo contiene 0.4% de cenizas, o sea 1.154 g/100 g de sólidos.

El color del látex de hebea, según las condiciones climáticas y la estación del año es gris, amarillo o rosado. El látex de los árboles que han tenido un periodo de descanso es amarillo y da caucho de ese color. Después de algunos días de sangrado, vuelve a su color natural.

Látex centrifugado. Por razones del costo de transporte y facilidad de aplicación, todo el látex usado en la industria esta en forma concentrada. El más usado es el látex centrifugado, el cual se obtiene tratando el látex fresco con un agente estabilizador, como el amoníaco, y después haciéndolo pasar por una máquina centrífuga. El látex se estabiliza con 0.3% de amoníaco, se centrifuga y después se ajusta a 0.6% para asegurar mayor vida de almacenaje. Variando la operación de centrifugación, la cantidad relativa de concentrado y de suero puede ajustarse a un nivel económico. Aproximadamente 80% del contenido de sólidos del látex fresco queda en el concentrado y 20% en el suero o la nata.

Látex cremificado. Otro método para concentrar el látex de hebea es la cremificación. El látex normalmente amoniacado se cremifica mediante prolongado reposo, pero así no se concentra mucho en sólidos. Distintas sustancias caracterizadas por su peso molecular relativamente elevado, gran viscosidad y limitada solubilidad en agua se emplean para cremificar el látex, entre ellas la gelatina, metilcelulosa, goma arábiga, ácido alginico y sales del ácido alginico. No obstante, los procedimientos industriales de cremificación se basan casi todos en el empleo de sales sódicas o amoniacales del ácido alginico.

En las plantaciones se toma el látex como se obtiene del árbol, se le añade amoníaco y se le quita el lodo dejándolo en reposo varios días o por centrifugaron. Se añade al látex el agente de cremificación en solución de 1.5-2.5% o más alta, y se agita. Durante varios días

se deja reposar la mezcla, sin agitarla, hasta que se separa en dos capas. El suero se saca por el fondo, el concentrado se agita de nuevo y después de cierto tiempo se realiza una nueva separación y se saca una segunda porción de suero. Se añade amoníaco al concentrado hasta 1.6% o más, basado en el agua del látex, y el látex cremificado, con un total de sólidos comprendido entre 62 y 68%, queda así preparado para su expedición.

Consumo de látex. Se estima que más de 65% del látex natural usado en los estados unidos se emplea en la industria de la producción de espuma o esponja de caucho (hule-espuma). El resto se emplea en objetos formados por inmersión, revestimiento de telas, impregnación y artículos moldeados. Las propiedades físicas del látex de caucho natural son muy superiores a las de cualquiera de los látex sintéticos experimentados hasta el presente.

### **Caucho guayule.**

El arbusto guayule, perteneciente a la familia de las compuestas, es una fuente de caucho natural en América del norte. El guayule es indígena en el norte y centro de México y se extiende hasta Texas. El cultivo de este arbusto, que habita en un ambiente semidesértico, comenzó en 1942, año en que, a causa de la segunda guerra mundial, se cortó el suministro de los principales países productores de caucho natural.

Lo contrario que el árbol de la hevea, en el cual el látex circula por un sistema de canales, el caucho en el guayule está encerrado en células. Para obtener el caucho del guayule se deshoja el arbusto en agua hirviendo. Se corta el arbusto en trozos de unos 3 mm, se muelen con piedras de pedernal en un molino parcialmente lleno de agua, se deja flotar el caucho, se sedimentan los residuos de la planta en un tanque de flotación con agua, se hierven para extraer el material ocluido, se hace nueva flotación y se seca el caucho bruto.

Puesto que el caucho guayule crudo es susceptible de oxidación en mayor grado que el caucho bruto de la hevea, se le añade un antioxidante. El 4,4-diaminofenilmetano es un antioxidante eficaz.

El caucho de guayule es químicamente idéntico a el de la hevea como polímero cis del isopreno. Pero su peso molecular es algo menor y el porcentaje de impurezas es mayor.

### **Gutapercha**

La gutapercha se obtiene de ciertos árboles pertenecientes a la familia de las sapotáceas.

La gutapercha silvestre se obtenía en un principio, cortando el árbol y despojándolo de su corteza; el tronco exudaba entonces la goma, que se arrancaba del mismo por rascado en masas coaguladas. Hoy la mayor producción de gutapercha se obtiene de plantaciones formadas por híbridos de especies de palaquium. Las hojas maduras se recogen periódicamente y se trituran en molinos que liberan las fibras de gutapercha con poca desintegración del polímero. La masa se trata entonces con agua a unos 70 °C. durante 30 minutos para que los tejidos de las hojas se ablanden. Esta masa se sumerge en agua fría y la gutapercha asciende a la superficie donde es recogida. Por el lavado se obtiene un producto de mayor pureza. Además de la extracción de la gutapercha de las hojas, los

árboles pueden ser sangrados sistemáticamente como se hace con la hevea. El látex se coagula por acción del agua caliente y la gutapercha es recuperada. Para obtener una gutapercha más pura, se extraen con uno disolvente las resinas y gomas insolubles en el agua. La gutapercha se comprime finalmente en bloques que se envían al mercado.

La gutapercha tiene la misma fórmula empírica que el hidrocarburo del caucho de la hevea, pero mientras el caucho de la hevea es el isómero *cis*, la gutapercha es el isómero *trans*.

La balata, que tiene la misma composición química que la gutapercha, es un producto de América del sur. Se recolecta de un árbol silvestre por un procedimiento similar al de la digestión de las hojas de la gutapercha.

#### **4.5.1.6. Aceleradores de la vulcanización**

Los aceleradores de la vulcanización son sustancias que, añadidas en cantidades pequeñas a la mezcla de caucho, que contiene otras materias accesorias, aumentan considerablemente la rapidez de vulcanización. Su utilidad se extiende más allá de este efecto, pues mejoran notablemente la calidad del producto. La industria moderna del caucho no podría subsistir sin el empleo de los aceleradores de la vulcanización.

Con anterioridad al descubrimiento de los aceleradores orgánicos, se usaban compuestos inorgánicos de carácter básico; blanco de plomo, litargiro, cal y magnesia, que han sido sustituidos casi completamente por los aceleradores orgánicos. El primero de estos fue la anilina. La anilina era superior a los óxidos de metales no solo en la aceleración sino también en el mejoramiento de las propiedades del producto final. Como la anilina es demasiado tóxica para uso general, se experimentaron varios derivados, la tiocarbanilida, producto de la reacción de la anilina y el sulfuro de carbono, fue adoptada y usada por más de veinte años. El aldehído aminas y las guanidinas dieron todavía mejores resultados y tuvieron extenso uso.

Los tiazoles han reemplazado en gran medida a los aceleradores de otros grupos. Los sulfuros de tiouram se emplean también como aceleradores.

Teoría sobre la acción de los aceleradores. Algunos autores suponen que la aceleración obra por catálisis, convirtiendo el azufre elemental en una forma más activa que actúa como agente vulcanizador. Según otros, la descomposición térmica del acelerador proporciona radicales que quitan átomos de hidrógeno a las moléculas de isopreno e inician la reacción en cadena entre el azufre y el caucho. Según ciertas teorías, en forma activa se une a las moléculas de caucho en los dobles enlaces o sustituye átomos de hidrógeno a -metilénico durante la vulcanización formando puentes o enlaces cruzados de sulfuro y bisulfuro.

Los aceleradores se consumen parcialmente o por completo durante la vulcanización y pueden funcionar en las etapas iniciales y terminales de la misma.

**Clasificación química.** Los aceleradores se dividen en cuatro grupos químicos: mercaptotiazoles y sus derivados, diotiocarbamatos y sulfuros de bis(tiocarbamilo), guanidinas y productos de reacción de aldehídos y aminas.

### **Antioxidantes**

Los antioxidantes usados en el caucho son sustancias que retardan el deterioro del caucho natural, ya sea bruto o vulcanizado, causado por la oxidación. Algunas de las sustancias usadas para este fin son estabilizadores del caucho sintético (principalmente de los polímeros de butadieno) en el momento de la preparación, y cuando se usan de este modo se denominan estabilizadores. También se han llamado antioxidígenos. Sin embargo, el uso ha consagrado los nombres de antioxidantes y estabilizadores, antes definidos.

Con el empleo de aceleradores orgánicos, se mejora la maduración de las composiciones de que formaban parte. Entonces comenzó la busca de materiales retardadores del deterioro que no afectasen apreciablemente el grado de vulcanización.

El uso industrial de antioxidantes en escala relativamente grande comenzó hacia 1930. De los primeros que se emplearon fueron la aldol-1-naftilamina y la acetaldehído-anilina. Estas sustancias están casi libres de acción aceleradora y su aparición señala una época en el progreso de las composiciones de caucho. Actualmente el consumo anual de estos materiales en los cauchos naturales y sintéticos es de unos veintidós millones de kilogramos.

**Técnica de la acción antioxidante.** Los cambios en las propiedades físicas del caucho durante la deterioración se atribuyen a varias reacciones, principalmente la formación de enlaces cruzados y la escisión del polímero. El oxígeno ataca el caucho vulcanizado.

**Clasificación química.** Los antioxidantes de uso industrial se dividen en tres grupos: diarilaminas; productos de reacción de acetonas y arilamina; fenoles.

### **Diversos productos químicos para el caucho**

Hay otros materiales, además de los que ya descritos, que se consideran como productos químicos para el caucho.

**Parafinas:** Las parafinas añadidas al caucho evitan el agrietamiento debido a la acción del ozono sobre el caucho estirado. La parafina sólo obra cuando una parte de ella contenida en el material aparece en la superficie cubriéndola con una capa continua. Se cree que la película de parafina no es impermeable al ozono, y es desconocido el modo en que da protección. La película es útil en la exposición a cargas eléctricas. La película de parafina se destruye fácilmente, y si no se regenera la reserva existente en el interior del protección, sobreviene el agrietamiento.

**Agentes gasógenos:** Para obtener productos de estructura celular, ya sea de celdillas abiertas o cerradas, se utiliza un gas que puede ser generado en el interior del material durante la vulcanización o disuelto en éste a presión alta.

El clásico agente gasógeno es el bicarbonato sódico. También se usa el bicarbonato amónico, que se descompone más rápidamente.

El proceso de inyección de gas consiste en saturar el material de gas carbónico o nitrógeno a gran presión y seguidamente reducir la presión en el momento apropiado de la vulcanización para que se produzca el esponjamiento.

**Activadores orgánicos.** Diversas sustancias orgánicas se venden en calidad de activadores de la vulcanización. Algunas no son aceleradores cuando se usan solas; pero asociadas a un acelerador primario aumentan la velocidad de vulcanización sobre el valor obtenido con el acelerador solo. Con esta asociación se obtiene una rápida vulcanización más económicamente que si se usa mayor concentración de acelerador sin el activador. El sistema de vulcanización con azufre, acelerador y óxido metálico es sensible al pH. Un pH bajo retarda la vulcanización y un pH elevado la activa. Por esta razón, la mayoría de los activadores sus sustancias que elevan el pH del sistema.

**Plastificantes químicos.** Los plastificantes químicos son sustancias que aceleran la reducción de la viscosidad del caucho durante la masticación. Se usan principalmente con el caucho natural, el cual en estado bruto es demasiado viscoso para su empleo inmediato y requiere el reblandecimiento previo.

Los plastificantes químicos actúan sólo en la zona de elevadas temperaturas, pero no se conoce su modo de acción. La mayoría son mercaptanes o compuestos de azufre capaces de formar mercaptanes y cabe suponer que en presencia del oxígeno estas sustancias (o sus radicales) atacan a los dobles enlaces y dejan grupos terminales R-S al final de las cadenas rotas.

**Agentes de regeneración.** Entre las sustancias usadas en las operaciones de regeneración del caucho están los agentes de desfibración, como el hidróxido sódico o el cloruro de cinc; los agentes de hinchazón, como aceites y plastificantes, y cierto número de productos químicos preparados especialmente para activar los procesos de regeneración. Los productos químicos especiales se distinguen de los dos primeros grupos de sustancias en que producen mucho mayor efecto y se usan en menos concentración.

**Agentes de vulcanización.** El azufre, el agente de vulcanización del caucho casi universal, se usa generalmente en la forma de azufre molido comercial. Una variedad que contiene 90% de azufre en forma insoluble en el sulfuro de carbono se usa en cierta extensión allí donde es inconveniente la eflorescencia de azufre del material no vulcanizado. Durante la vulcanización, la forma insoluble se convierte en azufre ordinario y la operación avanza normalmente.

Las combinaciones orgánicas sulfurosas capaces de liberar azufre a las temperaturas de vulcanización sirven también para esta operación.

Los elementos selenio y telurio y el monocloruro de azufre se usan también algo como agentes de vulcanización.

El requisito principal que debe cumplir un agente vulcanizador es que efectúe la vulcanización después de ser expuesto a temperatura conveniente. Las principales transformaciones producidas por la vulcanización son la represión de la plasticidad, aumento de la elasticidad y aumento de la resistencia. Un agente vulcanizador debe ser soluble en el caucho o estar dividido en partículas finas para que pueda dispersarse con facilidad y uniformidad en el caucho. Debe ser preferentemente no tóxico y no teñir.

**Retardadores.** El retardador ideal sería una sustancia que retardase el comienzo de la vulcanización y que no afectase el curso subsiguiente de la vulcanización. Frecuentemente se afirma que los retardadores o un retardador particular reprime el comienzo de la vulcanización a las temperaturas de elaboración, pero no retarda e incluso activa el curado a las temperaturas de vulcanización.

Los retardadores comerciales más aceptados para las vulcanizaciones con azufre son el ácido salicílico, ácido benzoico, anhídrido ftálico, y la tricloromelamina. Las sales de plomo y cadmio son retardadores de sistemas que emplean los sulfuros de bis (tiocarbamoilo) como aceleradores.

Un retardador verdaderamente eficaz debe aumentar el tiempo requerido para el comienzo de la vulcanización (a cualquier temperatura), pero no debe retardar la subsiguiente velocidad de vulcanización. Una sustancia que retarda ambos procesos produce el mismo efecto que una reducción de la dosis de acelerador, lo que significa un consumo inútil. Un retardador debe ser capaz de dispersarse fácilmente en el caucho y por esta razón debe ser soluble en el mismo o estar en partículas sumamente finas. Conviene que sea no tóxico e inodoro; no debe teñir, y ha de ser estable en almacenamiento.

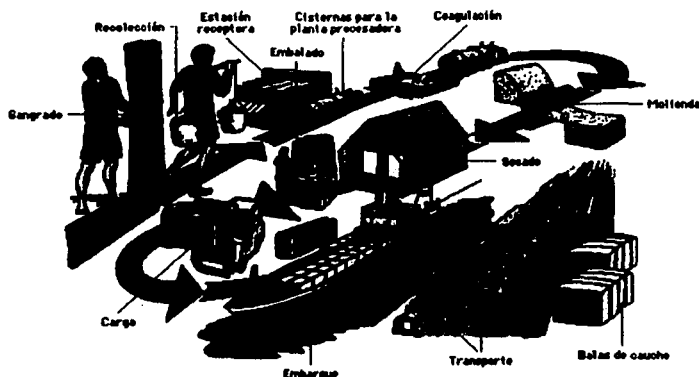
#### **4.5.1.7. Procesos Modernos de Fabricación**

En la fabricación moderna de artículos de caucho natural, el caucho crudo se trata con varios compuestos mezclándolos en máquinas. La mezcla se aplica entonces mecánicamente a una base o molde, y el objeto revestido o formado de la mezcla se pone en moldes y vulcaniza.

Las principales fuentes de caucho crudo son las planchas, porciones, o las tortas producidas en plantaciones de caucho desde el látex de árboles de Hevea, en operaciones seguras de fabricación. El caucho crudo se usa como embarcado; los grados secundarios se lavan para quitar arena, la corteza, y el otro material extraño, y se tratan para quitar excesiva resina. El caucho reclamado, tratado calentando con álcali por 12 a 30 horas, puede usarse como un adulterante de caucho crudo para rebajar el precio del artículo terminado. Las cantidades de caucho reclamado que se usa depende de la calidad del artículo a ser fabricado.



## Producción de caucho



La producción del caucho sigue distintos pasos. En la plantación, los operarios extraen el látex de los árboles con un procedimiento llamado sangrado. Una vez recogido, el látex lechoso se introduce en un tanque de tratamiento en el que el líquido comienza a cuajarse o coagularse, haciéndose más sólido. A continuación, en una trituradora de cilindros, se prensa en forma de láminas llamadas crepés. Finalmente, el caucho es ahumado, secado y embalado para su distribución a los fabricantes.

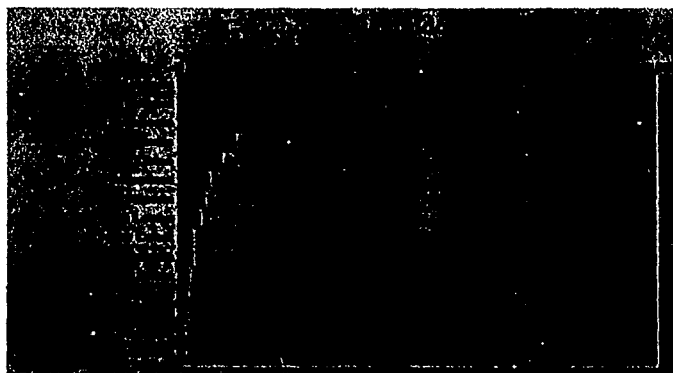
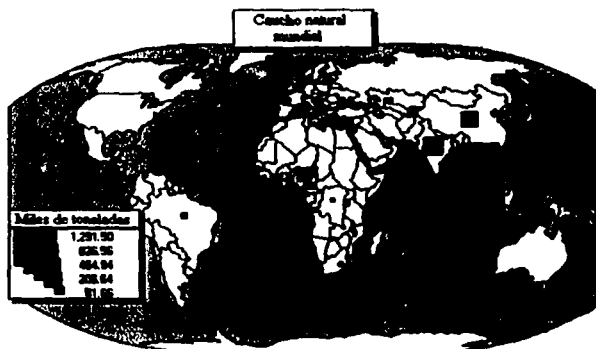
### Ingredientes

Para la mayoría de aplicaciones, el caucho crudo se mezcla con una variedad de ingredientes para modificar sus características. Fillers que endurecen el caucho en el producto final, pero que no aumentan su fortaleza, se incluye agentes como pescadillas, o carbonato de calcio, y bario, o sulfato de bario. Los fillers para reforzar agregan carga material y fortaleza al producto acabado; se incluyen el negro de carbón, óxido de zinc, carbonato de magnesio, y diversas arcillas. Los pigmentos incluyen óxido de zinc, lithopone, y un número de tinturas orgánicas. Los suavizadores, que son necesarios cuando la mezcla es demasiado yerta para la incorporación apropiada de los diversos ingredientes, consiste comúnmente en productos del petróleo, tales como petróleos o ceras, de brea, o de ácidos pingües.

El principal agente vulcanizante continúa siendo el azufre; el selenio y el telurio se usan también, pero generalmente con proporciones grandes de azufre. En el proceso de vulcanización en caliente, que es usada para la mayoría de las mercaderías de caucho, el azufre se utiliza en polvo y se mezcla con el caucho a la vez que los otros ingredientes secos. La proporción de azufre-caucho varía desde 1:40 en mercaderías de caucho suave, a como mucho como 1:1 en el caucho duro. La vulcanización fría, usado principalmente para

el caucho delgado y suave en mercaderías los tales como los guantes y sheeting, es realizado por exponer los artículos sin tratar al vapor de cloruro de azufre,  $S_2Cl_2$ . Los aceleradores de vulcanización a primero óxidos metálicos únicos incluidos, tal como lima y delantera blanca. Desde los descubrimientos de Oenslager, sin embargo, se incluyen una variedad amplia de aminas orgánicas. Los agentes de resistencia al paso del tiempo y la corrosión son compuestos de aminas mayormente secundarias.

#### 4.5.1.8 Producción de Caucho natural



#### **4.5.2. Sustancias químicas.**

##### **Pigmentos.**

El principal pigmento utilizado es el negro de humo, un derivado del petróleo que además proporciona resistencia, consistencia y dureza al hule. Existen diversos tipos de negro de humo, cada uno aporta ciertas características al compuesto de hule (resistencia a la abrasión o flexibilidad, por ejemplo). Estas características dependen básicamente del tamaño de la partícula y de su estructura. Otro pigmento es el bióxido de titanio, empleado para los hules blancos.

##### **Aceites de proceso.**

Sirven para suavizar el hule y de este modo permitir la incorporación del negro de humo y los demás materiales, logrando así mezclas homogéneas.

##### **Antioxidantes y antiozonantes.**

Estas sustancias protegen al hule de los efectos corrosivos del medio ambiente.

##### **Ceras.**

Se utilizan para dar texturas a las llantas, sirve también como antioxidantes.

##### **Resinas.**

Aumentan la adherencia entre los distintos componentes de la llanta al momento de estarla construyendo.

##### **Retardadores.**

Tienen como función principal inhibir la reacción de vulcanización a modo de poder controlarla y obtener las propiedades físicas requeridas.

##### **Acceleradores.**

Sirven para dar mas rapidez de vulcanización en las zonas donde hay mayor cantidad de hule, a modo de mediar el tiempo de vulcanización de la llanta en conjunto con los retardadores.

##### **Azufre.**

Es el principal agente vulcanizante.

#### **4.5.3. Cuerdas.**

##### **Algodón.**

Fue la primera fibra que se utilizo para construcción de armazones. Las paredes de estas llantas eran muy gruesas, lo que ocasionaba un excesivo calentamiento, además la fibra se pudre con el agua.

##### **Rayón.**

Material empleado en sustitución del algodón, es una fibra natural derivada de la celulosa. Es muy flexible y resistente pero se pudre con la humedad provocando separaciones.

**Nylon.**

Es una fibra sintética derivada del petróleo, es mas fuerte que el rayón pero no es tan flexible y varía su longitud con los cambios de temperatura.

**Poliéster.**

Es una fibra sintética derivada del petróleo, tan flexible como el rayón y casi tan resistente como el nylon.

**Fibra de vidrio.**

Empleada únicamente en la fabricación de cinturones, en la actualidad no se utiliza en México.

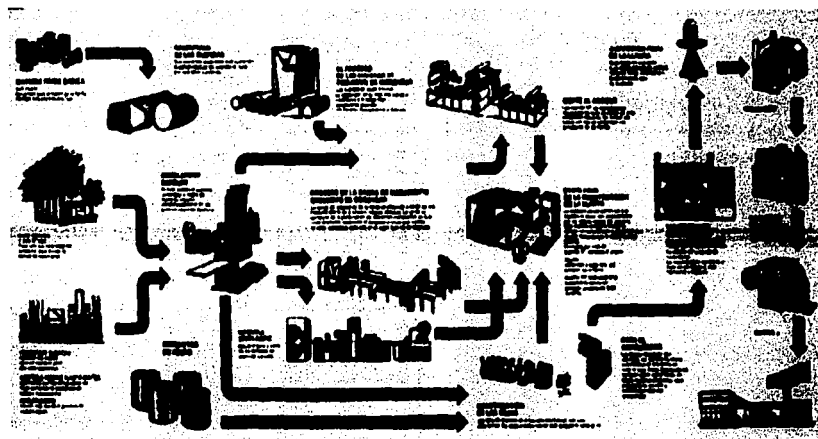
**Acero.**

El alambre de acero latonado se emplea en la construcción de armazones y cinturones. El acero tiene buenas propiedades de flexibilidad y resistencia. En el núcleo de ceja se emplea acero cobrizado. La finalidad de que el acero este recubierto es para facilitar la adhesión al hule y protegerlo contra la oxidación.

**Flexten.**

Es una fibra simtética derivada del aramid, a su vez derivado del petróleo, con características similares a las del acero. Se utiliza para la fabricación de cinturones.

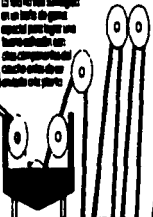
## 4.6 PROCESO DE MANUFACTURA DE LA LLANTA



**Módulo 1000**  
 Para Reducir  
 a Pérdida, evita por  
 completo el escape de  
 vapor



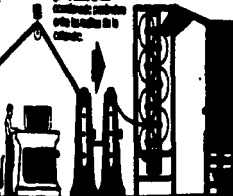
Previene que escape  
 el vapor del cilindro.  
 La tapa de la cámara  
 especial para tener una  
 buena selladura con  
 una compensación del  
 escape de vapor.



**Proceso 24**  
 Regulación automática de  
 la presión.

La tapa es automática para  
 funcionar por presión de  
 vapor para evitar el  
 escape de vapor.

**Ajuste de gases a la  
 tapa.**  
 Después de ajustar la  
 presión, se ajusta la  
 cantidad de vapor  
 que sale de la  
 cámara.



**Caliente en el  
 la tapa, para que  
 reduzca la presión en  
 la producción de los  
 cilindros.**  
 La tapa en la cámara de  
 gases funciona para  
 evitar el escape de vapor  
 cuando se abre.

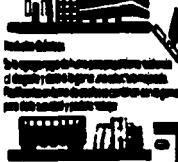
**Para la compensación  
 del escape de vapor  
 por el escape de vapor  
 de la cámara de gases  
 cuando se abre.**  
 El escape de vapor  
 cuando se abre la  
 cámara de gases.  
 La tapa de la cámara  
 de gases funciona para  
 evitar el escape de vapor  
 cuando se abre.

**Indicador del  
 escape.**  
 La cámara de gases  
 para el escape de vapor  
 cuando se abre la  
 cámara de gases.  
 El escape de vapor  
 cuando se abre la  
 cámara de gases.

**Regulación del  
 escape.**  
 Después de ajustar  
 la presión de vapor,  
 se ajusta la cantidad  
 de vapor que sale de  
 la cámara de gases.  
 La tapa de la cámara  
 de gases funciona para  
 evitar el escape de vapor  
 cuando se abre.



**Módulo 1000**  
 Se evita el escape de vapor  
 de la cámara de gases  
 cuando se abre la  
 cámara de gases.  
 La tapa de la cámara  
 de gases funciona para  
 evitar el escape de vapor  
 cuando se abre.



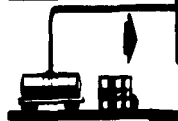
**Módulo 1000**  
 Se evita el escape de vapor  
 de la cámara de gases  
 cuando se abre la  
 cámara de gases.  
 La tapa de la cámara  
 de gases funciona para  
 evitar el escape de vapor  
 cuando se abre.



**Control de la presión**  
 automática de la presión de vapor en la  
 cámara de gases para evitar el  
 escape de vapor de la cámara.



**Indicador**  
 Se evita el escape de vapor  
 de la cámara de gases  
 cuando se abre la  
 cámara de gases.  
 La tapa de la cámara  
 de gases funciona para  
 evitar el escape de vapor  
 cuando se abre.



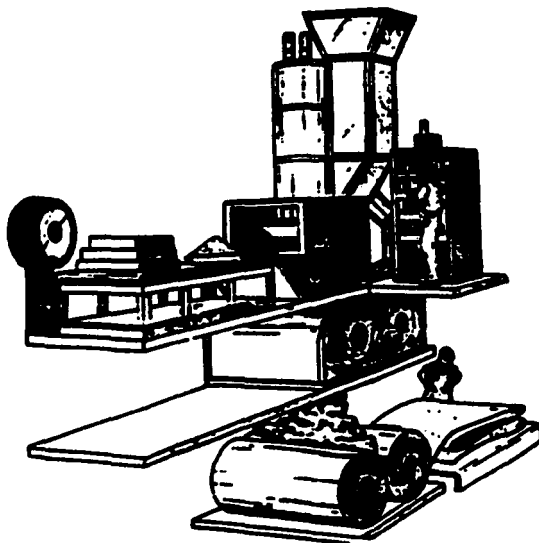
**Indicador de la presión**  
 automática de la presión de vapor en la  
 cámara de gases para evitar el  
 escape de vapor de la cámara.



**Control**  
 automática de la presión de vapor en la  
 cámara de gases para evitar el  
 escape de vapor de la cámara.



#### 4.6.1 Banbury – molinos



Los banburys son máquinas mezcladoras de cámara cerrada, donde por medio de la fricción se incorporan al hule todas las substancias necesarias para formar un *compuesto*.

Existen compuestos para los distintos componentes de la llanta en relación con los requerimientos de estos, es decir; hay compuestos para piso, costados, cuerdas, cejas, chafer, ápex, cojines, cementos, material de reparación, cámaras, corbatas, etc.

El mezclado se realiza de la siguiente manera:

Sobre el transportador-báscula se colocan las substancias hasta completar la carga (de 200 a 250 Kg. en total).

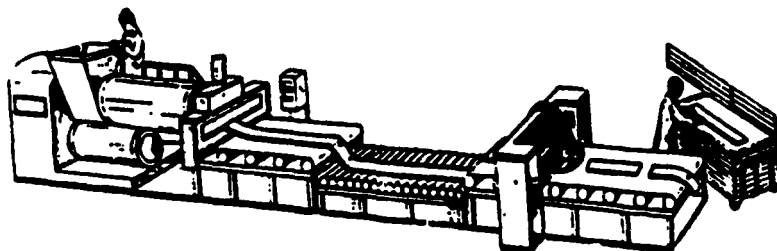
Se aproxima al tranpostador hasta su punto máximo, se abre la compuerta superior y se deja caer la carga a la cámara, se cierran las compuertas. se baja el apresor y se inicia el mezclado. Al girar, los rotores homogenizan los componentes, la fricción genera calor que rompe las cadenas del hule facilitando la incorporación de todas las substancias. El tiempo promedio del ciclo es de 45 min. a una temperatura de 135°C.

Los compuestos se mezclan por etapas ya que ciertas combinaciones se incorporan más rápidamente solas que si se agregan todos los ingredientes. En los primeros pasos no se agrega azufre para evitar la prevulcanización, así se obtiene un compuesto no *productivo* y al incorporar el azufre un compuesto *productivo*.

Al terminar esta etapa se abre la compuerta inferior y la mezcla cae sobre un molino laminador, el cual forma una banda continua que se hace pasar por una corriente de aire, sumergida en una solución agua-talco-jabón y otra corriente de aire; todo con el fin de enfriar la mezcla y crear una capa antiadherente para poder almacenar el hule laminado.

El hule productivo pasará a las siguientes etapas del proceso, cada una de las cuales inicia en un grupo de molinos encargados de suavizar el hule, mejorar la mezcla y alimentar las siguientes máquinas. Estos son: precalentadores, refinadores y alimentadores.

#### 4 6.2. tubuladora – cortadora



La tubuladora se compone principalmente de un cilindro denominado barril, un tornillo sinfín o gusano y una tolva o garganta. A este conjunto se le denomina cuerpo, tiene, además, en el extremo de salida una cabeza con un portado.

La tubuladora es alimentada con tiras de hule proveniente de los molinos mediante bandas transportadoras. Al iniciar la operación se activa el tornillo, el cual recibe el hule, lo comprime y lo hace pasar a través del barril para finalmente expulsarlo por el dado en la cabeza.

La finalidad de la tubulación es producir material del contorno adecuado al uso que se le va a dar, por ejemplo: para cámara sale en forma tubular; mientras que para piso, costado o corbata sale en forma de tira con un contorno predeterminado.

En el caso de materiales que llevan dos compuestos integrando una sola pieza se aplica la técnica duplex. Esta técnica consiste en unir sin mezclar dos compuestos de hule, por ejemplo, hule natural con hule sintético.

La tubuladora duplex tiene dos barriles, uno frente al otro. Cada barril recibe un compuesto diferente, los barriles descargan el hule hacia el centro donde están colocadas las cabezas; pegado a las cabezas esta un aditamento denominado bloque "V". Debido a su diseño, el bloque "V" dirige el flujo de hule de una de las cabezas hacia la parte central del dado y el flujo de hule de la otra cabeza hacia la parte exterior; de esta manera el extruido sale de una sola pieza.

Las piezas tubuladas requieren de cierta precisión y uniformidad, por lo que es necesario controlar los siguientes aspectos:

- La uniformidad, homogeneidad y plasticidad del compuesto.
- La alineación del barril.
- El contorno del dado.
- La velocidad del transportador del material tubulado.
- Enfriamiento adecuado.

A la salida de la tubuladora se encuentra un transportador y un aparato que marca una línea de color en la tira, luego pasa por una mesa de rodillos donde se verifican electrónicamente sus dimensiones.

Después la tira pasa por una serie de rociadores de agua fría y se seca con ventiladores, finalmente se le aplica una tira de hule cojín a la base para asegurar la adhesión entre el piso y las capas.

De manera continua la tira es conducida a una mesa donde se localiza una sierra circular bañada por un chorro de agua fría para evitar distorsiones en la tira por efecto de calentamiento cuando se esta cortando. La sierra se desplaza lado a lado a lo ancho de la mesa, realizando un corte achaflanado en la tira de hule con un ángulo de entre 220 y 250, de este modo se facilita el empalme de la tira al ser colocado sobre el armazón. Una banda transportadora retira el tramo obtenido y lo pasa sobre una báscula de pesado final, esta báscula está provista de un sistema de señales consistente en cinco focos para determinar si el tramo en cuestión está dentro de especificaciones.

La báscula tiene un dispositivo que se acciona cuando el tramo que esta pasando por esta queda fuera de especificaciones y lo rocía con pintura, generalmente amarilla.

Por último, cada tramo pasa por la mesa de cementado de chafianes y después de esto los tramos de hule son almacenados en, carros libro donde se dejan reposar.



#### 4.6.3. Fabricación del núcleo de ceja

El alambre de acero se presenta en carretes, mismos que son montados en los desenrolladores, los alambres se guían hasta la entrada una minitubuladora. La cabeza de la tubuladora esta provista de un dado, pasan los alambres por este y salen ahulados en forma de listón.

El extremo del listón se fija a un plato que dará un determinado número de vueltas; cuando se completan las vueltas se corta el listón.

#### 4.6.4 Aplicación de apex y flipper

La tira ápex tiene forma triangular y se coloca inmediatamente arriba del núcleo de ceja.

El flipper es una tira de tela ahulada que se aplica envolviendo al núcleo de ceja y a la tira ápex, sirve para dar más estabilidad y resistencia.

#### 4.6.5. Cementadora 3T

Las cuerdas textiles usadas deben tener un determinado número de hilos por pulgada lineal, con el propósito de obtener capacidad de carga.

Además, las cuerdas son sometidas a un proceso de cementado donde el compuesto se aplica a una temperatura y tensión determinadas durante un tiempo determinado; a este proceso se le conoce como *triple T* y sirve para impartir a las cuerdas las propiedades de adhesión, tensión y uniformidad requeridas en el proceso y uso final. Este es un proceso exclusivo y patentado por Goodyear.

#### 4.6.6 Calandria

En esta máquina se completa el proceso 3T. Aquí se realiza el ahulado de las cuerdas con el fin de evitar que exista fricción entre éstas y se facilite la unión con los demás componentes.

La calandria consta de un grupo de rodillos que estiran la cuerda cementada, se hace pasar la cuerda por un cuarto caliente para mejorar la adhesión del hule y se aplica el hule en dos etapas, primero por arriba y luego por abajo.

Por último, la cuerda ahulada se introduce a un cuarto frío para evitar que se adhiera. Ya enfriada se enrolla en carretes para facilitar su traslado y almacenamiento.

De la calandria se pueden obtener capas, chafers, flippers y cinturones.

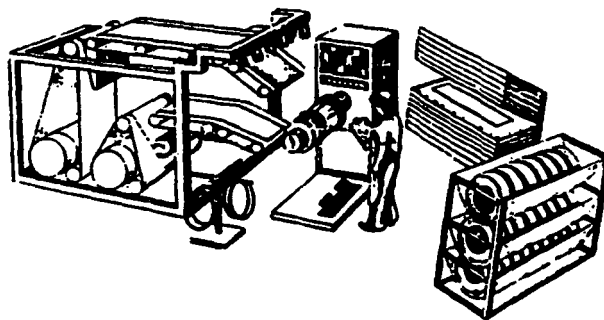
#### 4.6.7. Cortadora

En esta máquina se corta la cuerda ahulada para darle el ángulo y las dimensiones que se especifican para cada llanta. Existe también una cortadora para los cinturones y capas de acero.

#### 4.6.8 Construcción

En esta etapa es donde se unen todos los elementos que conforman la llanta. La máquina consta básicamente de un tambor de construcción y unas torres que suministran los componentes necesarios.

Antes de hacer la descripción del armado es conveniente saber la relación que existe entre el piso y el costado, la cual es de dos tipos:



Construcción costado sobre piso    Construcción piso sobre costado (TOS = Tread Over Sidewall). Empleada sobre todo en llantas de auto.

(SOT = Sidewall Over Tread). Se utiliza en llanta de camión.

Construcción de llanta convencional de automóvil

- Se coloca una o dos vueltas de forro interior en el tambor de construcción.
- Colocación de la primera capa y unión.
- Colocación de la segunda capa y unión. Después de esto se gira el tambor y mediante rodillos se asientan las capas.
- Montaje y centrado de los aros de ceja, se realiza el amarre o volteo y se balancea el tambor asentando el amarre.
- Baja la guía de chafers, se colocan y cortan para hacer la unión.
- Colocación de costados y piso. Se da un asentamiento final con los rodillos mientras gira el tambor.
- Finalmente el tambor se colapsa y el constructor saca la llanta en forma de barril colocándola en una percha.

#### Construcción de llanta radial de automóvil

- Una o dos vueltas de forro interior sobre el tambor.
- Colocación de la primera capa.
- Colocación de la segunda capa, rotación del tambor y asentamiento de los elementos mediante rodillos.
- Entran los aros de ceja y se colocan las tira apex. Se hace el amarre o volteo.
- Se colocan los chafers.
- Se colocan los costados y se da un asentamiento general. Después de esto el armazón se preforma con el tambor.
- Finalmente se colocan los cinturones y el piso. Un asentamiento final con los rodillos, el tambor se colapsa y se extrae la llanta.

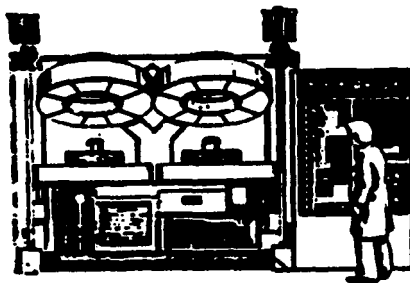
#### 4.6.9. Caseta de pintura

Aquí se le aplica una solución desmoldante a los costados de la llanta convencional cruda. Esto con el fin de ayudar al hule a fluir dentro del molde y evitar que la se pegue en el molde una vez terminada la vulcanización.

#### 4.6.10. Vulcanización

La vulcanización es un efecto químico con el que se forman enlaces entre las cadenas de hule, dándose por efecto del azufre, alta temperatura y alta presión. Es aquí donde el hule adquiere sus propiedades físicas finales.

Existen tres tipos de prensas de vulcanizado, a saber:



#### Convencional

En esta prensa es necesario meter una bolsa de vulcanización a la llanta y la operación de cargar y descargar el molde es manual.

**Bag-o-matic**

La prensa tiene incorporados los diafragmas que permiten moldear el interior de la llanta y aplicar calor a esta región. Constan además de pedestales, cargadores y descargadores. Trabaja automáticamente.

**Molde enchaquetado**

Este es un tipo de molde masivo que sirve a la vez como prensa. Consta de cuchillas que dan el diseño de la llanta y el moldeo interno de la llanta se hace con diafragmas o con bolsas. Prácticamente sólo se usa para llantas muevetierra debido a sus dimensiones.

**Condiciones de vulcanización**

<b>PRESIÓN:</b>	150 A 170 LB/PULG <sup>2</sup>
<b>TEMPERATURA:</b>	ALREDEDOR DE 152°C
<b>TIEMPO:</b>	15-30 MIN. LLANTA AUTOMÓVIL 30-45 MIN. LLANTA CAMIÓN Ó 5 MIN. POR 1/32"

Del tiempo óptimo de vulcanización de las llantas, en los moldes se lleva al 95% y el restante 5% se continúa vulcanizando fuera.

La vulcanización es una etapa crítica, ya que de no efectuarse completamente la llanta fallará en servicio.

**4.6.11. Postinflado**

Este procedimiento se realiza únicamente en llantas de construcción convencional, sirve para enfriada y para fijar sus dimensiones, a modo de evitar que se distorsionen en servicio, puesto que el hule puede encogerse en un 4% y el nylon un 10%. En llantas de camión se inflan a unas 150 libras de presión durante dos tiempos de vulcanización.

**4.6.12. Desvirado**

En esta etapa son eliminados todos los excesos de hule que resultan de los poros o vientos que tienen los moldes de vulcanización.

**4.6.13 Pulido**

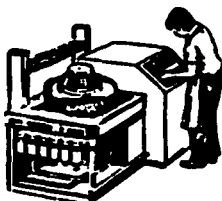
A esta etapa pasan únicamente las llantas de línea o letras blancas en el costado. Aquí se quita la cubierta de hule negro que cubre al costado blanco.

#### 4.6.14 Inspección visual



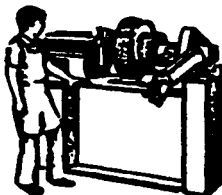
Una persona altamente especializada se encarga de detectar defectos de construcción únicamente viendo y tocando las llantas.

#### 4.6.15. Balanceo estático



En una báscula se balancea la llanta y en la parte donde se detecta menos peso pintándose una marca color naranja para indicar que ahí debe colocarse la válvula en el rin.

#### 4.6.16. Variación de fuerza



Básicamente, la máquina de variación de fuerza sirve para verificar la uniformidad de llanta. Se hacen las pruebas siguientes:

1. Variación de fuerza radial. Se detecta si hay golpeteo o brincoteo de la llanta, provocado por las uniones de piso, costados, flippers, chafers, etc.
2. Variación de fuerza lateral. Sirve para detectar el bamboleo o culebreo de la llanta, tanto en piso como en cinturones.

3. **Conicidad.** Se observa si la llanta se desvía o se carga a la derecha o izquierda, está dada por la proyección de dos líneas que surgen de las partes superior e inferior del piso de la llanta hacia un costado.

4. **Primera armónica.** Es un sonido que se produce al ir rodando la llanta aproximadamente a los 90 Km/hr, se coloca una marca de color amarillo para facilitar el balanceo llanta-rin.

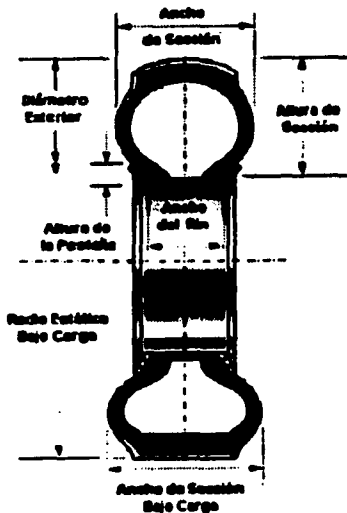
#### 4.6.17. Rayos x

Únicamente pasan por este departamento las llantas que tienen capas o cinturones de acero, se observa tanto la posición que tienen como la separación entre cuerdas.

#### 4.6.18. Distribución

Esta es la parte final del proceso, aquí llegan las llantas completamente terminadas y que han pasado todos los controles de calidad que exige Goodyear para su distribución a los diferentes almacenes.

### 4.7 Dimensiones básicas



Las dimensiones de una llanta se toman cuando ésta se ha montado en su rin especificado y a la presión recomendada, además de dejar la llanta reposar durante 24 hrs.

Para nuestro estudio únicamente consideraremos las dimensiones siguientes:

#### **Diámetro exterior**

Es el diámetro total sin carga del conjunto llanta rin.

#### **Ancho de Sección**

Es la máxima distancia existente de un costado a otro de la llanta, excluyendo costillas decorativas o letras.

#### **Altura de sección**

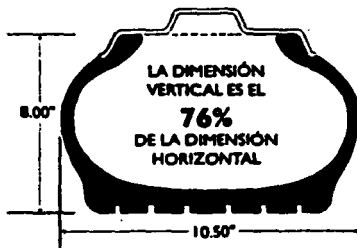
La distancia existente entre la base de la ceja y el piso de la llanta en su línea central.

#### **Relación aspecto**

Relación aspecto se entiende como la división de la altura de sección entre el ancho de sección expresado en porcentaje. Esto es:

$$\text{Relación Aspecto} = \frac{\text{Altura de Sección}}{\text{Ancho de Sección}}$$

Ejemplo:



La relación de aspecto es pues lo que normalmente conocemos como serie de la llanta y tenemos diferentes tipos de series para cada tipo de servicio. Las series más comunes son:

45,50,60,65,70,75,78,80,89 y 98

Actualmente las llantas tienden a ser más anchas y menos altas, lo que conlleva a:

1 Mayor ancho de sección.  
Mejor distribución de presión.  
Mayor capacidad de carga.

2.-Mayor superficie de contacto.  
Desgaste menor y más uniforme.  
Mejor distribución de carga.

3.-Respuesta más rápida a la dirección.  
Mayor rapidez de transmisión de giro desde la ceja a la superficie de contacto.

#### 4.8. Nomenclatura

##### Capas reales

Las capas reales son el número de capas de cuerda que físicamente constituyen un armazón.

##### Capacidad de capas

La Capacidad de Capas (Ply Rating) se emplea para identificar una llanta dada con su máxima carga recomendada, cuando es usada en un tipo específico de servicio. Este es un índice de resistencia de la llanta y no necesariamente representa el actual número de capas de la misma.

Puede decirse que Capacidad de Capas es el número de capas de algodón que tendría una llanta si aún se hicieran armazones de este material.

AÑO	CUERDA UTILIZADA	CAPAS REALES	CAPACIDAD DE CAPAS
	Algodón	12	12
1938	Rayón	8	12
1947	Nylon	6	12
1962	Poliéster	6	12
1967	Fibra de vidrio	Sólo se utiliza en cinturones	
1972	Acero	1	14-16
1974	Flexten	Sólo se utiliza en cinturones	

**Nota:** El cuadro esta formulado con relación a las capas necesarias para una llanta de camión.



Como se puede apreciar, la aplicación de nuevas fibras está en función de la reducción del número de capas sin disminuir la capacidad de carga; puesto que en cuanto mayor sea el número de capas, mayor cantidad de calor se genera.

#### Rango de carga

El Rango de Carga (Load Range) con una letra (A, B, C, etc.), *Standard Load* y *Extra Load* se usa para identificar un tamaño de llanta dado con sus límites de carga y presión cuando se aplica en un tipo específico de servicio.

CAPACIDAD DE CAPAS	RANGO DE CARGA
5	SATANDARD LOAD (CARGA ESTANDAR) EXTRA LOAD (CARGA EXTRA)
X	
2	A
4	B
6	C
8	D
10	E
12	F
14	G
16	H
18	J
20	K
22	M
24	N

	SIGNIFICADO	CAPAS
S1	Carga estándar	1
S2	Carga estándar	2
X2	Carga extra	2
B1	Rango B	1
B2	Rango B	2
B4	Rango B	4
C2	Rango C	2
D2	Rango D	2
D4	Rango D	4
T1	Uso temporal	1
T2	Uso temporal	2
T3	Uso temporal	3
T4	Uso temporal	4
00	No muestra rango de carga	

## Índice de Carga

Los Índices de Carga (IC) representan la carga máxima que puede transportar una llanta a la velocidad máxima indicada en el código de velocidad.

IC	Kg	IC	Kg	IC	Kg	IC	Kg	IC	Kg	IC	Kg	IC	Kg
0	45	40	140	80	450	120	1,400	160	4,500	200	14,000	240	45,000
1	46.2	41	145	81	462	121	1,450	161	4,625	201	14,500	241	45,250
2	47.5	42	150	82	475	122	1,500	162	4,750	202	15,000	242	47,500
3	48.7	43	155	83	487	123	1,550	163	4,875	203	15,500	243	48,750
4	50	44	160	84	500	124	1,600	164	5,000	204	16,000	244	50,000
5	51.5	45	165	85	515	125	1,650	165	5,150	205	16,500	245	51,500
6	53	46	170	86	530	126	1,700	166	5,300	206	17,000	246	53,000
7	54.5	47	175	87	545	127	1,750	167	5,450	207	17,500	247	54,500
8	56	48	180	88	560	128	1,800	168	5,600	208	18,000	248	56,000
9	58	49	185	89	580	129	1,850	169	5,800	209	18,500	249	58,000
10	60	50	190	90	600	130	1,900	170	6,000	210	19,000	250	60,000
11	61.5	51	195	91	615	131	1,950	171	6,150	211	19,500	251	61,500
12	63	52	200	92	630	132	2,000	172	6,300	212	20,000	252	63,000
13	65	53	204	93	650	133	2,060	173	6,500	213	20,600	253	65,000
14	67	54	212	94	670	134	2,120	174	6,700	214	21,200	254	67,000
15	69	55	218	95	690	135	2,180	175	6,900	215	21,800	255	69,000
16	71	56	224	96	710	136	2,240	176	7,100	216	22,400	256	71,000
17	73	57	230	97	730	137	2,300	177	7,300	217	23,000	257	73,000
18	75	58	236	98	750	138	2,360	178	7,500	218	23,600	258	75,000
19	77.5	59	243	99	775	139	2,430	179	7,750	219	24,300	259	77,500
20	80	60	250	100	800	140	2,500	180	8,000	220	25,000	260	80,000
21	82.5	61	257	101	825	141	2,575	181	8,250	221	25,750	261	82,500
22	85	62	265	102	850	142	2,650	182	8,500	222	26,500	262	85,000
23	87.5	63	272	103	875	143	2,725	183	8,750	223	27,250	263	87,500
24	90	64	280	104	900	144	2,800	184	9,000	224	28,000	264	90,000
25	92.5	65	290	105	925	145	2,900	185	9,250	225	29,000	265	92,500
26	95	66	300	106	950	146	3,000	186	9,500	226	30,000	266	95,000
27	97.5	67	307	107	975	147	3,075	187	9,750	227	30,750	267	97,500
28	100	68	315	108	1,000	148	3,150	188	10,000	228	31,500	268	100,000
29	103	69	325	109	1,030	149	3,250	189	10,300	229	32,500	269	103,000
30	106	70	335	110	1,060	150	3,350	190	10,600	230	33,500	270	106,000
31	109	71	345	111	1,090	151	3,450	191	10,900	231	34,500	271	109,000
32	112	72	355	112	1,120	152	3,550	192	11,200	232	35,500	272	112,000
33	115	73	365	113	1,150	153	3,650	193	11,500	233	36,500	273	115,000
34	118	74	375	114	1,180	154	3,750	194	11,800	234	37,500	274	118,000
35	121	75	387	115	1,215	155	3,875	195	12,150	235	38,750	275	121,000
36	125	76	400	116	1,250	156	4,000	196	12,500	236	40,000	276	125,000
37	128	77	412	117	1,285	157	4,125	197	12,850	237	41,250	277	128,500
38	132	78	425	118	1,320	158	4,250	198	13,200	238	42,500	278	132,000
39	136	79	437	119	1,360	159	4,375	199	13,600	239	43,750	279	136,000

### Símbolo de velocidad

El símbolo de velocidad indica la velocidad a que la llanta puede ser sometida, con la carga correspondiente a su Índice de Carga, en las condiciones de servicio especificados por el fabricante.

SÍMBOLO DE VELOCIDAD	VELOCIDAD (Km/Hr)	TIPO DE SERVICIO
A1	5	AGRÍCOLA MUEVETIERRA CABÓN
A2	10	
A3	15	
A4	20	
A5	25	
A6	30	
A7	35	
A8	40	
B	50	
C	60	
D	65	
E	70	
F	80	
G	90	
J	100	
K	110	CAMIONETA AUTOMÓVIL
L	120	
M	130	
N	140	
P	150	
Q	160	
R	170	
S	180	AUTOMÓVIL
T	190	
U	200	
H	210	
V	240	
W	270	AUTOMÓVIL
Y	300	
Z	MÁS DE 300	

#### 4.9. Otras inscripciones en el costado

##### Tracción (Traction)

Capacidad de la llanta para frenar sobre pavimento mojado. El grado esta basado en ensayos de tracción y frenado en línea recta sobre asfalto y concreto, y no representa la capacidad de tracción en curva.

A	Excelente
B	Intermedio
C	Aceptable

##### Temperatura (Temperature)

Resistencia de la llanta para la generación de calor, así como su capacidad para disiparlo. Altas temperaturas sostenidas pueden afectar los componentes de la llanta, reduciendo su vida útil.

A	Excelente
B	Intermedia
C	Aceptable

##### Índice de desgaste (Treadwear)

Rapidez con que se desgasta la banda de rodamiento. Por ejemplo: una llanta grado 200 durará dos veces más que una grado 100.

El desempeño relativo de las llantas en servicio depende, sin embargo, de sus condiciones reales de uso.

Más de 100	Mejor
100	Línea base
Menos de 100	Pobre

##### Indicador de desgaste (TWI)

Los Indicadores de Desgaste, dependiendo de la medida y tipo de la llanta, pueden ser en número de 4,6 u 8 y su ubicación esta identificada por un triángulo ( $\Delta$ ) o las siglas TWI (Tread Wearing Indicator) en la parte superior del costado. Estos elementos se encuentran en relieve en el fondo de los surcos e informan visualmente cuando la superficie de rodamiento alcanzó el límite de desgaste permitido (1.6 mm); es decir, cuando los indicadores se vuelven visibles es señal de que la llanta debe cambiarse.

#### 4.10. Sistemas de nomenclatura

Nomenclatura es la agrupación de números y letras, mediante la cual identificamos cada llanta según su medida, construcción, rin, serie, etc.

En la actualidad tenemos diversos sistemas de nomenclatura, siendo estos los siguientes:

Convencional  
 Alfa-numérico  
 Métrico europeo  
 P-métrico  
 P-métrico con descripción de servicio  
 De Flotación

##### Sistema Convencional

Así denominada por ser el primer tipo de identificación que se utilizó para distinguir cada llanta. Coincidentalmente, esta nomenclatura se utiliza en la actualidad para las llantas de construcción convencional, ejemplo:

**5.90 - 13**

donde: 5.90      ancho de sección en pulgadas  
 13              diámetro de rin en pulgadas

##### Sistema Alfa-Numérico

Aquí se usa una combinación de letras y números, de ahí su nombre, ejemplo:

**DR70-14**

donde: D      Rango de carga. Se refiere a los kilos que soporta la llanta y también se relaciona con la altura de la misma.  
 R      construcción radial  
 70      relación aspecto o serie  
 14      diámetro de rin en pulgadas

540 / 550 Kg

530 / 600

560 / 635

610 / 680

650 / 735

710 / 800

750 / 845

920 / 1030

### Sistema Métrico Europeo

Se denomina así por ser el tipo de identificación que se utiliza en Europa, ejemplo:

**155 SR 15**

donde: 155 ancho de sección en milímetros  
 S símbolo de velocidad  
 R construcción radial  
 15 diámetro de rin en pulgadas

### Sistema P-Métrico

Es la nomenclatura más usual para llantas de automóvil en la actualidad, ejemplo:

**P235/60 HR 14**

donde: P para ser utilizada en vehículos de pasajeros  
 235 ancho de sección en milímetros  
 60 relación aspecto o serie  
 H símbolo de velocidad  
 R construcción radial  
 14 diámetro de rin en pulgadas

### Sistema P-Métrico con descripción de servicio

donde:

**P215/70 R 55 97S**

P para ser utilizada en vehículos de pasajeros  
 215 ancho de sección en milímetros  
 70 relación aspecto o serie  
 R construcción radial  
 15 diámetro de rin en pulgadas  
 93 índice de carga  
 S símbolo de velocidad

### Sistema de Flotación

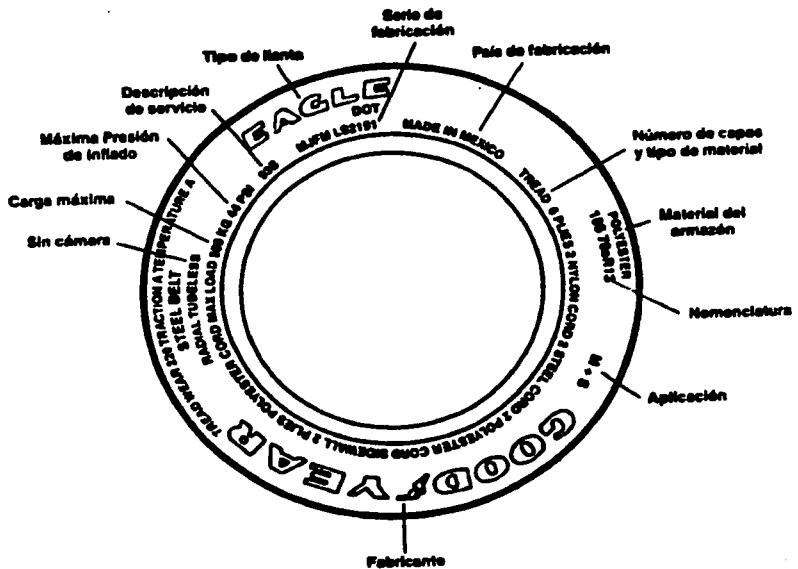
Esta nomenclatura se usa en llantas de camioneta donde es necesaria la "flotación" o habilidad de distribuir carga.

donde:

**3x10.5R 15**

31 diámetro exterior en pulgadas  
 10.5 ancho de sección en pulgadas  
 R construcción radial  
 15 diámetro de rin en pulgadas

4.11. Nomenclatura impresa en la llanta.



## CAPÍTULO 5.

### Proceso de vulcanización de la llanta. Caso práctico.

#### 5.1 Generalidades.

Hace 2600 años, egipcios y etíopes descubrieron la goma una versátil sustancia y plasmaron su hallazgo en sus jeroglíficos donde se ven figuras haciendo rebotar pelotas.

La gente, aparentemente, tuvo bastante conocimiento de este pegajoso material, pero no fue sino hasta 1770 cuando un científico inglés, Dr. Joseph Priestley, descubrió que él podía corregir sus errores de escritura con una goma extraída de una planta. Desde allí, la famosa sustancia fue llamada "goma" y surgieron numerosas ideas sobre su aplicación. Zapatos, abrigos, sacos de correo, cubiertas de vagones se hicieron de inmediato pero surgía siempre el enemigo; el sol, que lo arruinaba todo.

Las cosas fueron solas hasta que en 1839 Charles Goodyear descubre lo que el mismo llamaría "Vulcanización". Trabajando en casa, se le cae accidentalmente un pedazo de caucho o goma y sulfuro dentro de una estufa caliente y es entonces cuando descubre el gran misterio. **Calor:** el calor intenso, jugaba una parte importante en el proceso para obtener hule resistente al calor y al frío.



Desde ese momento en adelante, la industria del hule se convierte en algo muy importante y en varias maneras.

El hule natural es oriundo del Brasil y se obtiene cuando se hace una incisión en su corteza.

La cosecha requiere de precisión para no perjudicar el árbol, que brinda su fruto por 25 años aproximadamente.



## CHARLES GOODYEAR



Charles Goodyear nació en 1800 en la pequeña ciudad de New Haven Connecticut, Estados Unidos. Su interés por el caucho despertó en 1834 y desde entonces sólo tuvo un objetivo en su vida: transformar este material en un producto verdaderamente útil.

Un día, a comienzos de 1839, Goodyear arrojó un pedazo de caucho mezclado con azufre a la estufa de su casa en Woburn, Massachusetts. El caucho se carbonizó como si hubiese sido un pedazo de cuero. El calor y el azufre habían cambiado las características del caucho y habían dado respuesta al problema de cómo hacer de él un producto enteramente adaptable y consistente. Para Charles Goodyear este fue el momento cumbre de sus años de experimentación, años que habían estado llenos de desengaño.

El nombre que se dió al proceso desarrollado por Goodyear fue el de "Vulcanización" en honor de Vulcano, el dios romano del fuego.

Este gran descubridor murió en 1860, 21 años después de su descubrimiento, pero su nombre está lejos de ser olvidado. En realidad fue en reconocimiento a su trabajo de descubridor y a su infatigable espíritu de lucha que la organización mundial Goodyear adoptó su nombre cuando se estableció en 1898.

En 1888, John Boyd Dunlop, creó el primer neumático improvisando una solución para el triciclo de su hijo, al envolver la llanta con finos trozos de caucho, engancharlos e inflarlos con una bomba de aire. Una idea sencilla que literalmente cambió el mundo.

### 5.2 Proceso de vulcanización.

El caucho bruto en estado natural es un hidrocarburo blanco o incoloro. El compuesto de caucho más simple es el isopreno o 2-metilbutadieno, cuya fórmula química es  $C_5H_8$ . A la temperatura del aire líquido, alrededor de  $-195^\circ\text{C}$ , el caucho puro es un sólido duro y transparente. De  $0$  a  $10^\circ\text{C}$  es frágil y opaco, y por encima de  $20^\circ\text{C}$  se vuelve blando, flexible y translúcido. Al amasarlo mecánicamente, o al calentarlo por encima de  $50^\circ\text{C}$ , el

caucho adquiere una textura de plástico pegajoso. A temperaturas de 200 °C o superiores se descompone.

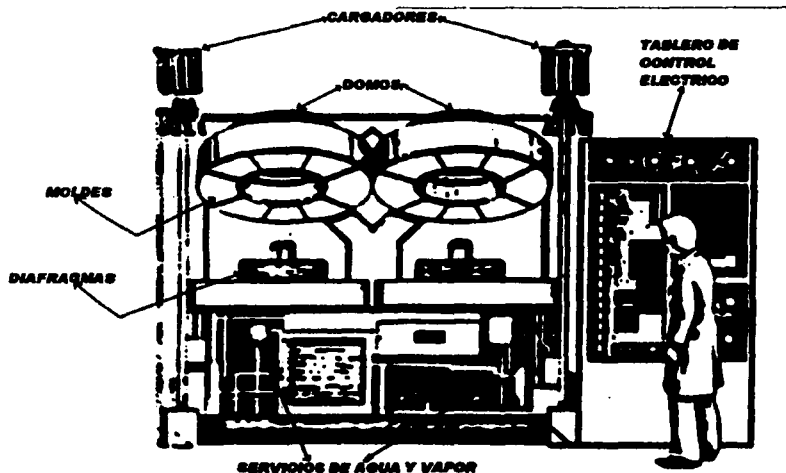
El caucho puro es insoluble en agua, álcalis o ácidos débiles, y soluble en benceno, petróleo, hidrocarburos clorados y bisulfuro de carbono. Con agentes oxidantes químicos se oxida rápidamente, pero con el oxígeno de la atmósfera lo hace lentamente.

Terminada la etapa de la construcción de las llantas convencionales, éstos se parecen a un barril sin ninguna de las tapas.

El método más moderno para vulcanizar llantas consiste en poner la llanta cruda directamente en una prensa que tiene una 'Vejiga'. La prensa va formando la llanta a medida que se va cerrando el molde. Una vez cerrada la prensa, se introduce vapor que vulcaniza la llanta. Como anteriormente se había mencionado la vulcanización es un efecto químico con el que se forman enlaces entre las cadenas de hule, dándose por efecto de el azufre, alta temperatura y alta presión. Es aquí donde el hule adquiere sus propiedades físicas finales.

La prensa permanece cerrada hasta que se ha completado la vulcanización.

### Prensa vulcanizadora de llantas



El tiempo de vulcanización es uno de los factores para tomar en cuenta en la parte económica, ya que, conociéndolo se ajusta dentro del proceso para no tener tiempos

mueertos y de esta forma poder aumentar el número de cargas a la prensa de vulcanización y de esta forma aumentar la producción por turno, día, semana, mes y anualmente; además, si se aumenta el tiempo de vulcanizado se puede obtener la vulcanización óptima que reduciría la producción, pero, se aumentaría la calidad.

#### **Puntos de auditoría en el proceso de vulcanización:**

- 1.-¿Son los requisitos correctos de la calidad disponibles al operario?
- 2.-¿Se identifican correctamente los requisitos para el arreglo de máquina?
- 3.-¿Los requerimientos de las herramientas para el arreglo de la prensa están definidas?
- 4.-¿Las herramientas son apropiadas y usadas para el arreglo de la prensa?
- 5.-¿Se han establecido los tiempos de la edad de la llanta cruda?
- 6.-¿Se siguen los límites de la edad?
- 7.-¿Se identifica EQ, en la condición de trabajo buena y apropiadamente almacena?
- 8.-¿El equipo del almacenamiento está trabajando en buenas condiciones?
- 9.-¿Están marcadas las especificaciones?
- 10.-¿Está marcado el seguimiento?
- 11.-¿Esta estirado el diafragma según la norma establecida a seguir?
- 12.-¿Esta cementada la superficie/lubricando el diafragma liberado uniformemente aplicado?
- 13.-¿Se establecen los procedimientos de la alineación de la prensa y la frecuencia?
- 14.-¿Se completan las alineaciones de la prensa como por procedimiento y frecuencia?
- 15.-¿Son alineados los cargadores correctamente a una especificación frecuentemente?
- 16.-¿El ciclo abierto/cerrado es verificado regularmente?
- 17.-¿Hay un programa de optimizar el ciclo abre/cierra?
- 18.-¿Hay un sistema de primera llanta en el lugar?
- 19.-¿Hay un sistema de última llanta en el lugar?
- 20.-¿Tiene la planta y adhiere a un sistema del ciclo de limpiar de molde?
- 21.-¿Son aceptadas las acciones correctivas apropiadas la respuesta a estándares de apariencia de clase de mundo?
- 22.-¿Hay un sistema de limpiar los anillos del molde?
- 23.-¿Hay un sistema de realizar las revisiones del proyecto de vulcanización?
- 24.-¿Se documentan los resultados de la revisión del proyecto de vulcanización?
- 25.-¿Apropiadas son las acciones correctivas para hallazgos de revisión del proyecto de vulcanización tomado y documentado?
- 26.-¿Se corren los termopares por requisitos del nivel apropiado del proyecto de vulcanización?
- 27.-¿Los registros del termopar están disponibles?
- 28.-¿Son automáticas o manuales las alarmas para la temperatura/la presión en el lugar para prensas y servicios?
- 29.-¿Son los relojes automáticos de la extensión de la vulcanización en el lugar y operacional?
- 30.-¿La extensión de vulcanización se debe a la baja temperatura de el ambiente o a causa de la baja temperatura de la llanta cruda?
- 31.-¿Los instrumentos de medición (termómetros, los calibradores de la presión, los relojes) tiene la etiqueta de la calibración y ellos están dentro de la fecha de vencimiento de la calibración?

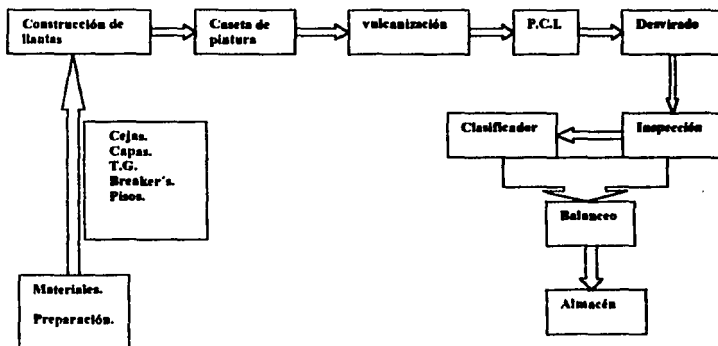
32.-¿Hay un sistema de aseguramiento de estos cambios de especificación se aplican correctamente?

### Conocimiento y pericia.

Entrenan y recertifican hechos al arreglo, operar y/o realizar:

- 1.- ¿Prensa establecida?
- 2.- ¿Vulcanización proyectada?
- 3.- ¿La uniformidad?
- 4.- ¿Prensa alineada?
- 5 - ¿Vulcanización Defectuosa?

## PROCESO DE LLANTA CONVENCIONAL



### 5.3 Carta de especificaciones de vulcanización.

Al entrar en materia en una de las etapas de cualquier proceso de manufactura y el cual se quiera analizar se debe de tomar en consideración que toda etapa del proceso esta íntimamente relacionado con todas las demás etapas de éste, por lo tanto, consideraremos que al llegar a la etapa de vulcanización de la llanta tenemos al 100% resueltos todos los problemas que se pudieran dar antes de esta etapa, como puede ser el mantenimiento de la maquinaria, los proveedores de materiales, la energía a utilizar, capacitación a los operarios, etc.

Como anteriormente se vió, siguiendo los procedimientos de aseguramiento de la calidad,

después de que se ha auditado los procedimientos a la etapa de vulcanización, el inspector o monitor de calidad tendrá que verificar que las condiciones del equipo y de los materiales cumplan con las especificaciones para liberar a estos y comenzar con el ciclo de vulcanización.

### **Especificaciones de vulcanización para una llanta de camión convencional 11.00-22.**

#### **Axillos.**

MR-1124-SC  
MLR-1124-SC  
BCR-124  
TCR-124  
TLC-A124

#### **Medida 11.00.22**

Rango de carga	(G)
Capacidad de capas	(14)
Tipo de llanta	Convencional.

#### **Número de serie.**

Altura de diafragma	110 cm.
Clave del diafragma	ZHC403
TRD-Top Ring Down	67 cm.
Altura de cargador dentro	105 cm.
Altura de cargador fuera	85 cm.
Espaciador	52 cm.
Carga de cierre	700,000/800,000 Psi.
Hormado 1 y 2	8/12 Psi.
Pausa 1 y 2	5 y 7 Seg.
Altura de 1ª pausa	50 cm.
Altura de 2ª pausa	27 cm.

Temperatura a domo	166°C.
Temperatura de agua caliente	96°C.
Temperatura de vapor	198°C.
Temperatura de agua fría	50°C.
Tiempo de vulcanización	45 Min.

#### 5.4 Ciclo de vulcanización de una llanta de camión convencional.

##### Inicio de carga de llanta:

1. Llanta cruda.
2. Llanta en base.
3. Baja cargador.
4. Sube cargador con llanta.
5. Entra cargador a la prensa vulcanizadora de llanta con llanta.
6. Baja cargador dentro de la prensa vulcanizadora con llanta.
7. Entra hormado de diafragma de 8 a 10 Psi
8. Cargador libera Llanta.
9. Sale cargador del interior de la prensa vulcanizadora.
10. Inicio de cerrado de prensa vulcanizadora.

##### Vulcanizado de la llanta:

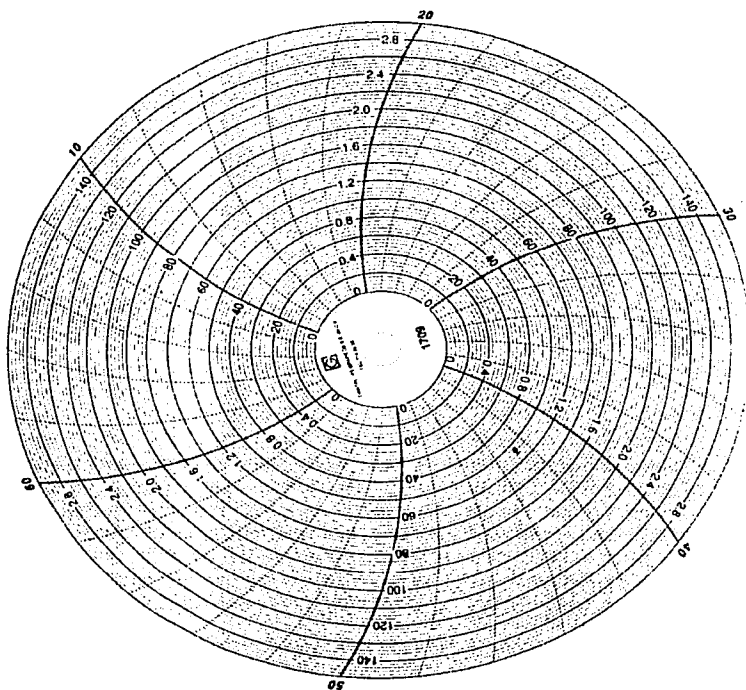
1. Entra presión interna de 100 Psi.
2. Entra presión interna de 100 Psi y vapor a domo.
3. Cambio de presión interna de 100 Psi a 300 Psi y vapor a domo 166°/80 Psi.
4. Presión de 300 Psi y temperatura a domo de 166°/80 Psi.
5. Presión de 300 Psi y temperatura a domo de 166°/80 Psi.
6. Presión de 300 Psi y temperatura a domo de 166°/80 Psi, además, entra la prueba de fuga.
7. Descarga de presión de domo y cambio de presión de vapor de 300 Psi por agua fría de 100 Psi, además, entra en operación el sifón..
8. Descarga de presión interna (agua fría) y descarga de la llanta en la etapa de post inflado (PCI).

##### Explicación de los pasos de la vulcanización de la llanta:

1. Este paso sirve para suavizar el hule y que entre el vapor en las cavidades del molde.
2. Este paso sirve para pegar completamente la llanta cruda al molde debido a la presión interna del diafragma de 300 Psi y se inicia la vulcanización exterior.
3. Se continúa la vulcanización, siendo el paso más largo y principal de todos, ya que, en este paso se produce el cambio físico-químico de todos los componentes involucrados dentro de la construcción de la llanta.
- 4 y 5. Se continúa con presión y temperatura iguales que en el paso anterior.
6. Se continúa con presiones y temperaturas igual al anterior punto pero, además, por medio de un interruptor de presión se detecta hasta un rango de  $\pm 5$  Psi de diferencia con el valor especificado dentro de los límites óptimos de vulcanización y el cual, manda una señal eléctrica si hay variación a una lámpara indicadora de prueba de fugas. Al detectar cualquier fuga fuera de los límites óptimos de vulcanización inmediatamente el control eléctrico de la máquina por medio de un timer ya establecido introduce un tiempo adicional o extensión de tiempo adicional al tiempo regular de vulcanizado de la llanta, esto para compensar la pérdida de presión reflejada en la temperatura interna.

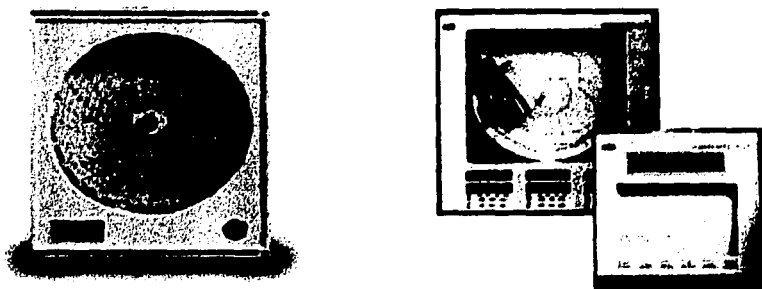
7. En este paso el sifón sirve para desalojar el condensado que se acumula en la parte superior del arillo del diafragma. Además, en este paso se observa el cambio de vapor por agua fría iniciando el ciclo de enfriamiento y desmolde de la llanta.
8. Este es el ultimo paso, en el cual, hace la descarga de presiones y de agua fría para iniciar ciclo de apertura de prensa y con esto termina el ciclo de vulcanización.

### 5.5 Carta circular utilizada para el monitoreo del control estadístico de proceso para vulcanización.



Existen varios tipos de cartas circulares para el monitoreo de la etapa de vulcanización las cuales se diferencian porque pueden estar con diferente nomenclatura en las variables que se manejan, en este caso por ejemplo, en tiempo (minutos, horas, días, etc.), en presión (Lb/Pigs<sup>2</sup>, Kg/cm<sup>2</sup>, etc.), en la temperatura (°C, °K, °F, etc.), etc.

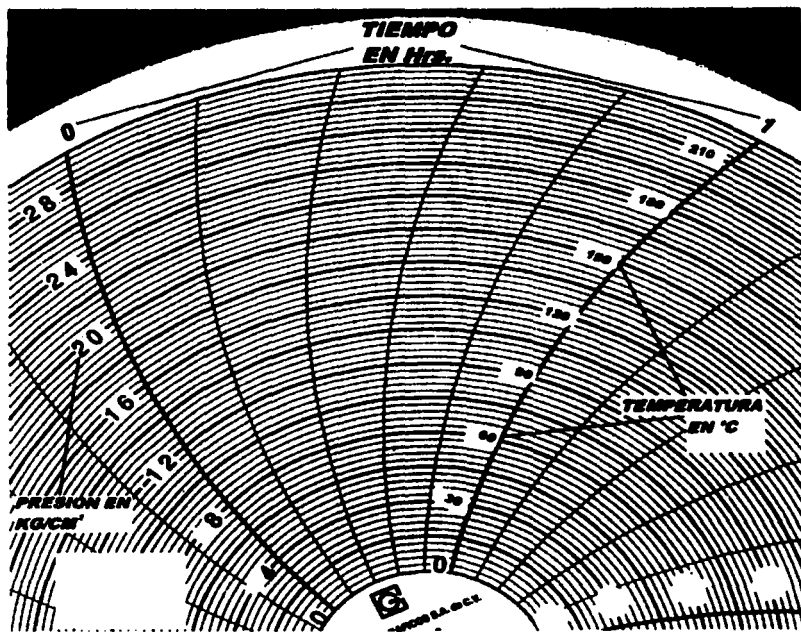
Las personas encargadas del monitoreo de las condiciones óptimas para el vulcanizado de la llanta pueden ser los operadores, los inspectores de calidad, los monitores de la calidad, los supervisores de producción, el personal de mantenimiento, etc.; cada uno de ellos se basan tanto en la carta de especificaciones del tipo de llanta que se este vulcanizando como de las cartas circulares de control que están dentro de unos aparatos llamados registradores de aguja como los que se muestra a continuación.



Además, de esto se tiene dentro del control eléctrico un programador con timer para poder checar los tiempos programados utilizando la carta de especificaciones. Anteriormente se utilizaba un programador de tambor con levas de plástico las cuales iban activando y desactivando en cada paso del ciclo de vulcanización micro interruptores eléctricos; actualmente se utilizan controladores lógicos programables (P.L.C.) para hacer estas funciones, ya que es parte de la actualización de los equipos de las empresas de punta, además, de bajar costos y tiempos de producción.

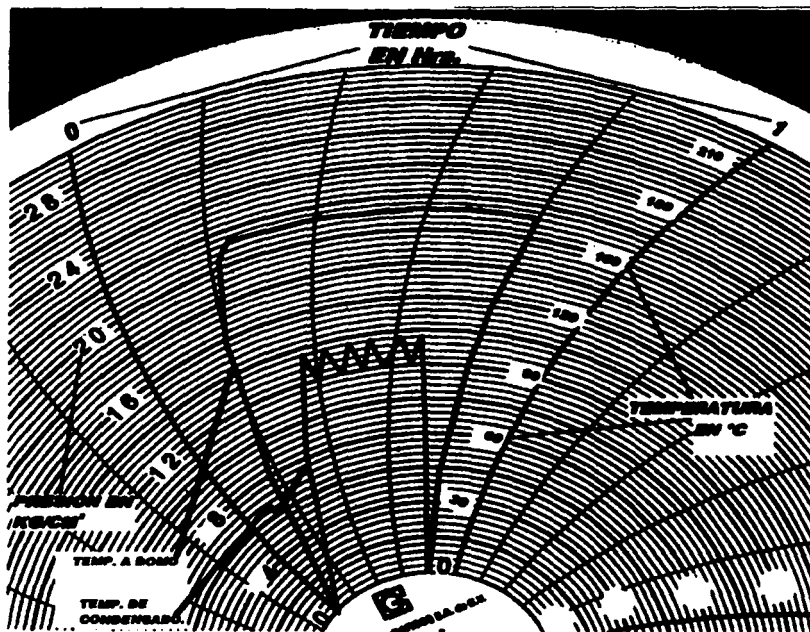
A continuación veremos unos ejemplos de las cartas circulares de control de una llanta de camión convencional con nomenclatura 11.00-22 y tenía un tiempo de vulcanización de 45 minutos.



**Partes de la carta circular de control.**

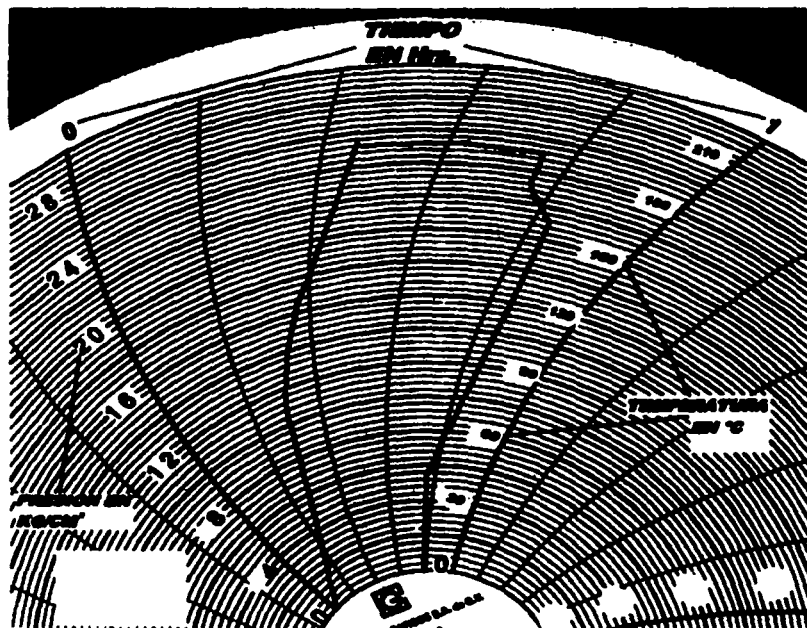
### Carta circular de control de *TEMPERATURA A DOMO*.

La temperatura a domo es de  $166^{\circ}$  con un tiempo del ciclo de 45 minutos para una llanta de camión convencional 11.00-22, además de la gráfica del condensado.



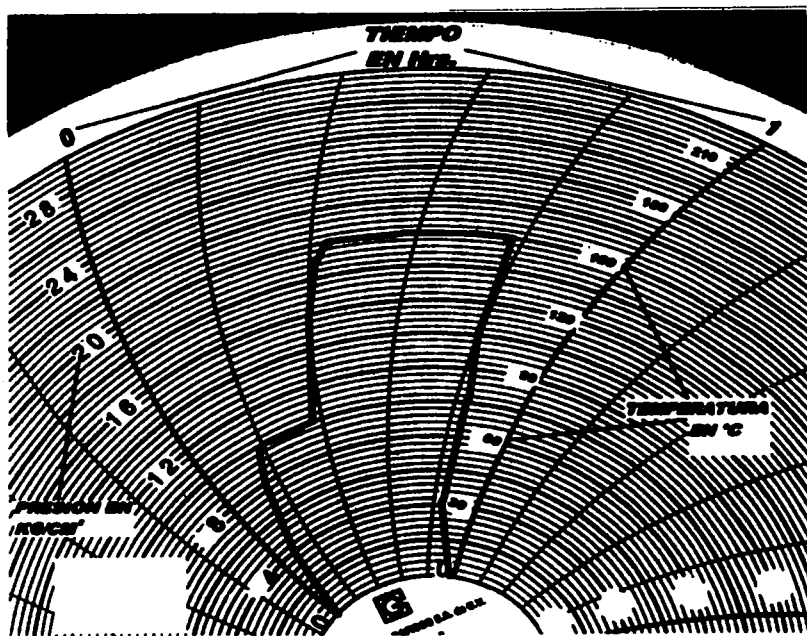
### Carta circular de control de TEMPERATURA INTERNA del diafragma.

Esta carta de control nos indica la temperatura a la cual debe de estar el diafragma que esta dentro de la prensa y que sirve para alinear a la lianta dentro del molde y esta a 96°C el agua caliente, 198°C el vapor y a 50°C el agua fría.



### Carta circular de control de la PRESIÓN INTERNA del diafragma.

Aquí se tiene 100 Psi de agua caliente, 300 Psi de vapor y 300 Psi de agua fría.



## 5.6 Ejemplos de llantas defectuosas

### Indicadores de apariencia.

#### Definición:

Son un sistema uniforme de graduación visual de la apariencia de la llanta.

A fin de provocar una mejora continua y proporcionar al cliente una calidad superior en cada llanta.

#### Grados de apariencia.

(Graduación Visual).

Todas las llantas están sujetas a graduación de apariencia serán graduadas por la siguiente escala.

Grado 0- Llanta de calidad superior no irregularidades de moldeo, marca, graduación, pintura, etc.

Grado 1- Minoría de irregularidades pero dentro de la tolerancia especificada.

Grado 2- llantas con irregularidades requieren corrección

Grado 3- llantas con irregularidades que son desecho requieren una corrección inmediata en la fuente de la irregularidad..

### Artículos Graduados

A	Costado.	Costado Blanco/Negro en Blanco
B	Costado	Costado Blanco/textura
C	Costaco	Costado Blanco/Pintado
D	Costado	Polvo de pulido
E	Costado	Costado Sucio
F	Costado	Costado Picado/Poroso
G	Costado	Costa Dañado
H	Costado	Leyendas Erosionadas
I	Costado	Costado Ligero
J	Piso	Arillo dePiso Sucio
K	Piso	Arillo de Piso Sucio Picado/Poroso
L	Piso	Pulido por uniformidad
M	Piso	Estampado de Piso
N	Piso	Piso Ligero
O	Ceja	Arillo de Ceja Sucio
P	Ceja	Arillo de Ceja Picado/Poroso

Q	Ceja	Arillo de ceja dañado
R	Ceja	Ceja Ligera
S	General	Vientos largos
T	General	Dañada por desvirado
U	General	Rebaba

La graduación es en un área de la llanta. Por ejemplo, moldes sucios han sido divididos en tres grados; sucio, arillo del piso y arillo de ceja sucios. Son tres artículos generales graduados sobre la llanta; vientos largos, dañada por desvirado; rebaba. Dos artículos (Dibujo del piso y leyendas erosionadas son específicos de un área).

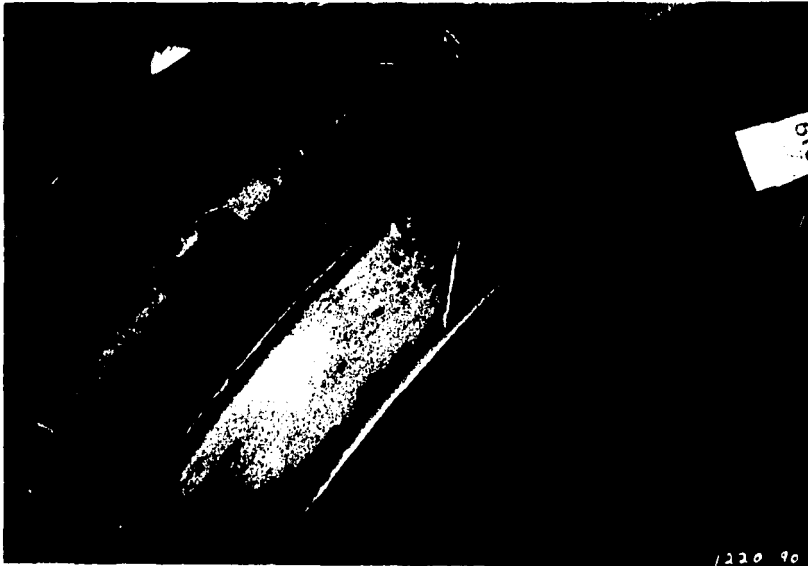
Ejemplos de llantas defectuosas:



**COSTADO DANADO**

**GRADO 1**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

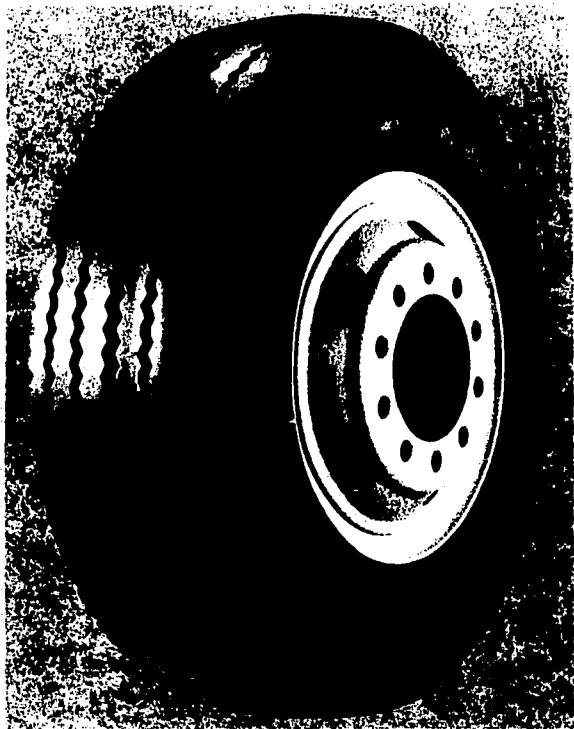


**COSTADO DANADO**

**GRADO 2**

Al final de todo proceso de manufactura como se había visto en el capítulo anterior, después de un exhaustivo aseguramiento de calidad llega el producto a manos del comprador, el cual, al final de todo el proceso, es el que nos dará la confianza de consumir los productos terminados, y el que dirá, si en verdad se esta produciendo con calidad al seguir consumiendo ese bien o servicio.

Por lo tanto, es indiscutible que aun que se apliquen altos estándares de calidad en los bienes y servicios prestados a los consumidores, y se aplique sistemas de aseguramiento de la calidad con el fin de mejorar nuestro proceso de manufactura o administración, es importante que la mentalidad y nuestra cultura laboral cambie dirigida al mejoramiento continuo tanto en nuestro trabajo como en nuestra vida diaria, ya que , si no cambiamos esto, no rendirán grandes frutos los sistemas aplicados.

**PRODUCTO TERMINADO****LLANTA DE CAMIÓN CONVENCIONAL.**



## Conclusiones.

En un mundo cada vez más competitivo, en el cual, si uno deja de prepararse y actualizarse en todos los ámbitos de la vida cotidiana estamos perdidos ante todo lo que ocurre no solo a nivel mundial, sino, hasta en nuestras propias casas. Los nuevos líderes de empresas e instituciones deben de estar convencidos que el cambio de actitud hacia el reto de dirigir una organización no solo con los conocimientos adquiridos en las escuelas si no a través de la calidad humana, el positivismo y el servir antes de ser servido, redundará en buenos dividendos tanto para la organización que los contrate como para él mismo.

En esta época, las organizaciones e instituciones no triunfan con el hecho de implementar sistemas de calidad, sino con el cambio de actitud que todos en la organización hacen por el mismo objetivo de mejorar su trabajo y en su persona. Las empresas no triunfan por el hecho de incrementar la inversión para mejorar equipos, dar mayor capacitación a la gente o por dar mejores salarios, las organizaciones triunfan porque tienen un líder el cual da todo de sí, por el bien de la organización, deslinda responsabilidades, da confianza a sus subordinados, acepta la opinión de todo aquel que pertenece a la organización, etc. y si esta es la clave del éxito de muchos líderes ¿En qué radica el hecho de que muchos fracasan en el intento?

Como anteriormente se mencionó, es la actitud que la gente tome en su vida tanto en el trabajo como en su casa. Una persona que es floja, en su casa será floja en el trabajo, ¿Cómo un individuo va a ser líder en una organización de cientos o de miles de personas, si en su casa no ha logrado un liderazgo?

Todo inicia en el núcleo familiar, no se puede llegar a ser líder de una organización, sino se es líder en su propia casa. El problema radica desde los núcleos familiares por lo tanto atendiendo primeramente la problemática de su hogar se logrará llegar con ímpetu a desempeñar con gran excelencia cualquier tipo de trabajo.

Lo anterior se menciona porque tiene mucho que ver con las actuales normas de calidad en el mundo, las normas ISO 9000, las cuales son requisitos para poder certificarse y así poder introducir su producto a mercados de todo el mundo, pero, el hecho que este certificado no quiere decir que producirá con excelente calidad, muchas empresas certificadas han quebrado a pesar de todo, entonces, ¿Qué pasó?

Las malas administraciones y la corrupción son lo que hecha a la borda todo lo bueno de las normas; las presiones de la producción, el incumplimiento de contratos y los malos jefes hacen que todo lo ganado por la certificación sea un mero espejismo.

El Ingeniero José Larios con credenciales de ser auditor internacional de las normas ISO 9000 hacía un planteó, en el cual, decía que los procedimientos de un manual de calidad no tenían errores, sino, que los errores se cometían durante el proceso de manufactura al no seguir los procedimientos del manual, lo cual, tendía a deteriorar la calidad.

El proceso de manufactura de la llanta se trató a grandes rasgos, sin embargo se podría decir que es difícil solventar todas las variables implícitas en el proceso, pero aun así, se logran excelentes productos, lo cual nos lleva a una pregunta, si obtenemos buenos resultados trabajando a un 50 ó 60 % de nuestra capacidad y atención, para hacer bien nuestro trabajo, entonces, ¿Qué es lo que nos falta para poder despegar como una industria fuerte y vigorosa a nivel mundial?

Se diría que nos falta decisión y confianza en nosotros mismos para poder lanzarnos sin miedo a la conquista de cualquier mercado, pero sin duda, ésta, nuestra generación será pionera en México en lo que concierne a la calidad, la cual, pide a gritos que se implemente con la convicción de que se obtendrán buenos resultados de acuerdo a las facilidades que otorgue la cabeza de la organización donde se implemente.

## Bibliografía

- Kaoru Ishikawa, ¿Qué es Control Total de calidad?, La modalidad japonesa, 1a. ed., Colombia, Ed., Norma, 1996, 209 pp.
- Armand V. Feigenbaum, Control Total de la Calidad, 3era.ed., México, Ed. CECSA, 1994, 922pp.
- Dr. Mario Gutiérrez, Administrar para la Calidad.(Conceptos Administrativos del Control Total de Calidad), 2a. Ed., México, Ed . 1995, 297pp.
- W. Edwards Deming, Calidad Productividad. (La salida de la crisis), 2a. Ed., Madrid, Ed. Díaz de Santos, 1989 , 391 pp.
- Jm. Juran, Juran y el Liderazgo para la Calidad, 1a. Ed. , Madrid, Ed. Díaz de Santos, 1990, 363pp.
- Philip B. Crosby, Liderazgo. 1a. Ed., México, Ed. McGraw Hill, 1990, 195 pp.
- Philip B. Crosby, Hablemos de Calidad. 1a. Ed., México, Ed. McGraw Hill, 1990, 235 pp.
- Olivera G. Kenya, Los grandes de la Calidad,
- Walton Mary, Cómo administrar con el método Deming, Editorial Norma, Bogotá, 1988
- James r. Evans y William Linsay. Administración y control de la calidad, 4ª Ed,México, Ed. International Thomson Editores, S.A. de C.V.,2000.
- Manual de capacitación de ventas de Goodyear.
- Normas ISO 9000 del 2000, traducidas al español por el Instituto Mexicano de Normalización y Certificación A.C.