



8
2oj:
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
" A R A G O N "

SISTEMA DE CALIDAD APLICADO AL PROCESO DE
FABRICACION EN LA INDUSTRIA DE AUTOPARTES

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO - ELECTRICISTA
P R E S E N T A N ;
FERRER RAMIREZ ANGEL
VELAZQUEZ ESCOBAR PEDRO



ENEP
ARAGON

escuela nacional de estudios profesionales

SAN JUAN DE ARAGON, ESTADO DE MEXICO 1993

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

	Pág.
INTRODUCCION	1
1 LA CALIDAD EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ MEXICANA.	3
1.1 LA REVOLUCION DE LA CALIDAD EN MEXICO.	4
1.2 LOS SISTEMAS DE CALIDAD EN LA INDUSTRIA DE AUTOPARTES...	9
1.3 LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ EN MEXICO Y EL MUNDO.....	18
2 FILOSOFIA DE CALIDAD.....	29
2.1 QUE ES EL CONTROL TOTAL DE LA CALIDAD.....	30
2.2 CONCEPTOS Y METODOLOGIAS UTILIZADAS PARA EL MEJORAMIENTO EN CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD.....	31
2.3 LA CALIDAD ORIENTADA HACIA EL CONSUMIDOR.....	39
2.4 QUIEN ES EL RESPONSABLE DE MEJORAR LA CALIDAD.....	40
2.5 PORQUE ES NECESARIO PLANEAR LA CALIDAD PARA PREVENIR LOS DEPECTOS.....	40
2.6 PORQUE LA CALIDAD IMPORTA MAS QUE LA CANTIDAD.....	42
3 HERRAMIENTAS BASICAS PARA EL CONTROL DEL PROCESO Y DEL PRODUCTO.....	43
3.1 QUE ES EL C.E.P. Y COMO SE CONSTITUYE.....	44
3.2 LAS SIETE HERRAMIENTA BASICAS.....	45
3.3 UTILIDAD EN GENERAL DE LAS HERRAMIENTAS BASICAS.....	76
3.4 COMO DETERMINAR LA CONFIABILIDAD DE UN PRODUCTO.....	78
4 SISTEMA DE CALIDAD PROPUESTO.....	79
4.1 PRESENTACION GENERAL.....	80
4.2 TEMAS Y SUBTEMAS.....	81

5	APLICACION DEL SISTEMA DE CALIDAD PROPUESTO (ESTUDIO DE CASO: UNA INDUSTRIA METAL-MECANICA DE FABRICACION DE AUTOPARTES).	
5.1	ORGANIZACION.....	85
5.2	PLANEACION DE CALIDAD.....	91
5.3	CONTROL ESTADISTICO DEL PROCESO.....	108
5.4	CONTROL EN: RECIBO, PROCESO, FINAL Y MATERIALES.....	112
5.5	FACILIDADES DE PRUEBA.....	131
5.6	CONTROL DE INFORMACION.....	134
5.7	SERVICIO.....	137
5.8	ACCIONES CORRECTIVAS.....	140
5.9	COSTOS DE CALIDAD.....	145
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	152

GLOSARIO DE TERMINOS

BIBLIOGRAFIA

INTRODUCCION

1

Hoy en día, debido a la inflación y al crecimiento demográfico de nuestro país se demanda una cantidad mayor de bienes y servicios para satisfacer las necesidades de usuarios o clientes, que están demandando productos con calidad y bajo costo, además de que se les surtan a tiempo y en volúmenes requeridos. Es por esto que la industria de autopartes en México, requiere de sistemas de calidad que permitan dar competitividad a sus productos y/o servicios; y que le ayuden a permanecer en el mercado nacional y entrar al mercado mundial.

Esta tesis pretende proporcionar algunas herramientas en materia de calidad que permitan asegurar en forma efectiva, satisfactoria y económica, una buena calidad. Constituir las bases para tener un enfoque global y propiciar la acción conjunta e integrada, encaminada a crear una cultura de la empresa en cuanto a calidad; una filosofía orientada a la satisfacción absoluta del cliente en calidad, servicio y atención, a través de una política de trabajo en equipo, de todos los elementos de la empresa en interrelación con el cliente, ya que éste exigirá en los productos y servicios: eficiencia, confiabilidad, buena apariencia, bajo costo, etc. y para esto, proponemos una política en el que la CALIDAD ya no sólo es responsabilidad de los implicados en la producción, sino de cada individuo en la empresa. Considerando que se requiere producir altos volúmenes con las especificaciones que el mercado exige, además de que actualmente de manera racional, no es posible obtener productos idénticos y no es conveniente por tiempo y costo inspeccionar al 100% los productos al final de su proceso de fabricación para garantizar la calidad de éstos.

Consideramos que: Para cubrir esta necesidad, el capitulado adjunto ayudará a crear el compromiso que se deberá establecer entre los integrantes de la empresa hacia el mejoramiento de la calidad con la idea de que el funcionamiento del sistema de calidad brindará apoyo y propiciará mejoras para elevar el nivel de calidad y satisfacción de los clientes y como consecuencia una mayor productividad.

1 LA CALIDAD EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ MEXICANA.

En este capítulo se menciona la importancia que se está dando actualmente a la calidad en México, enfatizando que la educación es la base más importante para lograr calidad y competitividad a nivel internacional; Así mismo, se presentan las etapas por las que han pasado los sistemas de calidad a través del tiempo, desde las pruebas finales, hasta llegar al Control Total de la Calidad, que constituye el avance más importante para el logro de la Calidad.

También se analizará la situación actual y perspectivas de la industria automotriz en México y el mundo, para lo cual se han preparado los siguientes temas :

1.1 LA REVOLUCION DE LA CALIDAD EN MEXICO.

1.2 LOS SISTEMAS DE CALIDAD EN LA INDUSTRIA DE AUTOPARTES.

1.3 LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ EN MEXICO Y EL MUNDO.

El concepto calidad es tan antiguo como el hombre mismo. Desde que el hombre tuvo necesidad de hacer cosas para defenderse o procurar su supervivencia, y evaluar el desempeño de éstas, estuvo presente, en primera instancia el concepto de calidad en cuanto a diseño, y en última instancia el concepto de calidad en tanto adecuación al uso.

El concepto calidad surge entonces como una necesidad natural del hombre, desprovista de ideologías. Esto se pone de manifiesto hoy, cuando vemos el movimiento de la calidad en cada vez más países, y cuando observamos a los obreros manifestar su orgullo por haber incrementado la calidad y su satisfacción por haber hecho las cosas bien.

En la actualidad, la calidad de los productos ha venido a tomar una importancia muy significativa en la vida de la gente y en los negocios. Esto es particularmente notable en los países desarrollados en donde el consumidor es sumamente conciente de la calidad y solamente compra los productos que le satisfacen, y corresponden al precio que paga por ellos; Esta situación es la culminación del proceso social y económico que ha venido desarrollándose desde la revolución industrial, el cual se ha visto acentuado en los últimos cincuenta años.

La intercambiabilidad en las piezas y la aceptación de que la calidad y la fiabilidad son sumamente importantes en la comercialización de los productos; además del precio, han hecho que surja conciencia por la calidad en Compras, Producción y Ventas.

Por otro lado, también se han venido teniendo modificaciones substanciales en las características del mercado. Si bien en un principio todo el mundo era pobre y no se requería más que satisfacer

sus necesidades vitales, a medida que la producción aumentó el consumidor se fue volviendo crítico y exigente por la calidad de los productos y ello motivó a que el industrial se preocupara por los deseos y las necesidades del consumidor y se entrara al juego de la comercialización.

En los países desarrollados se han creado uniones de consumidores las cuales tienen como objetivos: educar al consumidor, informarle sobre productos de mala calidad, precios, riesgos de peligro, etc. e informar igualmente a la industria sobre: los deseos y necesidades del consumidor.

A la Revolución Industrial que conmocionó al mundo hace dos siglos, la recordamos por la introducción de la maquinaria en la industria y los temores del obrero de ser reemplazado por ésta. Fue un movimiento fascinante, que aunque se ubica de 1750 a 1830, sus efectos se aprecian aún en nuestros días.

La maquinaria, incorporada a la manufactura incrementó la producción a volúmenes tales que se abatieron costos, asociándose así el concepto *Productividad* al incremento de la producción, pero también surgió otro problema, el incremento de la producción sin reparar en la calidad de lo producido, generando desperdicios por material defectuoso o retrabajo, cuyos costos hacen improductiva una actitud motivada precisamente por el deseo de incrementar la productividad.

La fuerza más importante que impulsa la calidad es la *competencia*, porque la calidad es el elemento clave para decidir una compra, cuando se puede escoger entre más de una opción. Por mucho tiempo pensamos que calidad y precio son el binomio básico para decidir una compra, pero hemos encontrado últimamente que la gente está dispuesta a pagar incluso mayores precios, si los artículos efectivamente son de calidad.

La calidad en México no pudo desarrollarse mucho, mientras las leyes comerciales *protegeron* al productor nacional, que con un mercado interno cautivo, podía no únicamente vender artículos de mala calidad, sino que imponía condiciones en tiempos de entrega, garantía, precio y servicio. *El cliente era lo menos importante.*

Las compañías automotrices, particularmente la Ford, encontraron el principio de los 80's como un tiempo propicio para exigir a sus proveedores mejor calidad. Intensificaron las auditorías de calidad y desarrollo de proveedores, impulsando el uso del Control Estadístico de Procesos. Asociados a universidades privadas, las compañías automotrices han desarrollado programas de capacitación para sus proveedores, que aún con la improvisación de muchos de los instructores, han significado una contribución al desarrollo de la calidad en México.

Las compañías automotrices solicitaron a sus proveedores que exigieran calidad a sus propios proveedores, generando un movimiento que cubre ya a una cantidad importante de empresas, que a veces por sólo complacer al cliente y otras por convicción, se han enrolado en el movimiento de la calidad.

Un grupo importante de empresas no relacionadas con la industria automotriz, parecía estar a salvo de incorporarse a la revolución de la calidad, pero el ingreso de México al GATT y ahora con el *Tratado de Libre Comercio (TLC)* tendrán que participar todas las empresas del país.

Cada vez son más los *productos extranjeros* que encontramos en nuestras tiendas de autoservicio, *compitiendo* aquí mismo con nuestros productos nacionales. El mercado internacional ya no está más allá de nuestras fronteras; ahora enfrentamos el reto de competir en el mercado mundial con los productos de la más alta calidad y a los mejores precios.

A diferencia de las pacientes recomendaciones y apoyo de la industria automotriz a sus proveedores, el ingreso al GATT tomó por sorpresa y violentamente a muchas empresas. La cada vez más amplia participación de México en el mercado internacional y su extensión al área de servicios, nos hace pensar en la urgencia de *hacer de la calidad la máxima prioridad en nuestras empresas.*

La Estadística juega un papel central para alcanzar la calidad total en una empresa. Es necesario que quienes trabajan en una empresa productiva o de servicios adquieran algunos elementos culturales de *ESTADISTICA*, pero también se requiere incorporar a las empresas especialistas en estadística.

Las universidades y organismos particulares que han desarrollado programas de capacitación en el Control Estadístico de Procesos, cubren de manera satisfactoria la necesidad de difundir la cultura estadística en las empresas, pero no han podido dotar de especialistas en estadística a la industria nacional.

La revolución de la calidad demanda de todos nosotros, cambios fundamentales en nuestras actitudes y un nuevo ordenamiento en nuestra escala de valores. Ni los empresarios, ni los profesionistas, ni los técnicos y obreros, e incluso ni los consumidores, estamos a salvo de la crítica implícita que representa la revolución de la calidad; Todos debemos asumir una actitud de cambio y superación personal, si en verdad deseamos contribuir al bienestar común. Hay un lugar para todos la *REVOLUCION DE LA CALIDAD* no es excluyente, es una revolución que integra ciencia, experiencia y tecnología, pero sobre todo amor a nuestros semejantes, para lograr el fin último de la ciencia: *La felicidad del Hombre.*

El GATT puede ser hoy una experiencia amarga para algunos y el Tratado de Libre Comercio el final para otros, pero habremos de crecernos al castigo y surgir fortalecidos, sin miedo a la competencia internacional, con un mayor sentido de autoestima.

México es un país culto e inteligente, es además un pueblo que cultiva la buena fe, que es divisa importante en la revolución de la calidad, y un pueblo trabajador con valores morales y familiares muy arraigados. Además, la participación de México en la revolución de la calidad, es hoy una aportación y compromiso que habrá de traducirse en mayor bienestar a nuestro pueblo, mejor nivel de vida, salud, servicios públicos, educación y soberanía nacional.

1.2.1 IMPORTANCIA DE LOS SISTEMAS DE CALIDAD.

Es esencial que una compañía y una planta tengan un sistema claro y bien estructurado que identifique, documente, coordine y mantenga todas las actividades claves que son necesarias para asegurar las acciones de calidad en todas las operaciones relevantes de la compañía y planta.

Definición de Sistema de Calidad.

"Un sistema de calidad total es la estructura de trabajo operativa acordada en toda la compañía y en toda la planta, documentada con procedimientos integrados técnicos y administrativos efectivos, para guiar las acciones coordinadas de la fuerza laboral, las máquinas y la información de la compañía y la planta de las formas mejores y más prácticas para asegurar la satisfacción del cliente sobre la calidad y costos económicos de calidad". (1)

El enfoque de sistemas para la calidad se inicia con el principio básico del control total de la calidad en el que la satisfacción del cliente no puede lograrse mediante la concentración en una sola área de la compañía y planta - diseño de ingeniería, análisis de confiabilidad, equipo de inspección de calidad, detectores de rechazo, educación del operador o estudios de mantenimiento - por la importancia que cada fase tiene por derecho propio. Su logro depende, a su vez, en qué tan bien y qué tan profundamente estas acciones de calidad en las diferentes áreas del negocio trabajan individualmente, y sobre qué tan bien y qué tan profundamente trabajan juntas.

(1) FEIGENBAUM V. ARMAND. "Control Total de la Calidad". Editorial C.E.C.S.A. 7a. impresión, México 1990. Cap 5, pág. 110.

La creación y control de la calidad apropiada del producto y servicio para la planta y compañía requieren que muchas actividades en su ciclo de producto y servicio puedan ser integradas y medidas -desde identificación de mercado, desarrollo y diseño del producto hasta embarque y servicio al producto- en una base organizada, técnicamente efectiva y económicamente sólida. 10

Un sistema de calidad proporciona una base administrativa y de ingeniería para el control efectivo orientado a la *prevención*, que trata económica y 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.

Los requisitos de calidad y los parámetros de la calidad del producto cambian, pero el sistema de calidad permanece fundamentalmente el mismo.

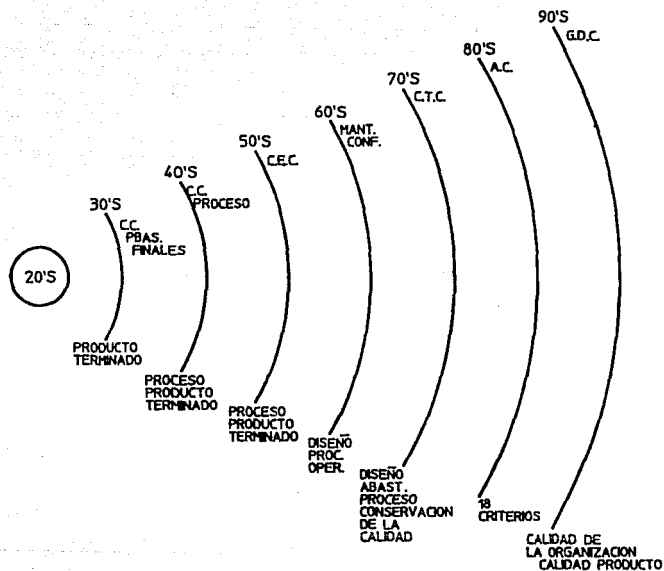
1.2.2 EVOLUCION DE LOS SISTEMAS DE CALIDAD.

La necesidad de obtener la calidad de los productos o servicios ha estado presente a lo largo del tiempo, sin embargo los sistemas que se han avocado a resolver esta necesidad han variado considerablemente tanto en el contenido de los mismos, como en sus formas de previsión, control y maneras de enfocar los esfuerzos de la calidad; así como también en la utilización de las distintas "herramientas" de calidad que se han empleado.

La aplicación de controles de calidad data desde hace miles de años, pero la evolución acelerada de la aplicación de los sistemas se ha presentado en esta época. Revisando los sistemas a través del tiempo, se puede decir a manera de visualización del desarrollo de los sistemas de calidad, que cada decenio han venido ocurriendo cambios significativos en los mismos; el cuadro N° 1 nos muestra dicha evolución.

Observando con detenimiento el cuadro N° 1 será posible darse cuenta como han variado tanto el alcance de la aplicación de los sistemas, como los objetivos de los mismos. (2)

(2) BONJALIL SOTO JORGE A. "Qué hay más allá del Aseguramiento de la Calidad". Ponencia presentada en el XVII Congreso Nacional de Control de Calidad realizado en México, D. F. 1989. IMECCA (Instituto Mexicano de Control de Calidad, A.C.), pág. 99.



- CC. CONTROL DE CALIDAD
- C.E.C. CONTROL ESTADISTICO DE CALIDAD
- MANT. MANTENABILIDAD
- CONF. CONFIABILIDAD
- C.T.C. CONTROL TOTAL DE CALIDAD
- A.C. ASEGURAMIENTO DE CALIDAD
- G.D.C. GESTION DINAMICA

Cuadro N° 1 Evolución de los Sistemas de Calidad a través del tiempo.

En la década de los 30's, el sistema imperante, más no quiere decir que el único, se limitaba al control de calidad en pruebas finales, es decir, que en esa época prevalecía el hecho de que después de un largo proceso de fabricación a los productos se les inspeccionaba y probaba al final de la misma, siendo el objetivo de estas acciones el comprobar como una vez terminadas se comportaban las piezas fabricadas, es decir, el producto ya elaborado era la finalidad de este sistema; pero como un sistema así no resulta ni técnicamente ni en costos conveniente, entonces se pasó a la aplicación de un sistema que controlara el proceso, y así fue que durante los 40's se aplicaron planes que inspeccionaban todas las etapas de manufactura sin que existiera un plan determinado para la realización de las actividades. Aquí el objetivo era también el producto, como consecuencia de que en esta década la inspección y pruebas se efectuaban de manera muy indiscriminada.

En la década de los 50's surgió la aplicación del Control Estadístico, con la utilización de las matemáticas se volvió esta labor por primera vez una actividad de Ingeniería con lo que se racionalizó aún más el control de los procesos, pero no varió el objetivo del sistema de calidad, el cual seguía teniendo que ver con el producto terminado.

La aplicación de las matemáticas llevó a que en los 60's se desarrollaran paralelamente dos sistemas muy relacionados con la calidad, se aplicaron las técnicas de Confiabilidad y de Mantenibilidad, con ésto, además de que el sistema de calidad se interesara sólo en el proceso, se empezaron a abarcar campos como el diseño y la operación de los productos lo que empezó a marcar una diferencia respecto a un enfoque de la calidad centrado solamente en la etapa de manufactura.

En los '70's con la experiencia de la década anterior se empezó a pensar en sistemas integrales que cubrieran cada vez más etapas de la fabricación; el primer sistema que apareció con estas características fué el impulsado por el Dr. Feigenbaum con el nombre de **Control Total de la Calidad**, dicho sistema, el cual ha venido desarrollando aún más posteriormente hasta nuestros días; se basa en el hecho de que todas las actividades de una empresa afectan a la calidad y por lo tanto se deben tomar provisiones en todas y cada una de ellas; sin embargo, a pesar de que así lo indica el sistema y que se dan una serie de pasos o criterios a seguir, hasta la fecha no ha cubierto en forma real y completa a todos los aspectos que afectan a calidad, además de que todavía sigue en muchos casos muy ligado a la estadística como elemento básico dentro del sistema. No obstante, el gran mérito del control total es haber dado la pauta para considerar que: *La calidad se ve afectada por todas las acciones de la compañía y de que fue el primer sistema que realmente se pudo aplicar a los servicios.*

A partir de ese concepto, se desarrolló en los 80's el sistema de **Aseguramiento de Calidad**, el cual a través de toda una normativa de respaldo vino a definir aún más el concepto de lo integral, cubriendo aspectos que van desde la organización, el programa de calidad y el diseño, hasta las acciones correctivas, registros y auditorías, de ahí que su objetivo también es el producto o el servicio.

Como se ha dicho hasta aquí, todos los sistemas mencionados, con diferentes alcances de aplicación, tienen como objetivo: Los primeros la calidad del producto y los más recientes además hacen posible el obtener la calidad de servicios; este es su propósito final.

Para la década de los 90's se están desarrollando sistemas cuyo objetivo sea el logro de la calidad de la organización y como conse-

cuencia se obtendría entonces la calidad del producto o servicio, lo que viene a revolucionar tanto a los sistemas como los ámbitos de aplicación de los mismos y por lo tanto, las acciones a realizar.

1.2.3 LA SITUACION ACTUAL DE LOS SISTEMAS DE CALIDAD EN LOS FABRICANTES DE AUTOPARTES.

Es evidente la importancia que se está dando actualmente a los sistemas calidad en la industria de autopartes, debido a las crecientes exigencias del consumidor y la competencia a nivel del mercado internacional.

Los sistemas de calidad que se ofrecen a la industria nacional de autopartes no han resultado satisfactorios, debido a que sus productos no son competitivos en calidad y costo con los del exterior.

Hasta ahora, sólo hemos usado modelos extranjeros que dieron buenos resultados en sus países de origen, pero ninguno de ellos ha dado en México los mismos beneficios y la explicación es obvia, no han sido hechos para nosotros.

Para poder conocer la realidad de la situación en los sistemas de calidad en la industria de autopartes, se llevó a cabo una serie de auditorías en una muestra de 100 proveedores para la industria terminal automotriz para así obtener una línea base de medición. (3)

(3) MANZO H. Y PARDAVE M.A. "Aseguramiento de Calidad de Prototipos con una Responsabilidad Compartida". Ponencia presentada en el XIII Congreso Nacional de Control de Calidad realizado en la Cd. de Puebla, Mex. 1986. IMECCA (Instituto Mexicano de Control de Calidad, A. C.), pág. 105.

En dichas auditorías se detectó lo siguiente:

- El 95% de la muestra no tenía un sistema delineado de calidad y mucho menos manuales. En el resto, que sí tenía manuales, éstos estaban incompletos y sólo los utilizaban en un 30%.
- En el 95% de los proveedores no se cumplía con los requerimientos de Inspección de Recibo.
- No existía un procedimiento oficial para el seguimiento de acciones correctivas.
- El rechazo interno promedio que se encontró fué aproximadamente de un 30% debido principalmente a la falta de controles internos eficientes.
- Desconocimiento de los alcances de sus puestos por falta de una descripción de las funciones del departamento de Control de Calidad.
- Desmotivación por el trabajo, especialmente en las áreas de calidad, debido a los rechazos que eran liberados como "acceptables" por el departamento de Producción o la dirección de la planta.
- No existían estudios de fiabilidad de la maquinaria, ni del proceso.
- Falta de la mínima información técnica hacia los niveles operativos.
- El 80% no aplicaba la estadística básica como herramienta de medición para sus procesos.
- Falta de personal capacitado y alto índice de rotación.
- En los niveles directivos, se desconoce y/o no se tiene conciencia de la calidad.

- 17
- En los niveles directivos, se desconocen las características del producto por falta de información técnica completa como hojas de especificación de materiales, procesos y fiabilidad.
 - Desconocimiento, en los dirigentes, de los costos de calidad, frecuencia y/o porcentaje de rechazo interno y externo en su producto.
 - Falta de sistemas de retroinformación en el desempeño de las labores.
 - Por último, un 8% promedio de rechazo por sus clientes.

Sin embargo, aún existen otros factores a considerar para asegurar el éxito en la implantación de un Sistema Total de Calidad y que son inherentes al factor humano ya que se encontraron dificultades, tales como:

- Falta de delegación de autoridad y acaparamiento de decisiones, especialmente en las pequeñas empresas de tipo familiar.
- Resistencia hacia un cambio de actitud que mejore la calidad de vida laboral y suprima políticas obsoletas.
- Falta de equidad en la asignación de sueldos y promociones, así como, de la justa repartición de las utilidades de la empresa.
- Falta de retroinformación y reconocimiento al desempeño de labores.
- Escasa preparación y formación administrativa en el personal gerencial que se ha ascendido.
- Falta de comunicación efectiva sobre los objetivos y razón de ser de la empresa, así como de lo que se espera del personal.

- Falta de programas de capacitación y adiestramiento para el personal sobre áreas que requiere la empresa. 18
- Falta de integración del personal y formación de grupos de trabajo.
- Falta de una filosofía de empresa.

La industria nacional de autopartes, para poder alcanzar niveles competitivos en el mercado internacional, requiere de una óptima calidad, bajo costo y servicio a sus productos, satisfaciendo las exigencias de los clientes o usuarios; por eso, es indispensable asegurar la repetición de los productos bajo las especificaciones deseadas.

1.3 LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ EN MEXICO Y EL MUNDO.

1.3.1 ESTRUCTURA ACTUAL DE LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ MEXICANA.

En el momento actual la INDUSTRIA AUTOMOTRIZ MEXICANA está integrada por tres subsectores:

Industria Terminal.

Industria Maquiladora.

Industria Nacional de Autopartes.

Dedido a las fuerzas cambiantes que actúan en la industria automotriz mundial, las políticas referentes a estos tres subsectores han empezado a desbalancearse entre sí y en relación con las oportunidades que existen para México en la cambiante industria automotriz mundial.

Uno de los problemas principales de la industria automotriz mexicana es la debilidad de sus vínculos con proveedores de autopartes y tecnología de nivel mundial. Esta brecha con el resto del mundo se

ha ampliado. La falta de competitividad también es consecuencia de la falta de infraestructura, comunicaciones y problemas de materiales. 19

A pesar de estos problemas la industria de autopartes ha mostrado grandes ventajas en componentes importantes como partes de motor y otras partes básicas (vidrio, muelles, resortes, arneses).

Tal como está estructurada la industria en el momento actual, la competitividad relativa de las maquiladoras y de la industria de autopartes se encuentra desbalanceada en relación a los cambios que ocurren en el sistema automotriz mundial. Las políticas actuales favorecen fuertemente el que los fabricantes de vehículos y de autopartes mundiales consideren en primera instancia la industria maquiladora para su abastecimiento, lo cual limita las inversiones en la industria de autopartes.

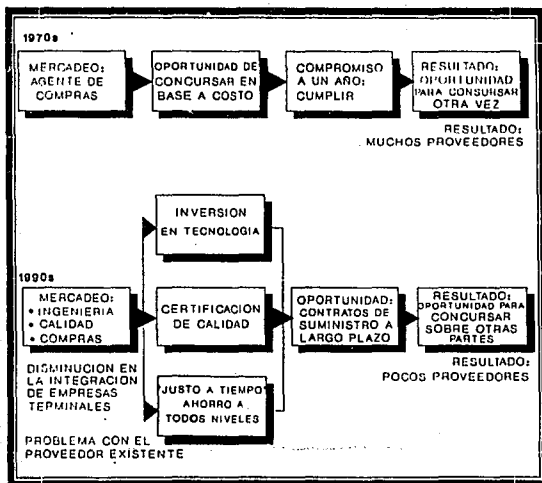
La industria maquiladora favorece solamente la explotación de la mano de obra barata mexicana y utiliza muy poco valor agregado en estas exportaciones. A menos de que este balance sea modificado y que la industria de autopartes sea gradualmente abierta hacia la competencia mundial incrementando niveles de calidad y costos, las consecuencias serán inevitables; Por ejemplo:

- Las actividades de las maquiladoras eventualmente absorberán la producción de partes de baja tecnología en las que México posee ventajas económicas fundamentales.
- La industria de autopartes se enfocará a obtener ganancias en el mercado local, sin buscar relaciones con tecnología mundial y con una capacidad limitada para financiar nuevas inversiones. De esta manera, se retrasará cada vez más y más en su escala de operaciones y en su tecnología.

1.3.2 CAMBIOS EN EL SISTEMA DE SELECCION DE PROVEEDORES.

La posibilidad de que México logre una fuerte posición como proveedor de equipo original en los vehículos producidos en Estados Unidos y Canadá vía exportaciones directas, requiere fortalecer la industria nacional de autopartes y mejorar su acceso a los ejecutivos de la industria terminal. El acceso a dichas personas es un reto importante, dado que el proceso para convertirse en proveedor es cada vez más complejo, seleccionándose menos y más grandes proveedores.

Las razones de esto aparecen en el Cuadro N° 2 que contrasta el proceso de selección de proveedores en los años setenta con el proceso actual.



Cuadro N° 2 Cambios en el Proceso de Selección de Proveedores en la Industria Automotriz.

Por lo tanto, al incrementar la industria terminal el aprovisionamiento externo de partes, los programas de comercialización requeridos se vuelven más costosos y sofisticados. Los pedidos resultantes son mayores y de mayor plazo y por lo tanto más riesgosos; requieren mayores inversiones en comercialización pero los beneficios son también más elevados si se logra el éxito. Por ejemplo:

- El proveedor ahora debe negociar con departamentos de Ingeniería, Calidad y Compras.
- La calidad es ahora el criterio más importante y México tiene una imagen pobre en esta área.
- Uno de los objetivos de la industria es el sistema "justo a tiempo". Los proveedores deberán colaborar con los fabricantes terminales en reducir el inventario de su producto garantizando al mismo tiempo la entrega oportuna a pesar de las variaciones en la programación de los fabricantes de vehículos.

Como resultado de este nuevo proceso de selección de proveedores las empresas de autopartes mexicanas encontrarán que la dificultad en el acceso a estos mercados se incrementa a menos que:

- Las empresas mexicanas fortalezcan sus vínculos con proveedores de tecnología a nivel mundial y obtengan el apoyo de éstos para la comercialización de las partes.
- O bien las empresas mexicanas se agrupen para lograr el acceso al mercado mundial de manera conjunta compartiendo recursos.

Dada la dificultad de este proceso ambos enfoques serán necesarios probablemente, para alcanzar el éxito en la exportación directa.

En esta sección se analizará el desarrollo de la industria automotriz a nivel mundial en los últimos 40 años y presentar un panorama de algunas macrotendencias para la década de los 90's, con énfasis en las implicaciones para México. Para ello se han seleccionado tres aspectos básicos:

- i) **MERCADO**
- ii) **PRODUCCION**
- iii) **TECNOLOGIA**

i) MERCADO: Desarrollo Secuencial e Internacionalización.

Inmediatamente después de la segunda guerra mundial, el mercado de los Estados Unidos se expande rápidamente hasta alcanzar un nivel de 10 millones de unidades anuales a mediados de los 60's; desde entonces el crecimiento en términos generales ha sido moderado, siguiendo los ciclos de la economía con disminuciones significativas en 1975, y 1981-82. De manera análoga, los mercados de Europa Occidental se desarrollan rápidamente durante los 50's y 60's.

En los 60's y 70's es el Japón quien se expande rápidamente al pasar de menos de medio millón de unidades en 1960 a más de 4 millones para 1970 y 5 millones para 1980. Desde entonces su crecimiento es moderado. En los 80's toca el turno a los países del sureste asiático, notablemente Corea y Taiwan, con crecimientos espectaculares en esta década.

Por otra parte, encontramos que el comercio automotriz mundial crece rápidamente; en los últimos 20 años se ha duplicado, de manera

que para 1987 representaba el 38% de la producción total mundial. 23
Japón es desde luego el principal exportador, responsable de aproximadamente la tercera parte del volumen total de vehículos. (4)

Es interesante considerar los orígenes y destinos de los flujos del comercio internacional. Mientras que Asia y Latinoamérica son exportadores netos, Estados Unidos es el gran importador y Europa guarda una posición de equilibrio.

ii) PRODUCCION: Concentración y Diversificación.

El fenómeno de concentración en la industria automotriz no es algo nuevo; al igual que sucede en el ciclo de vida de cualquier producto, el número de empresas fabricantes crece a medida que el nuevo producto se desarrolla, para después empezar a disminuir conforme este madura. Así encontramos que en 1950 existían 32 empresas fabricando automóviles en cantidades significativas; desde aquel entonces, este número ha venido disminuyendo hasta solamente 22 empresas en el año de 1990. Se pronostica que esta cifra se haya reducido a la mitad para el año 2000.

Simultáneamente a este proceso de concentración de la producción, se ha dado el fenómeno de diversificación en cuanto a los países productores, ya que en 1950, solamente ocho países fabricaban automóviles. La gran expansión de esta industria en los años 60's nos lleva a encontrar a 20 países como principales productores en 1970 y actualmente esta cifra se ha elevado a 24.

(4) INFOTEC (INFORMACION TECNICA). "La Calidad Total y el Futuro de la Industria de Autopartes". Seminario impartido por INFOTEC, empresa mexicana de consultoría, México, D.F. 1990. Cap. I, pág. 12.

En cuanto al **ABASTECIMIENTO** en la industria automotriz mundial, la relación cliente-proveedor, es decir, industria terminal-fabricante de autopartes, ha cambiado sustancialmente en el período 1950 - 1990; esto ha sido desde luego resultado de las grandes transformaciones ocurridas en la industria, especialmente la globalización, la concentración de la producción y el surgimiento de competidores feroces encabezados por los japoneses y secundados recientemente por los coreanos.

La resultante de esta situación es el aumento en las exigencias de la industria terminal a sus proveedores y el cambio del énfasis en los factores que deciden la asignación de contratos, pasando del precio como factor principal en los 50's, 60's, y 70's, al precio más la calidad en los 80's. En los 90's el servicio tomará mayor importancia, a medida que la calidad se dé por hecho.

El resultado ha sido una drástica reducción en el número de proveedores; en la década pasada FORD pasó de unos 5,000 a solo 2,200 y G.M. redujo aproximadamente 40% su base de proveedores.

Destaca también la tendencia hacia los subensambles, como por ejemplo, las llamadas esquinas de suspensión (resorte y amortiguador) y las puertas completas (incluyendo cristales y mecanismos) por citar sólo dos ejemplos. De esta manera los proveedores entregarán menos componentes pero con mucho mayor valor agregado.

En resumen, la transformación de la relación cliente - proveedor (industria terminal-fabricante de autopartes) en los últimos 40 años se presenta en el cuadro N° 3.

DECADA	CRECIMIENTO	EXIGENCIAS	FACTORES DE DECISION
50's	ESPECTACULAR PERO CICLICO	MINIMAS	CAPACIDAD DE PRODUCCION Y PRECIO
60's		-----	PRECIO
70's	-----	EMPIEZAN A CRECER	PRECIO
80's	ESTANCAMIENTO ----- RECUPERACION	MAYORES	PRECIO + CALIDAD
90's	REDUCIDO	ENORMES	CALIDAD + SERVICIO PRECIO

Cuadro N° 3 Transformación de la relación cliente - proveedor.

iii) TECNOLOGIA:

Otra característica importante que está sufriendo cambios trascendentes es el desarrollo tecnológico. A principios de los 50's claramente la tecnología automotriz se desarrollaba en los Estados Unidos; sin embargo los países europeos, como Alemania, notablemente empiezan a arrebatarle el liderato a medida que estos se recuperan de los efectos de la guerra; así aparecen los motores de aluminio de altas revoluciones por minuto, las suspensiones independientes en las cuatro ruedas, los frenos de disco y las carrocerías aerodinámicas.

En la industria europea, una parte importante del desarrollo tecnológico se debe a los fabricantes de autopartes, a diferencia de los Estados Unidos donde la industria terminal es quien lleva a cabo

el desarrollo. Esta situación empieza a cambiar en los 80's y se espera que esta transformación se intensifique de manera que en los 90's será responsabilidad de los fabricantes de los componentes el desarrollo del diseño de la parte y de la ingeniería de manufactura.

La transformación de la tecnología automotriz se ve reflejada en los materiales que se utilizan. Si bien el acero continúa siendo el material predominante en un automóvil su importancia disminuye paulatinamente pero constante mientras que en 1950 constituía el 66% del vehículo, para 1990 sólo representó el 56%.

Por el contrario, los plásticos en sus diferentes formas han elevado su contribución, que era casi nula en 1950 hasta el 8% en 1990.

Los frentes tecnológicos preponderantes en la década de los 90's estarán fuertemente relacionados con la ecología; los objetivos principales serán:

- Mayor reducción de emisiones contaminantes.
- Menor consumo de energía en la operación de vehículos y en su fabricación.
- Búsqueda de combustibles alternos, principalmente la reformulación de gasolinas y la inclusión de alcoholes en forma de mezcla, como la M85, (85% metanol, 15% gasolina).
- Otros objetivos primordiales incluyen el incremento de productividad, a través de la generalización de la robótica.

Otro aspecto interesante se refiere a quién es y quién será el responsable del desarrollo tecnológico. Es evidente la tendencia de la industria norteamericana a transferir esta responsabilidad a sus

proveedores, siguiendo el camino de los europeos de tiempo atrás; lo que no es tan evidente todavía es que algunos componentes considerados como estrictamente propios "estratégicos" del fabricante del vehículo empezarán a ser abastecidos del exterior o bien desarrollados y fabricados por empresas resultantes de coinversiones entre competidores. Algunos ejemplos son el motor PRV (Peugeot-Renault-Volvo) desarrollado en los 70's y aún en uso, y muy recientemente la asociación CHRYSLER-G.M. para fabricar una nueva generación de transejes.

27

Algunas conclusiones que resaltan del análisis anterior son:

- Las fronteras geográficas se borran.
- La competitividad aumenta.
- Los mercados crecen moderadamente.
- La industria se concentra (en unas cuantas empresas).
- La industria se dispersa (en todo el mundo).
- La complejidad tecnológica aumenta rápidamente.
- El número de proveedores disminuye.
- La responsabilidad de los proveedores aumenta.

IMPLICACIONES PARA MEXICO.

Las conclusiones anteriores permiten derivar algunos aspectos que seguramente afectarán a la industria mexicana, en algunos casos en forma positiva pero en otras de manera negativa.

El proceso de reducción de proveedores y la negociación de contratos de mayor plazo tendrán seguramente el efecto de fortalecer a los ganadores y acabar con los perdedores, es decir, aquellas empresas que logren contratos se verán favorecidos con volúmenes de producción sustancialmente mayores y con la posibilidad de aumentar el valor agregado en sus productos; a cambio de ello será necesario que inviertan considerablemente en investigación y desarrollo además de establecer alianzas estratégicas con los líderes tecnológicos. Que sus niveles de calidad del producto sean insuperables y que la calidad del servicio que ofrecen los coloque por encima de sus competidores. Por lo tanto será necesario pensar y planear en términos competitivos a nivel mundial.

Por el contrario, las empresas que no sean capaces de competir en un mundo sin fronteras, que tengan la esperanza de que "regresen los viejos buenos tiempos" y que no estén dispuestas a luchar por ocupar una posición de predominio a nivel mundial, encontrarán que su futuro es poco promisorio.

2 FILOSOFIA DE CALIDAD.

En este capítulo se resaltaré la importancia de la calidad como estrategia competitiva; como el camino de hoy para subsistir, avanzar y tener utilidades en la empresa, para tal efecto, se proponen los siguientes temas:

- 2.1 QUE ES EL CONTROL TOTAL DE LA CALIDAD.**
- 2.2 CONCEPTOS Y METODOLOGIAS UTILIZADAS PARA EL MEJORAMIENTO EN CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD.**
- 2.3 LA CALIDAD ORIENTADA HACIA EL CONSUMIDOR.**
- 2.4 QUIEN ES EL RESPONSABLE DE MEJORAR LA CALIDAD.**
- 2.5 PORQUE ES NECESARIO PLANEAR LA CALIDAD PARA PREVENIR LOS DEFECTOS.**
- 2.6 PORQUE LA CALIDAD IMPORTA MAS QUE LA CANTIDAD.**

Los métodos para vigilar o controlar la calidad han evolucionado desde los inicios de la producción artesanal hasta los métodos actuales, dentro de los cuales se incluye al **CONTROL TOTAL DE LA CALIDAD**.

El control total de la calidad está definido por algunos autores de la siguiente manera:

El control total de la calidad es un sistema donde se coordinan y organizan efectivamente 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 mercadotecnia, ingeniería, fabricación y servicio a satisfacción total del consumidor y al nivel más económico.

El control total de la calidad, tiene por objetivo, proporcionar al consumidor un producto o servicio en el cual haya sido diseñada producida y conservada su calidad a un costo económico para que sea de su completa satisfacción.

Dentro del sistema del control total de la calidad, es importante la participación de los operarios en la discusión de problemas y sus posibles soluciones, además del involucramiento de todo el personal en el control de la calidad, como son: la alta gerencia y niveles intermedios. De esta forma se creó el lema de **HACER BIEN LAS COSAS DESDE LA PRIMERA VEZ**.

A continuación presentamos los conceptos y metodologías que han utilizado algunos pioneros de la calidad, con los cuales se han logrado mejoras en calidad y productividad.

W. EDWARDS DEMING.

CONCEPTOS

- Llamado el fundador de la tercera revolución industrial. Impulsor del mejoramiento de calidad Japonés (1950).

- Calidad es lo que el cliente necesita y quiere. Y puesto que los requerimientos cambian, es necesario investigar constantemente la conducta o necesidades de los clientes.

- La filosofía básica Deming sobre calidad es: que la productividad se incrementa tanto como la variabilidad disminuye, esto es por lo que el método de control estadístico es necesario.

- Defiende la participación de los trabajadores en las decisiones sobre el trabajo.

- Señala que es tarea de la gerencia ayudar a la gente a trabajar más inteligentemente, no más arduamente, el primer paso es eliminar las barreras que impiden a la gente sentir orgullo por un trabajo bien hecho.

- Un hombre no puede hacer su trabajo bien a la primera si el material está fuera de rango, fuera de color o con otros defectos, o si su máquina no está en buenas condiciones.

- Las áreas de compras deben aprender lo suficiente sobre control estadístico de calidad, para poder imponer ciertos requisitos a sus proveedores y hablar con ellos en lenguaje estadístico.
- Señala que se debe requerir evidencia estadística de control de proceso a los vendedores, y que el mejor reconocimiento que se puede hacer a éstos es continuar haciendo negocios con ellos.
- Buena calidad no es necesariamente alta calidad, es decir: un predecible grado de uniformidad y dependencia a bajo costo.

M E T O D O L O G I A

- 1.- Consistencia de propósito para el mejoramiento de la calidad.
- 2.- Adoptar la nueva filosofía.
- 3.- Cesar la dependencia de inspección masiva.
- 4.- Fin a la práctica de negocios sobre precios de marca.
- 5.- Mejorar constantemente el sistema de producción y servicio.
- 6.- Métodos modernos de entrenamiento.
- 7.- Métodos modernos de supervisión.
- 8.- Romper el miedo.
- 9.- Romper barreras entre departamentos.
- 10.- Eliminar metas numéricas para la fuerza de trabajo.
- 11.- Eliminar estándares y cuotas.
- 12.- Remover barreras entre el trabajador y su orgullo por el trabajo.
- 13.- Un vigoroso programa de educación y entrenamiento.
- 14.- Estructura que impulse día a día los 13 puntos anteriores.

C O N C E P T O S

- Su definición: Calidad es conformidad con los requerimientos, y sólo puede ser medida por el costo de la no-conformidad.
- "No se hable acerca de baja calidad o alta calidad: hablese de la conformidad o la no conformidad."
- El único estándar para lograrla: cero defectos, el camino: prevención en lugar de inspección.
- Prevención quiere decir perfección, hemos aprendido que el error es inevitable y lo planeamos. No hay absolutamente ninguna razón para tener errores o defectos en los productos.
- Crosby habla de una "vacuna" para prevenir la no-conformidad, los tres ingrediente de esa vacuna son: determinación, educación e implementación.
- Señala que el mejoramiento de la calidad es un proceso, no un programa.
- La calidad es responsabilidad de la gerencia, se debe estar tan interesado en la calidad, como se está acerca de las utilidades.
- El compromiso de la gerencia puede obtener un 40% de reducción en los errores en proporción al compromiso de la fuerza de trabajo.
- Desafortunadamente, cero defectos ha sido tomado sólo como un programa de motivación, los japoneses son los únicos que han aplicado correctamente este concepto.

- Señala el ejemplo de Japón, donde el proveedor es tratado como una extensión del propio negocio. 34
- Recomienda clasificar a los compradores tan bien como a los vendedores.

M E T O D O L O G I A

- 1.- Compromiso de la dirección.
- 2.- Equipos de mejoramiento de calidad.
- 3.- Medición de la calidad.
- 4.- Evaluación del costo de calidad.
- 5.- Conocimiento/concientización de la calidad.
- 6.- Acciones correctivas.
- 7.- Comité para el programa de cero defectos.
- 8.- Entrenamiento a supervisores.
- 9.- Día del "Cero defectos".
- 10.- Establecimiento de metas.
- 11.- Eliminación de la causa-error.
- 12.- Reconocimiento.
- 13.- Consejos de Calidad.
- 14.- Hacerlo de nuevo.

CONCEPTOS

- Señala que existen dos clases de calidad: 1) Adecuación al uso, y 2) Conformidad con las especificaciones.
- En la década de los 40's señaló que los aspectos técnicos del control de calidad habían sido cubiertos, pero que la gerencia no sabía como administrar para lograr calidad.
- Los aspectos en donde se identifican algunos problemas: organización, comunicación, coordinación de funciones, en otras palabras el aspecto humano.
- Considera que menos del 20% de los problemas de calidad se deben a los trabajadores.
- Las compañías deberían evitar las campañas motivadoras para que los trabajadores resuelvan los problemas de calidad, haciendo un trabajo perfecto, ya que éstas por si mismas no hacen que se logren las metas. Sin embargo; la gerencia gusta de estos programas porque no les distraen demasiado su tiempo.
- Apoya el concepto de círculos de calidad porque éstos favorecen la comunicación entre la gerencia y la fuerza de trabajo.
- Recomienda el uso del control estadístico del proceso, pero advierte que ésta es sólo una herramienta.
- Reconoce la importancia de la gerencia de compras para el mejoramiento de calidad, dice: "La compañía no puede producir la mayor precisión en vacío, se debe asegurar la mayor precisión desde los proveedores"

- Señala la importancia de que los compradores establezcan la mejor comunicación con los vendedores.

36

M E T O D O L O G I A

- 1.- Detectar necesidades para mejorar puntos de oportunidad.
- 2.- Establecer metas de mejora.
- 3.- Organizar el logro de las metas.
- 4.- Proveer entrenamiento.
- 5.- Llevar a cabo proyectos para la solución de problemas.
- 6.- Registrar avance.
- 7.- Reconocimiento.
- 8.- Comunicar resultados.
- 9.- Evaluar.
- 10.- Mantener el empuje haciendo mejoras anuales en sistemas y procesos.

CONCEPTOS

- Se describe a si mismo como discípulo de Deming.
- No habla en términos de una definición específica de calidad.
- Define calidad de administración como: Desarrollar, manufacturar, administrar y distribuir a bajo costo los productos o servicios que los clientes quieren o necesitan.
- Calidad significa también el constante mejoramiento en todas las áreas de operación, incluyendo a los proveedores y distribuidores, eliminación de desperdicio de material, capital y tiempo.
- La pérdida de tiempo es un alto desperdicio en la mayoría de las organizaciones, excesos de inventarios es otro de los grandes desperdicios.
- El mayor problema, según Conway, es que la alta gerencia no está convencida de que la calidad incrementa la productividad y disminuye los costos. El cuello de botella se localiza en lo alto de la estrella.
- Se requiere la creación de un nuevo sistema gerencial, cuya tarea principal es el continuo mejoramiento en todas las áreas. Este es el más importante cambio, y significa cambiar todas las reglas de la organización, que no están escritas.
- Define el uso de control estadístico. "los métodos estadísticos no resuelven los problemas, ellos identifican donde están los problemas y señalan a la gerencia y a los trabajadores las posibles soluciones".
- Recomienda el uso de técnicas estadísticas simples, que llama herramientas.

M E T O D O L O G I A

38

- 1.- Destreza en las relaciones humanas, motivación y entrenamiento.
- 2.- Inspección estadística; datos de clientes internos y externos.
- 3.- Técnicas estadísticas simples.
- 4.- Control estadístico del proceso.
- 5.- Imaginación. Solución de problemas.
- 6.- Ingeniería Industrial.

De las metodologías y conceptos aquí mencionados podemos resumir lo siguiente:

- No hay un camino corto hacia la calidad.
- El mejoramiento de la Calidad es un proceso continuo y permanente que requiere del soporte y participación de cada trabajador, cada departamento, pero lo que es más importante es el compromiso de la dirección.
- En general cada pionero desarrolla su propio concepto y establece una metodología sobre lo que considera que es mejor para lograr calidad - productividad.

2.3 LA CALIDAD ORIENTADA HACIA EL CONSUMIDOR.

39

Es de suma importancia que los productos o servicios satisfagan los requisitos de los consumidores. No es suficiente con que cumplan con normas establecidas, ya que éstas no son perfectas y el consumidor no siempre queda satisfecho, considerando que sus requerimientos y necesidades cambian constantemente, aunque las normas sean actualizadas.

Una empresa debe tener en consideración que el que manda es el cliente y no el productor. Es erróneo el pensar que el productor le hace un favor al consumidor con venderle sus productos; por el contrario debe producir lo que el consumidor exige, además de que el producto cumpla con una buena calidad y satisfaga las necesidades del consumidor, debe ser de bajo costo.

Llevar el control total de la calidad de una empresa implica lo siguiente:

- Emplear el control estadístico como base.
- Controlar los costos, precios y utilidades.
- Controlar la cantidad así como las fechas de entrega.

Al utilizar un programa de control de calidad, los beneficios inherentes orientados tanto a la satisfacción del cliente como al beneficio del productor son los siguientes:

- Mejora en la calidad del producto.
- Mejora en el diseño del producto.
- Mejora en el flujo del producto.
- Mejora en la moral de los empleados y la conciencia de la calidad.
- Mejora en el servicio al producto.

2.4 QUIEN ES EL RESPONSABLE DE MEJORAR LA CALIDAD.

40

Dentro del sistema de control de calidad total, la calidad es responsabilidad de todos y cada uno de los integrantes de una empresa, a través de la participación en el estudio, la promoción y la práctica de la misma. Trabajando en conjunto a través de una estructura interfuncional horizontal; nunca en forma vertical, logrando con ello una buena relación entre las diferentes funciones y ayudándose unos a otros.

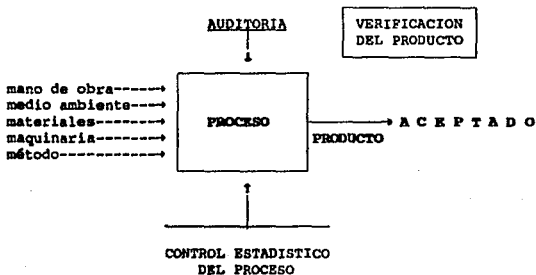
2.5 PORQUE ES NECESARIO PLANEAR LA CALIDAD PARA PREVENIR LOS DEFECTOS.

Anteriormente se tenía la idea de que el departamento de control de calidad, o de inspección, era el responsable de la calidad. Pero ya no es posible seguir con la idea de inspeccionar los productos para detectar los defectos al final del proceso. Si bien es cierto que se puede lograr la separación de los productos buenos de los malos, y después intentar ajustar el proceso con la información proveniente del producto defectuoso; también es cierto que no se estudian las causas reales por las cuales los productos no estén saliendo como se desea, ya que se tienen diferentes elementos que influyen en el proceso, y además los productos malos se desechan o se recuperan provocando una pérdida para la empresa.

Dentro de la planeación de la calidad resalta la importancia de controlar el proceso, y no inspeccionar masivamente todos los productos; a través de la implantación del Control Estadístico del Proceso (CEP) propiciando la participación de los operarios y ampliando el control a todas las demás funciones como son: Ingeniería de manufactura, Ingeniería del producto, Compras, etc. en ese momento ya no hablamos de detectar los defectos sino de prevenirlos.

Planear la calidad no implica que ya no se revisarán los productos, sino que, con la ayuda de las técnicas estadísticas los operarios realicen una auto-inspección durante el proceso, pero únicamente para confirmar que todo marche como debiera, sin esperarse al final, cuando ya el producto esté defectuoso.

Las técnicas estadísticas deben ser conocidas y manejadas por operarios, supervisores, gerentes intermedios, miembros de junta y hasta por los propios presidentes de la empresa.



En la época de los 20's el énfasis estuvo basado en producir más como objetivo industrial. El mecanizar fraccionaba puestos de trabajo en elementos más finos y especializados, y se entrenaba a la gente en estos elementos, surgían entonces automáticamente motivación, calidad, producción fructuosa y utilidades. Casi hasta mediados de los 50's éste dogma estuvo respaldado por hechos; pero entonces comenzó a desintegrarse, hoy sabemos que algunas empresas que han estado entre las más avanzadas en este concepto tradicional de industrialización son las que han sufrido los más graves problemas de calidad.

Lo fundamental para hoy es la intensificación de la calidad como estrategia competitiva, aunque algunas empresas han obtenido ventaja de esto y otras no; quizá por el mito de que la buena calidad cuesta más que la mala.

La calidad va de la mano con la productividad, cuanto mayor éxito tenga un producto mayor deberá ser su calidad. Por ejemplo, si producimos 1,000 componentes y tenemos 1% en el índice de falla, 10 componentes no son muchos, es manejable; pero si súbitamente el componente tiene éxito y la producción requerida es de 10,000 ahora el 1% de defectuosos es de 100 componentes, que ya no es nada satisfactorio, considerando que tenemos 100 personas quejándose por el mal producto. Si ahora consideramos que para producir los 1,000 componentes originales supuestamente buenos se necesitaron producir 1,100 artículos, entonces la proporción de capacidad de la planta utilizada para retrabajar partes y reemplazar artículos devueltos podría ser utilizada con provecho, la calidad mejorada puede devolver esa planta oculta al empleo productivo.

3 HERRAMIENTAS BASICAS PARA EL CONTROL DEL PROCESO Y DEL PRODUCTO.

Se describirán en este capítulo las herramientas estadísticas para el control de la calidad necesarias para la toma correcta de decisiones, utilizables en los procesos de producción y los productos.

Herramientas que tienen la finalidad de mejorar los procesos productivos, que a través de una combinación efectiva, proporcionan una metodología práctica para la solución de problemas y realización de mejoras, con el establecimiento de controles en las operaciones del proceso de producción y su consiguiente estabilización. A continuación proponemos los siguientes temas:

- 3.1 QUE ES EL C.E.P. Y COMO SE CONSTITUYE.
- 3.2 LAS SIETE HERRAMIENTAS BASICAS.
- 3.3 UTILIDAD EN GENERAL DE LAS HERRAMIENTAS BASICAS.
- 3.4 COMO DETERMINAR LA CONFIABILIDAD DE UN PRODUCTO.

El CEP (Control Estadístico del Proceso) es básicamente la forma de acumular conocimientos y experiencias de una manera coherente y consistente, en relación al comportamiento de un proceso, para estar en condiciones de modificar los factores de entrada que permitan obtener un resultado conforme a las expectativas.

Es una herramienta que permite vigilar continuamente el proceso de producción de tal manera que puede predecirse su comportamiento en plazos inmediatos, para tomar las acciones correctivas a las causas de variación, además de evitar la producción de artículos o trabajos defectuosos, permitiendo ir mejorando el proceso gradualmente. La información que proporcionan las técnicas empleadas, tienen validez probabilística basada en la historia del proceso.

El CEP no pretende separar los productos buenos de los malos por medio de la inspección, sino controlar y mejorar al proceso desde el principio.

El CEP se constituye de las siete herramientas básicas que se describen en el tema del mismo nombre. El utilizarlas entre sí o en conjunto conduce a un CEP eficiente y efectivo para lograr la habilidad del proceso y propiciar la mejora continua.

Para manejar y conocer los resultados de un proceso se requiere que se conformen los siguientes elementos del sistema:

- **El Proceso.** Conjunto de elementos materiales y humanos que se combinan para producir un resultado, (Personas, equipo, materiales, método y el medio ambiente).

- **Información sobre el comportamiento del proceso.** Al analizar la información sobre el resultado del proceso, se decide si se han de tomar acciones correctivas o no.

- **Cambios en el proceso.** Las acciones correctivas a realizar se deben pensar antes de tomarlas y realizarse una por una para evaluar el efecto que han de producir, y conocer la solución correcta a cada variación que se presente en el futuro.

3.2 LAS SIETE HERRAMIENTAS BASICAS.

Las siete herramientas básicas constituyen los métodos estadísticos más útiles, de uso sencillo y efectivo, que permiten resolver la mayoría de los problemas de calidad y productividad en los procesos de producción o sistemas productivos.

Seis de estas herramientas son estadísticas y una, el diagrama de causa-efecto o diagrama de **ISHIKAWA** es la base para el análisis estadístico; los métodos estadísticos fueron enseñados por el doctor **DEMING** con gran éxito en el Japón. (5)

Las siete herramientas básicas son las siguientes:

- Diagrama de Pareto.
- Histograma.
- Gráficas de Control.
- Hojas de Verificación.
- Estratificación.
- Diagrama de Correlación.
- Diagrama de Causa-Efecto.

(5) ARRONA HERNANDEZ FELIPE DE J. "Calidad el Secreto de la Productividad". Editora Técnica, 10a. impresión México 1985. Cap.II, pág. 27.

A través de estas herramientas es posible cambiar las cosas a datos, analizarlos y tomar decisiones con base en ellos, para tomar acciones efectivas y rápidas. Datos reales que en forma ordenada nos ayudan a investigar las causas crónicas para la solución de problemas en las operaciones de los procesos. No es necesario utilizar las siete a la vez, dos o tres pueden ser suficientes, combinándolas de tal forma que nos permita realizar un análisis lógico, sistemático y ordenado para resolver los problemas. El propósito fundamental no es usarlas sino resolver realmente problemas de calidad o productividad.

Los DATOS son la base para la toma de decisiones y acciones y es necesario clasificarlos en términos de su propósito real; además de que deberán ser representativos de la realidad.

- a) Datos que ayuden a entender la situación actual.
- b) Datos para análisis del proceso.
- c) Datos para el control del proceso.
- d) Datos reguladores.
- e) Datos para la aceptación o rechazo de productos.

Considerando que los datos deben ordenarse, analizarse e interpretarse en forma de gráficas y valores, resulta necesario utilizar la Estadística, ya que es el enfoque científico en cualquier campo.

Estadística.- Es la ciencia que se encarga de recopilar, analizar, organizar y generalizar la información contenida en un conjunto de datos.

Estadística Descriptiva.- Es la parte de la estadística que permite recopilar, resumir u organizar un conjunto de datos para que tengan una presentación ordenada.

Estadística Inferencial.- Es la parte de la estadística que nos permite hacer generalizaciones o inferencias en base a una muestra para toda la población.

Datos.- La investigación, análisis y la toma de decisiones parten de generar y observar datos, los cuales pueden ser:

- Datos por mediciones **Continuos**. Proceden de mediciones de volúmenes, pesos, densidades, longitudes, espesores, etc. Su valor está dentro de un rango lógico establecido.

En la producción de cualquier artículo es normal que al medir una característica de calidad, encontremos mediciones distintas, ya que no hay dos artículos exactamente iguales; existe variación entre ellos.

- Datos por conteos **Discretos**. Resultan de contar ciertas características, es decir, son datos que guardan relación estricta con números enteros; no se podrían definir por fracciones o números decimales, por ejemplo: cinco defectos en un producto.

Población estadística.- Es una colección de datos que atañen a las características de un grupo de individuos u objetos, es decir, las observaciones posibles en los elementos que se desean estudiar.

Muestra.- Es un subconjunto de la población seleccionada para cierto propósito, que debe ser representativa de la población, y que tiene la misma posibilidad de ser seleccionada.

Exactitud de las mediciones.- Durante la obtención o medición de los datos es importante observar lo siguiente:

- Que los valores registrados sean realmente obtenidos en las observaciones.
- La medición deberá efectuarse con el menor error posible.
- Al utilizar algún instrumento de medición, este deberá estar verificado contra alguna norma internacionalmente conocida.

Frecuencia.- Es el número de veces que se repite un valor de la variable.

Los métodos estadísticos de organización de los datos ofrecen para ello la técnica de agrupación de los mismos en intervalos o categorías de clases, formando las *distribuciones de frecuencias*. A éstos intervalos se les llama intervalos de clase, clase, categorías de clase o categorías.

Distribución de frecuencias.- Es la ordenación tabular de los datos en clases, reunidas las clases con las frecuencias correspondientes a cada una. Cuando se dispone de un gran número de datos, es útil el distribuirlos en clases o categorías y determinar el número de datos pertenecientes a una clase, que es la frecuencia de clase.

Medidas de tendencia central.- Son ciertos valores característicos de la variable que se posicionan o representan al centro de la distribución de frecuencias.

- **Media (\bar{X})**. Comúnmente usada como medida de agrupación de datos.

Se define:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

donde: Σ = Sumatoria.
 X_i = Valor observado.
 n = Muestra, número de datos.

- **Mediana (X)**. Se define como el valor que divide en dos partes iguales a un conjunto de datos, arreglados en orden de magnitud. Por ejemplo:

Si n es impar: 2, 8, 5, 4, 1, 3, 9 ... $n = 7$

Ordenados: 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9 ... $X = 4$

Si n es par: 2, 8, 3, 5, 6, 1 $n = 6$

Ordenados: 1, 2, 3, 5, 6, 8 $X = 4$

- **Moda (M)**. Se define como el valor que se presenta con mayor frecuencia en un conjunto de datos. Por ejemplo:

2, 1, 2, 4, 3, 4, 0, 4, 1, 4 $M = 4$

Medidas de dispersión.-

- **Rango (R)**. Se define como la diferencia entre el valor mayor y el menor en un conjunto de datos.

$$R = X_{\text{máx}} - X_{\text{mín.}}$$

- **Varianza (V)**. Se define como el promedio de las desviaciones al cuadrado de los datos a partir de la media. (Desviación: Diferencia entre un valor individual X_i y la media \bar{X}).

$$V = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{(n - 1)}$$

- Desviación estándar (S). Se define como la raíz cuadrada de la varianza: 50

$$S = \sqrt{V} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{(n - 1)}}$$

Como mencionamos anteriormente, los datos que obtenemos en un proceso de fabricación o manufactura, no son todos iguales respecto a una variable o característica de calidad; siempre contienen dispersión. Debido a que existen también diversas causas de dispersión aún cuando las condiciones de producción estén en estado de control, es imposible eliminar toda la dispersión, lo que da lugar a la distribución de frecuencias (DF) la cual nos permite conocer el comportamiento de esa variable o característica de calidad del proceso. Si podemos calcular el valor promedio (\bar{X} , valor que determina la posición de la DF) y la desviación estándar (S, cantidad que muestra la dispersión promedio), podemos determinar las características de la distribución de frecuencias (DF), es decir, el tipo y comportamiento del proceso respecto a la característica de calidad X.

3.2.1 DIAGRAMA DE PARETO.

Es una gráfica que representa en forma ordenada la ocurrencia de mayor a menor de factores sujetos a estudio, por ejemplo: fallas, defectos, etc. Representa todos los problemas o factores de un sistema o proceso; en forma gráfica de barras.

- Elaboración del Diagrama de Pareto.

1) Clasificar los factores a analizar de acuerdo a su tipo, de acuerdo a las hojas de datos, y en un periodo de análisis. Puede ser por ejemplo: la frecuencia con que se presentan diferentes defectos en un producto durante cierta semana.

2) En una hoja de datos, coleccionar la información durante el lapso establecido, al finalizar éste obtener el total de casos por defecto.

3) Clasificar de mayor a menor formando una tabla como la siguiente:

PRODUCTO: <u>Cuerpo de Mariposa</u>		AREA: <u>Maquinados</u>	
MES: <u>Noviembre</u>	PRODUCIDO: <u>12000</u>	AUDITOR: <u>Pineda</u>	
Defectos	Total	% Relativo	% Acumulado
Cuerda barrida	130	46.4	46.4
Poroso	70	25.0	71.4
Barreno desviado	50	17.9	89.3
Broca rota	20	7.1	96.4
Varios	10	3.6	100.0
Total	280	100.0	

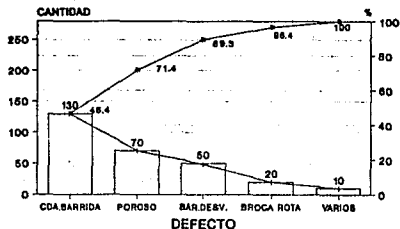
4) Se calcula el porcentaje defectuoso por falla y el porcentaje total de defectos acumulado anotando en la hoja anterior.

5) Se trazan los ejes de diagrama y se escoge la escala del eje vertical de modo que se grafique el total de defectos N , trazando en el eje horizontal los puntos donde se localizarán las barras y los defectos que representan. Se trazan las barras con una altura proporcional al número de defectos que representan, se grafican también los puntos del % total acumulado para cada defecto; trazando del lado derecho un eje vertical que marca una escala de 0-100 %, para leer los % acumulados.

Ya realizado el diagrama de pareto se puede comparar la importancia que tiene cada barra y por lo tanto, cada problema asociado. Entre los problemas a resolver dentro de un sistema, existen pocos que son vitales y muchos que son triviales, por ello se debe seleccionar el principal y atacarlo; es más fácil disminuir en un 50% un problema grande que acabar totalmente con uno pequeño.

Además de esto, el diagrama de pareto deberá realizarse de nuevo al haber realizado alguna mejora para la solución de problemas con el objeto de observar y comprobar los resultados. Para comparar los diagramas entre sí, es necesario elaborar con el mismo intervalo de tiempo y con la misma cantidad de datos.

A cotinuación, se muestra el Diagrama de Pareto del ejemplo anterior:



Es la presentación ordenada de datos con el fin de determinar las veces en que ocurren las variaciones. Es una gráfica de barras, en la que se muestra la distribución de los valores de cualquier tipo de medición realizada, alrededor de cierto valor central. El ancho de las barras representa el intervalo de clase, y su altura, la frecuencia con que se presentan los datos para ese intervalo. Una línea que une los extremos superiores de las barras determina el perfil del histograma, el cual se asocia a distribuciones estadísticas que se pueden manipular matemáticamente e interpretarse para obtener conclusiones importantes.

- Elaboración de un Histograma.

1) Obtener los datos a través de un muestreo registrándolos en una hoja de datos.

PRODUCTO :	<u>Eje</u>		CARACTERÍSTICA:	<u>Largo</u>	
AUDITOR :	<u>Pineda</u>		CANTIDAD (n):	<u>60</u>	
FECHA :	<u>15. Nov.91</u>		ESPECIFICACION:	<u>162-192mm</u>	
176	171	183	183	175	175
174	175	172	178	168	165
178	170	181	175	170	175
175	168	165	167	179	173
172	178	174	175	168	175
167	180	170	178	178	175
178	180	186	188	173	180
175	165	184	178	177	170
183	165	184	178	174	184
174	175	164	186	168	181

2) Seleccionar el número de intervalos de clase con los que habrá de contar el histograma. Este punto es la base para que el histograma nos muestre de manera adecuada la distribución de frecuencias. A continuación mostramos una tabla útil para establecer el número de intervalos de clase K en base al número de datos.

No. de observaciones (n)	No. de Intervalos(K)
31 - 50	5 - 7
51 - 100	6 - 10
101 - 250	7 - 12
Más de 250	10 - 20

En la hoja de datos anterior se tienen 60 datos por lo que se escoge $K = 6$.

3) Se localiza entre los datos de la muestra el valor menor m y el mayor M y se obtiene el rango R :

$$R = M - m$$

$$R = 188 - 164 = 24$$

4) Se calcula el tamaño de los intervalos de clase I ; mediante el cociente del rango y el número de intervalos.

$$I = \frac{R}{K} = \frac{24}{6} = 4$$

5) Se establecen los límites de clase para cada intervalo iniciando con un valor menor m que se va incrementando cada vez con el tamaño del intervalo I escogido (Frontera de clase). Pero para evitar el que un dato pertenezca a dos intervalos se determina la precisión P de los datos disminuyendo los límites de clase superiores en esa cantidad (para este caso $P = 1$, ya que es el dígito más pequeño del dato).

L. Inferior	L. Superior	LS-P
164	168	167
168	172	171
172	176	175
176	180	179
180	184	183
184	188	187

6) Se procede a contar los datos que corresponden a cada 55
intervalo de clase:

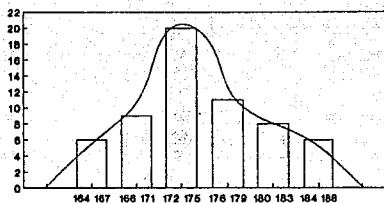
LI	LS-P	Total
164	167	6
168	171	9
172	175	20
176	179	11
180	183	8
184	187	6
		<hr/> 60

7) Ahora se procede a construir el histograma. La escala vertical de frecuencias deberá ser un poco mayor al valor de la frecuencia máxima encontrada; en el eje horizontal se grafican los límites de clase que van de menor a mayor.

8) En seguida se grafican las barras en función a la frecuencia y su correspondiente intervalo de clase; y se unen los extremos de las barras con una línea aproximando la curva a un perfil redondeado.

En este momento queda listo el Histograma para ser interpretado por los analistas.

La utilidad más importante de los histogramas es la de detectar anomalías en los procesos de producción. Cuando se nos presenta un histograma con la forma aproximada de la campana de GAUSS, se puede afirmar que se tiene un proceso de producción sano; aunque también se presentan otros tipos de distribución de frecuencias (pendiente, sesgada, etc.) que no necesariamente representan anomalías del proceso, y requieren de la aplicación de otros cálculos matemáticos para su utilización.



□.

Una vez construido el Histograma nos proporciona lo siguiente:

- a) Conocimiento acerca de la distribución de la población:
 - Forma de la distribución.
 - Localización de la distribución (media).
 - Dispersión de la distribución (desviación estándar).
- b) Conocimiento de la relación entre la distribución de la población y los límites de especificación.
 - Existe tendencia entre la media de la distribución de la población y el valor medio de los límites de especificación.
 - El número de defectos.

De poco servirá que el proceso analizado presente una distribución normal, si las piezas producidas están fuera de dichas especificaciones.

- c) Confirmación de efectos sobre las mejoras realizadas al proceso.

La construcción del histograma nos conduce a sacar conclusiones sobre los factores que afectan en el perfil de la distribución; Por ejemplo si se tiene una distribución bimodal, se puede pensar que la está causando el haber obtenido la muestra producida por dos máquinas diferentes, o por dos obreros, dos herramientas diferentes, etc. Con esto podemos tener la pauta para realizar un nuevo muestreo y separar los factores y encontrar las causas de variación del proceso.

- GRAFICA $\bar{X} - R$.
- GRAFICAS p , np y c .
- INTERPRETACION DE LAS GRAFICAS DE CONTROL.
- HABILIDAD DEL PROCESO.

Es una herramienta estadística que detecta la variabilidad de un proceso, y sirve para solucionar problemas de calidad en el mismo y para su control. Nos proporciona información sobre la naturaleza de los cambios en determinado periodo en una forma dinámica, ya que se realizan al momento de manufacturar los productos; previniendo que estos se salgan de especificación.

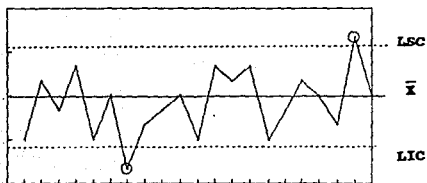
Una gráfica de control consta de límites de control (superior e inferior), establecidos con el propósito de obtener un juicio respecto al comportamiento del proceso (estable, bajo control o fuera de él); con esto es posible distinguir las variaciones; de tal forma que si se encuentra controlada se atribuye a la naturaleza del proceso, y para disminuirlo es necesario tomar acciones correctivas sobre el proceso; y si por el contrario es no controlada, se atribuye a causas especiales en un proceso y se presentan ocasionalmente provocando grandes variaciones, obligándolo a que se encuentre fuera de control.

Las gráficas de control, desarrolladas por el Dr. Shewhart (6), nos ayudan a detectar las causas especiales, en cuanto aparecen, y reflejan la magnitud de la variación debida a las causas comunes; realizando algunas operaciones matemáticas nos proporciona la fracción que se espera defectuosa en la producción.

(6) DUNCAN ACHESON J. "Control de Calidad y Estadística Industrial" Editorial Alfa Omega, 2a. impresión 1990. Cap. 18, pág. 407.

A través de los datos de la gráfica de control pueden anticiparse las mejoras requeridas por el proceso, y cuando se ha tomado alguna acción correctiva o implantado algún cambio, observar su comportamiento.

Esta herramienta es importante que la maneje el propio operario, ya que le ayudará a tomar acciones correctivas en el momento en que lo requiera el proceso, y así mantenerlo dentro del control; propiciando la disminución de la fracción defectiva, la consistencia del producto en sus especificaciones, disminución de los productos que requieren ser retrabajados, así como la satisfacción del cliente y del fabricante.



Para elaborar una Gráfica de Control es necesario distinguir el tipo de datos a graficar, para esto podemos ayudarnos de la siguiente tabla:

TIPO DE DATOS	GRAFICA DE CONTROL USADA
Datos continuos	Gráfica \bar{X} -R (de rangos y promedios)
Datos discretos	Gráfica np (de número de defectivos)
	Gráfica p (de fracción defectiva)
	Gráfica c (de defectos por unidad)

3.2.3.1 GRÁFICA $\bar{X} - R$.

Una gráfica de control $\bar{X}-R$ (Se le conoce también como gráfica de control de variables), está compuesta de dos gráficas, una representa los promedios de las muestras y la otra los rangos. Se deben elaborar juntas ya que la primera nos muestra cualquier cambio en la media y la otra, cualquier cambio en la dispersión del proceso, a través de los mismos datos, con la consecuente detección de anomalías en el mismo.

Las gráficas se construyen generalmente a partir de 25 muestras, aunque depende del tipo de proceso que se esté analizando. El tamaño de la muestra óptimo se ha determinado de 5 datos en diferentes usos industriales, debido a que un número menor a 5 disminuye la sensibilidad de la gráfica y un número mayor aumenta el costo de elaboración y no produce mucha información adicional. La frecuencia con que se deberá tomar cada muestra es variable y depende de muchos factores, tales como: desajuste gradual de herramientas, costo de la medición, producción de piezas por hora, etc. Los datos deben ser obtenidos bajo las mismas características técnicas y registrados en la hoja de datos especial para la gráfica en el mismo momento, sin perder el orden en que fueron producidas.

- Elaboración de una Gráfica de Control.

1) Colectar los datos en una hoja de registro, teniendo en consideración que deberán ser lo más veraces posible; Indicar también la fecha/hora respectiva.

Hora subg.	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
1	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04
2	0.02	0.03	0.04	0.03	0.03	0.05
3	0.03	0.04	0.05	0.03	0.04	0.03
4	0.03	0.03	0.03	0.05	0.04	0.04
5	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.03
Suma	0.14	0.16	0.18	0.18	0.18	0.19
\bar{X}	0.028	0.032	0.036	0.036	0.036	0.038
R	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02

2) En la misma hoja se anota el promedio \bar{X} y el rango R de cada muestra, para esto se calcula la suma de la muestra y también se registra. El promedio se calcula dividiendo la suma entre el número de piezas de la muestra n ; el rango es la diferencia entre el valor mayor y el menor de la muestra.

3) Se calcula el promedio del proceso $\bar{\bar{X}}$ y el promedio de los rangos \bar{R} .

En donde :

$\bar{\bar{X}}$.- Es el cociente de la suma de los promedios de las muestras \bar{X} entre el número de muestras K .

\bar{R} .- Es el cociente de la suma de los rangos R entre K .

4) Se calculan los límites de control, utilizando los valores de $\bar{\bar{X}}$, \bar{R} y las fórmulas correspondientes.

$$LSCP = \bar{\bar{X}} + A \frac{\bar{R}}{2} \quad \text{Límite superior de control de proceso.}$$

$$LICP = \bar{\bar{X}} - A \frac{\bar{R}}{2} \quad \text{Límite inferior de control de proceso.}$$

$$LSCR = D \frac{\bar{R}}{4} \quad \text{Límite superior de control para el rango.}$$

$$LICR = D \frac{\bar{R}}{3} \quad \text{Límite inferior de control para el rango.}$$

n	A	D	D
	2	3	4
2	1.880	0	3.267
3	1.023	0	2.574
4	0.729	0	2.282
5	0.577	0	2.114

5) Se grafican los valores de \bar{X} y de \bar{R} con líneas continuas y sus respectivos límites de control con líneas discontinuas para distinguirlos fácilmente, asignando intervalos adecuados tanto para el eje horizontal como para el vertical (se pueden diseñar hojas especiales para la construcción de la misma). A continuación se muestra un ejemplo de una gráfica de control X-R.

PLANTA <i>Uguisuado</i>	DEPTO.	OPERACION <i>Fiesado.</i>	ESPECIFICACION <i>0.01</i>	PORTE No.	ITEM DE CONTROL (v)	SI O NO																																																																																																																																				
MAQ. No.	FECHAS	CARACTERISTICA <i>Planitud.</i>	FREC./TAMAÑO MUESTRA <i>5 Pzas/26 Pzas.</i>	NOMBRE DE LA PARTE <i>Codos de Agua</i>																																																																																																																																						
$\bar{X} = \text{PROMEDIO DE } \bar{X} = 0.034$ $LSC = \bar{X} + A_2 R = 0.0427$ $LIC = \bar{X} - A_2 R = 0.0253$				PROMEDIOS (CARTA X)																																																																																																																																						
				ACCIONES SOBRE CAUSAS ESPECIALES * CUALQUIER PUNTO FUERA DE LOS LIMITES DE CONTROL. * UNA SERIE DE 7 PUNTOS ARRIBA O ABAJO DE LA LINEA CENTRAL. * UNA TENDENCIA DE 7 INTERVALOS ASCENDENTES O DESCENDENTES. * CUALQUIER OTRO PATRON QUE DEMUESTRE INESTABILIDAD.																																																																																																																																						
$\bar{R} = \text{PROMEDIO DE } \bar{R} = 0.015$ $LSC = D_4 \bar{R} = 0.0316$ $LIC = D_3 \bar{R} = 0$				RANGOS (CARTA R)																																																																																																																																						
				ACCIONES 1. 08/01 - Inicio de Producción. 2. en control. 3. con limit. inferior 07/01. 4. 5.																																																																																																																																						
				TAMAÑOS DE SUBGRUPOS <table border="1"> <tr> <td></td> <td>A_2</td> <td>D_3</td> <td>D_4</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1.88</td> <td>*</td> <td>3.27</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>1.02</td> <td>*</td> <td>2.57</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>.73</td> <td>*</td> <td>2.28</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>.58</td> <td>*</td> <td>2.11</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>.48</td> <td>*</td> <td>2.00</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>.42</td> <td>.08</td> <td>1.92</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>.37</td> <td>.14</td> <td>1.86</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>.34</td> <td>.18</td> <td>1.82</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>.31</td> <td>.22</td> <td>1.78</td> </tr> </table>				A_2	D_3	D_4	2	1.88	*	3.27	3	1.02	*	2.57	4	.73	*	2.28	5	.58	*	2.11	6	.48	*	2.00	7	.42	.08	1.92	8	.37	.14	1.86	9	.34	.18	1.82	10	.31	.22	1.78																																																																																												
	A_2	D_3	D_4																																																																																																																																							
2	1.88	*	3.27																																																																																																																																							
3	1.02	*	2.57																																																																																																																																							
4	.73	*	2.28																																																																																																																																							
5	.58	*	2.11																																																																																																																																							
6	.48	*	2.00																																																																																																																																							
7	.42	.08	1.92																																																																																																																																							
8	.37	.14	1.86																																																																																																																																							
9	.34	.18	1.82																																																																																																																																							
10	.31	.22	1.78																																																																																																																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>LECTURAS</th> <th>PROX</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> <th>9</th> <th>10</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0.03</td> <td>0.03</td> <td>0.03</td> <td>0.03</td> <td>0.03</td> <td>0.03</td> <td>0.03</td> <td>0.03</td> <td>0.03</td> <td>0.03</td> <td>0.03</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0.07</td> <td>0.03</td> <td>0.03</td> <td>0.03</td> <td>0.03</td> <td>0.03</td> <td>0.03</td> <td>0.03</td> <td>0.03</td> <td>0.03</td> <td>0.03</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0.03</td> <td>0.03</td> <td>0.03</td> <td>0.03</td> <td>0.03</td> <td>0.03</td> <td>0.03</td> <td>0.03</td> <td>0.03</td> <td>0.03</td> <td>0.03</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>0.03</td> <td>0.03</td> <td>0.03</td> <td>0.03</td> <td>0.03</td> <td>0.03</td> <td>0.03</td> <td>0.03</td> <td>0.03</td> <td>0.03</td> <td>0.03</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>0.03</td> <td>0.03</td> <td>0.03</td> <td>0.03</td> <td>0.03</td> <td>0.03</td> <td>0.03</td> <td>0.03</td> <td>0.03</td> <td>0.03</td> <td>0.03</td> </tr> <tr> <td>SUMA</td> <td>0.14</td> <td>0.16</td> <td>0.13</td> <td>0.13</td> <td>0.13</td> <td>0.13</td> <td>0.13</td> <td>0.13</td> <td>0.13</td> <td>0.13</td> <td>0.13</td> </tr> <tr> <td>R = SUMA</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>No. DELECT.</td> <td>0.08</td> <td>0.032</td> <td>0.024</td> <td>0.016</td> <td>0.016</td> <td>0.016</td> <td>0.016</td> <td>0.016</td> <td>0.016</td> <td>0.016</td> <td>0.016</td> </tr> <tr> <td>R = MAYOR</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>MINOR</td> <td>0.01</td> <td>0.01</td> <td>0.02</td> <td>0.02</td> <td>0.01</td> <td>0.02</td> <td>0.01</td> <td>0.02</td> <td>0.01</td> <td>0.01</td> <td>0.01</td> </tr> </tbody> </table>				LECTURAS	PROX	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	2	0.07	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	3	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	4	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	5	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	SUMA	0.14	0.16	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	R = SUMA												No. DELECT.	0.08	0.032	0.024	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	R = MAYOR												MINOR	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	EL PROCESO DEBE ESTAR EN CONTROL ESTADISTICO ANTES DE QUE LA HABILIDAD PUEDA SER DETERMINADA		
LECTURAS	PROX	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																															
1	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03																																																																																																																															
2	0.07	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03																																																																																																																															
3	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03																																																																																																																															
4	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03																																																																																																																															
5	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03																																																																																																																															
SUMA	0.14	0.16	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13																																																																																																																															
R = SUMA																																																																																																																																										
No. DELECT.	0.08	0.032	0.024	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016																																																																																																																															
R = MAYOR																																																																																																																																										
MINOR	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01																																																																																																																															

PARA TAMAÑOS DE MUESTRA INFERIORES A SIETE NO SE DETERMINA EL LIMITE INFERIOR DE CONTROL PARA RANGOS

La gráfica p representa la fracción defectiva, la gráfica np muestra el número de defectivos y la gráfica c representa el número de defectivos por unidad. Básicamente la gráfica p y la np son iguales, excepto que la primera se utiliza cuando la muestra que se toma no es constante, (p se representa en forma de porcentaje %), y en la segunda, el tamaño de la muestra que se toma es constante en el periodo establecido o entre los subgrupos determinados previamente.

La elaboración de estas gráficas es similar a las \bar{X} -R aunque cambian las fórmulas para su cálculo.

- Colección de datos.
- Cálculo de la proporción defectuosa.
- Cálculo de la proporción defectuosa promedio.
- Cálculo de los límites de control.
- Interpretación (puntos fuera de control, adhesiones y series).

3.2.3.3 INTERPRETACION DE LAS GRÁFICAS DE CONTROL.

Para interpretar la gráfica de control con el objeto de tomar acciones correctivas y preventivas en el proceso, es necesario verificar los siguientes puntos:

- a) Puntos Fuera de Control.
- b) Adhesiones (al centro o a los extremos).
- c) Series (Tendencias, Corridas).

a) **Puntos Fuera de Control.**

64

Verificar si existen puntos fuera de los límites de control, ya que cuando aparecen se debe a que se ha presentado una causa especial; de lo contrario, cuando los puntos varían dentro de los límites de control se debe a que todas las causas comunes de variación se combinan aleatoriamente de manera normal. Se recomienda verificar lo siguiente antes de tomar alguna acción correctiva en el proceso.

- Verificar el cálculo de los límites de control, del dato y su graficación.
- Verificar si cambió el sistema de medición (Instrumento o persona).
- Si lo anterior no es la causa, se concluye que la variación de pieza a pieza ha aumentado, o la distribución ha cambiado.

b) **Adhesión.**

Es un fenómeno en el que los puntos graficados se agrupan junto a la línea central o a los límites de control.

Para verificar si existe adhesión al centro o a los extremos, dividir en tres partes iguales la distancia que hay del límite superior al límite inferior de control.

$$LSC-LIC/3 = a$$

- **Adhesión al centro.**

Si el 90% de los puntos se encuentra en el tercio medio, existe adhesión al centro; al presentarse verificar lo siguiente:

- El cálculo de los límites de control, los puntos, y su graficación.

- Si lo anterior no es la causa, los datos han sido alterados omitiendo los valores que se alejan del promedio.
 - Si verificando lo anterior, persiste la adhesión, el proceso muestra una condición favorable, la cual se debe investigar para mantenerlo.
- *Adhesión a los extremos (Superior o Inferior).*

Si el 60% o más de los puntos graficados se encuentran dentro de los tercios exteriores, se dice que hay adhesión a los límites de control. De ocurrir esto, verificar lo siguiente:

- Los límites de control o los puntos han sido mal calculados o graficados.
- Si lo anterior no es la causa se concluye que el muestreo se realizó en una población con dos o más factores distintos.

c) Series (Tendencias, Corridas).

Cuando se tienen siete puntos consecutivos o más, en forma ascendente o descendente, se dice que hay una *tendencia* en la gráfica.

Cuando siete puntos consecutivos o más se encuentran por arriba o por abajo de la línea central, se dice que hay una *corrida*.

La presencia de una *serie* indica una mayor dispersión en los resultados que puede provenir de una causa irregular (materiales, mal funcionamiento del equipo, un cambio en el sistema de medición, etc.); todos estos problemas requieren de una acción correctiva inmediata.

La interpretación de la gráfica de rangos es similar a la de promedios, cambia el concepto cuando se manejan *corridas y tendencias*

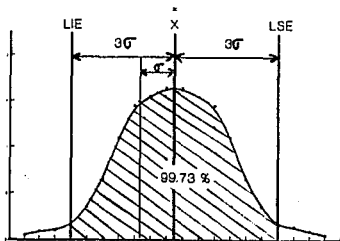
por debajo del rango promedio, lo cual significa que existe menor dispersión en el proceso, e indica una buena condición que debe investigarse para ampliar su aplicación.

66

La interpretación de la gráfica servirá para identificar las variaciones anormales o normales del proceso, para generar las acciones correctivas necesarias. Al observar una *corrida o tendencia* por debajo de la media o *adhesión al límite inferior de control*, indicará que el porcentaje de piezas defectuosas ha disminuido indicando un mejoramiento del proceso, lo cual debe estudiarse para mantener la mejora.

3.2.3.4 HABILIDAD DEL PROCESO.

La habilidad del proceso, es la variación mínima que puede ser alcanzada una vez que todas las causas especiales han sido eliminadas y únicamente permanecen las causas comunes, implicando que el proceso se encuentra bajo control estadístico. Representa el rendimiento de dicho proceso; y nos indica si el producto cumple con las especificaciones de ingeniería en forma consistente. Para poder determinar la habilidad del proceso, éste deberá encontrarse estable y predecible. Un proceso es hábil a $\pm 3\sigma$ si la producción dentro de especificación es mayor al 99.73%; lo podemos representar de la siguiente manera:



Para calcular la habilidad de un proceso cuya distribución es *NORMAL* y una vez realizada la gráfica de control, será necesario calcular lo siguiente:

- Calcular la desviación estándar (σ).
- Como se observa en el ejemplo anterior, la habilidad se describe en términos de la distancia que hay entre el promedio \bar{X} y los límites de especificación, para ésto se define dicha distancia en unidades Z .

$$Z_S = \frac{LSE - \bar{X}}{\sigma} ; \quad Z_I = \frac{\bar{X} - LIE}{\sigma}$$

Donde:

LSE = Límite superior de especificación.

LIE = Límite inferior de especificación.

Z_S = Z Superior.

S

Z_I = Z Inferior.

I

Z es usada en conjunto con la tabla de distribución normal para estimar la fracción de piezas que estarán fuera de especificación.

- A través de la tabla mencionada, encontrar el valor P , mediante el valor de Z (superior e inferior) a lo largo de los bordes de la tabla. Los dígitos de unidades y decenas están colocados a lo largo de la columna izquierda y el de las centenas a lo largo del renglón superior; el número que corresponde a la intersección corresponde a P .

Por ejemplo:

$$\text{para } \frac{I}{s} = 2.21 \quad ; \quad \frac{P}{s} = 0.0136$$

$$\text{para } \frac{I}{I} = 2.85 \quad ; \quad \frac{P}{I} = 0.0022$$

- Ahora sumar los valores de P anteriores:

$$P = 0.0136 + 0.0022 = 0.0158$$

En términos de porcentaje, el 1.58% de piezas que están fuera de especificación para el ejemplo señalado.

Otra forma de evaluar la habilidad en los procesos es a través de los parámetros Cp y Cpk. El primero nos muestra la habilidad potencial del proceso para cumplir con las especificaciones de diseño, y el segundo nos evalúa la medida en que el proceso puede llegar a cumplir con dichas especificaciones (habilidad real del proceso), si se realizan pequeños ajustes en el mismo.

Para una habilidad potencial dentro de $\pm 3\sigma$, que es el requerimiento mínimo, se tiene lo siguiente:

$$Cp = \frac{LSE - LIE}{6\sigma} \quad ; \quad Cpk = \frac{I \text{ mínima}}{3\sigma}$$

Para considerar que el proceso es potencialmente hábil, el Cp y el Cpk debe ser ≥ 1 para $\pm 3\sigma$; y ≥ 1.33 para $\pm 4\sigma$, esto es válido para muchos usos industriales, aunque ya se exige como mínimo el segundo.

3.2.4 HOJA DE VERIFICACION.

69

Es un formato especial que nos permite recabar información de manera sistemática. Puede estar compuesto de muchas formas diferentes, pero en general cuenta con renglones y columnas, esquemas, opciones para marcar, o una combinación de varios de ellos. La construcción de esta hoja y la recopilación de información es la base para la elaboración del diagrama de pareto, el histograma, etc. El objetivo principal de las hojas de verificación es el de facilitar una rápida y correcta recopilación de información para:

- Examinar la distribución de un proceso de producción.
- Verificar o examinar artículos defectivos.
- Examinar o analizar la localización de defectos.
- Verificar las causas de defectivos.
- Verificación y análisis de operaciones (lista de verificación).

A continuación se muestra un ejemplo de una Hoja de Verificación.

ARTICULO: <u>Perno X</u>		SECCION: <u>Maquinado</u>					
MES: <u>enero</u>		N : <u>1000</u>					
ANALISTA: <u>Rafael López</u>							
Fecha							
Defectos	1	2	3	4	5	6	Total
Dimensionales	||	||||	|	||||	||||	||	19
Grietas	|	||	|	|	||		7
Rayaduras	|||	|	|	|		||	8
Deformes	|||	||||	||||		||	||||	14
Sin cabeza	||||	||||	||||	||	||||	||	21
Otros	|	|		|||		||	7
Total	15	14	10	12	13	12	76

Es la clasificación de datos tales como: defectivos, causas, fenómenos, tipos de defectos (críticos, mayores, menores, etc) en una serie de grupos con características similares con el objeto de comprender mejor la situación y encontrar la causa más significativa fácilmente.

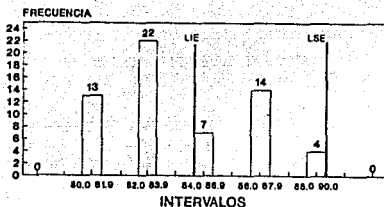
La variación que se presenta entre dos o más productos similares, puede ser atribuida a causas normales del proceso o a causas especiales que no se consideran parte del mismo que al realizar el histograma representan anomalías como por ejemplo: histogramas bimodales, multimodales o asimétricos. La estratificación nos ayudará a determinar qué causas especiales son las que han producido esa forma anormal, hace posible separar la población estadística de los datos en grupos clasificados más pequeños para determinar cuáles de ellos son los causantes de las desviaciones. Las sub-poblaciones se pueden clasificar de acuerdo a los siguientes factores:

- Máquina en la que se realizó la producción,
- Herramientas auxiliares utilizadas,
- Operador de las máquinas y
- Materias primas de distinta procedencia.

Lo importante, es entender que se analizará el efecto de la causa sobre la característica de calidad a mejorar o problema a resolver.

- Aplicación de la Estratificación.

Para ejemplificar se ha tomado un Histograma que muestra una distribución bimodal.



1) A través de la utilización del diagrama de causa-efecto determinar las causas probables de anomalía. Para este caso se consideró que una de las tres máquinas puede ser la causante del problema. Para ello se aísla este factor de producción en los grupos estratificados como son productos de las máquinas A, B y C.

2) Colectar la información en Hojas de Registro de datos, para elaborar los histogramas.

PRODUCTO: <u>Eie</u>		CANTIDAD: <u>30</u>		CARACTERISTICA: <u>Longitud</u>	
FECHA: <u>10-02-92</u>		ESPECIFICACION: <u>84.0-90.0</u>			
LI	LS	TOTAL	MAQUINA A	MAQUINA B	MAQUINA C
80.0	81.9	13	0	7	0
82.0	83.9	22	0	10	12
84.0	85.9	7	2	3	2
86.0	87.9	14	14	0	0
88.0	90.0	4	4	0	0

3) Elaborar los histogramas para la producción de las máquinas A, B y C. Se recomienda utilizar los mismos intervalos para cada uno.

4) Comparar los histogramas de las sub-poblaciones con el histograma anormal inicial y buscar la relación entre todos. Si uno de ellos o más muestra una distribución bimodal pero no todos, se habrá encontrado el factor que está fallando; si todos siguen presentando la anomalía, regresar al paso (1) y buscar otra causa de falla.

Para el ejemplo mostrado, inclusive en la hoja de registro de datos se puede observar que las máquinas B y C presentan desviación contra la especificación, no así la máquina A; por lo que se concluye que el problema está en B y C, ahora queda buscar cuál es la causa de falla de ellas.

Una vez que se tome la acción correctiva, se puede repetir el procedimiento para verificar su efectividad.

3.2.6 DIAGRAMA DE CORRELACION.

Es una gráfica que nos permite determinar si existe relación entre dos diferentes variables y si existe, cuál es el tipo de dicha relación. Nos sirve para evaluar el efecto que tiene una variable sobre otra para determinar cuál de ellas se debe controlar (para determinar cuál es la variable independiente y cuál la dependiente).

Por ejemplo si sabemos que la velocidad de corte de un material produce un acabado burdo por ser excesiva, la velocidad es la variable independiente y el acabado la variable dependiente; y graficando un diagrama de correlación entre la velocidad de corte y el acabado producido se puede predecir el comportamiento del material a diferentes velocidades para establecer un rango en el que se mantenga un acabado especificado.

Para la elaboración de un diagrama de correlación se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- a) Definir las dos variables en las cuales se sospecha interdependencia.
- b) Determinar la variable independiente y la dependiente.
- c) Recordar que cada lectura de ambas variables deberá hacerse sobre la misma pieza.

1) Colectar las parejas de datos, en la columna X la variable independiente, y en la Y la variable dependiente. Se recomienda obtener 50 parejas con el fin de interpretar fácilmente el diagrama.

2) Dibujar los ejes coordenados y determinar los valores extremos de cada variable para establecer las escalas.

3) Graficar las parejas de datos encerrando en un círculo cada vez que se repita alguno de ellos.

4) Trazar la línea de regresión aproximándola al centro de los puntos dispersos; es conveniente poner dos líneas limitantes paralelas a los lados de los puntos antes de trazarla.

Una vez realizado el diagrama de correlación se procede a analizarlo para obtener la mayor cantidad de información posible; basándose en los siguientes puntos:

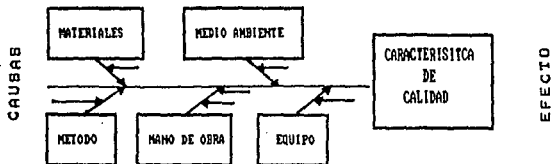
- La existencia de una relación clara y definida.
- El establecer cuál es dicha relación.

El diagrama puede resultar de diferentes formas tales como: lineal con pendiente positiva o negativa, exponencial, etc.; pero lo importante es que se haya podido trazar una línea central que represente el comportamiento de las lecturas graficadas. Existen métodos matemáticos de alta exactitud para determinar el coeficiente de correlación y para analizarla, pero en general no es necesario ya que con una relación bien definida se tiene toda la información necesaria para mantener el proceso dentro de la especificación. En caso de que no se pueda establecer relación alguna, convendrá regresar al diagrama de causa-efecto para buscar otras claves que conduzcan a nuevas ideas para la solución del problema.

3.2.7 DIAGRAMA DE CAUSA-EFECTO (Diagrama de ISHIKAWA).

74

Es un esquema de líneas y símbolos que muestran la relación entre una característica de calidad y los factores que la afectan.



Mediante este diagrama podemos visualizar las causas que pudieron ocasionar cierto efecto en algún proceso, ya que se les aísla para analizarlas minuciosamente. También promueve el trabajo en equipo ya que es necesaria la participación de la gente involucrada en el proceso para su elaboración y uso. El diagrama nos permite analizar los factores que intervienen en la calidad de un producto, los cuales pueden quedar agrupados en las siguientes causas principales: Materiales, Métodos, Medio Ambiente, Equipo y Fuerza de Trabajo.

- Elaboración de un diagrama de causa-efecto.

- 1) Decidir la característica de calidad o problema a resolver.
- 2) Elaborar una lista de todos los factores (elementos de producción) que tienen influencia sobre la calidad.
- 3) Determine qué factores dan lugar a otros y cuál es su relación entre ellos.

4) Escriba la característica de calidad al final de una flecha dibujada como base del diagrama. 75

5) Anote las causas principales que afectan o determinan esta característica. También pueden ser las fases del proceso.

6) Apunte sobre las ramas de los factores principales y los factores en detalle que causan o influyen en los principales. De igual forma los factores pequeños que afectan a los factores en detalle.

7) Anote los factores suplementarios (otros).

Utilidad del Diagrama de Causa-Efecto.

- Sirve para seleccionar qué causa se deberá investigar en primer lugar, con el objeto de resolver el problema en la característica de calidad. Es necesario discutir entre los involucrados cuáles factores son significantes, de no llegar a un acuerdo, se decidirá por votación qué factor es el de mayor importancia para investigarse; y posteriormente se comprobará si fue o no significativo. Si no es así, se selecciona otra causa y se confirma su efecto y así sucesivamente.

- Es útil para enseñar y entrenar sobre el proceso a los propios participantes que lo elaboran.

- Ayuda a observar el proceso, revisar los registros de las operaciones y así poder encontrar los factores que estén operando fuera de los estándares.

- Es usado también para implantar mejoras al proceso. Los cambios que se implanten deben ser de uno en uno en una fase de observación, para reconocer cuál fue el acertado y poderlo utilizar si el problema llegara a reincidir.

a) **Encontrar Problemas.** Casi siempre es un gran problema reducir la fracción defectiva, reducir costos o incrementar rendimientos. Las hojas de verificación y las gráficas de control son de gran utilidad para encontrar problemas.

b) **Reducir Areas de Problemas y Cuantificarlos.** Para reducir el número de los problemas y concentrarlos en los vitales son de gran ayuda el histograma y diagrama de pareto.

c) **Dar Seguridad sobre si las Causas Detectadas son Verdaderas o no.** Para seleccionar las causas que originan el problema o la primera causa a analizar, utilizamos el diagrama de causa-efecto.

d) **Prevenir Errores Debido a Confusiones, Precipitaciones o Negligencia en la Solución de Problemas.** Si el tipo de dato generado para confirmar el efecto de una causa sobre una característica de calidad es del tipo discreto, se debe usar la estratificación; si es del tipo continuo se debe usar el histograma, el diagrama de correlación o las gráficas. Para prevenir negligencias y poder descubrir el problema se usan las hojas de verificación.

e) **Confirmar el Efecto de la Mejora.** Se debe usar la misma herramienta con que se detectó el problema (punto b) para observar realmente la magnitud de la mejora.

f) **Detectar Anormalidades en el Proceso.** A través de la gráfica de control es posible cumplir esta función fácilmente.

Cabe hacer notar que las herramientas básicas no funcionarán sino se toma en cuenta lo siguiente:

- * Convertir el " plan, hacer, verificar y actuar" en hábito.
- * Poner en acción las seis preguntas básicas: qué, cuándo, dónde, quién, por qué y cómo.
- * Empujar activamente hacia la estandarización.
- * Expresar las cosas en forma de datos.
- * Controlar los factores cruciales o claves.

Por motivos económicos y de tiempo, el cliente espera una constante disponibilidad del funcionamiento de su producto. También los legisladores nacionales y supranacionales fijan sus exigencias para seguridad del tráfico, protección del medio ambiente y defensa del usuario que hay que cumplir. La *fiabilidad* se define por algunos autores de la siguiente manera:

" Es la capacidad de un producto de cumplir aquéllas especificaciones condicionadas por el uso y que se exigen en el comportamiento de sus propiedades durante un tiempo dado y bajo condiciones establecidas "

Las especificaciones de fiabilidad deberán tenerse en cuenta desde la fase de desarrollo, incorporando para ello a todos los departamentos afectados, puesto que sólo deberá iniciarse la producción en serie cuando los ensayos de fiabilidad hayan terminado con éxito.

En general, sólo se puede determinar la fiabilidad de un producto si se presentan fallas, es decir, si se conoce la duración de las unidades consideradas.

Es recomendable utilizar la técnica WEIBULL cuya finalidad es la de pronosticar y calcular la vida útil de un producto a través de los datos de prueba de falla y/o fatiga. Los resultados pueden dar la siguiente información:

- Porcentaje de la población que se espera falle abajo de la línea especificada.
- Tiempo de vida en el cual se espera que falle un porcentaje dado.
- Forma de la distribución de la falla.

4 SISTEMA DE CALIDAD PROPUESTO.

Ante la apertura de nuestras fronteras al comercio internacional, y la consecuente invasión de productos de origen extranjero a nuestros mercados, muchas empresas empiezan a darse cuenta del hecho de que los sistemas tradicionales de control y aseguramiento de calidad no resultan satisfactorios, ya que sus productos no son competitivos en calidad y costo con los del exterior.

El objetivo fundamental de este *Sistema de Calidad* (7) es proporcionar en forma global y ordenada los elementos que ayudarán a los fabricantes de la industria nacional de autopartes a cumplir con los requisitos de los sistemas de calidad establecidos por las diferentes plantas armadoras de la industria automotriz terminal; lo cual redundará en facilitar el desarrollo e implantación del sistema de calidad del fabricante de autopartes, haciendo más clara y sencilla su labor; Contribuyendo de esta manera al aumento de la productividad, mejorar el nivel de calidad y competitividad internacional de la industria automotriz mexicana.

EL sistema propuesto no intenta ser un documento detallado de todos los requisitos de cada cliente, más bien, es una orientación sobre los aspectos que deberán ser considerados. Así, cada cliente, en específico, tiene requisitos que detallan la forma de manera particular, lo que aquí se presenta es la esencia.

(7) Basado en las **NORMAS SERIE I. S. O. 9 000** (INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION). "Quality Systems" - Model for quality assurance in design / development, production, installation and servicing - Fuente de información: INFOTEC (Información Técnica) México, D.F. 1989.

4.1 PRESENTACION GENERAL.**a) ORGANIZACION.****b) PLANEACION DE CALIDAD.****c) CONTROL ESTADISTICO.****d) CONTROL EN: RECIBO, PROCESO, FINAL Y MATERIALES.****e) FACILIDADES DE PRUEBA.****f) CONTROL DE INFORMACION.****g) SERVICIO.****h) ACCIONES CORRECTIVAS.****i) COSTOS DE CALIDAD.**

4.2.1 ORGANIZACION.

- Compromiso de la Alta Dirección (Involucramiento).
- Estructura Organizacional.
- Programa de Mejora Continua.
- Manual de Calidad.
- Capacitación.
- Seguridad e Higiene.
- Programa de Autoauditorías al Sistema.

4.2.2 PLANEACION DE CALIDAD.

- Despliegue de la Función de Calidad (Q.F.D.).
- Análisis de Factibilidad.
- Plan de Control del Proceso.
- Hojas de Instrucción de Inspección (H.I.I.).
- Parámetros de Proceso.
- Estudios Preliminares del Proceso.
- Revisión/Aprobación del Proceso.
- Muestra Inicial.

4.2.3 CONTROL ESTADISTICO DEL PROCESO (C.E.P.).

- Identificación de Características Críticas, de Seguridad, Relevantes y Parámetros de Proceso.
- Registros del Control de Características de Seguridad.
- Control y Estabilidad del Proceso.
- Habilidad en Recibo, Proceso y Producto Terminado.
- Programa de Cartas de Control.
- Programa de Mejora del C.E.P.

4.2.4.1 CONTROL DE RECIBO.

- Especificaciones de Compra y Certificación de Materiales.
- Procedimientos Escritos.
- Registros.
- Evidencia Estadística.
- Certificados de Calidad.
- Identificación de Materiales.
- Programa de Auditorías y Asesoramiento a Sub-proveedores.
- Clasificación de Sub-proveedores.

4.2.4.2 CONTROL EN PROCESO.

- Diagrama de Flujo y Distribución de Planta.
- Métodos de Inspección.
- Equipo de Prueba.
- Evidencia Estadística.
- Identificación de Materiales.
- Mantenimiento Preventivo de Máquinas, Equipos e Instalación de Fabricación.
- Liberación del Proceso y/o Primera Pieza.
- Acciones Correctivas.

4.2.4.3 CONTROL FINAL.

- Inspección Final.
- Análisis de Fallas y Acciones Correctivas.
- Auditorías de Inspección Final.
- Sistema de Reporte a la Gerencia.
- Certificados de Calidad.
- Manejo y Empaque del Producto Terminado.

4.2.4.4 CONTROL DE MATERIALES.

83

- Procedimientos.
- Registros.
- Métodos de Control.
- Identificación de Material.
- Flujo de Material.
- Rastreabilidad.
- Devoluciones a Proveedores.

4.2.5 FACILIDADES DE PRUEBA.

- Identificación y Control de cada Instrumento o Equipo.
- Verificación, Calibración y Mantenimiento de los Instrumentos o Equipo.
- Estudios de Variación del Equipo de Medición.
- Laboratorios.
- Procedimientos de Uso.

4.2.6 CONTROL DE INFORMACION.

- Emisión, Distribución y Mantenimiento de la Información.
- Control de Cambios.
- Desviaciones.
- Dibujos.
- Especificaciones.
- Manuales o Procedimientos.

4.2.7 SERVICIO.

84

- Conocimiento del Cliente.
- Sistemas de Respuesta.
- Resultados.
- Auditorías y Asesoramiento a Sub-proveedores.

4.2.8 ACCIONES CORRECTIVAS.

- Procedimientos.

4.2.9 COSTOS DE CALIDAD.

- Definiciones de Costos de Calidad.
- Análisis de los Costos de Calidad.
- Curva de Determinación del Costo Total de Calidad.

5 APLICACION DEL SISTEMA DE CALIDAD PROPUESTO. (ESTUDIO DE CASO: UNA INDUSTRIA METAL-MECANICA DE FABRICACION DE AUTOPARTES.

5.1 ORGANIZACION.

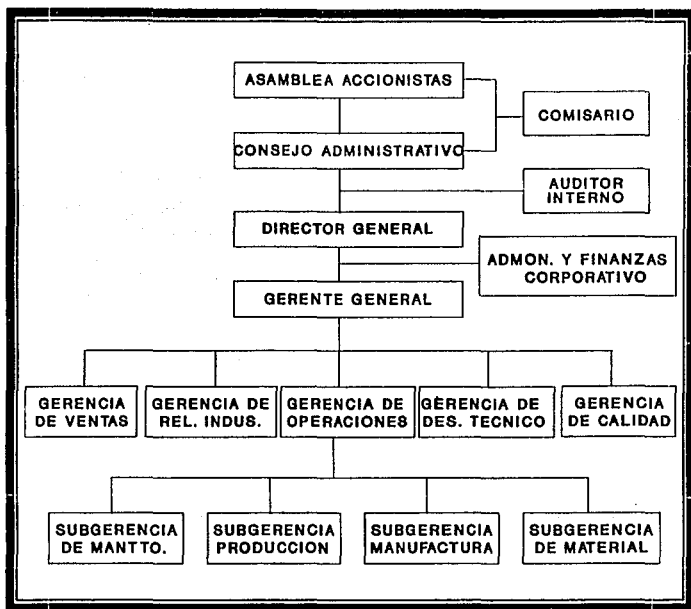
5.1.1 COMPROMISO DE LA ALTA DIRECCION (INVOLUCRAMIENTO).

La dirección general deberá tener un gran involucramiento, conocer el uso de las técnicas de calidad y demandar su utilización. Es necesario tener una política de calidad de apoyo, por parte de la alta dirección, al continuo desarrollo del programa de calidad, indicando las responsabilidades respectivas de cada área, asimismo el Director y/o Gerente General deberán tener perfectamente definidos y por escrito los Programas de Calidad a corto y largo plazo así como las actividades necesarias para cubrirlos.

5.1.2 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.

La empresa deberá contar con un organigrama que contemple la existencia de un departamento encargado de las actividades de calidad, teniendo éste una jerarquía suficiente para poder decidir en relación a las políticas de calidad de la empresa. El organigrama deberá estar aprobado por la Dirección General.

A continuación se presenta el cuadro N° 4 que muestra un ejemplo de un organigrama de una empresa en la industria nacional de autopartes.



Cuadro N° 4 Organigrama de una Industria Metal-Mecánica de Fabricación de Autopartes.

5.1.3 PROGRAMA DE MEJORA CONTINUA.

La constante demanda de los clientes para el mejoramiento de los productos, ha establecido una competencia más cerrada en el mercado; debemos de alcanzar mejores niveles de calidad, en base al "proceso de mejora continua".

Mejora Continua del Producto.

Se requiere que el fabricante de autopartes y sus correspondientes sub-proveedores se esfuercen en mantener un continuo mejoramiento mediante la implantación de Técnicas de Aseguramiento de Calidad, además de Control Estadístico del Proceso (CEP). Las siguientes son algunas de las técnicas que se recomiendan:

- Diagramas de Pareto.
- Análisis de Causa y Efecto.
- Planes de Control.
- Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF).
- Diagramas de Dispersión (Análisis de Correlación).
- Análisis de Fallas (Proceso y Campo).
- Análisis de Costos de Calidad.
- Diseño de Experimentos.

Resultados que se Obtienen al Aplicar la Mejora Continua.

- Se logra el involucramiento y participación activa de todo el personal.
- Es notoria la mejora en calidad, productividad y eficiencia minimizando el desperdicio en todo el proceso.
- El concepto de prevención de defectos se incorpora con más facilidades en la actividad normal.
- La comunicación es más abierta en todos los niveles.
- Los operarios adoptan una mentalidad de producir piezas de calidad, los supervisores e inspectores usan el control estadístico en las líneas de trabajo.

Debe existir un Manual de Calidad que contemple todos y cada uno de los procedimientos, sistemas, responsabilidades y controles de las actividades de Calidad, indicando los cambios o actualizaciones que se realicen.

Los procedimientos siguientes son ejemplos de lo que en términos generales debe existir en toda organización.

- Hojas de instrucción de inspección.
- Procedimientos de prueba.
- Mejora continua en calidad y productividad.
- Planeación de calidad.
- Estudios preliminares de proceso.
- Estudios de potencial de proceso.
- Inspección de recibo.
- Control estadístico de proceso.
- Inspección en proceso.
- Inspección final.
- Mantenimiento y calibración de equipo de medición y prueba.
- Control de cambios y planos.
- Autoauditorías.

5.1.5 CAPACITACION.

Todo fabricante y sub-proveedor de autopartes deberá contar con un programa de capacitación permanente de personal en el área de Aseguramiento de la Calidad, Producción, Ingeniería, etc.; considerando en este los cursos y actividades específicas, basados en el desarrollo de la política general de la empresa, monitoreando su cumplimiento.

Además de la integración de los programas de capacitación relacionados con la Calidad (como la capacitación del grupo para resolver problemas y el control estadístico del proceso), el proceso de la educación en calidad debe enfocarse a la filosofía del mejoramiento de la calidad que se expresa con los cuatro principios claves que son:

- a) Calidad se define como: cumplir con los requisitos del cliente previamente definidos.
- b) El estándar de realización para el mejoramiento de la calidad es: libre de defectos.
- c) El sistema que propicia el mejoramiento de la calidad es: la prevención.
- d) La medición de la calidad es: el precio del incumplimiento.

5.1.6 SEGURIDAD E HIGIENE.

La seguridad e higiene aplicadas a los centros de trabajo tienen como objetivo salvaguardar la vida, preservar la salud y la integridad física de los trabajadores por medio del establecimiento de normas encaminadas tanto a que se le proporcionen las condiciones adecuadas para el trabajo, así como a capacitarlos y adiestrarlos para evitar dentro de lo posible, las enfermedades y los accidentes laborales.

Serán inspeccionados periódicamente todos los departamentos de la planta en lo que se refiere a seguridad, orden y limpieza, revisando además los servicios anexos, tales como baños, sanitarios, vestidores, etc., con el objeto de observar el cumplimiento de las normas de seguridad e higiene y detectar oportunamente condiciones peligrosas en las instalaciones y actos inseguros en los trabajadores y de esta manera sugerir las recomendaciones necesarias para eliminarlas.

Toda empresa, debe tener dentro de su estructura organizacional una actividad encargada de cuidar que las partes o servicios que se proporcionan a los clientes satisfagan la calidad que estos esperan, la eficiencia con que se responda a esta exigencia afectará directamente los costos y hará el producto competitivo en el mercado.

Para lograr esto, se debe establecer un programa de autoauditorías que contenga la frecuencia conforme a los requisitos del cliente. Se deben tener registros escritos de las auditorías realizadas y verificar si estas se efectúan por una persona ajena al sistema de calidad.

La Planeación de la Calidad es un sistema estructurado para definir, establecer y especificar metas para los niveles de calidad del producto requeridos por el cliente, y a su vez, desarrollar procesos optimizados con parámetros de control efectivos, que cuando se manejan apropiadamente, asegurarán los niveles de calidad planeados.

La planeación de calidad es utilizada para guiar y evaluar el diseño del producto, desarrollo del proceso, operaciones de preproducción y las primeras etapas de producción dentro del ciclo de desarrollo del producto.

Algunos de los beneficios de la Planeación de Calidad son:

- Dirige los recursos para satisfacer la "voz del cliente".
- Evita el desperdicio (desecho, retrabajos, reparaciones, etc.).
- Identifica con oportunidad los cambios de ingeniería necesarios, que contribuirán a reducir el tiempo y costo del producto.
- Lograr productos de la más alta calidad en el mejor y al más bajo costo.

La planeación de calidad se inicia con el compromiso de la dirección de la empresa para la "prevención y no la detección de defectos" a través de las políticas y objetivos de la compañía. La dirección aportará la organización y los recursos necesarios para el entrenamiento, recopilación de la información, análisis de datos y formas metódicas para actuar ante las diversas situaciones que se presenten. Es necesario enfatizar el entrenamiento, especialmente en el uso efectivo de los métodos estadísticos y técnicas de solución de problemas.

Procedimiento de Planeación de Calidad.

Este procedimiento permite hacer un análisis a todos los factores que influyen en la prefabricación de un producto antes de iniciar su proceso basado en el concepto de prevención de defectos, buscando la mejora continua en forma permanente.

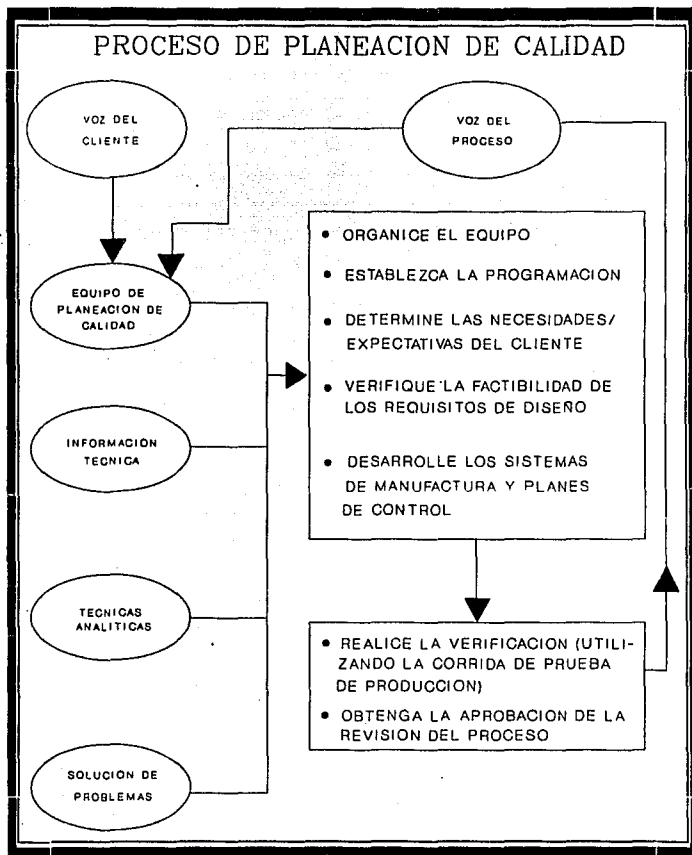
El procedimiento de planeación de calidad se basa en el enfoque de trabajo en equipo y se entrelaza con las actividades del Comité de Nuevos Productos, involucrando las siguientes áreas:

- Dirección general.
- Ventas/Compras.
- Desarrollo técnico.
- Aseguramiento de la calidad.
- Manufactura.
- Materiales.
- Producción.

Es de vital importancia el involucrar a los departamentos afectados del cliente en la planeación, tales como:

- Calidad staff (o equivalente).
- Calidad planta consumidora.
- Desarrollo técnico.
- Servicio.

Para la mejor comprensión y control de este procedimiento, se anexa el Diagrama de Flujo del Proceso de Planeación de Calidad indicado en el cuadro N° 5 y las etapas mínimas requeridas para la planeación de calidad, mismos que deberán ser llevados, para cada proyecto.



Cuadro No. 5 Diagrama de Flujo del Proceso de Planeación de Calidad.

Fase I de Cotización.

- Requerimiento de equipo nuevo (calibradores especiales, dispositivos de medición, maquinaria, etc.).
- Lay-out (distribución de planta) y capacidad de instalación.
- Requerimientos de personal por nuevo proyecto.

Fase II de Prefabricación de Muestras.

- Documentos oficiales.
- Especificaciones de material.
- Plan de control del proceso.
- Equipo nuevo.
- Información de inspección.
- Muestras internas.
- Método de análisis.
- Pruebas.
- Capacitación.

Fase II de Fabricación de Muestras.

- Conducción del estudio.
- Interpretación de los resultados.
- Pruebas.
- Muestras iniciales.
- Equipo nuevo (Estudios R & R).

Fase III de Fabricación.

- Documentos de inspección.
- Pruebas.
- Plan de reacción.
- Control Estadístico del Proceso (C.E.P.).

5.2.1 DESPLIEGUE DE LA FUNCION DE CALIDAD (Q.F.D.).

(Quality Function Development, siglas en inglés)

El QFD es una técnica relativamente nueva para la planeación de calidad, que se utiliza para traducir la "voz del cliente" a requerimientos técnicos y términos de operación, desplegando y documentando la información traducida en forma de matriz.

El QFD se concentra en los ítemes más importantes que necesitan mejorarse y proporciona el mecanismo para señalar las áreas seleccionadas en donde el mejoramiento logrará ventajas competitivas y consecuentemente ayudará a incrementar la participación en el mercado.

El QFD integra el Aseguramiento de la Calidad al proceso del diseño de productos, proporciona las bases para seleccionar las características de control de manufactura, e identifica requerimientos conflictivos de diseño en donde es necesaria la optimización para lograr los objetivos establecidos.

La técnica del DESPLIEGUE DE LA FUNCION DE CALIDAD (Q.F.D.) puede utilizarse como una alternativa del proceso de planeación de calidad. Particularmente en la planeación del producto, traduce los requerimientos del cliente ("voz del cliente"), en las características de control. Esto proporciona un medio para convertir los requerimientos generales del cliente tomados de las evaluaciones de mercado, comparaciones con la competencia y planes de mercadotecnia en características específicas de control del producto final.

- Incrementa la seguridad de cumplir con la "voz del cliente" en productos nuevos.
- Reduce el número de cambios de ingeniería debidos al conocimiento sobre equivocaciones o errores.
- Enfoca a varias actividades de la compañía sobre objetivos relacionados con el cliente.
- Reduce el ciclo de desarrollo del producto.
- Reduce los costos de ingeniería, manufactura y servicio.
- Mejora la calidad del producto y servicios.

5.2.2 ANALISIS DE FACTIBILIDAD.

Los análisis de factibilidad son una de las técnicas estadísticas avanzadas, las cuales nos ayudan a determinar la posibilidad de fabricación / ensamble de un producto nuevo.

Estos análisis se hacen en base a estudios de ingeniería del producto y fabricación para indicar con precisión si un diseño propuesto puede fabricarse, ensamblarse, probarse, empacarse y embarcarse en niveles aceptables.

En estos se deberá considerar la satisfacción plena de cliente, esto es con volúmenes de producción, programas de producción, consistencia en la calidad y costos.

Los análisis de factibilidad se realizan contemplando desde la concepción del diseño, análisis de prototipos, muestras iniciales cubriendo pruebas de laboratorio hasta la liberación final del producto.

Es necesario desarrollar un Plan de Control del Proceso para asegurar que los requerimientos del producto sean alcanzados y mantenidos, con evidencia estadística de control del proceso.

En el Plan de Control del Proceso se elaboran:

- **A.M.E.F. DE PROCESO.**
- **DIAGRAMA DE FLUJO.**
- **PLAN DE CONTROL.**
- **HOJAS DE PROCESO.**

1) A.M.E.F. DE PROCESO.

El AMEF (Análisis de Modo y Efecto de Falla) es un método analítico formal para una total concepción, disminución y prevención sistemática de los problemas, riesgos y fallas potenciales en la construcción y acabado de un producto para prevenir riesgos y costos.

AMEF en el proceso es una herramienta o método analítico el cual:

- Identifica las características críticas del proceso.
- Identifica modos de falla potenciales del proceso relacionados con el producto.
- Evalúa los efectos de falla potencial en el cliente.
- Identifica causas potenciales de manufactura o ensamble.
- Identifica variables importantes del proceso.
- Establece acciones para mejorar el proceso.
- Enfoca controles para prevención o detección de las condiciones de falla.

El AMEF de proceso se hace tomando como base el Diagrama de flujo del proceso al inicio de la planeación y antes de iniciar la producción, en éste se hace el listado de todas las fallas potenciales de acabado y montaje, así como sus causas. Este determina las acciones correctivas y previene así el envío de piezas defectuosas a los clientes.

El propósito de un AMEF es el de analizar las características de diseño del producto, relativas al proceso de manufactura o ensamble planeado para asegurar que el producto resultante cumple con las necesidades y expectativas del cliente.

A continuación, se presenta un ejemplo del Plan de Control del Proceso que muestra las actividades que se realizan en el AMEF de Proceso Cuadro N° 6 (punto 1).

PLAN DE CONTROL DE PROCESO

(CUADRO No. 6)

NOMBRE DEL PROCESO O PIEZA: MAQUINADO CODO ENTRADA DE AGUA.		ELABORO:		APROBACION:		FECHA ELABORACION: 24-08-92				HOJA 1 DE 1									
NUMERO DE LA PIEZA: 46210 - F100		1) A. DE CALIDAD: A. SIERRA		2) MANUFACTURA: L. GALINDO		REVISION No.: 2				FECHA REVISION: 17-09-92									
		2) MANUFACTURA: P. RAMIREZ		3) INGRIA. DEL PRODUCTO: M. CORDERO		NIVEL DE INGENIERIA: 20-02-92													
		3) PRODUCCION: A. BUENDIA.		4) PLANTAS AFECTADAS															
DIA-GRAMA DE FLUJO	No. DE OP.	DESCRIPCION PROPOSITO DEL PROCESO	ESPECIFICACION O TOLERANCIAS	TIPO	NIVEL IMPOR-TANCIA	MODO DE FALLA POTENCIAL	EFFECTOS DE LA FALLA POTENCIAL	CAUSAS DE LA FALLA POTENCIAL FUENTES DE VARIACION	S O D N E C E P V C T R	FACT DE CONT	No. HERRAM. DE CONTROL	METODOS DE CONTROL	MUESTREO CP TAM/FREC	CPK	FECHA	MEDIO DE INSPECCION	GAGES R & R	FECHA	PLAN DE REACCION
☐	0010	FRESAR CARA DE ASIENTO n= 510 RPM v= 2290 m/min s= 0.10 mm/rev.	PLANICIDAD 0.1 MAX.	BP	5|5|	PLANICIDAD FUERA DE ESPECIFICACION	PROBLEMAS DE MONTAJE	DESAJUSTE DE LA MAQUINA DESGASTE DE HERRAMIENTA	4|3|3|36 4|3|3|36	S T	MA-4	CARTA X-R	5PZ|2HR	2.51	18-05-92	DISPOSITIVO DE PLANICIDAD.	6.71	02-08-92	AJUSTAR MAQUINA CORREGIR/ CAMBIAR HTA.
☐	0020	BARRENAR Y ROSCAR n= 560 RPM v= 18.5 m/min s= 0.14 mm/rev.	M4X1-4M	BP	-|5|5|	CUERDAS FUERA DE ESPECIFICACION	PROBLEMAS DE ENSAMBLE	DESAJUSTE DE LA MAQUINA	4|4|3|72	S	PF-01	CARTA P	5PZ|1HR	2.24	10-05-92	PLUG GAGE PASA-NO PASA	5.8	18-08-92	MANTTO. MAQUINA
☐	0030	CHECAR HERMETICIDAD.	HERMETICIDAD 3 Kg/ cm ² 5cc. máximo	BP	-|5|5|	HERMETICIDAD FUERA DE ESPECIFICACION	PROBLEMAS EN EL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	DESAJUSTE DE LA MAQUINA DESGASTE DE HERRAMIENTAL	4|3|3|36 4|3|3|36	S T	AS-2	CARTA P	100% TUR	1.92	01-06-92	POROSIMETRO USON	4.92	04-06-92	AJUSTAR MAQUINA CORREGIR HERRAMIENTAL
☐		ENVIAR PZAS. A EMPAQUE 46210-F100																	
☐	0040	EMPACAR PZAS. 46210-F100/01 AUDITORIA AL PRODUCTO	PZAS. BIEN EMPACADAS	FIP	-|1|5|	PZAS. MAL ACOMODADAS	PZAS. DAÑADAS PROBLEMAS DE APARIENCIA	EMPAQUE INA-DECUADO MAL ACOMODO DE LAS PIEZAS.	4|2|3|24 4|2|3|24	C O		VISUAL	100%						EMPACAR 100 PZAS. EN CAJAS CON 11 ENTREPAÑOS HORIZONTALES

SIMBOLOGIA: (1) TIPO: IP= EN PROCESO; FIP= TERMINADA EN PROCESO; BP= INDICADA EN DIBUJO; BIP= DENTRO DEL PROCESO

(2) NIVEL DE IMPORTANCIA: P= PROCESO; A= ENSAMBLE; C= CLIENTE.

(3) FACTOR DE CONTROL: S= AJUSTE; M= MAQUINARIA; O= OPERADOR; C= COMPONENTES/MATERIALES; T=HERRAMIENTAS; P= MANTTO.PREVENTIVO; F=FIJACION/PALLETS.

NOTA: CUALQUIER CONDICION FUERA DE CONTROL ES NECESARIO DETENER PROCESO, SELECCION 100% ANALIZAR Y CORREGIR CAUSAS.

ii) **DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO.**

100

Se debe elaborar y presentar un diagrama de flujo del proceso para cada número de parte.

El diagrama de flujo del proceso es una representación gráfica a base de símbolos del flujo del proceso, en el cual se deben mostrar los siguientes puntos:

- Todos los pasos necesarios para manufacturar o ensamblar un producto desde la recepción de la materia, hasta el embarque del producto terminado.
- Todas las operaciones, eventos y los respectivos controles que se emplearán en el control estadístico.
- Las características críticas y relevantes del producto y proceso deberán aparecer claramente marcadas.

El diagrama de flujo ayuda a analizar el proceso en su totalidad en lugar de etapas individuales en el proceso. Así mismo el diagrama ayuda al equipo de planeación a enfocarse en el proceso a conducir el AMEF de proceso y diseñar el plan de control.

En el cuadro N° 6 (punto 2) se ilustran las actividades del diagrama de flujo del proceso.

Una parte importante del proceso de planeación de calidad es el desarrollo de un plan de control. Este consiste de una descripción sumariada y escrita del sistema para controlar todas las características relevantes de un producto específico nuevo.

En el plan de control se describen las acciones que se requieren en cada fase del proceso, para asegurar que todas las salidas de este estarán dentro de control estadístico.

El punto de partida de un plan de control es el listado de las características críticas y relevantes. En esta fase del proceso de planeación de calidad, el listado se habrá desarrollado con base en las siguientes fuentes:

- Prescripciones y normas obligatorias.
- Características críticas identificadas en los dibujos y especificaciones de ingeniería.
- Características identificadas en A.M.E.F., Q.F.D., Diagrama de Flujo, etc.
- Características que el fabricante reconoce como importantes, basado en su conocimiento del producto y del proceso, y en el conocimiento de los requisitos del cliente.

Una vez que se han identificado las características críticas y relevantes, se deben desarrollar métodos de control para monitorear el proceso. El objetivo de monitorear, consiste en determinar cuando se requiere una acción para mantener la estabilidad y habilidad del proceso.

Los siguientes lineamientos aparecen ilustrados en el cuadro N° 6 (punto 3).

Se deberán indicar las operaciones de proceso en el plan de control del proceso correspondientes a la fabricación y/o ensamble de cada parte.

El plan de control del proceso contiene la información que indica la secuencia de operación en cada una de las fases en la manufactura de un producto, equipo o herramienta a utilizar, parámetros del proceso a controlar y el método de trabajo estándar, el cual indica si las actividades a desarrollar afectan seguridad, calidad o eficiencia.


Esto proporciona información para que los operarios y supervisores conozcan qué hacer, cómo hacerlo, cómo informar cuando algo ha cambiado, y qué hacer al respecto. Ver ejemplo en el cuadro N° 6 (punto 4).

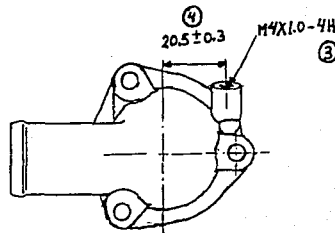
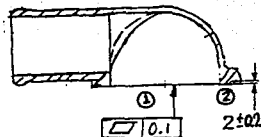
En el desarrollo de un producto nuevo se deberán elaborar las hojas de instrucción de inspección correspondientes a la fabricación y/o ensamble de cada parte. Estas deberán ser elaboradas por el departamento de Ingeniería de Aseguramiento de la Calidad.

En las H.I.I. están incluidas las operaciones y características que deben ser controladas, las especificaciones, el plan de muestreo, la frecuencia de inspección, el método de análisis y el equipo o dispositivo usado para la medición.

Nota: Las H.I.I. deberán ser actualizadas cada vez que ocurran cambios en la pieza y/o en el proceso.

A continuación se muestra un ejemplo de una Hoja de Instrucción de Inspección cuadro N° 7.

NOMBRE DE LA PARTE: CODO ENTRADA DE AGUA.		No. DE PARTE: 46210 - F100		NIVEL DE INGENIERIA: C	
CLIENTE H I S S A N	No. OPERACION D010 - 0020	No. MAG MA-4 PF-D1	LINEA: MAG. AUXILIARES Y MAQUINADO GENERAL.		
No.	CARACTERISTICA	ESPECIFICACION	METODOS DE INSPECCION Y CONTROL	No. DE CALIBRADOR	FREC. DE INSP.
FRESADO BASE					
1	PLANICIDAD	 0.1	DISPOSITIVO CON INDICADOR CARTA X - R MC-0030	A - 342	5/2HR PROD 3/TURNO A. DE CAL.
2	DIMENSION	2 + - 0.2 mm	BASE CON INDICADOR *	A - 101	5/2HR PROD 3/TURNO A. DE CAL.
3	CUERDA INTERIOR	M 4 X 1.0 - 4 H	PLUG GAGE PASA-NO PASA CARTA " P " MC - 0065	C - 1176	5/2HR PROD 3/TURNO A. DE CAL.
4	DIMENSION	20.5 + - 0.3 mm	CALIBRADOR DE ALTURA DIGITAL	B - 550	5/2HR PROD 3/TURNO A. DE CAL.
OBSERVACIONES: * ANTES DE REALIZAR LA MEDICION EN LA PIEZA, VERIFICAR QUE EL INDICADOR ESTE AJUSTADO CORRECTAMENTE CON EL BLOCK PATRON DE 2 mm.			FECHA REV. POR: 21-02-92 M. OSORIO 14-05-92 M. OSORIO		
ELABORO: M. CORDERO	REVISOR: MAURICIO OSORIO	APROBADO: E. GARRIDO			
NOTA : CUALQUIER FALLA ENCONTRADA ES NECESARIO DETENER PROCESO, SELECCIONAR 100 %, INVESTIGAR Y CORREGIR LAS CAUSAS.					



Los parámetros de proceso se definen como: Toda característica que es determinada por la maquinaria con que se trabaja. Ejemplos:

- Tiempos de proceso.
- Temperatura de aceite, de máquina, etc.
- Avances de máquina.
- Velocidad de corte.
- etc.

Los parámetros de proceso a controlar quedarán definidos en el plan de control del proceso, así como su frecuencia de control o de verificación.

5.2.6 ESTUDIOS PRELIMINARES DEL PROCESO.

Una planeación de calidad y su ejecución efectiva debe dar por resultado procesos que sean estables y hábiles. Como una de las últimas etapas de la planeación es muy útil añadir una evaluación física preeliminar de nuevos procesos antes del inicio de la producción. A esto se le denomina estudio preeliminar de la habilidad del proceso. Dicho estudio tendrá necesariamente una duración limitada y no podrá representar totalmente las condiciones de una producción continua; Sin embargo, se puede obtener información valiosa y oportuna para las decisiones de ingeniería, sobre si el proceso se comporta como se esperaba o si existen oportunidades de mejora.

Cuando se adquiere nuevo equipo/herramental, antes de recibirlo se deberá efectuar un estudio de potencial del proceso en la planta del fabricante. Esto proporciona una oportunidad para solucionar a tiempo los posibles problemas. Después de recibir el equipo/herramental e instalarlo, se puede realizar otro estudio, bajo condiciones más

Esto será la base tanto para estudios adicionales, correcciones o mejoras posteriores, como para la aprobación del equipo y del proceso integrados como un todo para la producción.

Una vez que ha sido liberado el proceso, estos resultados se anotan en el plan de control del proceso y sirven como base para la mejora continua.

5.2.7 REVISION/APROBACION DEL PROCESO.

Antes de presentar el primer embarque de producción, el Proveedor y Calidad e Ingeniería del cliente (según sea requerido) deberán confirmar conjuntamente que las acciones recomendadas como resultado de los Estudios de Factibilidad, AMEF de Proceso, Plan de Control y Estudios de Potencial de Proceso han sido implementadas en las instrucciones de inspección/proceso. Durante una corrida de producción normal, el proveedor deberá verificar que los procesos son hábiles, que todos los controles requeridos estén en su lugar, que el proceso está siendo monitoreado, que el producto final cumple con los requisitos de ingeniería, así como identificar anomalías durante la revisión de la fabricación, instalación y manejo de los componentes y ensambles.

Para completar la aprobación formal de un nuevo componente o proceso, se requiere de una revisión conjunta (cliente-proveedor) de los siguientes puntos antes del primer embarque de producción:

- . Plan de Control del Proceso.
- . Hojas de Instrucción de Inspección.
- . Calibradores y Equipo de Prueba.
- . Muestras Iniciales.
- . Empaque.

Todos los problemas deberán ser documentados y sus acciones correctivas programadas para su verificación.

Las muestras iniciales se deben presentar en los siguientes casos antes de la producción normal:

- Productos Nuevos.
- Modificaciones del producto. (cambio de documentación técnica).
- Empleo de dispositivos o equipos de producción nuevos o reubicados.

Las muestras deberán ser fabricadas en su totalidad con medios de producción de serie y bajo condiciones de serie y verificadas cuidadosamente en cuanto a todas las características cualitativas.

La cantidad de muestras requeridas deberá ser definida en cada caso con el pedido y debe seleccionarse al azar de la corrida de prueba y sujetarse a inspección dimensional, análisis de material y pruebas funcionales especificadas, incluyendo pruebas de validación de la producción indicadas en la hoja del plan de control del proceso.

Junto con las muestras deben presentarse los resultados de los controles obtenidos por el proveedor en forma de informes de primeras muestras y en hojas de mediciones.

Si la evaluación de muestra inicial indica que los productos cumplen con todos los requerimientos de ingeniería, el resto de los productos de la corrida de prueba puede identificarse como el primer embarque de producción. Si se encontraran condiciones fuera de especificación durante la inspección de muestra inicial y estudios preliminares de la habilidad del proceso, deberán enlistarse las discrepancias y programarse las acciones correspondiente como parte del proceso de aprobación.

Nota: Con este paso se finaliza con las etapas de planeación de calidad.

La implantación de técnicas estadísticas es requisito indispensable para el control y mejora continua de las características más importantes del producto y proceso; basadas en la filosofía de prevenir los defectos en lugar de la detección.

La dirección general de la organización debe estar comprometida con la implantación, la práctica y el uso de los métodos estadísticos; Mediante el apoyo de un especialista calificado en CEP, un buen plan de acción y entrenamiento al personal es posible llevarlo a cabo.

Una vez implantado el CEP efectivamente se recomienda utilizar la herramientas básicas, para la solución de problemas y métodos estadísticos avanzados como por ejemplo El diseño de experimentos.

5.3.1 IDENTIFICACION DE CARACTERISTICAS CRITICAS, DE SEGURIDAD, RELEVANTES Y PARAMETROS DE PROCESO.

La finalidad de utilizar el CEP es la de controlar y reducir la variabilidad de las características más importantes en los procesos de manufactura (críticas, de seguridad, relevantes y parámetros de proceso). Estas características en algunas ocasiones el cliente las identifica para que el proveedor las controle; pero cuando esto no sucede es responsabilidad de éste último identificar las aplicaciones del CEP en el producto, presentando una proposición al cliente para su aprobación.

Para la selección de las características críticas es necesario involucrar al personal de Staff de Ingeniería del cliente, así como la interacción con Ingeniería de manufactura y Procesos, para que en conjunto con el área de Calidad se asegure que el proceso se efectúa de acuerdo a la especificación de diseño.

Las partes de seguridad con características especiales deben tener constancia por escrito de la ejecución y resultado de las pruebas realizadas de acuerdo a las normas de diseño y fabricación requeridas por dependencias gubernamentales, de tal manera que pueda demostrarse su cumplimiento satisfactorio durante todo el proceso de fabricación; ya que de no cumplirse podrá generar responsabilidad legal debido a que se pone en peligro la seguridad del conductor, sus ocupantes y/o el vehículo.

Cada planta armadora establece el período de tiempo de la conservación de los documentos, así como el llenado y su identificación.

5.3.3 CONTROL Y ESTABILIDAD DEL PROCESO.

Todas las características y/o parámetros de proceso que se estén monitoreando mediante el CEP deben de mostrar estabilidad; lo que implica que todas las causas especiales de variación se han eliminado, evidenciándose en la carta de control por no presentar puntos fuera de control (Subcapítulo 3.2.3.3 "Interpretación de las Gráficas de Control"), así como de patrones no normales; permaneciendo únicamente las causas comunes, las cuales pueden ser cuantificadas en los estudios de habilidad; Estos son aplicados a las características por las siguientes causas:

- Toda característica crítica relevante de nuevo producto.
- Cambios de máquina.
- Cambios de proceso.
- Cambios de herramental y/o dispositivos.
- Mantenimiento mayor al equipo de fabricación.
- Por problemas de falla en campo o rechazos internos.

La habilidad de una característica, proceso o parámetro, nos da información sobre su comportamiento y para asegurarse de que se están fabricando productos dentro de especificación. Los estudios de habilidad se obtienen a través de gráficas de control por variables; pero cuando no es posible obtener datos por variables, el criterio de la habilidad se determina mediante el comportamiento promedio del proceso que el cliente determina.

La condición de habilidad (Subcapítulo 3.2.3.4 "Habilidad del Proceso"), se describe en términos de *CPk* de acuerdo al valor establecido por el cliente pero el objetivo fundamental es la búsqueda de la mejora continua y el cero defectos.

Las plantas armadoras solicitan como procedimiento, el evidenciar la habilidad y por ende la estabilidad de los productos que compra; y el no cumplir con los estudios que los demuestren exige la selección 100 % de la característica y/o parámetro involucrado, o algún tipo de muestreo requerido.

5.3.5 PROGRAMA DE CARTAS DE CONTROL.

Mediante una relación de cartas de control mensual, es posible conocer la situación en la que se encuentran. Es conveniente que esta relación contenga la siguiente información:

- a) Característica evaluada.
- b) \bar{x}/p Promedio de los subgrupos o muestra.
- c) *LSCx* Límite superior de control (medidas de localización).
- d) *LICx* Límite inferior de control (medidas de localización).
- e) *LICr* Límite inferior de Rangos.
- f) *R* Rangos (para gráficas por variables).

- g) S Desviación estándar.
- h) C_p Habilidad potencial del proceso.
- i) C_{pk} Habilidad real del proceso.

La información del punto (i) marcará, en función a los criterios de habilidad del cliente, la necesidad de elaborar los planes de trabajo para cumplirlo o mejorarlo según sea el caso.

5.3.6 PROGRAMA DE MEJORA DEL C.E.P.

Es de suma importancia el que se cuente con programas de mejora en el CEP para aquellas cartas de control que no se encuentran hábiles, con el objeto de tomar acciones correctivas; estos programas deben contar con información acerca de los responsables de la actividad y fechas a cumplir, de tal forma que sea un proceso dinámico de solución de problemas. Estos programas deben estar apoyados por la organización la cual debe comprometerse e involucrarse.

Se deberá establecer y mantener un sistema para asegurar que en todas las características se cumplan las especificaciones establecidas; Para lograr esto, será necesario que durante el proceso de fabricación las características afectadas sean controladas e inspeccionadas.

A continuación, se hace un resumen de los elementos que proporcionan ayuda para el control en: Recibo, Proceso, Final y Materiales.

5.4.1 CONTROL DE RECIBO.

5.4.1.1 ESPECIFICACIONES DE COMPRA Y CERTIFICACION DE MATERIALES.

La organización debe garantizar que todos los insumos, que recibe de los sub-proveedores, correspondan a los planos, datos técnicos y demás especificaciones claramente establecidas en la orden o contrato de compra. Esto implica, que los sub-proveedores se obligan a entregar artículos sin defectos, hechos con materiales en base a las expectativas del cliente, tendiendo a la mejora continua. Dichos artículos deberán ser apropiados para el fin a que están destinados, previa identificación de características críticas y relevantes conjuntamente entre el proveedor y el cliente.

5.4.1.2 PROCEDIMIENTOS ESCRITOS.

Se debe contar con todos los procedimientos escritos concernientes a la inspección de recibo de partes y materiales tales como: material aprobado y rechazado, planes de muestreo, identificación de materiales, hojas de instrucción de inspección, registros, criterios de aceptación (cero defectos), etc.; de tal manera que se asegure que los insumos cumplen con las especificaciones establecidas.

Son los datos recabados durante el recibo e inspección de materiales de acuerdo a lo indicado en los procedimientos escritos. Estos datos sirven para la toma de decisiones (aprobación o rechazo).

Nota: Estos deberán ser retenidos por el proveedor durante un período de tiempo según se acuerde con el cliente.

5.4.1.4 EVIDENCIA ESTADISTICA.

Registros solicitados a los sub-proveedores en cuanto a características de control previamente definidas (cliente - proveedor) del comportamiento del producto durante su proceso de manufactura.

5.4.1.5 CERTIFICADOS DE CALIDAD.

Documento que ampara el material recibido en planta del cliente en el cual el sub-proveedor certifica que su material cubre los requerimientos de calidad conforme a las especificaciones establecidas.

5.4.1.6 IDENTIFICACION DE MATERIALES.

Es necesario contar con tarjetas, documentos, áreas para el material recibido e inspeccionado, pudiendo así identificarse y conocer cuál es el estado que guarda éste.

De todo el material que se reciba, debe verificarse su identidad por Inspección de Recibo, conforme a las remisiones de los sub-proveedores, determinando que los lotes contenidos en estas, correspondan físicamente con el envío, respecto a:

- Proveedor
- N° de parte
- Descripción
- Cantidad remitida
- Número de lote, colada, etc.
- Caducidad (si es aplicable)
- Referencias (reportes de laboratorio, certificados, evidencia estadística, etc.)

5.4.1.7 PROGRAMA DE AUDITORIAS Y ASESORAMIENTO A SUB-PROVEEDORES.

Es necesario perseguir el mejoramiento continuo en la calidad de los materiales recibidos, a través de programas de asesoría y control de sub-proveedores.

Las auditorías a los sub-proveedores sirven como diagnóstico de las condiciones prevalecientes en un sistema de aseguramiento de calidad y ayudan para hacer el seguimiento en el control del proceso.

Las auditorías y asesorías de calidad corresponden a:

- Sistemas de Calidad
- Proceso
- Producto

Deben existir escritos que reflejen el estado y desempeño de tales sub-proveedores y que en su caso sirvan como base a programas de compromiso y asesorías hacia el mejoramiento de la Calidad Total.

5.4.1.8 CLASIFICACION DE SUB-PROVEEDORES.

Deberá existir una clasificación de sub-proveedores conforme al nivel del sistema y la calidad de sus productos.

Las clasificaciones pueden establecerse, por ejemplo como:

- a) Críticos.
- b) Con problemas ocasionales.
- c) Sin problemas.

A fin de tomar acciones correctivas en forma prioritaria y oportuna.

5.4.2.1 DIAGRAMA DE FLUJO Y DISTRIBUCION DE PLANTA.

Se debe elaborar y presentar un diagrama de flujo del proceso para cada número de parte (indicado en la hoja del plan de control del proceso cuadro N° 6, punto 2); Además, se deberá contar con planos de distribución de planta (Lay-out) que indiquen claramente la ubicación de todas las operaciones, estaciones de inspección y áreas de almacén, en concordancia con los diagramas de flujo. En ambos tipos de documentos deberán identificarse muy específicamente las características críticas y relevantes sujetas al C.E.P.

5.4.2.2 METODOS DE INSPECCION.

Son estándares de inspección e información existentes que sirven como soporte para inspeccionar el producto. Los siguientes documentos son de gran utilidad para el control del proceso.

- Plan de Control del Proceso
- Hojas de Instrucción de Inspección (H.I.I.)

Nota: Estos documentos fueron descritos en el subcapítulo 5.2 "Planeación de Calidad".

5.4.2.3 EQUIPO DE PRUEBA.

Se denomina equipo de prueba a los calibradores, micrómetros, herramientas patrón (gages), equipo de ensayo etc., que son utilizados para verificaciones: dimensionales, funcionales, eléctricas, etc. para la aceptación o rechazo del material. Este equipo debe estar certificado ya sea por el fabricante, laboratorios externos reconocidos o aprobados por el cliente.

Son los datos recolectados de un producto, durante su proceso de manufactura, que denotan las variaciones existentes en el proceso, las cuales permiten tomar las acciones preventivas o correctivas pertinentes.

Estudios de Potencial del Proceso: Cuando se inicia la producción, un estudio de potencial de proceso (operador, material, métodos, maquinaria y medio ambiente) deberá de ser elaborado para evaluar el resultado del proceso y su relación a la especificación.

Cartas de control : Es una representación gráfica de una característica de un proceso mostrando valores graficados de alguna lectura obtenida de esta y sus límites de control, siendo una ayuda para lograr y mantener el control del proceso en forma estadística. Dentro de las más útiles tenemos las siguientes:

- Gráfica de control \bar{X} -R (por variables).
- Gráfica de control p , np y c (por atributos, % de unidades defectuosas).

Habilidad del Proceso: Determinar la habilidad del proceso equivale a verificar el rendimiento y se traduce como una respuesta favorable a los requerimientos especificados por ingeniería.

Los estudios de potencial del proceso en conjunto con las cartas de control y estudios de habilidad, proveen un mecanismo para la mejora continua.

Nota: En el subcapítulo 3.2.3 "Gráficas de Control" se hizo un análisis detallado de estos puntos.

Método de control utilizado para el manejo del material, mediante tarjetas, contenedores, áreas delimitadas o cintas de colores para el control del producto durante su proceso de manufactura.

Para este propósito se utilizan los siguientes medios:

a) Tarjeta de Aceptación.

Es utilizada, solamente en el caso de materiales que cumplan con todos los requerimientos de calidad, según planos y especificaciones.

a.1) Para Aceptación: la tarjeta deberá contener la siguiente información:

- N° del documento en el cual almacén, lo integra al área de recibo.
- Fecha de recepción.
- N° y descripción de la parte.
- N° de contenedores (cuando los haya).
- N° de lote (cuando sea el caso).
- Cantidad total del lote.
- Nombre del proveedor.
- Nombre del inspector.

La tarjeta será una sola emisión, así como de color verde, ejemplo:

ACEPTADO	
N° de Ent.	.....
Fecha	.....
N° de Parte	.....
Descripción	.....
N° Contenedor	.....
N° Lote	.....
Cantidad	.....
Proveedor o Línea	.....
Inspector	.....

b) Tarjeta de Material Rechazado.

Es utilizada, para cualquier material, que no cumpla satisfactoriamente con algún o algunos, de los requisitos de calidad de acuerdo a planos y/o especificaciones.

Esta tarjeta deberá contener los datos descritos en el inciso (a.1) y además se deberá incluir el dato de "Razón del Rechazo" deberán de ser foliadas y en una emisión de original y dos copias.

Esta tarjeta será en color rojo, ejemplo:

RECHAZADO	
Nº	.....
Causa	.....

Nº Ent.	.....
Fecha	.....
Nº Parte	.....
Descripción	.....
Nº Contenedor	.....
Nº Lote	.....
Cantidad	.....
Proveedor	.....
Inspector	.....

c) *Tarjeta de Parte Desviada.*

Es utilizada en el caso de materiales que no cumplan con las especificaciones, pero por necesidades de producción y después de haber sido adecuadamente analizadas se generó una desviación o aprobación extraordinaria, concurrida por la Subdirección o Dirección General, Gerencia de Calidad, Gerencia de Producción, Ingeniería de Manufactura y Desarrollo Técnico y han sido amparados por tal documento.

Esta tarjeta deberá contener los datos descritos en el inciso (a.1) con adición de la descripción de la "Causa o Defecto Desviado" y el número de desviación. Se llevará un consecutivo de emisión de estas desviaciones.

Para este caso la tarjeta será en color blanco, ejemplo:

P A R T E D E S V I A D A	
Aprobación Ext. N°	.....
Causa de Desviación	.....

N° Ent.	.....
Fecha	.....
N° Parto	.....
Descripción	.....
N° Contenedor	.....
N° Lote	.....
Cantidad	.....
Proveedor o Línea	.....
Inspector	.....

Como elementos adicionales de ayuda para la identificación de 120
materiales serán utilizados los siguientes:

- * Cinta roja de "Material Rechazado"
- * Cinta amarilla de "Material Detenido"
- * Tarjeta amarilla para "Continuar Proceso"
- * Etiquetas autoadheribles de:
 - "RECHAZO" (roja)
 - "ACEPTADO" (verde)

5.4.2.6 MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MAQUINAS, EQUIPOS E INSTALACIONES DE FABRICACION.

Así como los métodos, materiales, herramientas de fabricación, equipos de control y las personas, tienen influencia para la obtención de calidad durante un proceso de manufactura; las máquinas, equipos y/o instalaciones de fabricación son también de vital importancia. Con respecto a esto, el proveedor deberá sujetarse a una planeación y ejecución adecuada, contando con lineamientos claros por escrito para la determinación de puntos vitales, métodos y frecuencias de mantenimiento preventivo, programas específicos (semanal, mensual, etc.), medios y personal calificado para verificaciones y reparaciones, registros de resultados y sistemas de seguimiento e identificación que permitan saber claramente el estado y disposición de tales máquinas o equipos.

Adicionalmente se deberá contar con la existencia de un inventario, controlado y organizado, de partes de repuesto para sustituciones por desgaste o ruptura durante las reparaciones.

Cada vez que se efectúe un ajuste o reparación a un herramienta deberá verificarse que se continúe cumpliendo con la especificación

Es la aprobación del producto después de: ajuste de máquina, cambio de número de parte o cambio de herramienta, basado en lo indicado en las hojas de instrucción de inspección, esta liberación deberá estar registrada.

Procedimiento para liberación de Ajuste de máquina:

Al terminar el ajuste, personal de producción debe anotar en la bitácora (ilustrada en el cuadro N° 8) el trabajo realizado, la clave del trabajo y su firma, enseguida notificar al departamento de Aseguramiento de la Calidad para que sea liberado el ajuste. (Se debe manejar una bitácora por máquina y/o dispositivo).

Aseguramiento de la Calidad auditará las primeras piezas producidas (cantidad según hoja de instrucción de inspección) y hará análisis de mediciones según dibujos de construcción. Si el ajuste es el adecuado, Aseguramiento de la Calidad procederá a liberar dicho ajuste anotando en la bitácora, la hora de liberación, así como su firma de conformidad, observaciones referentes al ajuste y condiciones de herramientas. Además de registrar los datos en la carta de control (si es requerido) debiendo de certificar que los valores se encuentran dentro de los límites de control o si es necesario deberá realizarse un estudio de habilidad del proceso.

Son las acciones tomadas en base a la información recolectada y evidencia estadística, mediante una metodología de análisis para la eliminación de cualquier problema existente.

Procedimiento para la realización de acciones correctivas para causas especiales y causas comunes en procesos fuera de control.

Cuando después de haber realizado el análisis de las cartas de control y se ha determinado que el problema por el cual la operación no es hábil estadísticamente se procede como sigue:

- 1) Se efectuará una inspección al 100% de todas las características críticas que se controlan en dicha operación.
- 2) Se deberá llevar a cabo análisis para determinar causas comunes y causas especiales.
- 3) Se debe realizar la corrección inmediata a causas especiales, adiestramiento a operadores, cambio de herramientas, ajustes de dispositivos, etc.
- 4) Las causas más comunes son presentadas a las Gerencias y Dirección General para su consideración y análisis.
- 5) Se llevará a cabo un programa de actividades para lograr la corrección correspondiente. Para estas correcciones se deberán considerar desde modificación a dispositivos hasta el cambio de una máquina o línea de producción.
- 6) Se realizarán estudios de potencial preeliminares al fabricar el nuevo lote de producción después de haberse realizado la reparación.
- 7) La operación en cuestión deberá ser hábil con un CPK > 1.67, en caso contrario la operación no será liberada para producción.

Previamente al embarque del material a la planta del cliente, debe estar en vigor un sistema que asegure que éste cumple los requisitos físicos, químicos, visuales, dimensionales, funcionales y de durabilidad. Una inspección en proceso puede ser considerada como final, sólo si ninguna operación subsecuente puede afectar la característica involucrada.

A continuación se muestran los elementos que conforman el control final del producto.

5.4.3.1 INSPECCION FINAL.

La inspección final consiste en la medición de las características que se generan en el proceso de producción o que son inherentes a los materiales.

Todas las características del producto deben ser probadas, específicamente las no marcadas como críticas o significativas, podrán ser inspeccionadas por muestreos conforme a los procedimientos señalados por el cliente. Si los resultados del muestro indican que el lote es discrepante, éste deberá inspeccionarse al 100%. Posterior a esto el proveedor deberá elaborar un programa de acciones correctivas en forma completa y detallada.

La inspección final puede ser por medio de medición mecánica o eléctrica o bien visual, y se llevará a cabo conforme a calibradores, patrones, pruebas de laboratorio, muestras físicas, etc., y los resultados deben ser comparados con estándares establecidos previamente con el cliente. Deberá existir un procedimiento escrito para cada inspección final que se efectúe.

Cuando se encuentre material discrepante en inspección final deberá ser corregido, seleccionado o desechado de tal forma que se garantice el 100 % de apego del lote a especificaciones. La causa de origen deberá ser encontrada y corregida. Esto se deberá llevar a cabo mediante un plan que contemple tanto los tiempos de ejecución como los métodos. Se deberá hacer la evaluación y seguimiento de la acción correctiva, hasta que exista una evidencia estadística de su efectividad.

Si la discrepancia muestra un riesgo de reincidencia, la característica correspondiente deberá incorporarse al sistema de Control Estadístico de Proceso, pasando a formar parte del plan de control del proveedor, debiéndose demostrar estabilidad y habilidad del proceso respectivo.

5.4.3.3 AUDITORIAS DE INSPECCION FINAL

El programa de auditoría tiene por objeto, la determinación del estado de la calidad del producto terminado. Indicando las deficiencias y/o fallas críticas desde el punto de vista cliente con el fin de eliminarlas.

La auditoría se debe llevar a cabo según un programa determinado (diario, semanal, etc.) y conforme a una lista de verificación (Audit check liste); Para cada tipo de producto debe haber una lista de verificación, la cual debe contener los datos siguientes:

- Tipo de producto: N° de parte y descripción.
- N° progresivo de control: Auditorías realizadas.
- Cantidad de piezas muestra.

- Fecha.
- Personal que realiza la auditoría.
- Grupos de subensambles verificados.

La lista de verificación deberá permitir un análisis tanto del producto final, así como también de las piezas individuales facilitando en ésto, detectar el origen de la falla.

Por lo anterior, es que la lista de verificación debe referirse a grupos de piezas, a tipos de ensamble y/o subensambles, desarrollando las pruebas necesarias para cada grupo:

- Medición
- Funcionamiento
- Apariencia
- Hermeticidad
- Prueba de material
- etc.

La calificación y/o demérito correspondiente por falla detectada se deberá referir al lugar de ocurrencia dentro del producto, a la gravedad de la misma, y/o a la combinación de ambos.

Las fallas resultantes no listadas, deberán incluirse en la lista de verificación con objeto de mantenerla siempre actualizada.

Las fallas detectadas deben ser ubicadas según su origen para facilitar su seguimiento y solución indicando plazos y responsabilidades.

Las fallas encontradas por medio de la auditoría deberán ser corregidas lo más pronto posible.

5.4.3.4 SISTEMA DE REPORTE A LA GERENCIA.

El reporte de fallas resultantes de la investigación por auditoría (discrepancias del producto y los resultados de la aplicación del CEP), debe ser un resumen dirigido a los altos directivos de la empresa con copia a los departamentos afectados, con la finalidad de que se asegure la toma de acciones correctivas.

Dicho reporte debe abarcar periodos determinados (semanal, mensual, trimestral, etc.) sin embargo cuando en una auditoría se detecte alguna falla de importancia, el reporte deberá ser emitido de inmediato.

5.4.3.5 CERTIFICADOS DE CALIDAD.

Se deberá incluir a cada lote embarcado, un certificado de calidad que garantice el apego del material a las normas y especificaciones del cliente. Cuando éste último lo requiera, el certificado deberá estar fundamentado en análisis estadístico.

5.4.3.6 MANEJO Y EMPAQUE DEL PRODUCTO TERMINADO.

El sistema de manejo de materiales, desde inspección de recibo hasta su entrega al cliente, incluyendo almacenes, deberá ser en base a los requisitos específicos de cada cliente para tal efecto.

Las áreas para almacén del producto final deben contribuir a preservar la calidad de los productos liberados; el producto debe estar protegido contra daños y contaminación ambiental. El almacenaje deficiente del producto terminado, es una de las causas principales de rechazo en las plantas del cliente.

5.4.4.1 PROCEDIMIENTOS.

Al igual que en otras áreas, CONTROL DE MATERIALES, debe contar con normas y procedimientos escritos que indiquen con precisión las acciones a seguir para: empaque de material y/o producto terminado, el modo de estibamiento, el control de flujo de materiales, la identificación de materiales, etc., esto permite uniformar criterios y evitar la toma de decisiones equivocadas.

5.4.4.2 REGISTROS.

Los registros pueden ser invaluable cuando se está en la fase de análisis del problema. Se debe tener presente que para algunos estándares críticos, los registros de inspección y de prueba son mandatorios. Los resultados de todas las inspecciones, calibraciones, pruebas de auditorías, etc., deben ser registrados y conservados.

Respecto a la retención de documentos, deberá existir una lista o referencia de los documentos importantes, éstos deberán ser guardados por un período especial que se designe (por el cliente) o de acuerdo a los requerimientos gubernamentales.

Estos controles deben conducir a una administración eficiente de materiales, algunos ejemplos son: " primeras entradas, primeras salidas ", registro en cada empaque, contenedor, fecha de llegada, número de piezas, número de parte, uso de autoauditorías para la evaluación de orden visual, limpieza en el piso de los contenedores, calidad de empaque, etc.

5.4.4.4 IDENTIFICACION DE MATERIAL.

Cada tarima, caja, contenedor, canastilla u otra unidad de embarque debe llevar una tarjeta de identificación de material (nombre del cliente, N° de parte, cantidad de piezas, etc.), a la que se adhiere la tarjeta de rastreabilidad. Deben especificarse los datos necesarios para una rápida localización y embarque oportuno (primeras entradas, primeras salidas) las cajas o los contenedores pequeños que integren la unidad de embarque deberán llevar su propia tarjeta de identificación de rastreo.

El estibamiento diseñado y calculado, garantiza la preservación de la calidad de los productos almacenados. El modo de estibamiento está directamente relacionado con el tipo de producto, la forma, la resistencia del empaque y el contenedor del producto.

El descuido de este aspecto puede anular los esfuerzos aportados para conseguir la calidad del producto en la línea.

5.4.4.5 FLUJO DE MATERIAL.

130

Secuencia lógica del manejo de los materiales tanto en el proceso de manufactura como dentro de los almacenes, garantizando así el uso del material dentro del período de vigencia o vida útil, evitando obsolescencia, caducidad, degradación o cualquier otra característica que demerite su calidad inicial.

5.4.4.6 RASTREABILIDAD.

Este es un sistema de control de materiales que evita gastos elevados en garantía o campañas de reparación. Se asume un criterio de identificación de partes (lote, máquina, turno, etc.) por medio de una clave adherida al contenedor. En el caso de encontrar una falla, las partes sospechosas pueden ser rastreadas fácilmente de tal forma que se implementen las acciones correctivas pertinentes.

5.4.4.7 DEVOLUCIONES A PROVEEDORES.

En el caso de existir partes que no cumplan los requerimientos de calidad y sean devueltos al proveedor, éste debe disponer de procedimientos, personal, equipo y registro para el análisis de la causa de falla y la toma de acciones correctivas apropiadas que eviten en el futuro la repetición del incumplimiento, comunicándole al cliente en forma escrita.

Con el objeto de garantizar la conformidad de un producto con las especificaciones del cliente es necesario contar con todos los instrumentos, equipo de medición y pruebas en las líneas de producción y laboratorio para evaluar aquéllas que se hayan designado entre el cliente y el proveedor.

Dentro de lo que se menciona como instrumentos, equipos de medición y pruebas, se engloban a todos los calibradores, escantillones, herramientas patrón, dispositivos, maestros de calibración, etc., que que servirán para asegurar la calidad del producto.

5.5.1 IDENTIFICACION Y CONTROL DE CADA INSTRUMENTO O EQUIPO.

Cada instrumento o equipo de medición debe estar identificado con un número clave en un lugar visible en forma indeleble. Este mismo número debe estar registrado en una tarjeta, kardex, o listado computarizado para llevar el control de su clave, mantenimiento, calibración, habilidad etc.

5.5.2 VERIFICACION, CALIBRACION Y MANTENIMIENTO DE LOS INSTRUMENTOS O EQUIPO.

La calibración, verificación y mantenimiento de los equipos o instrumentos de medición debe llevarse a cabo de acuerdo a programas preestablecidos (que pueden indicarse en los controles del equipo). Dichos programas se realizan en función a: la frecuencia del uso del equipo, las recomendaciones del fabricante, normas internacionales, etc; pero principalmente en función a estudios estadísticos realizados en el equipo como resultado de su observación directa por el transcurso del tiempo, desgaste, etc.

Básicamente se debe verificar la " Exactitud " de cada instrumento o equipo contra patrones o estándares universalmente reconocidos (ISO, DIN, JIS, etc.), y éstos a su vez deben estar certificados en laboratorios especializados, normalizados y certificados.

El mantenimiento del equipo debe ser de carácter preventivo principalmente y debe ser controlado mediante un programa que lo contenga.

5.5.3 ESTUDIOS DE VARIACION DEL EQUIPO DE MEDICION.

En los equipos de medición y pruebas está presente una variación que afecta las mediciones individuales; esta se debe cuantificar mediante un estudio de habilidad y considerarse para tomar decisiones requeridas, puesto que también se verán afectadas.

Las variaciones a las que está sujeto el equipo de medición, son las siguientes :

1.- Variaciones sistemáticas o tendencias, esto ocurre cuando el equipo no está calibrado o cuando personas diferentes lo utilizan (Reproducibilidad) *

* Los operadores usan el mismo equipo miden una misma característica en un mismo grupo de piezas.

2.- Variaciones debidas al diseño y construcción del equipo.

(Repetibilidad) *

* Un operador mide con un equipo varias veces el mismo grupo de piezas en una misma característica.

3.- Variaciones por desgaste y deterioro, provocando que ésta sea periódica (Estabilidad) *

133

* Diferencia en por lo menos dos mediciones de un grupo de piezas y características evaluadas en diferente tiempo. Una respecto de la otra.

Mediante la evaluación por métodos estadísticos es posible detectar los diferentes tipos de variaciones anteriores.

5.5.4 LABORATORIOS.

Los laboratorios de medición y/o prueba deben ser confiables para asegurar los requisitos del cliente. Deben ser aprobados por la SECOFI o por alguna planta armadora.

En función del tipo de laboratorio, habrá casos en que deberán contemplarse controles del medio ambiente y cumplirse de acuerdo a normas internacionales.

5.5.5 PROCEDIMIENTOS DE USO.

En las áreas donde se tengan equipos de medición y prueba es necesario contar con los procedimientos escritos de uso para prevenir el dañarlos y obtener datos erróneos que puedan llevar a la toma de decisiones equivocada.

5.6.1 EMISION, DISTRIBUCION Y MANTENIMIENTO DE LA INFORMACION.

Para el buen uso de la información, se debe contar con procedimientos y sistemas para ordenarla y controlarla, entendiendo por información las especificaciones y dibujos de las partes fabricadas.

El sistema para emitir, distribuir y mantener al día la información debe contemplar lo siguiente:

- Utilización de estándares y especificaciones al último nivel de revisión y aprobación del cliente.
- Disponibilidad inmediata de la información mediante la existencia de archivos bien definidos e identificados.
- Distribución oportuna a todas las áreas y departamentos involucrados.
- Manejar un programa permanente de mantenimiento y revisión periódica en todas las áreas y departamentos involucrados con la información.
- Archivos exclusivos para información obsoleta.

5.6.2 CONTROL DE CAMBIOS.

Un cambio es una modificación permanente a las especificaciones, normas o dibujos del producto. Debe ajustarse a los siguientes requerimientos:

- Previamente a su efectividad debe ser aprobada por escrito por el cliente.

- No debe efectuarse por cuenta del proveedor por si solo, aunque el diseño sea de su propiedad. 135
- Para programas de integración por etapas, cada una de ellas deberá ser validada por el cliente.
- La información que sea afectada por algún cambio, el proveedor deberá actualizarla e incorporarla en sus registros.

5.6.3 DESVIACIONES.

Una desviación es el uso temporal de características fuera de especificación referida a una cierta cantidad de partes o a un tipo de uso de la parte por un tiempo no mayor de un año.

Son requeridas eventualmente ya que el compromiso principal es cumplir con las especificaciones y normas establecidas.

Cuando son solicitadas al cliente se debe considerar lo siguiente:

- Solicitarla anticipadamente.
- No se deberá surtir el material que se pretende desviar antes de ser aprobado por el cliente.
- El material desviado deberá surtirse bien identificado.
- Se debe contar con registros de las desviaciones para controlar su vigencia, así como de los controles de las causas que originaron la inconformidad con las especificaciones para evitar la recurrencia.
- No se deben utilizar desviaciones que afecten la calidad del producto.

La información de los dibujos del producto debe contemplar como mínimo los siguientes puntos:

- Nombre del producto.
- Número de parte y módulo.
- Especificaciones y Normas a manejar.
- Sección de cambios (Aprobados por el cliente).
- Aprobación del cliente.
- Identificación de características críticas.
- Materiales utilizados en su fabricación.

5.6.5 ESPECIFICACIONES.

La fabricación de los productos se basa en especificaciones, normas y/o estándares aprobados por el cliente. El manejo, distribución y modificación a estas es realizada por los departamentos de ingeniería y como se mencionó anteriormente, la información que se ve afectada también se debe modificar cuando exista algún cambio en la especificación.

5.6.6 MANUALES O PROCEDIMIENTOS.

Esta información debe estar controlada por el departamento de Aseguramiento de la Calidad y debe ser difundida por este hacia todas las áreas afectadas, una vez que ha sido aprobada por todas ellas.

(Dirección General, Producción, Manufactura, Desarrollo Técnico, Materiales, etc.).

Periódicamente debe ser revisada y para ello debe contener un cuadro donde se indique esta, así como la fecha de emisión y efectividad.

5.7 · SERVICIO.

137

5.7.1 CONOCIMIENTO DEL CLIENTE.

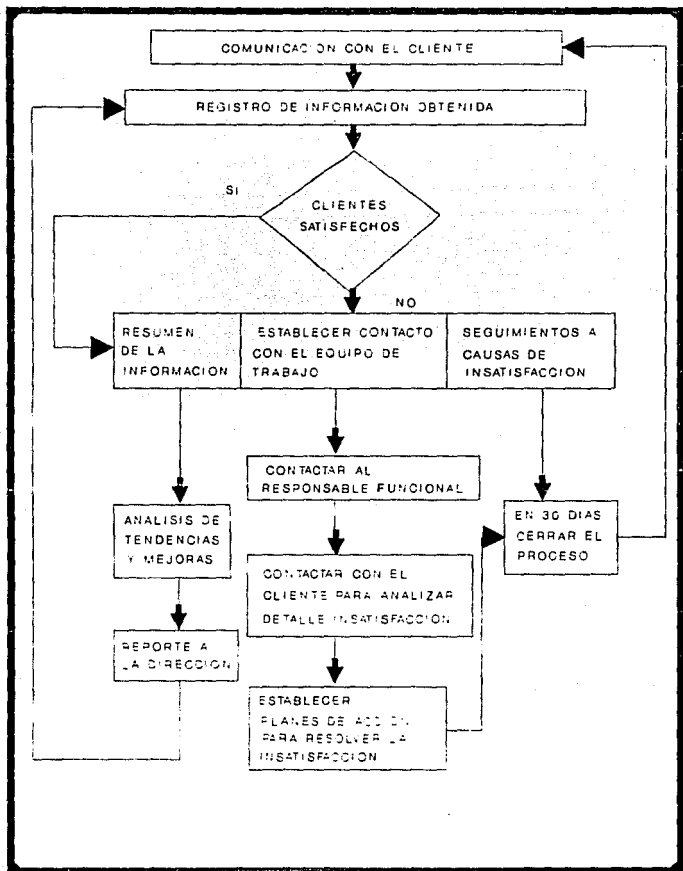
Con el objeto de conocer el comportamiento de sus productos, las empresas deben mantener una comunicación muy estrecha con sus clientes, a fin de obtener información siempre actualizada; esta comunicación se puede dar a través de visitas periódicas programadas y coordinadas por el departamento de Aseguramiento de la Calidad, involucrando las áreas productivas, de servicios y de ingeniería principalmente. En función a los requerimientos de cada cliente y en común acuerdo, se pueden realizar las visitas periódicas y/o llamadas telefónicas.

Es importante mencionar que dentro de la misma empresa existe la interrelación de áreas o células que son clientes y proveedores a la vez; y es ahí donde se debe mantener mucho mejor la comunicación.

5.7.2 SISTEMAS DE RESPUESTA.

De la comunicación realizada con el cliente se deben elaborar reportes y desarrollar programas de acción para satisfacer necesidades. Cuando por alguna circunstancia existen "Reclamos" se recomienda utilizar técnicas de análisis de problemas (Reportes de 8 disciplinas por ejemplo) con el objeto de optimizar resultados y retroalimentar al cliente a través de acciones a corto y largo plazo para evitar la repetición de los mismos.

Para la atención de quejas y reclamos, la empresa debe contar con el personal capacitado y el equipo necesario para dicha función; además de contar con la información por escrito sobre las condiciones de garantía otorgadas para el producto en cuestión, autorizada por el cliente.



Cuadro No. 9 SISTEMA DE COMUNICACION CON EL CLIENTE.

5.7.3 RESULTADOS.

139

Cero reclamaciones debe ser el objetivo y el compromiso firme y continuo con los clientes; cuando esto no ocurre es necesario contar con los indicadores que muestren el comportamiento, y así generar los planes de acción para alcanzarlo; todo ello apoyado por los altos niveles (Dirección General, Gerencias, etc.).

Es de primordial importancia contar con indicadores que muestren cuál es el grado de satisfacción con los clientes de una empresa, para dirigir los esfuerzos donde existan los puntos débiles, para proponer alternativas de solución y mejorarlos cada día.

5.7.4 AUDITORIAS Y ASESORAMIENTO A SUB-PROVEEDORES.

Con el objeto de ayudar a los proveedores a cumplir con los requerimientos de calidad de los sub-productos que conforman el producto final que se vende al cliente, es necesario auditarlos y asesorarlos. Con las auditorías se evaluará su capacidad para cumplir con los requerimientos; que de no cumplirse, deberán elaborarse los planes de acción para alcanzarlos (subcapítulo 5.4.1.7).

Una empresa no puede producir con calidad ni tener cero reclamaciones, si sus insumos no son de calidad, por ello es necesario también asesorar a los proveedores y hacerles ver sus puntos débiles.

Cuando se determina que algún proceso no es estable, hábil, o cuando algún material defectuoso es encontrado durante el proceso, por el proveedor o la planta consumidora, resulta necesario tomar acciones para eliminar los incumplimientos; ya que lo que debiera estar ocurriendo dista de lo que realmente ocurre.

Por lo anterior, es necesario también contar con procedimientos que indiquen claramente qué hacer cuando esto ocurra.

Se recomienda utilizar técnicas para la solución de problemas y manejar: Reportes de ocho disciplinas, Diagramas de causa-efecto, Estudios de correlación, Estratificación, Diseño de experimentos, etc.

Como mínimo se debe incluir lo siguiente:

- 1.- Definición clara del problema.
- 2.- Retención e inspección de todo el material sospechoso.
- 3.- Análisis del proceso y/o sistema de calidad para determinar las posibles causas. Cuando para algún problema no se conocen sus causas se recomienda utilizar metodologías para encontrar su solución orientadas hacia el trabajo en equipo: círculos de calidad, grupos de trabajo, etc.
- 4.- Identificar las causas reales del problema.
- 5.- Implantar las acciones correctivas para solucionar el problema y evitar la recurrencia.
- 6.- Evaluar la efectividad de las acciones correctivas.

7.- Documentar para la permanencia de las acciones y prevenir la 141
recurrencia del problema.

8.- Siempre que sea aplicable la estabilidad y habilidad del proceso
debe ser demostrada mediante el C.E.P.

9.- Las acciones que sean tomadas deben ser a prueba de errores, y
deben ser informadas a clientes, proveedores, capacitación y costos.

A continuación, se muestra un ejemplo de un reporte de 8 disci-
plinas, para la solución de un problema en equipo que se ha presentado
en la planta del cliente (industria terminal).

SOLUCION DE PROBLEMAS EN EQUIPO

8 DISCIPLINAS

1.- UTILIZAR EL ENFOQUE DE EQUIPO

Líder: ING. P. RAMIREZ
 Defensor: ING. A. SIERRA
 Facilitador: ING. M. CORDERO
 Secretario: ING. A. COUTO
 Participantes:

Planta	Proveedor	Sub-proveedor
<u>ING. M. CORDERO</u>	<u>ING. P. RAMIREZ</u>	
<u>ING. A. COUTO</u>	<u>ING. A. SIERRA</u>	

2.- DESCRIBIR EL PROBLEMA

Fuga de combustible entre inyector y distribuidor de combustible.

¿Quién? Laboratorio Metales II
 ¿Qué? Sistema Inyección T-I
 ¿Cuándo? 01-05-92
 ¿Cómo? Fuga de Combustible
 ¿Dónde? En Planta
 ¿Por qué? Falta de sello entre inyector y distribuidor de combustible
 ¿Cuántos? 2.31

ES

Sistema de inyección T-I
Falta de sello en unión
01-05-92
En planta
Fuga de gasolina en unión
29 piezas con falla

NO ES

Sistema de inyección T-II
Porosidad ni fractura
Antes de ésta fecha
En campo
Mangueras y tubos
Ninguna pieza

3.- IMPLEMENTAR Y VERIFICAR ACCIONES CONTENEDORAS

Todo el material se revisó con los siguientes resultados:

Fecha y Localidad	Partes Selecc.	Partes Rechazadas	% Rechazo
04-05-92 Planta	6074	29	0.47
04-05-92 Proveedor	342	0	0

Otras Acciones Contenedoras

02-05-92 Se incrementó torque al 100% del material en tornillo de fijación hasta 80 kg-cm, identificándolo con tinta negra y se continúa con esta acción hasta la semana 40/92.

4.- DEFINIR Y VERIFICAR CAUSAS REALES

En sesión de tormenta de ideas el 07-05-92 se identificaron 5 causas potenciales del proceso y una causa potencial del sistema, las cuales se indican a continuación:

Causas Potenciales del Proceso

Prioridad	Causa Potencial	% de Contribución
1	Desajuste de dispositivo para maquinado alojamiento de inyector.	40
2	Maquinado de alojamiento en 2 estaciones.	40
3	Secuencia de torque inadecuada.	5
4	Herramienta inadecuada para torque.	5
5	No existe especificación de perpendicularidad.	10

Causas Potenciales del Sistema

Prioridad	Causa Potencial	% de Contribución
1	Descuido de operario.	100

Verificación de Causas Reales

Causa Identif.	Fecha	Acción de Verificación	% de Confiabilidad
1,2	07-5-92	Se ajusta operación para realizarla en una misma estación con una sola fijación.	70
3,4	07-5-92	Se da torque a distribuidor de combustible en una misma estación y se cambia herramienta.	20
5	07-5-92	Se audita en mesa de coordenadas perpendicularidad (± 0.2 A) calculada por ingeniería	10

5.- VERIFICAR ACCIONES CORRECTIVAS

Causa Identif.	Fecha	Acción de Verificación	% de Efectividad
1,2	07-5-92	Se audita operación de maquinado.	100
3,4	07-5-92	Verificación visual de hermeticidad de junta.	100
5	07-5-92	Se audita torque en ensamble.	100

Operación	Inicial	Porcentaje Final	Mejora
Proceso	1500	0	100
Desperdicio	29	0	100
Auditoria de almacén			
Garantías			
Otras			

6.- IMPLEMENTAR ACCIONES CORRECTIVAS PERMANENTES

Causa Identif.	Fecha	Acción	% de Efectividad
1,2	07-05-92	Se libera operación de maquinado con mesa de coordenadas y realizar maquinado en una sola estación.	100
3,4	07-05-92	Verificación visual 100% de la hermeticidad de junta en estación de llenado.	100
5	07-05-92	Se cambia diseño de herramienta y se audita torque.	100

7.- PREVENIR LA REINCIDENCIA

- 21-05-92 Las hojas de inspección se revisaron para agregar:
Verificación de maquinado alojamiento inyector, verificación de torque en ensamble, verificación visual de fuga.
- 21-05-92 En la hoja del plan de control del proceso modificar:
Realizar torque en estación de esamble en distribuidor de combustible y realizar maquinado en una sola estación.
- 21-05-92 Auditoría producto terminado, se revisó para agregar:
Verificación visual de hermiticidad de junta.

8.- FELICITAR A SU EQUIPO

Reconocer los esfuerzos colectivos del equipo.

La operación ideal para cualquier empresa es lograr el flujo continuo de los productos a través del proceso de fabricación sin obtener piezas fuera de especificaciones y sin emplear ninguna desviación o retrabajos.

Para lograr esto se requiere contar con un sistema de costos de calidad, cuyo propósito es:

La medición en dinero (\$) de la efectividad del negocio en términos de CALIDAD, proporcionando así una herramienta de toma de decisiones que en combinación con un sistema de medición (\$) ayude al proceso de mejoramiento de calidad.

El propósito no es generar una comparación de desempeño, sino enfocarlo principalmente a lograr mejores resultados.

5.9.1 DEFINICIONES DE COSTOS DE CALIDAD.

Los Costos de Calidad se definen como:

$$CC = PC + PI$$

CC = COSTOS DE CALIDAD

PC = PRECIO DEL CUMPLIMIENTO

PI = PRECIO DEL INCUMPLIMIENTO

El precio del cumplimiento y el precio del incumplimiento pueden sub-dividirse en dos principales categorías:

PRECIO DEL CUMPLIMIENTO: Costos de Prevención y Costos de Evaluaciones.

PRECIO DEL INCUMPLIMIENTO: Fallas Internas y Fallas Externas.

PRECIO DEL CUMPLIMIENTO (PC): Es el gasto incurrido para producir o proporcionar un producto o servicio libre de defectos a la primera vez. 146

Costos de Prevención: Tienen como finalidad el evitar que ocurran defectos. Es el costo asociado con todas aquellas actividades necesarias para el diseño, implantación, mantenimiento y mejoramiento del sistema de calidad.

Ejemplos:

- Planeación de calidad.
- Pruebas de ingeniería (vibración, durabilidad, funcionamiento, laboratorio, etc.)
- Procedimientos escritos.
- Evaluación a proveedores.
- Diseño y desarrollo del equipo para información de resultados de calidad.
- Revisiones al personal (Descripción del puesto, perfil del puesto y evaluaciones).
- Capacitación.

Costos de Evaluación: Son los gastos necesarios para conservar en la empresa los niveles de calidad a través de una evaluación formal de la calidad de los productos.

Ejemplos:

- Inspección recibo.
- Inspección proceso.
- Inspección final y pruebas.
- Equipo de medición y calibración.
- Inspección en laboratorios.
- Pruebas e inspección a proveedores.

- Pruebas e inspección a materiales.
- Estudios de capacidad de máquina.
- Auditorías al sistema de calidad interno.

PRECIO DEL INCUMPLIMIENTO (PI): Es el costo de no hacer las cosas bien a la primera vez, es consecuencia de incurrir en el gasto como resultado de la falla del proceso. Incluye los costos resultantes de las fallas encontradas internamente durante el proceso, o externamente por el cliente al producir o proporcionar un producto o servicio.

Fallas Internas: Es el costo asociado con un producto o servicio que se detectó que no cumple con los requisitos de calidad antes de ser recibido por el cliente.

Ejemplos:

- Desechos.
- Retrabajos.
- Reinspecciones.

Fallas Externas: Es el costo asociado con un producto o servicio que se detecta que no cumple con los requisitos de calidad después de ser entregado al cliente.

Ejemplos:

- Reclamaciones de garantía.
- Análisis de material rechazado por clientes.
- Errores de facturación.
- Campañas de servicio.

Una vez que los costos de calidad han sido identificados y estructurados, es necesario analizarlos como una base para tomar la acción apropiada. El proceso de análisis consiste en examinar cada elemento de costo en relación con otros elementos y con el total. Incluye una comparación de tiempo en tiempo, es decir, los reportes de tipo regular de control de calidad se harán en forma periódica, ya sea semanal o mensualmente, o como sea necesario. Estos reportes contendrán los datos relativos a los costos de calidad de períodos anteriores para poder apreciar la tendencias que se presenten.

Un ciclo deficiente trabaja generalmente como sigue:

Mientras más defectos se producen aumentan los costos por fallas y tradicionalmente, a mayor número de fallas más inspección y esto significa costos de evaluación más altos.

Se ha comprobado que aún con una malla de inspección muy cerrada no se tiene mucho efecto en la eliminación de defectos, ya que algunos productos defectuosos van a salir de la planta y llegarán a manos de los consumidores, quienes enviarán las reclamaciones respectivas.

Los costos de evaluación van a permanecer altos mientras los costos por fallas permanezcan altos también y mientras más altos se encuentren, menor resultará el efecto de la acción preventiva.

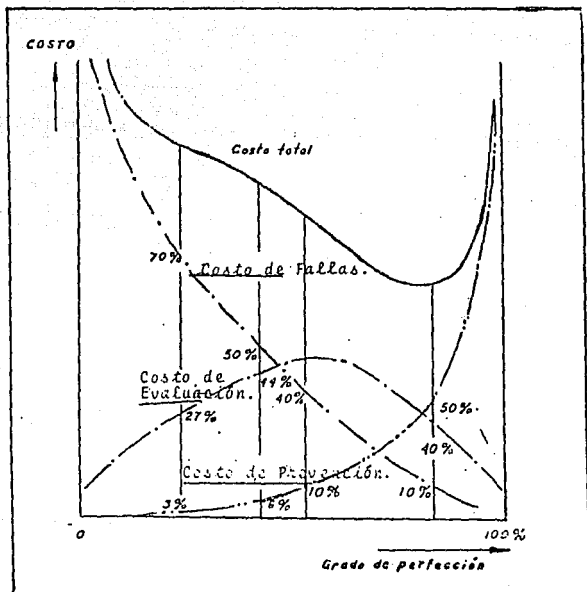
El ataque a través del Control Total de la Calidad consiste en invertir el ciclo y proporcionar la cantidad necesaria de prevención. Esto podría significar un incremento en los gastos para prevención con la finalidad de abatir los costos por fallas y por evaluación, lo

economizado pasará a ser un aumento en las utilidades. El incremento en los gastos de prevención no constituye un aumento en los gastos totales de la empresa, sale de las economías logradas en los gastos por fallas y por evaluación.

149

Se puede lograr una considerable reducción adicional en los costos de evaluación con una mejor calidad en el equipo de pruebas y de inspección y la actualización en los sistemas para el control de la calidad y con el reemplazo a la capacitación de operadores e inspectores en un número menor pero de más calidad en el control del proceso.

El resultado final será una reducción considerable de los costos y un aumento en el nivel de la calidad.



La curva superior corresponde al costo total de la calidad para cualquier grado de perfección requerido. Esta curva se obtiene sumando las curvas inferiores de costo de fallas, de evaluación y de prevención.

En la gráfica se observa que el costo de fallas disminuye conforme el grado de perfección del proceso aumenta y en forma contraria el costo de prevención crece lógicamente para obtener la perfección.

El costo de evaluación no aumenta según el grado de perfección, sino que crece mientras la prevención es insuficiente hasta alcanzar un valor máximo para después decrecer en la proporción en que la prevención lo eficiente. Se ve también que el costo de evaluación puede ser muy pequeño o sea, evaluación muy eficiente pero el costo de prevención se dispara entonces demasiado.

La quinta línea vertical indica el punto óptimo de esta gráfica, determinado por el costo total más bajo y con los valores de 50%, 40% y 10% para los costos de prevención, evaluación y de fallas respectivamente.

Es indudable que hoy en día, los sistemas de calidad han dejado de ser una moda en nuestro país y se han convertido en una necesidad prioritaria e indispensable en las empresas públicas y privadas, para ingresar y mantenerse dentro de la nueva era económica y comercial que rige al mundo, la cual se caracteriza por la globalización de los mercados, así como de niveles de excelencia en calidad y competitividad.

Ante esta situación, en el presente trabajo se desarrolló un adecuado sistema de calidad actualizado para los fabricantes de autopartes (proveedores), ya que en ellos recae la gran responsabilidad de la calidad de los materiales, materia prima y partes a utilizar en la industria del automóvil. Así mismo, sirve de guía a los proveedores, para satisfacer los requisitos mínimos de los sistemas de calidad establecidos por las diferentes plantas armadoras de la industria automotriz terminal (clientes).

En el contenido de esta tesis presentamos problemáticas y alternativas de solución, para las cuales formulamos las conclusiones siguientes:

- En la industria nacional de autopartes se requiere contar con un sistema de calidad que contemple las características, necesidades y problemática de nuestras empresas, así como la idiosincracia, motivadores y forma de ser del mexicano. En muchos casos se ha dado un enfoque parcial respecto a la calidad y productividad, se aplican modelos extranjeros sin suficiente adaptación a nuestro medio y los resultados como es de esperarse no son totalmente satisfactorios. Casi todos minimizan el papel de la tecnología debido a que en los

países donde fueron originados (Japón, U.S.A.), el acceso y el dominio de la tecnología es cosa fácil que puede ser dado como un hecho.

- Hasta ahora la actitud y comportamiento de muchos mexicanos ha sido receptiva, y por ello se requiere de cambios en estos patrones tradicionales para ser mejor. Nuestro país al igual que otros países han fincado su desarrollo en los recursos naturales, pero en la actualidad, también es necesario que se desarrolle en el aspecto humano. Además de los avances tecnológicos, el verdadero secreto está en el hombre; y que hoy día está más conciente de su valor. Se requiere hacer un cambio en la estructura de nuestras empresas, más humana, de tal manera que le permita ser reconocido y apoyado en su desarrollo profesional y personal.

Si una empresa es grande es porque ha hecho grande a su gente; ya que además de poner su mano de obra en todo lo que hace, pone espíritu de obra; lo que explica su satisfacción por un trabajo bien hecho desde su primera intención. La implantación de cualquier sistema en una organización que no contemple al hombre como ser conciente de su valor, no podrá tener éxito.

- Hoy, afortunadamente se habla de mejorar la calidad, y creemos que el área de mayor oportunidad para el desarrollo del país respecto a la calidad está en la educación. En México, se requiere iniciar la preparación de la calidad desde el nivel básico de educación en la niñez, para así poder crear conciencia de la importancia de la calidad en todas las personas.

En el proceso educativo deben introducirse: La filosofía de calidad y las herramientas básicas de control estadístico de calidad, para que estos conceptos formen parte integral de nuestra cultura nacional. Así como también colaborar con las empresas en el desarrollo de especialistas en estos temas.

- El papel de las técnicas estadísticas de control de calidad, no es la inspección, ni es separar las partes buenas de las malas, sino controlar y mejorar el proceso proporcionando los insumos necesarios. Una de las claves para el enfoque de prevención de defectos, es la aplicación de las técnicas estadísticas para analizar el comportamiento del proceso, y el resultado del mismo; tomando esta información e interpretándola correctamente, nos permite mostrar las acciones que son necesarias para corregirlo. Si no tomamos las acciones apropiadas en el tiempo requerido cualquier información proporcionada se estará desperdiciando.

Las acciones que se tomen para mejorar el proceso están orientadas hacia el futuro, en el sentido que preverán que vuelvan a ocurrir problemas.

- A pesar de las limitaciones existentes en una empresa, es necesario establecer y lograr objetivos para superar dichas limitaciones. "Nunca tenemos tiempo para hacer las cosas, pero siempre tenemos tiempo para repetir las". Para todo esto es necesario también tener un grado de conciencia mediante el cual exista el convencimiento, la involucración y la responsabilidad compartida de toda la empresa, misma que consideramos que con esta tesis fue fortalecida.

GLOSARIO DE TERMINOS

1) **ACCIONES CORRECTIVAS.**- Acción dirigida y documentada, que se lleva a cabo para eliminar la raíz de un incumplimiento.

2) **A PRUEBA DE ERRORES.**- Establecer procedimientos que hagan imposible que se entregue un incumplimiento a un cliente.

3) **AUDITORIAS DE CALIDAD.**- Revisión de la existencia de la documentación, aplicación, cumplimiento y efectividad de los requisitos establecidos para el aseguramiento de la calidad, determinando el estado en que se encuentran con base a un nivel de referencia. Así, por ejemplo, se conocen auditorías de calidad encaminadas a la revisiones del sistema, del proceso de fabricación y del producto.

4) **AYUDAS VISUALES.**- Cualquier dibujo, parte gráfica o modelo colocado en el área adecuada que ayude a entender mejor y apropiadamente las operaciones de manufactura y/o ensamblado en el proceso; además de indicar frecuencia, método y equipo de verificación.

5) **CALIDAD.**- "Cumplir con los requisitos". Cualquier producto, servicio o proceso que cumpla con sus requisitos; es un producto, servicio o proceso de calidad.

6) **CARACTERISTICA.**- Aspecto distintivo de un proceso o su producto, del cual pueden colectarse datos variables o atributos.

7) **CARACTERISTICA CRITICA O DE CONTROL.**- Es aquella característica de una parte que requiere control adicional. Estas están identificadas en los dibujos de ingeniería y en las especificaciones con un símbolo de la delta invertida (∇).

8) **CARTA DE CONTROL.**- Es la representación gráfica de las estadísticas obtenidas al muestrear una característica durante su proceso. Su utilización permite diagnosticar el estado del proceso y controlarlo.

9) *CAUSA COMUN (DE VARIACION EN EL PROCESO)*. - Es una fuente de variación que siempre está presente, es parte de la variación normal inherente al proceso mismo. Su origen puede, usualmente, ser rastreado hasta un elemento del sistema, el cual sólo la gerencia puede corregir debido a que pudiera existir la necesidad de compra de una nueva máquina.

10) *CAUSA ESPECIAL (DE VARIACION EN EL PROCESO)*. - Es una fuente de variación que es intermitente, impredecible e inestable. También denominada causa asignable, está señalada por un punto fuera de control o tendencias, adherencias, corridas u otros patrones de puntos no casuales dentro de los límites de control.

11) *CERO DEFECTOS*. - Estándar de realización que dice que el incumplimiento no es aceptable; un compromiso para cumplir con todos los requisitos de los procesos de trabajo, desde la primera vez y siempre.

12) *CLIENTES*. - Aquéllas personas que reciben el resultado de un proceso. Hay clientes finales e inmediatos, internos y externos.

13) *CONTROL DEL PROCESO*. - Es la recolección de datos de un proceso, el uso de cartas de control y el establecimiento de un sistema de retroalimentación, para prevenir la manufactura de productos fuera de especificación.

14) *CONTROL ESTADISTICO O ESTABILIDAD*. - Es la condición que describe un proceso en el cual todas las causas especiales de variación han sido eliminadas y solamente permanecen las causas comunes. Esto se demuestra por ausencia de puntos fuera de los límites de control y por la ausencia de patrones no casuales o tendencias, adherencias y corridas dentro de los límites de control.

15) *CUMPLIMIENTO*. - Situación en la cual un producto, servicio o proceso de trabajo cumple con sus requisitos.

16) *DAR SEGUIMIENTO.*- Revisión del proceso para asegurarse de que la acción correctiva continúa implantada y de que no se han creado nuevos problemas.

17) *DESVIACION.*- Es un documento editado por los departamentos de Desarrollo Técnico del cliente o del proveedor, que autoriza estar temporalmente fuera de especificaciones de ingeniería. Esta desviación es normalmente restringida a un número específico de piezas o a un período de tiempo.

18) *DESVIACION ESTANDAR.*- Es una medida de la dispersión del proceso o de la dispersión de una muestra estadística tomada del proceso, y se representa con la letra griega minúscula sigma (σ).

19) *DETECCION.*- Es una estrategia orientada a identificar partes fuera de especificación después de que han sido producidas.

20) *DISTRIBUCION BINOMIAL.*- Es una distribución de probabilidades para atributos que se aplica en el caso de unidades defectuosas y sobre la cual se basan las gráficas p y np .

21) *ESPECIFICACION.*- Es el requisito de ingeniería que permite juzgar la aceptabilidad de una característica en particular, se selecciona de acuerdo a los requisitos funcionales del producto o del cliente; Una especificación puede ser consistente o no, con la habilidad demostrada del proceso (si no lo es, partes fuera de especificación serán fabricadas), una especificación no debe ser confundida con un límite de control.

22) *ESPECIFICACIONES BILATERALES.*- Son aquéllas que establecen un valor máximo y uno mínimo.

23) *ESPECIFICACIONES UNILATERALES.*- Son aquéllas que establecen un valor máximo o uno mínimo solamente. Como ejemplos se tienen la concen-

tricidad (diámetros A y B concéntricos dentro de 0.5 mm máximo) y la planicidad (plano dentro del 0.1 mm máximo).

24) **EVALUAR.**- Formar un juicio utilizando un criterio de resolución predeterminado, para saber si la acción correctiva ha eliminado o no la raíz del incumplimiento.

25) **FALLAS DEL SISTEMA.**- Es una fuente de generación de variación que es una característica de varias operaciones, máquinas, etc., constante a través del tiempo y que requiere de la acción de la gerencia para su corrección, es una condición asociada al diseño y construcción del proceso, más que a la forma en que es operado; siendo esta última una parte de las causas comunes de variación, las fallas del sistema constituyen el 85% aproximadamente de los problemas de calidad de manufactura.

26) **FALLAS LOCALIZADAS.**- Es una fuente de variación asociada al operador, máquina, etc., que puede ser solucionada por el operador mismo, el supervisor o personal de servicio de planta, es una condición asociada a la forma en que el proceso es operado más que al diseño y construcción del mismo y se identifica generalmente con una causa especial de variación en la gráfica de control; las fallas localizadas constituyen el 15% aproximadamente de los problemas de calidad de manufactura.

27) **HABILIDAD.**- Es la capacidad que tiene el proceso de apegarse a las especificaciones; se determina comparando la dispersión natural del proceso, cuando se encuentra estadísticamente estable, contra el rango especificado. Existen diversos índices de habilidad de los procesos (C_p y C_{pk}).

28) **INDICE DE C_p .**- Capacidad inherente de una máquina o proceso calculada como un índice, dividiendo la tolerancia total entre 6σ .

29) **INDICE DE CPK.**- Índice de habilidad en relación a la media de especificaciones y a la media del proceso; $Cpk = Z \text{ mínima} / 3$.

30) **INSUMOS.**- (son las entradas al proceso) Materiales e información necesarios para operar un proceso.

31) **METODO DE ANALISIS.**- Se refiere a la forma en que se debe inspeccionar una característica: dimensión, resistencia, etc., de una parte dada, para definir si es o no satisfactoria. Pueden ser instrucciones directas, cómo usar un aparato de medición, revisar una carta de control estadístico, realizar una prueba en un banco o equipo, revisar un reporte, etc.

32) **HUESTRA.**- Es uno o más eventos o mediciones individuales seleccionados de la producción de un proceso.

33) **HUESTRA ALEATORIA.**- Muestras elegidas de manera tal, que cualquier ITEM resultante del proceso tiene igual probabilidad de ser elegido, sin importar ningún tipo de ordenamiento existente como la secuencia de producción.

34) **OCHO DISCIPLINAS (8-D).**- Es un método ordenado para la solución de problemas usando el enfoque de trabajo en equipo. También es conocido como reporte de análisis de problemas o TOPS (Team Oriented Problem Solving "solución de problemas con orientación en equipo"), en donde el término "con orientación en equipo" significa que se cuenta con la participación de un grupo interdisciplinario de trabajo.

35) **OPERACION CRITICA.**- Es aquella operación del proceso que por sus condiciones, características o importancias dentro del mismo, durante la instalación del producto terminado o para el funcionamiento de la parte resulta muy importante.

36) *OPERACION DE SEGURIDAD*.- Es aquélla operación del proceso que por sus condiciones durante el mismo o en su uso como parte terminada, puede afectar la seguridad del operario o del usuario final.

37) *PARTES DISCREPANTES*.- Son aquéllas que no cumplen con una especificación u otro estándar de inspección; llamadas también partes defectuosas. Las gráficas *p* y *np* son utilizadas para analizar sistemas que producen partes discrepantes.

38) *PREVENCION*.- Es una estrategia orientada hacia el futuro que mejora la calidad y la productividad por medio de análisis y acciones directas para corregir el proceso. La prevención es consistente con el concepto de la mejora continua.

39) *PROCESO*.- Es la combinación de mano de obra, maquinaria y equipo, materia prima, métodos y medio ambiente que producen un producto dado o servicio.

40) *PROCEDIMIENTOS ESCRITOS*.- Todas aquéllas directrices o lineamientos que definen las acciones para la ejecución de una operación, proceso o sistema.

41) *PRODUCTO*.- Algo hecho por la industria humana.

42) *PROVEEDORES*.- Son aquéllas personas que proporcionan insumos de material o información a un proceso, los proveedores pueden ser externos o internos.

43) *PROVEEDOR DE LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ TERMINAL*.- Empresa encargada de suministrar materias primas, partes o sub-ensambles, a la industria automotriz terminal, en base a un contrato u orden de compra.

44) **PRUEBA.**- Ensayo y evaluación de un proceso, antes de la operación a toda escala para describir si puede o no cumplir con sus requisitos en forma constante.

45) **PRUEBAS EN EL PROCESO.**- Son pruebas especificadas por Ingeniería del producto para ser usadas como un criterio de aceptación en base continua durante la producción.

46) **PRUEBA FUNCIONAL.**- Es la evaluación realizada por el cliente o el proveedor con muestras iniciales para asegurar que se ensamblen correctamente, se ajusten a requerimientos operacionales, cumplan especificaciones de ingeniería y sean apropiadas para su uso.

47) **REGISTROS DEL COMPORTAMIENTO DE LA CALIDAD.**- Son documentos que muestran los resultados de inspecciones y pruebas efectuadas en materiales, partes y ensambles.

48) **REGISTROS DEL SISTEMA DE CALIDAD.**- Son documentos tales como hojas de instrucción de inspección, instrucciones de prueba de laboratorio; así como resultados sobre verificaciones y calibraciones al equipo de medición y pruebas. Estos documentos definen la operación del sistema de Aseguramiento de la calidad.

49) **REPETIBILIDAD.**- (Instrumentos de medición y equipo de prueba). Variación en las condiciones obtenidas cuando una persona mide la misma dimensión o característica usando el mismo instrumento de medición.

50) **REQUISITOS.**- Son las expectativas de un producto, servicio o proceso. Los requisitos describen un resultado o bien, los insumos al proceso.

51) **SUB-PROVEEDOR.**- Se refiere a la fuente de abastecimiento de la empresa encargada de suministrar a la industria automotriz terminal.

52) **UNIDADES FUERA DE ESPECIFICACION (PRODUCTO).**- Unidades que no satisfacen especificaciones y otros estándares de inspección; algunas veces se les llama unidades discrepantes o defectuosas.

53) **VARIABLES.**- Son aquéllas características de una parte que pueden ser medidas (ejemplos: longitud, par de apriete, dureza, etc.).

54) **VARIACION.**- Es la diferencia inevitable entre partes individuales obtenidas en un proceso. Las fuentes de variación pueden ser agrupadas en dos clases principales: causas comunes y causas especiales.

BIBLIOGRAFIA

- * **ARRÓGA HERRERA FELIPE DE J.**
 - " Calidad el Secreto de la Productividad "
 - Editora Técnica
 - 10a. Edición México 1985

- * **BONJALIL SOTO JORGE A.**
 - " Qué hay más allá del Aseguramiento de la Calidad "
 - Memorias del XVII Congreso Nacional de Control de Calidad
realizado en México, D.F.
 - IMECCA (Instituto Mexicano de Control de Calidad, A.C.)
 - México 1989

- * **BOOK - ALLEN & HAMILTON E INFOTEC**
 - " Industria de Autopartes "
 - Estudio elaborado para el gobierno de México.
 - INFOTEC: (Información Técnica), empresa mexicana de consultoría.
 - 1a. edición México, D.F. 1987

- * **COMITE DE CALIDAD DE LA INDUSTRIA NACIONAL DE AUTOPARTES
(C.C.I.N.A.)**
 - " Guía Unificada de Calidad de la Industria Nacional de Autopar-
tes "
 - 1a. Edición México 1990

- * **DUNCAN ACHESON J.**
 - " Control de Calidad y Estadística Industrial "
 - Editorial Alfa Omega
 - 2a. Edición 1990

- **FRIGENBAUM V. ARMAND**

" Control Total de la Calidad "

Editorial C.E.C.S.A.

7a. Edición México. 1990

- **INSTITUTO TECNOLOGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES MONTERREY (I.T.E.S.M.)**

" Control Estadístico del Proceso "

Módulos 1 al 10. Centro de calidad, división de graduados e investigación.

Monterrey, N.L. Mex. 1986

- **INFOTEC**

" La Calidad Total y el Futuro de la Industria de Autopartes "

Seminario impartido por INFOTEC.

México, D.F. 1990

- **ISHIKAWA KAORI**

" ¿ Qué es el Control de Calidad ?. La modalidad japonesa "

Editorial Norma

1a. edición en español México 1986

- **MANZO HUGO Y PARDAVE MARCO ANTONIO**

" Aseguramiento de Calidad de Prototipos con una Responsabilidad Compartida "

Memorias del XIII Congreso Nacional de Control de Calidad realizado en 1986 en la Cd. de Puebla, Mex.

IMECCA (Instituto Mexicano de Control de Calidad, A.C.)

* **NORMAS I.S.O. 9000 a 9004 (INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION).**

INFOTEC (Información Técnica) México, D.F. 1989.

* **ROTHÉRY BRIAM**

" ISO 9000. La norma y su implantación "

Editorial Panorama

2a. Edición 1992