

300617



UNIVERSIDAD LA SA

34
2ej

ESCUELA DE INGENIERIA
INCORPORADA A LA UNAM

LA AUTOCERTIFICACION DE CALIDAD EN LA
MICRO, PEQUEÑA Y MEDIANA INDUSTRIA

TESIS PROFESIONAL

Que para obtener el Título de:
Ingeniero Mecánico Electricista
Area Principal en Ingenieria Industrial
Presenta:

Gerardo Manuel Gómez Zánchez
DIRECTOR DE TESIS:
ING. JOSE MANUEL CAJIGAS RONCERO

MEXICO, D: F.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1992



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.
ANTECEDENTES.....	1
INTRODUCCION.....	2
CAPITULO I	
EL PROCESO DE INDUSTRIALIZACION EN MEXICO Y SU RELACION CON LA CALIDAD DEL PRODUCTO.....	5
I.1 LOS NUEVOS INDUSTRIALES MEXICANOS.....	6
I.2 EL OBJETIVO DE LOS NUEVOS INDUSTRIALES MEXICANOS..	8
I.3 LA POLITICA DE IMPORTACION.....	9
I.4 POLITICA ECONOMICA DEL GOBIERNO.....	11
I.5 EL INGRESO DE MEXICO AL GATT.....	13
I.6 EL CONCEPTO DE RECONVERSION INDUSTRIAL EN MEXICO..	15
I.7 EL PAPEL DE LA PEQUEÑA Y MEDIANA INDUSTRIA.....	18
I.8 SITUACION ACTUAL Y PERSPECTIVAS DE LA INDUSTRIA MEXICANA.....	22
I.9 EL CONTROL DE CALIDAD DE ACUERDO A LA ECONOMIA DE CADA EMPRESA.....	27
CAPITULO 2	
CARACTERISTICAS E IMPORTANCIA DEL CONTROL DE CALIDAD....	29
2.1 ANTECEDENTES DEL CONTROL DE CALIDAD.....	30
2.2 DIFERENCIAS Y DEFINICIONES.....	31
2.3 FUNDAMENTOS QUE JUSTIFICAN LA PREOCUPACION POR LA CALIDAD.....	38
2.3.1 LA NECESIDAD DE OFRECER PRODUCTOS CONFIABLES PERMANENTEMENTE.....	39
2.3.2 LA NECESIDAD DE CONOCER LA RAZON DE LOS PROBLEMAS QUE EXISTEN EN EL PROCESO.....	39

2.3.3	LA NECESIDAD DE SABER CUAL ES EL IMPACTO ECONOMICO DE LA MALA CALIDAD EN LOS COSTOS DE PRODUCCION.....	40
2.3.4	LA NECESIDAD DE CONOCER LA PRODUCTIVIDAD DEL PERSONAL.....	41
2.3.5	LA NECESIDAD DE CONOCER LOS REGLAMENTOS QUE RIGEN ENTORNO AL PRODUCTO.....	41
2.3.6	LA ETICA PROFESIONAL Y COMERCIAL.....	42
2.4	RELACION DEL CONTROL DE CALIDAD CON OTRAS AREAS...	42
2.4.1	PRODUCCION.....	43
2.4.2	COMPRAS.....	44
2.4.3	VENTAS.....	44
2.4.4	FINANZAS.....	44
2.4.5	MARCO LEGAL.....	45
2.4.6	MERCADOTECNIA.....	45
2.5	EL CONTROL DE CALIDAD EN LA ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.....	47
CAPITULO 3		
	FUNDAMENTOS DE ESTADISTICA.....	53
3.1	DEFINICION Y ANTECEDENTES HISTORICOS.....	54
3.2	DIVISION DE LA ESTADISTICA.....	54
3.3	ORGANIZACION DE DATOS MEDIANTE UNA DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS.....	56
3.4	REPRESENTACIONES GRAFICAS DE LA DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS.....	65
3.4.1	HISTOGRAMA.....	65
3.4.2	POLIGONO DE FRECUENCIAS.....	70

3.5 MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL.....	73
3.5.1 LA MEDIA.....	73
3.5.2 LA MEDIANA.....	74
3.5.3 LA MODA.....	74
3.6 MEDIDAS DE DISPERSION.....	75
3.6.1 RANGO O RECORRIDO.....	75
3.6.2 DESVIACION ESTANDARD.....	75

CAPITULO 4

LA AUTOCERTIFICACION DE CALIDAD EN EL PROCESO DE PRODUCCION.....	78
4.1 LA IMPORTANCIA DEL OBRERO EN EL PROCESO DE PRODUCCION.....	79
4.2 PARTICIPACION DE LA DIRECCION.....	80
4.3 DEFINICION DEL CONCEPTO DE AUTOCERTIFICACION EN EL CONTROL DE CALIDAD.....	80
4.4 UN PERFIL DEL OBRERO MEXICANO, SUS RECURSOS Y NECESIDADES.....	82
4.5 PROCESO DE IMPLANTACION PARA LA AUTOCERTIFICACION DE CALIDAD.....	87
4.5.1 DEFINICION DE OBJETIVOS Y ASIGNACION DE LIDER DE PROYECTO.....	88
4.5.2 IDENTIFICACION DE LA VARIABLE.....	89
4.5.3 CAPACITACION DEL OBRERO.....	92
4.5.4 GRAFICAS DE CONTROL.....	94
4.5.5 SELECCION DE LA GRAFICA DE CONTROL.....	95
4.5.6 GRAFICAS DE CONTROL POR VARIABLES (\bar{x} -R).....	97
4.5.6.1 CONSTRUCCION DE LAS GRAFICAS DE CONTROL POR VARIABLES (\bar{x} -R).....	99

4.5.6.2 INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS EN LAS GRAFICAS DE CONTROL POR VARIABLES (x-R).....	103
4.5.7 GRAFICAS DE CONTROL POR ATRIBUTOS.....	106
4.5.7.1 CONSTRUCCION DE LAS GRAFICAS DE CONTROL "np".....	108
4.5.7.2 CONSTRUCCION DE LAS GRAFICAS DE CONTROL "C".....	111
CONCLUSIONES.....	114
BIBLIOGRAFIA.....	116

ANTECEDENTES

La inminente apertura comercial en Norteamérica, y la globalización mundial de los mercados, representan para la micro, pequeña y mediana industria mexicana un reto a la calidad de sus productos.

Debido a que nuestro país no desarrolla tecnología de vanguardia, los industriales mexicanos tienen la necesidad de importar los equipos, herramientas, y en algunos casos materiales y hasta técnicos, para poder producir los bienes que comercializarán tanto en el país como en los mercados internacionales.

Sin lugar a dudas esto se convierte en una amenaza para los medianos, pequeños y microindustriales, quienes lejos de poder adquirir nuevas tecnologías, se ven obligados a adquirir maquinaria y equipo de segunda mano - en el mejor de los casos -; si por fortuna el industrial adquiere maquinaria nueva, generalmente debe contratar los servicios de mantenimiento en el extranjero, situación que resulta costosa para estos industriales.

Con base a lo anterior, es evidente que el camino para mejorar la calidad de los productos fabricados en la micro, pequeña y mediana industria, no debe basarse únicamente en la modernización de maquinaria y equipo que usan (sin embargo esta modernización debe darse paulatinamente), ya

que esto representa erogaciones de dinero considerables a corto plazo.

Uno de los principales atractivos que encuentran las maquiladoras extranjeras en nuestro país, radica en el costo de la mano de obra, el cual en comparación con otras naciones es bajo; esta misma situación puede ser aprovechada por los industriales mexicanos.

Tomando como referencia el escenario anterior, el proyecto "LA AUTOCERTIFICACION DE CALIDAD EN LA MICRO, PEQUEÑA Y MEDIANA INDUSTRIA DE MEXICO", es una alternativa para mejorar la calidad de los productos; este proyecto se fundamenta en la supervisión continua y constante del proceso de producción por parte del obrero, quien usa un modelo de control de calidad con parámetros estandarizados.

Esta situación disminuye considerablemente el costo inicial de inversión para implementar un sistema de control de calidad confiable y permanente en la industria.

INTRODUCCION

Solemos decir que los tiempos actuales son de cambio, cuando en realidad siempre ha sido así; lo que verdaderamente se ha modificado es la velocidad del proceso de transformación, ya que cada vez es más acelerado. Por ello, para apoyar y lograr los resultados esperados en la producción de las industrias micro, pequeña y mediana, es necesario conocer y entender en dónde están situadas dichas industrias actualmente.

El presente estudio tiene como objetivo mejorar la calidad del producto fabricado en las industrias antes mencionadas, ya que permite ubicar su situación en el contexto actual, conocer y dimensionar la importancia de la calidad del producto y, finalmente, aplicar un sistema de control de calidad funcional y económico.

De acuerdo a lo anterior, en el capítulo I se da a conocer el proceso de industrialización en México, el cual actualmente vive un momento coyuntural que se inició con la eliminación de cuotas y permisos previos de importación, siguió con la reducción de aranceles y deberá culminar con el tratado de libre comercio en Norte América.

Se expone la necesidad de enfocar los esfuerzos y canalizar mayores recursos para mejorar la calidad del producto en las micro, pequeñas y medianas industrias.

En el capítulo II se analizan las características e importancia del control de calidad, por medio de los antecedentes, conceptos y definiciones del mismo; posteriormente se presentan los fundamentos que justifican la preocupación por la calidad del producto, y por último, se propone un modelo para localizar al área de control de calidad dentro de la estructura organizacional.

A efecto de lograr una amplia comprensión de los métodos y herramientas que conlleva la aplicación de este sistema de control de calidad, en el capítulo III se explican algunos fundamentos de estadística, que van desde la colección y ordenación de datos hasta el conocimiento de las medidas de tendencia central y las medidas de dispersión, mismas que facilitan el conocimiento de un fenómeno o acontecimiento por medio de los datos que se obtienen del mismo.

Finalmente, en el capítulo IV se propone la implantación de un sistema de control de calidad, basado en la autocertificación de la manufactura por parte del obrero.

Todo proyecto para mejorar la calidad requiere de una activa participación por parte de los dueños y gerentes de la empresa; sin embargo, aunado a lo anterior, se hace indispensable la colaboración directa y decidida de la mano de obra, por lo que este sistema enfatiza en la necesidad de capacitar y motivar constantemente al obrero, para lograr los niveles de calidad deseados.

CAPITULO I**EL PROCESO DE INDUSTRIALIZACION EN MEXICO
Y SU RELACION CON LA CALIDAD DEL PRODUCTO**

I.1 LOS NUEVOS INDUSTRIALES MEXICANOS

Los pensamientos y actitudes de los actuales industriales mexicanos pueden ser comprendidos unicamente si apartamos y analizamos por separado a un periodo del proceso de Revolución Industrial en México.

Dicho periodo inicia cuando la Segunda Guerra Mundial se encontraba en pleno desarrollo, en ese tiempo, se dió a conocer en México un conjunto de industriales, quienes aunque no tenían un nombre especial solían llamarse entre ellos "Industriales Progresistas".

Estos industriales estaban compuestos principalmente por dueños de pequeñas fábricas manufactureras; La mayoría de las cuales se instalaron al inicio de la Segunda Guerra Mundial para satisfacer la demanda del mercado mexicano, mismo que ya no era abastecido por productos del exterior.

Debido a lo anterior, las industrias representadas por este grupo eran pequeñas y de reciente origen.

Una característica muy importante de estos industriales fué la utilización de capital mexicano para la creación de sus fábricas, lo cual los dejaba fuera de aquellas nuevas industrias en las que participaba capital norteamericano; otra característica de estos industriales es que no gozaban de buenas relaciones con las principales instituciones financieras de México.

Como lo sugieren los aspectos anteriores, los empresarios que formaron este grupo aún no se sentían firmemente establecidos en la economía mexicana; para ellos el futuro era incierto, ya que también les inquietaba la competencia de los países cuya industria era avanzada y donde los productos eran fabricados en serie; aunado a esto sentían la competencia norteamericana muy cerca.

Este grupo deseaba que el mercado mexicano fuera para los industriales mexicanos y esperaban que el gobierno hiciera algo para que esto sucediera. Para tener mayor fuerza como grupo, trataron de unirse con otros sectores, tales como el agrícola y el obrero.

La organización que expresa el punto de vista de este nuevo grupo de industriales mexicanos es la Cámara Nacional de la Industria de la Transformación (CANACINTRA), esta organización es relativamente nueva, ya que data de abril de 1942.

A pesar de esta juventud, ha jugado un papel muy importante en el desarrollo de la industria en México, ya que los líderes de esta cámara hicieron que se convirtiera en una efectiva y activa corporación.

En contraste con el nuevo grupo, los otros industriales mexicanos no formaron una corporación unificada con un programa positivo; comenzaron a mostrar, en cierta medida, algunos signos de solidaridad, pero en realidad era su

oposición al nuevo grupo lo que los hizo unirse.

Además de las industrias representadas por este nuevo grupo, pueden distinguirse tres grandes grupos de industrias manufactureras en México durante esa época, las cuales son:

- 1) Industrias que fueron importantes para la economía mexicana antes de la Segunda Guerra Mundial.
- 2) Nuevos y extensos grupos de industriales aventurados que sostenían relaciones con empresarios norteamericanos o cuyas empresas eran formadas en parte con capital estadounidense.
- 3) El más antiguo y pequeño grupo estaba formado por artesanos dedicados a fabricar mercancía para el mercado local.

I.2 EL OBJETIVO DE LOS NUEVOS INDUSTRIALES MEXICANOS.

Es evidente que este grupo desempeñó un papel muy importante para el desarrollo de una conciencia industrial en México y su fin principal era el de elevar el nivel de vida del pueblo mexicano; ellos suponían que la única forma para lograr su objetivo radicaba en la industrialización del país.

Desde este punto de vista, el desarrollo de la manufactura no era solamente cuestión de negocio, no era un problema de inversión de capital, o de emplear a cierta fuerza de trabajo; era la fuerza vital para obtener las mayores

ganancias económicas y sociales.

I.3 LA POLITICA DE IMPORTACION.

Para asegurar de manera primordial el desarrollo industrial, el nuevo grupo consideró necesaria la acción del gobierno. En cualquier punto del programa la actitud del gobierno sería la de un agente de cooperación, nunca como un factor económico independiente.

Estos industriales consideraron que la mejor medida para asegurar el éxito de la industrialización mexicana era el de crear y dar seguimiento a una efectiva política de importaciones. En ese momento la industria mexicana no podía coexistir con la competencia extranjera, porque los costos de producción en la manufactura eran más elevados en México que en las naciones industrializadas.

Esta desventaja en la competencia con otros productos puede ser explicada por las siguientes razones:

- a) Estrecho tamaño del mercado interno. Las pequeñas fábricas, que se iniciaban, no podían disfrutar las ventajas que tienen por sí mismas las grandes escalas de producción.
- b) Resquebrajamiento en la estructura interna de la industria. Esto sucede ya que en realidad no existía unión, y sí una tendencia separatista.

c) Ineficiencias técnicas y financieras. No existían en el medio industrial los adelantos tecnológicos y de procedimientos que tenían otros países; y resultaba muy costoso incorporar dichos elementos a la industria nacional.

Debido a que los anteriores imponderables no podían ser solucionados a corto plazo, la industria mexicana no tenía posibilidades de competir contra la producción extranjera durante algunos años.

La principal medida por medio de la cual debería ser protegida la manufactura mexicana de la competencia, eran los impuestos o tarifas; así, aunque con algunas dificultades, se pusieron en marcha normas para una adecuada política mexicana de impuestos a las importaciones.

Mediante la proposición de que las tarifas de importación deberían de ser suficientemente altas para proteger al fabricante nacional y dejar fuera de la competencia a las mercancías extranjeras.

El mercado mexicano debería pertenecer en su totalidad al productor nacional, ya que de lo contrario jamás se esperaría que una planta manufacturera trabajara en lo futuro con bajos costos de producción.

1.4 POLITICA ECONOMICA DEL GOBIERNO.

En la administración del presidente Lázaro Cárdenas (1935 - 1940), había poco espacio para la construcción de grandes plantas industriales, y en cambio una marcada preferencia por el desarrollo agrícola.

Además de hacer que las comunidades aprovecharan las tierras cultivables, Cárdenas incorporó el ejido -propiedad colectiva de tierras -dentro de la estructura social y económica de México; generando de esta manera el desarrollo agrícola.

Antes de que Manuel Avila Camcho tomara posesión de la presidencia, a fines de 1940, no tenía formulado un programa económico para la industrialización de México; pero al inicio de su gobierno se delineó con mayor precisión, el esfuerzo para industrializar al país, lo cual se basó en los siguientes aspectos:

- a) Exenciones de impuestos y subsidios a las nuevas plantas industriales.
- b) Severas medidas de protección a las manufacturas nacionales, mediante elevados aranceles a los productos de importación.

Esto resultó contraproducente, ya que muchos productores beneficiados solamente fueron capaces de abastecer a una pequeña fracción del mercado mexicano.

El aspecto económico en la administración de Miguel Alemán, quién tomó la presidencia en Diciembre de 1946, es una extensión del punto de vista de Avila Camacho. Durante su campaña electoral, Alemán hizo de la palabra "industrialización" uno de sus tres lemas.

Los métodos usados por Alemán para impulsar el desarrollo industrial son los mismos que los usados en la Administración de Avila Camacho, pero con una importante diferencia. Principalmente por su deseo de acelerar el proceso de industrialización, él había ido mucho más lejos que Avila Camacho al invitar al capital extranjero a participar en el desarrollo económico de México.

A principios de la década de los setenta, se trató de dar un enfoque más selectivo al proceso de sustitución de importaciones, haciendo incapié en los sectores de maquinaria, equipo y materiales intermedios; a pesar de esto entre 1973 y 1976, su contribución al crecimiento fué muy pobre. El avance tecnológico en esta época y los excesivos cuidados hacia el productor nacional, acentuaron nuestro esquema de proteccionismo y de estímulos, en espera de mejores circunstancias del mercado y de alguna reactivación de la planta productiva.

I.5 EL INGRESO DE MEXICO AL GATT.

Desde que el modelo de sustitución de importaciones empezó a dar muestras de incapacidad para mantener el ritmo y nivel de desarrollo, se contempló la conveniencia de ingresar al Acuerdo General de Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT) en los albores de 1970.

Reconocidos los efectos nocivos de la protección excesiva se dió el primer paso para el ingreso de México al GATT, el cual fué acelerar la destrucción del esquema proteccionista con el propósito primordial de otorgar a los socios comerciales las facilidades para colocar su producción en el mercado mexicano, en espera de obtener las mismas condiciones para las exportaciones nacionales, en esta base se sustenta la decisión de México de adherirse al GATT.

Las ideas principales que apuntalaron la decisión fueron:

- La protección excesiva obstaculiza el crecimiento, pues el mercado interno no puede crecer a tasas elevadas sin tener problemas de inflación.
- Con la liberación se podría hacer uso de la capacidad exportadora de la industria, ya que en igualdad de circunstancias, se pueden ver en nuestro propio mercado.

Ventajas comparativas.

- Se dejaría de proteger a empresas ineficientes.
- Aumentaría la oferta de productos en el mercado interno, derivando en mejores precios, siendo esto un factor antinflacionario.

Existieron también algunos argumentos esgrimidos en contra del ingreso al GATT.

- La liberación de aranceles no necesariamente propicia mayor eficiencia productiva.
- Con esta iniciativa se presume la desaparición de muchas industrias pequeñas y medianas, las cuales conforman la mayoría de la planta productiva, y son las que ocupan el 55% del personal que labora en la producción manufacturera.
- Es necesario tomar en cuenta que la pequeña y mediana industria no cuentan con recursos humanos, técnicos y financieros para modernizarse.

De acuerdo a las dos tesis anteriores, el ingreso de México al GATT, se presentó como una coyuntura, la cual tenía dos opciones:

- a) Una nueva viabilidad de desarrollo del país y de la industria, apoyados en la posible demanda de los mercados extranjeros.

b) El fracaso y mayor dependencia tecnológica.

Es de suma importancia hacer notar que un producto resulta más costoso cada vez que se le agrega valor, como lo es un proceso o una simple operación de producción. Esto sucede en cada ocasión que nuestro artículo no se fabrica adecuadamente en un solo proceso, es decir, su calidad es deficiente y debe ser reprocesado.

Los cambios estructurales de la economía mexicana, han coadyuvado para que las industrias manufactureras cumplan con las especificaciones técnicas y de diseño que el producto requiere, para que éste pueda ser competitivo en los mercados donde se coloque.

I.6 EL CONCEPTO DE RECONVERSION INDUSTRIAL EN MEXICO.

El mercado internacional de manufacturas es un nuevo lugar de desarrollo para ciertos países que hasta entonces se habían caracterizado por la exportación de bienes primarios, situación que se dió a principios de los 70's. Estos fueron llamados nuevos países industriales. Pero cuando comenzaban su incursión en el comercio internacional fueron afectados por tendencias al estancamiento productivo y a la inestabilidad económica -caída en los precios del petróleo y astringencia financiera.

México, que se encontraba en ese grupo de países, tuvo la capacidad para postergar el fin del crecimiento, pero en

última instancia no pudo evitar la crisis.

Durante la década de los 70's el ritmo de crecimiento industrial comenzó a desacelerarse, teniendo como consecuencia la pérdida del dinamismo en las manufacturas.

En esos años, el eje de crecimiento paso de las manufacturas al sector petrolero; pero en 1985 y 1986 se rompe el equilibrio del mercado financiero, afectando seriamente la estructura financiera del país.

Aunados a la expansión industrial se generaron diversos problemas, entre los que destaca el equilibrio de la operación industrial y el comercio exterior, el cual tiene elevadas importaciones en relación con el crecimiento del producto y por una exportación que solo ha podido financiar una parte pequeña y decreciente de sus requerimientos del exterior.

Este desequilibrio ha tenido en su base una frágil integración del aparato industrial, insuficiente cohesión con los demás sectores de la economía y falta de competitividad en el exterior.

El origen de esa situación se explica, en parte, por una política industrial excesivamente proteccionista y no siempre articulada.

También debemos añadir otros problemas no menos importantes tales como el hecho de que el aparato productivo en general

y el sector industrial en particular no propiciaron condiciones para un cambio tecnológico de acuerdo a las necesidades internas y la evolución de la industria a nivel mundial. Aunado a esto una concentración excesiva de la planta industrial en las áreas metropolitanas de las ciudades de México, Monterrey y Guadalajara.

Como consecuencia del contexto anterior se da lugar a la creación de una política industrial que considere los nuevos retos, presentes y futuros. Al inicio de la administración del presidente Miguel de la Madrid se formuló el Programa Nacional de Fomento Industrial y Comercio Exterior, en el cual se plantea la necesidad de dirigirnos por nuevos parámetros de industrialización.

La reconversión industrial se llevará a cabo conforme a cuatro aspectos de acción estratégica, los cuales planteamos a continuación:

- a) Reconversión de las ramas tradicionales. Esto comprende los sectores que presentan grados de obsolescencia importantes y cuyos tamaños de planta resultan técnicamente inadecuados para una operación eficiente.
- b) Articulación de las cadenas productivas. Para la fabricación de cualquier bien interactúan diversos tipos de industrias, de manera que al desarrollar cadenas productivas se logrará una articulación industrial, obteniendo así una mayor eficiencia en la industria.

c) Fomento al encadenamiento estable en las ramas modernas.

Este aspecto comprende a aquellas industrias modernas que requieren políticas de fomento para impulsar su desarrollo sostenido de estos sectores.

d) Impulso a la creación de industrias de tecnología de vanguardia. Se deben de promover nuevas industrias en campos donde el país requiere acortar brechas, tales como la electrónica, la biotecnología y el desarrollo de nuevos materiales.

Recordemos que la industria mexicana, durante muchos años, no experimentó la necesidad de actualizar sus plantas de producción e implantar mejores sistemas productivos y de control de calidad; quedando muchas industrias en el rezago total con respecto a la competencia internacional.

La transformación es indispensable para reorientar el accionar industrial hacia un nuevo perfil de desarrollo que garantice una adecuada integración, suficiencia en el abasto interno, competitividad y permanencia en los mercados externos y generación de recursos para un financiamiento de la propia industria.

I.7 EL PAPEL DE LA PEQUEÑA Y MEDIANA INDUSTRIA.

Existen formas establecidas para definir si una empresa es pequeña, mediana o grande; tales como el número de

empleados, niveles de producción, etc. Pero definiremos ahora dos maneras de ser pequeños o medianos industriales. La primera de ellas es por así convenirles, y la segunda por ser una etapa de desarrollo.

La primera definición explica la existencia de pequeñas y medianas industrias que de esa forma logran niveles aceptables y son una parte productiva importante para la economía del país.

Con respecto a la segunda proposición podemos afirmar que la gran industria que tiene México empezó siendo pequeña, ya que solo las empresas que vienen de fuera pueden instalar grandes industrias, y no siempre con éxito.

La industria pequeña y mediana es una parte muy trascendente en México, es la más importante por el porcentaje que representa en el total de la producción nacional y en la fuerza de trabajo que emplea.

El desempeño de la industria manufacturera no ha sido uniforme por las condiciones económicas prevaecientes y por la naturaleza diversa de las actividades que integran este sector.

En conjunto ha aumentado en aproximadamente 12,500 establecimientos y 407,000 empleos en el lapso de Diciembre de 1982 a Agosto de 1987, lo cual significó tasas de crecimiento anuales de 3.2 % y 3.7 %.

Por su parte, el subsector de la industria mediana y pequeña mostró un comportamiento dinámico en este período que se refleja en la creación de 12,000 centros fabriles y de 186,000 plazas de trabajo, lo que representó tasas de crecimiento de 3.2% y 3.3% en promedio anual.

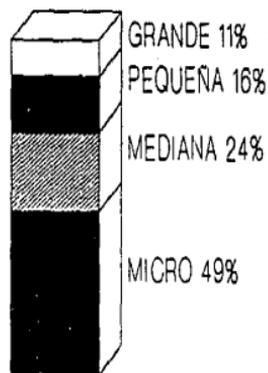
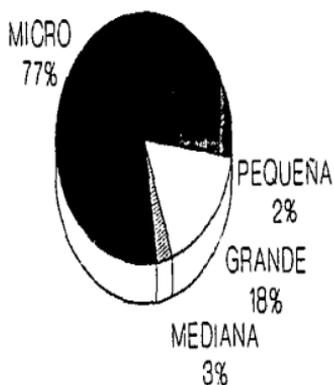
Actualmente la microindustria tiene una gran participación en la estructura del sector manufacturero de nuestro país.

Como lo muestra la gráfica siguiente, se hace indispensable destinar recursos y facilidades a la micro, pequeña y mediana industria.

ESTRUCTURA MANUFACTURERA

ESTABLECIMIENTOS

PERSONAL OCUPADO



FUENTE: REVISTA EXPANSION
SEPTIEMBRE DE 1991

I.8 SITUACION ACTUAL Y PERSPECTIVAS DE LA INDUSTRIA MEXICANA.

Existen situaciones recientes que marcan el presente y futuro de la industria mexicana. La más importante de ellas es la crisis económica de 1982, año en el que se resuelve explícita y deliberadamente un nuevo rumbo del proceso de desarrollo nacional.

Aunado a lo anterior se manifestó la obsolescencia del modelo de sustitución de importaciones, el cual había dejado una industria con serias limitaciones - las cuales ya hemos analizado -; esta situación es de carácter primordial, ya que México toma la decisión de ingresar al GATT, lo cual representa una competencia a la que debemos responder con el mejor producto.

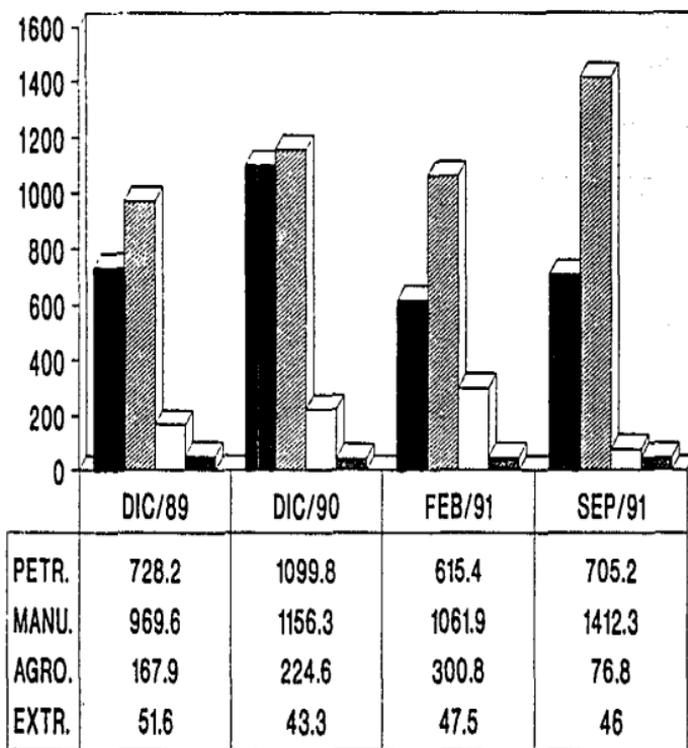
Para poder competir con productos extranjeros en territorio nacional, e intentar conquistar mercados en otras latitudes es necesario una reorganización de la industria nacional, tratando de articular los diferentes sectores que intervienen en ésta, dando paso a la reconversión industrial.

La estructura de las exportaciones mexicanas marca una directriz de la tendencia a seguir por parte de la industria. Se aprecian grandes cambios en la configuración del comercio exterior en la última década.

En 1977, México exporta 4,700 millones de dólares, de los cuales el 45 % son manufacturas y el 21 % corresponde a productos derivados del petróleo. El precio de este se quintuplica entre 1977 y 1982, por lo que tres cuartas partes son petroleras. A partir de 1985 se inicia el despegue de las exportaciones no tradicionales (manufactureras), en 1987 ya representaban casi el 50 % del total y para 1988 y 1989 superaron el 50 % del total de las exportaciones.

COMPOSICION DE LAS EXPORTACIONES

MILES DE MILLONES



PETR.

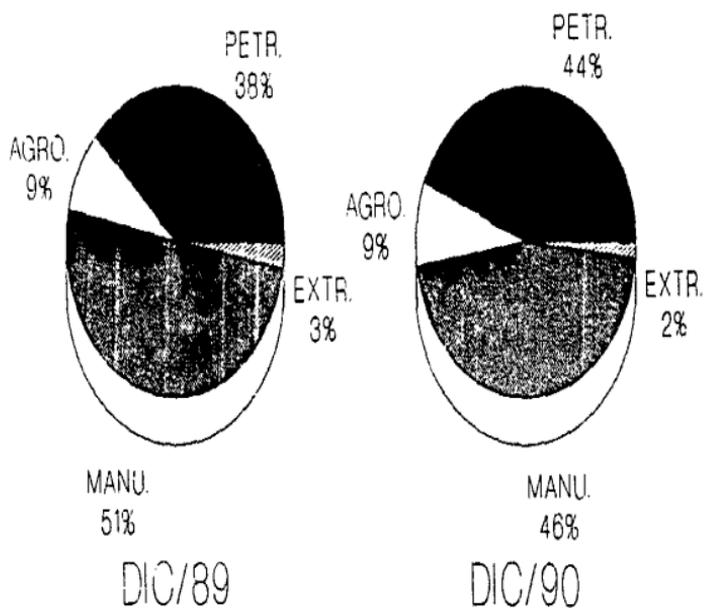
 MANU.

 AGRO.

 EXTR.

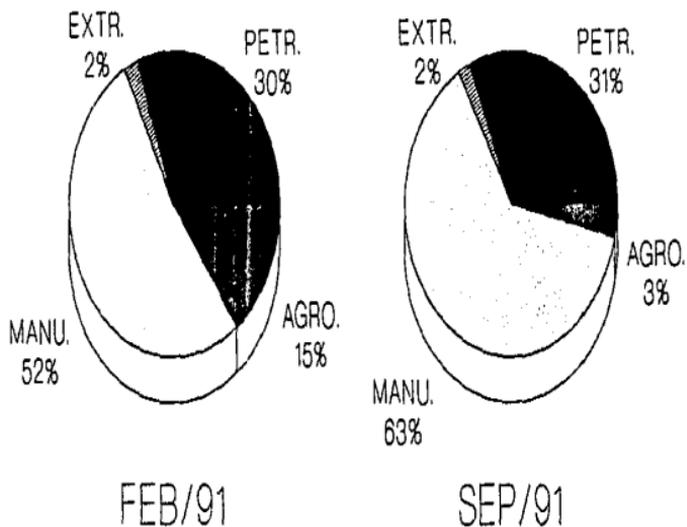
FUENTE: BCO. MEX. INDICADORES ECONOMICOS

COMPOSICION DE LAS EXPORTACIONES



FUENTE: BCO. MEX. INDICADORES ECONOMICOS

COMPOSICION DE LAS EXPORTACIONES



FUENTE: BCO. MEX. INDICADORES ECONOMICOS

Como se aprecia en las gráficas anteriores, la exportación de las manufacturas representa un alto porcentaje en el comercio exterior de México durante el inicio de la década de los 90's.

Con base en lo anterior, y considerando las oportunidades de mercado que representa para nuestro país el tratado de libre comercio en Norte América, se hace indispensable fomentar y difundir técnicas de control de calidad aplicables a las necesidades de la industria mexicana, principalmente en las pequeñas y medianas, ya que son éstas las que se encuentran más rezagadas en el aspecto de control de calidad.

I.9 EL CONTROL DE CALIDAD DE ACUERDO A LA ECONOMIA DE CADA EMPRESA

México es un país en desarrollo, donde las condiciones políticas, económicas y sociales permiten a los inversionistas extranjeros establecer nuevas industrias manufactureras, tales como las maquiladoras en el norte del país, las cuales tienen posibilidades de éxito.

Estas nuevas industrias se suman a las grandes transnacionales ya existentes; todas ellas cuentan con buenos y complejos sistemas de control de calidad, los cuales tienen costos elevados en recursos económicos, materiales y humanos.

Los medianos, pequeños y microindustriales mexicanos, recién egresados de un proteccionismo total, no están en

condiciones de implementar sistemas tan costosos de Control de Calidad como los antes mencionados, ya que se ven precisados a canalizar sus recursos hacia destinos vitales de la empresa, tales como:

- Pago de mano de obra
- Adquisición de materia prima
- Pago de costos fijos de producción

Sin embargo, es indispensable el establecimiento de procesos y parámetros adecuados que proporcionen al fabricante una herramienta sencilla y útil, para que su producto cumpla con las especificaciones de diseño que sean necesarias, también deben conocer como varían y que tendencia siguen en la línea de producción dichas especificaciones para que puedan ser corregidas oportunamente.

Debido a lo anterior, el presente trabajo surge como respuesta a la necesidad que estos industriales tienen de contar con un sistema económico de Control de Calidad que les permita obtener los siguientes beneficios:

- Mayor competitividad
- Reducir costos de producción
- Incrementar utilidades
- Permanecer en el mercado

CAPITULO II

**CARACTERISTICAS E IMPORTANCIA
DEL CONTROL DEL CALIDAD**

2.1 ANTECEDENTES DEL CONTROL DE CALIDAD

Desde que el hombre primitivo fabricó sus herramientas de trabajo, se dió cuenta que dichos artículos tenían que cumplir ciertas características para que pudieran ser útiles.

Cuando el hombre empezó a comercializar sus productos, el control de calidad pasó a ser indispensable en los procesos de producción, ya que el cliente, quien tiene la opción de comprar o no el producto, se convierte en el principal valuador de la calidad.

Es 1917, cuando el Dr. W. A. Shewart incorpora la estadística al control de calidad, orientando a la aceptación o rechazo del artículo después del proceso de producción, pero su desarrollo se produce a partir de la Segunda Guerra Mundial. Y es en 1950, que el control de calidad surge como una de las funciones vitales en la industria para mantener en su nivel más bajo los costos de producción.

La filosofía de hacer bien las cosas a la primera vez implica que la calidad y el costo no se contraponen, esto supone que se pueden diseñar sistemas que aseguren los dos objetivos fundamentalmente de manufactura: alta calidad y bajos costos.

Esta visión del control de calidad surge como una respuesta

a la alta competencia entre los países industrializados, y esta enfocado a impedir los defectos y variabilidad en los factores del proceso.

En México, debido a las circunstancias económicas por las que atravesamos, cada vez se hace más necesario que nuestros productos puedan fabricarse a un menor costo, sin que esto signifique un deterioro de la calidad y se conviertan en artículos de mayor competencia.

2.2. DIFERENCIAS Y DEFINICIONES.

Calidad.- (del latín *quellitas-quelitatis*). Es el conjunto de cualidades que constituyen la forma de ser de una persona o cosa.

Para efectos del tema la definiremos como "la suma total de las características que determinan a un artículo", tales como volumen, dimensiones, color, esperor, ect. y de alguna forma deben de ser medibles.

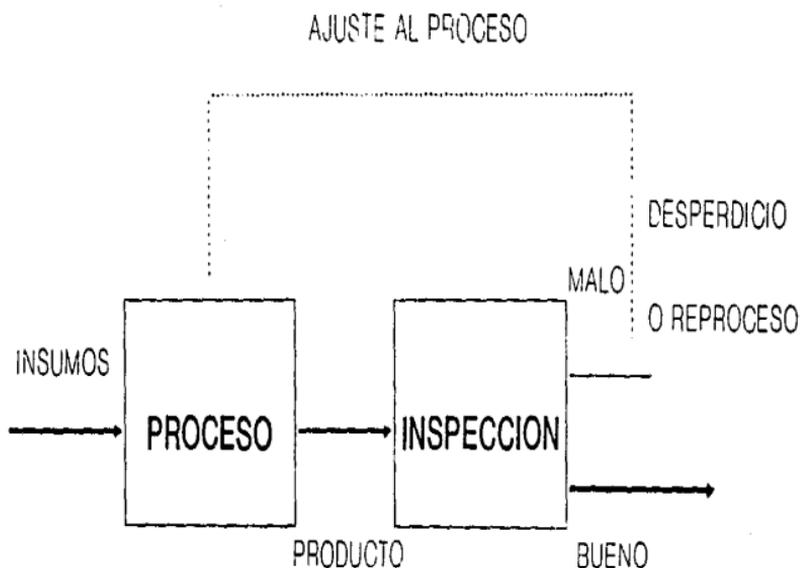
Control.- Es un registro, inspección o comprobación de algún suceso.

Control de Calidad.- Es la forma de operar o el conjunto de actividades basadas en el trabajo de inspección con la finalidad frenar, orientar o limitar, todo aquello que modifique o afecte a las características que determinan a un producto.

Hoy en día el control de calidad ha sido un factor de cambio, ya que está enfocado a impedir defectos y una variabilidad innecesaria en los elementos del proceso, en vez de referirse a la inspección para la aceptación de piezas y productos después de producirse los defectos.

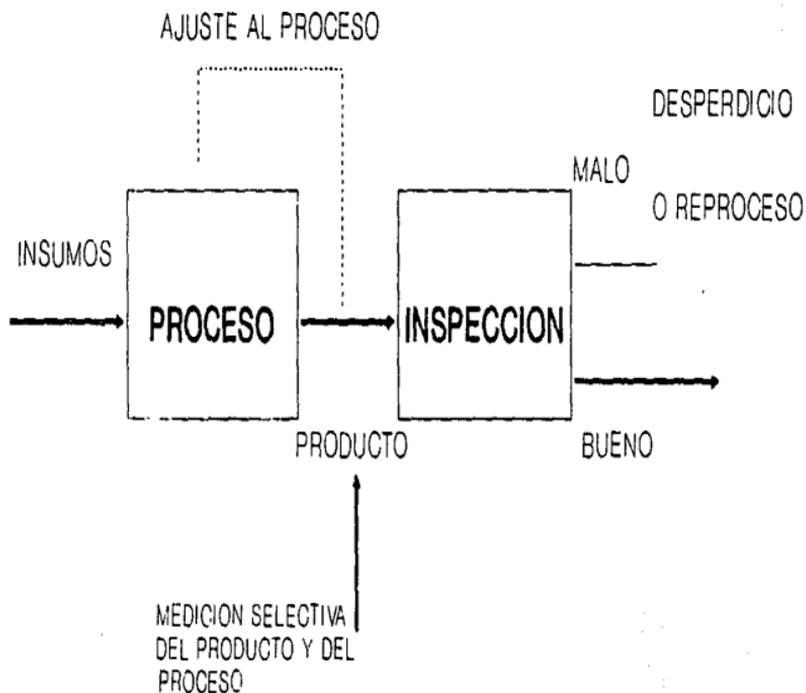
En los siguientes esquemas podemos apreciar el desarrollo que ha tenido en forma conceptual el Control de Calidad.

CONCEPTO DE CONTROL POR DETECCION



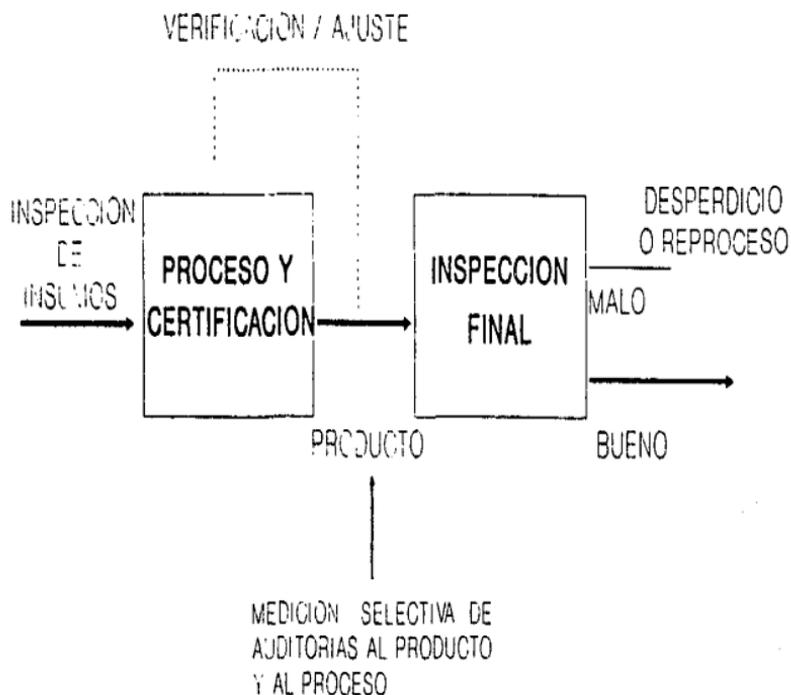
BAJO ESTE CONCEPTO EL CONTROL DE CALIDAD ESTA ENFOCADO A DETERMINAR LA ACEPTACION DE PIEZAS Y PRODUCTOS DESPUES DE PRODUCIRSE LOS DEFECTOS

CONCEPTO DE CONTROL PREVENTIVO



LA REDUCCION DE DEFECTOS Y VARIACIONES INNECESARIAS EN EL PROCESO ES EL OBJETIVO PRINCIPAL DEL CONTROL DE CALIDAD BAJO EL CONCEPTO DE CONTROL PREVENTIVO

CONCEPTO DE CONTROL TOTAL



BAJO ESTE ENFOQUE EL CONTROL DE CALIDAD TIENE UNA ACTIVA PARTICIPACION DURANTE TODO EL PROCESO

En la última gráfica se refiere a la forma de operar que se fundamenta en la afirmación de que lo producido está hecho mediante un proceso bien conocido y manejado en tal forma que se puede tener la confianza de que el producto reunirá las características de calidad esperadas por el cliente. Su enfoque es la prevención y aseguramiento de la calidad mediante el trabajo en equipo.

El concepto de control total de la calidad es una respuesta a la necesidad fundamental de tener incrementos drásticos en la productividad, si es que se quiere tener una posición competitiva en el mercado. Los caminos para la mejora en productividad deben ser múltiples para poder lograr sus objetivos y en cuanto a control de calidad son los siguientes:

- a) La aplicación eficiente de nuevas tecnologías, tales como la robótica.
- b) Mejores sistemas de trabajo, mediante la realización de estudios de trabajo que propongan mejoras de calidad en la vida de trabajo.
- c) El mejoramiento de la calidad del producto.

Si bien económicamente calidad es el costo de hacer las cosas mal, su mejora debe ser aplicada a todos los aspectos del negocio tales como: programación de ingeniería, sistemas de trabajo, contabilidad, proveedores, etc.

En la alta dirección de las grandes corporaciones se ha dicho inequívocamente que la calidad es una estrategia legítima y necesaria, incluyendo un plan de acción programado y la aplicación de recursos para llevarlo a cabo.

Los puntos clave del mejoramiento de la calidad dentro de su planeación estratégica incluyen:

- a) El conocimiento de que el mejoramiento de la calidad está íntimamente ligado a los sistemas de trabajo en las plantas y en su medio ambiente. La participación activa de los empleados es fundamental para que las mejoras puedan tener éxito, esto se logrará haciendo conciencia en los obreros, de la importancia que tiene el hacer bien las cosas en la primera vez, y además enseñándoles algunas bases de estadística.
- b) Implantar el control de calidad estadístico obligatorio para todos los proveedores.

Como hemos visto, implantar sistemas para mejorar la calidad es indispensable y no importa el tamaño de la fábrica, aunque estos sistemas influyen sobre el modelo organizacional.

De esta forma una gran fábrica puede tener un sistema de control total de calidad, donde todos participan y la vigilancia corre a cargo de una Gerencia. En una fábrica mediana se puede tener un departamento de control de

calidad, donde se controle y coordine la responsabilidad propia de esta actividad. Finalmente en una pequeña fábrica o microindustria, esta labor puede correr a cargo de uno o dos ingenieros de producción, los cuales pueden abarcar todo trabajo.

2.3 FUNDAMENTOS QUE JUSTIFICAN LA PREOCUPACION POR LA CALIDAD.

Los objetivos principales de una fábrica o institución de servicio serán la rentabilidad y la permanencia de la empresa en el mercado. Estos objetivos son comunes en todos los departamentos y funciones de la empresa, de tal manera que el control de calidad parte de estos principios para justificar su existencia en la empresa.

Es importante hacer hincapié que la calidad por sí misma no incrementa la producción pero si interviene en la productividad. Es decir, si una fábrica tiene capacidad de producción de 700 unidades, será posible hacer ventas por el mismo número de unidades, siempre y cuando no tengamos productos defectuosos; en cada caso de tener que reprocesar alguna unidad o fabricar una nueva para reposición, su costo sería tan elevado que repercutiría en la eficiencia de la empresa y por tanto en la productividad. La aplicación o no del control de calidad afecta de igual manera a la empresa y a los trabajadores, en aquella puede disminuir sus costos y en estos puede incrementar el reparto de

utilidades, finalmente en la creación de un buen producto con permanencia en el mercado.

Para poder coadyuvar al cumplimiento de los objetivos empresariales, el control de calidad deberá considerar y satisfacer las siguientes necesidades propias.

2.3.1 La necesidad de ofrecer productos confiables permanentemente.

Es indispensable entregar productos con características constantes de lote a lote, ya que de esta forma nuestros clientes estarán satisfechos, pues se ha cumplido con sus especificaciones.

Cuando el producto final tiene deficiencias o defectos, el cliente puede pedir que se le cambie o se reprocese, ya que está en su derecho; esto causaría una derrama de recursos al empresario.

El control de calidad sirve como garantía para el fabricante, ya que está seguro que el cliente no podrá devolver el producto.

2.3.2 La necesidad de conocer la razón de los problemas que existen el proceso.

Mediante la inspección que se realiza, se pueden detectar las causas de los problemas. Es común confundirse entre las causas y los efectos de una situación y podemos llegar a

considerar que todos los problemas son manifestaciones de alguna falla y la gran mayoría de estos son susceptibles de ser corregidos.

Tal es el caso de los defectos que presenta el acabado final de pintura en un refrigerador; esta situación es en realidad una manifestación o efecto de alguna de las siguientes causas:

- Mano de obra mal calificada.
- Materia prima sin las especificaciones requeridas.
- Métodos y procedimientos de operación inadecuados.
- Maquinaria defectuosa, descalibrada o en general inadecuada.
- Medio ambiente poco propicio para la operación.

Como podemos apreciar la causa de los problemas radica en los insumos del proceso.

2.3.3. La necesidad de saber cual es el impacto económico de la mala calidad en los costos de producción.

Existen gastos por concepto de reproceso, devolución, almacenaje, etc., que son difíciles de cuantificar, ya que varían constantemente. Al establecer programas de inspección y control de calidad, se mantendrá un mínimo en la cantidad de desperdicio, reduciendo al máximo los gastos de reproceso, pudiendo cuantificarlos.

2.3.4. La necesidad de conocer la productividad del personal.

Usando adecuadamente el control de calidad, podemos proporcionar información relativa a la efectividad de los trabajadores o de un determinado departamento, ya que los datos que hemos recabado no ayudarán a tomar decisiones respecto al futuro de un empleado o de un departamento, puesto que su efectividad y trabajo se verá reflejado en la calidad del producto.

2.3.5. La necesidad de conocer los reglamentos que rigen entorno al producto.

Todas las instituciones y empresas deben de cumplir con leyes sanitarias y comerciales que estipula el gobierno local, estatal o federal; así pues, los bancos y casas de bolsa se sujetan a las leyes de la Comisión Nacional Bancaria y de Seguros, los hospitales y restaurantes a la Secretaría de Salubridad; los fabricantes de bienes deben de considerar las leyes de la Secretaría de comercio y Fomento Industrial, Secretaria de Salubridad, etc.

En las empresas de este tipo, se cuenta con inspecciones propias y también se hacen auditorías por parte de inspectores de diferentes sectores. El cumplimiento total de las normas legales permite la operación legal de la planta,

ya que en el caso de no cumplir con las disposiciones oficiales se puede caer en la clausura de la fábrica.

2.3.6. Como razón final de un control de calidad es la ética profesional y comercial, ya que tendremos la seguridad de lanzar productos al mercado cuyas características sean las especificadas en las etiquetas del producto, esto repercute en una mejor imagen para la institución.

2.4 RELACION DE CONTROL DE CALIDAD CON OTRAS AREAS

Generalmente en la pequeña y mediana industria mexicana no existe una especificación precisa de las actividades que se realizan en un área o departamento administrativo, es decir, que funciones tales como ventas, compras, finanzas, etc. están delegadas en uno o dos departamentos.

Sin embargo dichas funciones, de alguna u otra manera, se llevan a cabo dentro de la empresa, ya que sin ellas la empresa no tendría permanencia en el mercado.

Las funciones del área de control de calidad están directamente relacionadas con las actividades de las áreas con las cuales interactúa.

A continuación se describen las principales actividades del Control de Calidad:

2.4.1 Producción.

Es el área más importante, ya que es aquí donde toma forma el producto.

- a) Participación en el diseño de productos y procesos con el objeto de contar con un conocimiento integral de las especificaciones en los procesos de producción y establecer los puntos de control del proceso.
- b) Mediante diseño de métodos de evaluación que permita controlar las variables del proceso, así como las materias primas y materiales intermedios.
- c) Realizar auditorías del proceso para evaluar y aprobar el producto, obteniendo un museo de muestras que sirva como antecedente histórico.
- d) El fomento del trabajo en equipo es fundamental para el mejoramiento de la calidad, ya que ésta se encuentra íntimamente ligada con el mejoramiento de los sistemas de trabajo en las plantas y el medio ambiente de las mismas.

La participación directa y agresiva de los empleados es crucial para que las mejoras puedan tener éxito, y para lograrlo es necesario utilizar sistemas de trabajo que interactúan de forma adecuada.

2.4.2 Compras.

Las funciones principales del control de calidad en ésta área, están enfocadas a la selección de proveedores de materia prima y artículos intermedios, así como la certificación de los artículos que se compran. Sin embargo, cuando la pequeña empresa tiende a crecer y se convierte en una empresa mediana, se amplían las actividades del control de calidad y es entonces cuando interviene en la evaluación, aprobación y desarrollo de proveedores, realizando auditorías a sus fábricas, llevando registros de desempeño que permiten tener datos históricos del proveedor.

2.4.3. Ventas.

La atención a clientes en caso de quejas sobre calidad de productos, permite llevar registros de devoluciones y quejas, los cuales son una buena medida para conocer las fallas del proceso. Es importante la cooperación de control de calidad en la capacitación de la fuerza de ventas con respecto a los productos.

2.4.4. Finanzas.

El costo de la mala calidad influye directamente en la cantidad de producción, en las ventas y por lo tanto en los estados financieros.

Los gastos realizados por el concepto de reproceso,

rechazos, devoluciones; deben ser contemplados por los financieros de la empresa. Mientras menor sea la participación económica de control de calidad, mayor será la eficiencia de su labor.

2.4.5. El Marco legal.

Las leyes sanitarias y comerciales representan lineamientos y restricciones que deben ser para que la empresa pueda operar libremente.

2.4.6. Mercadotecnia.

Las empresas han adoptado actualmente una marcada tendencia hacia el consumidor, es decir, procuran detectar las necesidades de este, y satisfacerlas con los productos o servicios que ofrecen.

Aquellos deseos o necesidades del consumidor se ven plasmados en un conjunto de "características verdaderas de calidad", las cuales deben ser interpretadas y definidas en la fabricación del producto; a esta interpretación le llamaremos "características sustitutas de calidad" y son los requisitos técnicos para elaborar un bien o servicio.

A continuación presentamos algunos ejemplos.

PRODUCTO	DESEOS DEL CONSUMIDOR O CARACTERISTICAS VERDADERAS	REQUISITOS TECNICOS O CARACTERISTICAS SUSTITUTAS
GELATINAS	BUENA CONSISTENCIA	ADECUADO NIVEL DE GELATINA
TARJETAS DE CREDITO	ACEPTACION DE LA TARJETA CORTO TIEMPO DE ENTREGA	INCREMENTAR EL NUMERO DE NEGOCIOS AFILIADOS AGILES PROCESOS DE GRABACION Y DISTRIBUCION DE TARJETAS
MOTOCICLOS	MEJOR SILABO ECONOMICO EN EL CONSUMO DE GASOLINA	PRECISION EN EL COEFICIENTE DE ELASTICIDAD DE LOS RESORTES Y DE LOS AMORTIGUADORES MEZCLA ADECUADA DE AIRE Y GASOLINA PARA LA COMBUSTION (BUENA CARBURACION Y AFINACION)

2.5. EL CONTROL DE CALIDAD EN LA ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.

Las pequeñas y medianas industrias tienen la necesidad de contar con estructuras organizacionales esbeltas y que den respuesta a sus necesidades de crecimiento; el área de control de calidad debe ceñirse a estas necesidades, e incrementar su estructura solo cuando la empresa tenga un crecimiento real.

Es recomendable tener los siguientes niveles de responsabilidad en el área de control de calidad.

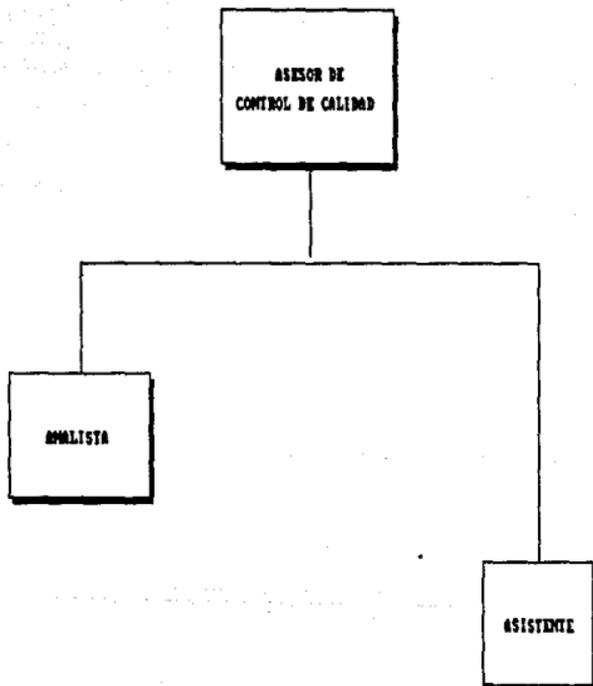
Asesor o Gerente de Control de Calidad.- Es el primer nivel del área y por lo tanto el responsable de la misma. Debe encargarse de planear y desarrollar la estrategia a seguir para detectar y dar solución a la problemática de un proceso. Esta última tarea en forma conjunta con el área de producción.

Debe exponer periódicamente a la Dirección de la empresa, la situación de la calidad en la misma y participar directamente en la capacitación del personal.

Analista de control de calidad.- Realizará dos labores principales, las cuales son el procesamiento de datos en información y la interpretación de ésta. También deberá coleccionar datos en la línea de producción y colaborar con la capacitación a los trabajadores.

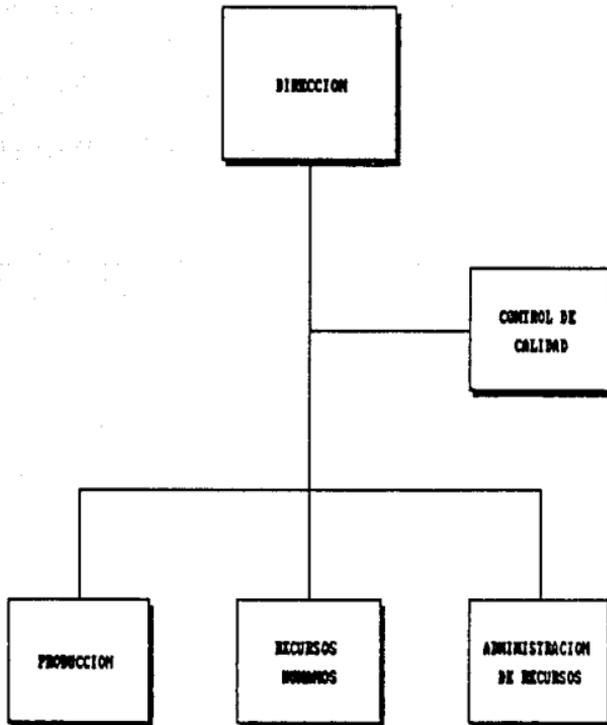
Asistente de Control de Calidad.- Su labor principal será la colección de datos en la línea de producción.

Con base en lo anterior, el organigrama del área de control de calidad será el siguiente:



ESTRUCTURA BASICA DE UN DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD

Dentro de la empresa es recomendable que el departamento de control de calidad este localizado como una entidad de asesoría, para que funcione como un departamento independiente y su trabajo no sea obstaculizado por otras áreas como producción, compras ventas, almacenes, etc.



LOCALIZACION DEL DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD EN LA ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

Los beneficios que trae consigo ésta estructura son:

- Participación directa de la dirección de la empresa en el proyecto.
- Mayor comunicación del departamento de control de calidad con otras áreas.
- Facilita el logro de los objetivos al no depender de otra área.

CAPITULO III**FUNDAMENTOS DE ESTADISTICA**

3.1 DEFINICION Y ANTECEDENTES HISTORICOS

La estadística es la ciencia que tiene por objeto agrupar en forma metódica todos los hechos que se prestan a una valuación numérica.

Esta ciencia es usada por muchos profesionistas y trabajadores por ser de suma utilidad para la toma de decisiones.

La introducción y divulgación del término se lleva a cabo en el siglo XVIII, en Inglaterra, aunque ya mucho antes se acostumbraba registrar y emplear datos de manera ordenada; tal es el caso de los gobiernos de Egipto y Roma que reunían datos detallados de su población y de sus recursos; en la edad media, los gobiernos asentaron algunos documentos sobre la propiedad del suelo.

Hacia el año 1500 el gobierno Inglés, publicó estadísticas semanales de los decesos acaecidos en Inglaterra, debido a un brote de peste.

Científicos como Bernoulli, Laplace y Gauss, aplicaron en sus estudios la estadística.

3.2 DIVISION DE LA ESTADISTICA

Las técnicas estadísticas son tan diversas que se agrupan en tres categorías:

- a) Teoría del muestreo
- b) Estadística descriptiva
- c) Inferencia estadística

a) Teoría del muestreo.

Al universo de acontecimientos o eventos que se llevan a cabo en cualquier proceso o fenómeno se les llama población, y a una fracción de esa población se le conoce como muestra de la población.

Una vez conocidos los términos de población y muestra podemos decir que la teoría del muestreo es la parte de la estadística que nos ayuda a obtener muestras representativas de una población, es decir, que la muestra en estudio tenga características similares a las de la población; con el propósito de que al procesar los datos se obtenga información confiable y precisa de la población analizada.

b) Estadística descriptiva.

Da a conocer la forma en que se llevó a cabo un proceso o acontecimiento, pero no hace generalizaciones sobre otros acontecimientos.

Como ejemplo de lo anterior tenemos el caso de un jefe de almacén que calcula el peso promedio de sacos con azúcar que son bajados de un contenedor, debido a que en este caso se describe el peso de ese cargamento, el jefe de almacén está

usando la estadística descriptiva.

Los datos obtenidos pueden ser mostrados en cuadros estadísticos, gráficas y diagramas.

c) Inferencia estadística.

Proporciona algunas generalizaciones hechas con base en uno o varios acontecimientos previos.

Retomando el ejemplo anterior, el jefe de almacén usa la inferencia estadística cuando trata de estimar el peso promedio de los sacos con azúcar de los tres contenedores siguientes, usando los datos obtenidos del primer contenedor.

Las conclusiones a las que llegue el jefe de almacén no serán totalmente válidas y deberá indicar la probabilidad de que dichas aceveraciones sean verdaderas.

Para los efectos de nuestro estudio usaremos las dos primeras ramas de la estadística, aunque una mayor participación corresponderá a la estadística descriptiva.

3.3 ORGANIZACION DE LOS DATOS MEDIANTE UNA DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS

Los valores obtenidos en la inspección se denominan datos brutos o iniciales, para que puedan ser analizados, estos deben de organizarse en una distribución de frecuencias.

Supongamos un conjunto de datos que representan el tiempo en minutos, que tarda un obrero para tornear una barra de metal (TABLA 3-1).

24	28	32	20	31	25
32	34	27	30	33	29
38	27	25	27	28	30
31	35	31	31	34	31
32	26	29	30	27	32
29	27	31	29	35	30

TABLA 3-1

El siguiente encabezado muestra la forma en que los datos deben ordenarse para su análisis (TABLA 3-2)

No Hay Ho! ^

59



Frontera InferiorFrontera superior

Intervalo 1	X = mín. = 20	20 + 3 = 23
Intervalo 2	X = mín. = 20 + 3 = 23	23 + 3 = 26
Intervalo 3	X = mín. = 23 + 3 = 26	26 + 3 = 29
Intervalo 4	X = mín. = 26 + 3 = 29	29 + 3 = 32
Intervalo 5	X = mín. = 29 + 3 = 32	32 + 3 = 35
Intervalo 6	X = mín. = 32 + 3 = 35	35 + 3 = 38

TABLA 3-3

En caso de que una observación tenga un valor idéntico al de una frontera, dicha observación será cuantificada en el intervalo de la frontera superior, es decir, para nuestro ejemplo 26 y 32 son contabilizados en los intervalos 2 y 4 respectivamente.

La clase es el valor por medio del cual identificaremos al intervalo, está definida por la suma de los valores de las fronteras inferior y superior divididas entre sí.

$$\begin{aligned} \text{Intervalo 1 clase} &= \frac{\text{frontera inferior} + \text{frontera superior}}{2} \\ &= \frac{20 + 23}{2} = 21.5 \end{aligned}$$

Intervalo 2	Clase = 24.5
Intervalo 3	Clase = 27.5
Intervalo 4	Clase = 30.5
Intervalo 5	Clase = 33.5
Intervalo 6	Clase = 36.5

TABLA 3-4

La frecuencia esta dada por el número de observaciones que se encuentran en un intervalo.

Completando el encabezado anterior, obtenemos la siguiente tabla de datos, los cuales ya pueden ser analizados.

No. DE INTERVALO	FRONTERAS		CLASE	FRECUENCIA (f)
	INFERIOR	SUPERIOR		
1	20	23	21.5	1
2	23	26	24.5	4
3	26	29	27.5	11
4	29	32	30.5	14
5	32	35	33.5	5
6	35	38	36.5	1
OBSERVACIONES TOTALES = 36				

TABLA 3-5

La frecuencia puede ser mostrada de cuatro formas diferentes:

- Absoluta. Expone el número de observaciones acontecidas en cada clase
- Absoluta acumulada. Proporciona el número de observaciones acontecidas en cada clase, más el número de observaciones acontecidas en las clases anteriores.
- Relativa. Es la frecuencia absoluta con respecto al número total de observaciones. Refleja un porcentaje.
- Relativa acumulada. Es la frecuencia absoluta acumulada con respecto al número total de observaciones. Refleja un porcentaje.

Usando los datos de la tabla 3-5, presentamos a continuación la distribución de frecuencias.

CLASE	FRECUENCIAS			
	ABSOLUTA	ABSOLUTA ACUMULADA	RELATIVA	RELATIVA ACUMULADA
21.5	1	1	2.78 %	2.78 %
24.5	4	5	11.11	13.89
27.5	11	16	30.56	44.44
30.5	14	30	38.89	83.33
33.5	5	35	13.88	97.22
36.5	1	36	2.78	100.00

TABLA 3-6

3.4. REPRESENTACIONES GRAFICAS DE LA DISTRIBUCION CON FRECUENCIAS.

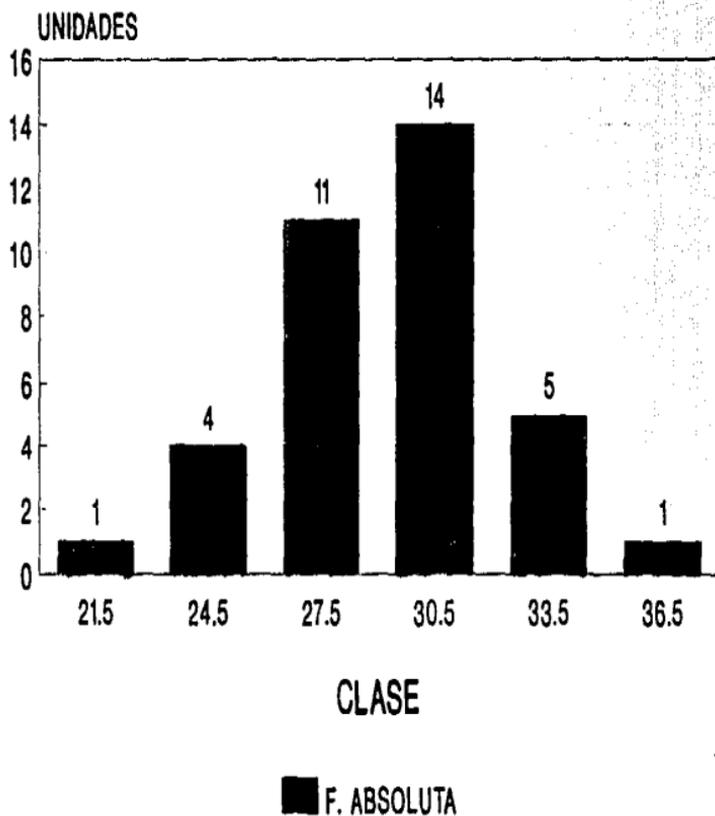
La representación gráfica del conjunto de datos es importante, ya que pone de relieve en forma rápida las tendencias que no se captan fácilmente en las tablas, nos dan la posibilidad de verificar en forma visual nuestras soluciones.

Existen básicamente tres tipos de gráficas para representar éstas tablas.

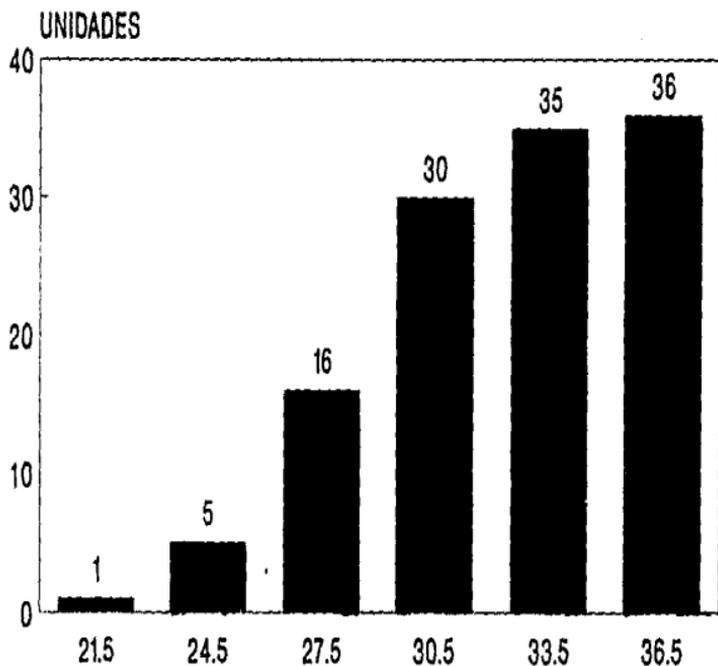
3.4.1. Histograma. Esta representación de los datos se compone de un conjunto de barras, de anchura proporcional al intervalo de valores de una clase y de altura proporcional al número de observaciones, es decir, en el eje de las "X" representamos a cada clase mediante una barra, cuya anchura corresponde a la amplitud (previamente definida) y la altura de la barra representa la frecuencia de las observaciones.

A continuación se presentan los histogramas de la frecuencia absoluta y la frecuencia relativa.

HISTOGRAMA DE FRECUENCIA ABSOLUTA



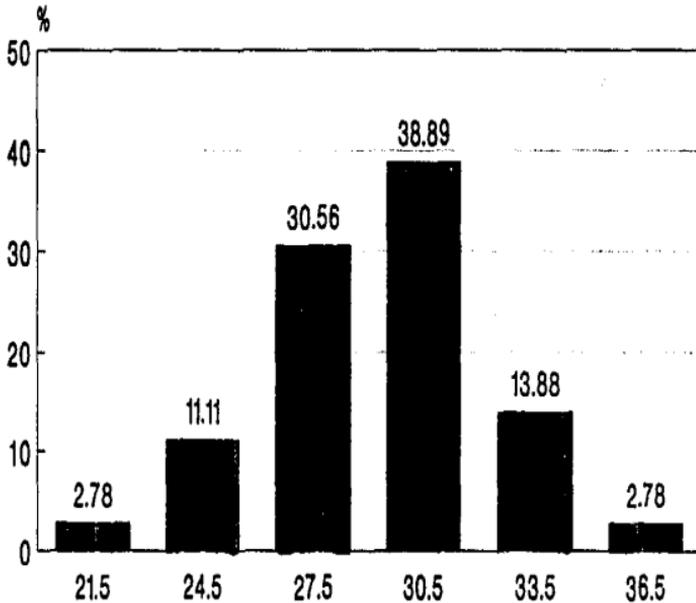
HISTOGRAMA DE FRECUENCIA ABSOLUTA ACUMULADA



CLASE

■ F. ABS. ACUM.

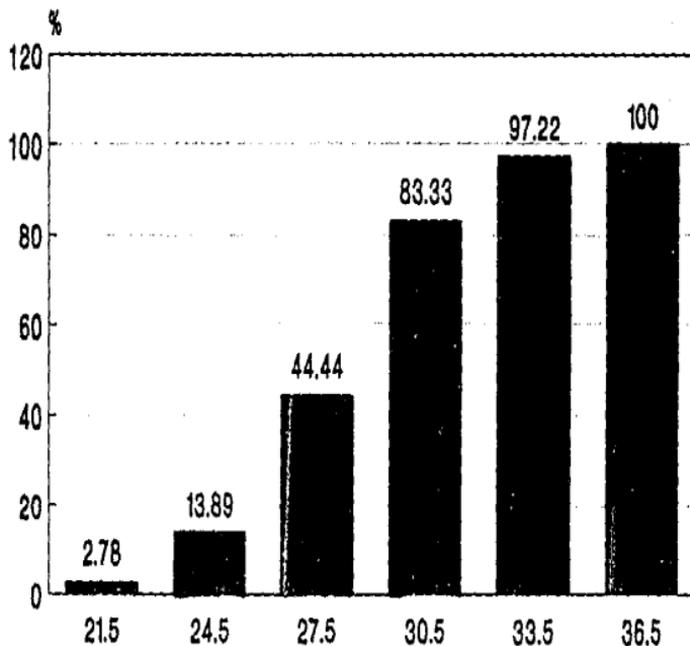
HISTOGRAMA DE FRECUENCIA RELATIVA



CLASE

■ F. RELATIVA

HISTOGRAMA DE FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA



CLASE

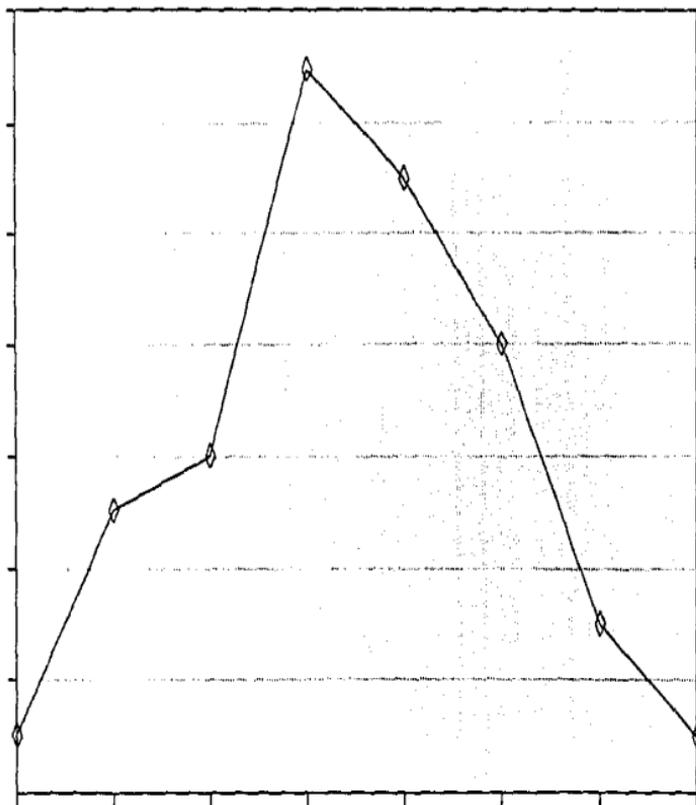
■ F. REL. ACUM.

Notese que la diferencia entre ambos es la escala vertical de la izquierda.

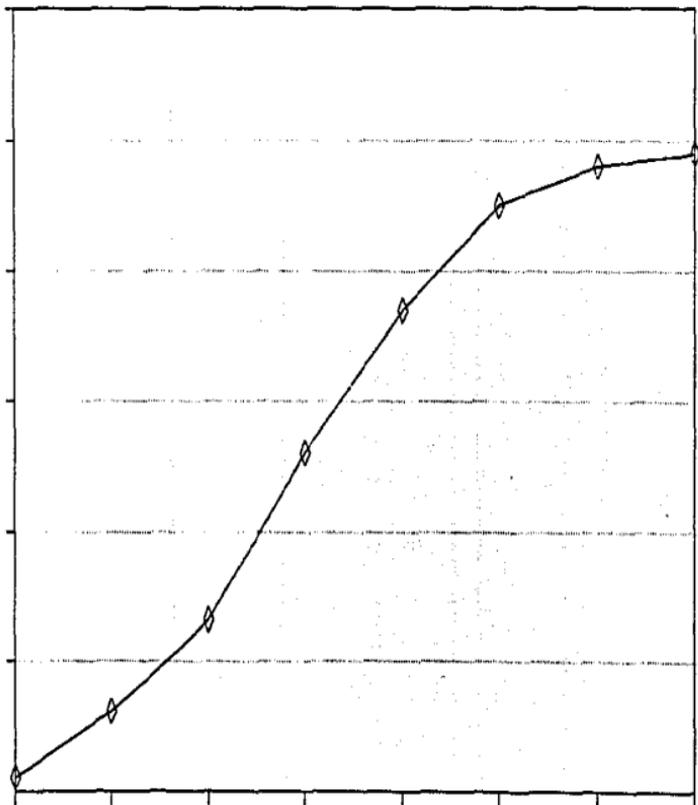
Resulta útil representar los datos en función de la frecuencia relativa, y no en función de la frecuencia absoluta, ya que aunque los números absolutos puedan cambiar la relación entre las clases permanece estable.

3.4.2. Polígono de frecuencias. En esta gráfica es necesario localizar con un punto el lugar donde se intersectan la marca de clase y el valor de frecuencia que corresponde a esa clase, posteriormente se unen en líneas. Estas gráficas pueden representar frecuencias absolutas y relativas.

POLIGONO DE FRECUENCIA ABSOLUTA



POLIGONO DE FRECUENCIA RELATIVA



Es necesario tener una representación estadística que implica al menos dos tipos de valores o "estadísticos"; uno para medir la tendencia central de los datos (Medidas de Tendencia Central), y otro para medir su extensión o dispersión (Medidas de Dispersión).

3.5 MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL

Estas medidas nos muestran como se concentran los datos, las más usuales son: la media, la mediana y la moda.

3.5.1. La media. También llamada media aritmética, proporciona el valor promedio de una población o muestra, y está representada por \bar{X} ("X" barra o "X" testada).

Se obtiene sumando los valores de los datos divididos entre el número de datos.

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} \quad \text{media de datos no agrupados}$$

$$\bar{X} = \frac{\sum EX.Xi}{N} \quad \text{media de datos agrupados}$$

donde:

\bar{X} = media

E = símbolo que representa la sumatoria de todos los valores

X = cada uno de los valores (en datos no agrupados)

- X_i = cada una de las marcas de clase (en datos agrupados).
 "." = indica que deben de multiplicarse los valores de cada lado.
 f_i = frecuencia absoluta de cada marca de clase
 N = número de observaciones.
 "-" = indica que debe dividir el valor obtenido en la parte superior entre el valor inferior.

Cabe mencionar que esta medida de tendencia central será muy utilizada en la investigación, por lo que se le da atención especial.

3.5.2. La mediana. Es el valor que corresponde al dato central de la muestra o población, se representa por " \bar{x} ".

\bar{x} = El valor intermedio de los datos ordenados progresivamente; es el caso de la mediana para datos agrupados.

\bar{x} = El valor que se interseca al 50 % de la ojiva o curva "S" es la mediana para datos agrupados.

3.5.3. La moda. Es el valor más repetido en la población o muestra, está representada por \hat{X} .

\hat{X} = valor más repetido para datos no agrupados
 \hat{X} = marca de clase con mayor número de frecuencias para datos agrupados.

3.6. MEDIDAS DE DISPERSION

Ahora analizaremos la dispersión de los datos de un evento, para lo cual contamos con dos medidas principales: la amplitud o rango y la desviación estándar.

Supongamos que a un tornero le encomiendan elaborar 5 rangos para martillo de piña, con un promedio de 1.0 pulgadas de diámetro.

El trabajo del tornero no estará dentro de las especificaciones si sus piezas miden 0.2, 0.5, 1.0, 1.5, y 1.8 pulgadas de diámetro.

Es evidente que existe una gran diferencia en las dimensiones de cada pieza, por lo que no resultarán útiles.

Para reconocer la conformación de los datos usamos las medidas de dispersión, las cuales nos proporcionan información complementaria que permite juzgar la confiabilidad de las medidas de tendencia central.

3.6.1. Rango o Recorrido. Proporciona un conocimiento acerca de la cantidad de valores que se pueden encontrar en los datos, ya que éste número está dado por la diferencia entre el valor mayor menos el valor menor en el grupo de datos.

3.6.2 Desviación Estándar. Esta medida nos permite conocer con mayor certeza donde están situados los valores de

una distribución de frecuencia en relación con la media de los datos. Esta representada por la letra griega "r" (sigma minúscula).

Se define como la raíz cuadrada del promedio de los cuadrados de las distancias de las observaciones de la media.

$$r = \sqrt{r^2} = \sqrt{\frac{E(X - \bar{X})^2}{N}}$$

desviación estándar
para datos no
agrupados

$$r = \sqrt{\frac{EX^2}{N} - \bar{X}^2}$$

$$r = \sqrt{r^2} = \sqrt{\frac{Efi.(X - \bar{X})^2}{N}}$$

desviación estándar
para datos agrupados.

$$r = \sqrt{\frac{Efi.Xi^2}{N} - \bar{X}^2}$$

Donde:

r = Desviación estándar

r² = Varianza

E = símbolo que representa la sumatoria de todos los valores

X = cada uno de los valores (en datos no agrupados)

Xi = cada una de las marcas de clase (en datos agrupados).

\bar{X} = media de la muestra

\bar{X}^2 = media de la muestra elevada al cuadrado

"." = indica que deben de multiplicarse los valores de cada lado.

f_i = frecuencia absoluta de cada marca de clase

N = número de observaciones.

"-" = indica que debe dividir el valor obtenido en la parte superior entre el valor inferior.

() = indica que se debe efectuar la siguiente operación sobre el resultado del valor interno.

√ = indica que se debe obtener la raíz cuadrada del valor interno.

CAPITULO IV

**LA AUTOCERTIFICACION DE LA CALIDAD
EN EL PROCESO DE PRODUCCION**

4.1. LA IMPORTANCIA DEL OBRERO EN EL PROCESO DE PRODUCCION.

Es claro y comprobable que todo ser humano se distingue de otros seres por tener la capacidad de pensar y razonar los acontecimientos del medio en que se desarrolla.

La mayor parte de los industriales mexicanos identifican a los obreros únicamente como una fuerza de trabajo (mano de obra). Este concepto fué relativamente válido mientras duró el proteccionismo a las manufacturas mexicanas; actualmente esta mentalidad debe ser transformada sustancialmente hasta identificar al obrero como la mano de obra creadora de la calidad del producto nacional, que competirá contra productos internacionales.

Las pequeñas y medianas empresas deben poner mayor énfasis en este cambio, ya que los avances tecnológicos, que coadyuvan a mejorar la calidad del producto, llegan a destiempo a sus plantas y talleres de producción; debiendo entonces fundar las expectativas de una buena calidad en la mano de obra mexicana.

Una vez dimensionada la magnitud de esta problemática, los industriales mexicanos podrán tener éxito en la implantación de programas de calidad, si entorno a estos existe un ambiente de educación, capacitación y motivación al obrero.

4.2. PARTICIPACION DE LA DIRECCION.

Para poder llevar a cabo un proyecto de control de calidad dentro de cualquier empresa es necesario que se tengan objetivos claros, bien definidos, medibles y alcanzables. Dichos objetivos deben estar contemplados en la planeación estratégica de la empresa, ya que es necesario que se canalicen recursos económicos y humanos al logro de éstos.

Dentro de los recursos que han de destinarse al proyecto, y de carácter fundamental, están el tiempo y la atención que los directores y gerentes de la empresa dedicarán al proyecto, ya que el compromiso y la participación de los niveles de dirección se verá reflejado en los resultados obtenidos al final de los proyectos.

4.3. DEFINICION DEL CONCEPTO DE AUTOCERTIFICACION EN EL CONTROL DE CALIDAD

La autocertificación de calidad es el procedimiento por medio del cual el obrero toma en una gráfica de control las medidas de algunas muestras del producto durante el proceso de fabricación, posteriormente el responsable del proyecto de calidad compila los datos y los interpreta, tomando las medidas preventivas o correctivas necesarias para mantener el proceso bajo control.

El objetivo de la autocertificación de calidad radica en determinar la variabilidad y tendencia de un proceso de

producción, logrando con esto que las piezas o producto final sean fabricados de acuerdo a las especificaciones de diseño establecidas.

Como se mencionó anteriormente, la calidad es fabricada por producción, y control de calidad debe asesorar y apoyar activamente a producción para lograr los estándares de calidad deseados en el producto.

De acuerdo a lo anterior se considera que la aplicación de la autocertificación de calidad debe llevarse a cabo en la línea de producción, con la participación directa del obrero en las áreas de producción y calidad. En aquella, continuará realizando las actividades operativas propias del proceso y en esta, registrará y graficará un determinado número de eventos relacionados con la labor que realiza.

Esta participación activa del obrero tiene por sí misma ventajas para la empresa y para el obrero, como son las siguientes:

+ Para el obrero.

- Se convierte en personal capacitado en el manejo de control estadístico de calidad.
- Encuentra motivación en su trabajo ya que es tomado en cuenta para actividades pensantes y no solo manufacturera.
- Satisface necesidades de superación.

+ Para la empresa.

- Contar con personal capacitado.
- El proyecto no requiere contratación de mano de obra calificada, únicamente se contempla la capacitación del personal en temas de calidad.
- Los beneficios del programa de control de calidad se ven reflejados en el incremento de la productividad.

Finalmente, el ingeniero líder del proyecto y los asistentes deben interpretar los gráficos de control, obteniendo conclusiones y ejerciendo acciones preventivas y correctivas en caso de ser necesario.

4.4. UN PERFIL DEL OBRERO MEXICANO, SUS RECURSOS Y NECESIDADES.

A continuación se presenta una semblanza general del obrero mexicano. Cabe mencionar que dicha información fué tomada de cuatro diferentes empresas del área metropolitana (una del ramo de alimentos y tres manufactureras), todas ellas pequeñas o medianas. Sin embargo, y por no ser objeto de este estudio, no se presenta una muestra representativa de la población, aunque si permite obtener una idea clara del perfil económico - cultural del obrero mexicano.

EDAD:	18 a 23 años	= 15.87%
	23 a 28 años	= 36.51%
	28 a 33 años	= 25.40%
	33 a 38 años	= 17.46%
	38 a 43 años	= 3.17%
	43 o más años	= 1.59%
ESTATURA:	1.55 a 1.60 m.	= 25.00%
	1.60 a 1.65 m.	= 26.92%
	1.65 a 1.70 m.	= 32.69%
	1.70 a 1.75 m.	= 9.61%
	1.75 a 1.80 m.	= 5.78%
PESO:	50 a 55 kgs.	= 19.23%
	55 a 60 kgs.	= 28.84%
	60 a 65 kgs.	= 25.00%
	65 a 70 kgs.	= 17.30%
	70 a 75 kgs.	= 3.87%
	75 o más kgs.	= 5.74%
ESTADO CIVIL:	Casado o unión libre	= 66%
	Soltero	= 34%
HIJOS:	0	= 18.16%
	1 a 2	= 45.40%
	3 a 4	= 27.25%
	5 o más	= 9.19%
ESCOLARIDAD:	1o a 3o de primaria	= 5.99%
	4o a 6o de primaria	= 41.79%
	Algún nivel técnico	= 7.46%
	1o a 3o de secundaria	= 32.83%
	1o a 3o de preparatoria	= 8.95%
	Algún nivel profesional	= 2.98%
INGRESOS:	1 a 2 Veces el Salario Mínimo	= 62.36%
	Más de 2 Veces el Salario Mínimo	= 37.64%
OBJETIVOS:	Tener un oficio o profesión	= 16.08%
	Triunfar, superarse o "ser alguien"	= 57.14%
	Tener un patrimonio	= 19.64%

De acuerdo con los datos anteriores, es posible definir al obrero mexicano con el siguiente perfil:

Físicamente es una persona joven, ya que el 77.78% cuenta con menos de 30 años, su estatura media es de 1.65 m. y pesa aproximadamente 62 kgs.

Económicamente el 82.36% tiene ingresos de 1 a 2 salario mínimos y el 66% son casados o viven en unión libre; estos tienen al menos dos hijos. Esta situación implica una gran diferencia entre los ingresos y las necesidades económicas del trabajador.

Culturalmente, la mitad de los trabajadores cursaron la primaria y una tercera parte la secundaria; por lo cual se infiere que la mayoría tiene los conocimientos mínimos para realizar operaciones aritméticas básicas, y capacitándolos en forma adecuada, pueden llegar a participar eficientemente en programas de Autocertificación de Calidad.

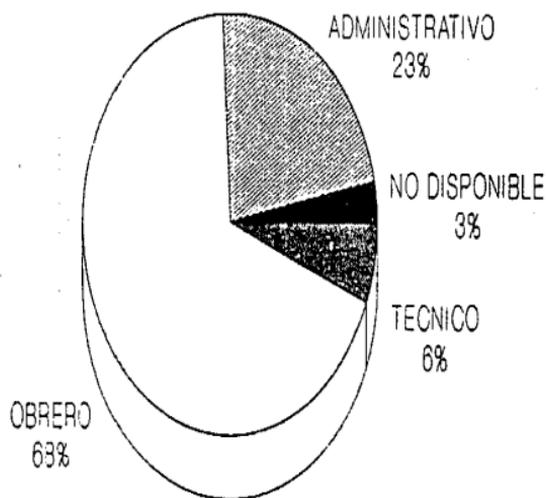
Aunado a lo anterior, el deseo de superación está presente en el obrero, ya que el 23% plantea objetivos claros y específicos, tales como lograr una profesión o un oficio, o bien, alcanzar un patrimonio; este porcentaje puede ser incrementado considerablemente si entorno al obrero se desarrolla un clima de confianza, motivación y capacitación.

La creación de este clima laboral depende en gran medida de la participación y compromiso que asuma la dirección o el

dueño de la empresa en cuestión.

A continuación se presenta una gráfica donde se aprecia la distribución del personal en la pequeña y mediana empresa.

PERSONAL EN LA PEQUEÑA Y MEDIANA EMPRESA



NOTA: EL PERSONAL QUE PERCIBE EL SALARIO
MINIMO REPRESENTA EL 5.8%

FUENTE: REVISTA EXPANSION
SEPTIEMBRE DE 1991

4.5 PROCESO DE IMPLANTACION PARA LA AUTOCERTIFICACION DE CALIDAD.

Es importante destacar que todo proyecto enfocado a mejorar la calidad de un producto requiere una inversión de tiempo considerable, misma que puede ser de mediano a largo plazo según la magnitud del proyecto y de acuerdo a esta inversión de tiempo y al interés de todo el personal se podrán lograr los resultados esperados. Durante todo el tiempo que dure el proceso de mejoramiento de la calidad es indispensable observar los siguientes aspectos:

- Destinar los recursos necesarios. En este punto están considerados tanto los materiales, económicos y el tiempo de los directores; este último es de suma importancia ya que estarán involucrados y comprometidos en el proyecto.
- Existencia de una comunicación constante y ordenada entre todas las áreas de la empresa, logrando con esto que se conozcan los objetivos y alcances del proyecto, la cual se puede realizar mediante cartelones o circulares. Al respecto es prudente evitar la demagogía.
- La capacitación y motivación son dos aspectos que forman parte del ambiente en el proyecto de control de calidad, y están directamente relacionados. La labor de los obreros es totalmente rutinaria, al momento en que son tomados en cuenta para un trabajo de mayor responsabilidad

generalmente su nivel de motivación y autoestima se incrementa por lo que la capacitación logra mejores resultados. La motivación al obrero para realizar determinada tarea es mucho más rentable que la imposición de dichas actividades.

A continuación se explica el procedimiento para la autocertificación de calidad.

4.5.1 DEFINICION DE OBJETIVOS Y ASIGNACION DEL LIDER DEL PROYECTO

Una vez que la dirección ha decidido comprometer recursos al proyecto se deben fijar los objetivos del mismo. Dichos objetivos generalmente radican en contar con una fuente de información para:

- a) Definir si un proceso cumple con ciertas especificaciones ya que con base en esto las tolerancias de diseño o el diseño mismo puede ser de acuerdo a la capacidad del proceso.
- b) Modificar el proceso de producción a efecto de mantenerlo bajo control; esto se logra buscando las causas de variación y corrigiendolas.

Finalmente la dirección debe asignar al líder del proyecto, quién junto con el área de producción, es responsable de tomar decisiones y de informar el avance del proyecto.

4.5.2. IDENTIFICACION DE LA VARIABLE.

Para conocer cuál será la variable o las variables a medir, es necesario conocer perfectamente el proceso de producción y evaluar los dos aspectos siguientes:

A) Frecuencia del problema. Para conocer la frecuencia con que ocurren ciertos problemas, es necesario elaborar un diagrama de Pareto, el cual es una gráfica de barras donde la frecuencia se representa por el alto de la barra; el problema más frecuente se localiza a la izquierda y en forma descendente hacia la derecha.

Primeramente se listan cada una de las partes de un proceso de producción, o bien de un segmento del proceso de producción, posteriormente se anota la frecuencia de ocurrencia de los problemas con respecto a cada parte del proceso.

Como ejemplo supondremos una línea de producción donde se realizan los procesos de marcado, cortado, doblado, punteado y acabado.

Con base a una muestra representativa y aleatoria de la producción se anota la frecuencia de la problemática observada en las muestras.

Cabe mencionar que en las muestras pueden aparecer uno ó más problemas, por lo que se deben anotar todos los casos que

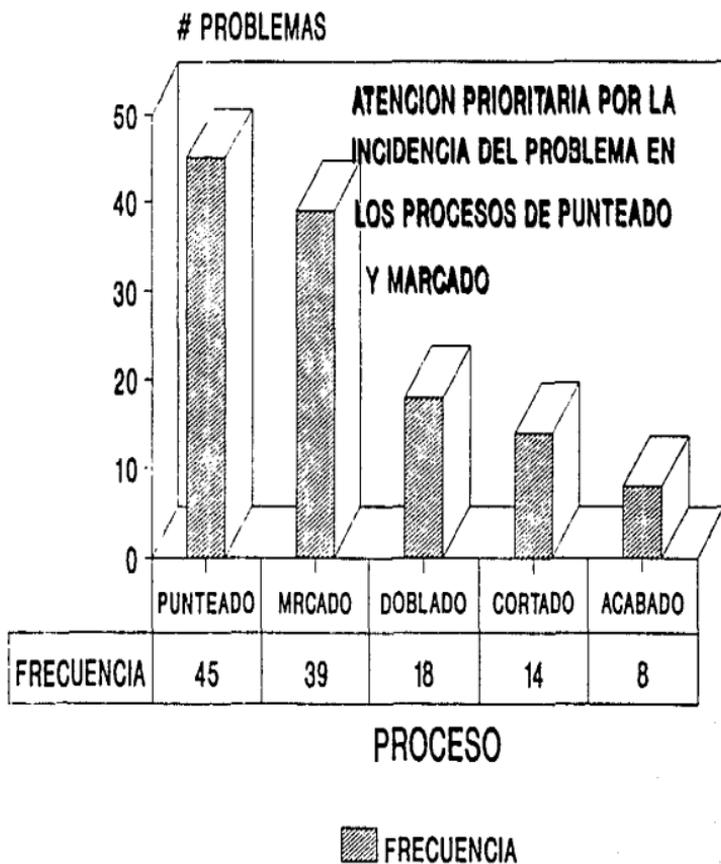
sucedan, tal como lo muestra el ejemplo de la siguiente tabla:

Nombre del proceso	Frecuencia del problema
Marcado	39
Cortado	14
Doblado	18
Punteado	45
Acabado	8

Con base en los resultados obtenidos de la observación se debe elaborar un diagrama de Pareto, el cual es una representación gráfica de frecuencias relativas que nos permite apreciar cimparativamente la frecuencia con que ocurren los defectos de fabricación. Una vez hecho el diagrama de Pareto (ver la siguiente hoja), es posible aplicar la la Ley de Pareto; la cual propone que el 80% de los defectos se podrán eliminar si se soluciona el 20 % de las causas que generan tales defectos.

Ahora tenemos el primer parámetro de decisión por medio del cual podemos concluir que los procesos de punteado y de marcado son aptos para aplicar la autocertificación de calidad. Sin embargo, resultará muy prudente observar el aspecto económico.

SELECCION DE VARIABLES MEDIANTE EL DIAGRAMA DE PARETO



B) El costo del problema. Todo gasto generado por la mala calidad de fabricación impacta directamente en la rentabilidad de un producto y de acuerdo a esto cualquier característica que genere algún desperdicio o un elevado costo de reproceso es candidato susceptible para aplicar el gráfico de control.

La cunatificación del costo del problema es particular de cada proceso de producción y en algunos casos es inevitable tener costos de desperdicio y reproceso por lo que se deberán identificar claramente las características en las cuales de alguna manera se pueda optimizar el costo de producción.

4.5.3. CAPACITACION DEL OBRERO

Una vez que se ha hecho la selección de la variable o las variables a medir se debe escoger al personal que será capacitado en las técnicas de calidad. Dicha capacitación se realizará en forma gradual hasta alcanzar a todo el personal que este involucrado en el proceso de producción. Se debe tener especial cuidado es disminuir al máximo posible la rotación del personal que de otra forma los recursos destinados a la capacitación se pierden y no generan los resultados deseados.

En relación al esfuerzo que realiza el obrero es importante que exista el reconocimiento público por parte de la dirección a efecto de generar mayor interés en sus

actividades. Esto se convierte en un factor de motivación y a la vez se traduce en una necesidad de arraigo para la empresa.

Es conveniente que el grupo seleccionado sea al menos de tres obreros y no mayor a ocho de ellos, ya que con esto se logra un control total del grupo, una atención personalizada por parte del instructor además de mayor aprovechamiento por parte de los obreros.

En primera instancia se les deben dar a conocer los beneficios del control de calidad, insistiendo en que los resultados favorables del proyecto facilitan su trabajo diario; de lo contrario el obrero puede tender a suponer que el objetivo principal es evaluar a la persona y no al proceso, esto puede acarrear problemas como el de falsear la información de las muestras o simplemente renuncia a colaborar.

La nivelación de los conocimientos aritméticos es la segunda etapa de la capacitación. Aquí se deberán repasar las operaciones aritméticas básicas y hacer ejercicios al respecto.

Finalmente el obrero debe estar muy bien capacitado en la forma de emplear los instrumentos de medida, así como la manera en que estas se han de tomar.

4.5.4. GRAFICAS DE CONTROL

Todos los procesos reales tienen alguna variación. En los procesos de producción existen variaciones en las dimensiones, en la composición química de los materiales, etc. En las áreas de servicio hay variaciones en el tiempo de atención al público, en el número de consultas proporcionadas, etc.

En casi todos los procesos existen una serie de causas de variación que contribuyen a las variaciones "normales" del proceso; es decir, no existe un proceso que sea 100 % eficiente. La maquinaria puede sufrir alteraciones en su funcionamiento debido a su manejo o interacción con el medio ambiente, los empleados pueden contribuir a las variaciones en los métodos de trabajo y rendimiento debido a presiones en su vida laboral y privada, de igual forma la composición de los insumos del proceso puede variar. Todas estas variaciones se derivan de causas probabilísticas o de azar, y en general no es posible controlarlas.

Sin embargo, existen causas de variación relativamente grandes debidas a algún cambio diferente al de las causas "normales". Dichas fuentes de cambio se denominan causas "asignables". Algunas de éstas dentro de un proceso de producción son las siguientes:

- Maquinaria en malas condiciones o no calibrada
- Mano de obra no calificada
- Diferencia en la aplicación de los procedimientos

Un proceso está bajo control cuando las variaciones ocurridas en el número de defectos se deben únicamente a fuentes "normales" de variación. Los gráficos de control establecen estándares de esta variación de tal forma que cuando éstos estándares se incrementan es debido a causas "asignables"; entonces se debe investigar inmediatamente el origen de la causa y corregirla.

Para detectar la existencia de causas "asignables" existen dos clases de gráficas de control que se usan comunmente:

- a) Gráficas de control por variables
- b) Gráficas de control por atributos

Para el caso de las gráficas de control por variables las que utilizaremos serán las gráficas X-R (media-rango); y las gráficas de control por atributos serán las gráficas np (para número de unidades defectuosas) y las gráficas C (para número de defectos).

4.5.5. SELECCION DE LA GRAFICA DE CONTROL

El uso de un tipo de gráfica de control está directamente relacionada con el tipo de característica que se medirá, de esta manera las características de un producto pueden estar dados por variables o por atributos.

En el caso de que las características del producto a medir sean volúmenes (lts. o m^2), peso (Kg. o lbs.), tiempo (hrs.), longitudes (m. o pulg.), porcentajes, etc. Entonces se dice que la característica en cuestión es una variable. En estos casos las gráficas de control por variables son los indicados.

Si la característica cumple o no las especificaciones de diseño, entonces estamos cuantificando atributos, tal es el caso de la tonalidad en los acabados de pintura, el encendido de cerillos, o las inspecciones mediante calibradores pasa-no-pasa como los balines de los valeros o rodamientos. Para los casos en que cuantificamos atributos usaremos las gráficas de control por atributos. de los cuales en nuestro proceso de control de calidad solamente serán usadas las siguientes gráficas:

- Gráficas para número de unidades defectuosas o gráficas "np". Dichas gráficas se usan cuando queremos controlar la cantidad de unidades con defecto en la producción. Tal es el caso de los cerillos que no encienden y conforman un número de elementos defectuosos.

- Gráficas para el número de defectos o gráficas "C". Estas gráficas las aplicamos cuando deseamos controlar la cantidad de defectos que contiene una lote determinado, por ejemplo el número de imperfecciones de los rollos de tela, o el número de defectos de un cristal.

4.5.6. GRAFICAS DE CONTROL POR VARIABLES (\bar{X} -R)

Muestran una representación continua del proceso y su variación con respecto a una variable.

Las características de estas gráficas son las siguientes:

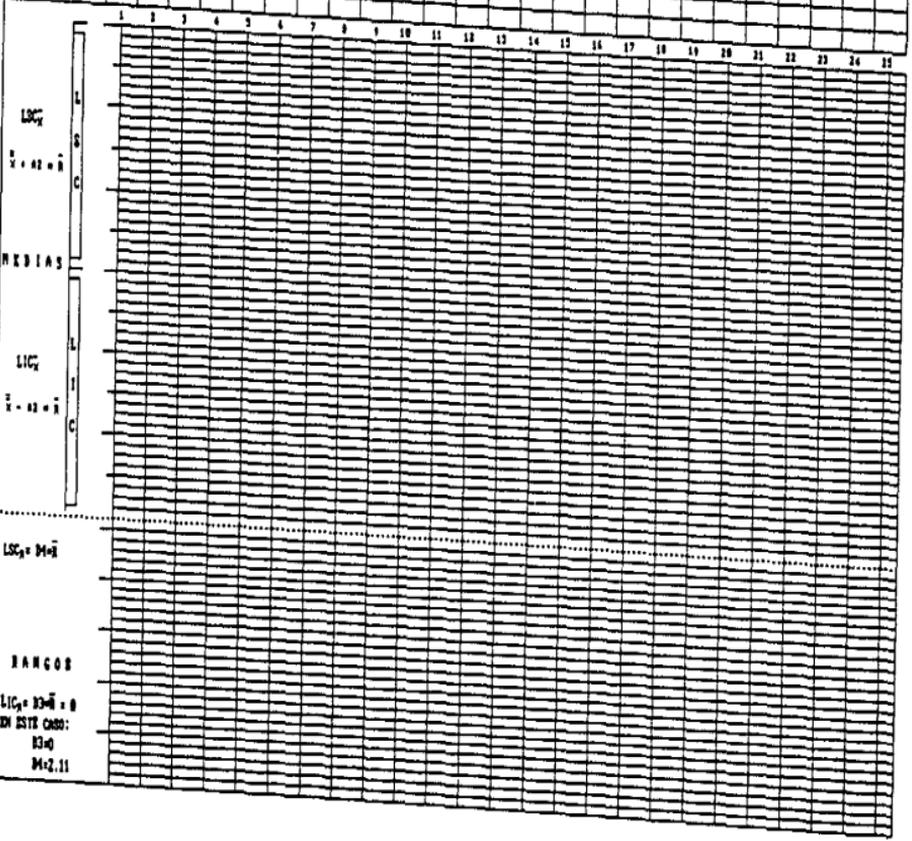
- Proporcionan la variabilidad del proceso
- Dan a conocer el nivel promedio al que está operando el proceso.
- Detecta las causas asignables que afectan al proceso.
- Indica si el proceso es estable.
- Al usar una bitácora del proceso permite tener antecedentes que sirven para la toma de decisiones.

A continuación se muestra la gráfica de control por variables.

GRAFICA DE CONTROL POR VARIABLES X-R (MEDIAS Y RANGOS)

NOMBRE DE LA PARTE _____ No. DE PARTE _____ CARTA No. _____ No. DE OPERACION _____
 NOMBRE Y No. DE LA INSITUA _____ EQUIPO DE MEDICION _____ UNIDAD DE MEDICION _____ LÍMITES ESPECÍFICOS _____
 LSC₁ = _____ LIC₁ = _____ LSC₂ = _____ LIC₂ = _____ $\frac{U}{2}$ = _____ $\frac{L}{2}$ = _____

LOTE	TURNO	FECHA	HORA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
REGISTRO																												
ADVERTA																												
REVISAR																												
TOTAL																												
(2) MEDIA																												
(R) RANGO																												



4.5.6.1. CONSTRUCCION DE LAS GRAFICAS DE CONTROL POR VARIABLES (X-R).

- 1) Elegir la variable que se medirá, generalmente son seleccionados de acuerdo al costo-beneficio que generan tal como expone en el inciso 4.5.2.

Cada gráfica corresponderá únicamente a una variable.

- 2) Formar los subgrupos de acuerdo al siguiente criterio:
 - Los subgrupos deberán contar con 5 elementos o mediciones.
 - Las corridas que constituirán las gráficas serán de 25 subgrupos.
 - El tiempo de muestreo para cada subgrupo será de 30 a 120 minutos, dependiendo del tipo de proceso.
- 3) Colectar los datos observados de cada uno de los subgrupos.
- 4) Calcular la media (\bar{X}) para cada subgrupo.
- 5) Calcular el rango (R) para cada subgrupo.
- 6) Calcular la media de las medias ($\bar{\bar{X}}$).
- 7) Obtener el rango promedio (\bar{R}).

8) Calcular los límites de control de acuerdo a las siguientes fórmulas y graficarlas:

$$LSC_X = \bar{X} + A_2 R$$

$$LIC_X = \bar{X} - A_2 R$$

$$LSC_R = D_4 R$$

$$LIC_R = D_3 R$$

Cabe mencionar que los parámetros que definen la construcción de estas gráficas son más amplios, pero para fines de nuestro estudio los criterios anteriores son satisfactorios con valores para $n = 5$, y son los siguientes:

$$A_2 = 0.577$$

$$A_3 = 0.$$

$$A_4 = 2.28$$

A CONTINUACION SE PRESENTA UN EJEMPLO CON UNA SERIE DE DATOS OBTENIDOS EN UNA FABRICA DE PEGAMENTO BLANCO SE TRATA DE UN NUEVO ENMASE QUE DEBE CONTERNER 129 GR. +/- 3 GR.

NO. DE SUBGRPO.	MEDIDAS					MEIA (X)	RANGO (R)
1	125	126	128	131	134	128.8	9
2	129	127	132	129	131	129.6	5
3	131	132	129	128	127	129.4	5
4	131	130	127	129	130	129.4	4
5	129	128	132	129	131	129.8	4
6	133	129	127	126	125	128.8	8
7	124	132	127	125	126	126.8	8
8	127	128	129	129	131	128.8	4
9	130	131	129	129	130	129.8	2
10	129	127	128	129	130	128.6	3
11	129	131	129	128	130	129.4	3
12	129	131	128	127	129	128.8	4
13	132	129	127	131	129	129.6	5
14	130	129	128	127	131	129.8	4
15	129	132	129	128	131	129.8	3
16	129	131	128	131	129	129.6	3
17	134	132	133	130	128	131.4	6
18	131	132	131	130	134	131.6	4
19	129	129	131	128	131	129.6	2
20	129	131	132	131	132	131.8	3
21	129	128	127	129	130	128.6	3
22	127	133	129	130	129	129.6	6
23	128	129	130	132	131	130.8	4
24	127	129	132	130	129	129.4	5
25	128	131	131	129	130	129.8	3

$$R = 110 / 25 = 4.4$$

=

$$X = 3236.2 / 25 = 129.45$$

-

$$LSC_R = 14 * R = 2.11 * 4.4 = 9.2$$

-

$$LIC_R = 03 * R = 8.8 * 4.4 = 8$$

=

$$LSC_X = X + A2 * R = 129.45 + 8.58 * 4.4$$

=

$$= 132$$

=

$$LIC_X = X - A2 * R = 129.45 - 8.58 * 4.4$$

=

$$= 127$$

DE ACUERDO AL PUNTO 1), LA VARIABLE A MEDIR FUE EL CONTENIDO DEL ENMASE Y LA UNIDAD DE MEDIDA FUERON GR. COMO SE APRECIA EN LA TABLA SE FORMARON SUBGRUPOS CON 5 ELEMENTOS CADA UNO Y SE REALIZO UNA CORRIDA CON 25 SUBGRUPOS. LOS DATOS DE CADA SUBGRUPO SE OBTUVIERON EN INTERVALOS DE 48 MIN. LOS DATOS OBTENIDOS SE ENCUENTRAN EN LA TABLA ANTERIOR, EN LA COLUMNA CON TITULO DE MEDIDAS.

DE ACUERDO A LOS PASOS 4 Y 5 SE CALCULO LA MEDIA (\bar{X}), Y EL RANGO (R) PARA CADA SUBGRUPO.

POSTERIORMENTE SE CALCULO LA MEDIA DE LAS MEDIAS ($\bar{\bar{X}}$), Y EL RANGO PROMEDIO (\bar{R}).

FINALMENTE FUERON CALCULADOS LOS LIMITES DE CONTROL.

LOS RESULTADOS SE APRECIA EN LA SIGUIENTE GRAFICA, DONDE SE NOTA QUE NO EXISTE NINGUN PUNTO FUERA DE CONTROL.

4.5.6.2. INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS EN LAS GRAFICAS DE CONTROL POR VARIABLES (X-R)

La correcta interpretación de los resultados será fundamental para evaluar el proceso, lo cual se traducirá en el mantenimiento preventivo a la maquinaria, mano de obra y a los métodos de producción; esto traerá como beneficio la fabricación de productos bajo estándares de deseados.

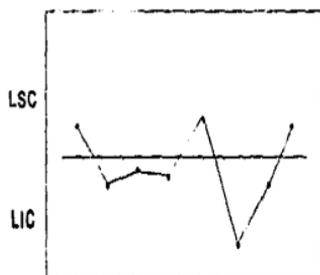
Los patrones que indican la necesidad de investigar una causa común que afecte la estabilidad del proceso se muestran en las siguientes gráficas.

Es importante mencionar que cuando alguno de estos casos se presente, será necesario detectar la causa específica y corregirla, una vez hecho esto se procederá a recalcular la gráfica de control, dejando fuera del cálculo el subgrupo donde se detectó el problema.

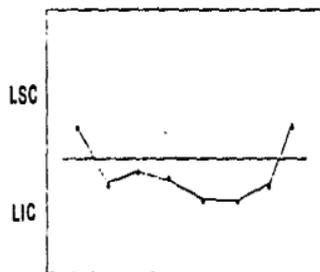
Una vez que el proceso se ha estabilizado en forma consistente, y por lo tanto no se detectan continuamente fallas que lo afecten, es necesario mantener los límites que presenta a fin de cubrir periodos futuros.

Estos límites serán utilizados como referencia para el control continuo del proceso, con el objeto de detectar inmediatamente alguna falla y tomar las acciones pertinentes para corregirla.

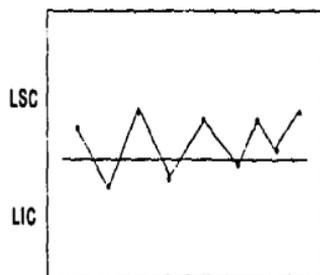
INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS DE LAS GRAFICAS DE CONTROL



UN PUNTO FUERA DE LOS LIMITES
DE CONTROL

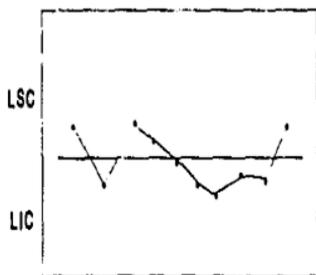


UNA CORRIDA DE AL MENOS 5 PUNTOS
CONSECUTIVOS ARRIVA O ABAJO DEL
PROMEDIO (\bar{O} o \bar{X})

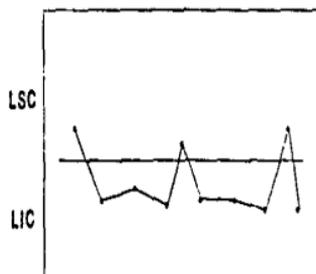


LA APARICION DE CICLOS IDENTIFICA
PATRONES DE COMPORTAMIENTO
REPETITIVOS, CAUSADOS POR VARIABLES
PRESENTES EN EL PROCESO

INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS DE LAS GRAFICAS DE CONTROL



LA TENDENCIA MARCA UN LINEAMIENTO PARA QUE EL PROCESO TENGA VARIACIONES FUERA DE CONTROL, ESTO SE DA CUANDO EXISTEN 5 PUNTOS CONSECUTIVOS EN FORMA ASCENDENTE O DESCENDENTE.



EL PROCESO ESTA FUERA DE CONTROL POR ADHESION CUANDO EL 80% O MAS DE LOS PUNTOS SE ENCUENTRAN EN EL TERCIO SUPERIOR O INFERIOR DE LOS LIMITES DE CONTROL.

4.5.7. GRAFICAS DE CONTROL POR ATRIBUTOS

Los datos por atributos sólo tienen dos posibilidades pasa / no pasa, presente / ausente; pero pueden ser cuantificados.

La gráfica de control por atributos es una representación continua del proceso, que permite determinar la cantidad de defectos o el número de artículos defectuosos.

Las características de estas gráficas son las siguientes:

- Muestran la variabilidad del proceso.
- Indican la cantidad o porcentaje defectuoso de la muestra
- Retroalimentan el proceso mediante la detección de patrones que indican la inestabilidad del proceso.
- Facilitan la toma de acciones preventivas y/o correctivas en el momento en que se presenta el problema.

Los criterios de aceptación al usar estas gráficas deben estar claramente definidos, ya que de lo contrario se corre el riesgo de caer en interpretaciones subjetivas al momento de coleccionar los datos.

Debido a la simplicidad de su elaboración, y su alto valor informativo, únicamente usaremos las gráficas de control "np" y "C".

A continuación se muestra un formato de las gráficas de control por atributos.

4.5.7.1. CONSTRUCCION DE LAS GRAFICAS DE CONTROL "np"

1) Seleccionar la frecuencia con que se medirán los subgrupos. Los tamaños de muestra deben ser iguales, y lo suficientemente grandes (al menos 50) para permitir la aparición de varios defectos.

Una vez determinada la frecuencia y el tamaño de la muestra, se procede a registrar los datos, lo cual es recomendable que se realice en la misma gráfica de control (formato anterior).

2) El cálculo de los límites de control se realiza de la siguiente manera:

Obtener el promedio de unidades defectuosas del proceso (\bar{np})

$$\bar{np} = \frac{np_1 + np_2 + \dots + np_k}{k}$$

donde:

np es la cantidad de unidades defectuosas de cada subgrupo.

k es el número de subgrupos (25 en el formato).

Obtener los límites de control con las siguientes fórmulas:

$$LSC_{np} = \bar{np} + 3 \sqrt{\bar{np} * (1 - \bar{np} / N)}$$

$$LIC_{np} = \bar{np} - 3 \sqrt{\bar{np} * (1 - \bar{np} / N)}$$

donde N es el tamaño de muestra.

Una vez que se tienen los límites, se selecciona una escala en el formato y se trazan los mismos.

La interpretación de los gráficos se hace de acuerdo al punto 4.5.6.2.

Cabe mencionar que en estas gráficas cuando el límite inferior es menor que 0 (cero) se substituye dicho límite de control por el valor 0 (cero), ya que no es posible que exista un número negativo de defectos.

A continuación se presenta un ejemplo con datos obtenidos en una fábrica de artículos para bebé, donde el montaje de llantas para carreola y andadera generaba un reproceso considerable.

Después de aplicar las gráficas np y lograr que el proceso quedara bajo control en forma consistente, se llegó a la fabricación del producto, en este proceso, de manera satisfactoria.

Frecuencia = cada hora

Tamaño = 80

Tabla de datos

4	9	8	6	11
1	10	2	7	2
8	0	4	5	3
6	5	2	4	1
5	10	3	0	7

4.5.7.2. CONSTRUCCION DE LAS GRAFICAS DE CONTROL "C"

Estas gráficas miden el número de defectos en un lote inspeccionado, requiere de tamaños de muestra constantes.

Se usan para casos en que los defectos se encuentran a través de un flujo continuo del producto, y se puede expresar en una relación de defectos; tal es el caso de las telas o cristales, donde se pueden cuantificar los defectos por cada metro cuadrado.

1) Para obtener datos primeramente se define el tamaño de la muestra (área de tela, área de pintura aplicada, metros lineales de un cable, rollos de plástico, etc), misma que debe ser constante.

2) Para el cálculo de los límites de control primeramente se define el número de defectos promedio.

$$\bar{c} = \frac{c_1 + c_2 + \dots + c_k}{k}$$

Donde "c" es la ocurrencia de defectos de cada muestra y "k" es el número de muestras (25 en el formato).

Posteriormente se obtienen los límites de control con las siguientes fórmulas:

$$LSCc = \bar{c} + 3 \sqrt{\frac{\bar{c}}{k}}$$

$$LICc = \bar{c} - 3 \sqrt{\frac{\bar{c}}{k}}$$

Al obtener los límites se debe seleccionar una escala y trazar los mismos en el formato.

De acuerdo al inciso 4.5.6.2. se interpretan los resultados.

En caso de que el límite inferior sea menor que 0 (cero), dicho límite será substituido por el valor 0 (cero); tal como se realiza en el gráfico "np".

Para ilustrar la elaboración de estas gráficas tomaremos como ejemplo la fabricación de trajes de casimir, donde antes de iniciar el proceso de corte, los rollos son inspeccionados visualmente a través de una pantalla luminosa. De tal forma que se recabaron los datos:

Frecuencia: cada rollo

Tamaño de muestra : 1 rollo

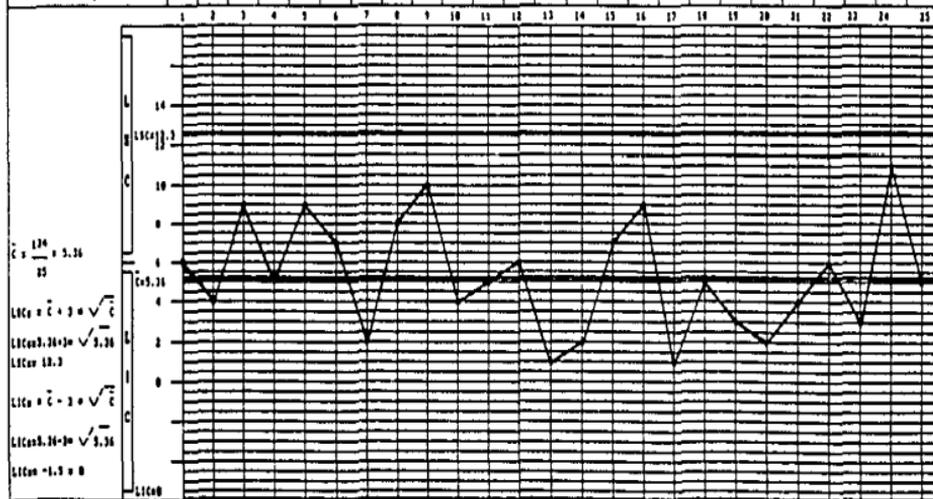
Tabla de datos

6	0	8	5	12
8	2	8	10	4
7	9	1	2	4
13	1	1	3	2
4	6	0	2	5

GRAFICA DE CONTROL POR ATRIBUTOS

NOMBRE DE LA PARTE BOLLO DE CASIRIA PARA TRAJE No. DE PARTE 1 CARTA No. 2 No. DE OPERACION 1
 NOMBRE Y No. DE LA MAQUINA PANTALLA DE REVISION PIN-1 UNIDAD DE MEDIDA RANCHAS, DENSIDADES O DECOLORACIONES LIMITES ESPECIFICOS 13 DEFECTOS/BOLLO
 LIC 12.3 LIC -1.3 ± 0 σ_p C 3.36 FRECUENCIA CADA BOLLO

LOT #	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5
TURNO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
FECHA	25 DE FEBRERO																								
HORA																									
TAMPO DE MUESTRA (m)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NUMERO DE DEFECTOS EN LA MUESTRA (C)	6	4	9	5	9	7	2	8	10	4	5	6	1	2	7	9	1	5	3	2	4	6	3	11	5
NUMERO DE UNIDADES DEFECTUOSAS EN LA MUESTRA (σ_p)																									



CONCLUSIONES

La activa y comprometida participación por parte de los directores de la empresa de manera continua durante el programa de control de calidad, es un factor fundamental para lograr las metas y objetivos trazados al inicio del mismo; ya que ellos deben estar plenamente convencidos del proyecto, pues de lo contrario no serán capaces de dirigir y motivar a sus subordinados.

Debido a que el presente sistema de control de calidad está fundamentado en la supervisión del proceso de producción por parte del obrero, es de carácter prioritario que se mantenga una constante y permanente capacitación del mismo, tanto en las áreas de control de calidad, como en las del proceso de producción; lo anterior tiene como objetivo lograr la motivación, el compromiso y la participación permanente del obrero. Esta capacitación puede darse gradualmente, de acuerdo al crecimiento y las necesidades de la empresa.

Este proyecto únicamente es el inicio de lo que posteriormente será programa de calidad total, en el que se deberá incluir: nuevos equipos, supervisión de materia prima, auditorías de calidad a proveedores, mejores métodos de producción, etc.

Recordemos, que la calidad del producto no es una meta en la

empresa, sino el camino a seguir para competir sin otorgar ventajas en el mercado nacional e internacional.

Finalmente, es preciso señalar que el beneficio de este proyecto resultará tangible, económicamente, en el mediano plazo - tal vez un año - ; y para lograr los mejores resultados se debe considerar que la aplicación de cualquier sistema de control de calidad debe hacerse en forma permanente.

BIBLIOGRAFIA

- Historia y Desarrollo Industrial de México
Confederación de Cámaras Industriales (CONCAMIN)
- Industrial Revolution in Mexico
Sanford A. Mosk
- Manual de Control de Calidad
J. M. Juran
Ed. REVERTE
- Estadística para Administradores
Richard I. Levin
Ed. PRENTICE HALL
- Control Estadístico de Calidad
Eugene L. Grant Richard S. Leavenworth
Ed. C.E.C.S.A.
- Control de Calidad
H.C. Charbonneau G. L. Webstec
Ed. INTERAMERICANA
- Expansión
Sept./1991 (Revista)
- Estrategia Industrial
CANACINTRA (Revista)
- Transformación
CANACINTRA (Boletín)
- Indicadores Económicos
Banco de México
- Examen de la Situación Económica de México
Banco Nacional de México