



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

**IMPLANTACION DE UN SISTEMA DE CALIDAD TOTAL EN
UNA FABRICA RECONSTRUCTORA DE
MAQUINAS-HERRAMIENTAS**

**T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERA QUIMICA METALURGICA
P R E S E N T A
GABRIELA ERIKA FLORES NAVA**



MEXICO D. F.



**EXAMENES PROFESIONALES
FACULTAD DE QUIMICA
2004.**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

JURADO ASIGNADO

PRESIDENTE	PROFESOR	EDUARDO ROJO Y DE REGIL.
VOCAL	PROFESOR	GERARDO ARAMBURO PEREZ.
SECRETARIO	PROFESOR	GERARDO REYES ALDASORO.
1 ^{ER} SUPLENTE	PROFESOR	JOSE SABINO SAMANO CASTILLO.
2 ^{DO} SUPLENTE	PROFESORA	VERONICA MARTINEZ FLORES

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA

EN LAS INSTALACIONES DE LA EMPRESA
METAL PLASTICO S DE RL. (MI) (MAQUINARIA INGLESA)

ASESOR DEL TEMA.

ING. EDUARDO ROJO Y DE REGIL



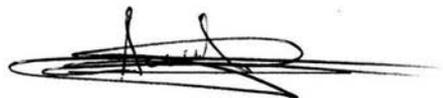
SUPERVISOR TECNICO.

DR. CARLOS LATORRE DIEZ



SUSTENTANTE.

GABRIELA ERIKA FLORES NAVA



Gracias

*A DIOS,
A mi familia y amigos,
Así como al Ing. Eduardo Rojo*

*La "Calidad" no es un accidente,
es el resultado de un esfuerzo
inteligente*



INDICE



INTRODUCCIÓN	11
---------------------	-----------

OBJETIVOS	14
------------------	-----------

1	IMPORTANCIA DE LA CALIDAD TOTAL	16
----------	--	-----------

1.1	EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA CALIDAD	16
1.2	PRINCIPALES INVESTIGADORES EN LA EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD	20
1.3	DEFINICIÓN DE CALIDAD	30

2.	CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD	34
-----------	---------------------------------------	-----------

2.1	IMPORTANCIA DE DESARROLLAR LA ESTADÍSTICA EN LA INDUSTRIA	34
2.2	HERRAMIENTAS BÁSICAS DE LA ESTADÍSTICA	35
2.3	CONTROL DE PROCESOS	51

3.	HERRAMIENTAS DE LA CALIDAD	61
-----------	-----------------------------------	-----------

3.1	GENERACIÓN DE LA CALIDAD DEL KAIZEN Y SU ASIMILACIÓN EN EL TOTAL QUALITY MANAGEMENT (TQM)	61
3.2	CÍRCULOS DE CALIDAD	70
3.3	ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE ESTANDARIZACIÓN (ISO 9000)	73
3.4	SEIS SIGMA	76

4.	DESCRIPCIÓN DE LAS MAQUINAS HERRAMIENTAS	83
-----------	---	-----------

4.1	RESEÑA HISTÓRICA DE LA EVOLUCIÓN DE LA MÁQUINA HERRAMIENTA	83
4.2	MAQUINAS Y HERRAMIENTAS CONVENCIONALES	84
4.3	EL TORNO	86
4.4	EL TALADRO	94
4.5	EL CEPILLO O LIMADORA	97
4.6	LA FRESADORA	100
4.7	ENGRANAJES	102
4.8	FLUIDOS DE CORTE	104

5.	PARTICIPACION DE LA INDUSTRIA METAL MECANICA EN LA ECONOMIA	106
-----------	--	------------

5.1	DESARROLLO DE LA ECONOMIA MEXICANA	106
-----	------------------------------------	-----

5.2	PRODUCTO INTERNO BRUTO (PIB)	109
5.3	BALANZA COMERCIAL	114
5.4	INVERSIÓN EXTRANJERA DIRECTA	117
5.5	TIPO DE CAMBIO	118
5.6	INDICADORES DE TENDENCIA DE LA ECONOMÍA EN MÉXICO	123
5.7	INDICADORES DE TENDENCIA DE LA INDUSTRIA MANUFACTURERA	126

GLOSARIO A LOS CAPITULOS 6, 7, Y 8	134
---	------------

6. DESCRIPCIÓN DEL TALLER	135
----------------------------------	------------

6.1	DESARROLLO DE LA COMPAÑÍA	135
6.2	DESCRIPCIÓN DEL TALLER	136
6.3	NORMAS DEL TALLER	148

7. ANÁLISIS DEL SISTEMA ACTUAL DE CALIDAD Y PROCEDIMIENTOS	152
---	------------

7.1	LA EMPRESA	152
7.2	PROCESOS DENTRO DE LA EMPRESA	158
7.3	DESARROLLO DEL TRABAJO DENTRO DE LA COMPAÑÍA	167
7.4	REPERCUSIONES DE LA MACROECONOMÍA EN LA MICROECONOMÍA A NIVEL EMPRESA	168

8. PROPUESTA DEL NUEVO MODELO DE CALIDAD TOTAL	175
---	------------

8.1	NUEVO MODELO DE CALIDAD TOTAL	175
8.2	RETOS DE LA EMPRESA	179

CONCLUSIONES Y RECOMEDACIONES	183
--------------------------------------	------------

BIBLIOGRAFÍA	188
---------------------	------------

INDICE DE FIGURAS.

- 1.1 Canteros cortando bloques (Egipto, dinastía XVII, Tebas) 16
1.2 Evolución de la administración de la calidad 19
1.3 Reacción en cadena de Deming 22
1.4 Ciclo de Deming 22
-
- 2.1 Hoja de registro de las causas del defecto 36
2.2 Diagrama de causa efecto (CE) 42
2.3 Casos en los que el campo de variación del proceso es menor que la zona definida por los límites de la especificación 52
2.4 Casos en que el campo de variación del proceso es aprox. igual a la zona comprendida entre los límites de la especificación 53
2.5 Casos en que el campo de variación del proceso es $>$ que el intervalo entre los límites de la especificación 53
2.6 Etapas que deben tomarse en cuenta para mejorar el proceso 54
-
- 3.1 La limpieza medio vitalizador 68
3.2 Proceso para el cambio proactivo de pensamiento y de comportamiento 69
-
- 4.1 Boceto de un torno de pedal y doble pértiga de Leonardo da Vinci, que no llegó a construirse por falta de medios (Siglo XV) 83
4.2 Prensa de balancín de Nicolás Briot (1626), diseñada por Leonardo da Vinci, y que supuso la puesta en marcha generalizada de la acuñación de moneda 83
4.3 Principales componentes de un torno paralelo o de piso 87
4.4 Rosca en forma de V aguda 92
4.5 Rosca métrica internacional 92
4.6 Juego de tres machuelos 93
4.7 Taladro radial 95
4.8 Partes principales de un cepillo de codo 97
4.9 Cepillo de codo horizontal simple 98
4.10 Cepillo vertical 99
4.11 Fresadora vertical con cabezal giratorio 100
4.12 Fresadora Universal 100
4.13 Tipos de cortadores para fresadora 101
4.14 Diferentes tipos de fresas 101
4.15 Partes principales de un engrane 103
-
- 6.1 Proceso completo de rehabilitación de maquinaria 137
6.2 Taller de Metal Plástico (Tornos Ingleses) 139
6.3 Diagrama de inspección de un torno paralelo 140
6.4 Información de un subcontrato para talleres externos 146
6.5 Calendario de mantenimiento de Maquinas 147
6.6 Resultados de la prueba de precisión 148
6.7 Distribución del taller 150
-
- 7.1 Compra y almacenaje de maquinas 159
7.2 Reacondicionamiento de maquinaria 160
7.3 Generación de clientes 161
7.4 Atención clientes 161

7.5	Venta de maquinas	162
7.6	Organigrama de la Empresa	164
7.7	Organigrama de las actividades de la Empresa	165
7.8	Organigrama de las responsabilidades por área de la Empresa	166

INDICE DE TABLAS.

1.1	Los catorce puntos de Crosby	21
1.2	Los catorce puntos de Deming	22
1.3	Enfermedades de Deming	23
1.4	Comparación de la trilogía de la calidad de Juran con la terminología financiera	24
1.5	Trilogía de la calidad de Juran	24
1.6	Mejorías para la calidad de Juran	25
1.7	Herramientas para la mejoría de la calidad de Conway	26
1.8	Las nueve emes de Feigenbaum	27
1.9	Siete herramientas básicas de la administración de la calidad de Ishikawa	28
1.10	Agenda de acción para la excelencia en la fabricación" por Shonberger	28
1.11	Diversas definiciones de calidad	32
1.12	La diversidad de las definiciones de calidad por Garvín	32
1.13	Definición de calidad total	32

2.1	Peso del eje de acero (Kg.)	37
2.2	Hoja de anotaciones del peso del eje de acero (codificado tomando como referencia 2.500 Kg.)	37
2.3	Distribución de frecuencias del peso de un eje de acero (Kg.)	38
2.4	Control sobre el impacto económico y de calidad referido a las repeticiones	40
2.5	Valores de estimación para población y muestra	44
2.6	Pesos de los sobres de un determinado alimento	55

3.1	Movimiento de las 5S+1 del Kaizen, presentación principio y concepto	66
3.2	Desarrollo histórico de ISO 9000	74
3.3	Documentos de los estándares ISO 9000	74
3.4	Valores para DPMO y nivel de calidad, para diferentes rangos de sigma	78
3.5	Modelo DMAIC (Definir-Analizar-Mejorar-Controlar)	79

4.1	Clasificación de los tornos	87
4.2	Velocidades de corte para diferentes materiales	90
4.3	Clasificación de terminados en un torno	93
4.4	Perforaciones para escariar	97

5.1	Importaciones de EUA, manufacturas de México y China	124
5.2	Exportaciones, producción y consumo en EUA	125
5.3	EUA participación en importaciones manufactureras; cifra acumulada a septiembre de 2003	126

6.1	Personal laborando por área	136
6.2	Reporte del estado del equipo	140
6.3	Número de piezas maquinadas y compra de accesorios para un torno	141
6.4	Tiempo aproximado de revisión de una maquina en base al informe del encargado del área de mantenimiento mecánico en el taller	141

6.5	Tiempo aproximado de maquinado en base al informe del encargado de control numérico por computadora (CNC) y apoyo en el área de maquinados	144
6.6	Tiempo estimado de reparación de un motor informe efectuado por el encargado del área de mantenimiento mecánico	144
6.7	Tiempo aproximado para pintar una maquina, informe efectuado por el encargado del área sistema eléctrico	144
6.8	Asignación del trabajo, de acuerdo a la prioridad del mismo	145
6.9	Reporte de la revisión final del jefe de talleres	147

7.1	Metas a corto y largo plazo por actividad para la compañía	154
7.2	Perfil y responsabilidades de los diferentes puestos de trabajo	158
7.3	Inversión Extranjera Directa (IED) en el ramo automotriz	169

8.1	Cinco Soles	178
8.2	La técnica de la 5S+1 aplicada a las herramientas dentro del taller	178

INDICE DE GRAFICAS.

2.1	Histograma de la ubicación de los orificios	36
2.2	Histograma de los datos de la tabla 2.3	38
2.3	Tipos de gráficas para representar la distribución de frecuencia, (a), (b) y (c)	39
2.4	Diagrama de Pareto, control sobre el impacto económico y de calidad referido a las repeticiones de análisis, antes de la mejora	40
2.5	Diagrama de Pareto, control sobre el impacto económico y de calidad referido a las repeticiones de análisis, después de la mejora	41
2.6	Estratificación en los diagramas de dispersión (a) y (b)	41
2.7	Estratificación en los diagramas de dispersión (a) y (b)	42
2.8	Diagrama de dispersión	43
2.9	Diversos patrones del diagrama de dispersión	44
2.10	Selección aleatoria	47
2.11	Curva normal estandarizada, en la que $\mu = 0$ y $\sigma = 1$	48
2.12	Gráfico de control R	56
2.13	Gráfico de control X	57
2.14	Gráfico de control R corregido	57
2.15	Gráfico de control X corregido	58

3.1	Desviación estándar de la media para 1.5σ	77
-----	--	----

5.1	Producto Interno Bruto a precios corrientes por actividad económica	110
5.2	Industria manufacturera mexicana participación (%) de sus 9 divisiones	111
5.3	Producto Interno Bruto variación real anual	112
5.4	Tasa de crecimiento anual de la industria manufacturera y de la división VIII	113
5.5	Balanza Comercial (Millones de dólares)	115
5.6	Exportaciones e importaciones totales por grupos de actividad económica	115
5.7	México: Balanza Comercial (BC) de 1990 a 2003	116
5.8	Inversión Extranjera Directa (IED) por país de origen	117
5.9	Inversión Extranjera Directa (IED) por sector económico	118
5.10	Tipo de Cambio, pesos por dólar	121
5.11	Tipo de Cambio y tasa de interés (%)	122

5.12	Evolución de la inflación 1970-2000	122
5.13	Crecimiento anual de la industria en México y EUA	123
5.14	Índice de producción industrial	123
5.15	Estructura de las exportaciones manufactureras México	124
5.16	EUA Participación en importaciones manufactureras; cifra acumulada a septiembre de 2003	125
5.17	Manufacturas 0.2 variación mensual (%), promedio móvil 3 meses	126
5.18	Remuneración en la industria manufacturera en México	128
5.19	Número de ramas con crecimiento	128
5.20	Crecimiento de la industria anual	129
5.21 y 5.22	Manufacturas, índices 2000=100. Series ajustadas por estacionalidad para México y para EUA	130
5.23	Entidades con avances en producción manufacturera	130
5.24	Entidades con descensos en producción manufacturera enero-mayo 2000 y 2003	131
5.25	Índices del personal ocupado, remuneraciones medias reales por hr-hombre trabajadas	131

7.1	Número total de maquinas importadas	170
7.2	Industria manufacturera mexicana participación (%) de dos de sus divisiones	170
7.3	Tasa de crecimiento anual de la industria manufacturera y la división VIII	171
7.4	Ingresos por ventas de Metal Plástico	173

GLOSARIO DE TERMINOS.

AQAP	Allied Quality Assurance Publications
ASQC	Sociedad Americana para el control de Calidad (American Society for Quality Control)
BANAMEX	Banco Nacional Mexicano
BANXICO	Banco de México
BSI	Institución Británica de estándares (British Standard Institution)
CALIDAD	Capacidad de un producto o servicio capaz de superar las expectativas del cliente, que están relacionadas con las características de desempeño o apariencia.
CC	Círculos de Calidad
CD	Cero Defectos
CEP	Control Estadístico del Proceso (SPC Statistical Porcess Control)
CIS	Estadísticas de la Industria Canadiense (Canadian Industry Statistics)
CNC	Control Numérico por Computadora
CTC	Control Total de Calidad
DMAIC	Definir-Medir-Analizar-Mejorar y Controlar
DPMO	Defectos Por Millón de Oportunidades
e.e.m.	Error estándar de la media
EIM	Encuesta Industrial Mensual
EOQC	Organización Europea para el Control de Calidad (European Organization for Quality Control)
EUA	Estados Unidos de América
FMI	Fondo Monetario Internacional
FPC	Función de Pérdida de Calidad
GATT	General Agreement on Tariff and Trade
GE	General Electric
ICP	Índice de Capacidad del Proceso
IED	Inversión Extranjera Directa
INEGI	Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática
IMECCA	Instituto Mexicano de Control de Calidad
IMM	Industria Metalmeccánica en México
IMSS	Instituto Mexicano del Seguro Social
IPN	Instituto Politécnico Nacional
IQC	Industrial Quality Control
ISO	Organización Internacional para la estandarización o Normalización (International Organization for Standardization)
IVPME	Índices de Volumen de Producción Manufacturera por Estado
JAT	Justo a tiempo
JIC	Just in case
JIT	Just in time
JUSE	Union of Japanese Scientists y Engineers
LC	Límite central
LIC	Límite inferior de control
LIT	Límite inferior de tolerancia
LSC	Límite superior de control
LST	Límite superior de tolerancia
MCM	Manufactura de Clase Mundial
MIL-STD	Military Standard
NAICS	Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte

NC	Nacional coarse.
NF	Nacional fine
NS	Nacional special
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
ONP	Organización, Normas y Procedimientos
PCA	Proceso de Calidad Administrativa
PEMEX	Petróleos mexicanos
PEO	Procedimientos estándares de operación
PIB	Producto Interno Bruto
PNB	Producto Nacional Bruto
PYMES	Pequeñas y medianas empresas
QMS	Quality Management System
RMSD	Root Mean Square Deviation
RPM	Revoluciones por minuto
SQC	Statistical Quality Control
TLCAN	Tratado de Libre Comercio de América del Norte
TQC	Total Quality Control
TQM	Total Quality Management. Técnicas y actividades operativas destinadas tanto a supervisar un proceso como a eliminar las causas de un desempeño insatisfactorio en las etapas más relevantes del ciclo de calidad, para lograr efectividad económica
USA	United States of America



INTRODUCCIÓN



En la segunda mitad del siglo XX, se ha dedicado una atención extraordinaria a la Gestión de la Calidad, a saber, planeación, control, aseguramiento y mejoramiento, particularmente a partir de los años 80's y hasta la actualidad, teniendo como referencia al llamado "milagro industrial japonés" del cual el "mundo occidental apenas comienza a entender los factores de su éxito"¹.

La industrialización en México inicia en el siglo XIX con la instalación de plantas para el aprovechamiento de alimentos iniciándose con los ingenios azucareros, la elaboración de bebidas alcohólicas y la producción de textiles. En la década de los cuarenta, ya finalizado el periodo revolucionario, tiene lugar un desarrollo industrial importante para el país, con éste se establecen políticas de protección e impulso a la industria nacional, algunas medidas son aranceles más agresivos y la sustitución de importaciones, un ejemplo de tal situación esta representado por la expropiación petrolera, realizada por el presidente de la Republica Mexicana Lázaro Cárdenas, sentando las bases para una de las empresas más importantes del país; Petróleos Mexicanos (PEMEX).

La influencia de Taylor, así como una economía cerrada que se mantuvo así hasta mediados de la década de 1980, provocaron que la calidad fuera un término elegante pero sin importancia, asimismo, existía un decaimiento de la productividad industrial. La política de fomento industrial se distinguió por los bajos niveles impositivos, el control político de los sindicatos y de los salarios, créditos internos por medio de la banca privada y créditos externos a través de Nacional Financiera, así como un sistema de impuestos aduanales orientado a la protección industrial del país.

La industria mexicana progresó sobre estas condiciones, protegida por el gobierno y sin competidores agresivos, lo que permitió la existencia de empresas con pobre desempeño. Sin embargo, precisamente en la década de los ochenta, el gobierno mexicano comienza una política contraria a la anterior, elimina barreras arancelarias estimula el comercio exterior con la firma del General Agreement on Tariff and Trade (GATT). Esta situación se reafirmó con la firma y entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN).

Los cambios promovidos por el gobierno en la política industrial en los últimos 20 años del siglo XX, obligaron a la base industrial y comercial mexicana a cambiar su forma de operar para poder sobrevivir. Los nuevos retos ahora son lograr una mayor competitividad en calidad, costos y servicio. Con la creación del Premio Nacional de Calidad y la instauración de programas de calidad en las empresas, principalmente transnacionales, así como algunas instituciones de gobierno², esto ha venido desarrollando desde principios de la década de los 90's aunque con un ritmo lento y con fuertes altibajos, si se compara con el de los países del primer mundo.

La firma del Tratado de Libre Comercio entre Estados Unidos de América, Canadá y México en 1993, también se produjo como síntoma de que la globalización se ha intensificado, se convirtió en un proceso catalizador de la preocupación mexicana por el desarrollo industrial, debido entre otras cosas, a las exigencias de estandarización en la constitución y reconstitución de las cadenas productivas internacionales en las cuales México vislumbraba su inserción en el corto y mediano plazos.

La industria mexicana por su parte acentuó el proceso de adquisición y desarrollo de tecnología, mediante la firma de convenios universidad-industria, desarrollando el fomento a la consultoría, mediante el impulso a la diagnosis industrial en los ámbitos micro y macro así como en la planeación y seguimiento de casos. Adquiriendo con todo ello, un auge sin precedentes la ingeniería industrial, y de manera específica las metodologías, herramientas, técnicas y el uso de métodos estadísticos para el necesario replanteamiento de la vocación industrial mexicana.

^[1] Schonberger, Richard J. 1992. *Técnicas Japonesas de Fabricación*. Cuarta reimpresión. 1er. Edición 1987. Editorial LIMUSA, S.A. de C.V. y Grupo Noriega Editores. Traductor Ricardo Calvet Pérez. México. Obra en inglés ISBN 0-02-929100-3. Citado por Manscal Alvarado Sergio P. y Francis García Ramón. Gestión de la Calidad y diseño de experimentos.

Dirección: www.itesca.edu.mx/revista%20virtual/gestion%20de%20la%20calidad.htm

^[2] Ortega Zazueta Guillermo G., Burguño Rendón E. Alberto, Ramos Felix Ma. Elizabeth. La filosofía de la Calidad: origen, evolución, modelos y su importancia en el desarrollo de México.

Dirección: califican@udo.mx -ortega@evolucion-calidad.htm

En una perspectiva de corto y mediano plazo, los esfuerzos de política industrial del gobierno federal en México, se orientaron a modificar el comportamiento histórico-coyuntural de la balanza comercial, buscando ampliar esencialmente las exportaciones manufactureras para mejorar su correlación con respecto a las importaciones y a las exportaciones de los productos del petróleo, sentando las bases para el desarrollo tecnológico doméstico y la independencia en el uso de la tecnología no nacional.

Al nivel de las empresas industriales y de servicios del ámbito de la mediana y gran empresa, la adaptación se ha venido dando a pasos de mayor intensidad, ya que su soporte tecnológico-financiero y el desarrollo de sus recursos humanos se lo han permitido. En la pequeña y micro empresa, particularmente esta última, la adaptación al nuevo ambiente de máxima competitividad y estandarización se ha dado a ritmos significativamente lentos o no se ha dado, de tal manera que su diseminación, escaso soporte tecnológico y administrativo, así como el no contar con cuadros técnicos preparados en términos generales las ha mantenido con baja productividad y limitadas al mercado local y en el mejor de los casos al mercado regional interno del país.

Sin embargo, este eslabón débil de la cadena de producción de valor agregado en México se ha visto atendido desde el segundo lustro de la década de los 90's mediante diversos programas de apoyo y fomento orientados no solo al financiamiento, sino a la creación de una cultura de alta productividad, aquí llama la atención la Red CETRO-CRECE (Centro para la Competitividad Empresarial) o a las Comisiones de Promoción Económica de las entidades federativas en México. La administración pública federal mexicana actual, iniciada el 1 de diciembre de 2000 ha configurado que ampliará la cobertura de esta política de fomento.

Todo este ambiente en la búsqueda de la competitividad global de las empresas que implica calidad y productividad, de una mayor eficiencia y racionalidad en el uso de los recursos, de los procesos de mejora generales y parciales de las empresas, de los replanteamientos de la cultura de trabajo y el rediseño de procesos productivos, de la diversificación de productos, de la adecuación de los sistemas y normas de las empresas para la exportación, de la responsabilidad social y ambiental de las empresas y de la perspectiva histórica de la agenda industrial mexicana y latinoamericana, le ha abierto las puertas al pensamiento estadístico de la gerencia y a la utilización cada vez más amplia y generalizada en algunos segmentos importantes de la economía (gran empresa pública y privada), de los métodos estadísticos y el diseño experimental³.

Por la globalización de la economía, consumidores más informados, cambio de economías cerradas a abiertas; mercado de compradores más exigentes y supervivencia de las empresas; los sistemas de aseguramiento de la calidad son una necesidad apremiante de la globalización, debido a que las cadenas de clientes-proveedores son cada vez más largas y, por tanto han alcanzado ya a las pequeñas y medianas empresas (PYMES) mismas que han tenido que introducirse a los sistemas de aseguramiento de calidad, como precursores de ISO 9000, por sus siglas en inglés International Organization for Standardization.

En los últimos años los mercados han venido cambiando mucho en función de los consumidores y usuarios finales. Esto significa que el mercado es mucho más exigente, la calidad ya no es lo que era hace 25 o 30 años, y por tanto exige cosas mejor hechas y con elementos que el consumidor valore. Lo anterior es un reto de calidad. Es un desafío producir un artículo que busque superar las expectativas del comprador y no se refieren únicamente a lo que son las características propias del artículo. Por ejemplo, ahora no es suficiente con obtener un buen refresco: es necesario que este tenga un empaque adecuado y este exhibido de manera correcta; de esta manera se tendrán más posibilidades de venta y será más estimado por el consumidor.

Hoy en día no es suficiente hacer las cosas bien, es necesario hacerlas, además, con sistemas, con soporte y con garantía de que esto va ocurrir por mucho tiempo y de manera continua. Los sistemas de calidad deberán permitir a las compañías mantener el control, crear estabilidad, posibilidad de previsión y capacidad. Si una compañía está en constante cambio, entonces los sistemas de calidad deberán permitirle hacerlo bajo condiciones controladas y no mediante aproximaciones de acierto y error. Los sistemas de calidad permiten hacer mejor lo que ya se hace, no cambiar el viejo proceso por uno completamente nuevo. El primer paso es documentar lo que se hace actualmente. Luego tomar medidas para alcanzar resultados consistentes, así mejorar el funcionamiento de forma gradual. De esta manera, se obtiene mejoras duraderas mediante cambios graduales.

Como se puede observar la Calidad Total es un cambio cultural necesario y profundo, una filosofía acerca del manejo integral de la organización, mediante esos valores o creencias que deben ser compartidas por todos sus

³ IBIDEM, www.itesca.edu.mx/revista%20virtual/gestion%20de%20la%20calidad.htm.

integrantes de la compañía, éste constituye un requisito indispensable para que sea aplicable. En definitiva, la calidad no se controla sino que se diseña, se estructura preventiva y continuamente, donde todo hace a la calidad, desde atender al cliente, entregar en tiempo y con calidad certificada hasta eliminar los excesos burocráticos y disfunciones en todos los departamentos. Se deben crear y controlar procesos de la organización así como también, el de los proveedores.

Esta tesis es para optar por el grado de Ingeniero Químico Metalúrgico, por lo tanto, la empresa a analizar será una industria relacionada al área metal-mecánica. Se presento la oportunidad de realizarla en un fabrica rehabilitadora de maquinas-herramientas con el propósito de contribuir a un mejor entendimiento del movimiento de la calidad, su importancia actual en la industria, especialmente la relacionada al área de interés y su caminó futuro, dada la naturaleza dinámica del mismo, con el objeto de que el presente trabajo sea de utilidad al desarrollo de dicha compañía.

Es indudable que una de las estrategias de desarrollo de nuestro país está relacionada con el incremento de la productividad y la mejora de calidad de los productos y servicios mexicanos, por lo que en el futuro de México se espera que dicha cultura se consolide y fortalezca, la globalización es un fenómeno que obliga a esto, sin embargo, es de gran importancia establecer los mecanismos que anticipen cambios en las filosofías administrativas como una estrategia para lograr ser competitivos en el ámbito mundial

OBJETIVOS GENERALES.

1. Describir un panorama general del desarrollo y la aplicación de los conceptos de la calidad desde sus inicios hasta el desarrollo de un sistema de control de calidad total.
2. Comprender los conceptos relacionados con la calidad
3. Resaltar la importancia de contar un sistema de calidad en cualquier tipo de empresa.
4. Comprender la importancia de un sistema de control de calidad total, sus ventajas y desventajas.
5. La presentación de herramientas para el seguimiento de la administración de la calidad total.

OBJETIVOS ESPECIFICOS.

1. Analizar el sistema actual de Calidad Total de la Empresa y proponer un nuevo modelo de control de calidad.
2. El reconocimiento, de manera general, de las funciones que afectan la calidad del producto en la rehabilitación de maquinaria para la industria metal mecánica.
3. La identificación del mercado de la empresa, para cubrir sus necesidades, brindándoles un producto de la mejor calidad
4. La búsqueda de la función del Ingeniero Químico Metalúrgico en la aplicación de un sistema de control de calidad total en una empresa rehabilitadora de maquinaria para la pequeña y mediana industria metal mecánica.



IMPORTANCIA DE LA CALIDAD TOTAL

1.1 EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA CALIDAD.

El Hombre Primitivo y la Calidad.

El hombre primitivo estuvo preocupado por la calidad. Tenía que determinar si el alimento era apto para comérselo, o si las armas eran bastante seguras para defenderlo. Cuando el hombre dio los primeros pasos hacia la manufactura (se dedicó al cultivo y preparación de alimentos, crianza de animales, curtido de pieles), lo hizo como usufactura, es decir, manufactura para usarla el mismo. El usufacturero estuvo rígidamente limitado para llevar a cabo sus actividades tecnológicas, puesto que la tecnología estaba aún en desarrollo. Sin embargo su gestión de las actividades directivas fue excelente, ya que eran parte en todas las transacciones de su vida cotidiana.

Las actividades se dividen en:

1. Tecnológicas, en relación con los aspectos físicos, químicos y demás de los materiales, procesos y producto.
2. Directivas, en relación con la fijación de objetivos de la calidad, planificación de la calidad, definición de responsabilidades, adiestramiento y motivación.

Manufactura primitiva.

La usufactura fue complementada y luego ampliamente reemplazada por la manufactura. La aparición de las comunidades humanas dio nacimiento a la plaza del mercado, que permitió la separación del usuario y el artífice. El artífice y el usuario se encontraban cara a cara en la plaza del mercado para vender, comprar y trocar. El trato era por artículos concretos, presentes ahí mismo, que ambas partes podían ver, tocar, probar y conocer. No existían especificaciones ni garantías.

La ciudad templo constituyó una de las primeras formas de comunidad fija con población numerosa. Un mercado amplio y estable para mercancías y servicios permitió el desarrollo de especificaciones para productos y procesos, esto trajo como resultado nuevas formas de organización. Estas formas evolucionaron rápidamente para proyectos de construcción, diferenciándose de las aplicadas para bienes de consumo.

Los proyectos de construcción de la ciudad templo requerían gran número de hombres y mucha especialización de trabajo. El diseño de esos proyectos fue confiado a maestros expertos en el tema que tenían probada reputación; precursores de los ingenieros y arquitectos titulados, cuya forma se exige actualmente para proyectos que afectan la seguridad humana.

El hecho de que la vida y seguridad humana dependieran de la integridad estructural dio por resultado rígidas especificaciones para la construcción. Los componentes se normalizaron extensamente, por ejemplo en la producción de ladrillos se tenía especial cuidado en la cocción de la arcilla.

Los instrumentos se usaron bastante como para ser registrados en las tumbas: la escuadra, el nivel, la plomada y los rodillos para conseguir superficies aplanadas. Lo anterior dio nacimiento al inspector de la construcción⁴, quien era el encargado de revisar todo trabajo realizado. Los bajorrelieves de una tumba en Tebas, aproximadamente 1450 a.C. (figura 1.1), muestran inspectores comprobando la calidad de los bloques de piedra.

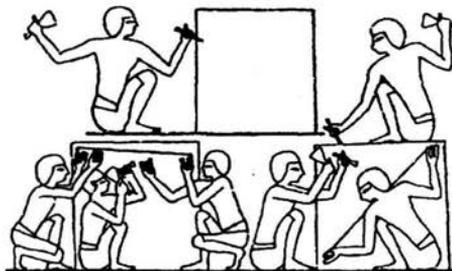


Figura 1.1. Canteros cortando bloques (Egipto, dinastía XVII, Tebas)
Fuente: Juran Joseph Dr. *Planificación y Análisis de la calidad*. Editorial Reverte

^[4] Juran Joseph Dr. *Planificación y Análisis de la calidad*. Editorial Reverte, pp. 19-20.

En contraste con la gran organización creada para los proyectos de construcción, la organización de la ciudad templo para bienes de consumo sólo consistía en talleres muy pequeños. Un taller típico es el modelo de tejeduría en la tumba Meketre (1800 a. C. aproximadamente). Se componía de tres obreros que preparan lino, tres hiladores, dos urdidores, dos tejedores y un contraamaestre. A pesar de los primitivos utensilios, talleres como este realizaron proezas en calidad y uniformidad del producto.

Desarrollo del comercio; los gremios y la calidad.

Durante la Edad Media en Europa, el artesano hábil, fungía tanto como fabricante como inspector. Dado que era el fabricante quien trataba directamente con el cliente, todos los problemas referentes a la calidad eran completamente su responsabilidad. Aún los problemas de calidad en las plazas locales de mercado pudieron resolverse con relativa facilidad, puesto que el artífice, el usuario y las mercancías estaban todos presentes simultáneamente. Pero con el desarrollo del comercio, los comerciantes intervinieron entre el artífice y el usuario, y las mercancías empezaron a moverse entre ciudades. Surgió entonces la necesidad de especificaciones, muestras, garantías y otros medios para prever el equivalente de la reunión frente a frente del artífice o fabricante y el usuario.

Para asegurar que los artesanos estuvieran adecuadamente capacitados aparecieron los gremios artesanales, formados por maestros, oficiales y aprendices. El aseguramiento de la calidad era informal; se hacía todo el esfuerzo necesario para asegurar que la calidad quedara incorporada en el producto final por las personas que lo producían⁵.

Los gremios europeos florecieron desde el siglo XIII al XVIII. Eran monopolios para practicar una determinada industria (tejedores, joyeros) en alguna ciudad.

Estos monopolios, a la vez que explotaban al público restringiendo la industria, lo beneficiaban, insistiendo en que los miembros del gremio se adherían a un mínimo de normas de calidad. Las reglas del gremio regían la calidad de los materiales utilizados, la naturaleza del proceso, y la calidad del producto.

Pese a la alta calidad obtenida en los productos, todos los trabajos realizados eran hechos manualmente, es decir, de forma individual, no se contaba con procesos continuos de producción. No fue sino hasta mediados del siglo XVIII, cuando un armero francés; Honoré Le Blanc, desarrolló un sistema para la fabricación de mosquetes según un patrón estándar, utilizando piezas intercambiables. Thomas Jefferson trajo la idea a Estados Unidos de América, y en 1798 el gobierno de este país le dio a Eli Whitney un contrato para suministrarle 10,000 mosquetes en un plazo de dos años.

El uso de piezas intercambiables necesitaba un control de calidad estricto. Whitney diseñó máquinas herramientas especiales y capacitó a los trabajadores sin preparación para la fabricación de piezas, siguiendo un diseño fijo que posteriormente se medía y comparaba con un modelo. Pero subestimó el efecto de las variaciones dentro de los procesos de producción (un obstáculo que en la actualidad sigue afectando a las empresas). Debido a los problemas que resultaron, Whitney requirió más de 10 años para terminar el proyecto. Sin embargo se le dio reconocimiento al concepto de piezas intercambiables, lo que finalmente desembocó en la revolución industrial⁶.

La Revolución Industrial.

La Revolución Industrial hizo posible una enorme expansión de la manufactura y el consumo de mercancías. El desarrollo de la época se debió en gran parte, al uso extensivo de la máquina de vapor; inventada por James Watt, quien hizo los primeros ensayos sobre la máquina de vapor de Newcomen mientras trabajaba en la Universidad de Glasgow, pero no dieron resultado sino hasta 1764; y en 1765 creó la primera máquina de vapor utilizable económicamente, después de largos estudios científicos y experimentos sobre las propiedades del vapor⁷. Para satisfacer las necesidades surgieron grandes compañías manufactureras con grandes, e incluso gigantescas factorías. El desarrollo de estas instituciones ayudó a la solución de algunos problemas de la calidad, pero creó nuevos problemas para los cuales las soluciones actuales son todavía inadecuadas. La solución de los problemas de calidad era principalmente tecnológica. Las grandes compañías pudieron destinar especialistas, a tiempo completo, para estudiar problemas técnicos de materiales, procesos y medición.

^[5] IBIDEM, pp. 21-22

^[6] Evans James R, Lindsay William 2000. *Administración y Control de la Calidad 4ª edición*. Internacional Thomson Editores, pp. 5

^[7] Hortelano Gómez Mari P., Carrascal Mozo ĩnaki, 2001. *JAMES WATT (1736 - 1819)*

Dirección: es.geocities.com/fisicas/cientificos/ingenieros.watt.htm - 6k

Los nuevos problemas creados por la calidad fueron principalmente de tipo directivo. En el pequeño taller, el patrono podía conservar todo el mando. Estaba físicamente presente, podía ver y oír personalmente todo lo que sucedía, dar instrucciones personalmente. En contraste el director general de la gran compañía no puede hacer personalmente ninguna de estas cosas. La compañía tiene que resolver estos problemas directivos de la calidad usando la ciencia y arte de dirección.

Producción en serie y calidad.

En la Edad Antigua y en la Edad Media, la aristocracia rica fue la primera usufructuaria de los bienes manufacturados. Las cantidades eran pequeñas, la maquinaria escasa, y artesanía estaba muy diseminada. La habilidad alcanzada por estos antiguos artesanos era de alto grado. La revolución industrial introdujo la producción en serie, hecha posible por el uso en gran escala de la maquinaria motorizada. La consecución de la calidad se convirtió menos en cuestión de habilidad manual y más en cuestión de diseño, construcción, operación, y mantenimiento de los procesos de fabricación y especialmente de las máquinas y herramientas que son la medula de estos procesos.

La fabricación en serie se fundaba en el consumo en masa. El uso extendido de los productos creó nuevos problemas de información sobre resultados del uso final de los mismos, por muchos usuarios dispersos; lo que permitió rediseñar los procesos para mejorar su calidad. El mismo uso extendido produjo su dispersión geográfica variando el resultado según el ambiente en el que se usaba el producto, la instrucción de los usuarios; complicando así los problemas de diseño. Un elemento vital de la fabricación en serie y su uso es la intercambiabilidad, la aptitud de cualquiera de los componentes producidos por un proceso de fabricación para funcionar convenientemente en cualquiera de los conjuntos⁸.

Principios del Siglo XX.

A principios de 1900, la obra de Frederick W. Taylor, a menudo llamado el padre de la administración científica, resulto en una nueva filosofía de la producción. La filosofía de Taylor era separar la función de planeación, de la función de ejecución. A los administradores y los ingenieros se les encomendó la tarea de planeación y a los supervisores y trabajadores, la tarea de ejecución. Dividiendo un trabajo en tareas específicas enfocándose a incrementar la eficiencia, relegando el aseguramiento de la calidad en manos de inspectores.

Los fabricantes pudieron proporcionar productos de buena calidad, pero a un costo elevado. Había defectos pero se eliminaban por la inspección. La inspección fue por lo tanto, el medio principal para el control de calidad durante la primera mitad del siglo XX. Finalmente las organizaciones de producción crearon departamentos de calidad independientes.

Esta eliminación artificial para los obreros de la responsabilidad del aseguramiento de la calidad condujo a una diferencia hacia ésta, tanto entre trabajadores como entre sus administradores. Se llegó a la conclusión de que la calidad era responsabilidad del departamento de control de calidad, y muchos administradores de nivel superior pusieron su atención en los volúmenes de producción y en la eficiencia.

En vista de que habían dejado a terceras personas tanta responsabilidad respecto a la calidad, los administradores superiores adquirieron pocos conocimientos sobre ella, y cuando se desató la crisis de calidad, se encontraban mal preparados para enfrentarse a ella.

Durante los inicios de la historia moderna, Bell System era líder en el aseguramiento de la calidad industrial. A principios de este siglo creó un departamento de inspección en la Western Electric Company para apoyo de las empresas operadoras de Bell⁹.

En la década de 1930 las enseñanzas de Walter Shewhart de EUA y de Edward Pearson de Gran Bretaña, introdujeron el uso de las gráficas de control estadístico y la estandarización industrial de la producción. El uso de estas técnicas de control se incremento debido al crecimiento masivo de la producción como consecuencia de la Segunda Guerra Mundial¹⁰.

Durante la Segunda Guerra Mundial, las fuerzas armadas estadounidenses empezaron a utilizar procedimientos estadísticos de muestreo y a imponer en sus proveedores normas muy severas. El War Production Board ofrecía cursos gratuitos de capacitación sobre métodos estadísticos que se habían desarrollado en Bell System.

^[8] Juran Joseph Dr. *Planificación y Análisis de la calidad*. Editorial Reverte, pp. 22-23.

^[9] IBIDEM, pp. 5-6.

^[10] Macdonald John, Piggott John 1993. *Calidad Global*. Panorama Editorial, pp. 18.

Su impacto en la producción durante la época de guerra resultó mínimo, pero el esfuerzo formó especialistas en calidad que en sus propias organizaciones empezaron a utilizar y ampliar estas herramientas por lo que el control estadístico de la calidad, se hizo ampliamente conocido y se adoptó gradualmente en todas las industrias de manufactura.

Fueron desarrolladas las tablas de muestreo llamadas MIL-STD, por estándar militar (Military Standard), que todavía se utilizan ampliamente. La primera publicación profesional en esta disciplina Industrial Quality Control (IQC), apareció por primera vez en 1944 y poco tiempo después se fundaron las sociedades profesionales, particularmente la American Society for Quality Control; que ahora se conoce como American Society for Quality (ASQ).

Era posterior a la Segunda Guerra Mundial.

Después de la guerra, al final de los años 40's y principios de los 50's, la escasez de bienes civiles en EUA hizo que la producción fuera la primera prioridad. En la mayor parte de las empresas, la calidad se mantuvo dentro del territorio de los especialistas. La calidad no era una prioridad para los gerentes generales, que delegaban esta responsabilidad a los gerentes o administradores de la calidad¹¹.

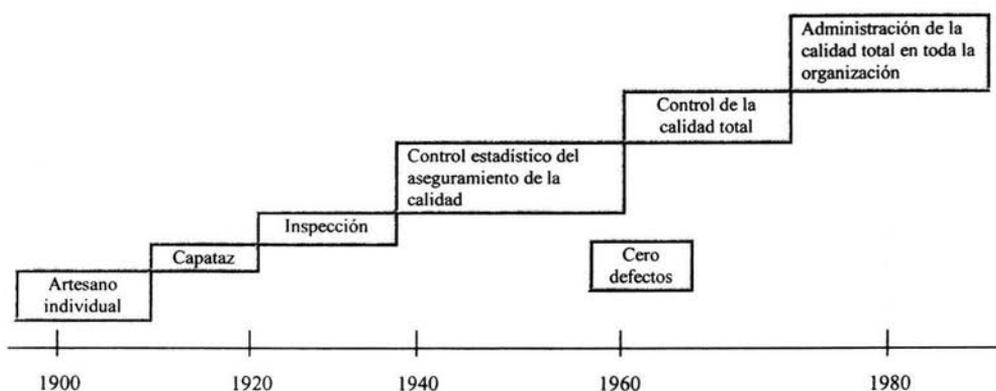


Figura 1.2. Evolución de la administración de la calidad.

Fuente: Macdonald John, Piggott John 1993; Calidad Global Panorama Editorial, pp. 34

Después de terminada la Segunda Guerra Mundial, algunas empresas japonesas se dieron a la labor de implantar técnicas que les permitieran alcanzar niveles de calidad a fin de ser competitivas en el mercado. La base de este proceso se logró a través de programas de capacitación y de la participación activa de expertos en calidad, contando para esto con el apoyo incondicional de los altos niveles jerárquicos de las organizaciones¹².

Los japoneses adaptaron las ideas de los EUA a través de Deming, Juran y Feigenbaum quienes habían sido rechazados al pretender implantar sus teorías en la industria americana. Deming y Juran fueron bien recibidos en Japón y a partir de 1950 realizaron una importante aportación a la revolución japonesa y a la era moderna de una calidad en continuo mejoramiento.

Hasta la década de 1960 la evolución de la administración de la calidad se interesó principalmente en los procesos de producción u operaciones. Con el libro Total Quality Control (TQC) de Armand V. Feigenbaum, publicado en 1961, se amplió el concepto total de la administración de la calidad, sus ideas influyeron sobre los japoneses y los profesionales de la calidad en todo el mundo. Con la publicación en 1978 de su libro Quality is Free los conceptos más generales de Philip Crosby que incluía Cero Defectos (CD), comenzaron a tener una poderosa influencia sobre la administración, tanto occidental como japonesa. Durante años los japoneses siguieron las pautas de Deming y Juran. Posteriormente comenzaron a compartir sus experiencias mediante los trabajos publicados, contribuyendo con nuevos pensamientos a la evolución de la administración de la calidad. Entre ellos destacan el doctor Ishikawa, el profesor Mizuno y Genichi Taguchi¹³.

^[11] Evans James R, Lindsay William 2000. Administración y Control de la Calidad 4ª edición. Internacional Thomson Editores, pp. 6.

^[12] Bassi Moguel J. Carlos, Inda Hernández. Daniel. Administración por Calidad Total

Dirección: www.fundacion-ica.org.mx/cuadernillos/cuadem019.htm.

^[13] IBIDEM, pp. 19-20.

Tiempo después del liderazgo alcanzado por las empresas japonesas a nivel mundial y de la publicación de libros como "Quality is Free: The Art of Making Quality Certain" por Philip Crosby y "The Deming Management Method" por Mary Walton, fue cuando las empresas norteamericanas reconocieron la urgente necesidad de involucrar Total Quality Management (TQM) en sus organizaciones y desde 1980 se dieron a la tarea de implantar esta nueva técnica en sus empresas, y sólo hasta 1985 muchas de ellas estaban iniciando la implantación de algunos de sus conceptos. Únicamente hasta 1988 un porcentaje importante de empresas americanas decide entrar de lleno con los conceptos de Deming, y es hasta 1993 cuando una gran mayoría (85%) se encuentra trabajando en una forma u otra con los conceptos y teorías de TQM¹⁴.

La idea de calidad ha estado presente desde el comienzo de la humanidad, así como el control sobre ella. Pero para llegar a los modernos conceptos de calidad y control de calidad, tal y como se conocen hoy, ha sido necesario un largo recorrido. Como se muestra en la figura 1.2 la evolución de administración de la calidad ha pasado por varias etapas de desarrollo, para que ahora sea reconocida como herramienta útil en el mejoramiento de los procesos.

1.2 PRINCIPALES INVESTIGADORES EN LA EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD.

Los creadores de las diferentes Filosofías de Calidad.

Las soluciones a los problemas de lograr la mejoría de la calidad se basan en las enseñanzas de tres expertos estadounidenses sobre calidad: Philip Crosby, el doctor W. Edward Deming y el doctor Joseph Juran.

Otros expertos han contribuido a la evolución de la calidad como: Armand Feigenbaum, que fue el primero en utilizar la palabra "total" con relación a la calidad.

Aunque la revolución de la calidad japonesa se basó originalmente en el trabajo de Deming y Juran, en Japón han surgido expertos que están ejerciendo influencia en esta área como: el profesor Kaoru Ishikawa, Genichi Taguchi, Masaaki Imai y Shiguru Mizuno. Todos describen que el compromiso y la participación de la administración son las bases fundamentales para la mejoría de la calidad. En su forma particular cada uno de ellos insiste en que la actitud de los trabajadores hacia la calidad sólo cambiará cuando cambie el comportamiento de la administración¹⁵.

Philip B. Crosby.

El lema mejor conocido de Crosby es la exhortación a lograr "Cero Defectos (CD)". La esencia de lo que enseña Crosby está contenida en lo que él denomina los "Cuatro absolutos de la calidad" y en un proceso de mejoría de la calidad de catorce pasos. Sus diversos libros y otras contribuciones al pensamiento en esta área, no sólo desarrollan estos conceptos sino que añaden percepciones sobre la forma en que se debe comportar la administración, que no son muy diferentes de dos de los Catorce puntos de Deming. "eliminar el temor" y "eliminar las barreras a la comunicación". Aunque no está incluida en el núcleo de sus conceptos, su advertencia continúa de la tarea de la administración es "ayudar a las personas".

Crosby afirma que para administrar la calidad es necesario tener:

- Una definición de calidad que todos puedan comprender con facilidad. Es el inicio de un idioma común que ayudara a la comunicación.
- Un sistema mediante el cual administrar la calidad.
- Un estándar de desempeño que no deje lugar para la duda o el incumplimiento por parte de cualquier empleado. Un método de medición que centrará la atención en el progreso de la mejoría de la calidad.

Todo esto proporciona la premisa para los cuatro absolutos de Crosby para la administración de la calidad:

1. La Definición. La calidad es el cumplimiento de los requisitos, no la bondad.
2. El sistema. Prevención, no evaluación.
3. El estándar de desempeño. Lo bastante cercano a CD.
4. La medición. El precio de no cumplir con los requisitos (costo de la calidad), no índices de calidad.

Estos principios han demostrado que son fáciles de comunicar y que han tenido una repercusión real para el cambio de las actitudes hacia la calidad.

^[14] IBIDEM, Dirección: www.fundacion-ica.org.mx/cuadernos/cuadern019.htm.

^[15] Macdonald John, Piggott John 1993. *Calidad Global*. Panorama Editorial, pp. 119.

La metodología de Crosby para la puesta en práctica es la contenida dentro del proceso de mejoría de la calidad de catorce pasos (tabla 1.1). Este proceso se basa en su experiencia en poner en marcha mejorías de la calidad en el medio ambiente de múltiples disciplinas en la década de 1970.

LOS CATORCE PASOS DE CROSBY
Tal como se definen en la publicación de la compañía de Philips (Three of a Kind)

Concepto	Descripción	Observaciones
1.	Compromiso de la administración.	Demostrar con claridad la posición de la compañía sobre la calidad.
2.	El equipo de mejoría de la calidad.	Manejar el programa de mejoría de la calidad.
3.	Medición de la calidad.	Proporcionar una exposición de los problemas de no cumplimiento con los estándares actuales y posibles en forma tal que permita la evaluación objetiva y la acción correctiva.
4.	El costo de la calidad.	Definir los ingredientes del costo de la calidad y explicar su uso como una herramienta de administración.
5.	Conciencia de calidad.	Proporcionar un método de crear preocupación personal por parte de todo el personal de la compañía hacia el cumplimiento con los estándares del producto o del servicio y de la reputación de calidad de la compañía.
6.	Acción correctiva.	Proporcionar un método sistemático de solucionar para siempre los problemas que se identifican mediante los pasos de acción previos.
7.	Planeación de CD.	Examinar las diversas actividades que se tienen que realizar en preparación al lanzamiento formal del programa de CD.
8.	Entrenamiento de supervisores.	Definir el tipo de entrenamiento que necesitan los supervisores con el fin de llevar a cabo en forma activa su parte del programa de mejoría de la calidad.
9.	Día Cero Defectos (CD).	Crear un acontecimiento que les permitirá a todos los empleados comprender, mediante una experiencia personal que se ha producido un cambio.
10.	Fijación de metas.	Convertir las promesas y compromisos en acción al estimular a las personas a establecer metas de mejoría para ellos mismos y sus grupos.
11.	Eliminación de las causas de errores.	Dar al empleado individual un método de comunicar a la administración las situaciones que hacen difícil para el cumplir la promesa de mejorar.
12.	Reconocimiento.	Demostrar reconocimiento hacia aquellos que participan.
13.	Consejos de calidad.	Reunir a las personas profesionales de la calidad para una comunicación planeada sobre una base regular.
14.	Hacerlo de nuevo.	Insistir en que el programa de mejoría de la calidad nunca termina.

Tabla 1.1. Los catorce puntos de Crosby
Fuente: Dirección: www.fundacion-ica.org.mx/cuadernillos/cuadern019.htm.
Bassi Moguel J. Carlos, Inda Hernández Daniel. *Administración por Calidad Total*

Los catorce pasos no se adaptan a todas las culturas nacionales o incluso a las compañías. Si se consideran como pautas a tomar en cuenta al poner en práctica la mejoría de la calidad resultan efectivas. Philip Crosby ha creado una importante organización mundial. Las oficinas de Proceso de Calidad Administrativa (PCA), y sus correspondientes universidades de la calidad están distribuidas regionalmente a través de USA y Europa y también están representadas en el sudeste de Asia. Fundamentalmente sus servicios se basan en cursos educacionales, aunque también cuentan con servicios de consultoría¹⁶.

W. Edward Deming.

Deming ha tenido una influencia importante sobre los japoneses, que comenzó cuando la Union of Japanese Scientists and Engineers (JUSE), Unión de Científicos e Ingenieros Japoneses, lo invito para que les dictará una conferencia en junio de 1950. A esto le siguió una reunión con los presidentes de 21 compañías japonesas importantes, incluyendo los gigantes de la actualidad: Sony, Nissan, Mitsubishi y Toyota. El mensaje de Deming a los japoneses fue bastante sencillo. Está contenido en su famosa "Reacción en cadena" figura 1.3. Las ideas de

[16] IBIDEM, pp. 128-131.

Deming parecieron tan sencillas que al principio fueron ignoradas en gran parte o consideradas como una teoría profunda sólo para aquellos que buscaban el conocimiento. En ese momento el enfoque de Deming pareció ser la antítesis total del pensamiento administrativo convencional.



Figura 1.3 Reacción en cadena de Deming

Fuente: Macdonald John, Piggott John 1993; *Calidad Global*, Panorama Editorial, pp.

Una vez que se aceptó un nuevo enfoque Deming pudo concentrarse en mostrar a los japoneses como mejorar la calidad mediante el uso del control estadístico de los procesos. La finalidad principal de Philip Crosby es eliminar el error. Deming va más allá de esta meta. El impulso principal de su filosofía es la reducción planeada de la variación. La productividad aumenta según disminuye la variabilidad. Según él dice, puesto que todas las cosas varían es necesario utilizar métodos estadísticos para controlar los procesos de trabajo.

El afirma "El control estadístico no implica la ausencia de artículos defectuosos. Es un estado de variación aleatoria en el que los límites de la variación son predecibles"¹⁷. Los puntos de vista de Deming sobre el papel de la administración y de una fuerza de trabajo participativa, aparecen en sus catorce puntos, en la tabla 1.2, que repite en forma constante¹⁸. El Ciclo Deming se define de una forma simple a través de la figura 1.4.

Planear > Hacer > Verificar > Actuar

Figura 1.4. Ciclo de Deming.

Fuente: Bassi Moguel J. Carlos, Inda Hernández Daniel. *Administración por Calidad Total*
 Dirección: www.fundacion-ica.org.mx/cuadernillos/cuadern019.htm.

LOS CATORCE PUNTOS DE DEMING

Concepto	Descripción	Observaciones
1.	Crear constancia en el propósito.	Es mejorar el producto o servicio, con un plan para llegar a ser competitivos y permanecer en el negocio, así como para generar empleos.
2.	Adoptar la nueva filosofía	La nueva era económica, no permite seguir conviviendo con los niveles comúnmente aceptados de demoras, errores, materiales defectuosos y mano de obra deficiente y los directivos occidentales deben ser conscientes del reto, ellos deben aprender sus responsabilidades y asumir el liderazgo del cambio.
3.	Dejar de depender de la inspección masiva para lograr calidad.	En su lugar, exigir evidencia estadística de que la calidad es inherente, a fin de eliminar la necesidad de hacer inspección masiva.
4.	Poner fin a la práctica de otorgar contratos de compra con base solamente en el precio.	En su lugar, depender de medidas de la calidad, junto con el criterio del precio. Minimizar el costo total. Tender a tener un solo proveedor por artículo, en una relación a largo plazo con lealtad y confianza.
5.	Mejorar constantemente y por siempre el sistema de producción y de servicio.	Esto significa reducción continua de desperdicio y mejora continua de la calidad en todas las actividades y constantemente reducir costos e incrementar la productividad.
6.	Instituir métodos modernos de capacitación para el cargo.	Todos los programas de capacitación deben llevar consigo un desarrollo a futuro de cada uno de los empleados. No debe ser realizada únicamente para satisfacer requisitos contractuales o de ley.
7.	Instituir programas de liderazgo.	El propósito de liderazgo debe ser ayudar al personal, a las máquinas y a los aparatos a hacer un mejor trabajo. La supervisión de la gerencia necesita revisarse por completo, así como la supervisión a los trabajadores

^[17] Macdonald John, Piggott John 1993. *Calidad Global*. Panorama Editorial, pp. 133-135

^[18] Bassi Moguel J. Carlos, Inda Hernández Daniel. *Administración por Calidad Total*
 Dirección: www.fundacion-ica.org.mx/cuadernillos/cuadern019.htm.

		de producción.
8.	Eliminar el miedo y todas las conductas y comportamientos no éticos dentro de la organización.	Las posiciones de liderazgo y de mando en la organización deben estar direccionadas por personas éticas, maduras en sus actos, y ajenas a decisiones no justas.
9.	Terminar con las barreras entre los departamentos.	Las áreas de planeación, presupuestación, calidad, producción, y otras, deben trabajar en forma coordinada hacia una mejora continua de la organización. En forma similar las empresas que conforman la organización deben estar ajenas a competencias entre ellas, logrando así tener una meta común en la cual la organización será la única beneficiada.
10.	Eliminar metas numéricas, así como slogan y exhortaciones irreales.	Buscar mejores niveles de productividad de los empleados proporcionándoles métodos y técnicas para lograrlo.
11.	Eliminar los estándares de trabajo y las cuotas numéricas sustituyéndolas por liderazgo.	Eliminar la administración por objetivos, y la administración por números, sustituyéndolos por liderazgo.
12.	Eliminar barreras.	Que priven al trabajador de su derecho a sentir orgullo por su trabajo. La responsabilidad de los supervisores debe cambiar, para que en lugar de solo dar importancia a cifras escuetas, más bien enfaticen el logro de la calidad.
13.	Instituir un programa de vigoroso de educación y superación personal.	No se debe limitar el deseo de superación de los empleados, ya que esta situación siempre generara contar con empleados cada vez más capacitados y capaces de realizar su trabajo en forma más eficiente.
14.	Crear una estructura en la alta dirección.	Que impulse los trece puntos anteriores todos los días. La transformación es tarea de todos.

Tabla 1.2. Los catorce puntos de Deming

Fuente: Bassi Moguel J. Carlos, Inda Hernández Daniel. Administración por Calidad Total

Dirección: www.fundacion-ica.org.mx/cuademillos/cuadem019.htm.

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

Estos puntos son conocidos como las "Enfermedades de Deming" y se resumen de la siguiente manera en la tabla 1.3¹⁹.

ENFERMEDADES DE DEMING

Enfermedad	Concepto	Descripción
1.	Falta de constancia en el propósito de cambio.	No se tiene claramente definido el deseo de cambiar.
2.	Definir programas de implantación cortos. No se tiene el concepto de mejora continua por siempre.	Se considera TQM como un programa para mejora.
3.	Evaluación de alcances logrados y revisiones anuales.	En ningún momento los alcances logrados indicaran que el proceso de implementación de TQM ha sido bueno o malo. La constancia y nuevamente la mejora continua serán los elementos que determinarán el alcance real logrado
4.	Movilidad de los altos niveles de la organización.	El cambio de las personas que creen en estos procesos puede poner en peligro la ejecución de la implementación, ante la llegada de un nuevo miembro quien no cree en estos conceptos.
5.	Determinar los alcances logrados en unidades monetarias.	En ningún momento las medidas monetarias indicarán que la compañía ha alcanzado la implantación de TQM
6.	Excesivos costos por improvisaciones.	Para evitar esto, un adecuado programa de implantación debe ser realizado, indicando los costos que se tendrán.
7.	Excesivos costos de asesores externos.	Las personas y el personal técnico que colabora con la implantación de TQM, nunca deben ser improvisados. Por el contrario han de tener conocimientos relacionados con el

^[19] IBIDEM, www.fundacion-ica.org.mx/cuademillos/cuadem019.htm.

		<p>área, incluso con experiencias de la administración de la técnica a través de sus años de trabajo en la empresa o en otras organizaciones. Nunca se debe improvisar colocando a alguien que no tiene acomodo en la organización con esta importante labor, ya que únicamente se tendrán costos excesivos y metas no tangibles al momento de pretender ser alcanzadas</p>
--	--	---

Tabla 1.3 Enfermedades de Deming

Fuente: Bassi Moguel J. Carlos, Inda Hernández Daniel. Administración por Calidad Total
 Dirección: www.fundacion-ica.org.mx/cuadernillos/cuadem019.htm.

Joseph M. Juran.

Ya desde 1940 Juran estaba haciendo resaltar la responsabilidad gerencial por la calidad e insistiendo en que la calidad se obtenía mediante las personas más bien que a través de las técnicas. Aunque él era un estadístico señalaba que las compañías podrían conocer todo sobre los aspectos técnicos de la calidad, pero que esto no los ayudaba a administrarla. Fue el primero en determinar que el logro en la calidad se basaba por completo en la comunicación, la administración y las personas.

Juran detalla tres pasos básicos para la mejoría de la calidad: planes estructurados de mejoría, programas masivos de entrenamiento que incluyen a toda la fuerza de trabajo y liderazgo de la alta dirección. Juran afirmó que de la misma forma que los gerentes necesitaban tener algún entrenamiento en finanzas, todos deberían tener entrenamiento en calidad para que pudieran participar y administrar los proyectos de mejoría de la calidad. Al mismo tiempo señaló que la alta dirección tenía que participar porque "todos los problemas importantes de calidad son interdepartamentales". Él añadió que "el perseguir metas departamentales en ocasiones puede socavar la misión global de calidad de una compañía".

Juran se opone con vehemencia "a las campañas para motivar a la fuerza de trabajo a solucionar los problemas de calidad de la compañía haciendo un trabajo perfecto". De acuerdo a su punto de vista los lemas y la motivación por sí solos "fracasan en fijar metas específicas, establecer planes específicos para cumplir estas metas o proporcionar los recursos necesarios". Estos enfoques tan sólo convienen al deseo de los ejecutivos de delegar la calidad a otros. El control tiene muchos significados pero Juran lo define en la forma más sencilla como "la totalidad de todos los medios mediante los cuales establecen y logran los estándares". Juran relaciona el control de la calidad sobre la administración de la calidad en toda la compañía con los métodos de sistemas utilizados para cumplir las metas de negocios o financieras. Él habla de una trilogía de procesos administrativos básicos mediante los cuales administrar la calidad. Compara su trilogía de la calidad con la terminología financiera, esta comparación se muestra en la tabla 1.4²⁰.

COMPARACIÓN DE LA TRILOGÍA DE LA CALIDAD CON LA TERMINOLOGÍA FINANCIERA POR JURAN

Proceso de la Trilogía	Terminología financiera
Planeación de la calidad	Elaboración de presupuestos, planeación del negocio.
Control de la calidad	Control de costos, gastos, y existencias.
Mejoría de la calidad	Reducción de costos, mejoría de las utilidades.

Tabla 1.4. Comparación de la trilogía de la calidad de Juran con la terminología financiera.
 Fuente: Macdonald John, Piggott John 1993. Calidad Global. Panorama Editorial, pp. 140.

El establece que durante siglos las compañías que han usado el enfoque financiero, que se presenta en la tabla 1.4, han tenido mejores resultados que las que no lo hicieron. Juran propone que se requieren tres procesos gerenciales, antes mencionados, para la implantación estructurada de un programa como se muestra en la tabla 1.5²¹.

TRILOGÍA DE LA CALIDAD DE JURAN

Concepto	Descripción	Observaciones
1.	Planeación de la calidad	Identificación de los clientes. Determinación de las necesidades de los clientes. Desarrollo de las características del producto. Establecimiento de las metas de calidad.

²⁰ Macdonald John, Piggott John 1993. Calidad Global. Panorama Editorial, pp. 140.

²¹ Zairi, M. 1993. Administración de la Calidad Total para Ingenieros. Panorama Editorial, pp. 22. Mexico D.F.

		Desarrollo de un proceso. Comprobación de las virtudes del proceso.
2.	Control de la calidad	Selección de los objetivos de control (que debe controlarse). Selección de las unidades de medición. Fijación de las mediciones. Establecimiento de los estándares de desempeño. Medición del desempeño real. Interpretación de las diferencias (realidad contra estándar). Corrección de diferencias.
3.	Mejoras de la calidad	Demostración de las necesidades de mejoras. Identificación de los proyectos específicos para las mejoras. Organización para dirigir los proyectos. Organización para el diagnóstico y descubrimiento de las causas. Definición de las correcciones. Comprobación de que las correcciones son efectivas en las condiciones de operación. Implantación de los controles para conservar lo ganado.

Tabla 1.5. Trilogía de la calidad de Juran
Fuente: Zairi, M. 1993. Administración de la Calidad Total para Ingenieros.
Panorama Editorial, pp. 22, México D.F.

Juran resume el enfoque de sistemas para la administración de la calidad en toda la compañía en la forma siguiente:

- Establecer políticas y metas para la calidad.
- Establecer planes para lograr estas metas de calidad.
- Proporcionar los recursos para evaluar el progreso contra las metas y llevar a cabo la acción apropiada.
- Proporcionar motivación para estimular a las persona a cumplir con la meta.

Juran afirma además, "el hecho de que se fije una meta no prueba que se cumplirá; para cumplirla quizá se requiera de una mejoría importante sobre el desempeño anterior. El proceso para establecer metas incluye un grado de voluntarismo y negociación. Las metas de calidad no son ni uniformes ni estáticas. Varían de una organización a otra y de un año al siguiente".

Él no esta a favor de una sola fuente de suministros para las compras principales: Para las compras importantes es bueno utilizar múltiples fuentes de abastecimiento. Una única fuente puede con más facilidad dejar de mejorar su ventaja competitiva en calidad, costo y servicios. Sin embargo esta a favor de una relación estrecha con los proveedores y cree que deben formar parte del equipo que participa en la mejoría de la calidad.

La comparación que hace Dow Chemicals de los diferentes autores, Quality Coaches, resalta algunas diferencias adicionales al enfoque de Juran. El esta a favor del concepto de los círculos de calidad porque mejoran las comunicaciones entre la administración y la mano de obra. También recomienda usar el control estadístico del proceso, aunque previene que esto puede conducir a un enfoque "orientado hacia herramientas". Juran no cree que la "calidad sea gratis". Explica que debido a la ley de los rendimientos decrecientes existe un punto de calidad óptimo, más allá del cual el cumplir con los estándares resulta más costoso que el valor de calidad obtenida²². Juran también tiene sus formas abreviadas para la mejoría de la calidad, resumidas en la forma siguiente en la tabla 1.6.

FORMAS ABREVIADAS PARA LA MEJORÍA DÉLA CALIDAD DE JURAN	
Concepto	Descripción
1.	Crear conciencia de la necesidad y oportunidad para la mejoría.
2.	Establecer metas para la mejoría.
3.	Organizar para lograr las metas (establecer un consejo de calidad, identificar los problemas, seleccionar proyectos, nombrar equipos, designar facilitadores).
4.	Proporcionar entrenamiento.
5.	Realizar proyectos para solucionar problemas.
6.	Informar sobre el progreso.
7.	Otorgar reconocimiento.

^[22] Macdonald John, Piggott John 1993. Calidad Global. Panorama Editorial, pp. 141-143.

8.	Comunicar los resultados.
9.	Mantener registros de resultados.
10.	Mantener el impulso al hacer que la mejoría anual sea parte de los sistemas y procesos regulares de la compañía.

Tabla 1.6. Mejorías para la calidad de Juran.
Fuente: Macdonald John, Piggott John 1993. *Calidad Global*. Panorama Editorial, pp. 143

Existen otras personas, tanto estadounidenses como japoneses, que han contribuido al pensamiento sobre la calidad, claro sin menos renombre que Deming, Crosby o Juran, lo cual no resta importancia a su trabajo. Este es un grupo importante de investigadores que durante varios años se ha dedicado a implementar sus teorías y conceptos en forma exitosa, ya que sus aportaciones son utilizadas hoy en día por muchas organizaciones²³.

William E. Conway.

Como presidente y director del consejo de Nashua Corporation en 1979, Conway invitó al doctor Deming para que les ayudara a mejorar la calidad de la empresa. Conway trabajó con Deming en Nashua durante tres años y comenzó a desarrollar sus propias ideas sobre la administración de la mejoría de la calidad. En 1983 creó Conway Quality Incorporation, y desde entonces ha sido una influencia importante.

Conway centra su atención en el sistema de administración como el medio de lograr una mejoría continua, más bien que sobre funciones específicas o problemas de calidad. Él defiende los métodos estadísticos.

Él dice que la administración contempla la calidad en un sentido general. "El uso de la estadística es una forma con sentido común de llegar a cosas específicas", después añade "la estadística no soluciona problemas. Identifica donde se encuentran los problemas y señala las soluciones a los gerentes y a las personas". Él contempla las técnicas estadísticas como herramientas de la administración e insiste en el uso de herramientas estadísticas sencillas que pueda aprender cualquiera con rapidez, más bien que las técnicas complejas.

Las herramientas sencillas pueden ayudar a solucionar el 85 % de los problemas. También recomienda las siguientes herramientas básicas para la mejoría de la calidad, tabla 1.7.

HERRAMIENTAS BÁSICAS PARA LA MEJORÍA DE LA CALIDAD DE CONWAY

Concepto	Descripción
1.	Habilidad de relaciones humanas. La responsabilidad de la administración de crear en todos los niveles, entre todos los empleados, la motivación y el entrenamiento, para hacer las mejorías necesarias en la organización.
2.	Encuestas estadísticas. La recopilación de datos sobre los consumidores (tanto los internos como los externos), empleados, tecnología y equipos, que se utilizarán como una medida del progreso futuro y para identificar lo que se necesita hacer.
3.	Técnicas estadísticas sencillas. Gráficas y diagramas claros que ayuden a identificar problemas, seguir el flujo del trabajo, medir el progreso y señalar soluciones.
4.	Control estadístico del proceso. Elaboración de gráficas estadísticas de un proceso, tanto industrial como no industrial, para ayudar a identificar y reducir la variación.
5.	Utilización de la imaginación. Un concepto clave en la solución de problemas, que incluye la visualización de un proceso, el procedimiento o la operación eliminado todo desperdicio.
6.	Ingeniería industrial. Técnicas comunes de fijar el ritmo, simplificación del trabajo, análisis de métodos, disposición de la planta, y manejo de materiales para lograr mejorías.

Tabla 1.7. Herramientas para la mejoría de la calidad de Conway.
Fuente: Macdonald John, Piggott John 1993. *Calidad Global*. Panorama Editorial.

Armand V. Feigenbaum.

Marco un paso importante en la evolución de la calidad cuando utilizó por primera vez la palabra "total" en conjunción con la calidad. Feigenbaum dice que la calidad de los productos y los servicios reciben la influencia directa de nueve áreas básicas, o lo que él denomina las "nueve emes" presentadas en la tabla 1.8.

²³ IBIDEM, pp. 144

NUEVE EMES DE FEIGENBAUM

Concepto	Descripción	Observaciones
1.	Markets (Mercados)	El número de productos nuevos y mejorados que se ofrecen en el mercado continúa creciendo a un ritmo explosivo. Los negocios actuales identifican con cuidado los deseos y necesidades de los consumidores como la base para desarrollar nuevos productos. Para un creciente número los mercados son internacionales e incluso mundiales. Como resultado de esto los negocios tienen que ser en extremo flexibles y estar en posibilidad de cambiar con rapidez de dirección.
2.	Money (Dinero)	El aumento de la competencia en muchos campos, unidos a las fluctuaciones económicas mundiales, ha disminuido los márgenes de utilidad. Al mismo tiempo la necesidad de automatización y mecanización ha obligado a grandes desembolsos para nuevos equipos y procesos. Los costos de calidad han alcanzado alturas nunca antes vistas. Este hecho ha centrado la atención de los gerentes del costo de la calidad como uno de los puntos débiles en el que se pueden disminuir los costos de operación y las pérdidas para mejorar las utilidades.
3.	Management (Administración)	La responsabilidad de la calidad se ha distribuido entre varios grupos especializados. Control de calidad tiene que planear las mediciones de la calidad a través del flujo del proceso que aseguran que el resultado final cumplirá con los requisitos de calidad. Y la calidad del servicio, después de que el producto ha llegado al consumidor, se ha convertido en una parte cada vez más importante del "paquete de productos" total. Esto ha aumentado la carga sobre la alta dirección, en particular ante la creciente dificultad de asignar la responsabilidad apropiada para corregir desviaciones de los estándares de calidad.
4.	Men (Hombre)	El rápido crecimiento en el conocimiento técnico y la creación de nuevos campos completos, como es el caso de la electrónica de computadoras, ha creado una gran demanda de trabajadores con conocimientos especializados. Aunque la especialización tiene sus ventajas, su desventaja es la división de la responsabilidad por la calidad del producto en varias piezas. Los numerosos aspectos de los sistemas de operación de los negocios se han convertido en el centro de atención de la administración moderna.
5.	Motivation (Motivación)	La creciente complejidad de llevar a cabo un producto de calidad al mercado ha aumentado la importancia de la contribución a la calidad de cada empleado. La investigación motivacional humana ha mostrado que además de las recompensas monetarias, los trabajadores actuales requieren que se refuerce la sensación de logros en sus trabajos, y el reconocimiento positivo de que están contribuyendo en forma personal al logro de las metas de la compañía. Esto ha llevado a una necesidad sin precedentes antes de educación para la calidad, y de una mejor comunicación de la conciencia de la calidad.
6.	Materials (Materiales)	Debido a los costos de producción y a los requisitos de calidad, los ingenieros están trabajando los materiales a límites más estrechos que nunca antes y usando muchos metales y aleaciones nuevas, para aplicaciones especiales. Ya no resulta aceptable la inspección visual y la verificación de espesor que se hacía hace unos pocos años.
7.	Machines and mechanization (Máquinas y mecanización)	La exigencias de las compañías de obtener reducciones en los costos y volúmenes de producción que satisfagan al consumidor en el mercado intensamente competitivo, ha obligado al uso de equipos de fabricación que continuamente se vuelven más complejos y que dependen mucho más de la calidad de los materiales que se les alimentan. La buena calidad se está convirtiendo en un factor crítico para mantener el tiempo "en operación" de las máquinas para la utilización completa de las instalaciones.
8.	MODEM information methods (Métodos modernos de información)	La rápida evolución de la tecnología de computación ha hecho posible la recopilación, almacenamiento, recuperación y manipulación de información en una escala nunca antes imaginada.
9.	Mounting product requirements (Crecientes requisitos de los productos)	Los grandes avances en la complejidad de los diseños de ingeniería, que exigen un control mucho más estrecho sobre los procesos de fabricación, han hecho que las "pequeñas cosas" que antes se pasaban por alto tengan una gran importancia potencial.

Tabla 1.8 Las nueve emes de Feigenbaum.

Fuente: Macdonald John, Piggott John 1993. Calidad Global. Panorama Editorial.

H. James Harrington.

Un ejecutivo de calidad de IBM, Harrington ha elaborado varios documentos de interés en los que describe el progreso de la revolución de la calidad en IBM. El expone con claridad que el único enfoque a la calidad que tendrá éxito, es aquel que la convierta en la forma de vida predominante en la empresa. Al igual que Conway él insiste en que la calidad es el resultado de un estilo de administración y no tan sólo de una serie de técnicas o de la motivación del trabajador. La administración debe usar estas técnicas como herramientas, Harrington insiste en la importancia de la "propiedad" de los procesos por parte de la administración, cruzando barreras departamentales. Al igual que hace resaltar el papel de la alta dirección, desarrolla un nuevo papel para el supervisor de primera línea. Considera al supervisor como la clave para la puesta en práctica exitosa del proceso de mejora.

Kaoru Ishikawa.

El profesor Ishikawa, antiguo presidente del Musashi Institute of Technology, es el más conocido de los japoneses que han contribuido a la teoría de la administración de la calidad. Los administradores occidentales lo conocen mejor como el creador del diagrama de causa-efecto, denominado en ocasiones diagrama de espinas de pescado, debido a su parecido con el esqueleto de un pescado. Este enfoque a la solución del problema, es la técnica más ampliamente enseñada y utilizada para analizar las probables causas de un efecto conocido. Ishikawa va mucho más allá de la invención de una técnica específica. Él definió la filosofía administrativa que se encuentra detrás de la calidad, los elementos de los sistemas de calidad, y lo que él denomina las "siete herramientas básicas" de la administración de la calidad, que son de acuerdo a la tabla 1.9.

SIETE HERRAMIENTAS BÁSICAS DE LA ADMINISTRACIÓN DE LA CALIDAD DE ISHIKAWA

1. Elaboración de gráficas de flujo del proceso.	Lo que se hace.
2. Gráficas	Con que frecuencia se hace.
3. Histogramas.	Visión gráfica de la variación.
4. Análisis de Pareto.	Clasificación de problemas.
5. Análisis de causa y efecto.	Lo que ocasiona los problemas.
6. Diagramas de dispersión.	Definición de relaciones.
7. Gráficas de control.	Medición y control de la variación.

Tabla 1.9 Siete herramientas básicas de la administración de la calidad de Ishikawa.

Fuente: Macdonald John, Piggott John 1993. Calidad Global. Panorama Editorial.

Masaaki Imai.

Es el presidente de Cambridge Corporation, una empresa internacional de consultoría en administración con base en Tokio, que fundo en 1962. Es autor de varios libros, pero el que más ha influido es el Kaizen, publicado en 1986. Él considera a Kaizen como un concepto único y fácilmente comprensible que reúne las filosofías, teorías, y herramientas para la administración que se han desarrollado en Japón con el transcurso de los años.

Richard J. Schonberger.

Es una autoridad reconocida en todo el mundo en producción y fabricación. Es presidente de su propia firma de consultoría, Schonberger and Associates, con base en Seattle Washington, en EUA. Fue uno de los primeros en eliminar mitos y explicar lo que hacían los japoneses en realidad. Demostró que su éxito tenía poco que ver con la cultura nacional y que las técnicas japonesas relativamente sencillas se podrían utilizar con la misma facilidad en los Estados Unidos de América.

Schonberger proporciona (tabla 1.10), lo que él denomina una "agenda de acción para la excelencia en la fabricación" de diecisiete partidas.

AGENDA DE ACCIÓN PARA LA EXCELENCIA EN LA FABRICACIÓN DE SHONBERGER

Concepto	Descripción	Concepto	Descripción
1.	Llegar a conocer al consumidor.	10.	Arreglar el lugar de trabajo para eliminar tiempos de búsqueda.
2.	Rebajar la producción en proceso.	11.	Realizar un entrenamiento cruzado para dominar más de una tarea.

3.	Rebajar los tiempos de flujos.	12.	Registrar y conserve en el lugar de trabajo todo sobre la producción, calidad y problemas.
4.	Rebajar los tiempos de preparación y de cambios.	13.	Asegurar que el personal de línea sea el primero en intentar la solución del problema antes que los expertos.
5.	Rebajar la distancia y el espacio del flujo.	14.	Mantener y mejorar el equipo existente y la fuerza de trabajo humano antes de pensar en nuevos equipos.
6.	Aumentar la frecuencia de hacer/ entregar para cada artículo requerido.	15.	Buscar equipo sencillo, barato y fácil de mover de lugar.
7.	Rebajar el número de proveedores a unos pocos.	16.	Buscar tener estaciones de trabajo, máquinas, celdas y líneas múltiples en lugar de únicas, para cada producto.
8.	Rebajar la cantidad de números de piezas.	17.	Automatizar en forma incremental, cuando no se pueda reducir de otra forma la variabilidad del proceso.
9.	Hacer que sea fácil fabricar el producto sin errores.		

Tabla 1.10 Agenda de acción para la excelencia en la fabricación de Shonberger
Fuente: Macdonald John, Piggott John 1993. *Calidad Global*. Panorama Editorial.

En realidad estas partidas de la agenda representan una serie de pasos prácticos en la aplicación del pensamiento de la calidad en primer lugar al lugar de trabajo industrial²⁴.

Genichi Taguchi.

Ha desarrollado método para el control de calidad en línea y fuera de línea, que constituyen la base de su enfoque al aseguramiento del control de calidad total. Los métodos de Taguchi incorporan el uso de técnicas estadísticas. Las técnicas están planeadas para que los diseñadores e ingenieros optimicen las bases de productos más duraderos. Estos métodos estadísticos constituyen una herramienta de eliminación de impedimentos y resolución de problemas en las primeras etapas del ciclo de desarrollo de un proceso.

Además de las variables de control que se manejan en el control estadístico de procesos, los métodos de Taguchi les permite a los ingenieros y diseñadores identificar las "variables de ruido" que de no controlarse, pueden afectar la fabricación y el desempeño del producto. De acuerdo con Taguchi "Calidad es la pérdida impartida a la sociedad a partir de que el producto es embarcado.

Taguchi le adjudica un valor monetario a la calidad porque siente que esto hará que la mejoría de la calidad sea mejor entendida por todos, tanto el personal técnico como administrativo.

Ejemplos típicos de pérdidas para la sociedad incluyen la falta de satisfacción de los requerimientos del cliente y operación insatisfactoria del producto que conducen a una pérdida de la confianza y la reducción de la participación en el mercado²⁵. Sostiene que un producto no empieza a producir pérdidas sino hasta que esta fuera de especificaciones pero, de mayor importancia aún, cuando se presenta una desviación con respecto al valor deseado. Taguchi establece la función de pérdida de calidad (FPC) que se representa como²⁶:

$$L = D^2C$$

En donde L es la pérdida (por su nombre en ingles loss), la cual aumenta proporcionalmente con el cuadrado de la desviación (D) y C es una constante, está determinada por el costo de las medidas de corrección aplicadas a la fabrica.

Los métodos Taguchi surgieron como resultado de su desacuerdo con el uso del principio de CD para obtener productos de calidad. El principio CD es que la calidad se deriva de la consistencia. La calidad y el costo de un producto están influenciados por la ingeniería de diseño del producto así como del proceso.

^[24] Macdonald John, Piggott John 1993. *Calidad Global*. Panorama Editorial, pp. 145-153.

^[25] Del Mar D., G Sheldon 1988. *Introduction to Quality Control*. West Publishing Corporation pp. 518 St. Paul MN, EUA

^[26] Zair, M. 1993. *Administración de la Calidad Total para Ingenieros*. Panorama Editorial, pp. 34-36, México D.F.

Al encontrarse diseños de producto y de proceso que sean grandes, es decir, menos sensibles a factores incontrolables tales como temperatura, humedad y variaciones en la manufactura (factores de ruido) el concepto de Taguchi apunta a la reducción del impacto del ruido más que a eliminarlo. Frecuentemente, la eliminación de factores de ruido no es ni práctica (por ser muy costoso), ni factible. Muchas variaciones en la manufactura no pueden ser totalmente eliminadas, las materias primas presentan variaciones²⁷. Es posible ajustar los objetivos siempre y cuando exista consistencia en las desviaciones. La técnica de cero defectos no permite desviaciones dispersas dentro de especificaciones. Taguchi sostiene que la calidad de un producto proviene de desviaciones consistentes, lo cual facilita en gran medida la eliminación de las mismas. Ha emitido una serie de lineamientos de la mejora de la calidad²⁸.

Shigeo Shingo.

La contribución del doctor Shingo a la calidad fue el desarrollo, durante los años 60's, de la metodología llamada Poka-Yoke y los sistemas de inspección de fuentes. Estos los desarrolló gradualmente al darse cuenta que los métodos estadísticos de calidad no reducirían automáticamente los defectos a cero²⁹.

La idea básica de estos métodos es detener el proceso cada vez que se presente el defecto, definir la causa, y prevenir la recurrencia de la fuente del defecto. Este es el principio del sistema "Just in time"(JIT), es decir, justo a tiempo, (JAT). Por lo que base emplea la inspección de causas como una parte activa de la producción para identificar errores antes de que se conviertan en defectos. El error detiene la producción hasta que este es corregido. O se lleva acabo un ajuste para prevenir que el error se convierta en un defecto. Esto ocurre en cada etapa del proceso monitoreando las fuentes potenciales de errores. De este modo, los defectos se detectan y corrigen en la fuente en vez de hacerse en una etapa posterior.

Después de una visita a Yamada Electric en 1961, Shingo comenzó a introducir dispositivos mecánicos simples en las operaciones de ensamble, los cuales prevenían que las partes fueran ensambladas incorrectamente e inmediatamente señalaban cuando un trabajador había olvidado una de las partes. Estos dispositivos a pruebas de errores o "Poka-Yoke" tenían el efecto de reducir los defectos a cero³⁰. En 1967 refinó aún más su trabajo al introducir las inspecciones de fuentes y mejoró los sistemas Poka-Yoke los cuales realmente evitaban que el trabajador cometiera errores de modo que no pudieran presentarse defectos.

Las ventajas asociadas eran que el muestreo estadístico ya no era necesario y que los trabajadores tenían más libertad para concentrarse en actividades más valiosas tales como la identificación de fuentes potenciales de errores.

Estas técnicas de instalación de dispositivos Poka-Yoke para corregir defectos y de inspección de fuentes para prevenir errores constituyen el Control de Calidad Cero, el cual argumenta Shingo, pueden lograr lo que sería imposible utilizando métodos estadísticos de control de calidad.

Shingo avocaba la aplicación de CD a partir de buena ingeniería e investigación de proceso en vez de exhortaciones que han sido asociadas con las campañas de calidad de muchas compañías americanas y occidentales. Shingo al igual que Deming y Juran, sostiene que el enfoque americano de mostrar la estadística de los defectos era desorientador y desmoralizante³¹.

1.3 DEFINICIONES DE CALIDAD.

Criterios utilizados en la definición de calidad.

Existen varias definiciones oficiales de la calidad que han sido preparadas por diferentes instituciones, tales como la Institución Británica de Estándares (British Standard Institution, BSI), la Sociedad Americana para el Control de la Calidad (American Society for Quality Control, ASQC), la Organización Europea para el Control de la Calidad (European Organization for Quality Control, EOQC) y la Organización Internacional para la Estandarización (International Organization for Standardization, ISO), entre otras. La tabla 1.11 presenta estas definiciones³².

^[27] IBIDEM, pp. 518-519.

^[28] IBIDEM, pp. 36.

^[29] Anónimo. 1999. TQM (Total Quality Management) Guru's Ideas: Shingo's Message.

Dirección: <http://www.dmu.ac.uk/dept/school/business/corporate/tqmex/shingo.htm>.

^[30] IBID. Dirección: <http://www.dmu.ac.uk/dept/school/business/corporate/tqmex/shingo.htm>.

^[31] IBID. Dirección: <http://www.dmu.ac.uk/dept/school/business/corporate/tqmex/shingo.htm>

^[32] Zaini, M. 1993. Administración de la Calidad Total para Ingenieros. Panorama Editorial,

La calidad puede ser un concepto confuso, en parte porque las personas visualizan la calidad con relación a diferentes criterios según su papel individual en la cadena de producción y de comercialización. Además el significado de calidad ha evolucionado conforme la profesión de la calidad ha crecido y madurado. Ni asesores, ni profesionales están de acuerdo en una definición universal.

Criterio basado en el juicio.

Una idea común sobre la calidad, que a menudo utilizan los consumidores, es que es un sinónimo de superioridad o excelencia. En 1931 Walter Shewhart definió por primera vez la calidad como la bondad de un producto: este punto de vista se conoce como la definición trascendente (trascender, "elevarse por encima o extenderse notablemente más allá del límite ordinario")

En este sentido la calidad es "a la vez absoluta y universalmente reconocible, una marca de normas cortapisas y de logros elevados". Como tal, no es posible definirla con precisión simplemente se le reconoce cuando se ve. A menudo se relaciona de manera aproximada con una comparación de características y herramientas de productos y promulgada por los esfuerzos de comercialización dirigidos a desarrollar la calidad como una variable de imagen en la mente de los consumidores. Ejemplos comunes de productos que tienen esta imagen atribuida son los relojes Rolex y los automóviles Mercedes Benz.

Criterio basado en el producto.

Otra definición de la calidad esta en función de una variable específica y medible, y que las diferencias en calidad reflejan diferencias en el valor del algún atributo del producto, por ejemplo la cantidad de puntadas por pulgada en una camisa o el número de cilindros de un motor. Esto implica que los niveles más elevados o cantidades más elevadas en las características del producto serían equivalentes a una calidad mayor.

Como resultado, a menudo se supone erróneamente que la calidad está relacionada con el precio: cuanto más elevado sea el precio, mayor será la calidad. Sin embargo un producto, ya sea un bien manufacturado o un servicio, no necesariamente debe ser costoso para ser considerado por los clientes un producto de calidad.

Criterio basado en los usuarios

Una tercera definición de la calidad se basa en el supuesto de que la calidad se determina por lo que desea el cliente. Los individuos tienen necesidades y deseos diferentes y, por lo tanto, normas distintas de calidad. Esto nos lleva a una definición basada en el usuario: la calidad se define como la adecuabilidad para el uso pretendido, es decir, que el producto se comporta bien al llevar a cabo su función. Por ejemplo tanto un Cadillac como un Jeep Cherokee son adecuados para el uso, pero atienden a necesidades diferentes y grupos diferentes de clientes. Si se desea un vehículo de paseo para carretera con accesorios de lujo, entonces el Cadillac pudiera satisfacer mejor esas necesidades. Si se desea un vehículo para ir de campamento, de pesca o de viaje para esquiar, un Jeep pudiera proporcionar una calidad superior.

Criterio basado en el valor.

Una cuarto enfoque para definir la calidad se basa en el valor, esto, es la relación de sus utilidad o satisfacción con el precio. Desde esta perspectiva, un producto de calidad es aquel que es tan útil como los productos de la competencia y que se vende a un precio inferior, o aquel que, teniendo un precio comparable, ofrece una utilidad superior o una satisfacción superior, por lo que uno pudiera adquirir un producto genérico en lugar de uno con marca registrada si funciona tan bien como el producto de marca registrada, pero a un precio inferior.

Criterio basado en la manufactura.

Una quinta definición de la calidad se basa en la manufactura. Esto es, se define la calidad como el resultado deseable de una practica de ingeniería y de manufactura, es decir, del cumplimiento de las especificaciones. Las especificaciones son metas y tolerancias determinadas por los diseñadores del producto y de los servicios. Las metas son los valores ideales que debe conseguir la producción; se especifican tolerancias, porque los diseñadores reconocen que es imposible cumplir con las metas de la manufactura siempre. Por ejemplo, la dimensión de una pieza se puede especificar, "0.236 ± 0.003 cm". Esto significa que la meta, esto, el valor ideal, es de 0.236 cm, y que la variación permisible es de 0.003 cm, por lo que cualquier dimensión en el rango de 0.233 a 0.239 cm se considera como aceptable y se dice que esta conforme a especificaciones. De la misma manera en los servicios, "la llegada a tiempo" de un avión se puede definir como dentro de 15 minutos del tiempo de llegada programado. La meta es el tiempo programado y la tolerancia se define como 15 minutos³³.

¹³³ Evans James R. Lindsay William. 2000. *Administración y Control de Calidad*. 4ª edición. Internacional Thomson Editores. 11-12.

DEFINICIONES DE CALIDAD

Definición trascendente	La calidad no es espíritu ni materia, sino una tercera entidad independiente de ambas..., aunque la calidad no puede definirse todo mundo sabe qué es
Definición basada en el producto.	La as diferencias de calidad representan diferencias en la cantidad de alguno de los ingredientes o atributos deseados.
Definición basada en el usuario.	La calidad consiste en la capacidad para satisfacer las expectativas.
Definición fabricación basada en la fabricación.	La calidad significa la conformidad con los requerimientos.
Definición basada en el valor.	La calidad es el grado de excelencia con un precio aceptable y un control de variabilidad a un costo aceptable.

Tabla 1.11 Diversas definiciones de calidad.

Fuente: Zairi, M. 1993. Administración de la Calidad Total para Ingenieros. Panorama Editorial, pp. 42-44, México

La diversidad de las definiciones de calidad (tabla 1.12), se puede explicar al examinar las ocho principales dimensiones de calidad definidas por David A. Garvín³⁴.

DIMENSIONES DE CALIDAD DE GARVÍN

Concepto	Descripción	Observaciones
1.	Rendimiento	Las características principales de operación de un producto.
2.	Características	"Adiciones" que un producto tiene.
3.	Confiabilidad	La probabilidad de que un producto sobreviva durante un periodo definido de tiempo, bajo condiciones de uso declaradas.
4.	Conformidad	El grado en el cual las características típicas y de rendimiento de un producto coinciden con las normas preestablecidas.
5.	Durabilidad	La cantidad de uso que se obtiene de un producto antes de que se deteriore físicamente, o hasta que sea preferible su reemplazo.
6.	Capacidad de servicio	La rapidez, cortesía y competencia en los trabajos de reparación.
7.	Estética	La apariencia del producto, su sensación, sus sonidos.
8.	Calidad percibida	El juicio subjetivo de la calidad que resulta de la imagen, publicidad y nombres de marca.

Tabla 1.12 La diversidad de las definiciones de calidad por Garvín.

Fuente: Evans James R, Lindsay William 2000. Administración y Control de la Calidad 4ª edición. Internacional Thomson Editores, pp. 12-13

La administración de la calidad no es un conjunto de verdades reveladas, sino un proceso que esta en evolución y que tomará formas diferentes para estar de acuerdo con las necesidades de compañías individuales. Cada organización tiene que ser propietaria de su propio proceso de mejora de la calidad³⁵.

DEFINICION DE CALIDAD TOTAL

CALIDAD TOTAL	El proceso de calidad total se reconoce como una cadena que se inicia con la definición de los requisitos del cliente extremo, además de procurar que el personal a lo largo y ancho de la organización haga las cosas bien desde la primera vez y sean totalmente responsables de su trabajo.
----------------------	--

Tabla 1.13 Definición de calidad total

Fuente: Anónimo, 2000. Taller de Introducción a ISO 9000. Material didáctico. Pub. "Instalaciones en productividad". México D.F.

³⁴ IBIDEM, pp. 12-13

³⁵ Macdonald John, Piggott John 1993. Calidad Global. Panorama Editorial, pp. 120.



CAPITULO 2



CONTROL ESTADISTICO DE CALIDAD

Esta rama de la calidad surge en la década de los 30's a raíz de los trabajos de investigación realizados por la Bell Telephone Laboratories. En su grupo de investigadores destacaron hombres como Walter A. Shewhart, Harry Roming y Harold Dodge, incorporándose después, como fuerte impulsor de las ideas de Shewhart, el Dr. Edwards W. Deming³⁶.

Estos investigadores cimentaron las bases de lo que hoy se conoce como Control Estadístico de la Calidad, Statistical Quality Control (SQC), lo cual constituyó un avance sin precedente en el movimiento hacia la calidad, comenzando con la aportación de Shewhart sobre reconocer que en todo proceso de producción existe variación³⁷, puntualizó que no podían producirse dos partes con las mismas especificaciones, pues era evidente que las diferencias en la materia prima e insumos y los distintos grados de habilidad de los operadores provocaban variabilidad.

Shewhart no proponía suprimir las variaciones, sino determinar cuál era el rango tolerable de variación que evite que se originen problemas. Para lograr lo anterior, desarrolló las gráficas de control al mismo tiempo que Roming y Dodge desarrollaban las técnicas de muestreo adecuadas para solamente tener que verificar cierta cantidad de productos en lugar de inspeccionar todas las unidades de un mismo lote de producción.

Al inicio de la Segunda Guerra Mundial, los Estados Unidos de América se preocuparon por que sus proveedores les suministraran armamentos con calidad aceptable, esta fue una oportunidad única para aplicar las técnicas del SQC, cuyo éxito se reflejó en el impulso a programas de capacitación en conceptos de control de calidad, e incluso llegar a fomentar un vínculo entre el gobierno norteamericano y el sector educativo para incluir en sus programas de estudio estos tópicos.

Esta etapa fue un intento por concebir la calidad más allá de una simple inspección al final de la línea de producción; ahora se buscaba el control en todos los procesos de producción, proporcionando los métodos estadísticos apropiados para cada caso, aunque su alcance fue reducido, precisamente a los procesos de manufactura³⁸.

2.1 IMPORTANCIA DE DESARROLLAR LA ESTADÍSTICA EN LA INDUSTRIA.

Función de la estadística a nivel industrial.

En casi cualquier estudio experimental donde se aplican metodologías y procedimientos estadísticos a un conjunto de datos científicos, los métodos implican realizar ciertas operaciones o cálculos sobre la información obtenida de la toma de muestras, siendo estos, premisa de la obtención de inferencias acerca de la población o poblaciones que se estudian. Se puede afirmar que con bastante frecuencia, existen características del experimento en la línea de producción, en la máquina de pruebas experimentales o en el proceso productivo global (producto y sistema de manufactura), que se sujetan al control del experimentador tales como: tamaño de la muestra, número de niveles de los factores y el número de combinaciones a utilizar.

Las características del experimento, tales como las mencionadas (parámetros experimentales) a menudo pueden tener un gran efecto sobre la precisión requerida para la prueba de hipótesis o la realización de una estimación, y esto en términos industriales, puede significar el éxito o el fracaso de las empresas y con ello, de acuerdo a la experiencia internacional el aporte significativo al éxito o al fracaso de las políticas industriales nacionales y regionales.

Cabe destacar el uso del diseño de experimentos para conocer y desarrollar procesos científicos y de ingeniería que redundan en la mejora de la eficacia, el rendimiento, y la productividad de sistemas industriales; "desde los años 30's en las industrias textil y de la lana británicas y posteriormente a la Segunda Guerra Mundial en la década de los 50's los métodos del diseño experimental se introdujeron en las industrias química y de transformación de Estados Unidos de América y de Europa"³⁹. En el caso donde el proceso implica un producto, el diseño experimental se puede utilizar para proporcionar el mejoramiento del producto o de la calidad.

^[36] Cantú Delgado, Humberto. *Desarrollando una Cultura de la Calidad*. McGraw Hill, México: 1997.

^[37] Gutiérrez Mario. *Administrar para la Calidad*. Limusa, México: 1992.

^[38] Duncan Acheson J. *Control de Calidad y Estadística Industrial*. Editorial Alfa-Omega Colombia 1996

^[39] Montgomery, Douglas C. 1993. *Diseño y Análisis de Experimentos*. Grupo Editorial Iberoamérica. México.

"Un aspecto importante de este esfuerzo de mejora de la calidad en los 80's y los 90's es el diseño de la calidad en procesos y productos en la etapa de investigación o en la etapa de diseño del proceso"⁴⁰. Gran parte de este fuerte impulso que tuvieron los métodos de mejora de la calidad lo motivó el éxito que ingenieros y científicos japoneses tuvieron con el uso del diseño experimental.

Las premisas generales que configuran el contexto económico, sus implicaciones y la importancia de desarrollar el campo de la estadística industrial hacia la gestión de la calidad son:

1. Incorporar la calidad de diseño en cada producto y en los procesos por los que este se fabrica.
2. Los métodos de diseño experimental se han desaprovechado como instrumentos de ingeniería.

2.2 HERRAMIENTAS DE LA ESTADÍSTICA UTILIZADAS EN EL CONTROL DE CALIDAD.

Para la solución de problemas de control de calidad se utilizan muchos métodos estadísticos, entre los más utilizados se encuentran:

- Hoja de recolección de datos
- Histograma, diagramas de Pareto
- Estratificación
- Diagrama causa-efecto
- Diagrama de dispersión
- Medidas de localización y tendencia central
- Medidas de la variabilidad general
- Distribuciones discretas de probabilidad
- Distribuciones continuas de probabilidad.

Hoja de Recolección de Datos.

Una hoja de registro de datos es un formato preimpreso en el cual aparecen los ítems (detalles) que se van a registrar, de tal manera que los datos puedan recogerse fácil y concisamente. Sus objetivos principales son:

1. Facilitar la recolección de datos.
2. Organizar automáticamente los datos de manera que puedan usarse con facilidad más adelante.

Muchas veces los datos se toman de forma desordenada o mal documentada haciendo imposible su análisis posterior. Otras veces los datos son incorrectos porque se han tomado de manera diferente a la prevista, y las conclusiones que se obtienen a partir de estos carecen de sentido.

Por lo tanto la recolección de datos debe efectuarse de manera cuidadosa y exacta, para ello se utilizan plantillas especialmente diseñadas para cada caso.

En la recolección de datos se debe tener presente lo siguiente:

1. No tomar datos si después no se van a utilizar. Los datos inútiles sólo sirven para hacer más difícil la localización de los que sirven.
2. Asegurar que los datos se toman de forma que su análisis sea fácil, de lo contrario es probable que no se haga nunca.
3. No pasar los datos en limpio. Es una pérdida de tiempo y una fuente de errores. Es necesario anotarlos de forma clara y ordenada a la primera.

Por ejemplo la figura 2.1 es una hoja para registrar la ocurrencia de los defectos en ciertos picaportes asignables a maquinaria, trabajadores, días y tipo de defecto. Se puede ver, que el trabajador *B* produce muchas unidades defectuosas. El miércoles todos los trabajadores producen muchas unidades defectuosas⁴¹. Una búsqueda de las causas mostró que el trabajador *B* no estaba cambiando los dados con suficiente frecuencia y que los miércoles las materias primas tenían una composición que tenía más probabilidades de causar defecto.

[⁴⁰] Walpole, Ronald E. 1998. Probabilidad y Estadística para Ingenieros. Sexta edición Prentice Hall Hispanoamericana, S.A. de C. V. Traductor Ricardo Cruz ISBN 970-17-02646.

[⁴¹] Kume Hitoshi. Herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la Calidad. Editorial Norma. Colombia 1996. pp. 29

Equipo	Operario	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes		Sábado	
		AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM
Máquina 1	A	oo x	o x	oo	o x	oo x	oo x	oo x	oo x	oo	oo	o	x
	B	o x	oo x	oooo x	oo x	oooo x	oooo x	oooo x	oo x	oo	oooo	oo	x
Máquina 2	C	oo x	o x	oo		oooo x	oooo	oo	o	oo	oo	o	o
	D	oo x	o x	oo	oo	oo	oooo x	oo	oo	oo	oo	oo	oo

○: Rayado en la superficie x: Porosidad △: Terminado defectuoso
 ●: Forma inadecuada □: Otros

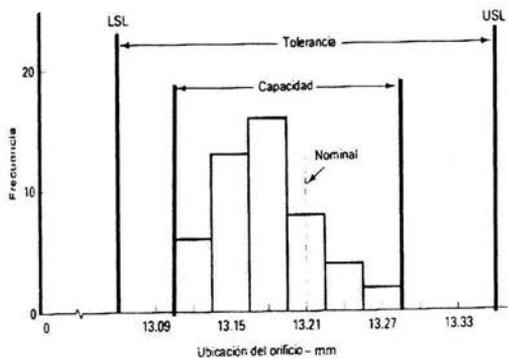
Figura 2.1 Hoja de registro de las causas del defecto.

Fuente: Kume Hitoshi. Herramientas Estadísticas Básicas para el mejoramiento de la Calidad, Editorial Norma, Colombia 1996. pp. 29

Histograma.

Los datos obtenidos de un problema son representados en forma gráfica que refleje la dispersión de los valores respecto de la media. Un histograma refleja generalmente resultados de un proceso para todas sus causas. Un histograma se construye dibujando una recta horizontal y colocando una escala en la misma, definiendo una sucesión ordenada de rangos de valores.

En cada rango se dibuja una columna, cuya altura indica el número de veces que el valor resultado del proceso se incluye en ese rango. Se pueden dibujar, además la media obtenida real y el valor medio objetivo⁴². En ellos se describen las variaciones producidas durante un proceso, como se ilustra en la gráfica 2.1. El histograma muestra gráficamente la capacidad de un proceso, y si así se desea, la relación que guarda tal proceso con las especificaciones y las normas⁴³.



Gráfica 2.1 Histograma de la ubicación de los orificios

Fuente: Besterfield Dale H. Control de Calidad, Editorial Prentice Hall Hispanoamérica, S.A. México 1995. pp. 29.

^[42] César Pérez López. Control estadístico de la calidad, teoría práctica y aplicaciones informáticas, Editorial Alfa-Omega Zama. pp. 87.

^[43] Besterfield Dale H. Control de Calidad, Editorial Prentice Hall Hispanoamérica, S.A. México 1995. pp. 29.

1. Recopilación de datos y construcción de una hoja de anotaciones o marcas.

En la tabla 2.1 se muestran los datos del peso de 110 ejes de acero. Primero se codifican los pesos con relación a 2.500 kg, un peso de 31 quiere decir que se trata de 2.531 kg ($2.500 + 0.031$), como se muestra en la tabla 2.2 En este problema hay 45 categorías, será necesario reducirlas agrupándolas en celdas (clases). Una celda es un agrupamiento confinado dentro de ciertos límites de valores observados.

La cantidad de celdas o grupos que se formen para obtener una distribución de frecuencia dependerá del criterio del analista. Este criterio se basa en la cantidad de observaciones efectuadas y será necesario aplicar un procedimiento de ensayo y error para poder definir la cantidad óptima de celdas.

2.559	2.556	2.566	2.546	2.561
2.570	2.546	2.565	2.543	2.538
2.560	2.560	2.545	2.551	2.568
2.546	2.555	2.551	2.554	2.574
2.568	2.572	2.550	2.556	2.551
2.561	2.560	2.564	2.567	2.560
2.551	2.562	2.542	2.549	2.561
2.556	2.550	2.561	2.558	2.556
2.559	2.557	2.532	2.575	2.551
2.550	2.539	2.565	2.552	2.560
2.534	2.547	2.569	2.559	2.549
2.544	2.550	2.552	2.536	2.570
2.564	2.553	2.558	2.538	2.564
2.552	2.543	2.562	2.571	2.553
2.539	2.569	2.552	2.536	2.537
2.532	2.552	2.575 (H)	2.545	2.551
2.547	2.537	2.547	2.533	2.538
2.571	2.545	2.545	2.556	2.543
2.551	2.569	2.559	2.534	2.561
2.567	2.572	2.558	2.542	2.574
2.570	2.542	2.552	2.551	2.553
2.546	2.531 (L)	2.563	2.554	2.544

Tabla 2.1 Peso del eje de acero (kg)

Fuente: Besterfield Dale H. Control de Calidad. Editorial Prentice Hall Hispanoamérica, S.A. México 1995. pp. 52.

PESO	TABULACION	PESO	TABULACION	PESO	TABULACION
31	I	46	III	61	III
32	II	47	III	62	II
33	I	48		63	I
34	II	49	II	64	III
35		50	III	65	II
36	II	51	III III	66	I
37	II	52	III I	67	II
38	III	53	III	68	II
39	I	54	II	69	III
40		55	I	70	III
41		56	III	71	II
42	III	57	I	72	II
43	III	58	III	73	
44	II	59	III	74	II
45	III	60	III	75	II

Tabla 2.2. Hoja de anotaciones del peso del eje de acero (codificado tomando como referencia 2.500 kg)

Fuente: Besterfield Dale H. Control de Calidad. Editorial Prentice Hall Hispanoamérica, S.A. México 1995. pp. 52.

2. Determinación del rango (amplitud)

El rango se define como la diferencia entre el valor observado más alto y el valor observado más bajo como lo indica la fórmula: $R = X_H - X_L$; donde R = rango, X_H = número mayor y X_L = número menor. Observando la tabla 2.2 se obtiene que el número mayor es: 2.575 y el menor 2.531. Por tanto: $R = X_H - X_L = 2.575 - 2.531 = 0.044$

3. Cálculo del intervalo de la celda.

El intervalo de una celda es la distancia que separa los puntos intermedios de dos celdas adyacentes. El intervalo de celda (i) y la cantidad de celdas (h) se relaciona mediante la fórmula $h = R/i$. Dado que tanto h como i se desconocen, se utiliza el método de ensayo y error para encontrar que intervalo es satisfactorio.

$$\text{Suponiendo que } i = 0.003; \text{ entonces } h = \frac{R}{i} = \frac{0.044}{0.003} = 15$$

$$\text{Suponiendo que } i = 0.005; \text{ entonces } h = \frac{R}{i} = \frac{0.044}{0.005} = 9$$

$$\text{Suponiendo que } i = 0.007 \text{ entonces } h = \frac{R}{i} = \frac{0.044}{0.007} = 6$$

4. Cálculo de los puntos intermedios de las celdas.

El más pequeño de los puntos intermedios de las celdas deberá ubicarse de manera que se incluyan en el valor más bajo de los datos. Una técnica consiste en emplear la fórmula siguiente:

$$MP_L = X_L + \frac{i}{2} \text{ (Sin redondear el resultado)}$$

En donde MP_L = punto intermedio de la celda más baja. Para el ejemplo, el resultado es:

$$MP_L = X_L + \frac{i}{2} = 2.531 + \frac{0.005}{2} = 2.535$$

Si se utiliza esta fórmula no se podrá redondear la respuesta. Dado que el intervalo es 0.005, habrá 5 valores de datos en cada celda. Por tanto, podrá utilizarse como valor de punto intermedio de la primera celda 2.533. Este valor ubica al valor de datos más bajo (2.531) dentro de la primera celda, en donde figuran los valores de datos de 2.531, 2.532, 2.533, 2.534 y 2.535.

5. Cálculo de los límites de la celda.

Los límites de celda son los valores extremos o límite de una celda, denominados límite superior y límite inferior. Dado que el intervalo es impar, habrá el mismo número de valores de datos a ambos lados del punto medio. En el caso de la primera celda cuyo punto medio es de 2.533 y con un intervalo de 0.005, habrá dos valores a ambos lados. Para evitar que halla altos, los límites reales se amplían la mitad de un segmento al siguiente número, y se obtienen así los valores 2.5305, 2.5355. Una vez definidos los límites de una celda, los límites de las demás celdas se calculan sumando sucesivamente los intervalos de una celda. Es decir los límites inferiores son $2.531 + 0.005 = 2.536$, $2.536 + 0.005 = 2.541$, etc. Los límites superiores se calculan de igual manera.

6. Anotaciones de la frecuencia de una celda.

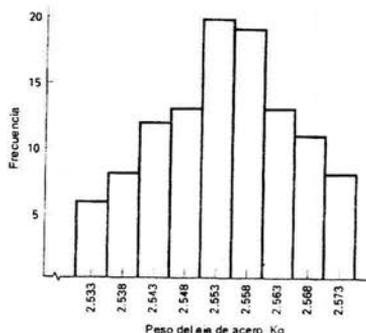
La cantidad de números presentes en cada celda se anota en la columna de frecuencias de la tabla 2.3 Analizando la tabla 2.2 se podrá observar que para la celda inferior hay: (2) 2.532, (1) 2.533, (2) 2.534 y (0) 2.535. Es decir, hay un total de seis valores en la celda inferior, por tanto tiene una frecuencia de 6. En la tabla 2.3 se muestra la distribución de frecuencia completa, para formar el histograma presentado en la gráfica 2.2.

LÍMITES DE LAS CELDAS	PUNTO INTERMEDIO DE LAS CELDAS	FRECUENCIA
2.531-2.535	2.533	6
2.536-2.540	2.538	8
2.541-2.545	2.543	12
2.546-2.550	2.548	13
2.551-2.555	2.553	20
2.556-2.560	2.558	19
2.561-2.565	2.563	13
2.566-2.570	2.568	11
2.571-2.575	2.573	8
Total		110

Tabla 2.3 Distribución de frecuencias del peso de un eje de acero (kg). Fuente: Besterfield Dale H. Control de Calidad. Editorial Prentice Hall Hispanoamérica, S.A.

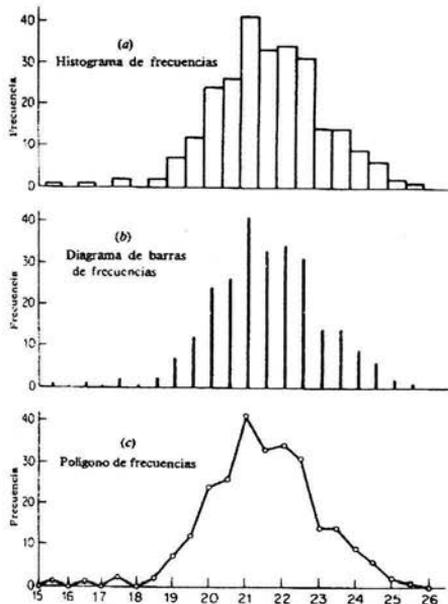
México 1995. pp. 55

Fuente: Besterfield Dale H. Control de Calidad. Editorial Prentice Hall Hispanoamérica, S.A. México 1995. pp. 55.



Gráfica 2.2 Histograma de los datos de la tabla 2.3. Fuente: Besterfield Dale H. Control de Calidad. Editorial Prentice Hall Hispanoamérica, S.A. México 1995. pp. 57

Para representar distribuciones de frecuencia también se puede utilizar gráficas de barras como se muestra en la figura 2.3(a). El polígono de frecuencia es otra forma grafica de la misma representación, mostrada en la figura 2.3 (b). Se construye poniendo un punto sobre cada uno de los puntos intermedios de las celdas; a la altura correspondiente para cada frecuencia⁴⁴. La gráfica que sirve para representar la frecuencia de todos los valores excepto el límite superior de celda correspondiente a una celda determinada se denomina frecuencia acumulativa u ojiva, figura 2.3(c).



Gráfica 2.3 Tipos de graficas para representar la distribución de frecuencia, (a), (b) y (c)
 Fuente: Grant Eugene L. Control Estadístico de calidad, Compañía Editorial Continental S.A. de C. V. México 1993

Diagramas de Pareto o análisis A-B-C.

Wifredo Pareto, economista italiano (1848-1923), enunció el principio de la distribución de la riqueza diciendo que el 80% de la riqueza está en manos del 20% de la población.

El diagrama de Pareto, también llamado análisis ABC, consiste esencialmente en la clasificación de los elementos o factores que intervienen en un proceso por su orden de importancia para poder tratar cada una de ellos de una forma distinta según su peso.

Realmente unas pocas causas son las que producen la mayoría de los defectos, es decir, que el resultado de un proceso dependerá esencialmente de un número pequeño de los factores que intervienen en el mismo. Si se logra determinar cuales son estas causas o factores vitales se pueden concentrar los esfuerzos en el estudio de los mismos, con lo que se resuelve la mayoría del problema. De aquí se deriva la famosa frase de Pareto que sostiene que "aplicando la atención a los pocos asuntos vitales, se consigue la máxima eficacia y rendimiento de los esfuerzos dedicados"⁴⁵. En estos diagramas se especifican las razones que provocarían una calidad inadecuada, se cuenta el número de ocurrencias, y se muestran las frecuencias en una grafica de barras. Por lo general las razones se presentan siguiendo el orden de las frecuencias, de mayor a menor⁴⁶.

Los diagramas de Pareto se construyen de la siguiente manera:

- a) Se definen los factores problemas y se elabora una hoja de chequeo que permita obtener la distribución de frecuencia de estos factores.
- b) Se jerarquizan los factores problemas de mayor a menor según las frecuencias que presenten cada uno de ellos.

^[44] IBIDEM, pp. 57-58.

^[45] César Pérez López. Control estadístico de la calidad, teoría práctica y aplicaciones informáticas, Ed. Alfa-Omega Zama, pp. 82.

^[46] Hildebrand David K, Ott R. Lyman, 1998. Estadística Aplicada a la administración y a la economía, Editorial Addison Wesley Longman.

- c) Se confecciona una tabla que contenga los siguientes elementos; factores problemas explicando en palabras cuáles son, frecuencias y frecuencias acumuladas, frecuencia relativa respecto a la frecuencia total de factores problemas, y las frecuencias relativas respecto al número total de datos.
- d) Se confecciona un gráfico de barras tipo histograma donde las bases de los rectángulos son los factores problemas, los cuales deberán llevar dos ejes verticales, uno al lado derecho que represente las frecuencias y el otro al lado izquierdo graduado en porcentaje, tal que el 100 % corresponda al extremo superior del polígono de la frecuencia acumulada.

Ejemplo de la construcción de un diagrama de Pareto. En el control de un laboratorio se quiere analizar el impacto económico y de calidad referida a las repeticiones de análisis. Los factores por los cuales se repiten muestras son, mostrados en la tabla 2.4: a) Estándar fuera de tolerancia , b) Duplicados excedidos de los límites permitidos, c) Blancos altos, d) Muestras fuera de contexto, e) Otros factores

Si en un mes se analizaron 3.500 muestras y se repitieron 38 por estándar, 90 por duplicados, 140 por blancos, 14 por fuera de contexto y 6 por otros motivos. Hacer el diagrama de Pareto. (N = 3.500 repeticiones)

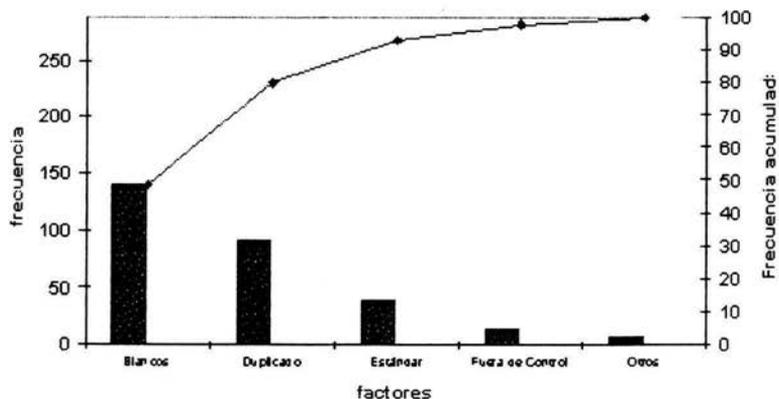
Factores Problemas	Frecuencia f	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Relativa Respecto a f en %	Frecuencia relativa respecto a N en %
Blancos	140	140	48,61	4,00
Duplicado	90	230	31,25	2,57
Estándar	38	268	13,19	1,09
Fuera de Control	14	282	4,86	0,40
Otros	6	288	2,08	0,17
Totales	288		100	

Tabla 2.4 Control sobre el impacto económico y de calidad referido a las repeticiones.

Fuente: TQM Manager, 2001, Análisis de Pareto.

Dirección: www.tqm-manager.com.ar/herramientas/pareto.htm - 19k

Implementación de las mejoras. Se implementaron las acciones correctivas: Control de los resultados de las medidas implementadas. Para evaluar las medidas implementadas se realizó la misma encuesta, estos resultados se compararon con los anteriores mediante Diagramas de Pareto. De las nuevas 1500 repeticiones, se obtuvieron los siguientes resultados: blancos: 76, duplicados: 48, estándar: 36, fuera de control: 15, otros: 7. Antes de la mejora grafica 2.4:

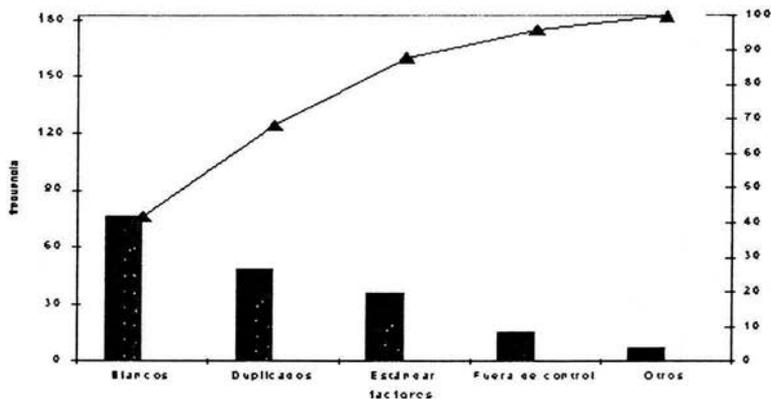


Gráfica 2.4 Diagrama de Pareto Control sobre el impacto económico y de calidad referido a las repeticiones de análisis, antes de la mejora.

Fuente: TQM Manager, 2001, Análisis de Pareto.

Dirección: www.tqm-manager.com.ar/herramientas/pareto.htm - 19k

Después de la mejora gráfica 2.5.



Gráfica 2.5 Diagrama de Pareto Control sobre el impacto económico y de calidad referido a las repeticiones de análisis, después de la mejora.

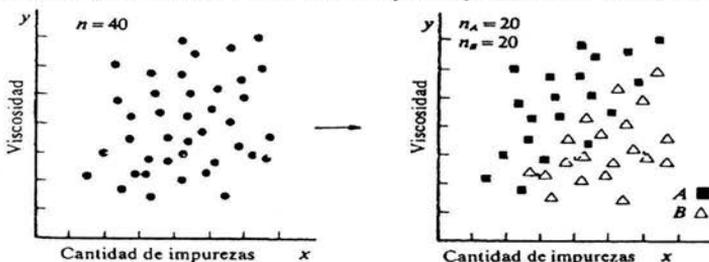
Fuente: TQM Manager, 2001, Análisis de Pareto.

Dirección: www.tqm-manager.com.ar/herramientas/pareto.htm - 19k

En resumen, como se puede apreciar en las gráficas de Pareto respectivas, la empresa mejoró la calidad del servicio en función de unas pocas causas⁴⁷.

Estratificación.

Los datos se segregan y preparan para gráficos de turnos por separado para las materias auxiliares, temporadas, meses, condiciones de trabajo, personal, turnos, volúmenes de trabajo y otros factores que pueda influir en el proceso de manera individual y que causen variación. También se deben dibujar gráficos de control por separado para diferentes tipos y condiciones de unidades defectuosas, defectos, paradas, etc. Esta división de los datos en diferentes grupos homogéneos llamados estratos se denomina estratificación. Tanto la gráfica 2.6 como la gráfica 2.7 muestran en diagramas de dispersión, la relación entre la cantidad de impurezas y viscosidad de una sustancia manufacturada.



Gráfica 2.6 Estratificación en los diagramas de dispersión (a) y (b)

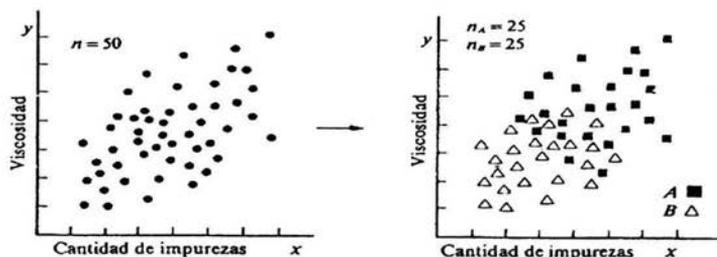
Fuente: Kume Hitoshi. Herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la Calidad. Editorial Norma. Colombia 1996. pp. 89

En la figura 2.6 cuando se combinan indiscriminadamente los datos de la compañía A con los de la compañía B parece no haber correlación figura 2.6 (a), pero cuando se distinguen como en la grafica 2.6 (b) parecen mostrar una correlación general. Por otra parte la gráfica 2.7 parece mostrar una correlación general, pero cuando se estratifica en A y B figura 2.7 (a), la correlación desaparece. Cuando se ha estratificado un factor se puede obtener información vital distinguiendo los datos de los diversos estratos por medio de colores o símbolos⁴⁸. Se debe registrar el origen y contexto de la información.

⁴⁷ TQM Manager, 2001, Análisis de Pareto.

Dirección: www.tqm-manager.com.ar/herramientas/pareto.htm - 19k

⁴⁸ Kume Hitoshi. Herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la Calidad. Editorial Norma. Colombia 1996. pp. 90.



Gráfica 2.7 Estratificación en los diagramas de dispersión, (a) y (b)

Kume Hitoshi. Herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la Calidad. Editorial Norma. Colombia 1996. pp. 90.

Diagrama de Causa – Efecto.

También llamado diagrama de espinas de pescado por la forma característica que tiene. Fue creado por el doctor Kaoru Ishikawa en 1943. Se utiliza para representar gráficamente de una forma clara y precisa que factores afectan a un problema de calidad. Se trata de averiguar a través de un efecto las causas que lo motivan para poder tomar acciones correctivas. Este diagrama proporciona bases para la discusión de los factores a un problema y su interrelación; se utiliza principalmente en la solución de problemas de calidad, aunque también puede utilizarse en la resolución de problemas de cualquier tipo: industrial, comercial, económico, y social.

El diagrama de causa efecto consiste en definir un objetivo o efecto (mejorar eficiencia, reducir rechazos). Teorizar sobre las posibles causas que motivan el efecto “Tormenta de ideas” (Brainstorming) y representar gráficamente las causas y los factores que afectan al objetivo en una estructura que Ishikawa denomina Fishbone (espina de pescado). Cuando han sido definidas las principales causas, se hallan las subcausas y así sucesivamente. En próximas sesiones al cabo de unos días, se recogen algunas nuevas causas para ir alimentando el diagrama con el afán de mantener siempre vivo y abierto el proceso de identificación de causas que afectan a la calidad.

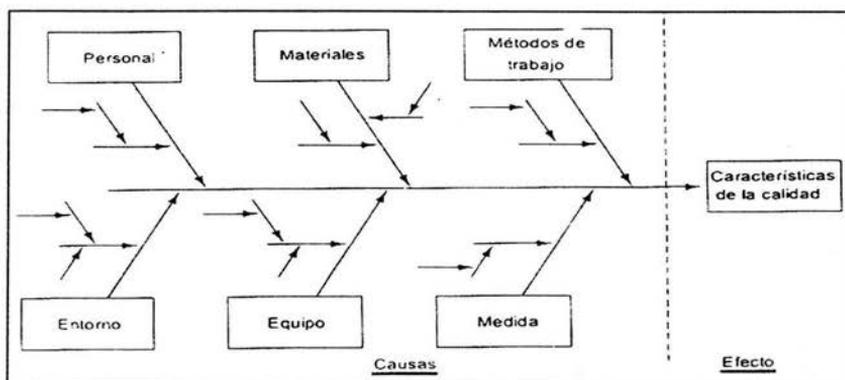


Figura 2.2. Diagrama de causa efecto (CE).

Fuente: Besterfield Dale H. Control de Calidad. Editorial Prentice Hall Hispanoamérica, S.A. México 1995. pp. 22.

Como los cuatro elementos comienzan con la letra M, el diagrama causa-efecto también se conoce por el nombre de diagrama de las cuatro M. En cada una de las flechas principales pueden incidir flechas secundarias relativas a subcausas de cada causa principal. Actualmente el diagrama de las 4 M está siendo sustituido por el llamado diagrama de la seis M, agregándoles ahora dos elementos más: medio ambiente y mantenimiento.

El diagrama es útil para.

- Analizar las condiciones imperantes para mejorar la calidad de un producto o de un servicio, para un mejor aprovechamiento de recursos y para disminuir costos.
- Eliminar las condiciones que causan el rechazo de un producto y las quejas de un cliente.
- Estandarización de las operaciones en curso de un producto y las quejas de un cliente.
- Educación y capacitación del personal en las áreas de toma de decisión y de acciones correctivas.

Para la construcción del diagrama de causa-efecto, en el extremo derecho de la flecha principal se escribe el efecto al que se le busca las causas. Las flechas secundarias relativas a cada causa, (cada M) que interviene en el proceso y que producen el efecto, se orientan de forma inclinada hacia la flecha principal incidiendo sobre ellas con un ángulo aproximado de 30°. Las subcausas que se vayan detectando relativas a cada causa se anotarán en su correspondiente flecha secundaria mediante nuevas flechas más pequeñas que inciden sobre la flecha secundaria también de modo inclinado⁴⁹. En la figura 2.2 se observa un diagrama de CE, en el cual la causa está a la derecha y sus causas, a la izquierda. El efecto es la característica de la calidad que es necesario mejorar.

Diagrama de Dispersión.

El objeto de los diagramas de dispersión consiste en poner de manifiesto la existencia de una relación entre dos variables.

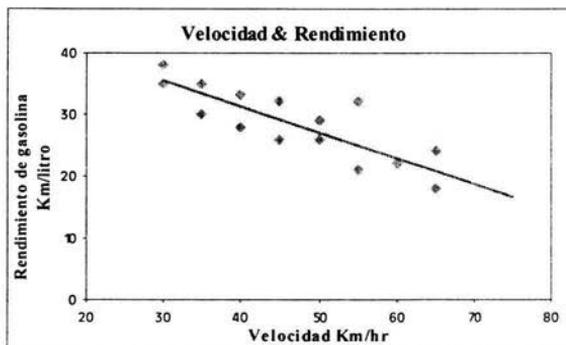
Pasos para elaborar un diagrama de dispersión:

1. Recopilar los pares de datos x , y en una tabla, Ishikawa recomienda tener entre 50 y 100 puntos.
2. Determinar las escalas de tal forma que aproximadamente, la amplitud de los ejes sea la misma. Si una de las variables es una causa y la otra un efecto colocar la primera en el eje de las abscisas y el segundo en el eje de las ordenadas.
3. Colocar los puntos en el gráfico. Si dos o más puntos coinciden colocar círculos concéntricos.
4. Escribir cuantos aspectos sean de interés, de tal forma que cualquier persona que utilice el diagrama lo interprete fácilmente: nombre y unidades de las variables, número de puntos, período de tiempo en que se realizó el diagrama, autor, y aparato de medida.

El diagrama de dispersión permite intuir el tipo de relación (lineal, cuadrática, logarítmica), que existe entre las variables consideradas.

Así mismo considera la existencia de "outliers", es decir, puntos que se separan del grupo general. La existencia de los outliers puede indicar equivocaciones en las mediciones o en el registro de los datos o la existencia de alguna anomalía cuando estos datos fueron tomados⁵⁰.

En la gráfica 2.8 se muestra la relación que existe entre la velocidad de un automóvil y el rendimiento de gasolina por kilómetro. En la gráfica se puede observar que conforme aumenta la velocidad, disminuye el rendimiento. La velocidad del automóvil se grafica en el eje x y es una variable independiente. Por lo general la variable independiente es controlable. El rendimiento se coloca en el eje y , y es la variable dependiente, o respuesta.



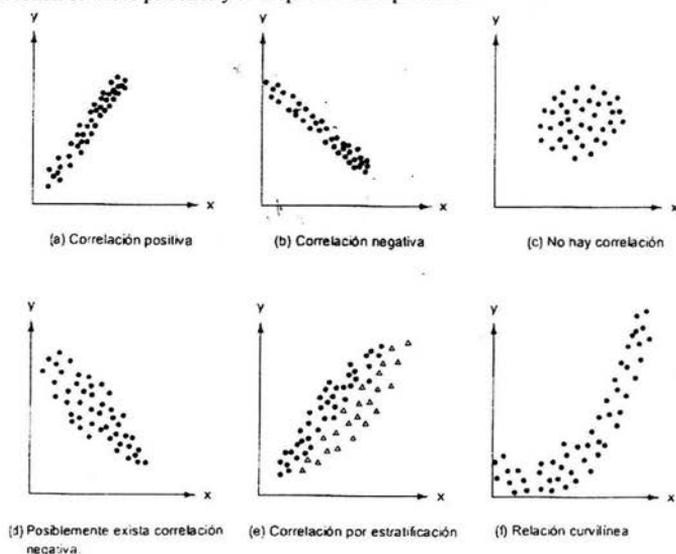
Gráfica 2.8. Diagrama de dispersión.

Fuente: Besterfield Dale H. Control de Calidad. Editorial Prentice Hall Hispanoamérica, S.A. México 1995. pp. 31.

^[49] César Pérez López. Control Estadístico de la calidad, teoría práctica y aplicaciones informáticas. Editorial Alfa-Omega Zama. pp. 87.

^[50] Vicente Carot Alonso. 200. Control Estadístico de la Calidad. Editorial Alfa-omega. México. pp.363-365

Una vez terminado el diagrama de dispersión, se evalúa la relación o correlación existente entre ambas variables. En la grafica 2.9 se muestran diversos patrones y su respectiva interpretación.



Gráfica 2.9. Diversos patrones del diagrama de dispersión.

Fuente: Besterfield Dale H. Control de Calidad. Editorial Prentice Hall Hispanoamérica, S.A. México 1995. pp. 33.

Por otra parte en Control de Calidad, es importante tener claros algunos conceptos estadísticos que son fundamentales para entender cierto tipo de fenómenos: Una "muestra" es una parte pequeña de un grupo entero, llamado población. En una población, los valores de estimación se llaman "parámetros", en cambio, los valores de estimación en una muestra, se llaman "estadígrafos, presentados para cada caso en la tabla 2.5⁵¹:"

POBLACION		MUESTRA	
PARAMETROS		ESTADIGRAFOS	
μ	Media Poblacional	X	Media Muestral
σ	Varianza Poblacional	S	Varianza Muestral
N	Tamaño de la Población	N	Tamaño de la muestra

Tabla 2.5. Valores de estimación para población y muestra.

Fuente: TQM Manager, 2001. Estadística Básica para la Ingeniería de Calidad.
 Dirección: www.tqm-manager.com.ar/herramientas/estadisticabasica.htm - 21k

Medidas de Localización y Tendencia Central.

La media aritmética.

Es un método usado comúnmente como medida de localización. Viene representada por el símbolo \bar{X} . Si los datos no están agrupados la media esta dada por la formula:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_j}{n}$$

Si por el contrario los datos están clasificados o agrupados la media queda expresada por:

⁵¹ TQM Manager, 2001. Estadística Básica para la Ingeniería de Calidad.
 Dirección: www.tqm-manager.com.ar/herramientas/estadisticabasica.htm - 21k

$$\bar{X} = \frac{\sum F_j X_j}{n}$$

En donde F_j es la frecuencia del j -ésimo valor o clase (X_j) y n es el número total de puntos.

La media.

Como medida de localización es una medición matemática de localización basada en todos los datos. Constituye el centro de gravedad. Las medias de muestras en forma de campana o normales varían menos de una muestra a otra o al menos no varían más que otras medidas de localización. Si la distribución es unimodal y simétrica la media es también una medida de la tendencia central. Si es asimétrica la media podrá verse desplazada desde el punto de tendencia en dirección del extremo de la distribución. En tal caso la media no constituye un valor típico.

La mediana.

La mediana de un conjunto de datos es el valor, arriba del cual existen tantos casos como abajo del mismo, normalmente se representa con el símbolo Mi . Para calcular la mediana de un conjunto de datos no agrupados se acomodan los valores por orden de tamaños. Si el número de casos es impar, la mediana será el valor que corresponda al caso que se encuentre en el punto medio. Si el número de casos es par, mediana se tomara como el promedio aritmético de los dos casos intermedios.

En caso contrario, cuando los datos están agrupados, es necesario interpolar, comenzando en cualquier extremo, deteniéndose en el intervalo que contenga el caso medio. Supongamos que el número de casos hasta el límite de este intervalo es n' (límite inferior si el conteo se inicio en la parte inferior; límite superior si el conteo se inicio en la parte superior. En ese caso, la mediana se obtiene sumando al límite inferior o restando al límite superior (según sea el caso) la cantidad:

$$\frac{|n/2 - n'|}{F_0}(i)$$

En la que F_0 es la frecuencia del intervalo en cuestión, e i es el tamaño del intervalo de clase.

La mediana como medida de localización es un promedio de posición que no resulta afectada por los valores de los casos a ambos lados de la misma. A diferencia de la media, por tanto, no se ve afectada por los valores extremos. Si una distribución es asimétrica la mediana no es desplazada del punto de tendencia central como la media.

La moda.

La moda de un conjunto de datos es aquel valor en el cual se encuentra el mayor número de casos. Se representa por el símbolo Mo . Si los datos están agrupados, el intervalo que contenga el mayor número de casos es el intervalo modal. Si la distribución de frecuencias se encuentra suavizada mediante una curva de frecuencias la moda es el valor de la abscisa en el cual se presenta la cresta de la curva. Por definición la moda indica directamente el punto de tendencia central. Sin embargo, excepto en el caso de datos discretos, es difícil asignar a la moda un valor exacto. En el caso de conjunto de datos agrupados, un intervalo modal, toma el lugar de un modo exacto⁵².

Medición de la Variabilidad General.

La amplitud total.

La medida más sencilla de la variabilidad general es la amplitud total. Esta es la diferencia que existe entre los valores más alto y más bajo de un conjunto de datos. Se aplica únicamente a conjuntos de datos no agrupados y se representa con el símbolo R . Así

$$R = X_H - X_L$$

En muestras pequeñas la amplitud total es una medida relativamente sensible a la variabilidad general, pero en muestras grandes, al amplitud total no es tan buena medida.

⁵² Duncan Acheson J. Control de Calidad y Estadística Industrial. Editorial Alfa-Omega Colombia 2000. pp. 49-54

La desviación promedio.

Si se toma un punto central, tal como la media de un conjunto de datos, y se calcula la desviación media de los casos con respecto a dicho punto central, se obtienen una medición de la variabilidad general. Se le denomina desviación promedio y se representa por *DP*. La desviación promedio no tiene que ser medida a partir de la media.

En realidad se considera mejor hacer la medición de la desviación promedio a partir de la mediana, ya que en esta forma tendrá su valor más bajo. La desviación promedio como medida de la variabilidad general es fácil de calcular cuando se trata de muestras pequeñas, pero es difícil de manejar en el análisis matemático debido al uso de valores absolutos.

La desviación media cuadrática.

Otra medición de la variación general es la desviación media cuadrática, de root mean square desviación (RMSD). Esta es la raíz cuadrada del promedio de las desviaciones al cuadrado con respecto a la media. La fórmula para la desviación cuadrática media es:

$$RMSD = \sqrt{\frac{\sum_j F_j (X_j - \bar{X})^2}{n}}$$

Mediante la elevación al cuadrado y la obtención posterior de la raíz cuadrada se elimina la dificultad creada por los signos de las desviaciones.

La desviación media cuadrática como medida de la variabilidad general. El cuadrado de la RMSD es una cantidad que más tarde se identifica como un segundo momento de la muestra con respecto a la media, y recibe el símbolo μ_2 . Cuando se utiliza μ_2 como estimación del segundo momento con respecto a la media del universo, se encuentra que (μ_2) tiene un sesgo hacia abajo, donde esta puede corregirse multiplicando por el factor $\frac{n}{n-1}$.

Varianza y desviación estándar.

A consecuencia del sesgo (vías) inherente en el uso de la $(RMSD)^2$ para estimar μ_2 , se ha hecho práctica común en el trabajo una estadística sin sesgo. Esta es la cantidad en la que se suprime el sesgo sustituyendo n por $n-1$:

$$S^2 = \frac{n}{n-1} (RMSD)^2 = \frac{\sum_j F_j (X_j - \bar{X})^2}{n-1}$$

La cantidad S^2 se llama variancia de la muestra. La variancia del universo se define como el segundo momento con respecto a la media del universo (μ_2), y recibe el nombre de σ^2 . La raíz cuadrada de la variancia del universo se llama desviación⁵³ estándar del universo (σ).

El objetivo del muestreo, es obtener muestras que sean representativas de la población. En otras palabras, los estadígrafos deben representar los parámetros. Si los datos que se recogen de una población a través del muestreo, se organizan y presentan para hacer una descripción de ellos, entonces se está haciendo estadística descriptiva. Si además se sacan conclusiones acerca de las características desconocidas de la población, entonces se está haciendo estadística inferencial. Si en cambio, se dedica a realizar predicciones, entonces, se actúa en el campo de la estadística predictiva.

Los datos recogidos de una población lo se pueden relacionar con su frecuencia de aparición, a través de una gráfica de distribución de frecuencias o histograma, como los mencionados anteriormente. En esta gráfica se puede apreciar cómo se comportan los datos de una muestra. Pero si se hace que el número de datos tienda a infinito, entonces se obtiene la función de distribución de probabilidad de la población⁵⁴.

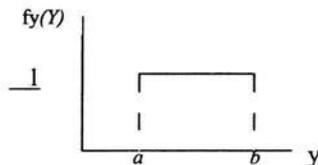
⁵³ IBIDEM

⁵⁴ Hildebrand David K, Ott R. Lyman. 1998. Estadística Aplicada a la Administración y a la Economía. Editorial Addison Wesley Longman. Pp. 202

Distribuciones Discretas de Probabilidad

Distribución uniforme.

Si y tiene una distribución uniforme, su densidad se distribuye por igual entre dos valores cualesquiera a y b . En la gráfica 2.10 se muestra la densidad uniforme. Esta densidad surge de un modo natural en la selección aleatoria de números. Si Y = número seleccionado aleatoriamente entre 0 y 1, entonces la densidad de probabilidad de Y es plana sobre el intervalo 0 a 1: ningún número tiene la probabilidad (densidad) más alta que otro, ilustrado en la gráfica 2.10⁵⁵.



Gráfica 2.10 Selección aleatoria

Fuente: Hildebrand David K, Ott R. Lyman, 1998. *Estadística Aplicada a la administración y a la economía*. Ed. Addison Wesley Longman.

Distribución (Binomial-Proceso Bernoulli).

- El experimento consiste de n ensayos idénticos.
- Cada uno de los resultados produce uno de los dos resultados posibles.
- Se le llama a uno éxito o acierto = p y el otro fracaso o falla = q
- La probabilidad del resultado de cualquier ensayo es constante (es posible que no se cumpla).
- Los ensayos son independientes.
- El experimentador desea saber el número de aciertos observados en los ensayos.

Distribución de Poisson.

La distribución de probabilidades de Poisson es modelo utilizado de aquellos eventos que ocurren aleatoriamente a lo largo del tiempo. Esta distribución es el resultado matemático de ciertas hipótesis. Las dos hipótesis cruciales se pueden traducir como sigue:

- Los eventos suceden uno cada vez. No hay dos o más eventos que ocurran precisamente en el mismo instante.
- La ocurrencia del evento de interés en un período dado es independiente de su ocurrencia en otro período con el que no se superponga; es decir, la ocurrencia (o no ocurrencia) de un evento durante un período no cambia la probabilidad de que el evento ocurra en algún período de tiempo posterior.

En muchos casos se añade una tercera hipótesis: el número esperado de eventos en un período de longitud específica permanece constante, de modo que el número esperado de eventos en un período es el mismo que en cualquier otro. En la medida en que las dos primeras hipótesis se cumplen, el resultado es una distribución de Poisson⁵⁶.

Distribución Multinomial.

Una generalización importante de la distribución binomial surge cuando hay más de dos resultados posibles.

En relación con cada ensayo, las probabilidades de los diversos resultados siguen siendo las mismas en cada ensayo y todos son independientes si hay k resultados para cada ensayo y sus probabilidades son p_1, p_2, \dots , y p_k puede demostrarse que la probabilidad de que halla x_1 resultados del primer tipo, x_2 del segundo tipo, ..., y x_k resultados del k -ésimo tipo en n ensayos esta dado por⁵⁷:

$$\frac{n!}{(x_1!)(x_2!)\dots(x_k!)} (p_1^{x_1})(p_2^{x_2})\dots(p_k^{x_k})$$

^[55] Freund John E. *Estadística para administración con enfoque moderno 5ª edición*. Prentice Hall Hispanoamérica S. A. de C. V.

^[56] Hildebrand David K, Ott R. Lyman, 1998. *Estadística Aplicada a la administración y a la economía*. Editorial Addison Wesley Longman. pp. 200.

^[57] IBIDEM

Distribución Exponencial.

Es una distribución de variable continua, esta dada por la siguiente formula:

$$f(x) = \frac{e^{-x/\beta}}{\beta} \quad x > 0$$

En donde β es la medida de distribución. Representa la distribución de variables aleatorias como el lapso de tiempo de permanencia de un cliente en una tienda, el tiempo que dura una maquina antes de decomponerse⁵⁸.

Distribución Geométrica.

Esta distribución se denomina distribución geométrica puesto que sus valores sucesivos constituyen una progresión geométrica y debe observarse que existe un contable de posibilidades mediante el uso de la formula de distribución geométrica se obtiene, por ejemplo, que n tiros repetidos de un dado equilibrado, la probabilidad de que el primer seis ocurra en el quinto tiro es:

$$\frac{1}{6} \left(\frac{5}{6} \right)^{5-1} = \frac{625}{7776}$$

Distribución Hipergeométrica.

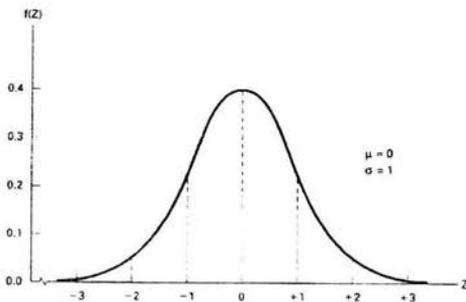
Tiene las mismas características que la binomial, solo que en esta distribución el muestreo se hace sin reemplazo o cuando la probabilidad no es constante, es decir, N (N poblacional) es pequeña en relación con el tamaño de la muestra n .

$$f(x) = \frac{\binom{a}{x} * \binom{b}{n-x}}{\binom{a+b}{n}} \quad \text{Para } x = 0, 1, 2, \text{ o bien } n$$

Distribuciones continuas de Probabilidad.

Distribución Normal.

La curva normal es una distribución simétrica, unimodal, en forma de campana, y en la que la media, mediana y moda tienen el mismo valor. La gráfica 2.11 muestra una distribución normal estandarizada, es decir, la media = 0 y la desviación estándar = 1. La distribución de probabilidad normal se utiliza ampliamente en el desarrollo de las gráficas de control.



Gráfica 2.11 Curva normal estandarizada, en la que $\mu = 0$ y $\sigma = 1$.

Fuente: Besterfield Dale H. Control de Calidad. Editorial Prentice Hall Hispanoamérica, S.A. México 1995. pp. 81.

^{58]} Freund John E. Estadística para administración con enfoque moderno 5ª edición. Prentice Hall Hispanoamérica S. A. de C. V

La función de una distribución de probabilidad normal está dada por la siguiente ecuación:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-1/2\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}$$

Donde x representa los valores para las medidas individuales, y μ la media aritmética para un número infinito de estas medidas. La expresión $(x - \mu)$ es la desviación respecto a la media; $f(x)$, la frecuencia con que aparece cada valor de $(x - \mu)$, π tiene el significado habitual, e es la base de los logaritmos neperianos 2,718... El parámetro sigma se llama desviación típica y es una constante que tiene un valor único para cualquier serie que contenga un elevado número de medidas. Si se quiere determinar la curva de distribución de probabilidad, se debe entonces calcular el área bajo la curva, o sea, integrar la ecuación anterior. Como esta integración es muy compleja, se realiza un pequeño truco, se hace cero la media poblacional (μ), y 1, la varianza poblacional (σ^2). Con esto se obtiene una ecuación estandarizada, llamada "canónica".

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-1/2 z^2}$$

La variable z reemplaza a la variable x , que se distribuye normalmente, pero con media = 0 y varianza = 1.

En la curva de distribución de probabilidad "normal", también llamada "Campana de Gauss", existe una relación que es constante, cualquiera sea la forma que adapte la curva, achatada o alargada. En el eje X de coordenadas, los valores de z asumen en la base de la curva valores hasta 3 y fracción.

- La probabilidad en el intervalo que va desde -1 a 1 es exactamente del 68,27% ($K = 1$).
- En el intervalo que va desde -2 hasta 2, es del 95,45 % ($K = 2$)
- En el intervalo que va desde -3 hasta 3z, la probabilidad es del 99,73 %.

Esta relación es exactamente igual cuando se utiliza la curva de distribución de probabilidad normal original, esto es, utilizando sigmas en vez de z .

Una forma más representativa de aproximación más a μ , es considerar la media de los resultados individuales, debido a que las mediciones de las medias se encuentran más agrupadas entre sí que las mediciones originales. A esta curva se le conoce con el nombre de "distribución muestral de la media"; Su media, \bar{x} , es la misma que la de la población original y su desviación estándar se denomina error estándar de la media (e.e.m.).

$$e. e. m. = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

De esta ecuación se desprende; que a mayor n , menor será la dispersión de las mediciones muestrales en torno a μ .

Otra propiedad interesante, es que aun cuando la población original no esté distribuida normalmente, tiende a la distribución normal a medida que aumenta n , lo que se conoce con el nombre de Teorema del límite central.

Límites de confianza de la media. El intervalo donde podemos suponer de manera razonable que se encuentra el valor verdadero, se le conoce como "intervalo de confianza", y a los valores extremos de este intervalo se les denomina "límites de confianza" (el término "confianza" se refiere a que podemos afirmar con cierto grado de seguridad, o probabilidad, que el intervalo de confianza sí incluye el valor verdadero).

En control de calidad, específicamente en el control estadístico de proceso, a menudo se utilizan intervalos de confianza hasta 3 sigmas, en vez de 3 y fracción, porque el sesgo que se produce es tan pequeño, alrededor del 0,3 %, que prácticamente no tiene relevancia en los resultados.

Límites de confianza cuando s es una buena aproximación de sigma. La amplitud de la curva de error normal viene determinada por sigma. También viene dada por z . Mediante la siguiente ecuación, se calcula el área bajo la curva normal relativa al área total, para cualquier valor deseado de z .

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma}$$

Esta relación se denomina nivel de seguridad y mide la probabilidad de que la desviación absoluta $(x - \mu)$ sea menor que $z \cdot \sigma$. Así el área de la curva delimitada por $z = \pm 1.96$ sigma corresponde a un 95 % del área total. La expresión que denota el límite de confianza de una medida sencilla es:

$$\mu = X \pm Z \sigma$$

Ahora bien, cuando se trata de datos agrupados o el promedio de N medidas repetidas, entonces

$$\mu = X \pm Z \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Límites de confianza cuando se desconoce sigma. Muchas veces se corre el riesgo de que la desviación estándar calculada, s , a partir de un conjunto limitado de datos, esté sujeto a considerable incertidumbre, esto ocurre con mucha frecuencia cuando el químico tiene que emplear métodos con lo cual no está familiarizado, cuando dispone de poco tiempo o cuando la cantidad de muestras disponibles (muy pocas) excluye la correcta estimación de s . En estos casos, se utiliza el factor t en lugar de z , y se define como:

$$\mu = X \pm t s$$

El intervalo de confianza para datos agrupados o un promedio de N medidas repetidas, es:

$$\mu = X \pm t \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Donde t es una constante que se obtiene de tablas estadísticas conocido como t-student, y que depende de dos factores; del número de grados de libertad y del grado de confianza requerido⁵⁹.

Distribución χ^2 cuadrada.

La distribución χ^2 es útil cuando se prueban varianzas y cuando se trata de determinar si una distribución de muestras y otra teórica son suficientemente similares como para justificar conclusión de que la población de la que se extrajo la muestra tiene una determinada distribución teórica.

Características de la distribución χ^2 .

- La variable ji cuadrada no puede ser negativa porque es la suma de números positivos.
- Su media aumenta con el número de grados de libertad.
- La distribución ji cuadrada es el tipo continuo y su forma y posición dependen del número de grados de libertad.
- Cuando los grados de libertad son pocos presenta una asimetría hacia la derecha.
- El valor esperado de ji cuadrada es igual al número de grados de libertad (v) y su varianza es igual a $2v$.

Distribución t .

La distribución t tiene importancia cuando se trabaja con muestras de no menos de 100 observaciones. Es común usarla para comprobar si los promedios de las muestras son significativamente diferentes de las medias poblacionales determinadas en forma hipotética. Si y y U son variables aleatorias independientes, de las cuales y esta distribuida normalmente con una media = 0 y una desviación estándar = 1, en tanto que U se distribuye como ji cuadrada con v grados de libertad la distribución del cociente es:

$$t = \frac{y}{\left(\frac{U}{v}\right)^{\frac{1}{2}}}$$

Características:

- La variable aleatoria t puede ser positiva o negativa, puesto que la variable y puede tomar tanto valores positivos como negativos.
- La distribución t es continua y simétrica alrededor de $t = 0$, su valor esperado.
- El único parámetro de la distribución t son los grados de libertad y asociados con la variable ji cuadrada en el denominador de la razón
- La varianza de la distribución t es $v/(v-2)$ siempre que v sea mayor a 2. A medida que aumenta el número de grados de libertad la varianza tiende a 1 y la distribución t tiende a la distribución normal estandarizada⁶⁰.

^[59] TQM Manager, 2001. Estadística Básica para la Ingeniería de Calidad.

Dirección: www.tqm-manager.com.ar/herramientas/estadisticabasica.htm - 21k

^[60] Grant Eugene L. Control Estadístico de calidad. Compañía Editorial Continental S.A. de C. V. México 1993.

2.3 CONTROL DE PROCESOS.

Diagramas de Control.

Un diagrama de control es un método estadístico utilizado principalmente para el estudio y control de los procesos repetidos. Su creador, el Dr. Walter A. Shewart, sugiere que el diagrama de control puede servir, para definir la meta o el estándar de un proceso que se desee realizar; además de servir como procedimiento para juzgar si la meta fue alcanzada. Resulta así un instrumento a utilizar en la especificación, producción e inspección de un determinado proceso.

Con la adopción del punto de vista estadístico en la industria, se reconoció que ciertas variaciones en la calidad del producto corresponden a la categoría de variaciones causales. Estas variaciones constituyen la suma de los efectos del complejo total de causas posibles; en ese complejo de causas el efecto de cada causa es menor, y ninguna parte importante de la variación total se puede determinar como consecuencia de una causa simple. Además de las variaciones casuales en calidad, existen las que son producidas por causas atribuibles⁶¹. En su mayor parte estas causas son consecuencia de: diferencias entre las maquinas, los trabajadores, los materiales; diferencias en cada uno de estos factores a lo largo del tiempo, y diferencias en las relaciones entre ellas.

Pasos a seguir en el empleo de gráficos de control para \bar{X} y R de cualquier característica de calidad en un producto fabricado.

I. Decisiones previas a la construcción de los gráficos de control.

A. Objetivos a conseguir con los gráficos.

1. Analizar un proceso con vistas a la consecución de uno o varios de los objetivos siguientes:
 - a. Asegurar una información para el establecimiento o cambio de especificaciones, o bien para determinar si un proceso puede cumplir ciertas especificaciones.
 - b. Asegurar una información para el establecimiento o cambio de los métodos de producción. Tales cambios pueden ser motivados, bien por la eliminación de causas atribuibles de variación, o bien por la necesidad de introducir nuevos métodos de producción debido a que el gráfico de control indique que los métodos originales no pueden cumplir las especificaciones.
 - c. Asegurar una información para el establecimiento o modificación del método de inspección, de aceptación, o de ambos.
2. Proporcionar un criterio para la toma de decisiones de carácter general en el transcurso de la producción, indicando cuanto hay que buscar causas de variación, y actuar para intentar corregirlas, o cuando hay que dejar que el proceso continúe libremente.
3. Proporcionar un criterio para la toma de decisiones de carácter general, con respecto a la aceptación o rechazo de productos fabricados o comprados
4. Familiarizar al personal con el empleo de los gráficos de control.

B. Elección de la variable.

- C. Elección del criterio de formación de subgrupos.
- D. Elección del tamaño y frecuencia de los subgrupos.
- E. Método de registro de los datos.
- F. Determinación del método de medición.

II. Bases de partida para la construcción de los gráficos de control.

- A. Obtención de las mediciones.
- B. Registro de las mediciones y otros datos.
- C. Cálculo de la media \bar{X} de cada subgrupo.
- D. Cálculo de la amplitud R de cada subgrupo.
- E. Representación del gráfico \bar{X} .
- F. Representación del gráfico R .

III. Determinación de los límites de control de la prueba.

- A. Decisión del número de subgrupos necesario antes del cálculo de los límites de control.
- B. Cálculo de la media de las amplitudes, \bar{R}
- C. Cálculo de los límites de control superior e inferior del gráfico R .

^[61] Duncan Acheson J. Control de Calidad y Estadística Industrial. Editorial Alfa-Omega Colombia 2000 pp. 407-408

- D. Cálculo de \bar{X} , la media de los valores \bar{X} .
 - E. Cálculo de los límites de control superior e inferior del gráfico \bar{X} .
 - F. Representación de las líneas centrales y de los límites de ambos gráficos
- IV. Obtención de las conclusiones preliminares deducidas de los gráficos.
- A. Indicación de la existencia o falta de control.
 - B. Relación aparente entre la trayectoria que sigue el proceso y la que supone debe seguir.
 - C. Actuaciones que sugiere el gráfico de control.
- V. Continuidad en el empleo de los gráficos.
- A. Revisión de la línea central y de los límites de control de R .
 - B. Revisión de la línea central y de los límites de control de \bar{X} .
 - C. Empleo de los gráficos dirigido a la actuación sobre el proceso
 - D. Empleo de los gráficos dirigido a la aceptación.
 - E. Empleo de los gráficos dirigido a la actuación sobre las especificaciones.

Posibles situaciones de un proceso bajo control respecto a límites de especificación superior e inferior.

Cuando un proceso controlado debe cumplir dos límites de especificación, de valores S e I , cualquiera que sea su situación, puede agruparse dentro de las tres clases generales siguientes:

1. El campo de variación del proceso (6σ) es considerablemente menor que la diferencia entre los límites de especificación ($S-I$).
2. El campo de variación del proceso (6σ) es aproximadamente igual a la diferencia entre los límites de especificación ($S-I$).
3. El campo de variación del proceso (6σ) es considerablemente mayor que la diferencia entre los límites de especificación ($S-I$).

La primera clase se ilustra en la figura 2.3, en la que los límites de especificación se representan mediante dos líneas horizontales, una superior y otra inferior. Las curvas de frecuencias A , B , C , D y E indican algunas de las posiciones en las que podría centrarse el proceso. En cualquiera de las tres primeras, A , B o C , prácticamente toda la producción cumpliría las especificaciones mientras el proceso permanezca bajo control.

En general, las condiciones expuestas en la figura 2.3, A , B y C representan la situación de fabricación ideal. Cuando el gráfico de control muestre uno de estos tres tipos de curva, pueden tomarse muchas acciones diferentes; la elección entre ellas es una cuestión de economía.

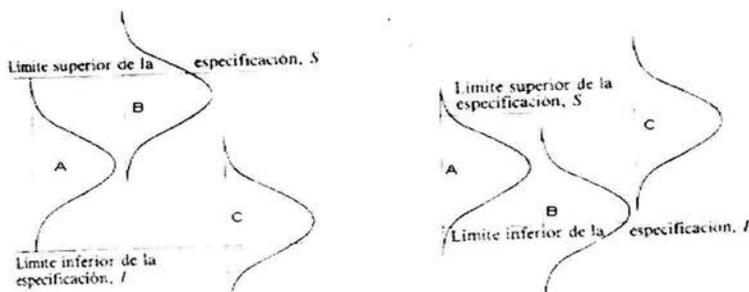


Figura 2.3 Casos en los que el campo de variación del proceso es menor que la zona definida por los límites de la especificación

Fuente: Grant Eugene L. Control Estadístico de calidad. Compañía Editorial Continental S.A. de C. V. México 1993

Por ejemplo, económicamente puede considerarse aconsejable dejar que X salga fuera de control si no se aparta demasiado de los límites; es decir, que la distribución se mueva entre B y C . Esto puede evitar el costo de frecuentes

ajustes de la máquina, así como del tiempo empleado en la búsqueda de causas atribuibles de variación que no serán responsables del producto defectuoso.

En el caso en que la aceptación esté basada en una inspección al cien por ciento, puede resultar económico sustituir ésta por una aceptación basada en el gráfico de control de \bar{X} y R .

También debe tenerse en cuenta una posible modificación de los límites de especificación cuando esto pueda redundar en una situación económicamente ventajosa.

Si no ocurre ninguna de estas eventualidades, puede resultar más rentable dejar de utilizar el gráfico de control, o por lo menos, incrementar el intervalo de tiempo entre dos inspecciones consecutivas. Cuanto mayor sea la relación entre $S-I$ y el campo de variación del proceso ($6\sigma^2$), más favorable será la situación para obtener una producción correcta sin necesidad de emplear ningún gráfico de control.

Si la curva de frecuencias del proceso es del tipo *D*, en la figura 2.3, parte del producto estará por encima del límite superior de especificación; si es del tipo *E*, ocurrirá algo parecido por debajo del límite inferior de especificación. En cualquiera de los dos casos, la primera medida a tomar es intentar cambiar el valor central del proceso, llevándolo lo más cerca posible a la posición *A*. Una vez hecho esto, puede entonces considerarse la posibilidad de llevar a cabo algunas de las acciones antes enumeradas.

La segunda clase de situaciones de la curva de frecuencia, se ilustra en la figura. 2.4. Sólo cuando el proceso está centrado entre los límites de especificación, como en la posición *A*, casi todo el producto se ajustará a las especificaciones. Si la distribución se desplaza con respecto a esta posición, como en *B* o *C*, es evidente que parte del producto se encontrará fuera de los límites de especificación.

En este caso, es obvio que hay que tomar todas las precauciones posibles para mantener el valor central del proceso.

Esto normalmente exige el empleo continuado de los gráficos de control de \bar{X} y R con intervalos cortos de toma de muestras y atención inmediata a los puntos fuera de control. Si se pueden efectuar cambios que disminuyan el campo de variación del proceso, se aliviara esta tensión. Debe considerarse la posibilidad de que las tolerancias sean más estrechas de lo necesario.

En la figura. 2.5 se representa el tercer grupo de situaciones. Aquí, los límites de especificación son tan estrechos que aunque el proceso esté bajo control y perfectamente centrado como en la posición *A*, se obtendrá parte de la producción defectuosa. Esto exige una revisión de las tolerancias. Asimismo, se requiere un esfuerzo para introducir en el proceso cambios fundamentales que reduzcan su dispersión, siendo también importante mantener constante el valor central de la distribución. Las curvas *B* y *C* muestran cómo aumenta el porcentaje fuera de especificación si la media del proceso varía.

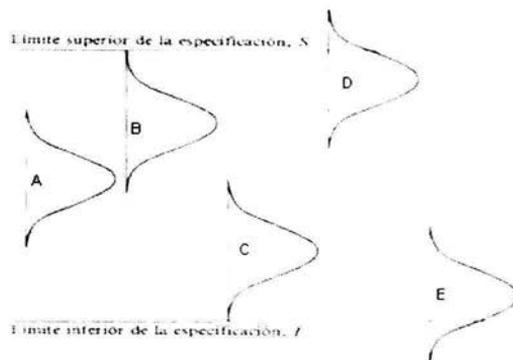


Figura 2.4. Casos en que el campo de variación del proceso es aproximadamente igual a la zona comprendida entre los límites de la especificación y Figura. 2.5. Casos en que el campo de variación del proceso es mayor que el intervalo entre los límites de la especificación
Fuente: Grant Eugene L. Control Estadístico de calidad. Compañía Editorial Continental S.A. de C. V. México 1993

Si es posible realizar una inspección al cien por ciento, los productos fuera de especificación pueden separarse y eliminarse. Si esta no es posible, por ejemplo, la aceptación se basa en ensayos destructivos, no hay posibilidad de obtener toda la fabricación conforme con las especificaciones.

En este caso, pueden adoptarse dos posturas; o bien introducir cambios fundamentales en el proceso para reducir su dispersión, o ampliar los límites de especificación para ajustar el proceso

Sin embargo, en algunos casos (por ejemplo, algunas dimensiones de piezas a ensamblar, ciertas características de algunos componentes eléctricos) existe una zona neutral dentro de la que puede usarse sin problemas un porcentaje moderado de artículos fuera de tolerancia. Esta situación normalmente exige una acción continuada para mantener constante el valor central del proceso⁶².

Gráficos de Control de Shewart.

Las etapas que deben tomarse en cuenta para mejorar el proceso están esquematizadas en la figura 2.6. Según este nuevo enfoque, existen dos tipos de variabilidad. El primer tipo es una variabilidad aleatoria debido a "causas al azar" o también conocida como "causas comunes".

El segundo tipo de variabilidad, en cambio, representa un cambio real en el proceso atribuible a "causas especiales", las cuales, por lo menos teóricamente, pueden ser identificadas y eliminadas. Los gráficos de control ayudan en la detección de modelos no naturales de variación en los datos que resultan de procesos repetitivos y dan criterios para detectar una falta de control estadístico. Un proceso se encuentra bajo control estadístico cuando la variabilidad se debe sólo a "causas comunes".

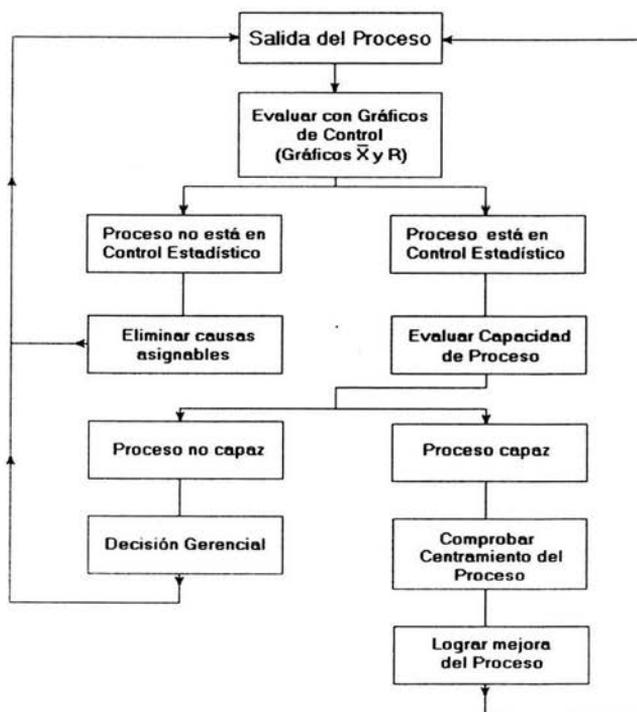


Figura 2.6 Etapas que deben tomarse en cuenta para mejorar el proceso
Fuente: TQM Manager, 2001. Gráficos de Control de Shewart
Dirección: www.tqm-manager.com.ar/herramientas/control estadistico.pdf

^[62] Grant Eugene L. Control Estadístico de calidad. Compañía Editorial Continental S.A. de C. V. México 1993

Los gráficos de control de Shewart son básicamente de dos tipos; gráficos de control por variables y gráficos de control por atributos. Para cada uno de los gráficos de control, existen dos situaciones diferentes:

- Cuando no existen valores especificados
- Cuando existen valores especificados.

Se denominan "por variables" cuando las medidas pueden adoptar un intervalo continuo de valores; por ejemplo, la longitud, el peso, la concentración, etc. Se denomina "por atributos" cuando las medidas adoptadas no son continuas; ejemplo, tres tornillos defectuosos cada cien, 3 paradas en un mes en la fábrica, seis personas cada 300.

Antes de utilizar las gráficas de control por variables, debe tenerse en consideración lo siguiente:

- El proceso debe ser estable
- Los datos del proceso deben obedecer a una distribución normal
- El número de datos a considerar debe ser de aproximadamente 20 a 25 subgrupos con un tamaño de muestras de 4 a 5, para que las muestras consideradas sean representativas de la población.
- Los datos deben ser clasificados teniendo en cuenta que, la dispersión debe ser mínima dentro de cada subgrupo y máxima entre subgrupos se deben disponer de tablas estadísticas.

Gráficas de Control X y R, por variables (sin pares especificados)

En la tabla 2.6 se muestran los pesos de los sobres de un determinado alimento. Cada media hora se realizan 4 mediciones por muestra, sumando un total de 20 muestras. Los límites de tolerancia son 0.5360 límite superior de tolerancia (LST) y 0.4580 límite inferior de tolerancia (LIT). Con esto se pretende evaluar el comportamiento del proceso y hacer un control del mismo respecto a su localización y dispersión, con el objeto que el proceso cumpla con las especificaciones preestablecidas.

SUBGRUPO Nº	PESO (g)				PROMEDIO X	INTERVALO R
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄		
1	0.5053	0.4821	0.5103	0.5090	0.5017	0,0269
2	0.5102	0.5028	0.4998	0.5069	0.5039	0,0144
3	0.5221	0.5142	0.5116	0.5121	0.5150	0,0105
4	0.5074	0.5023	0.4892	0.4954	0.4986	0,0182
5	0.4816	0.5112	0.5223	0.5041	0.5048	0,0407
6	0.4862	0.5028	0.5122	0.4972	0.4996	0,0260
7	0.5111	0.5122	0.5332	0.4951	0.5129	0,0381
8	0.5328	0.5021	0.5125	0.5100	0.5144	0,0307
9	0.4912	0.5145	0.5069	0.4910	0.5009	0,0235
10	0.4652	0.4856	0.4895	0.4555	0.4740	0,0340
11	0.5160	0.4847	0.5095	0.5124	0.5056	0,0313
12	0.5010	0.4795	0.5023	0.5136	0.4991	0,0341
13	0.4864	0.5015	0.5046	0.5045	0.4992	0,0182
14	0.5023	0.5125	0.5012	0.5111	0.5068	0,0113
15	0.5005	0.5055	0.5091	0.5044	0.5049	0,0086
16	0.4952	0.4978	0.4975	0.5124	0.5007	0,0172
17	0.5046	0.4860	0.4965	0.4851	0.4930	0,0195
18	0.5029	0.4850	0.4998	0.4650	0.4882	0,0379
19	0.4721	0.4585	0.4686	0.4925	0.4729	0,0340
20	0.4652	0.4596	0.4681	0.4852	0.4695	0,0256

Tabla 2.6 Pesos de los sobres de un determinado alimento.

Fuente: TQM Manager, 2001. Gráficos de Control de Shewart

Dirección: www.tqm-manager.com.ar/herramientas/controlestadistico.pdf

Primero se calculan las medias, tanto de la media de cada muestra (\bar{X}) como la de su amplitud o recorrido (R) Para ello se utilizan las siguientes fórmulas:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^k \bar{X}_i}{k} \quad \bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^k R_i}{k}$$

Donde $\bar{X} = 0.4970$ y $\bar{R} = 0.0224$

Para construir los Gráficos de Control por variables, se tiene que tener en cuenta que al determinar si un proceso está bajo "control estadístico", siempre se debe analizar primero la gráfica R . Como los límites de control en la gráfica \bar{X} dependen de la amplitud promedio, podrían haber causas especiales en la gráfica R que produzcan comportamientos anómalos en la gráfica \bar{X} , aún cuando el centrado del proceso esté bajo control.

Para el gráfico R , se tiene que:

$$\text{Límite Central (LC)} = \bar{R} = 0.0224$$

Límite Superior de Control (LSC).

$$\text{LSC} = D_4 \times \bar{R}$$

Donde: LSC = 0.0511, el valor de D se consigue en una tabla estadística (para este caso es 2.282 con un tamaño de grupo $n = 4$).

Límite Inferior de Control (LIC).

$$\text{LIC} = D_3 \times \bar{R}$$

Donde: LIC = 0, porque para todo proceso en que se considera una $n < 7$, el LIC no se indica en la gráfica 2.12 gráfico R



Gráfica 2.12 Gráfico de control R
Fuente: TQM Manager, 2001. Gráficos de Control de Shewart
Dirección: www.tqm-manager.com.ar/herramientas/controlestadistico.pdf

Como se puede apreciar, el gráfico R no presenta variaciones fuera del límite superior, por lo tanto la dispersión de los datos es aceptable para calcular el gráfico \bar{X} .

Para el gráfico \bar{X} , se tiene que:

$$\text{Límite Central (LC)} = \bar{X} = 0.4970;$$

Límite Superior de Control (LSC).

$$\text{LSC} = \bar{X} + A_2 \bar{R}$$

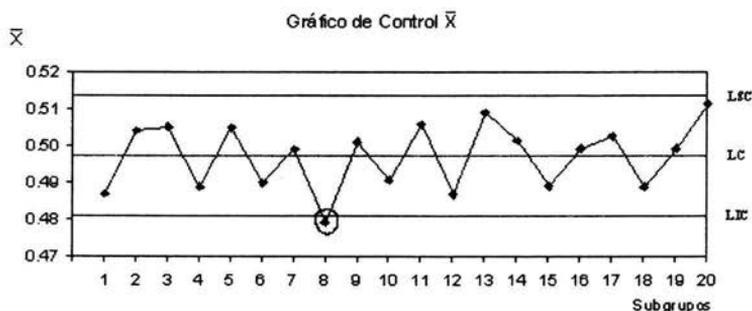
Donde: LSC = 0.5133, el valor de A_2 se consigue en una tabla estadística (para este caso el valor es 0.729 con un tamaño $n = 4$).

Límite Inferior de Control (LIC).

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

Donde $LIC = 0.4807$

El gráfico (\bar{X}) es la gráfica 2.13



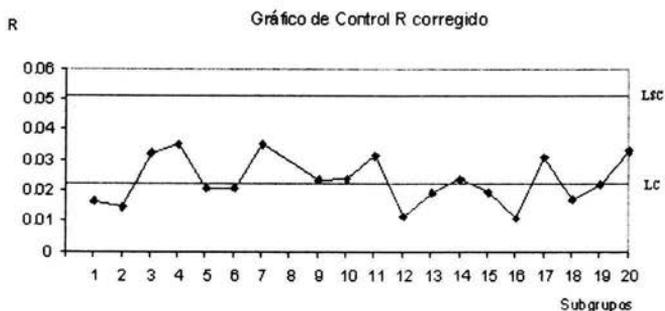
Gráfica 2.13 Gráfico de control X

Fuente: TQM Manager, 2001. [Gráficos de Control de Shewart](#)
Dirección: www.tqm-manager.com.ar/herramientas/controlestadistico.pdf

Como se puede apreciar un punto queda fuera del rango calculado, por lo tanto el proceso se encuentra fuera de control estadístico. En este caso, habría que investigar y eliminar la causa asignable, que podría haberse debido al uso de algún material defectuoso o una mala lectura del instrumento. Este dato debe eliminarse de la gráfica y recalcularse todo de nuevo pero sin considerar el subgrupo 8.

Después de la corrección, los resultados son:

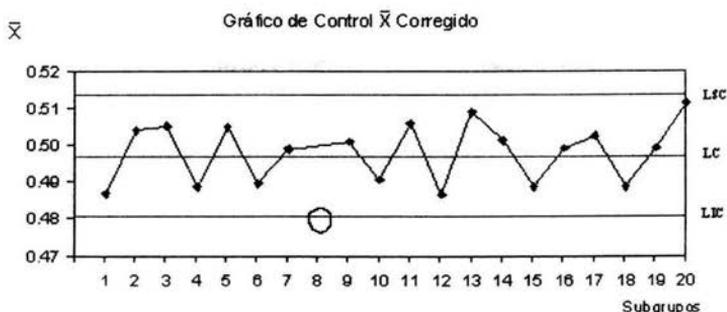
Gráfico R corregido, gráfica 2.14: $\bar{R} = LC = 0.0231$; $LSC = 0.0527$; $LIC = 0$



Gráfica 2.14 Gráfico de control R corregido

Fuente: TQM Manager, 2001. [Gráficos de Control de Shewart](#)
Dirección: www.tqm-manager.com.ar/herramientas/controlestadistico.pdf

Gráfico \bar{X} corregido, gráfica 2.15: $\bar{X} = LC = 0.4979$; LSC = 0.5147; LIC = 0.4811



Gráfica 2.15 Gráfico de control X corregido
Fuente: TQM Manager, 2001. [Gráficos de Control de Shewart](#)
Dirección: www.tqm-manager.com.ar/herramientas/controlestadistico.pdf

Como se puede apreciar en ambos gráficos, ahora el proceso se encuentra bajo "control estadístico".

Cálculo de la Capacidad del Proceso.

La capacidad del proceso sólo puede ser evaluada en el caso de que el proceso se encuentre bajo control estadístico y se puede definir como aquellos límites dentro de los cuales la única fuente de variación son las causas comunes o aleatorias del sistema. Por lo tanto, es un estado ideal para el buen funcionamiento de todo el sistema lograr que todos sus procesos sean estables, $ICP = Cp =$ índice de capacidad del proceso

$$ICP = \frac{\text{tolerancia especificada}}{\text{dispersión del proceso}} = \frac{LST - LIT}{6 \hat{\sigma}}$$

Donde LST es el límite superior de tolerancia y LIT el límite inferior de tolerancia. $\hat{\sigma}$ es la desviación estándar estimada, y es igual a:

$$\hat{\sigma} = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

El valor de la constante d_2 se obtiene a partir de tablas estadísticas. En este caso:

$$d_2 = 2.059 \text{ para } n = 4.$$

$$\hat{\sigma} = 0.0112$$

$$Cp = 1.159$$

Según el convenio, un proceso: Es capaz si $Cp \geq 1$; No es capaz si $Cp < 1$; por lo tanto, el proceso es capaz

Lo que se debe conseguir para lograr una mejora sustancial es que el Cp sea mayor que 1.33. Algunos autores señalan incluso que un $Cp > 1.5$ es más confiable para dar "seguridad" acerca de la estabilidad del proceso. Sin embargo, antes de cualquier mejora se debe primero calcular el centrado del proceso.

Centrado del proceso.

Es evidente que el valor de Cp no depende del promedio del proceso, ya que este promedio puede ser el resultado de un error sistemático en el sistema, es decir, que los datos obtenidos están más bajo o más alto de la media poblacional real o del valor que se ha fijado como centro.

Para determinar si el proceso está o no centrado existen diversas fórmulas para resolverlo, una de ellas, ajusta el valor de Cp con un factor $(1 - K)$, como sigue:

$Cp_k = Cp (1 - k)$, en la cual:

$$K = \frac{LST + LIT - 2 \bar{X}}{LST - LIT}$$

$$K = |0.5360 + 0.4580 - (2 * 0.4979)| / (0.5360 - 0.4580)$$

$$K = 0.100$$

$$Cp_k = Cp (1 - k)$$

$$Cp_k = 1.159 * (1 - 0.100)$$

$$Cp_k = 1.28$$

La fórmula para obtener K se entiende mejor si se rescribe de otra manera: $K = 2 | \text{promedio} - \text{objetivo} | / \text{tolerancia}$

Aquí se puede apreciar que si el promedio es igual al objetivo, que es lo ideal, el proceso queda totalmente centrado, ya que $k = 0$, y por tanto $Cp_k = Cp$. Ahora bien, al comparar $Cp_k = 1.3$ con el valor de $Cp = 1.2$ se encuentra que el proceso está bastante centrado, ya que Cp_k es aproximadamente igual a Cp . Un Cp de 1.2 demuestra que el proceso es capaz, por lo que es aceptable para muchos clientes⁶³. Hay empresas que son más exigentes y colocan como requisito a sus proveedores un $Cp \geq 2$ en los contratos de compra.

^[63] TQM Manager, 2001. Gráficos de Control de Shewart
Dirección: www.tqm-manager.com.ar/herramientas/controlestadistico.pdf



CAPITULO 3



HERRAMIENTAS DE LA CALIDAD

La gestión de la calidad, por su parte, ha evolucionado estableciendo generaciones que se traslapan debido a que el nivel de madurez de las empresas y el proceso de asimilación de la cultura empresarial en las organizaciones y países camina a diferentes ritmos. Así, se encuentra en la actualidad organizaciones que basan sus estrategias de calidad en generaciones desde la inspección por muestreo y el control de calidad en línea, pasando por el aseguramiento de la calidad, la calidad total y el Kaizen, hasta la reingeniería⁶⁴ y la Total Quality Management (TQM).

Efectivamente, el Kaizen o mejoramiento continuo puesto en marcha es una generación de la gestión de la calidad en sí misma, sin embargo, en la actualidad, además, se encuentra asimilada como tecnología de vanguardia en la TQM. En este contexto, se presenta al Kaizen como producto de la síntesis realizada por Masaaki Imai, acerca del trabajo realizado por Kaoru Ishikawa, uno de los iniciadores del Control Total de la Calidad del Japón, y de Taiichi Ohno que inició los sistemas "Justo a Tiempo" y "Kanban", los cuales sustentaron sus prácticas en las propuestas de uno de los grandes artífices del milagro japonés, W. Edwards Deming.

Así mismo, en el marco de un Control de Calidad Total (CCT) Kaizenizada, enriquecida por una ingeniería de calidad madura y retroalimentada con una experiencia de varias décadas, se centra la atención en las 5S+1, una de las estrategias de vitalización por excelencia del Kaizen, que, implícita muchas veces y explícita en otras ocasiones, se ha constituido en una revolución para involucrar, el compromiso y la proactividad del elemento humano, aportando un conjunto de mecanismos básicos, de impulso del subsistema social a nivel del grupo y del individuo, en los sistemas sociotécnicos, de tal manera que está propiciando administración efectiva y eficiente, así como desarrollo humano para el grupo y para el individuo.

3.1. GENERACIÓN DE LA CALIDAD DEL KAIZEN Y SU ASIMILACIÓN EN TQM.

El Kaizen, una crítica a la administración occidental.

Imai, presenta el planteamiento del Kaizen a la administración occidental en diversos tópicos y seminarios desde inicios de los 80's del siglo XX hasta su obra, Kaizen: La Clave de la Ventaja Competitiva Japonesa. El concepto de administración de la calidad, surge y se consolida en la generación del Kaizen.

Mientras en occidente se desarrolla un estilo orientado a resultados, "enfaticando los controles, desempeño, resultados, recompensas (por lo general financieras) o la negación de recompensas e incluso castigos", todos ellos llamados criterios R "cuantificables con facilidad y a corto plazo", en Japón se consolida un estilo de administración orientado a procesos que implica un enfoque a las personas.

"En la administración orientada al proceso, el gerente debe apoyar y estimular los esfuerzos para mejorar la forma en que los empleados hacen su trabajo".

Este último enfoque supone una visión de largo plazo y, por lo general, requiere un cambio de comportamiento. Algunos criterios para ameritar las recompensas en este estilo son: disciplina, administración del tiempo, desarrollo de habilidad, participación, principios morales y comunicación. "En una estrategia de Kaizen estos criterios se denominan: Criterios P"⁶⁵ y se articulan para integrar el llamado humanware.

El Kaizen surge interactuando con los conceptos originales de W. Edwards Deming de donde rescata la aplicación de herramientas estadísticas en el proceso de producción⁶⁶ y de J. M. Juran, quien produce el concepto de control de calidad como una herramienta administrativa⁶⁷. El Kaizen, retomando a Kaoru Ishikawa, implica el control total de la calidad o control de calidad en toda la compañía, planteando que las actividades organizadas para el máximo rendimiento, involucra a todos los miembros de una compañía⁶⁸.

^[64] Mariscal, Sergio P. 2002. Gestión de la Calidad, Ingeniería de la Calidad y Tecnología estadística Aplicada a la Calidad. Evolución Histórica y Determinación del Estado del Arte. Instituto Tecnológico Superior de Cajeme. México; e Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. Cuba.

^[65] Imai, Masaaki. 1992. Kaizen: La Clave de la ventaja Competitiva Japonesa. Compañía Editorial Continental, México.

^[67] Deming, W. Edwards. 1982. Quality, Productivity and Competitive Position. Massachusetts Institute of Technology Center for Advanced Engineering Study, Cambridge, Mass, U.S.A.

^[66] Juran, J. M. 1994. Manual de Control de Calidad. McGraw Hill. España.

^[67] Ishikawa, Kaoru. 1980. Guide to Quality Control. Asian productivity Organization, Tokio. Nipub Nueva York, U.S.A.

^[68] IBIDEM

A pesar que el "Kaizen forma parte de la formación universal de calidad, la administración occidental ha sido lenta en aprovechar sus ventajas"⁶⁹. En este sentido, Kaizen se puede considerar como el hilo unificador que corre a través de la filosofía, de los sistemas y de las herramientas para la solución de problemas; desarrollados en Japón durante las últimas tres décadas del siglo XX, pero combinada con la reingeniería ha posibilitado mantenerse como una columna vertebral en los nuevos planteamientos de gestión que han trascendido al Japón y están permeando a la administración occidental a través de la llamada manufactura de clase mundial.

De aquí que el Kaizen permita la solución de problemas complejos, promoviendo y estableciendo una cultura empresarial actual que rompe con una concepción positivista para presentarse como parte de "un nuevo paradigma holístico y sintético"⁷⁰, esto está haciendo que el Kaizen incida preponderantemente, como uno de los secretos de la "ventaja competitiva de la administración japonesa"⁷¹. El Kaizen es una sombrilla que cubre las prácticas administrativas y de manufactura que han adquirido desde los 90's del siglo pasado, gran influencia en la productividad y competitividad empresarial en un gran número de empresas y países, como es el caso de México.

Lo hace, con el enfoque de diseño en todas sus expresiones, pero dándole mayor relevancia al enfoque de diseño de las aplicaciones futuras del proceso administrativo de la empresa.

Al hablar del Kaizen, en términos de Masaaki Imai, está sometiendo a crítica a la administración occidental, la cual rinde culto al enfoque de un gran salto adelante (enfoque de innovación).

En la concepción del Kaizen, el enfoque de innovación es dramático y sus resultados son espectaculares; en cambio, el mejoramiento puesto en marcha por todos ofrece resultados poco visibles en lo inmediato, pero de gran trascendencia en lo mediano y en el largo plazo. Por otra parte, el enfoque de innovación requiere tecnología altamente sofisticada y una enorme inversión.

El proceso de mejoramiento continuo del Kaizen establece un cambio permanente y paulatino que está basado en la concientización. Este proceso además, está de acuerdo con la innovación cuando ésta sea rentable y esté soportada en un proceso que le dé continuidad para mantenerla, ya que de otra manera declinaría. Las teorías científicas y los experimentos que son aplicados como tecnología, se elaboran como diseño, se materializan en la producción y finalmente se venden en el mercado.

Kaizen e innovación pueden ser aplicados a esta cadena. La ventaja es que su impacto más visible está relacionado en la producción y el mercado, en cambio el enfoque de la innovación está más cerca del desarrollo de la ciencia y de la tecnología, terreno con el cual un buen número de empresas hoy en día mantienen aún una gran brecha.

Desde fines de los 80's se ha intensificado un viraje de la producción Japonesa hacia las áreas de alta tecnología, en ese sentido la administración industrial y estratégica de ese país ha preferido procesos de innovación y de mejora orientados a la tecnología para generar productos innovadores orientados a Kaizen. En los sectores de baja tecnología, por su parte, se ha preferido procesos de mejora orientados a las personas para obtener productos orientados a Kaizen⁷².

Una fuerza adicional de la tecnología Japonesa configurada en este contexto, es la estrecha conexión entre desarrollo, diseño y la línea de producción, siendo de simple sentido común en Japón, pero no siempre en Estados Unidos de América, Europa, y menos aún en los países en vías de desarrollo o países con economías emergentes, como la mexicana.

Construir calidad en las personas es hacerlas conscientes buscando:

1. Proporcionar bienes y servicios que satisfagan las necesidades del cliente.
2. Dirigir la compañía para que obtenga el mayor valor agregado del mercado.
3. Ayudar a los empleados a desarrollar su potencial para alcanzar las metas de la compañía.

Las ventajas japonesas puestas en marcha por el Kaizen por sobre occidente con respecto al Control Total de Calidad (CTC), y que sirven de referencia para incorporar los elementos sustantivos a la formación de una nueva cultura empresarial de todos en el ámbito de México y Latinoamérica, son entre otras las siguientes:

^[69] Ackoff, Russell. 1993. Rediseñando el Futuro. México.

^[70] Schonberger, Richard J. 1992. Técnicas Japonesas de Fabricación. 4ª reimpresión. 1ª edición 1987. Editorial LIMUSA, S.A. de C.V. y Grupo Noriega Editores. México.

Estadística Aplicada a la Calidad. Evolución Histórica y Determinación del Estado del Arte. Instituto Tecnológico Superior de Cajeme. México; e Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. Cuba.

^[71] IBID

^[72] Lathrop, Allan. 1995. Aprendiendo del Milagro Japonés. Editorial Grijalbo, México

1. Fuerza de trabajo culturalmente más homogénea.
2. La existencia de personal preparado para aplicar las técnicas de calidad.
3. Los altos gerentes de las compañías dedicados al CTC.
4. Como el axioma Japonés: "Empieza con entrenamiento y termina con entrenamiento".
5. Una estructura nacional orientada a alcanzar la calidad y la competitividad.

El concepto CTC del Kaizen se sintetiza en las siguientes frases claves:

1. Hablar con datos
2. La calidad es lo primero, no las utilidades.
3. Administrar el proceso anterior (administrar contra la corriente).
4. El proceso que sigue es el cliente.
5. CTC orientado al cliente, no orientado al fabricante.
6. Principios y propósitos del CTC con entrenamiento.
7. Administración funcional transversal.

Hasta esta generación del mejoramiento continuo de la calidad puesto en marcha, es donde "la calidad empieza a pagarle la inversión a las empresas que han estado en la búsqueda del negocio por calidad"⁷³, y no sólo eso, además, "la calidad se vuelve negocio"⁷⁴.

Ahora, como "la calidad se mide"⁷⁵ y es posible con esta premisa mejorarla, entonces las especificaciones del cliente y las del producto empiezan a acercarse más.

La dirección general, empieza a delegar la responsabilidad de la calidad en cada uno de los miembros de la empresa y asume el papel de coordinador de los esfuerzos en calidad. El director general y los altos directivos empiezan a dar el ejemplo con mayor frecuencia y esto permite que "la cultura de la efectividad del CTC"⁷⁶ prenda en forma más amplia en las empresas que lo practican.

El enfoque estratégico de la planeación de la calidad y el alineamiento u horizontalización de gente, tareas y procesos hacia sus metas y cliente externo, mediante la administración Hoshin surge en esta generación de la calidad del Kaizen. La estructura de las empresas se mantiene piramidal, pero continúa reduciendo niveles, buscando mayor flexibilidad y transversalidad.

"El Kaizen implica filosofía, herramientas, técnicas, estrategias y un proceso de administración orientado a la mejora continua de cada una de las áreas de la empresa"⁷⁷, basando su impacto en la consolidación del humanware.

Si el Kaizen se mezcla adecuadamente con la innovación puede traer beneficios inusitados, pero más aún, la clave del proceso es una fase de transición entre el mantenimiento de estándares hacia una etapa de innovación de estándares que engrandece la competitividad de las empresas debido a que amplía el número de involucrados en la búsqueda del mejoramiento de éstos.

Lo anterior, permite precisar el porqué las herramientas y técnicas del Kaizen no son de mayor complicación en primer instancia, pero que en los niveles de la administración media y superior, combinando su plataforma filosófica, metodológica e instrumental con el enfoque de investigación y el de la propia ingeniería de calidad, pueden aportar significativamente a la calidad, productividad y por lo tanto, a la "competitividad de las empresas, y organizaciones"⁷⁸.

La práctica del kaizen para la administración de la calidad total.

El Kaizen orientado a la administración es una parte vital ya que concentra los puntos lógicos y estratégicos más importantes, además de dar el impulso para mantener el progreso y la moral. El tipo de proyectos que estudia, requiere una gran habilidad en la resolución de problemas, así como conocimientos profesionales y de ingeniería.

El Kaizen orientado a la administración implica atención en las instalaciones y en el sistema. El Kaizen en las instalaciones significa disminuir al máximo los niveles de inventario y cambiar la disposición de la planta para aumentar la eficiencia, en una prioridad máxima y ocupa los mayores esfuerzos de la práctica.

⁷³ Valdés, Luigi. 1995. *Conocimiento es Futuro*. Editorial CECSA. México.

⁷⁴ Zarate referido por Valdés, Luigi. 1995. *Conocimiento es Futuro*. Editorial CECSA. México.

⁷⁵ CROSBY, Philip B. 1987. *La Calidad no Cuesta*. McGraw Hill Book Company. CECSA México.

⁷⁶ Ishikawa, Kaoru. 1980. *Guide to Quality Control*. Asian productivity organization, Tokio. Unipub Nueva York, USA

⁷⁷ Imai, Masaaki. 1992. *Kaizen: La Clave de la ventaja Competitiva Japonesa*. Compañía Editorial Continental, México.

⁷⁸ Orozco, F. A y Jiménez, F. 1998. *El Paradigma de la Competitividad*. Editorial Norma. México.

El Kaizen en los sistemas, implica que la alta dirección puede emplear conceptos como la administración funcional transversal para encontrar el mejoramiento de la planeación, el control, la toma de decisiones, la organización y los sistemas de información de toda la empresa. Si se emplea como método permanente al Kaizen orientado al grupo, éste se representa por los círculos de calidad y los grupos pequeños, quienes hacen uso de herramientas estadísticas para la resolución de problemas.

La importancia de la formación de grupos no se encuentra sólo en la resolución de problemas, sino en el aumento de la moral y en el sentido de involucramiento por parte de los empleados. Para impulsar las actividades de estos grupos, es necesario que la administración comprenda su importancia, que vea la forma de apoyarlos al máximo.

Algunas de las ventajas que se obtienen de la formación de estos grupos son:

1. Fortalecimiento del sentido del trabajo en equipo.
2. Compartir y coordinar mejor las funciones repetitivas.
3. Mejorar los niveles de comunicación en todos los sentidos.
4. Elevar la moral.
5. Adquirir mayores habilidades y conocimientos.
6. Desarrollar actitudes más cooperativas.
7. Se mejoran las relaciones de Administración-Trabajador.

En lo que respecta al Kaizen orientado al individuo, el trabajador debe primero que nada adoptar una actitud positiva hacia el cambio y el mejoramiento de la forma en que se trabaja. La máxima de esta orientación del Kaizen no son los beneficios económicos, sino la elevación de la moral, el sentido de integración y de responsabilidad por parte de los empleados.

El sistema de sugerencias es una parte integral del Kaizen orientado al individuo, y para implantarlo la alta administración debe diseñar un plan muy bien trazado para hacerlo dinámico.

El sistema de sugerencias tiene tres etapas:

1. La administración se enfoca a motivar a los trabajadores para que estos hagan todo tipo de sugerencias sin que importe la calidad de las mismas.
2. La administración proporciona educación a los empleados para que estos puedan hacer mejores sugerencias.
3. Ya que los trabajadores se encuentran interesados y motivados, puede entonces la administración preocuparse por el impacto económico de las sugerencias y en esa medida establecer un sistema de estímulos y reconocimientos.

“El trabajo en equipo se convierte en un estándar de actuación, el personal comienza a mejorar sus propias actividades y a cuantificar estas mejoras”⁷⁹, debido a que se desarrollan multihabilidades: baja la deserción, disminuyen de faltas y retardos; debido a que el personal se siente con mayor compromiso en su responsabilidad con la empresa y con el país.

La disminución de niveles, la transversalidad y el involucramiento de todo el personal en los asuntos de la empresa, produce la mente y corazón de obra; en oposición al antiguo concepto de mano de obra. Este recurso humano multihábil, flexible y participativo, piensa globalmente, pero actúa localmente y se constituye en sí mismo como unidad estratégica de negocios.

Por otro lado, para mejorar la competitividad, “se hace eficiente la optimización mediante justo a tiempo (JAT) y Manufactura de Clase Mundial (MCM)”⁸⁰, y con estas técnicas, la eliminación de todas las operaciones y etapas que no le agregan valor al cliente y a la sociedad, destacando las siguientes:

1. Se iguala la oferta y la demanda. Se produce sólo lo que solicite el cliente y como lo solicite. Se reduce el tiempo de entrega.
2. Se disminuye al mínimo posible el desperdicio, entendido éste como toda actividad que no agregue valor al producto o servicio generado o todo recurso que no sea el indispensable para alcanzar el objetivo.
3. La producción se realiza de manera continua, no por lotes. Los inventarios se decrecientan.
4. Mejorar continuamente. De nada sirve tener controlada una situación, si ésta no se mejora ya que estaría en estado de estancamiento.
5. Primero es la persona. Son el activo más importante de la empresa.
6. La sobreprotección causa ineficiencia. Eliminar los sistemas “Just in case (JIC)” o sistemas de seguridad.
7. Pensamiento global de largo plazo.

⁷⁹ Valdés, Luigi. 1995. *Conocimiento es Futuro*. Editorial CECSA. México

⁸⁰ Manscal, Sergio P. 1992. *Manufactura de Clase Mundial*. Revista de la Sociedad Académica del Instituto Tecnológico de Sonora.

La eliminación del desperdicio es el hilo conductor del Kaizen en los procesos. Estos se clasifican⁸¹ de la siguiente manera:

1. Desperdicio de sobreproducción. Producir más allá de lo que el cliente solicitó.
2. Desperdicio de espera. Es el tiempo en que los elementos del sistema están inactivos por falta de sincronía en el flujo o por cargas de trabajo no balanceadas.
3. Desperdicio de transporte. Tiempo desperdiciado por manejo innecesario.
4. Desperdicio de proceso. Actividades que no agregan valor.
5. Desperdicio de inventarios. Todos los recursos en inventario en espera de ser utilizados, tanto en la entrada, en el proceso o en la salida del sistema productivo.
6. Desperdicio de movimiento. Son todos los movimientos innecesarios en el proceso productivo.
7. Desperdicio de productos defectuosos.

En la generación del Kaizen, la calidad pasa de ser una estrategia de negocios a una concepción de rediseño de la estructura básica de la empresa.

La administración para la competitividad en la actualidad es una variable dependiente de una función de la Total Quality Management (TQM) que está definida por el Kaizen.

Kaizen ha establecido que la "administración de arriba hacia abajo" no funciona, si las personas del extremo, quienes reciben las órdenes, no están sintonizadas con la administración y su proceso administrativo. Además, es imposible obtener todos los beneficios de la administración de "abajo hacia arriba", a menos que las personas de "arriba" estén comprometidas con hacerla funcionar.

El movimiento de las 5S+1: involucramiento, compromiso y proactividad

En este concepto cinérgico o cooperativo, las empresas japonesas (donde el Kaizen culturalmente se ha asimilado) y un importante número de empresas mexicanas y latinoamericanas, están orientando esfuerzos sumamente importantes para promover la participación de todos en las actividades de calidad que propicien integración cooperativa de los equipos. Lo anterior, sin embargo, no es tarea fácil. Por ello, se requiere activar uno de los movimientos intrínsecos al Kaizen en las empresas y a su vez en los países que lo han adoptado, el movimiento de las 5S+1.

El movimiento de las 5S+1 permite alcanzar un espíritu de colaboración, transitando con esta estrategia de vitalización, de una actitud actual de resistencia, inercia, evasión de responsabilidades, "trabajo realizado con el mínimo esfuerzo" y además no colaborativo a manera de "piedra de tropiezo"; para pasar mediante la involucramiento y el compromiso a la búsqueda conjunta del éxito empresarial, social y nacional con una actitud proactiva, en este complejo contexto global de alta competitividad.

En la introducción del housekeeping, con frecuencia las empresas occidentales prefieren utilizar equivalentes en inglés de las 5 S japonesas, como en una "Campaña de las 5 S" o una "Campaña de las 5 C".

Campaña de las 5 S

1. Sort (Separar): Separar todo lo innecesario y eliminarlo.
2. Straighten (Ordenar): Poner en orden los elementos esenciales, de manera que se tenga fácil acceso a estos.
3. Scrub (Limpiar): Limpiar todo, herramientas y lugares de trabajo, removiendo manchas, mugre, desperdicios y erradicando fuentes de suciedad.
4. Systematize (Sistematizar): Llevar a cabo una rutina de limpieza y verificación.
5. Standardize (Estandarizar): Estandarizar los cuatro pasos anteriores para construir un proceso sin fin y que pueda mejorarse.

Campaña de las 5 C

1. Clear out (Limpiar): Determinar qué es necesario e innecesario y deshacerse de esto último.
2. Configure (Configurar): Suministrar un lugar conveniente, seguro y ordenado a cada cosa y mantenerla en el lugar asignado.
3. Clean and check (Limpiar y verificar): Monitorear y restaurar la condición de las áreas de trabajo durante la limpieza.
4. Conform (Ajustar): Fijar el estándar, entrenar y mantener.

^[81] Hay, Edward J. 1989. Justo a Tiempo. Editorial Norma, S.A. de C.V.

5. Custom and practice (Costumbre y práctica): Desarrollar el hábito de mantenimiento de rutinas y esforzarse por un nuevo mejoramiento.

En la actualidad la Campaña de las 5 S, ha sido sustituida por la campaña de las 5S+1, agregando un concepto más Shikari: (Calidad personal). La tabla 3.1 muestra las 5S+1, principio y concepto.

Movimiento de las 5S+1 del Kaizen	
S	Principio y concepto
Seiri: (Seleccionar)	Administración estratificada y como lidiar con las causas
Seiton: (Organizar, ordenar)	Almacenamiento funcional y la eliminación de la necesidad de buscar las cosas.
Seiso: (Limpiar)	La limpieza como forma de inspección y grados de limpieza.
Seiketsu: (Estandarizar)	Administración visible y estandarización de las 5S+1
Shitsuke: (Seguir los estándares)	Realizar cualquier actividad mediante normas previamente establecidas.
Shikari: (Calidad personal)	Formación de hábitos y un área de trabajo disciplinada.

Tabla 3.1. Movimiento de las 5S+1 del Kaizen, presentación principio y concepto

Fuente: Masaaki Imai, 1998. Como implementar el Kaizen en el sitio de Trabajo (Gemba) 1ª edición. Editorial McGraw-Hill Interamericana de España, USA Traducción Gloria Rosas Lopetegüi

La Campaña de las 5S+1.

Seiri (Sort - seleccionar).

El primer paso del housekeeping, seiri, incluye la clasificación de los ítems del gemba en dos categorías: lo necesario y lo innecesario, y eliminar o erradicar del gemba esto último. Debe establecerse un tope sobre el número de ítems necesarios. En gemba puede encontrarse toda clase de objetos. Una mirada minuciosa revela que en el trabajo diario sólo se necesita un número pequeño de estos; muchos otros objetos no se utilizarán nunca o solo se hará en un futuro distante. Gemba está lleno de máquinas sin uso, cribas, troqueles y herramientas, productos defectuosos, trabajo en proceso, materias primas, suministros y partes, anaqueles, contenedores, escritorios, bancos de trabajo, archivos de documentos, estantes, tarimas y otros ítems.

Seiton (Straighten - organizar, ordenar)

Una vez que se ha llevado a cabo el seiri, todos los ítems innecesarios se han retirado del gemba, dejando solamente el número mínimo necesario. Pero estos ítems que se necesitan, tales como herramientas, pueden ser elementos que no tengan uso si se almacenan demasiado lejos de la estación de trabajo o en un lugar donde no pueden encontrarse. Esto nos lleva a la siguiente etapa de las 5S+1, Seiton.

Seiton significa clasificar los ítems por uso y disponerlos como corresponde para minimizar el tiempo de búsqueda y el esfuerzo. Para hacer esto, cada ítem debe tener una ubicación, un nombre y un volumen designados. Debe especificarse no sólo la ubicación, sino también el número máximo de ítems que se permite en el gemba. De esta forma, seiton garantiza el flujo de un número mínimo de ítems en el gemba de estación a estación.

Seiso (Scrub - limpiar).

Seiso significa limpiar el entorno de trabajo, incluidas las máquinas y herramientas, lo mismo que pisos, paredes y otras áreas del lugar de trabajo. También hay un axioma que dice: Seiso significa verificar. Un operador que limpia una máquina puede descubrir muchos defectos de funcionamiento. Cuando la máquina esta cubierta de aceite, hollín y polvo, es difícil identificar cualquier problema que se pueda estar formando. Sin embargo, mientras se limpia la máquina se puede detectar con facilidad una fuga de aceite, una grieta formada en la cubierta, o tuercas y tornillos flojos.

Seiketsu (Systematize - estandarizar).

Seiketsu significa mantener la limpieza de la persona por medio de uso de ropa de trabajo adecuada, lentes, guantes y zapatos de seguridad, así como mantener un entorno de trabajo saludable y limpio. Otra interpretación de seiketsu es estar trabajando en seiri, seiton y seiso en forma continua y todos los días.

Shitsuke (Standardice – seguir los estándares)

Shitsuke significa seguir los estándares, es decir, realizar cualquier actividad bajo normas previamente establecidas, con el objeto de obtener homogeneidad en el proceso.

Shikari (Calidad personal)

Shikari significa calidad personal. Las personas que continuamente practican seiri, seiton, seiso, seiketsu, y shikari; son personas que han adquirido el hábito de hacer de estas actividades parte de su trabajo diario, es decir, adquieren autodisciplina.

Las 5S+1 pueden considerarse como una filosofía, una forma de vida en el trabajo diario. La esencia de las 5S+1 es seguir lo que se ha acordado. Se comienza por descartar lo que no se necesita en el gemba (Seiri) y luego se disponen todos los ítems innecesarios en el gemba en una forma ordenada (Seiton). Posteriormente, debe conservarse un ambiente limpio, de manera que puedan identificarse con facilidad las anomalías (Seiso), y los tres pasos anteriores deben mantenerse sobre una base continua (Shitsuke).

Seiso, en particular, incrementa la confiabilidad de las máquinas, dejando de ésta forma más tiempo libre a los ingenieros de mantenimiento para trabajar en máquinas que sean propensas a averías repentinas. Como resultado, los ingenieros pueden concentrarse en aspectos primarios que mayor importancia, como el mantenimiento preventivo, el mantenimiento predictivo y la creación de equipos libre de mantenimiento, en colaboración con los departamentos de diseño. Una vez comprendidos estos beneficios y asegurándose de que los empleados también los han entendido, la gerencia puede seguir adelante con el proyecto Kaizen⁸².

Las 5S+1 como causa y resultado: las cosas fáciles son difíciles.

En un importante número de empresas mexicanas y latinoamericanas, particularmente las pequeñas y medianas empresas (PYMES), se exhorta a trabajar con organización, orden y limpieza, sin embargo no existe un programa estructurado para alcanzar el cumplimiento.

Estos tres aspectos que son propiamente las primeras 3S, parecen muy fáciles de hacer, entonces ¿Por qué son tan difíciles? La respuesta es, son tan difíciles porque se ven muy fáciles, de manera que pareciera que “se hacen solas” y entonces nadie trabaja estructuradamente en ellas, incluyendo a la alta dirección, que no articula las actividades y de ninguna manera, las integra en un programa sistemático y coherentemente diseñado. Son difíciles porque “la gente no comprende de qué se tratan realmente las 5S+1”⁸³.

Aunque la mayor parte de los procesos de trabajo se hacen siguiendo Procedimientos Estándares de Operación (PEO), difícilmente una persona ajena al sistema, estará en condiciones de aprobar el trabajo si confirma que se cumplieron los procedimientos mencionados, la única forma de decirlo es midiendo el proyecto terminado y evaluar si el producto o servicio cumple con las especificaciones. Si se recurre al concepto tradicional, cuando las características del producto están dentro de los límites de especificación se dice que si cumple, pero si los procedimientos de inspección y los equipos de medición no estuvieran funcionando esta afirmación puede ser falsa.

En forma muy real, se puede decir que no sólo la falta de aseguramiento de que la medición y de que otros equipos de inspección se mantengan en óptimas condiciones hace imposible decir si el trabajo fue hecho correctamente; el hecho de que una empresa u organización sea incapaz de mantener su equipo de medición e inspección en buenas condiciones sugiere que también es incapaz de mantener el resto de su equipo y procedimientos de operación en esas mismas condiciones, y por tanto es incapaz de hacer el trabajo en general correctamente. Los procedimientos de operación más difíciles tienen que empezar por las 5S+1, aún cuando estas aparezcan como detalles insignificantes, como cosas fáciles, es necesario que todos contribuyan para realizarlas.

El planteamiento aquí tiene que ver con algo más profundo, el impacto del cambio de un paradigma “sustentado en el pensamiento sintético y un enfoque de sistemas”⁸⁴. Si para poner en marcha cualquier técnica se requieren cambios en los sistemas de la organización y en el comportamiento de los individuos respecto de la propia organización, aún más tratándose de una técnica del Kaizen que exige “búsqueda proactiva contra reactividad a problemas; método científico contra prueba y error; aprendizaje y apertura contra castigo, miedo y encubrimiento; una gerencia responsable contra la evasión de responsabilidad de una dirección incuestionable; retar el “status quo” contra mantenerlo”⁸⁵.

[82] Masaaki Imai, 1998. *Como implementar el Kaizen en el sitio de Trabajo (Gemba)* 1ª edición. Editorial McGraw-Hill Interamericana de España. USA. Traducción Gloria Rosas Lopetegui.

[83] Hay, Edward J. 1989. *Justo a Tiempo*. Editorial Norma, S.A. de C.V.

[84] Santiago Rojas, Eduardo, 1993. *Diplomado en Manufactura de Clase Mundial*. Instituto Tecnológico de Sonora. México.

[85] Gishch, Van. 1989. *Teoría General de Sistemas Aplicada*. Editorial Trillas. México.

“Aceptar un cambio es reconocer que las cosas pasadas no funcionaban bien, es decir se cometieron errores en el diseño, la planeación o la ejecución”⁸⁶ sin embargo en un sentido estricto, el contexto cambia y por ello los métodos, estrategias y técnicas alternativas que habrán de generarse deben adoptarse para responder al nuevo contexto.

El liderazgo moderno debe estar dispuesto a aceptar errores en términos de limitaciones o restricciones que habrán de ser superadas para afrontar con éxito los retos del cambio actuando en consecuencia, “comprometiendo al mayor número de personas en el proceso de cambio. Aquí surge la habilidad del verdadero líder, quién cuenta con la capacidad y destreza para hacer participar desde el inicio a aquéllos que directamente se verán afectados por la aparición de dichos cambios”⁸⁷. Al respecto Maquiavelo en el siglo XV reconocía que “no hay nada más difícil, arriesgado, y peligroso en este mundo que hacer un cambio radical que opere”⁸⁸.

Mientras que este liderazgo moderno no aparece en la empresa, se van descuidando aspectos básicos y éstos a su vez redundan en ambientes de trabajo disfuncionales: las personas se ven agotadas, con un ausentismo alto, los trabajadores no hacen sugerencias para mejorar los procedimientos de trabajo, las actividades de los grupos pequeños están estancadas, la línea está ocupada en defectos y retrabajos, el equipo está sucio, las herramientas están regadas y hay montañas confusas de partes y rechazos. Lo anterior es reflejo de que las 5S+1 no funcionan. Por ello éstas se convierten en un primer indicador de que la organización se está rezagando en el Kaizen o requiere la cultura de las 5S+1.

Cuando se implementan las 5S+1, las cosas en la organización funcionan bien, de lo contrario se está en problemas, pero esto no significa que las cosas no funcionan si las 5S+1 no se observan, significa que los propósitos de la organización no se están cumpliendo, que éstos y otros problemas están produciendo altos niveles de entropía enrareciendo las relaciones interpersonales, como resultado las 5S+1 están siendo negadas. En este sentido, las 5S+1 son a la vez causa y resultado.

Las 5S+1 promotoras del comportamiento responsable.

Las acciones hablan más que las palabras o la práctica como criterio de la verdad, es un principio de las 5S+1. La forma más efectiva de hacer que las cosas se hagan es no detallar como deberían hacerse, sino realizar los cambios en todo ámbito, incluyendo el lugar de trabajo. En la actualidad con la globalización y competitividad, es crucial que las empresas inicien proyectos de 5S+1. La teoría detrás de ellas no es difícil, pero la teoría no significa que esté acompañada de la práctica.

Encontrar los problemas y corregirlos, dicho en términos de un proverbio de Confucio “escucho entonces olvido, veo entonces recuerdo, hago entonces comprendo”. La limpieza es la base para la educación. El aprendiz que desea hacer alguna artesanía, empieza por ella; así el científico, primero limpia el laboratorio. De aquí que la limpieza sea un vitalizador. La dinámica de trabajo que plantea el contexto actual económico productivo y la búsqueda del mejoramiento de la calidad de vida, ha llevado cada día a que los lugares de trabajo adquieran papeles que hasta hace poco en los países, solamente asumía la familia y la escuela. Hoy con más intensidad las personas aprenden y/o refuerzan la base del comportamiento social (figura 3.1) en el centro de trabajo con entrenamiento ahí mismo.



Figura. 3.1 La Limpieza Medio Vitalizador.

Fuente: Lathrop, Allan. 1995. *Aprendiendo del Milagro Japonés*. Editorial Grijalbo, México.

^[86] González González, Aleida. 1997. *El Impacto Social de la Calidad Total en la Organización*. Trabajo para el examen de mínimo de Ciencias Sociales en el Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cuba.

^[87] Lathrop, Allan. 1995. *Aprendiendo del Milagro Japonés*. Editorial Grijalbo, México.

^[88] Maquiavelo siglo XV citado por Lathrop, Allan. 1995. *Aprendiendo del Milagro Japonés*. Editorial Grijalbo.

Entre más cuidadoso y atento sea alguien al inspeccionar su maquinaria en la fábrica (figura 3.2), es más probable que se dé cuenta de las pequeñas fallas cotidianas, y atienda con mayor cuidado el equipo y lo use adecuadamente. Este habrá de ser el momento en que la persona se encuentre en su mejor forma, cuando ve las situaciones claramente, cuando está consciente y preocupada por sus compañeros de trabajo y trata de hacer mejor sus tareas laborales.

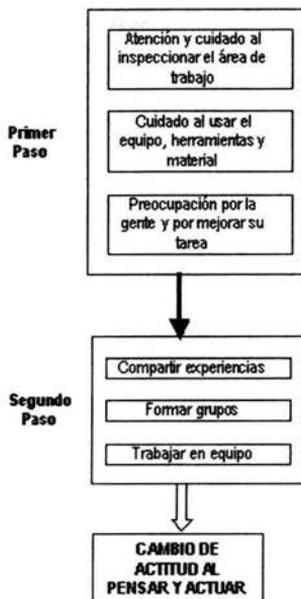


Figura. 3.2 Proceso para el cambio proactivo de pensamiento y de comportamiento
Fuente: Lathrop, Allan. 1995. *Aprendiendo del Milagro Japonés*. Editorial Grijalbo, México.

La organización, fábrica o el centro de trabajo, no es sólo un lugar donde se hacen las cosas, sino también, donde la gente mejora en los ámbitos: individual, familiar, laboral y social.

La administración, entendida ésta como los mandos medios y la alta dirección, tiene la responsabilidad del producto terminado; pero el trabajador, también un administrador, tiene una responsabilidad diferente. El trabajador de línea no es responsable del resultado, pero sí del proceso y es precisamente éste el que lleva a los resultados.

Lo que se requiere es que las personas trabajen en equipo y se ayuden unas a otras, desarrollen su trabajo con iniciativa y que cada uno esté muy consciente de lo que hace y porqué. Se requiere de un comportamiento responsable de todos y cada uno de los participantes en los procesos de las organizaciones, en forma personal. Esta actitud que produce autocognición de la trascendencia, es impulsada por el movimiento de las 5S+1 del Kaizen.

Las 5S+1 y el liderazgo moderno.

Las 5S+1 de Kaizen se constituyen en la actualidad como un movimiento que en el marco de la Total Quality Management (TQM) y de la sociedad del conocimiento, deberán ser maduradas como instrumentos de la gestión de la calidad y vinculadas directamente con un conjunto de técnicas para el incremento de la productividad en las empresas y en los países que están emergiendo.

La implementación práctica y el éxito de las 5S+1 son elementos básicos (indicadores) a través de los cuales se expresa el liderazgo moderno. Un liderazgo con la capacidad de interrelacionar el sentido tecnológico con un fuerte sentido humano, que fomente volver a la esencia, a las bases y a la naturaleza del hombre: El ser humano como principio y fin de las instituciones y de las sociedades.

Las 5S+1 implican un “nuevo estilo distinto de liderazgo”⁸⁹ Promotor del “sentido de pertenencia y la colaboración libre y responsable hacia los resultados”⁹⁰. En un mundo posindustrial ese liderazgo, que es reclamado por la sociedad, es posible construirlo.

Los esfuerzos para desarrollar la gestión de la Calidad permanentemente, el seguimiento de un contexto cambiante que sitúa hoy como parte de una sociedad del conocimiento cada vez con una “mayor conciencia universal y más comprometida que nunca”⁹¹, la utilización racional de nuevas técnicas y el movimiento de las 5S+1 del Kaizen, están confirmando que es factible una mejor calidad de vida a través de un liderazgo que piense globalmente y actúe localmente. Los indicios se tienen, sólo falta llevarlo a la práctica mediante una actitud tenaz y persistente, la cual sintetiza majestuosamente Miguel de Cervantes Saavedra en su obra del Quijote de la Mancha: “Suele suceder que en las causas casi imposibles el espíritu saca del ánimo inesperadas fuerzas”.

3.2. CÍRCULOS DE CALIDAD.

Origen de los Círculos de Calidad.

Los Círculos de Calidad (CC) tuvieron su origen en el Japón entre 1961 y 1962, con el nombre de círculos de control de calidad, y fueron extendiéndose hasta constituir un sistema altamente desarrollado por las compañías japonesas. Los Círculos fueron el resultado de las investigaciones en el área humanística de Maslow, McGregor y Hersberg, así como de las técnicas desarrolladas por los doctores Deming y Juran y que el profesor Ishikawa concretó hacia 1961-1962 mediante discusiones en grupo para la solución de problemas a través de control estadístico de calidad. Posteriormente la introducción de los círculos de calidad vino como parte de un proceso de evolución natural. En 1968, en Japón, ya existían más de un millón de CC en los que participaban más de 10 millones de trabajadores. Y a partir de ahí se fueron introduciendo éstos en otros países⁹². En Estados Unidos de América el primer CC se crea en 1973 y en Europa a partir de 1978.

La idea básica de los círculos de calidad consiste en crear conciencia de calidad y productividad en todos y cada uno de los miembros de una organización, a través del trabajo en equipo y el intercambio de experiencias y conocimientos, así como el apoyo recíproco. Todo ello, para el estudio y resolución de problemas que afecten el adecuado desempeño y la calidad de un área de trabajo, proponiendo ideas y alternativas con un enfoque de mejora continua⁹³.

Es un pequeño grupo de empleados que realizan un trabajo igual o similar en un área de trabajo común, y que trabajan para el mismo supervisor, que se reúnen voluntaria y periódicamente, y son entrenados para identificar, seleccionar y analizar problemas y posibilidades de mejora relacionados con su trabajo, recomendar soluciones y presentarlas a la dirección, y, si ésta lo aprueba, llevar a cabo su implantación. El término círculo de calidad tiene dos significados. Se refiere tanto a una estructura y a un proceso como a un grupo de personas y a las actividades que realizan. Por consiguiente, es posible hablar de un proceso de CC al igual que de la estructura del mismo.

El proceso de un círculo de calidad está dividido en cuatro subprocesos.

1. Identificación de problemas, estudio a fondo de las técnicas para mejorar la calidad y la productividad, y diseño de soluciones. Por consenso se elige el problema de mayor importancia, el cual pasará a ser el proyecto. Posteriormente, se recopilan todos los datos para precisar el problema con orientación hacia su solución. Esta información se analiza y discute. Habiendo elegido la mejor solución o en su caso la primera y segunda alternativa, se elabora un plan de acción correctiva o de mejoramiento.
2. Explicar, en una exposición para la dirección o el nivel gerencial, la solución propuesta por el grupo, con el fin de que los relacionados con el asunto decidan acerca de su factibilidad.
3. Ejecución de la solución por parte de la organización general. El plan de trabajo aprobado es puesto en marcha por los integrantes del CC con el respaldo y la asesoría de los niveles superiores y en su caso de las áreas involucradas.
4. Evaluación del éxito de la propuesta por parte del círculo y de la organización⁹⁴.

⁸⁹ Cupri, J. 1992. *Cambios en América del Norte: Las Fuerzas que Moldearán Norteamérica en los 90's*. Artículo del Semanario: Nuevo Pensamiento Empresarial. Marzo. México.

⁹⁰ Casares, A. D. 1994. *Liderazgo. Capacidades para Dirigir*. Editorial Fondo de Cultura Económica. México.

⁹¹ Etzioni, 1989 referido por Valdés, Luigi. 1995. *Conocimiento es Futuro*. Editorial CECSA. México.

⁹² Philip C. Thomson. 1984. *Círculos de Calidad. ¿Cómo hacer que funcionen?* Editorial Norma.

⁹³ IBID.

⁹⁴ *Manuales de Círculos de Calidad*.

Atributos del Círculo de Calidad.

- La participación en el CC es voluntaria.
- Son grupos pequeños, de 4 a 6 personas en talleres pequeños, de 6 a 10 en talleres medianos y de 8 a 12 en talleres grandes.
- Los miembros del círculo de calidad realizan el mismo trabajo o relacionados, es decir, forman parte de un equipo que tiene objetivos comunes.
- Los CC se reúnen periódicamente para analizar y resolver problemas que ellos mismos descubren o que le son propuestos a su jefe.
- Cada círculo tiene un jefe que es responsable del funcionamiento; por lo general, es un supervisor que recibe formación especial relativa a las actividades del círculo.
- La junta de gobierno de la dirección establece los objetivos, política y pautas de las actividades de los CC, y sustenta el sistema de los círculos mediante los recursos adecuados y el interés de la dirección.

Todo aquel que participa en un programa de círculos de calidad recibe formación o información acorde con el grado de participación que tenga en el sistema. El propósito de los CC es contribuir a desarrollar y perfeccionar la empresa. No se trata únicamente de aumentar la cifra de ventas sino de crecer en calidad, innovación, productividad y servicio al cliente, crecer cualitativamente, en definitiva es asentar el futuro de la empresa sobre bases sólidas.

- Lograr que el lugar de trabajo sea cómodo y rico en contenido. Los círculos aspiran a lograr que el lugar de trabajo sea más apto para el desarrollo de la inteligencia y la creatividad del trabajador.
- Aprovechar y potenciar al máximo todas las capacidades del individuo. El factor humano es el activo más importante y decisivo con que cuenta la empresa.

Principios de los Círculos de trabajo

- Reconocimiento a todos los niveles de que nadie conoce mejor una tarea, un trabajo o un proceso que aquel que lo realiza cotidianamente.
- Respeto al individuo, a su inteligencia y a su libertad.
- Potenciación de las capacidades individuales a través del trabajo en grupo.
- Referencia a temas relacionados con el trabajo.

Condiciones de los Círculos de trabajo.

- Participación voluntaria. El trabajador debe involucrarse libre y decididamente.
- Formación. El reciclaje de las personas debe ser continuo y nunca rutinario. La formación no sólo debe enriquecer al trabajador, sino, en esencia al ser humano en su plenitud ya que el conocimiento es una de las necesidades y motivaciones básicas de todo individuo.
- Trabajo en grupo. El espíritu de equipo favorece una sana competencia entre los distintos CC, y ésta se traduce en una superación constante tanto en las ideas como en las soluciones aportadas.
- Grupo democrático. Debe elegirse democráticamente a un líder.
- Respeto al compañero. Méritos colectivos y nunca individuales. Las ideas y mejoras surgidas como fruto del trabajo son patrimonio del equipo, y no de un individuo aislado.
- Grupo reducido. Funcionan mejor aquellos compuestos por pocos individuos.
- Reuniones cortas y en tiempo de trabajo.
- Respetar el horario, una vez fijado éste.
- Reconocimiento explícito y formal, por parte de la empresa.
- Apoyo de la alta dirección

Actividades de un Círculo de Calidad.

Solución de problemas. Fundamentalmente el círculo es un grupo que soluciona problemas. El proceso de solución de problemas se convierte en una secuencia integrada de acciones y empleo de técnicas. Para solucionar dichos problemas hay que pasar por las siguientes etapas:

1. Identificar una lista de posibles problemas a tratar. Se suele emplear la técnica de "brainstorming" para obtener un listado lo suficientemente amplio que permita dar una visión ajustada del estado actual del área de trabajo.

2. Seleccionar un problema a resolver. De la lista previamente elaborada el CC elige un problema que tratará de solucionar; se puede comenzar reduciendo la lista previa llegando a un consenso sobre los problemas más importantes.
La evaluación de los problemas muchas veces requiere que previamente se realice una recogida y análisis de información y el empleo de algunas técnicas como el análisis de Pareto.
3. Clarificar el problema. Se trata de que todos los miembros comprendan por igual el significado e implicaciones del problema seleccionado. Con tal fin puede ser útil responder a cuál es el problema, y dónde y cuándo se produce.
4. Identificar y evaluar causas. Hay que atacar al origen de éste; dirigido a eliminar la causa que lo producía. Toda esta información ayudará a llegar a un consenso sobre cuál es la causa más probable del problema.
5. Identificar y evaluar soluciones. El tratará de confeccionar un listado de soluciones potenciales que, posteriormente, serán evaluadas por el grupo en función de determinados criterios.
6. Decidir una solución. Con todos los datos disponibles, el CC inicia una discusión para llegar a un consenso sobre qué solución parece en principio mejor que las demás.
7. Desarrollar un plan de implantación de la solución. Este plan debe explicar cómo será ejecutada la solución elegida.
8. Presentar el plan a la dirección. Es recomendable incluir un cálculo aproximado de los beneficios que se esperan conseguir con el plan propuesto.
9. Implantar el plan. Si la dirección aprueba el plan presentado, los miembros del CC se responsabilizarán de su implantación en su área de trabajo.
10. Evaluar los resultados de la solución propuesta. Desde su implantación el CC recoge y analiza información sobre los resultados que el plan de implantación de la solución depara. No se trata de averiguar si a corto plazo la solución funciona, sino que es conveniente realizar un seguimiento a largo plazo de sus efectos.
11. Optimizar los resultados de la solución. Para prevenir su ocurrencia en zonas que aún no los han sufrido.
12. Vuelta a identificar una lista de problemas. Con la solución de un problema previo se da paso a un nuevo ciclo de actividades encaminadas hacia el mismo fin.

Evaluación de la viabilidad de un programa de Círculos de Calidad.

La evaluación de la viabilidad se basa en el supuesto de que "los Círculos de Calidad no son aptos para cualquier organización" y, por tanto, para reducir el riesgo de fracaso habrá que evaluar la compatibilidad de la organización con los supuestos de la técnica.

Fitzgerald y Murphy proponen un método para evaluar la receptividad de la organización al cambio en base a tres niveles:

1. Nivel de mantenimiento. Hace referencia al grado de satisfacción de la dirección con la forma en que la organización opera actualmente. Una organización en crisis acepta el cambio en un esfuerzo por encontrar una solución a sus problemas, mientras que la organización que funciona satisfactoriamente es más probable que se resista a los esfuerzos de cambio que implican los CC.
2. Nivel sinérgico. Se pretende medir la condición que existe cuando los individuos han encontrado formas de trabajar en armonía. Las actitudes organizacionales positivas y la existencia de grupos de trabajo armoniosos facilitarán el cambio.
3. Nivel ambiental. Hace referencia a la influencia que ejercen las fuerzas externas a la organización, cuanto mayores son las presiones ambientales externas, mayor es la probabilidad del cambio.

Puntos focales de los Círculos de Calidad.

- Calidad. Se puede considerar como el gran objetivo de los CC; los mercados son cada vez más competitivos y los clientes tienen un mayor nivel de educación y exigencia lo que provoca que la calidad sea una preocupación central para la mayor parte de las empresas.
- Productividad. Los círculos pueden colaborar a incrementar la productividad en un sentido más amplio y en todas las áreas de la empresa. Viene a ser la resultante de una correcta aplicación del conjunto de los recursos de la empresa, un índice fiable de que todos los recursos están bien dirigidos y administrados.
- Mejora de costos. El conocimiento de los costos evita el despilfarro y la mala administración de los recursos. Pueden colaborar decisivamente a la hora de reducir los costos de todo tipo: administrativos, comerciales, y transportes.

- Motivación. Gracias a los Círculos de Calidad se puede conseguir motivar de una forma constante a los trabajadores, ofreciéndoles oportunidades de participar en los objetivos de la empresa, y de sentirse valorados por el trabajo bien hecho.
- Integración. Los CC facilitan la ruptura de los compartimentos estancos, y hacen que sus integrantes conozcan el trabajo de los demás y comprendan mejor sus necesidades y problemas.
- Reorganización. Cuando la reorganización puede ser lenta en el tiempo, y no son necesarias decisiones drásticas y urgentes, es una buena alternativa encomendar a los CC el estudio de esta reorganización⁹⁵.

3.3 ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE ESTANDARIZACIÓN (ISO 9000)

Importancia de Quality Management System (QMS).

Para cualquier empresa, la única forma de mantenerse, es ofrecer un compromiso serio con la calidad. De hecho, cualquier organización, sin importar su tamaño o sector industrial, puede hacerse de un futuro efectivo en el mercado, utilizando un sistema administrativo de calidad bien planeado y documentado, Quality Management System (QMS), tal como el ISO 9000, por sus siglas en inglés (International Organization for Standardization). QMS es un sistema administrativo de calidad, esta basado en el sentido común, bien documentado, que asegura consistencia y mejoras en las prácticas de trabajo, incluyendo los productos y servicios que se crean. Basado en normas que especifican un procedimiento para lograr una efectiva administración de calidad. ISO 9000 es la norma internacional más comúnmente empleada y que proporciona un marco normativo para un sistema administrativo de calidad⁹⁶.

El ISO o la Organización Internacional para la Estandarización es una federación mundial de cuerpos de normalización nacionales que agrupa alrededor de 130 países, creada con el objetivo de facilitar la coordinación y unificación internacional de normas internacionales. Su sede esta localizada en Ginebra, Suiza quien coordina todas las actividades con sus miembros. ISO es un organismo sin fines de lucro.

ISO tiene tres categorías de miembros Organismo Miembro, Miembro Correspondiente y Miembro Suscriptor. El primero es el más importante y es el que representa a cada país a través de un organismo nacional. El segundo es un organismo que no tiene actividades a nivel nacional o no representa a un país. Y el tercero, lo representan aquellos países con economías pequeñas que no tienen un organismo nacional.

Cada Organismo Miembro, acredita a los Organismos de Certificación/Registro (Perry Johnson, Bureau Veritas, SGS, Lloyd's, TUV, etc.) para que realicen auditorias y emitan una recomendación, una vez realizado esta, el Organismo Miembro aprueba el registro para que el organismo certificador emita el certificado. Los certificados no los emite el ISO, los emite el organismo certificador o de registro. Todos los miembros conforman los grupos de trabajo de ISO integrados por comités técnicos, subcomités y grupos de trabajo.

Dentro de estos comités existen representantes de todo el mundo cuyo objetivo es la discusión de temas de normalización globales. Entre ellos se encuentran representantes de la industria, de los centros de investigación, y autoridades gubernamentales donde más de 25,000 expertos participan en reuniones anuales. Las normas Internacionales son revisadas al menos cada cinco años por estos comités, la serie de normas ISO9000 (alrededor de 20) publicadas en 1994, han sido revisadas y se emitió la nueva versión ISO9001:2000 el pasado mes de diciembre del año 2000.

ISO-9000 es un término genérico, aplicado a una serie de estándares patrocinados por la Organización Internacional para la Estandarización, que especifican los Sistemas de Calidad que deben establecerse por las compañías de fabricación y servicios⁹⁷. ISO 9000 no es un estándar de producto. No contiene ningún requerimiento con el cual un producto o servicio tenga que cumplir. En los estándares ISO 9000 no existe ningún criterio de aceptación de producto, por lo que no se puede inspeccionar un producto en función del estándar; cualquier no conformidad es con el sistema de calidad no con el producto. "Los productos no pueden cumplir los estándares ISO 9000, las organizaciones si". Los requerimientos y recomendaciones se aplican a las organizaciones que suministran el producto o servicio y, por consiguiente, afectan la forma en que los productos o servicios se diseñan, fabrican, instalan, etc. Son estándares que se aplican a la gestión de la organización y sólo la dirección puede y debe decidir cómo responder a ellos.

^[95] IBIDEM Dirección: 212.73.32.210/hosting/000df/m-angel/ manuales/circulosdecalidad.

^[96] © 2003 Dirección: www.bsiamericas.com/Mex+Calidad/Resumen/Que+es+el+ISO9000.xalter - 19k

^[97] Club ISO. Copyright 2002 clubiso.com.

Dirección: www.clubiso.com/PAGE/CLUB17QUEES.htm - 47k

El origen de ISO 9000.

No se puede estar seguro de cuando aparecieron por primera vez los conceptos que apuntalaron ISO 9000⁹⁸, no obstante, en la tabla 3.2 se muestra la cronología del desarrollo histórico de ISO 9000.

Año	Organización	Nombre	Descripción
1959	Departamento de Defensa Americano	MIL Q 9858*	Primer estándar nacional
1968	NATO (AQAP (Allied Quality Assurance Publications))	AQAP1, AQAP4, AQAP9	Publicaciones de aseguramiento de calidad
1970	Ministerio de Defensa de Gran Bretaña	DefStan 05-08	Versión Británica de AQPA-1
1972	BSI (British Standards Institution)	BS-4891	Guía de aseguramiento de la calidad
1979	BSI (British Standards Institution)	BS-5750	Guía de aseguramiento de la calidad
1987	ISO (International Standards Organization)	ISO 9000	Estándar internacional para sistemas de calidad
1994	ISO (International Standards Organization)	ISO 9000	Estándar internacional para sistemas de calidad
2000	ISO (International Standards Organization)	ISO 9000	Estándar internacional para sistemas de calidad

Tabla 3.2 Desarrollo histórico de ISO 9000

Fuente: Hoyle David. 1996. ISO 9000 Manual de Sistemas de Calidad. Editorial Paraninfo SA. pp. 39

La publicación ya aprobada fue en el año de 1987 en la Comunidad Europea como una necesidad para controlar la calidad de los productos o servicios de las empresas. Se asimila como una palabra griega "isos" que quiere decir "igual". El ISO 9000 ha cobrado mucha fuerza internacionalmente y en la actualidad es utilizado por compañías en más de 120 países.

Anualmente se certifican alrededor de 250,000 empresas en todo el mundo. La certificación es por instalación, no por firma. Las empresas se certifican cuando se demuestra que su sistema de calidad cumple con los requisitos del estándar ISO 9000 en cuanto a documentación y eficacia. La certificación es llevada a cabo por organizaciones acreditadas⁹⁹, básicamente:

- 1) Revisando el manual de calidad para asegurarse que cumple con el estándar.
- 2) Realizando una auditoría en el proceso de la empresa para asegurar que el sistema documentado en el manual de calidad sea implementado y sea efectivo.

Actualmente, los estándares ISO 9000 están formados por los siguientes documentos (tabla 3.3)

Serie	Características.
ISO 9000-1	Estándares de aseguramiento de calidad y gestión de calidad. Expone los conceptos y las definiciones básicas y explica cómo seleccionar y usar las normas en la serie.
ISO 9000-2	Líneas de actuación para la aplicación de <i>ISO 9001</i> , <i>9002</i> y <i>9003</i> . Son modelos de sistemas de calidad actuales que un proveedor debe implementar para certificarse en el estándar internacional.
ISO 9000-3	Líneas de actuación para la aplicación de ISO 90001 al desarrollo, suministro y mantenimiento del software.
ISO 90001	Sistemas de calidad. Modelo para aseguramiento de calidad en diseño, desarrollo, producción, instalación y servicio posterior a la venta.
ISO 90002	Sistemas de calidad. Modelo para aseguramiento de calidad en producción e instalación.
ISO 9000	Sistemas de calidad. Modelo para aseguramiento de calidad en inspección final y pruebas.
ISO 9004-1	Gestión de calidad y elementos del sistema de calidad. Líneas de actuación.
ISO 9004-2	Gestión de calidad y elementos del sistema de calidad. Líneas de actuación para servicios.
ISO14000	Son estándares (de ecología) para empresas que manejan productos nocivos al medio ambiente.
QS9000	Es un modelo de sistema de calidad para empresas proveedoras del área automotriz. (fue adecuado por la Ford, Chrysler y General Motors)
ISO9000:2000	Es un sistema de gestión de calidad que representa la revisión que se realiza a la norma cada seis años. Esta nueva versión comprende los ISO 1, 2 y 3 en la misma norma. A partir de su emisión en

⁹⁸ Hoyle David. 1996. ISO 9000 Manual de Sistemas de Calidad. Editorial Paraninfo S. A.

⁹⁹ IBIDEM. Dirección: www.clubiso.com/PAGE/CLUB17QUEES.htm - 47k

diciembre del 2000 cualquier empresa tiene la opción de certificarse en la versión 1994 o la 2000, y será obligatoria a partir de diciembre del 2003.

Tabla 3.3 Documentos de los estándares ISO 9000

Fuente: Hoyle David. 1996. ISO 9000 Manual de Sistemas de Calidad. Editorial Paraninfo SA.

La certificación de empresa sirve para.

- Proporcionar la planificación del trabajo y establecer procedimientos, estándares y líneas de actuación que ayuden al personal a tomar las decisiones correctas en el momento preciso.
- Proporcionar los medios que documenten la experiencia de la compañía de forma estructurada, lo que proporciona una base para la educación y formación del personal, así como, la mejora sistemática del funcionamiento.
- Proporcionar los medios para permitir al personal realizar las tareas bien desde el principio; con los recursos, instrucciones y controles adecuados.
- Proporcionar pruebas objetivas para demostrar la calidad de los productos y servicios, además de presentar que las operaciones están bajo control a los evaluadores, representantes de los clientes y, en tal caso, abogados que intervengan en cualquier reclamación contra la compañía.
- Proporcionar datos que puedan utilizarse para determinar el funcionamiento de los procesos de operación, productos y servicios; mejorar el funcionamiento de la empresa y superar las expectativas del cliente¹⁰⁰.

Etapas de una Implementación

1. **Diagnóstico.** En esta etapa inicial se determinan los recursos con los que se cuenta; la conveniencia de contratar un asesor externo, desarrollar personal internamente o ambos; detectar la interferencia de algún proyecto; detectar el compromiso del personal.
2. **Compromiso.** En esta etapa se debe hacer conciencia en todos los niveles de la importancia de iniciar el proyecto. El nivel jerárquico mas alto de la organización debe estar comprometido de lo contrario el proyecto quedara solo en buenas intenciones.
3. **Planeación.** En esta etapa se definen los tiempos de cada una de las actividades a realizar. La experiencia dice que una empresa que busca implementar un sistema de calidad sin el apoyo de un asesor tiene más probabilidad de duplicar el tiempo del proyecto. En promedio, un proyecto de ISO9000 lleva entre 1 y 1.5 años en implementarse. Si su empresa esta familiarizada con manuales, procedimientos, control de formatos, etc. posiblemente el periodo baje a entre 6 y 10 meses.
4. **Capacitación.** En esta etapa generalmente se inicia con un curso de sensibilización para todo el personal para que conozcan el alcance del proyecto y lo que se espera de cada área. En el transcurso del proyecto se deben impartir diferentes cursos de acuerdo a la necesidad de cada organización.
5. **Documentación.** En esta etapa se establece por escrito a través de manuales cada una de las políticas de la organización y su manera de cumplir la norma o estándar. También se definen los procedimientos e instrucciones de trabajo de los procesos operativos. La pregunta de hasta donde o que tan detallado se van a documentar los procedimientos va a depender del tipo de organización.
6. **Implementación.** En esta etapa se lleva a la práctica todas las políticas definidas y los procedimientos desarrollados. Es una de las etapas más difíciles porque involucra la participación de todo el personal.
7. **Auditorias Internas.** En esta etapa personal de la misma empresa realiza auditorias para detectar evidencias sobre incumplimientos en la documentación, en los registros o en el conocimiento del personal. Las auditorias internas son un ejercicio para conocer el grado de implementación del sistema y detectar oportunidades de mejora. Esta es la etapa limite para seleccionar una compañía certificadora una vez que la empresa este lista para recibir una auditoria.
8. **Preauditoria.** En esta etapa se realiza la visita de la compañía certificadora para evaluar el grado de cumplimiento del sistema de calidad. Las preauditorias son una auditoria de certificación real solo que no tiene validez para registro. Esta sirve como un sano ejercicio de preparación para la certificación, algunas organizaciones exigen esta evaluación, pero es recomendable para ubicar donde se esta débil.
9. **Certificación.** En esta etapa se realiza la visita de la compañía certificadora para evaluar el grado de cumplimiento del sistema de calidad y los resultados de esta tienen validez de acreditación. Las auditorias de certificación tienen validez para registro. En el caso cumplir con todos los requisitos, el organismo certificador emite una constancia con duración de tres años y bajo la condición de mantener el sistema de calidad. Una vez certificada la organización se tiene que volver a certificar al tercer año.

^[100] Hoyle David. 1996. ISO 9000 Manual de Sistemas de Calidad. Editorial Paraninfo S. A

10. **Visitas de Seguimiento.** En esta etapa se realizan las visitas acordadas con el organismo certificador. Normalmente se realizan dos visitas al año pero el requisito mínimo es al menos una visita anual.

Las diferencias entre el ISO 9000:1994 y el ISO 9001:2000

La serie ISO 9000:2000 fue creada después de extensas consultas con los clientes. Es más sencilla y más flexible, para que las organizaciones asuman y aprovechen los principios del Planear-Hacer-Revisar-Actuar (Plan-Do-Check-Act) y la administración de procesos.

El cambio más significativo en el ISO 9001 es que se aleja de la forma basada en los procedimientos administrativos (controlar sus actividades) a una forma basada en los procesos (más acerca de lo que se produce).

Este cambio permite que las organizaciones puedan enlazar sus objetivos más directamente con la efectividad de los negocios. La norma renovada se enfoca no solamente a las cláusulas habituales de la serie del ISO 9000, sino que las amplía para poder ver a la organización como una serie de procesos que interactúan entre sí. Los mismos procesos que elaboran los servicios y productos que los clientes adquieren.

El ISO 9001:2000 incluye las siguientes secciones principales:

1. **Sistema Administrativo de Calidad.** Una organización necesita asegurarse que tiene establecidos los procesos, cómo interactúan entre sí, qué recursos se requieren para proporcionar el producto y/o servicio y cómo medir y mejorar los procesos. Cuando se establece lo anterior, entonces se debe establecer un sistema para el control de la documentación, junto con el Manual de Calidad y los controles para conservar los registros.
2. **Responsabilidad de la Administración.** La administración al más alto nivel de la organización (la alta dirección) tendrá que conocer a fondo esta importante sección de la norma. Es su responsabilidad implantar programas, objetivos, y revisar los sistemas, así como comunicar la efectividad de los sistemas dentro de la organización.
3. **Administración de Recursos.** Se ha dado mayor énfasis a los recursos que necesita una organización para asegurarse de que el cliente reciba lo que se ha acordado. No solo cubre recursos humanos, sino también recursos físicos, tales como locales para el equipo y cualquier servicio de soporte que se requiera.
4. **Realización del Producto.** Esta sección cubre los procesos que se necesitan para proporcionar el producto o servicio. Estos procesos cubren actividades tales como cumplir con los requisitos y las instrucciones del cliente, el diseño y desarrollo de los productos, la compra de materiales y servicios y la entrega de los productos y servicios.
5. **Análisis de Medición y Mejora.** Lo que es vital para la administración de los sistemas, es llevar a cabo la medición de los productos, la satisfacción del cliente, los sistemas administrativos y garantizar el mejoramiento continuo de los sistemas.

En comparación con la norma anterior, la norma revisada:

- Aplica a todas las categorías de productos, sectores y organizaciones.
- Reduce la cantidad de documentación requerida.
- Conecta los sistemas administrativos a los procesos organizacionales
- Es un movimiento natural hacia un mejor rendimiento organizacional.
- Tiene mayor orientación hacia mejoras continuas y la satisfacción del cliente.
- Es compatible con otros sistemas administrativos tales como ISO 14001.

• Es capaz de ir más allá del ISO 9001:2000 en línea con ISO 9004:2000 (par consistente) para poder mejorar aun más el rendimiento de la organización¹⁰¹.

3.4 SEIS SIGMA.

Durante muchos años se pensó que no había procesos productivos perfectos, que todos tenían una pérdida "razonable" de energía, materiales y mano de obra, así como mermas, reprocesos, y desperdicios. Sencillamente, no había sinónimo de perfección en la producción de satisfactores. Actualmente, seis Sigma pretende ser una forma de

¹⁰⁰¹ Club ISO. Copyright 2002 clubiso.com.

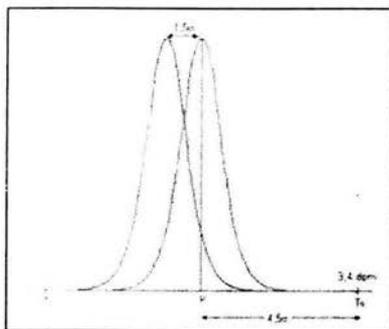
aproximarse a la perfección en los procesos productivos. Se presenta como una parte del control estadístico del proceso, por lo que se trata de otra de las mediciones de la estadística aplicada a la producción.

El origen de Seis Sigma.

Esta filosofía se inicia en los años 80's como una estrategia de negocios y de mejoramiento de la calidad, introducida por Motorola, la cual ha sido ampliamente difundida y adoptada por otras empresas de clase mundial, tales como: General Electric (GE), Allied Signal, Sony, Polaroid, Dow Chemical, FedEx, Dupont, NASA, Lockheed, Bombardier, Toshiba, Johnson & Johnson, Ford, ABB, Black & Decker, Motorola.

La historia de Seis Sigma se inicia en Motorola cuando un ingeniero (Mikel Harry) comienza a influenciar a la organización para que se estudie la variación en los procesos (enfocado en los conceptos de Deming), como una manera de mejorar los mismos. Estas variaciones son lo que estadísticamente se conoce como desviación estándar (alrededor de la media, gráfica 3.1), la cual se representa por la letra griega sigma (σ). Esta iniciativa se convirtió en el punto focal del esfuerzo para mejorar la calidad en Motorola, capturando la atención del entonces CEO de Motorola: Bob Galvin. Con el apoyo de Galvin, se hizo énfasis no sólo en el análisis de la variación sino también en la mejora continua, estableciendo como meta obtener 3.4 defectos por millón de oportunidades (DPMO) en los procesos.

Esta iniciativa llegó a oídos de Lawrence Bossidy, quien en 1991 y luego de una exitosa carrera en General Electric, toma las riendas de Allied Signal para transformarla de una empresa con problemas en una exitosa. Durante la implantación de Seis Sigma en los años 90 (con el empuje de Bossidy), Allied Signal multiplicó sus ventas y sus ganancias de manera dramática. Este ejemplo fue seguido por Texas Instruments, logrando el mismo éxito. Durante el verano de 1995 el CEO de GE, Jack Welch, se entera del éxito de esta nueva estrategia de boca del mismo Lawrence Bossidy, dando lugar a la mayor transformación iniciada en esta enorme organización.



Nivel de calidad seis sigma: Nivel de calidad del 99,99966 por ciento de productos conformes, equivalente a un nivel de defectos de 3.4 DPMO. Es decir, el intervalo de los límites de tolerancias contiene un 1.2σ de una distribución normal cuyo valor medio μ está descentrado respecto al valor objetivo en 1.5σ .

Gráfica 3.1 Desviación estándar de la media para 1.5σ

Fuente: Barba, E.; Boix, F.; Cuatrecasas, L. (2000): Seis Sigma. Una iniciativa de Calidad Total. Gestión 2000, Barcelona.

¿Qué es Seis Sigma?

Método organizado y sistemático para la mejora de procesos estratégicos y el desarrollo de nuevos productos basado en métodos estadísticos para reducir drásticamente el porcentaje de defectos hasta el definido por el cliente.

- Seis Sigma es un proceso empresarial que permite a las compañías mejorar drásticamente sus resultados finales, diseñando y supervisando sus actividades empresariales cotidianas, minimizando desperdicios y recursos e incrementando la satisfacción del cliente.
- Seis sigma guía a las empresas hacia el objetivo que supone cometer el menor número de errores en todas sus actividades, desde elaborar las órdenes de compra hasta, por ejemplo, la fabricación de motores, eliminando los errores de calidad lo antes posible.
- Seis Sigma no sólo detecta y corrige errores sino que aporta métodos específicos para volver a crear procesos de modo que los errores no vuelvan a producirse.
- Seis Sigma es un cálculo probabilística de confiabilidad y conformidad con lo que se produce, e implica 99.9999% de probabilidad de que un producto sea fabricado dentro de los rangos o parámetros establecidos.

De lo anterior se desprende que:

1. En estadística, la probabilidad 100% no existe, por lo que 6 Sigma en la práctica es lo más cercano a eso.
2. Con este grado de conformidad, se puede encontrar de tres a cuatro productos con defectos entre un millón de fabricados.
3. El grado de conformidad con los parámetros establecidos se refiere a la variabilidad que puede tener un producto con las especificaciones o requerimientos del cliente.

Seis Sigma, es una filosofía de trabajo y una estrategia de negocios, la cual se basa en el enfoque hacia el cliente, en un manejo eficiente de los datos y metodologías y grandes diseños, que permite eliminar la variabilidad en los procesos y alcanzar un nivel de defectos, menor. Adicionalmente, otros efectos obtenidos son: reducción de los tiempos de ciclo, reducción de los costos, alta satisfacción de los clientes y más importante aún, efectos dramáticos en el desempeño financiero de la organización.

En general, los procesos estándar tienden a comportarse dentro del rango de tres Sigma (tabal 3.4), lo que equivale a un número de casi 67.000 de defectos por millón de oportunidades (DPMO), si ocurre un desplazamiento de 1.5 Sigma: esto significa un nivel de calidad de apenas 93.32 %, en contraposición con un nivel de 99.99966 % para un proceso de seis Sigma. Comparativamente, un proceso de tres Sigma es 19.645 veces más malo (produce más defectos) que uno de seis Sigma. Este nivel de calidad se aproxima al ideal del Cero Defectos (CD) y puede ser aplicado no solo a procesos industriales de manufactura, sino también en procesos transaccionales y comerciales de cualquier tipo, como por ejemplo: en servicios financieros, logísticos, y mercantiles.

Su aplicación requiere del uso intensivo de herramientas y metodologías estadísticas (descritos de manera más amplia, en el Capítulo 2) para eliminar la variabilidad de los procesos y producir los resultados esperados, con el mínimo posible de defectos, bajos costos y máxima satisfacción del cliente. Esto contrasta con la forma tradicional de asegurar la calidad, al inspeccionar posterior y tratar de corregir los defectos, una vez producidos.

Estos conceptos no son algo nuevo, es parte del control estadístico del proceso. Lo que sí es nuevo es el enfoque de las empresas para llegar a 6 Sigma, pues se ha convertido en una metodología basada en proyectos específicos para llevar a los procesos de producción a una capacidad de 99.99966% de precisión, confiabilidad y conformidad. Un nivel de defectos de 3.4 DPMO se considera un nivel de calidad excelente y, por tanto, un objetivo estratégico a alcanzar si una empresa pretende la satisfacción de sus clientes.

Nivel σ	DPMO	Nivel de calidad
1	697.672	30.23280
2	308.537	69.12300
3	67.000	93,32190
4	6.210	99.37900
5	233	99.97670
6	3.4	99.99966

Tabla 3. 4 Valores para los DPMO y nivel de calidad para diferentes rangos de sigma

Fuente: Schroeder, R. (2000). Six Sigma Quality Improvement: What is Six Sigma and what are the important implications

Por otra parte, el potencial de resultados está íntimamente relacionado con los costos de reprocesos, mermas, inspecciones, garantías y otros costos "ocultos", como ventas pérdidas, entregas repetitivas, devoluciones, quejas, excesos de inventarios, gastos administrativos relacionados y, por supuesto, la satisfacción del cliente. La idea de estrechar los niveles de cumplimiento de los procesos no implica más que contar con productos que den mayor competitividad a las empresas, a través de la fabricación de productos con calidad consistente muy cercana al 100%. Tener operaciones más eficientes en donde tan sólo con reducir costos por desperdicios, mermas y reprocesos generen ahorros significativos.

Por ejemplo, Motorola entre 1987 y 1994 redujo su nivel de defectos por un factor de 200. Redujo sus costos de manufactura en 1,4 billones de dólares. Incrementó la productividad de sus empleados en un 126,0 % y cuadruplicó el valor de las ganancias de sus accionistas. Los resultados para Motorola hoy en día son los siguientes: Incremento de la productividad de un 12.3 % anual; reducción de los costos de mala calidad sobre un 84.0 %; eliminación del

99,7 % de los defectos en sus procesos; ahorros en costos de manufactura sobre los once billones de dólares y un crecimiento anual del 17.0 % compuesto sobre ganancias, ingresos y valor de sus acciones

Ciclo de DMAIC.

DMAIC es un método estructurado, disciplinado y riguroso para alcanzar la mejora de procesos, donde cada fase esta encadenado lógicamente entre fases, La razón para seguir esta rigurosa metodología es para alcanzar el objetivo del proyecto Seis Sigma. DMAIC (Definir-Medir-Analizar-Mejorar y Controlar), que es análogo al más viejo modelo de Total Quality Management (TQM) conocido como Planear, Hacer, Estudiar y Actuar.

- **D: Definir** el propósito y objetivo de mejora, estos deben de estar encadenados con la estrategia de la organización. La salida de esta fase deberá ser, una clara descripción de la mejora que se propone, un mapeo de alto nivel del proceso, y una lista de lo que es importante para el cliente.
- **M: Medir** el sistema actual, establecer métricos confiables y validos para ayudar a monitorear el progreso del objetivo previamente definido. La salida de esta fase deberá ser, datos base del actual funcionamiento, que proporcionen la localización actual del problema o la ocurrencia y una descripción más enfocada del mismo.
- **A: Analizar** el sistema para identificar causas raíces y confirmalos con datos. La salida de esta fase deberá ser, una teoría que ha sido probada y confirmada, las causas deberán formar la base para las soluciones en la siguiente fase.
- **I: Mejorar** el Sistema, al intentar e implementar soluciones que están dirigidas a las posibles causas raíces, la salida de esta fase deberán ser, acciones planeadas y probadas que deberán eliminar o reducir el impacto de las causas raíces identificadas.
- **C: Controlar** el nuevo sistema. Evaluar las soluciones y el plan para mantener las ganancias, estandarizando el proceso. Las salidas serán, análisis de antes y después, un sistema de monitoreo y completar la documentación de resultados, aprendizajes y recomendaciones.

Lo anterior es presentado de una forma más sencilla en la tabla 3.5.

MEDICION	→	ANALISIS	→	MEJORA	→	CONTROL
Selección del producto o proceso		Escoger entre las variables críticas		Investigar las variables de entrada		Definir el sistema de control
Crear el diagrama de proceso		Estudiar el resultado de las variables		Confirmar el efecto de las variables de entrada		Validar el sistema de control
Definir las variables críticas		Identificar los mejores resultados		Establecer los límites de control		Auditar el sistema de control
Calcular la capacidad del proceso		Cuantificar el objetivo de mejora		Verificar los resultados		Cálculo del resultado de mejora
		Definir la herramienta a utilizar				

Tabla 3.5 Modelo DMAIC (Definir-Medir-Analizar-Mejorar y Controlar)

Fuente: Barba, E.; Boix, F.; Cuatrecasas, L. (2000): Seis Sigma. Una iniciativa de Calidad Total. Gestión 2000, Barcelona.

Factores para lograr 6 Sigma.

1. **Un fuerte control estadístico del proceso.** No se puede mejorar un proceso y buscar llevarlo a un 99.9999% de conformidad si no se cuenta con una medición confiable, efectiva y oportuna del mismo, que refleje sus capacidades, restricciones, "cuellos de botella" y problemas en sus variables. No es posible identificar productos con problemas por excepción o casualidad. Si se quiere llevar a un proceso o flujo gráfico hasta el grado de seis Sigma, se debe conocer profundamente su comportamiento durante lapsos representativos.

2. Utilización de la automatización, control computarizado, instrumentos de medición para detectar el producto no conforme. Seis Sigma deja a un lado la probabilidad de error por falta de detección completa y oportuna de las variables del proceso gráfico que están fuera de cumplimiento (de las normas ISO de producción). Todos los sistemas de computación y electrónicos que hay dentro de las tecnologías de punta juegan un papel determinante en la consecución de seis Sigma. Es obvio que este punto implica inversiones, que en ocasiones son significativamente costosas. Esto hace que muchos piensen y reflexionen sobre el costo/beneficio de llevar el proceso hasta seis Sigma.

3. Un planteamiento claro basado en un diagnóstico. Se debe realizar un diagnóstico sobre cuál es la situación actual del proceso de producción, cuáles sus capacidades, limitaciones y etapas que se han de recorrer para lograr el objetivo seis Sigma. Pensar en lograr que un proceso sea en un corto plazo y de un solo "golpe" 6 Sigma es ilusorio; todos los procesos y flujos requieren de etapas y tiempo para medir sus capacidades y limitaciones. Esto implica una visión y un esfuerzo continuo.

4. Un proceso de mejora continúa. La técnica está íntimamente relacionada con la mejora continua, por lo que es otro requerimiento lógico para quienes buscan llevar su proceso a estos niveles. Esto incluye otros aspectos como cultura interna, trabajo en equipo, capacitación técnica, conocimiento estadístico, tipo de liderazgo y prácticas de trabajo relacionadas con la mejora continua.

Consideraciones respecto a la técnica.

1. Primera consideración

Un producto que no es seis Sigma, no necesariamente llega al mercado con defectos. Por citar un ejemplo: dos Sigma en la estadística significa que un 95.44% de la producción cumple con las especificaciones, lo que quiere decir que 4.56% no cumple con los requerimientos en el proceso productivo. Sin embargo, esto no significa que el producto salga al mercado así, ya que gracias a los sistemas de aseguramiento y control de calidad las empresas tienen acciones alternativas para identificar y canalizar estos productos. Dependiendo de su grado de variabilidad, éstas pueden ser:

- **Reprocesos.** Significa que se utiliza nuevamente el producto y sus componentes para reprocesarlos hasta que se obtienen las especificaciones determinadas. Es obvio que los reprocesos tienen un costo que es el de repetir la producción y esto implica costos adicionales de energía, materias primas, mano de obra, insumos, etcétera.
- **Mermas.** Definitivamente es la alternativa más cara y consiste en rechazar el producto producido fuera de especificaciones; de manera simple significa una pérdida.

Por supuesto, si no se detecta una parte del producto de ese 4.56% fuera de especificaciones (hablando de dos Sigma) se enviará al cliente y se obtendrán quejas, devoluciones, insatisfacción y cambios de preferencias.

2. Segunda consideración

En la práctica, quien no mide mediante Sigma e inclusive no utiliza el control estadístico del proceso no necesariamente va a tener malos productos.

Los desarrollados sistemas de control y aseguramiento de calidad permiten identificar si lo producido es correcto o no y qué hacer con ello. Claro que desechar el uso del control estadístico del proceso (CEP-SPC Statistical Process Control) hace a un lado la oportunidad de usar una excelente herramienta de control y mejoramiento de los procesos; quienes no lo usen están en etapas rudimentarias de producción.

3. Tercera consideración

No necesariamente se puede asegurar que seis Sigma es lo mejor, es una forma de optimizar el proceso y buscar que sea confiable. El mejor sistema, sin importar de qué Sigma se trate, es aquél que permite entregar productos al cliente de manera consistente dentro de sus requerimientos y, por supuesto, a costos y precios competitivos.

4. Cuarta consideración

Las normas ISO 9000 no exigen el cumplimiento de seis Sigma para la obtención del certificado. ISO 9000 es un sistema de aseguramiento de calidad y seis Sigma es una forma de medir y monitorear la capacidad de un proceso

productivo, por lo tanto se trata dos asuntos diferentes que se pueden complementar, pero no necesariamente uno implica al otro. 6 Sigma está enfocado a fabricar productos dentro de especificaciones cercanas al 100%, libre de defectos; mientras que ISO 9000 está enfocado al sistema de aseguramiento de calidad y, pese a que en esencia buscan lo mismo, lo "importante" es el sistema y no el producto.

¿Por qué seis sigma?, ¿Qué impulsa a las empresas a implantar la metodología 6 Sigma?

La calidad, en sí, no es el factor motivador más importante. La metodología, se ocupa de incrementar los beneficios: cada cambio de sigma permite una mejora neta de los ingresos del 10% y un margen de mejora del 20%. No obstante, existen además otras razones por las que las empresas implantan la metodología:

- Seis Sigma fija unos estándares diferentes
- Seis Sigma se orienta hacia los procesos
- Seis Sigma apoya la calidad

Seis Sigma apoya la Calidad

- Una estrategia que impacta directamente en la cuenta de resultados a través de los ahorros de costos de no calidad.
- Ambición en busca de la excelencia en los procesos mediante la erradicación de la variación.
- Una metodología práctica para la mejora de los procesos, tanto productivos como administrativos, mediante una toma de decisiones objetivas en base a datos y hechos.
- Una estructura definida para la "gestión de la mejora" mediante personas liberadas que se dedican a mejorar los procesos clave de negocio.
- Un lenguaje común de gestión.
- Es un sistema que mejora los niveles de satisfacción del cliente
- Reduce los ciclos de tiempo
- Aumenta la productividad
- Mejora la capacidad y el rendimiento
- Reduce los defectos totales
- Aumenta la confiabilidad del producto
- Decrece el trabajo en progreso
- Mejora el flujo del proceso

El potencial de resultados está íntimamente relacionado con los costos de reprocesos, mermas, inspecciones y otros costos "ocultos", como ventas pérdidas, entregas repetitivas, devoluciones, quejas, excesos de inventarios, gastos administrativos relacionados y, por supuesto, la satisfacción del cliente.

Con 6 Sigma los sistemas tradicionales de control de calidad prácticamente desaparecen, prevaleciendo los sistemas de aseguramiento de calidad con enfoques totalmente preventivos por medio de la estandarización del proceso gráfico bajo las normas ISO de producción. Un punto a resaltar se refiere a los administradores de los procesos productivos. Ellos deben tener un profundo conocimiento de lo que es el CEP, sus herramientas y cómo interpretar estadísticamente el comportamiento de los procesos y flujos¹⁰².

Seis-Sigma describe un proceso de producción de calidad altamente robusta; uno que tiene muy baja variabilidad comparada con los límites de tolerancia especificados para el producto. Seis-Sigma asegura la confiabilidad de la calidad y la eficacia de la producción. Esto es aplicable no únicamente a la producción de productos y servicios, sino también para áreas de soporte. Es usada para lograr la excelencia, debido a que es más que un concepto puramente estadístico. Lleva un fortalecimiento de las gerencias; a que puedan enfrentar los desafíos de un ambiente altamente competitivo y variable. Este argumento sugiere la necesidad de una opinión de los sistemas de una organización más allá de sus departamentos o procesos individuales, y un verdadero aprecio de la variabilidad inherente en el sistema.

Su búsqueda no es un ejercicio sencillo ni se alcanza siguiendo una receta. Sin embargo, una tarea sana es empezar por saber realmente cuál es el nivel de los procesos productivos y en qué Sigma se encuentran por medio de la estandarización de los procesos productivos gráficos.

¹⁰² Seis Sigma 2000-2004 Dirección: <http://www.seis-sigma.com/>



CAPITULO 4



DESCRIPCIÓN DE LAS MÁQUINAS HERRAMIENTAS.

Máquina herramienta, máquina estacionaria y motorizada que se utiliza para dar forma o modelar materiales sólidos, especialmente metales. El modelado se consigue eliminando parte del material de la pieza o estampándola con una forma determinada. Son la base de la industria moderna y se utilizan directa o indirectamente para fabricar piezas de máquinas y herramientas.

Estas máquinas pueden clasificarse en tres categorías: máquinas desbastadoras convencionales, prensas y máquinas herramientas especiales. Las máquinas desbastadoras convencionales dan forma a la pieza cortando la parte no deseada del material y produciendo virutas. Las prensas utilizan diversos métodos de modelado, como cizallamiento, prensado o estirado. Las máquinas herramientas especiales utilizan la energía luminosa, eléctrica, química o sonora, gases a altas temperaturas y haces de partículas de alta energía para dar forma a materiales especiales y aleaciones utilizadas en la tecnología moderna¹⁰³. En base al interés del presente trabajo en este capítulo se analizan las máquinas-herramientas convencionales.

4.1 RESEÑA HISTÓRICA DE LA EVOLUCIÓN DE LA MÁQUINA-HERRAMIENTA.

Desarrollo de las máquinas herramientas en la antigüedad.

Aunque en la antigüedad no existieron máquinas-herramientas propiamente dichas; sin embargo, parecieron dos esbozos de máquinas para realizar operaciones de torneado y taladrado.

En ambos casos, utilizando una de las manos, era necesario crear un movimiento de rotación de la pieza en el torneado y de la herramienta en el taladrado. Debido a esta necesidad nació el llamado "arco de violín", instrumento de accionamiento giratorio alternativo compuesto de un arco y una cuerda, utilizado desde hace miles de años hasta la actualidad en que todavía se utiliza de forma residual en algunos países. Hacia 1250 nació el torno de pedal y pértiga flexible accionado con el pie, representando un gran avance sobre el accionado con arco de violín puesto que permitía tener las manos libres para el manejo de la herramienta de torneado.

Hasta finales del siglo XV no se producen nuevos avances. Leonardo da Vinci, en su "Códice a Atlántico", realizó un boceto de varios tornos que no pudieron construirse por falta de medios. Para principios del siglo XVI Leonardo da Vinci había diseñado las tres principales máquinas para el acuñado de monedas: la laminadora, la recortadora y la prensa de balancín. Según parece, estos diseños sirvieron a Cellini para construir una rudimentaria prensa de balancín en 1530, pero la puesta en práctica generalizada se atribuye a Nicolás Briot¹⁰⁴ en 1626.

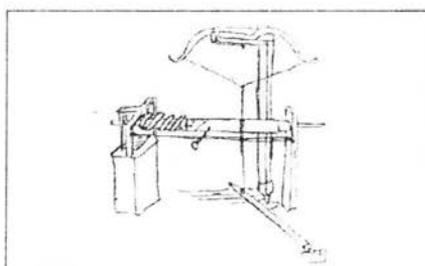


Figura 4.1 Boceto de un torno de pedal y doble pértiga de Leonardo da Vinci, que no llegó a construirse por falta de medios (Siglo XV)

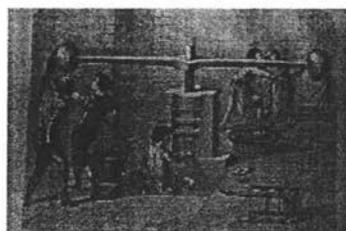


Figura 4.2 Prensa de balancín de Nicolás Briot (1626), diseñada por Leonardo da Vinci, y que supuso la puesta en marcha generalizada de la acuñación de moneda

Fuente: Metal Univers. Evolución técnica de la máquina-herramienta. Reseña histórica.
Dirección: metalunivers.com/Artes_historia_general/tecnologica.htm

¹⁰³ Escalona Iván. Fundamentos de las Máquinas Herramientas.

Dirección: monografias.com/trabajos14/manufact-industr/manufact-industr.shtml#conven

¹⁰⁴ Metal Univers. Evolución técnica de la máquina-herramienta. Reseña histórica.

Dirección: metalunivers.com/Artes_historia_general/tecnologica.htm

Desarrollo de las modernas máquinas herramientas.

Las máquinas herramientas modernas datan de 1775, año en el que el inventor británico John Wilkinson construyó una taladradora horizontal que permitía conseguir superficies cilíndricas interiores. Hacia 1794 Henry Maudslay desarrolló el primer torno mecánico. Más adelante, Joseph Whitworth aceleró la expansión de las máquinas de Wilkinson y de Maudslay al desarrollar en 1830 varios instrumentos que permitían una precisión de una millonésima de pulgada. Sus trabajos tuvieron gran relevancia ya que se necesitaban métodos precisos de medida para la fabricación de productos hechos con piezas intercambiables.

Las primeras pruebas de fabricación de piezas intercambiables se dieron al mismo tiempo en Europa y en Estados Unidos de América. Estos experimentos se basaban en el uso de calibres de catalogación, con los que las piezas podían clasificarse en dimensiones prácticamente idénticas.

Durante el siglo XIX se alcanzó un grado de precisión relativamente alto en tornos, perfiladoras, cepilladoras, pulidoras, sierras, fresas, taladradoras y perforadoras. La utilización de estas máquinas se extendió a todos los países industrializados. Durante los albores del siglo XX aparecieron máquinas herramientas más grandes y de mayor precisión. A partir de 1920 estas máquinas se especializaron y entre 1930 y 1950 se desarrollaron máquinas más potentes y rígidas que aprovechaban los nuevos materiales de corte desarrollados en aquel momento.

Estas máquinas especializadas permitían fabricar productos estandarizados con un costo bajo, utilizando mano de obra sin cualificación especial. Sin embargo, carecían de flexibilidad y no podían utilizarse para varios productos ni para variaciones en los estándares de fabricación. Para solucionar este problema, los ingenieros se han dedicado durante las últimas décadas a diseñar máquinas herramientas muy versátiles y precisas, controladas por ordenadores o computadoras, que permiten fabricar de forma barata productos con formas complejas¹⁰⁵. Estas nuevas máquinas se aplican hoy en todos los campos.

4.2. MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS CONVENCIONALES.

Manufactura. "Obra hecha a mano o con el auxilio de máquina."// 2. Lugar donde se fabrica"¹⁰⁶// 3. Es un mecanismo para la transformación de materiales en artículos útiles para la sociedad. // 4. La estructuración y organización de acciones que permiten a un sistema lograr una tarea determinada¹⁰⁷.

Ingeniería de Manufactura. Es la ingeniería que se encarga de la fabricación, manufactura e instalación de los productos y equipos; creados por la ingeniería del diseño. Integración de la ingeniería industrial, la ingeniería mecánica, la ingeniería química metalúrgica, entre otras y la ciencia de la computación, con las funciones de negocios y finanzas¹⁰⁸.

Clasificación de las Máquinas-Herramientas.

Entre las máquinas herramientas básicas se encuentran el torno, las perfiladoras, las cepilladoras y las fresadoras. Hay además máquinas taladradoras y perforadoras, pulidoras, sierras y diferentes tipos de máquinas para la deformación del metal.

Torno.

El famoso torno, la máquina giratoria más común y más antigua, sujeta una pieza de metal o de madera y la hace girar mientras un útil de corte da forma al objeto. El útil puede moverse paralela o perpendicularmente a la dirección de giro, para obtener piezas con partes cilíndricas o cónicas, o para cortar acanaladuras. Empleando útiles especiales un torno puede utilizarse también para obtener superficies lisas, como las producidas por una fresadora, o para taladrar orificios en la pieza.

Perfiladora.

La perfiladora se utiliza para obtener superficies lisas. El útil se desliza sobre una pieza fija y efectúa un primer recorrido para cortar salientes, volviendo a la posición original para realizar el mismo recorrido tras un breve desplazamiento lateral. Esta máquina utiliza un útil de una sola punta y es lenta, porque depende de los recorridos que se efectúen hacia adelante y hacia atrás.

^[105] IBIDEM. Metal Univers.

^[106] Diccionario de la Lengua. Española de la Real Academia Española. Vigésima primera edición. Editorial Espasa Calpe S.A. 1992.

^[107] www.analitica.com/mx/Curso/Proceso2/Temario21.html

^[108] Zairi, M. 1993. Administración de la Calidad Total para Ingenieros. Panorama Editorial, pp. 3436. México DF.

Por esta razón no se suele utilizar en las líneas de producción, pero sí en fabricas de herramientas y bloques o en talleres que fabrican series pequeñas y que requieren mayor flexibilidad.

Cepilladura.

Esta es la mayor de las máquinas herramientas de vaivén. Al contrario que en las perfiladoras, donde el útil se mueve sobre una pieza fija, la cepilladora mueve la pieza sobre un útil fijo. Después de cada vaivén, la pieza se mueve lateralmente para utilizar otra parte de la herramienta. Al igual que la perfiladora, la cepilladora permite hacer cortes verticales, horizontales o diagonales. También puede utilizar varios útiles a la vez para hacer varios cortes simultáneos.

Fresadora.

En las fresadoras, la pieza entra en contacto con un dispositivo circular que cuenta con varios puntos de corte. La pieza se sujeta a un soporte que controla el avance de la pieza contra el útil de corte. El soporte puede avanzar en tres direcciones: longitudinal, horizontal y vertical. En algunos casos también puede girar. Las fresadoras son las máquinas herramientas más versátiles. Permiten obtener superficies curvadas con un alto grado de precisión y un acabado excelente. Los distintos tipos de útiles de corte permiten obtener ángulos, ranuras, engranajes o muescas.

Taladro y perforador.

Las máquinas taladradoras y perforadoras se utilizan para abrir orificios, para modificarlos o para adaptarlos a una medida o para rectificar o esmerilar un orificio a fin de conseguir una medida precisa o una superficie lisa.

Hay taladradoras de distintos tamaños y funciones, desde **taladradoras** portátiles a radiales, pasando por taladradoras de varios cabezales, máquinas automáticas o máquinas de perforación de gran longitud. La perforación implica el aumento de la anchura de un orificio ya taladrado. Esto se hace con un útil de corte giratorio con una sola punta, colocado en una barra y dirigido contra una pieza fija. Entre las máquinas perforadoras se encuentran las perforadoras de calibre y las fresas de perforación horizontal y vertical.

Rectificadora.

Las rectificadoras son máquinas herramientas equipadas con muelas abrasivas de precisión y sistemas adecuados para sujetar, colocar, girar o desplazar la pieza para poder afinarla hasta lograr el tamaño, forma y acabado deseados. La muela va montada en un eje movido por un motor, que la hace girar a unos 30 metros/segundo. Las rectificadoras suelen clasificarse según la forma de la pieza a afinar, el modo de sujeción y la estructura de la máquina. Los cuatro tipos de rectificadoras de precisión son las rectificadoras de puntos, las rectificadoras sin puntos, las interiores y las de superficie. Las rectificadoras de puntos o exteriores se usan con piezas cilíndricas taladradas por su centro en cada extremo, lo que permite sujetar la pieza entre dos puntos y hacerla girar. Las piezas rectificadas entre los puntos van desde minúsculos manguitos de válvula hasta laminadoras siderúrgicas con diámetros superiores a 1,5 m y pesos de casi 100 toneladas.

Las rectificadoras sin puntos eliminan la necesidad de taladrar los extremos de la pieza. En estas máquinas la pieza se sujeta sobre una cuchilla de apoyo y una rueda reguladora, que también controla la rotación de la pieza. Se utilizan para afinar objetos como bolas de bolos, suturas quirúrgicas o rodamientos de rodillos cónicos. Las rectificadoras interiores se emplean para el acabado de los diámetros interiores de engranajes, guías de rodamientos y piezas similares. Las muelas abrasivas son pequeñas y giran a velocidades muy elevadas, entre 15 000 y 200 000 revoluciones por minuto (RPM). La pieza va rotando despacio mientras la muela permanece fija.

Pulidora.

El pulido es la eliminación de metal con un disco abrasivo giratorio que trabaja como una fresadora de corte. El disco está compuesto por un gran número de granos de material abrasivo conglomerado, en que cada grano actúa como un útil de corte minúsculo. Con este proceso se consiguen superficies muy suaves y precisas. Dado que sólo se elimina una parte pequeña del material con cada pasada del disco, las pulidoras requieren una regulación muy precisa. La presión del disco sobre la pieza se selecciona con mucha exactitud, por lo que pueden tratarse de esta forma materiales frágiles que no pueden procesarse con otros dispositivos convencionales.

Sierras.

Las sierras mecánicas más utilizadas pueden clasificarse en tres categorías, según el tipo de movimiento que se utiliza para realizar el corte: de vaivén, circulares o de banda. Las sierras suelen tener un banco o marco, un tornillo para sujetar la pieza, un mecanismo de avance y una hoja de corte.

Prensa.

Las prensas dan forma a las piezas sin eliminar material, o sea, sin producir viruta. Una prensa consta de un marco que sostiene una bancada fija, un pistón, una fuente de energía y un mecanismo que mueve el pistón en paralelo o en ángulo recto con respecto a la bancada. Las prensas cuentan con troqueles y punzones que permiten deformar, perforar y cizallar las piezas^[109]. Estas máquinas pueden producir piezas a gran velocidad porque el tiempo que requiere cada proceso es sólo el tiempo de desplazamiento del pistón. Debido a que la Empresa específicamente, maneja cierta maquinaria en particular, a continuación se presenta una descripción más detallada de dicho equipo.

4.3 EL TORNO.

Todos los tornos desprenden viruta de piezas que giran sobre su eje de rotación, por lo que su trabajo se distinguirá por que la superficie generada será circular, teniendo como centro su eje de rotación. En el torno de manera regular se pueden realizar trabajos de desbastado o acabado de las siguientes superficies:

1. Cilíndricas (exteriores e interiores)
2. Cónicas (exteriores e interiores)
3. Curvas o semiesféricas
4. Irregulares (pero de acuerdo a un centro de rotación)

En el torno se pueden realizar trabajos especiales como: Tallado de roscas, realización de barrenos, realización de escariado, moleariado de superficies, corte, careado.

Principales características de los tornos.

- Potencia. Representada por la capacidad del motor en HP.
- Distancia entre puntos. Es la longitud que existe entre el husillo principal y la máxima distancia al cabezal móvil, es decir, la distancia entre el punto colocado en el orificio del cabezal fijo y punto colocado en el orificio del cabezal móvil.
- Peso neto. Peso de toda la máquina
- Volteo. Es el diámetro máximo que puede tornearse (tenga escote o no)^[110].
- Volteo sobre la bancada. Es el máximo diámetro que una pieza puede tener. Se considera como el doble de la distancia que existe entre el centro del husillo principal y la bancada. (radio máximo de trabajo de una pieza)
- Volteo sobre el escote. Distancia del centro del husillo a la parte baja de la bancada, no siempre se especifica porque depende si la bancada se puede desarmar.
- Volteo sobre el carro. Distancia del centro del husillo al carro porta herramientas.
- Paso de la barra. Diámetro máximo de una barra de trabajo que puede pasar por el husillo principal.
- Número de velocidades. Cantidad de velocidades regulares que se pueden obtener con la caja de velocidades.
- Rango de velocidades en revoluciones por minuto (RPM). El número de revoluciones menor y mayor que se pueden lograr con la transmisión del torno.

Clasificación de los tornos

Clasificación	Nombre	Características
Por su movimiento principal	Vertical	El eje Z del torno es vertical, por lo regular se utilizan para el trabajo en piezas de gran peso.
	Horizontal	Son los tornos más conocidos y utilizados, el eje Z del torno es horizontal y puede haber de varios tamaños.
	Torno de banco	Tornos pequeños que se montan sobre un banco o una mesa de trabajo robusta, se usan para piezas ligeras y pequeñas.

[109] Escalona Iván. Fundamentos de las Maquinas Herramientas.

Dirección: monografias.com/trabajos14/manufact-industr/manufact-industr.shtml#conven

[110] Autor desconocido. Tornos

Dirección: www.calstatela.edu/centers/SCCEME/automanf/index.htm

- | | |
|--|---|
| 1. Botones de mando. | 19. Cubierta exterior. |
| 2. Selector de avance. | 20. Contra punto |
| 3. | 21. Volante del contra-punto |
| 4. Husillo del cabezal. | 22. Nivel de aceite |
| 5. Engranajes reductores. | 23. Tablero de selector de avances y roscados |
| 6. Visor de lubricantes. | 24. Motor |
| 7. Cojinete del husillo | 25. Palancas de embrague |
| 8. Chuck universal. | 26. |
| 9. Volante de carro transversal. | 27. Volante de carro longitudinal |
| 10. Carro transversal. | 28. Palanca de avance automático transversal y longitud |
| 11. Luneta móvil (viajera) | 29. Palanca de la tuerca dividida (para roscar) |
| 12. Porta-herramienta simple. | 30. Tablero |
| 13. Base graduada | 31. Barra para cilindrado |
| 14. Carro longitudinal. | 32. Tornillo principal |
| 15. Carro auxiliar | 33. Colector de rebaba y aceite |
| 16. Indicador de carátula | 34. Bomba de lubricación. |
| 17. Guía psumática y bancada del carro principal | 35. Soporte de las barras |
| 18. Luneta Fay | |

- **El torno vertical** se emplea principalmente para el maquinado de piezas pesadas de manejo difícil, cuyo centrado resultaría muy tardado en el torno paralelo.
- **Torno al aire.** Se utiliza en el maquinado de piezas de gran diámetro y poca longitud.
- **Torno revolver.** Se emplea para el maquinado de piezas en grandes cantidades, es decir, para producción en serie.
- **Tornos copiadores.** Se usan para reproducir una forma o perfil previamente establecido en una plantilla vaciado o en relieve.

Accesorios del torno.

- **Moleteador.** Esta herramienta se utiliza para producir un estampado en relieve, en la superficie exterior de piezas que deban ser manipuladas y sujetadas con firmeza aún en el caso de estar impregnadas de grasa o aceite.
- **Chuck independiente.** Este accesorio se emplea principalmente para centrar con la mayor precisión posible, piezas de forma regular e irregular, así como para una mejor sujeción, la cual proporciona una mayor seguridad al efectuar el maquinado.
- **Chuck Universal.** Accesorio utilizado para el centrado de piezas que no requieran de mucha precisión en el mismo, pero si mayor rapidez.
- **Chuck portabrocas (broquero).** Herramienta empleada para la sujeción de brocas, cuando estas son de zanco cilíndrico.
- **Plato de arrastre.** Accesorio cuyo objeto es producir el arrastre (giro) en una pieza para maquinarse en tres puntos.
- **Brida de arrastre (perro de arrastre).** Herramienta que tiene por objeto sujetar firmemente la pieza que va a maquinarse entre puntos, puesto que dicha herramienta tiene una parte acotada la cual se inserta en la ranura que para tal objeto tiene el plato de arrastre.
- **Gage (juil).** Herramienta utilizada para cuadrar el buril cuando se trata de abrir roscas (cuerdas) en el torno.
- **Luneta fija.** Herramienta empleada para servir de apoyo a piezas cilíndricas que por su diámetro no puede introducirse en el orificio del husillo del cabezal fijo y al sujetarse con el chuck queden con una gran parte al aire.
- **Porta buriles.** Herramientas utilizadas para la sujeción del buril.
- **Porta-herramienta (torre).** Aditamento para la sujeción y dirección de la herramienta porta buril¹¹.

Partes y accesorios del torno, más importantes.

- El bastidor (bancada).
- El cabezal fijo.

¹¹ Almonte C. González M. 1978. *Tecnología Aplicada en capacitación de las Maquinas Herramientas* Razo y Aguilar Impresores

- El cabezal móvil (contrapunto).
- Los carros (longitudinal, transversal y auxiliar)
- La caja Norton también llamada caja de cambio rápido para los diversos pasos de rosca, así como los avances.

Las herramientas con poco filo y las incorrectamente afiladas, son causa de que se produzca un esfuerzo muy grande en el mecanismo de avance que se traduce en flexión de la pieza, superficies ásperas, así como también trepidaciones de las maquinas herramientas. Las cuchillas no deben afilarse en sus soportes o portaherramientas. Generalmente se emplean cuchillas o buriles de acero rápido montadas en soportes, conocidos como porta-buriles o bien directamente montada sobre la torreta cuadrada.

En las herramientas de corte (buriles), para trabajos en torno, hay tres ángulos que son muy importantes.

- **Ángulo libre o de incidencia ($\alpha = 8$ a 10°).**

El ángulo libre o de incidencia es con el objeto de evitar que la herramienta se encaje, por lo tanto deberá tener una inclinación, puede ocasionar la rotura de la herramienta y una mínima inclinación producirá vibraciones por el roce de la herramienta contra el material. Para torneado interior (mandrinado), el ángulo libre o de incidencia deberá ser mayor que los valores indicados, con objeto de evitar que la parte inferior del buril roce contra la pieza.

- **Ángulo de salida o desprendimiento ($\beta = 8$ a 30°).**

El ángulo de salida o tanque, es con el objeto de facilitar la expulsión de la viruta, al ángulo varía, en proporción con la cantidad de material desprendido, pudiendo ser desde 8° hasta 30° incluyendo en este último valor, un rompe virutas.

- **Ángulo de filo ($\alpha = 45$ a 80°); dependiendo del material por maquinar.**

El ángulo de filo puede variar desde 45° hasta 80° dependiendo del material que se desea maquinar. Para materiales blandos ángulos menores, en cambio para materiales duros, los ángulos son mayores.

Posición de la herramienta para diferentes operaciones de torneado.

- **Altura de la herramienta para desbaste (buril).** Para desbaste del material se recomienda colocar la punta de la herramienta, un poco arriba del centro material, aproximadamente 5° , es decir, teniendo el punto montado en el contrapunto, el vértice se puede tomar como referencia.
- **Altura de la herramienta para torneado cónico.** Para torneado cónico y roscado, es necesario que la punta de la herramienta, este precisamente en el centro del material; con eso se evita variación en la conicidad y se logra un roscado uniforme.
- **Altura de la herramienta para cortar y ranurar.** Para cortar o ranurar un material, la herramienta debe situarse exactamente al centro, desplazándola paralelamente a la pieza, con objeto de evitar chirrido o vibración.
- **Altura de la herramienta para refrentar o carear.** Para refrentar o carear la herramienta, debe situarse al centro del material, se puede hacer esta operación del centro hacia afuera, pero la cantidad de material desprendido se controla mejor si se efectúa de afuera hacia adentro.

Aplicación de las cuchillas para torrear: 1) Para cilindrar o desbastar por la derecha, 2) Para cilindrar o desbastar por la izquierda, 3) Para roscas de 60° , 4) Para hacer ranuras o gargantas y para rosca cuadrada, llamada también de listón, 5) Punta redonda (para desbaste a la derecha e izquierda), 6) Para rosca ACME de 29° o tornillo sin fin.

Las herramientas para limadora o cepillo de codo, cortan en una dirección solamente. Por esta razón se afila en ellas, en ángulo libre o de incidencia con un huelgo frontal de 3° a 4° cuando estén en posición de corte¹². A continuación se indica la posición de la herramienta y del carro transversal, para la ejecución de diferentes trabajos.

Recomendaciones en el torneado.

1. Antes de proceder al desbaste de un material montado entre puntos, verifique el alineamiento de los puntos como se indica en seguida.
 - Utilice un micrómetro de carátula y desplácelo paralelamente sobre la longitud máxima de la pieza. Si no indica variación en la lectura, significa que esta correcto.

- A falta de micrómetro de carátula, utilice un mandril con dos casquillos metálico sobrepuestos en los extremos de la pieza y efectúe un corte en ambos; si la lectura es la misma, quiere decir que esta alineado el contrapunto. En caso contrario, desplace este último y vuelva a efectuar los cortes necesarios hasta lograr el alineamiento del contrapunto.
2. En el montaje de un chuck, coloque una tabla sobre las guías de la bancada para protección de las mismas, así como para seguridad personal.
 3. En trabajos de roscado, verifique la posición de las palancas en la caja Norton.
 4. En el torneado de diferentes metales utilice las RPM adecuadas a la velocidad de corte y diámetro correspondiente.
 5. En el torneado de función; corte con segueta y limado, cubra las correderas y carros del torno.
 6. No hacer cambios de movimientos en la máquina al estar funcionando, hacerlo cuando la máquina este apagada.
 7. Limpiar con una franela o trapo el orificio del husillo del cabezal y del contrapunto al introducir casquillos, chuck broquear, y puntos fijos.
 8. Al efectuar un trabajo de moleteado, aplique suficiente aceite entre la pieza y las moletas y no tratar de limpiarlas con trapo estando en movimiento la máquina.
 9. Hacer uso de los anillos micrómetros de la máquina, así se ahorra tiempo y se realizarán trabajos de mayor precisión.
 10. Al montar o desmontar una pieza en el chuck, no dejar introducida la llave en el mismo, esto puede ocasionar un accidente.
 11. Aprender las herramientas y equipo la máquina, así como el uso adecuado de la misma.
 12. En el maquinado de una pieza, se debe tener a la vista un croquis correspondiente, para evitar errores, así como para la determinación del proceso a seguir.
 13. En el centrado de piezas de forma irregular, hacerlo en un chuck independiente, esto permitirá mayor rigidez a la vez que un buen centrado.
 14. Al usar una lima en el torno, colocar un mango bien ajustado y no acercarse demasiado la lima a las mordazas del chuck o al perro de arrastre, esto podría ocasionar un accidente.
 15. Si se utiliza lija esmeril, evitar el enroscamiento de la misma en la pieza, esto puede resultar peligroso.
 16. Para el roscado ACME, cuadrado y sinfin, es práctica común dar la profundidad del corte con el carro transversal, estando el carro auxiliar paralelo a la bancada; esta posición facilitará encontrar rápidamente el paso en caso de rotura del buril o desafilado del mismo.

Velocidades de corte y Avance.

En todos los trabajos de maquinado se observa cierta velocidad de contacto, ya sea de la herramienta con relación a la pieza (cepillo, taladro), o de la pieza con relación a la herramienta (cepillo de mesa, taladro), o en su defecto de ambas (pieza y herramienta) como en el caso de la fresadora. La velocidad de un cuerpo en movimiento, es la relación entre la distancia que recorre y el tiempo empleado en el recorrido.

La *velocidad de corte* en las máquinas-herramientas, es el camino recorrido en un minuto, ya sea por la pieza a lo largo del filo de la herramienta o bien por el filo de la herramienta a lo largo de la pieza. Se llama *avance* a la longitud expresada en milímetros o pulgadas, que recorre el carro transversal, por cada vuelta del tornillo principal en el caso del torno; en la fresadora es la longitud recorrida por la mesa por cada vuelta de la fresa. En forma general se adopta lo siguiente:

- Para desbastar revoluciones por minuto (RPM), moderadas y un gran avance.
- Para acabado RPM altas avance reducido.

La tabla 4.2 muestra las velocidades de corte para algunos materiales de uso común.

Material	m/min. Para desbaste	m/min. Para acabado	Ft/min. Desbaste	ft/min. Acabado
Hierro fundido	18.3	24.4	60	80
Acero para máquina (cold rolled)	27.4	30.5	90	100
Acero para herramientas.	15.2	23	50	75

Latón	45.7	61	150	200
Aluminio	61	91.5	200	300
Bronce	27.4	30.5	90	100

Tabla 4.2 Velocidades de corte para diferentes materiales

Fuente: Almonte C. González M. 1978. *Tecnología Aplicada en capacitación de las Maquinas Herramientas* Razo y Aguilar Impresores.

No todos los metales se comportan de la misma manera al ser sometidos a un arranque de viruta, los cuales inducen a utilizar diferentes velocidades de giro, tanto para desbaste como para acabado, tomando en cuenta: a) Material por maquinarse, b) Clase de acero de la herramienta, c) Profundidad de corte, d) Potencia de la maquina, e) Afilado de la herramienta.

Para efectuar el descentrado del contrapunto, se aplican las siguientes reglas.

- Colocar el carro auxiliar a un ángulo cualquiera (menor a 90°) estando el contrapunto alineado.
- Colocar el carro transversal en cero, girando la manivela hacia fuera, de manera que casi quede a roce el husillo del contrapunto con el buril o porta-buril previamente montado en la torre porta-herramienta.
- En el espacio dejado entre el husillo y el buril, colocar una tira de papel y acercar el carro auxiliar desplazándolo hacia arriba y hacia abajo, pero sin romperlo.
- A continuación retirar el carro transversal la cantidad que arroje el cálculo¹¹³. El cuerpo del contrapunto se moverá en dicha dirección, aflojando la tuerca que sujeta el contrapunto con la bancada; hasta obtener la misma separación (en este caso el grueso del papel), entre el husillo y el buril; pero sin mover en absoluto ninguno de los carros, sino únicamente haciendo el ajuste con los tornillos laterales que para tal objeto tiene la base del contrapunto.

Paso. Es la distancia comprendida entre dos filetes consecutivos. El *avance* de un tornillo, es la distancia que recorre el mismo dentro de la tuerca en una vuelta completa. En tornillos de una entrada el avance es igual al paso; en tornillos de doble entrada, el avance es el doble del paso, y así sucesivamente según sea el número de entradas.

Roscado en el torno.

El roscado es una operación de torneado que consiste en labrar sobre la periferia de una pieza cilíndrica uno o varios surcos helicoidales, de forma y dimensiones variadas. En los tornos que están provistos de caja de cambio rápido (caja Norton) es posible obtener diversos pasos de rosca, así como diferentes avances automáticos transversales y longitudinales.

Para el roscado es necesario que la palanca de cambio de avances, esté en posición neutra y las palancas de la caja Norton en la posición correspondiente de acuerdo al paso por roscar. La altura del buril deberá ser exactamente al centro del material y la escuadra con el mismo por medio del juil, observando que al iniciar el roscado, se comprobará si el primer corte corresponde al paso o al número de hilos por pulgada, de no ser así se cambiarán los engranes de la lira para obtener el paso correcto.

Al efectuar el roscado con desembrague de la palanca de la tuerca partida, accionar el carro transversal al mismo tiempo, así se evita maltratar el filo de la herramienta y a la vez quedara en forma correcta la salida del roscado. Para efectuar las diferentes pasadas que requiere la profundidad de corte es un buen auxiliar el indicador de carátula, pues podría suceder que al embragar nuevamente, la palanca de la tuerca partida y la herramienta buril no coincidan en el mismo surco.

Diferentes tipos de rosas.

Rosca nacional americana estándar.

Este tipo de rosca es de aplicación común en la fabricación de maquinaria americana; dicho tipo de rosca se clasifica en tres clases que son:

- Nacional coarse (NC), nacional gruesa.
- Nacional fine (NF), nacional fina
- Nacional special (NS), nacional especial.

¹¹³ Almonte C. González M. 1978. *Tecnología Aplicada en capacitación de las Maquinas Herramientas* Razo y Aguilar Impresores

Rosca de forma whitworth estándar.

El perfil de esta rosca forma un ángulo entre sus flancos de 55° siendo el remate (cresta), como la raíz redonda es de uso común en Inglaterra y Europa.

Rosca de forma en V aguda.

Teóricamente el perfil de esta rosca forma un triángulo equilátero, es decir la cresta y la raíz son agudas. Los flancos del filete forman un ángulo de 60° entre si.

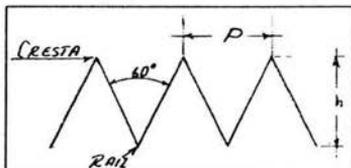


Figura 4.4 Rosca en forma de V aguda

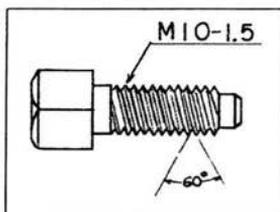
Fuente: Almonte C. González M. 1978. Tecnología Aplicada en capacitación de las Maquinas Herramientas Razo y Aguilar Impresores.

Forma de rosca "Unified y American Standard".

Esta forma de rosca difiere de la anterior americana estándar por lo que respecta a la profundidad, en cuanto a la cresta y raíz puede ser plana o redonda.

Rosca métrica internacional.

El perfil de esta rosca es similar a la de rosca nacional americana estándar, ya que el ángulo entre sus flancos también mide 60° , sólo que la cresta es plana y la raíz redonda.



M = Rosca en forma de I.S.O ó métrica
10 = Diámetro nominal de la rosca (mm)
1.5 = Paso de rosca (mm)

Figura 4.5 Rosca métrica internacional Fuente: Almonte C. González M. 1978. Tecnología Aplicada en capacitación de las Maquinas Herramientas Razo y Aguilar Impresores.

Roscado cónico.

El roscado cónico, tal como se usa en tubería puede ejecutarse en el torno, ya sea con el aditamento (barra colisa) o descentrado el contrapunto para roscas largas. Para roscas cortas primero debe cilindrase el ángulo correspondiente (normalmente es de $1 \frac{3}{4}^\circ$), a continuación poner el buril a escuadra por medio del juil sobre la parte cilíndrica recta.

La profundidad del roscado se efectúa igual como si se tratara de un roscado normal; pero deberán emplearse dos movimientos simultáneos:

1. Sacar lentamente el carro transversal, conforme avanza el carro longitudinal.
2. Desembragar la palanca de la tuerca partida al término de la longitud roscada, y así sucesivamente hasta dar profundidad total.

Los machuelos se clasifican en tres tipos (figura 4.6) que son:

- A de repaso inicial (cónico). Tienen 10 filetes de rosca achaflanados.
- B de repaso intermedio (semicónico). Tienen 5 filetes de rosca achaflanados.
- C de acabado (cilíndrico). Tienen 1 filete de rosca achaflanados.

Existen machuelos para ser accionados a mano y con máquinas. Se agrupan en juegos de 3, y se clasifican atendiendo a su aplicación:

1. Machuelos para roscar tuercas y barrenos ciegos, (sin salida). De gran aplicación en los talleres de máquinas herramientas.

- Machuelos para máquinas de roscar. Estos machuelos son iguales a los anteriores sólo que poseen el bástago más largo. Son accionados en tornos revólver y taladros de producción, con gran aplicación en la rama automotriz.
- Machos o machuelos para rosca de tubo, los hay cilíndricos y cónicos, los más usuales son los cónicos, su conicidad es de 1/16 por pulgada ó ¼ por pie, medida sobre el diámetro. De mucha aplicación en las industrias dedicadas a la fabricación de válvulas y conexiones para tubería.

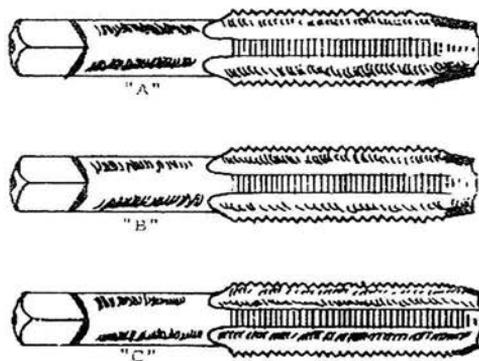


Figura 4.6 Juego de tres machuelos

Fuente: Almonte C. González M. 1978. Tecnología Aplicada en capacitación de las Maquinas Herramientas Razo y Aguilar Impresores.

Calidad de producción con el torno.

Con el torno se logra la producción en serie o individual de piezas de alta calidad. El terminado de las piezas producto de un torno puede ser de desbaste, afinado, afinado fino, o superafinado. A continuación se observa una tabla 4.3 la clasificación de terminados:

Actividad	Herramienta	Descripción
Perforaciones o taladros	Broca	Orificios que tienen terminado de desbastado, pueden ser rectos o cónicos. Las brocas son herramientas de dos filos y punta.
Escariado	Penetrador o escariador	Orificios con gran precisión en sus dimensiones, únicamente se fabrican de manera recta. Los penetradores son herramientas de varios filos para terminado de gran precisión, los que pueden ser manuales o para máquinas herramienta.
Barrenado	Barrena	Perforaciones pasantes con terminado de gran calidad, se consideran como operaciones de ajuste, más que de perforación. La barrena es una herramienta sin punta y de varios filos.
Avellanado	Avellanador	Herramienta con punta de 75° o 90° que se utiliza para eliminar las orillas de los bordes de un agujero previamente realizado.
Ajuste	Cuchillas de ajuste	Herramienta que se coloca en el taladro para dar propiamente un terminado a un barreno previamente realizado. Las herramientas pueden ser de cuchillas ajustables o de fieltro.

Tabla 4.3 Clasificación de terminados en un torno.

Fuente: Autor desconocido. Tornos

Dirección: www.calstatela.edu/centers/SCEME/automanf/index.htm

Para definir cual es la capacidad de producción de un torno es necesario contar con:

1. Plan de trabajo. Son los documentos en los que se registra la información necesaria para que en el taller se pueda producir una pieza u objeto. Un plan de trabajo puede contener la siguiente información:

- Número de operación
- Nombre de la operación
- Herramienta utilizada

- Velocidad de corte.
- Número de revoluciones
- Longitud de trabajo
- Tiempo principal
- Número de vueltas
- Tiempo total
- Observaciones

2. Planos de taller. Es el dibujo y las características de la pieza necesarias para la fabricación de la misma. Estos siempre deben tener un pie de página en el que se incluya lo siguiente:

- Nombre de lo que se va a fabricar
- Número de catálogo (cuando existe)
- Número de piezas que se van a fabricar
- Material en el que se debe construir la pieza
- Medidas en bruto del material a procesar
- Escala y acotaciones
- Responsables de diseño y de fabricación

3. Análisis de tiempos de operación del torno. En el torno existen cuatro tiempos de operación:

- Tiempo principal (T_p). Este es el que utiliza la máquina para desprender la viruta y con ello se adquiere la forma requerida.
- Tiempo a proratear (T_{pr}). Tiempo que el operario requiere para hacer que la máquina funcione incluyendo armado de la máquina, marcado de la pieza, lectura de planos, volteo de las piezas, y cambio de herramientas.
- Tiempo accesorio o secundario (T_a). Utilizado para llevar y traer o preparar la herramienta o materiales necesarios para desarrollar el proceso. Por ejemplo el traer el equipo y material para que opere la máquina.
- Tiempo imprevisto (T_{imp}). El tiempo que se pierde sin ningún beneficio para la producción, como el utilizado para afilar una herramienta que se rompió o el tiempo que los operadores toman para su distracción, descanso o necesidades.
- El tiempo total de operación es la suma de los cuatro tiempos¹¹⁴. De manera empírica se ha definido lo siguiente:

$$T_p = 60\%, \quad T_{pr} = 20\%, \quad T_a = 10\%, \quad T_{imp} = 10\%$$

El tiempo principal se calcula con la siguiente fórmula: $T_p = L / (S \times N)$, en donde: L es la longitud total incluyendo la longitud anterior y ulterior, en mm, S es el avance de la herramienta en mm/rev, N es el número de revoluciones.

4.4 EL TALADRO.

El taladro es una máquina herramienta, y su aplicación principal es la de producir agujeros en cualquier material. En esta máquina el trabajo de barrenado se efectúa en el menor tiempo posible con una herramienta de corte llamada broca.

Clasificación de los taladros.

Taladro sensitivo.

Es una máquina pequeña de alta velocidad, consta de un bastidor vertical, una base horizontal, un árbol vertical que gira y sostiene la broca. Es de avance manual, generalmente por una transmisión decremallera y piñón colocada en el mango de rotación del árbol; estos taladros pueden ser operados directamente por un motor, por banda o por discos de fricción.

- Montado en banco. Esta máquina se emplea para el barrenado sobre un banco de trabajo principalmente para piezas pequeñas.

¹¹⁴ Fuente: Autor desconocido. Tornos

- Montado en piso. En esta máquina se efectúa el barrenado con brocas de mayor diámetro para piezas de mayor tamaño que las utilizadas sobre los taladros de banco.

Taladro radial.

El taladro radial es diseñado para piezas grandes donde no es factible mover la pieza de un lado a otro para taladrar varios agujeros. Consta de una columna vertical que soporta un brazo el cual sostiene el cabezal taladrador, el brazo puede girarse el cualquier posición sobre la mesa de trabajo y el cabezal taladrador tiene un ajuste radial a lo largo de este brazo. Esta maquina además de efectuar el trabajo de barrenado, también se usan para machuelar, rimar, así como para el calibrado de barrenos por medio de herramientas sólidas o sobrepuestas en una barra o mandril.

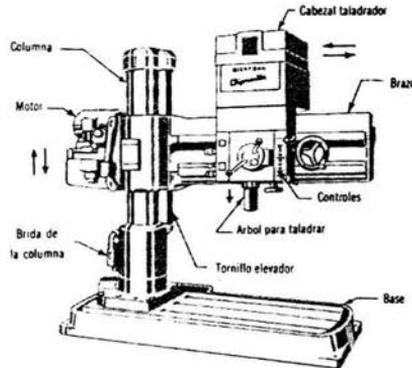


Figura 4.7 Taladro radial

Fuente: Amstead B. H., Ostwald Phillip F., Begeman Myron L. 1979. Procesos de Manufactura Versión SI.

Taladro múltiple.

Cuando varios árboles taladradores son montados en un banco, éste es conocido como un taladro múltiple. Este tipo se adapta al trabajo de producción donde varias operaciones deben ser desarrolladas. La pieza a trabajar se monta en un dispositivo que pueda deslizarse sobre la mesa de un árbol al siguiente.

Taladro vertical.

Los taladros verticales son similares a los taladros sensitivos, excepto que tiene mecanismos para el avance y giro de la broca y son diseñados para trabajo pesado¹¹⁵.

Velocidad de corte para taladrar.

Las revoluciones por minuto (RPM) a que debe girar una broca al efectuar el taladrado depende de: Velocidad de corte del material, diámetro de la broca, avances, y lubricación.

La eficiencia en el barrenado depende principalmente de: Tipo de acero de la broca, estado físico de la máquina, dureza del material por barrenar, afilado correcto de la broca

Causas de un taladrado deficiente.

1. Filos formando ángulos diferentes con el eje de la broca. Sólo un filo hará el barrenado y el agujero resultará de mayor diámetro que el de la broca misma.
2. Ángulos de dos filos iguales respecto al eje de la broca, pero la longitud de dichos filos diferentes, lo cual también ocasionará que el diámetro del barreno sea mayor al de la broca.
3. Destalonado deficiente, lo que aumenta el razonamiento al taladrar y eso puede ocasionar la rotura de la broca. Excesivo destalonado debilita los extremos de los filos, pudiendo saltar estos.
4. Velocidad excesiva, gastan rápidamente los filos y biseles lo que producen desgaste prematuro de la broca ya que se destruye el temple.

¹¹⁵ Amstead B. H., Ostwald Phillip F., Begeman Myron L. 1979. Procesos de Manufactura Versión SI

Brocas.

La ejecución de un agujero en una pieza puede ser, en algunos casos una operación sencilla, pero en la mecánica industrial constituye un trabajo importante y preciso.

Al elegir una broca para un determinado trabajo de barrenado, debe tenerse en cuenta la dureza del material, el filo indicado, el refrigerante, etc. Las brocas se designan en la forma siguiente:

- Por número (de la número 80 a 1)
- Por letras (de la letra A a la Z)
- Por fracciones de pulgada (desde 1/64 a 3 1/2 pulgadas)

En su mayoría las brocas mayores de 1/2 pulgadas de diámetro se fabrican con mango cónico, dicha conicidad se denomina morse. Por otra parte las brocas menores de 1/2 pulgadas de diámetro generalmente tienen el mango cilíndrico.

Ángulos adecuados de los labios de la broca respecto al eje de la misma.

- a) Para barrenar acero o hierro dulce, es suficiente un ángulo de 59°.
- b) Para taladrar materiales duros, el ángulo de los filos puede ser hasta de 70°.
- c) Para el barrenado de materiales blandos, el ángulo de los filos a 40° es suficiente.
- d) El ángulo de destalonado varía entre 12° y 15° dependiendo de la dureza del material por barrenar.

Afilado de la punta de una broca.

Para obtener el rendimiento máximo y vida completa de una broca, es necesario que los labios cortantes tengan los siguientes requisitos.

- a) El mismo ángulo de inclinación sobre el eje de la broca.
- b) Ambos sean del mismo largo.
- c) El dorso del labio presente tenga la misma inclinación.
- d) El ángulo formado del centro muerto con el labio cortante, sea el indicado.

Brocas de centros.

Cuando es necesario maquinar una pieza montada entre puntos, por ejemplo:

- Torneado cilíndrico recto y cónico
- Roscado.
- Rectificado de superficies cilíndricas rectas y cónicas.

La pieza deberá estar provista de centros en sus extremos (caras), los cuales servirán de asiento para poder realizar el trabajo de maquinado. Existen dos tipos de brocas para realizar tal operación:

- a) Broca de centros estándar. Esta broca tiene su parte avellanada con un ángulo a 60°.
- b) Broca de centros tipo campana. Deberá emplearse de preferencia para trabajos de piezas pesadas, ya que pueden deformarse los extremos avellanados con una broca de centros estándar. La broca tipo campana, además del ángulo a 60° para el avellanado, tiene otro ángulo a 120°, el cual permite utilizar toda la superficie avellanada, obteniéndose así un asiento protegido y facilitando la lubricación.

Escariado.

Se le da el nombre de escariado o rimado, a la operación de terminar un agujero con precisión tanto en su construcción, como en su acabado. Cuando un agujero deba ser muy exacto en diámetro y acabado tiene que hacerse escariado. Existen cuatro clases de escariadores o rimas.

1. Escariadores de mano con ranuras (rectas y helicoidales).
2. Escariadores de mano de expansión.
3. Escariadores de cónicos para pernos guías.
4. Escariadores de máquina.

Su forma es una cilíndrica con ranuras rectas o helicoidales a lo largo de la longitud de su cuerpo. Los escariadores de mano, son herramientas sólidas y rectas con ranuras rectas o helicoidales¹¹⁶. Los escariadores de mano ajustable (expansión) tienen hojas insertadas en ranuras cónicas.

Los agujeros a escariar deben taladrarse primero a una medida menor como se muestra en la tabla 4.4.

¹¹⁶ Almonte C. González M. 1978. *Tecnología Aplicada en capacitación de las Maquinas Herramientas*. Razo y Aguilar Impresores.

Para agujeros (pulgadas)	Dejar de diámetro (pulgadas)
¼	0.010
½	0.015
1	0.020
1 ½	0.025
2	0.030
3	0.045

Tabla 4.4 Perforaciones para escariar

Fuente: Almonte C. González M. 1978. *Tecnología Aplicada en capacitación de las Maquinas Herramientas*. Razo y Aguilar Impresores.

Rimado o escariado a mano. Una vez hecho el barreno o agujero en la pieza a la medida deseada, la pieza se sujeta en el tornillo de banco y se coloca el escariador en posición vertical, con el maneral gira machos y haciendo poca presión se le da un cuarto de vuelta a la derecha. No debe forzarse el escariador porque puede atascarse, si esto sucede se le hará presión por el lado opuesto.

Escariado en maquina. Las rimas o escariadores de expansión, tiene un roscado y una tuerca en ambos extremos del cuerpo para ajustar y expandir las navajas o cuchillas a un diámetro deseado determinado. Estas rimas pueden ser aumentadas desde 1/32 a 5/16 de pulgada.

4.5. EL CEPILLO O LIMADORA.

El cepillo de codo o limadora como también se le conoce, se emplea en el maquinado de superficies planas, las cuales pueden estar en posición horizontal, vertical o en ángulo; además se emplea para el mecanizado de perfiles irregulares y especiales. Por medio de herramientas especiales, accesorios y dispositivos para sujetar la pieza un cepillo puede cortar también cuñeros externos e internos, gargantas espirales, cremalleras, colas de milano y ranuras en T. La mayoría de los cepillos de codo se impulsan por un brazo oscilante y un mecanismo de manivela¹¹⁷.

El trabajo se sujeta sobre una mesa ajustable, por medio de dispositivos especiales de acuerdo al tamaño y forma; o bien en un tornillo de mordaza que se encuentre sujetado a la mesa. El tamaño de un cepillo de codo esta designado por la máxima longitud de su carrera (en cm o en pulgadas). Dichas dimensiones también indica las dimensiones del cubo que puede sujetarse y mecanizarse (cepillarse).

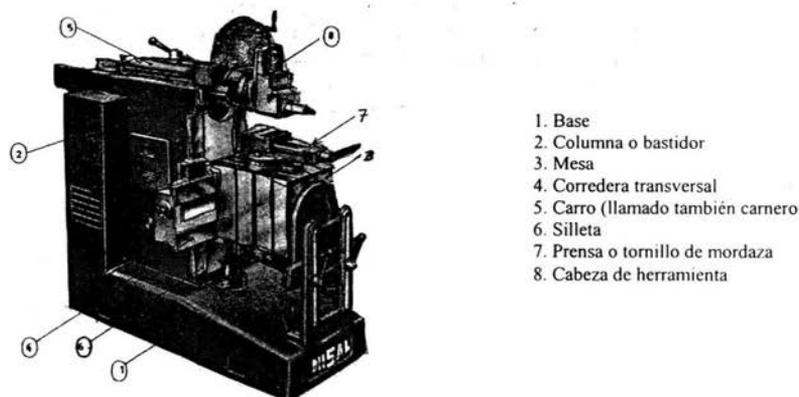


Figura 4.8 Partes principales de un cepillo de codo.

Fuente: Almonte C. González M. 1978. *Tecnología Aplicada en capacitación de las Maquinas Herramientas*. Razo y Aguilar Impresores.

¹¹⁷ Amstead B. H., Ostwald Philip F., Begeman Myron L. 1979. *Procesos de Manufactura Versión SI*

Clasificación de los cepillos. Los cepillos de codo pueden clasificarse como:

- Horizontal corte en el avance
 1. Simple. Trabajo de producción
 2. Universal. Trabajo de herramientas.
- Vertical
 1. Ranudora
 2. Mortajadora

Cepillo de codo horizontal.

Un cepillo de codo horizontal, consiste de una base y un bastidor que soporta un ariete horizontal. Al ariete que lleva la herramienta se le da un movimiento alternativo igual a la longitud de la carrera deseada.

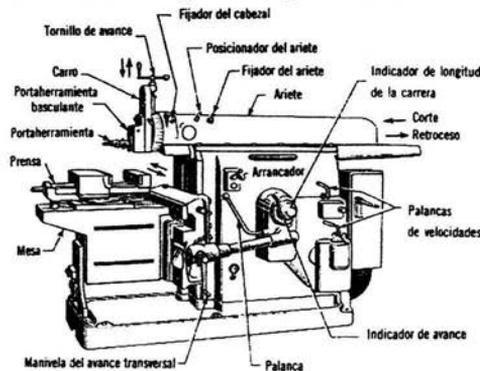


Figura 4.9 Cepillo de codo horizontal simple

Fuente: Amstead B. H., Ostwald Phillip F., Begeman Myron L. 1979. Procesos de Manufactura Versión SI

El mecanismo de retorno rápido que mueve al ariete está diseñado de manera que el recorrido de retroceso del cepillo de codo es más rápido que el recorrido de corte. Lo cual reduce al mínimo el tiempo inactivo de la máquina. El cabezal porta-herramienta en el extremo del ariete que se puede girar angularmente, está provisto de medios para la penetración en la pieza. En él se sujeta un porta-herramienta basculante pivoteado en la parte superior para permitir que la herramienta se levante en la carrera de retroceso, y evitar así que se incruste en la pieza. La mesa de trabajo está soportada sobre dos guías en cruz al frente del cepillo. Un tornillo de avance, en conexión con las guías permite que la pieza se mueva transversal o verticalmente¹¹⁸.

Cepillo de codo vertical.

El cepillo de codo vertical o rasurado se usa principalmente en el corte de interiores, planos y ángulos, y para operaciones que requieren cortes verticales debido a la posición en que debe mantenerse la pieza. Las operaciones de este tipo se encuentran con frecuencia en el trabajo de matrices, moldes metálicos, y patrones metálicos. El ariete del cepillo de codo opera de un modo vertical y tiene el dispositivo usual de retorno rápido. La pieza al ser maquinada se sujeta en una mesa circular, teniendo un avance rotatorio además de los movimientos usuales de la mesa. El avance de la mesa circular, permite el maquinado de superficies curvas, proceso para muchas piezas irregulares que no se pueden torneár. Las superficies planas se cortan usando cualquiera de los avances transversales de mesa. Un cepillo de codo vertical, conocido como mortajadora, esta diseñado para cortar cuñeros en engranes, poleas, levas y piezas similares.

Cepillo de mesa.

Un cepillo de mesa es una máquina herramienta diseñada para desprender metal, moviendo la pieza en línea recta contra una herramienta de un solo filo. Los cortes, que son principalmente superficies planas, pueden ser horizontales, verticales o en ángulo. Además del maquinado de piezas grandes el cepillo de mesa se usa con frecuencia para maquinar muchas piezas pequeñas sujetadas en línea sobre una placa.

¹¹⁸ Amstead B. H., Ostwald Phillip F., Begeman Myron L. 1979, Procesos de Manufactura Versión SI

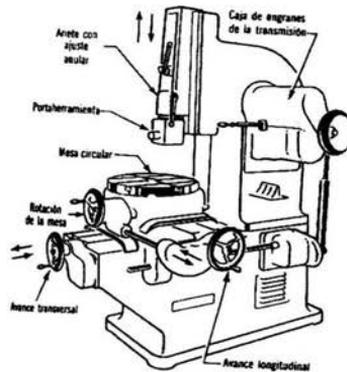


Figura 4.10 Cepillo vertical

Fuente: Amstard B. H., Ostwald Phillip F., Begeman Myron L. 1979. Procesos de Manufactura Versión SI.

Cepillo de mesa de doble bastidor.

Este cepillo de mesa consta de una base pesada y larga en la que la mesa o plancha se mueve alternativamente. El bastidor vertical en le centro, a los lados de la base, soporta el travesaño en el que las herramientas avanzan a través de la pieza. Las herramientas se sujetan, tanto por arriba como por los lados, avanzan de una manera manual o por potencia, tanto en dirección vertical como transversal.

Cepillo de mesa abierto lateralmente.

Este cepillo tiene el bastidor en un solo lado. El lado abierto permite el maquinado de piezas anchas. La mayoría de los cepillos de mesa tienen una guía plana y una doble V lo cual permite expansiones desiguales en la bancada y la mesa. Las bridas ajustables a lado de la bancada controlan la longitud de la carrera de la mesa. La precisión de los cepillos de mesa abiertos de un lado y el doble bastidor está determinada por su rigidez y por la manera en que se maquina las guías.

Cepillo de cantera o de placas.

Este tipo de cepillo especial de mesa se proyectó para el maquinado de los cantos de placas pesadas de acero para recipientes a presión y placas de blindaje. La placa se sujeta a una bancada, y el carro que sostiene a la herramienta cortante se mueve hacia atrás y adelante a lo largo del canto. Se usa gran tornillo de transmisión para mover el carro. La mayoría de cepillos de cantar usan fresas en lugar de las herramientas convencionales del cepillo de mesa, para una mayor velocidad y precisión.

Mecanismo de retorno rápido.

Se han desarrollado diversos tipos de mecanismos de retorno rápido para los cepillos de codo, pero el más común es la manivela o el tipo de brazo oscilante. Este consta de una manivela giratoria impulsada a velocidad uniforme, conectada a un brazo oscilante por medio de un bloque deslizante que funciona en el centro del brazo oscilante. La manivela esta contenida en el eslabón que conecta al tornillo del ariete y se gira el posicionador del ariete. Girando el tornillo posicionador, el ariete se puede mover hacia atrás o hacia adelante a la posición de corte correcta.

La velocidad de corte en los cepillos.

En los cepillos de codo horizontales se define como el promedio de velocidad de la herramienta durante la carrera de corte¹⁹; se utiliza para determinar el número de golpes ó carreras por minuto a que debe cepillarse una pieza de determinada longitud. Por medio de la velocidad de corte, dureza del material y longitud se llega a las siguientes conclusiones:

- A mayor longitud por maquinar, menor número de golpes por minuto y viceversa a menor longitud por maquinar, mayor número de golpes por minuto.
- A mayor dureza del material, menor número de golpes por minuto y viceversa a menor dureza del material, mayor número de golpes por minuto.
- La velocidad de maquinado es inversamente proporcional a la longitud y dureza del material.

4.6. LA FRESADORA.

El fresado consiste en maquinarse circularmente todas las superficies de formas variadas; planas, convexas y cóncavas. Este trabajo se efectúa con la ayuda de herramientas especiales llamadas fresas (figuras 4.13 y 4.14). Las máquinas para fresar se llaman fresadoras, en las cuales pueden efectuarse trabajos de división, tallado de engranes y cuñeros.

Clasificación de las fresadoras.

La orientación del árbol principal, respecto a la superficie de la mesa, determinan el tipo de fresadora. Las principales fresadoras son: *Fresadora horizontal*. La cual recibe este nombre debido a que el eje del árbol principal es paralelo a la superficie e la mesa. *Fresadora vertical*. En la cual el eje del árbol principal esta en posición perpendicular a la superficie de la mesa (figura 4.11).

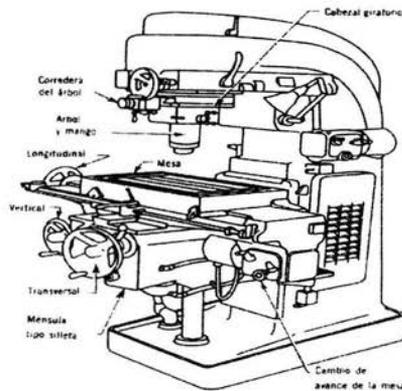
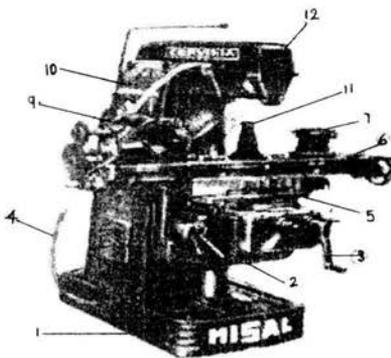


Figura 4.11 Fresadora vertical con cabezal giratorio.

Fuente: Amstead B. H., Ostwald Phillip F., Begeman Myron L. 1979. Procesos de Manufactura Versión SI.

Fresadora Universal. La fresadora universal esta constituida por las siguientes partes (figura 4.12)



1. Base.
2. Mensula.
3. Manivela sensitiva.
4. Manguera para refrigeración.
5. Carro transversal.
6. Carro longitudinal.
7. Contra punto.
8. Gato de soporte.
9. Cabezal divisor.
10. Columna.
11. Engranes de recambio.
12. Árbol porta-fresa

Figura 4.12 Fresadora Universal

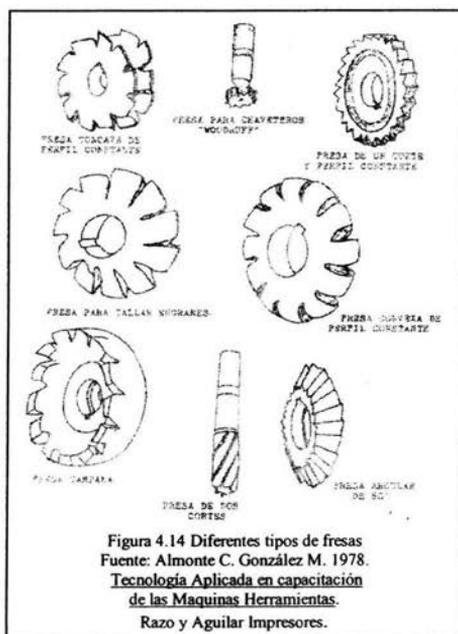
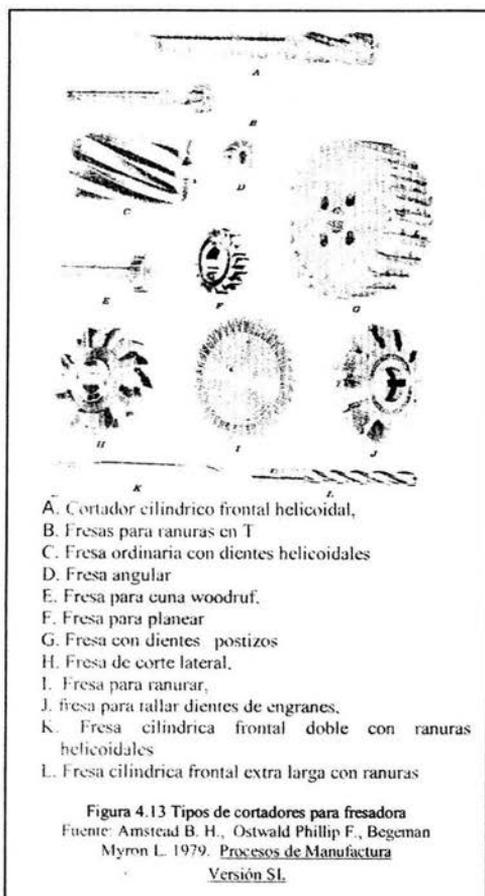
Fuente: Almonte C. González M. 1978. Tecnología Aplicada en capacitación de las Maquinas Herramientas. Razo y Aguilar Impresores.

La fresadora universal recibe dicho nombre debido a que el árbol porta-fresa, puede inclinarse al cualquier ángulo con respecto a la superficie de la mesa, además puede adaptarse de horizontal a vertical y viceversa, por otra parte el carro transversal, está montado sobre una mesa graduada en grados geométricos, lo que permite orientar y fijar al ángulo requerido¹²⁰.

Operaciones más comunes de fresado.

División. Para poder efectuar trabajos de división en una fresadora, es indispensable poseer un aparato llamado cabezal divisor, el cabezal divisor tiene por objeto:

- Soportar uno de los extremos de la pieza
- Comunicarle cuando ello es necesario un movimiento de rotación.
- Permitir de acuerdo a su perfeccionamiento, trabajos de división diferencial, así como el tallado recto y helicoidal.



Clasificación del cabezal.

Cabezal divisor universal. Este aparato permite además el tallado de engranes cónicos y helicoidales

Cabezal divisor universal con engranes satélites.

Este aparato permite una variante del cabezal universal pero esta provisto de un tren de engranes, lo que permite una más extensa cantidad de divisiones que en los cabezales anteriores.

Cabezal divisor simple.

Su aplicación principal es en el tallado de engranes rectos, fresar un cuadrado y un hexágono regular. Este aparato divisor es el más usual debido a la relación del engranaje sinfín que es de 1/40 de vuelta. Un extremo del tornillo sin fin tiene sobrepuesta una manivela para darle giro de rotación, y siendo el tornillo de una entrada al dar una vuelta hace girar el engrane sinfín, 1/40 de vuelta, debido a que el engrane tiene 40 dientes por lo que al dar 40 vueltas al tornillo, el engrane dará una vuelta.

Este cabezal divisor se complementa con unos discos taladrados en una o ambas caras con barrenos espaciados, y de acuerdo con la cantidad de barrenos que tenga en cada circunferencia aparecerá marcado con un pequeño número, de esta manera se facilita la selección del círculo de barrenos para una división dada.

División diferencial.

Como el número de divisiones que pueden obtenerse por división simple es limitado, y el método de división compuesta es muy complejo, se ha adoptado por otro método denominado división diferencial. Por este método el trabajo de división se efectúa de la misma manera que para la división simple, sólo que el disco de barrenos no permanece fijo, sino que al hacer girar la manivela del divisor, el disco o plato también gira ya sea en la misma dirección o en dirección opuesta. La rotación del disco o plato de agujeros se obtiene por medio de una serie de engranes de recambio, los cuales conectan a dicho disco con el eje del cabezal divisor.

Cuando se hace girar la manivela del divisor, gira el eje del tornillo sinfín, el cual hace a su vez hacer girar la rueda y por consiguiente al cabezal divisor, este a su vez por medio de los engranes de recambio y dos piñones cónicos transmite el movimiento al disco o plato de agujeros.

Velocidad de corte.

Cuando se trate de seleccionar la velocidad, el avance y la profundidad adecuada en la máquina fresadora, se tiene que tener en cuenta los factores siguientes:

- Tamaño y consistencia de la máquina.
- Diámetro del cortador.
- Número de dientes del cortador.
- Calidad del acero de que esta construido el cortador.
- Refrigerante para el cortador.
- Dureza del acero de la pieza a fresar
- Sujeción o rigidez de montaje de la pieza para el fresado.

4.7 ENGRANAJES.

Un engrane es elemento básico de los engranajes. Los engranes son piezas cilíndricas de material sólido con ranuras simétricas a su alrededor. Las ranuras que forman los dientes evitan los resbalamientos en una transmisión.

El engranaje es la parte fundamental de los engranajes, que son combinaciones de ruedas dentadas utilizadas para transmitir un movimiento giratorio de un eje a otro.

Los engranes se dividen en grupos y se designan por la posición que tienen los dientes respecto al eje de rotación del engranaje.

Clasificación de los engranes.

1. **Engranajes rectos.** Se emplean para conectar árboles cuyos ejes son paralelos.
2. **Engranajes cónicos.** Los dientes son tallados (fresados) sobre una superficie cónica, se emplean entre ejes cuyas líneas de centro se cortan.
3. **Engranajes helicoidales.** Tienen sus dientes tallados a cierto ángulo con el eje de rotación.
4. **Engranajes de tornillo sinfín y rueda dentada.** Consisten de una rueda con diente helicoidal, la cual es accionada por un husillo o tornillo sinfín.

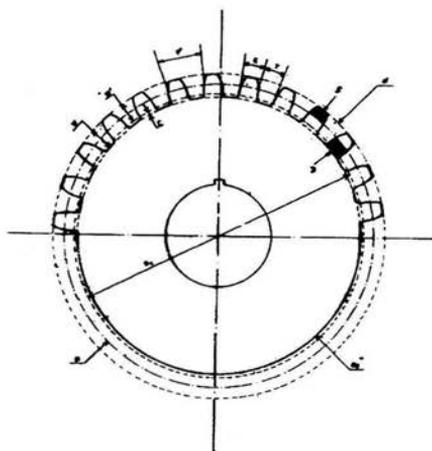
5. **Engranajes de cheuron.** Tienen dientes helicoidales dobles y son empleados cuando se necesitan velocidades y relaciones de transmisión elevadas.
6. **Engranajes de espiral.** Tienen dientes tallados sobre superficie cónica y curvados en forma de espiral, son utilizados principalmente en la transmisión al eje trasero de los automóviles.

En la formación del perfil de los dientes de engranajes, hay dos sistemas de uso general:

- a) Envolverte normal cuyo ángulo de presión es de $14^{\circ} 30'$
- b) Envolverte stub cuyo ángulo de presión es de 20°

Engranajes cónicos.

Los engranes cónicos se diferencian de los engranes rectos, ya que los dientes son fresados sobre una superficie cónica y no sobre una superficie cilíndrica. El fresado (tallado) cónico, normalmente se realiza en talladoras especiales para la producción en serie. En la figura 4.15 se muestra un engrane, mostrando sus partes principales



W = Profundidad total del diente
 W' = Profundidad útil del diente
 c = Claro de engranaje
 C = Distancia entre centros
 N = Número de dientes
 Nc = Número de dientes del piñón
 Np = Número de dientes de la cremallera
 L = Longitud de la cremallera
 M = Modulo para engranajes métricos

Df = Diámetro de fondo
 Dc = Diámetro de claro
 D = Diámetro primitivo o de paso
 Φ = Diámetro exterior
 .p' = paso circular
 p = Paso diametral
 S = Suplemento, cabeza de diente o addendum
 B = Pie del diente, base o dedendum
 E = Espesor del diente en el círculo primitivo
 T = Espacio entre dientes

Figura 4.15 Partes principales de un engrane

Fuente: Almonte C. González M. 1978. Tecnología Aplicada en capacitación de las Maquinas Herramientas. Razo y Aguilar Impresores.

Engranajes helicoidales.

Este tipo de engranajes reciben su nombre debido principalmente a que sus dientes se tallan formando un ángulo con el eje de rotación. El tallado de estos engranes, es similar al fresado de un tornillo de filetes múltiples (varias entradas), es decir de paso rápido. Este sistema de transmisión se utiliza cuando es necesario un funcionamiento suave y silencioso, ya que la acción de contacto entre sus dientes, es de rotación por deslizamiento, pues cuando están en movimiento, no termina de desengranar un diente cuando otros dientes ya están en contacto entre sí.

Un mecanismo de transmisión empleando este tipo de engranes normalmente trabaja con ejes paralelos o bien con ejes en ángulo recto (ejes perpendiculares), así como también a diferentes ángulos¹²¹. En una transmisión de movimiento con engranajes helicoidales y ejes paralelos, el ángulo primitivo de inclinación de sus dientes, deberá ser en un lado a la derecha y en el otro a la izquierda.

Los engranajes que transmiten el movimiento entre ejes paralelos, deben tener los dientes poco inclinados, generalmente no deben excederse de 20 ° para evitar empujes excesivos¹²².

4.8 FLUIDOS PARA EL CORTE.

Dado que los procesos de corte implican tensiones y fricciones locales y un considerable desprendimiento de calor, los materiales empleados en los útiles de corte deben ser duros, tenaces y resistentes al desgaste a altas temperaturas. Hay materiales que cumplen estos requisitos en mayor o menor grado, como los aceros al carbono (que contienen un 1 o 1.2% de carbono), los aceros de corte rápido (aleaciones de hierro con volframio, cromo, vanadio o carbono), el carburo de tungsteno y los diamantes. También tienen estas propiedades los materiales cerámicos y el óxido de aluminio. En muchas operaciones de corte se utilizan fluidos para refrigerar y lubricar. La refrigeración alarga la vida de los útiles y ayuda a fijar el tamaño de la pieza terminada. La lubricación reduce la fricción, limitando el calor generado y la energía necesaria para realizar el corte.

Clases de fluido de corte

Los fluidos para corte son de tres tipos: gases, soluciones acuosas, aceites químicamente inactivos y fluidos sintéticos. Los gases tienen una capacidad de enfriamiento inferior, algunas veces se sopla aire comprimido sobre el hierro colado. El dióxido de carbono (CO₂) a bajas temperaturas puede dirigirse para enfriar una herramienta sin que se temple el material de trabajo. Esto tiene aplicación limitada para maquinari aleaciones de resistencia ultra elevada impidiendo que se endurezcan mientras se cortan y dañen la herramienta.

El agua es el mejor medio de enfriamiento y el fluido más efectivo para el corte a alta velocidad pero tiene poco valor lubricante, no se rocía bien sobre una superficie para humedecerla debido a su elevada tensión superficial: causa incrustamiento y corrosión.

Los fluidos químicos o sintéticos contienen principalmente modificadores del agua. Pueden ser enfriadores puros que contienen tan sólo ablandadores del agua e inhibidores de la oxidación o pueden ser enfriadores lubricantes con agentes humectantes y/o de presión externa, como el yodo, cloro, azufre y fósforo. Entre otros productos químicos que se usan como fluidos de corte se incluyen los germicidas y los agentes mezcladores. Los productos químicos aumentan las capacidades de penetración y enfriamiento del agua aún más que los aceites, reducen la corrosión y añaden lubricidad que se aproximan a la de los aceites.

Los fluidos de corte comunes, conocidos como aceites solubles o dispersables, son emulsiones de aceite mineral con aditivos (como el jabón en el agua) y algunos son agentes de presión externa. Las mezclas varían en carácter desde las soluciones pesadas con una elevada lubricidad y acojinamiento adecuados para el torneado, fresado, brocado pesado, y operaciones semejantes hasta las soluciones ligeras con poca lubricidad pero con una detergencia elevada apropiada para el esmerilado con grano fino y otras operaciones que se realizan a alta velocidad.

Los aceites para corte recto son aquellos que no se mezclan con agua, se clasifican como activo e inactivo, de acuerdo si están o no mezclados con productos químicos. Los aceites minerales inactivos no se usan mucho pero sirven en materiales que son inherentemente de corte libre. En cuanto a su viscosidad van desde el queroseno utilizado sobre magnesio y aluminio, hasta parafinas ligeras para latón de corte libre. El azufre, en menor grado, el cloro y el fósforo se mezclan con aceites tanto minerales como grasos para formar compuestos de aceite de corte activo para obtener propiedades altas de antisoldadura y lubricación bajo presiones extremas¹²³.

¹²² Ahnonte C. González M. 1978. Tecnología Aplicada en capacitación de las Maquinas Herramientas. Razo y Aguilar Impresores.

¹²³ Doyle Lawrence E. 1988. Materiales y Procesos de Manufactura para Ingenieros. Editorial Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A.



CAPITULO 5



PARTICIPACION DE LA INDUSTRIA METAL MECANICA EN LA ECONOMIA

Las economías de los países que constituyen América del Norte (México, USA y Canadá) forman uno de los segmentos más importantes de la economía internacional, cerca de un tercio del Producto Interno Bruto (PIB) mundial se genera en esta área. La región sin embargo muestra en el desempeño de sus componentes enormes asimetrías, junto a la economía nacional más grande del mundo se encuentra la economía mexicana como una especie de socio menor, en muchos sentidos alejado de los beneficios que la reciente globalización económica y de forma especial los acuerdos regionales¹²⁴ como el Tratado de Libre comercio de América del Norte (TLCAN) suponen para conglomerados que se integran en función de intereses comunes.

El presente capítulo muestra una perspectiva econométrica del sector real de la economía mexicana, así como la aportación, que dentro de esta tiene la industria manufacturera. Se presenta el comportamiento de algunas variables importantes en el contexto de relaciones de equilibrio de largo plazo. El análisis ilustra la evolución e intensidad de los lazos entre las economías de México y los Estados Unidos de América y el papel que el tipo de cambio real, la Balanza Comercial (BC), así como la Inversión Extranjera Directa (IED); han tenido en la determinación de la actividad económica en México.

5.1 DESARROLLO DE LA ECONOMIA MEXICANA.

Historia moderna de la economía mexicana.

Empieza a desarrollarse después de la Segunda Guerra Mundial, en la fase de la posguerra, cuando a partir de políticas económicas estatales y dentro de un discurso de corte nacionalista¹²⁵, se busca convertir la estructura económica primaria y agrario exportadora en una estructura con un perfil industrial diverso y por tanto con menos dependencia del exterior.

Así, las diversas fases del proceso de industrialización de la economía mexicana siguen las rutas clásicas de lo que en la literatura económica se observa para países denominados en vías de desarrollo: reforma agraria; transferencia de recursos al sector privado para impulsar el desarrollo industrial (por ejemplo infraestructura para transporte), precios subsidiados de materias primas y auxiliares, créditos baratos, aliento de procesos de sustitución de importaciones en muchos casos sobre la base de recepción de Inversión Extranjera Directa (IED), tipo de cambio sobrevaluado; elementos todos que provocaron una larga fase que se prolongó hasta finales de los años 70's bautizada con el nombre de desarrollo estabilizador y que parecía que después de 20 años de altas tasas de crecimiento, había consolidado segmentos industriales de competitividad adecuados para los prevaecientes en el ámbito internacional.

Si embargo, evaluaciones de la estructura manufacturera correspondientes a este período nos indican que a pesar de esos altos índices de crecimiento subsistían problemas como los precarios desarrollos en la sustitución de importaciones de los bienes de capital o en el hecho de que se habían profundizado otros, como el desplazamiento o la sustitución de los grupos de capitales nacionales por capitales extranjeros en las ramas industriales más dinámicas, dentro de la cobertura de una Ley de 1973 que regulaba y fomentaba la inversión extranjera¹²⁶.

Modelo Estadista.

Durante el periodo de sustitución de importaciones como estrategia para promover la industrialización y el crecimiento económico del país, y con esto mejorar la calidad de vida de los mexicanos. Como en otros países, las medidas adoptadas incluyeron un sistema de protección a los productores domésticos basados en permisos de importación, precios oficiales para los productos comercializados y aranceles elevados, así como subsidios crecientes al uso de capital y en el suministro de bienes y servicios públicos.

^[124] Juárez Nuñez Humberto, 1999. *Plantas Gemelas, Plataformas Continentales y Fábrica Modular en la Industria del Automóvil. Variantes de una estrategia empresarial en América del Norte.*
Dirección: www.redem.buap.mx/sejuarez.htm

^[125] Garcés Díaz Daniel G., 2003. *La Relación de Largo Plazo del PIB Mexicano y de sus Componentes con la Actividad Económica en los Estados Unidos y con el Tipo de Cambio Real.*

Dirección: www.banxico.org.mx/Publicaciones/DocumentosInvestigación/docinves/doc2003-4/doc2003-4.pdf

^[126] Juárez Nuñez Humberto, 1999. *Perfil de la Industria Metalmeccánica en México.*

Dirección: <http://www.imfmetal.org/main/files/MexicoFinalReportH.pdf>

En su primera etapa, la protección al sector industrial se llevó a cabo primordialmente mediante el uso de barreras arancelarias, que se aplicaban sobre el precio oficial para el producto importado, convirtiendo a este último en un instrumento de protección. El uso de restricciones cuantitativas al comercio cobró mayor importancia a partir de la década de los cincuenta y se intensificó hasta mediados de los sesenta. El valor de las importaciones sujetas a permiso como proporción de las importaciones totales pasó de un 17.7% en 1956, a un 90.4% en 1976.

Para compensar en parte el sesgo antiexportador, al iniciarse los años setenta, las autoridades establecieron un sistema de incentivos a la exportación que incluía los 202 certificados de devolución de impuestos, la importación de insumos libre de aranceles y el otorgamiento de créditos de corto plazo para exportación y financiamiento a tasas preferenciales, para proyectos de inversión orientados a los mercados externos. Sin embargo, los beneficios de estas medidas fueron prácticamente nulos debido a que se otorgaban en forma discrecional, y a que la protección de las actividades que sustituían importaciones iba en aumento.

Con la crisis de balanza de pagos de 1976, y como parte de los acuerdos con las instituciones financieras internacionales, se presentó en México el primer intento de liberalización comercial que se tradujo en una reducción en el valor de las importaciones sujetas a permiso, del 90.4% en 1976 al 60% en 1979. La medida se dio paralelamente a un aumento en los aranceles que se suponía sería temporal, pero que se mantuvo en forma indefinida por la aceleración de la tasa de inflación que, combinada con una política de tipo de cambio fijo, se tradujo en una creciente sobrevaluación del tipo de cambio.

Incluso se realizaron gestiones para el ingreso de México al General Agreement on Tariff and Trade (GATT), pero la decisión de las autoridades en marzo de 1980 de retirar la solicitud marcó el inicio de un período de protección aún mayor que el prevaleciente. Las presiones que se presentaron entonces en la balanza de pagos y el creciente déficit de cuenta corriente que resultaban de la expansión del gasto público, llevaron a las autoridades a incrementar las barreras al comercio, sujetando todas las importaciones a permiso previo durante 1982.

La combinación de los instrumentos de la política comercial (permisos de importación, precios oficiales y aranceles) dio como resultado la presencia de altas tasas de protección efectiva para los bienes manufacturados y tasas negativas, en algunos casos, para los productos primarios. La economía mexicana se convertía en una economía cada vez más cerrada y con menor capacidad de exportación, lo que se manifestó abiertamente en el comportamiento de la tasa de crecimiento de las exportaciones, tanto manufactureras como primarias, cuyo ritmo se desaceleró entre 1960 y 1982. Como consecuencia, la participación de México en el comercio mundial se redujo en forma considerable. El cambio de tendencia que se observó entre 1976 y 1982 es atribuible a las crecientes exportaciones petroleras que se registraron durante el período¹²⁷.

Hasta 1981, o también puede decirse hasta el agotamiento del "boom" petrolero, la producción mexicana puede ser calificada como un negocio pequeño pero rentable para las firmas que tenían plantas en México, las ramas industriales con presencia mayoritaria de empresas transnacionales eran: productos de hule, farmacéutica, derivados de carbón y petróleo, maquinaria eléctrica, maquinaria no eléctrica y material de transporte, justamente, las de más alto desarrollo y nivel de participación en el valor manufacturero de esa época¹²⁸. Cuando la crisis de 1982 mostró que el mercado interno mexicano no podía ser base de proyecciones para la expansión, la reconversión asume un perfil de crecimiento "hacia afuera", es decir, dependiente en absoluto de las inversiones extranjeras y de la demanda externa¹²⁹.

México experimentó una prolongada recesión durante los ochenta, comúnmente entendida como una secuela de la crisis de la deuda que estalló en 1982¹³⁰. A la entrada de los años 80's; frente a fenómenos como: caída de los precios petroleros y de las materias primas de origen agropecuario, una estructura manufacturera de muy bajos índices de competitividad y por tanto con una baja capacidad exportadora, un peso importante de la deuda externa en las finanzas nacionales y en un contexto internacional caracterizado por el encarecimiento de los créditos en los mercados de capital y, especialmente en la adopción de una nueva ortodoxia económica que pone el acento en la reducción de costos y el desarrollo de la competitividad para concursar en el mercado internacional; la economía mexicana ingresa a un período de severa recesión¹³¹.

^[127] Georgina Kessel. Liberalización Comercial y Crecimiento Económico.

Dirección: <http://www.cidac.org/libroscidac/mexico-cambio/Cap-6.PDF>

^[128] IBIDEM.

^[129] Juárez Nuñez Humberto, 1999. Plantas Gemelas, Plataformas Continentales y Fábrica Modular en la Industria del Automóvil. Variantes de una estrategia empresarial en América del Norte.

Dirección: www.redem.buap.mx/semjuarez.htm

^[130] Guillén Romo Héctor. Orígenes de la crisis en México 1940-1982. 1984

^[131] Rivera Ríos Miguel Ángel. Crisis y Reorganización del capitalismo mexicano. 1986

Pese a la gran afluencia de riqueza, la economía mexicana no pudo eludir el recrudescimiento de sus problemas estructurales, experimentando un declive aún más pronunciado en todos los órdenes de factores, desempleo, inflación, endeudamiento¹³². "Empresas pobres, empresarios ricos" fue en una frase sintética y muy representativa del fracaso de este modelo de crecimiento, llamado más tarde *estatista*, que transfirió los fondos públicos a las fortunas personales de un pequeño grupo de industriales, banqueros y políticos y al mismo tiempo generó empresas descapitalizadas y obsoletas que habían operado con esquemas de precios de insumos subsidiados y un mercado interno cautivo.

También el estado, pese a que se había reservado como actividad de intervención en áreas estratégicas como el petróleo, la petroquímica básica, la electricidad y los ferrocarriles, para estos años también había extendido su intervención directa en la economía bajo criterios que iban desde salvar empresas en quiebra, conservar fuentes de empleo o mantener funcionando las cadenas productivas. Se contaba con una política industrial, que tenía subsidios, protección, regulaciones; pero típicamente estos constituían intentos por beneficiar a algún sector, o alguna rama; pero generalmente tenían más que ver con la capacidad de presión política de algún grupo industrial, o de algún político.

En este ambiente, la función del estado mexicano tuvo importantes distorsiones que le hicieron poco eficiente en el proyecto de consolidar y desarrollar el proceso de sustitución de importaciones y generar bases internas sólidas para escenarios internacionales cada vez más competitivos.

El país tenía un esquema fundamentado en un sistema excesivamente cerrado, había mucha corrupción y muchísimas cadenas productivas totalmente integradas; y el país padecía una característica muy importante del esquema general, ésta era que la calidad y el precio de los productos resultaban irrelevantes porque no había, en la mayor parte de los sectores, competencia alguna que obligase a producir en forma cada vez mejor. Además las industrias que más crecieron en esos años fueron las que gozaban de una elevadísima protección efectiva, ya que era muy complicada la importación¹³³.

Todo esto fue la base para imponer una redefinición del modelo "estatista" y de la inclusión a los esquemas de reestructuración de economías nacionales muy en boga en los años 80's, que exigían como ruta necesaria tres elementos en el menor tiempo posible: ajuste, estabilización y liberalización económica.

Como es de suponerse, para el contexto mexicano de los años 80's, la adopción de estas soluciones al estilo ortodoxo por los responsables de la política económica, tuvieron un alto impacto en todos los niveles de la economía y de la sociedad mexicana, de manera especial, en la capacidad adquisitiva de los ingresos de los trabajadores y en los niveles de empleo existentes de 1980-1982¹³⁴.

Apertura de la economía (Modelo Ofertista).

Por las razones antes mencionadas en 1982 México abandonó una política de tipo de cambio fijo a favor de esquemas intermedios; y a partir de 1983 las políticas de corte ofertista van a generar una nueva dinámica donde el peso de la liberalización, la presencia de la inversión extranjera directa, y las exigencias de nuevas competitividades van a definir los segmentos "eficientes" de la economía¹³⁵. Las reformas a la política comercial iniciadas en 1983 se profundizaron en julio de 1985 cuando se puso en marcha el programa de apertura.

En ese año, el valor de las importaciones sujetas a permiso se redujo del 100%, vigente en 1982, a un 35%, medida que se acompañó de un aumento temporal en los aranceles.

En 1986 se programaron reducciones arancelarias en cuatro etapas que culminarían con una tarifa máxima del 30% en 1988. Sin embargo, con la puesta en marcha del programa de estabilización en diciembre de 1987, la última etapa de reducciones arancelarias se adelantó, estableciéndose un arancel máximo del 20% y desapareciendo el impuesto de 5% adicional sobre las importaciones.

Las reformas a la política comercial mencionadas se mantuvieron, incluso durante la crisis de 1986, que siguió a la drástica caída en el precio del petróleo, lo que sirvió para reforzar la credibilidad en el proceso de apertura.

¹³² Casar, José. *La Organización Industrial en México*. Editorial ILET-Siglo XXI. México 1990.

¹³³ Clavijo Q. Fernando, Fernández P. Manuel, Pérez M. Eduardo, Fernando Sánchez Ugarte. *La Política Industrial en México*. ISBN 1994.

¹³⁴ Juárez Núñez Humberto, 1999. *Perfil de la Industria Metalmeccánica en México*.

Dirección: <http://www.imfmetal.org/main/files/MexicoFinalReportH.pdf>

¹³⁵ Rugian Alan M., Hodgetts Richard M. *Negocios Internacionales Un enfoque de Administración Estratégica*. Editorial Mac Graw-Hill, México 1997.

En menos de tres años se eliminaron los permisos de importación que se aplicaban a cerca del 96% de las fracciones arancelarias, la tarifa máxima se redujo del 100% al 20% y desapareció el sistema de precios oficiales utilizado para el cálculo de los aranceles. Para 1991, sólo el 8.9% del valor de las importaciones estaba sujeto a permiso de importación¹³⁶.

A partir de ese momento el desempeño de la economía mexicana sería medido por su capacidad exportadora, por la magnitud de los capitales que ingresaban al país, por la formación de nuevas áreas de industrialización y por el comportamiento de los modernos indicadores económicos asociados a la productividad del trabajo. Sin embargo, éstos no previnieron la ocurrencia de varias devaluaciones drásticas y crisis económicas antes de que un sistema de flotación libre se aplicara a partir de 1995.

El país tuvo una evolución económica decorosa desde el comienzo de los noventa hasta el final de 1994 cuando volvió a enfrentar una crisis de proporciones mayores. Después de esto, la economía volvió a crecer a tasas altas de 1996 a 1999, apoyada por el notable desempeño de su sector externo, y hasta 1999 la economía mexicana se hallaba en estado de flujo¹³⁷. A partir de del año 2000 la economía mexicana sufrió nuevamente otra caída, que tocó fondo hasta mitad del año 2001, posteriormente empieza otro período de crecimiento mostrando evidentes altibajos y una lenta recuperación, resultado en parte de la estrecha relación que guarda la economía de México con la de EUA, cuya tendencia en sectores como porcentaje de crecimiento industrial es muy parecida en el desarrollo de los últimos años, para ambas naciones.

El modelo "ofertista" trajo como consecuencia la integración de las economías de México y los Estados Unidos de América y ahora es un proceso muy avanzado. Este comenzó a intensificarse desde principios de los años ochenta como una respuesta de la economía nacional para salir de la crisis de ese período. Desde entonces, la actividad económica de los EUA ha determinado la tendencia de la economía mexicana mientras que las fluctuaciones alrededor de la misma la han influenciado directamente¹³⁸.

Sin embargo, a pesar de las expectativas anunciadas por los nuevos responsables de los diseños de política económica, el ciclo mexicano durante los últimos 20 años no ha podido generar períodos de estabilidad prolongados y es claro que las debilidades de la cadena productiva nacional subsisten en muchos puntos. La dependencia de las importaciones de bienes intermedios y bienes de capital sigue siendo un tema en las agendas para el futuro, en tanto indica que los puntos de fractura en los encadenamientos manufactureros nacionales son las evidencias más claras de la fragilidad del modelo ofertista¹³⁹.

5.2. PRODUCTO INTERNO BRUTO (PIB).

¿Qué es? y ¿Cómo se calcula? el PIB.

Producto se refiere a valor agregado; interno se refiere a que es la producción dentro de las fronteras de una economía; y bruto se refiere a que no se contabilizan la variación de inventarios ni las depreciaciones o apreciaciones de capital. También se lo denomina Producto Bruto Interno (PBI). El PIB es el valor monetario de los bienes y servicios finales producidos por una economía en un período determinado¹⁴⁰. En el caso del Producto Interno Bruto (PIB) se contabiliza el valor agregado dentro del país, y en el caso del Producto Nacional Bruto (PNB) se contabiliza el valor agregado por los factores de producción de propiedad nacional. La diferencia entre el PB y el PN es la depreciación del capital, el Producto Bruto incluye la depreciación del capital mientras que el Producto Neto no la incluye. El PIB per cápita es el promedio de Producto Bruto por cada persona. Se calcula dividiendo el PIB total por la cantidad de habitantes de la economía¹⁴¹.

Para el cálculo del PIB trimestral a precios constantes se utiliza el esquema conceptual y metodológico de la Contabilidad Nacional. Con base fija en el año de 1993, los índices obtenidos se extrapolan los respectivos valores agregados en cada trimestre. Para el proceso de agregación de los subgrupos a las ramas de actividad, se utiliza como ponderador el PIB que alcanzaron en 1993.

¹³⁶ Georgina Kessel. Liberalización Comercial y Crecimiento Económico.

Dirección: <http://www.cidac.org/libros/cidac/mexico-cambio/Cap-6.PDF>

¹³⁷ IBIDEM

¹³⁸ Garcés Díaz Daniel G., 2003. La Relación de Largo Plazo del PIB Mexicano y de sus Componentes con la Actividad Económica en los Estados Unidos y con el Tipo de Cambio Real.

Dirección: www.banxico.org.mx/gPublicaciones/DocumentosInvestigación/docinves/doc2003-4/doc2003-4.pdf

¹³⁹ IBIDEM

¹⁴⁰ Autor desconocido. Producto Interno Bruto (PIB). Dirección: <http://www.econlink.com.ar/dic/pib.shtml>

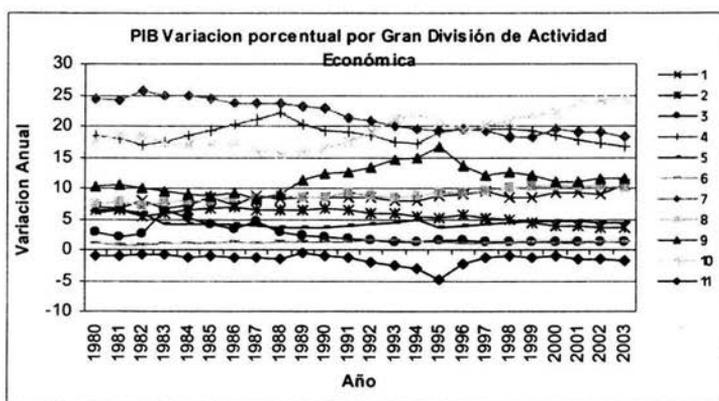
¹⁴¹ INEGI. Producto Interno Bruto (PIB). Dirección: <http://dgenesyp.inegi.gob.mx/BDINE/J10/J100025.HTM>

Mediante este procedimiento se obtienen índices representativos de las ramas de actividad, infiriéndose por analogía la evolución probable de los subgrupos que, por no contar con información de corte trimestral y por su mínima importancia relativa, no son directamente medidos. Así, la cobertura alcanzada para el PIB trimestral es de alrededor del 94 por ciento.

Los datos corresponden al total de la economía, así como para cada una de las 9 grandes divisiones que la componen: Agropecuaria, silvicultura y pesca; Minería; Industria manufacturera; Construcción; Electricidad, gas y agua; Comercio, restaurantes y hoteles; Transporte, almacenaje y comunicaciones; Servicios financieros, seguros, actividades inmobiliarias y de alquiler; y Servicios comunales, sociales y personales.

Adicionalmente, se incluye la información correspondiente a cada una de las 9 divisiones que integran a la Industria Manufacturera: Productos alimenticios, bebidas y tabaco; Textiles, prendas de vestir e industria del cuero; Industria de la madera y productos de madera; Papel, productos de papel, imprentas y editoriales; Sustancias químicas, derivados del petróleo, productos de caucho y plásticos; Productos de minerales no metálicos, exceptuando derivados del petróleo y carbón; Industrias metálicas básicas; Productos metálicos, maquinaria y equipo, y Otras industrias manufactureras¹⁴².

La actividad económica es medida por el PIB y sus componentes en pesos constantes: consumo privado, gasto gubernamental, formación bruta de capital, exportaciones e importaciones. Las principales actividades económicas de la economía mexicana son: la manufactura, el comercio, restaurantes y hoteles. Comparada con la situación que se presentaba en 1980, se ha incrementado la participación de los servicios financieros, el transporte y las telecomunicaciones y otros servicios, en detrimento de actividades como la minería, la agricultura y el comercio como se observa en la gráfica 5.1.



1 Impuestos a los Productos Netos de Subsidios	2 Agropecuario, Silvicultura y Pesca	3 Minería	4 Industria Manufacturera	5 Construcción	6 Electricidad, gas y agua	7 Comercio, Restaurantes y Hoteles
8 Transporte, Almacenaje y Comunicaciones	9 Servicios Financieros, Seguros, Actividades Inmobiliarias y de Alquiler	10 Servicios Comunales, Sociales y Personales	11 Cargo por los Servicios bancarios imputados			

Gráfica 5.1 Producto Interno Bruto a precios corrientes por actividad económica
Fuente: INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México.

Papel de la industria Metal-Mecánica en el PIB.

La industria metalmeccánica como un agregado de las actividades productivas que tiene como característica el procesamiento de materias primas de origen metálico ferroso y no ferroso, se ubica como parte de la industria manufacturera, que a su vez es un componente esencial del sector industrial.

La industria metalmeccánica en México (IMM) está constituida por dos grandes divisiones manufactureras, la División VII, Industrias metálicas básicas y la División VIII, Productos metálicos, maquinaria y equipo. La

¹⁴² Banco de Información Económica INEGI. Producto Interno Bruto a precios de 1993
Dirección: dgcnesy.inegi.gob.mx/BDINE/A10/MTD/A1000001.HTM

División VII, incluye dos grandes ramas industriales, la rama 46, Producción de hierro y acero, y la 47, Producción de metales no ferrosos (cobre, zinc, plomo, antimonio, bismuto, entre otros). La división VIII comprende desde la rama 48 hasta la rama 58, es decir, es un abanico de 11 ramas industriales que van desde los muebles metálicos hasta la producción y reparación de equipo de transporte, pasando por la producción de maquinaria, equipo eléctrico y electrónico, automóviles, camiones, tractocamiones y autopartes de todo tipo.

De acuerdo a la clasificación internacional, la metalmeccánica comprendería, además de las partes aquí señaladas, actividades relacionadas a la extracción y beneficio de metales ferrosos y no ferrosos que en México se clasifican en Minería, área en donde dominan la extracción y beneficio de metales preciosos. La minería tiene una participación marginal en el sector industrial menos del 5%. Además de estas secciones en la clasificación de los países con alto desarrollo, el área metalmeccánica abarca ramas industriales que en México no existen o son muy incipientes, es el caso de la industria aeroespacial o la industria de navegación, esas actividades se registran en la rama productora de equipo de transporte.

El sector industrial equivale a un cuarto del PIB y la industria manufacturera es el componente más importante del sector industrial en tanto su aporte es del 75% aproximadamente en los últimos años. Una visión panorámica de la inserción de estas dos divisiones en la estructura económica nacional, puede ser observada en la gráfica 5.2 donde las nueve divisiones que forman la industria manufacturera dibujan los diversos niveles de participación en la generación del valor agregado manufacturero nacional en el período 1980-2002 y los dos primeros trimestres del año 2003.



I Productos Alimenticios, Bebidas y Tabaco	II Textiles, Prendas de Vestir e Industria del Cuero	III Industria de la Madera y Productos de Madera	IV Papel, Productos de Papel, Imprenta y Editoriales	V Sustancias Químicas, Derivados del Petróleo, Productos de Caucho y Plástico
VI Productos de Metales no Metálicos, Excepto Derivados del Petróleo y Carbón	VII Industrias Metálicas Básicas	VIII Productos Metálicos, Maquinaria y Equipo	IX Otras Industrias Manufactureras	

Gráfica 5.2 Industria manufacturera mexicana participación % de sus 9 divisiones
Fuente: INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México.

En esta estructura se destaca el comportamiento de la División VIII. En los años iniciales en el mismo nivel que la División I (Alimentos, bebidas y tabaco), y después, a mediados de los años 80's, con caídas de 5 puntos porcentuales pero conservado su posición como segunda en importancia, para finalmente, a principio de los años 90's, recuperar niveles de participación de 25% y establecerse como la División manufacturera más importante, no obstante presenta una drástica caída en el año 2000, hasta los dos primeros trimestres del año 2003.

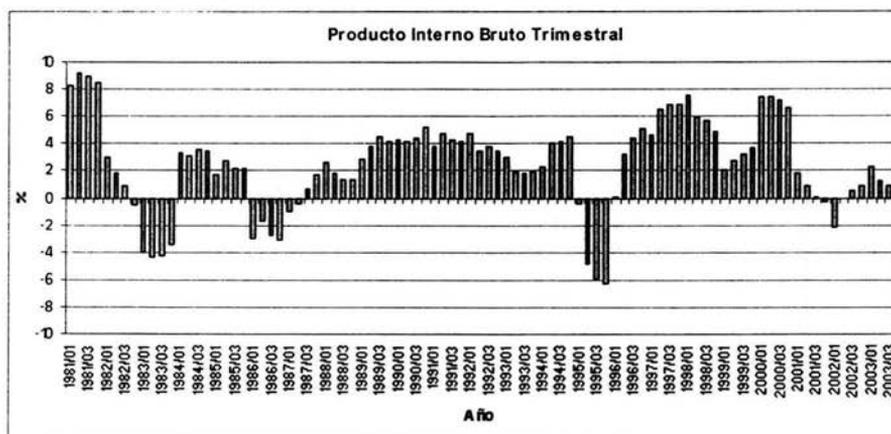
Por su lado, la División VII, metálicas básicas, tiene posiciones muy discretas, sin oscilaciones notables a lo largo del periodo graficado y moviéndose con participaciones cercanas al eje del 5%. De manera que la producción de productos metálicos maquinaria y equipo se revela en los últimos 20 años como una actividad fundamental en el tejido industrial mexicano desde la perspectiva de la formación del valor agregado.

En la gráfica 5.2, también se puede apreciar que dentro de la estructura manufacturera, expresamente a partir de 1995, hay algunas alteraciones relacionadas con la generación del valor agregado y la importancia de la participación de las 9 divisiones que componen a la industria manufacturera.

Para las divisiones componentes de la industria metalmeccánica, especialmente para la división VIII que agrupa productos metálicos, maquinaria y equipo, se observa que a partir de 1995 eleva sus niveles de importancia de forma que en el período 95-98 crece su participación en 5 puntos porcentuales, colocándose como el conjunto de actividades industriales manufactureras más importantes, justamente, dibujando en la parte superior de la gráfica un movimiento asincrónico con la división I, que agrupa a las ramas productora de alimentos, bebidas y tabaco, quienes pasan la segunda posición.

Comportamiento del PIB en el desarrollo de la economía mexicana.

El sector industrial amplió su participación en el Producto Interno Bruto (PIB), de 28.6% en 1960 a 35.2% en 1980, observándose en promedio incrementos anuales de la producción de 10.3%, mientras que el sector primario experimentaba bajas tasas de crecimiento de la producción y una menor participación en el PIB, mostrado en la gráfica 5.1. Como respuesta al sistema de incentivos creados por la protección comercial y la política industrial, la estructura de la producción sufrió modificaciones importantes durante ese período.



Gráfica 5.3 Producto Interno Bruto variación real anual.
Fuente: INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México.

Si se observa el desempeño del PIB en años posteriores (gráfica 5.3) se encuentra que una ponderación de los promedios sexenales resulta muy pobre con el desempeño de los años 60's y 70's, pero lo más grave fue que los momentos aparentemente más exitosos, por ejemplo el período 1989-1994, incubaron y/o recrearon las condiciones para fases de recesión como la que inicia en diciembre de 1994 y se prolonga por todo el año de 1995, cuando la crisis cambiaria se transforma en crisis financiera y casi de manera automática se apodera de toda la estructura productiva con su larga secuela de desempleo, agudización de la pérdida en la capacidad adquisitiva y en general, un proceso de empobrecimiento generalizado para la mayoría de la población.

Llevando lo anterior al análisis del perfil manufacturero, en la gráfica 5.4 se muestra su dinámica, que es asociada con las variaciones porcentuales del producto anual, tanto para el conjunto de la industria manufacturera como para la División VIII.

En la gráfica 5.4, se observa que la producción de maquinaria y equipo revela mayor "sensibilidad" en el ciclo de la economía mexicana. Los años de recesión son muy profundos y los años de recuperación y crecimiento son más rápidos y más altos. Las variaciones del PIB de la división VIII reflejan que esa actividad ha llegado a tener contracciones mayores al -25% en el año 1983 así como crecimientos por arriba del promedio manufacturero, en

este último caso, del orden del 10% en los años 89-91 y superiores al 20% en el año 96 y un descenso a partir del año 2000 hasta la fecha, con una ligera recuperación en el año 2002. Este comportamiento implica que la División VIII refleja una de las características de la economía mexicana en las últimas dos décadas, esto es, una economía con movimientos de rebote muy cortos y pronunciados, que no ha logrado períodos largos de estabilidad y crecimiento, el más largo, es el que comprende los años 88-92, es decir cinco años¹⁴³.



Gráfica 5.4 Tasa de Crecimiento anual de la industria manufacturera y de la división VIII
Fuente: INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México.

En el año 2002 la economía mexicana registró una variación anual de 0.9%. Por grandes sectores de actividad, el PIB del sector servicios creció 1.6% y el del industrial no presentó cambio, mientras que el del sector agropecuario descendió -0.4% en el mismo lapso. El sector industrial (minería, manufacturas, construcción y electricidad, gas y agua) se incrementó 0.9% a tasa anual en el cuarto trimestre de 2002. Este resultado se derivó de crecimientos en la minería de 2.2%, en las manufacturas de 0.5%, en la industria de la construcción de 1.6% y en la generación de electricidad, gas y agua¹⁴⁴ de 3.7 %.

Producto Interno Bruto por sector económico.

La producción de bienes y servicios durante la primera mitad del año fue superior en 1.2% a la de igual periodo del 2002. Las actividades generadoras de servicios fueron las impulsoras de este avance, mientras que las productoras de bienes manufacturados retroceden por cuarta ocasión. En particular los servicios financieros, de seguros, inmobiliarios y de alquiler están siendo los de mejor desempeño y de mayor contribución al crecimiento económico del país.

Transporte y comunicaciones y Servicios comunales, sociales y personales. Siguen en importancia en la contribución al crecimiento de la economía durante el primer semestre del 2003. Transporte y comunicaciones ha mantenido firme su paso debido principalmente al rápido desarrollo de las telecomunicaciones. Su evolución la ha consolidado como la de niveles de actividad más altos con relación a los registrados antes de la crisis de 1995. Por el contrario, el dinamismo de los servicios comunales, sociales y privados, aunque avanza, lo hace a un ritmo lento; de tal suerte que su tasa anual continúa siendo inferior a la del crecimiento poblacional, situación característica de 1994 a la fecha. Uno de los factores que explican este fenómeno es el hecho de que el sector público, que aporta dos quintas partes de la actividad total de esta gran división, ha mostrado un comportamiento errático en el impulso de las actividades comprendidas en el gran agregado.

^[143] Juárez Núñez Humberto, 1999. Perfil de la Industria Metalmeccánica en México.

Dirección: <http://www.imfmetal.org/main/files/MexicoFinalReportH.pdf>

^[144] Autor desconocido. PIB 2002. Dirección: <http://www.indetec.gob.mx/e-Financiero/Docs/Boletin02/Columna/PIB.pdf>

Construcción, Producción agropecuaria y Comercio. Este tercer grupo de actividades participa con contribuciones similares al crecimiento del país, pero son de menor magnitud que las mencionadas anteriormente. La construcción orientada principalmente al mercado doméstico, se reanima por tercer semestre consecutivo; no obstante, esta gran actividad había estado prácticamente estancada, y hoy en día su nivel de producción es apenas similar al que presentó en igual período en 1994. La producción agropecuaria creció a una tasa anual de 2.5% en el primer semestre del año, contrasta con el bajo crecimiento medio de los dos últimos años. Finalmente comercio, después de la contracción de un año antes, crece a una débil tasa anual de 0.6%, pues le afecta el escaso dinamismo del exterior y el turismo.

Minería y electricidad. Son las últimas dos grandes divisiones de las nueve en que se clasifica la economía y que contribuyen positivamente a su avance. En la primera, la extracción petrolera ha sido pieza fundamental del adelanto minero. La mayor producción ha satisfecho el incremento de la demanda interna y ha facilitado ampliar la plataforma de exportación. Esto último, apoyado por mejores precios de crudo en el mercado internacional, ha impedido que la economía enfrente un mayor estancamiento.

Manufacturas y sus divisiones. La producción manufacturera cae por cuarta ocasión en el transcurso de seis semestres y contribuye negativamente al desempeño general de la economía del país.

Su dinamismo inicialmente fue afectado por la desaceleración de la demanda externa, pero actualmente se encuentra también amenazado por una más lenta evolución del mercado interno. Productos metálicos, maquinaria y equipo; textiles y prendas de vestir; otras industrias manufactureras y la industria de la madera y sus productos, es decir cuatro de las nueve divisiones en que se clasifican las actividades manufactureras, explican la caída de toda la industria manufacturera.

Las tres primeras descienden por sexto semestre consecutivo y no revelan aún signos sólidos de una recuperación. Dicho esto, hay diferencias importantes en su situación actual: en productos metálicos, maquinaria y equipo, su nivel de producción sigue siendo alto, aún con los descensos consecutivos de los últimos cinco semestres; en cambio, textil y madera han quedado rezagadas. El nivel de actividad de la industria de la madera es inferior al que había antes de la crisis de 1995, y más aún con respecto a su mejor año (1992).

Metálicas básicas, Sustancias químicas, derivados del petróleo, productos de caucho y plásticos y Papel, y productos de papel, imprentas y editoriales. Estas divisiones empiezan a recuperarse después de tres semestres seguidos de caídas anuales. Metálicas básicas (siderurgia y metalurgia) registró el más alto crecimiento de las nueve divisiones manufactureras, al amparo de mejores concesiones ofrecidas por su principal mercado de exportación y por la reanimación parcial de su mercado interno (construcción). En químicos, algunas de las ramas con descensos crónicos (petroquímica básica, hule y fertilizantes, entre otras) han tocado piso e inician una fase de recuperación; otras han experimentado un mejor dinamismo, petrolíferos y química básica entre ellas. Papel e imprentas muestra sólo un débil crecimiento, haciendo incierto su proceso de recuperación.

Productos alimenticios, bebidas y tabaco y Productos de minerales no metálicos, exceptuando derivados de petróleo y carbón. Estas dos muestran firmes avances en su producción. Alimentos, bebidas y tabaco ha sido la estrella de la industria manufacturera, ha sostenido aumentos a lo largo del período en el que el conjunto de las manufacturas ha retrocedido. Los productos a base de minerales no metálicos esta recuperándose, y se estima que ambas conservarán esta tendencia de crecimiento¹⁴⁵.

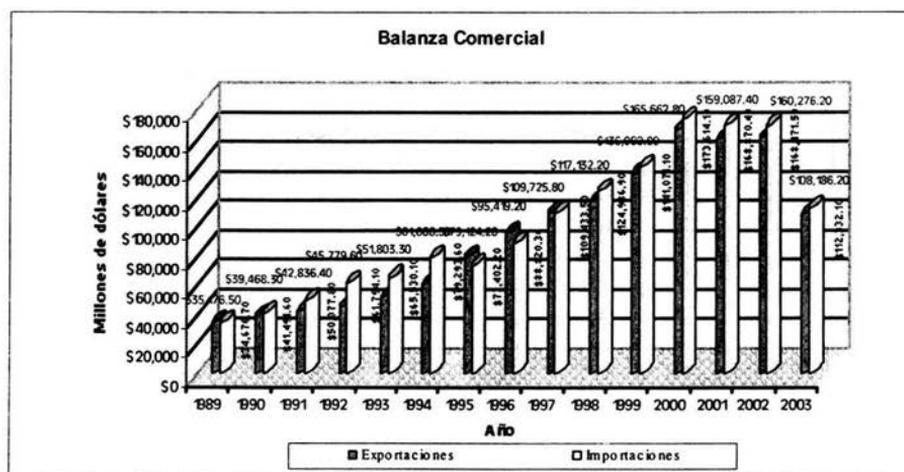
5.3. BALANZA COMERCIAL.

Descripción de la Balanza Comercial.

Las exportaciones es la salida (venta) de bienes y servicios producidos por una compañía en un país y luego enviados a otro. Las importaciones es la inserción (compra) de bienes y servicios producidos en un país, que son introducidos a otro. La importación y exportación, no es únicamente de bienes físicos como automóviles, comida, ropa; también pertenecen a este renglón los servicios prestados por las aerolíneas internacionales, las compañías de navegación y el turismo (agencias de reservación, hotelería, comida y otros). Los principales productos de exportación de México son vehículos para turismo y para el transporte de pasajeros, petróleo crudo, aparatos receptores de televisión, juegos de cables, partes y accesorios de máquinas para el tratamiento o procesamiento de datos, café, camarones, algodón y

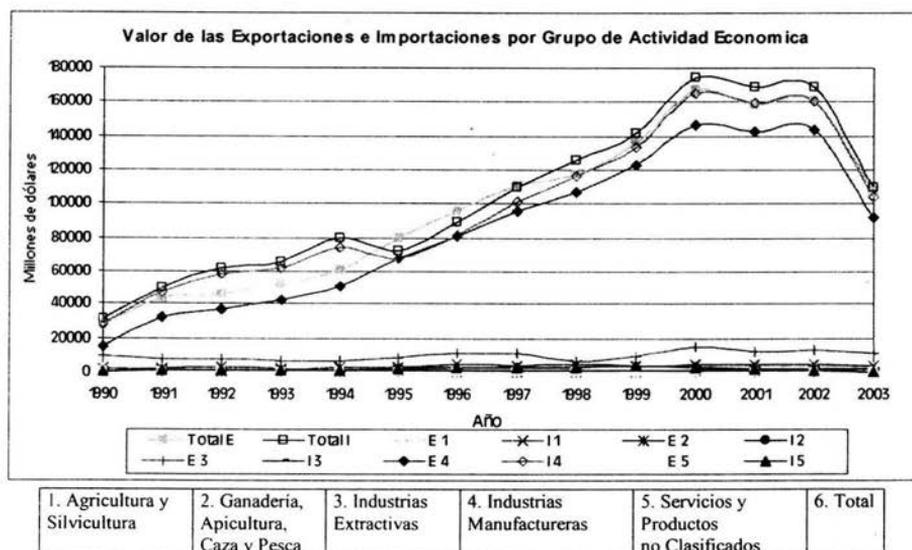
^[145] BANAMEX Examen de la Situación Económica en México. Agosto 2003. PIB Sectorial Vol. 932

productos electrónicos. Los principales países de destinos de las exportaciones e general son Estados Unidos de América, Canadá, Alemania, España, y menos del 1% anual, Japón, Reino Unido, Venezuela, Suiza y Chile.



Gráfica 5.5. Balanza Comercial (millones de dólares)
Fuente: INEGI. Dirección General de Contabilidad Nacional y Estadísticas Económicas.

A partir de enero de 1991 en este total y en los sectores que lo conforman (agricultura, ganadería, industrias extractivas, industrias manufactureras y servicios y productos no clasificados) se incluye el valor de las exportaciones de la industria maquiladora de exportación que anteriormente se presentaba por separado, por lo cual las cifras no son comparables con las anteriores a esta fecha¹⁴⁶.



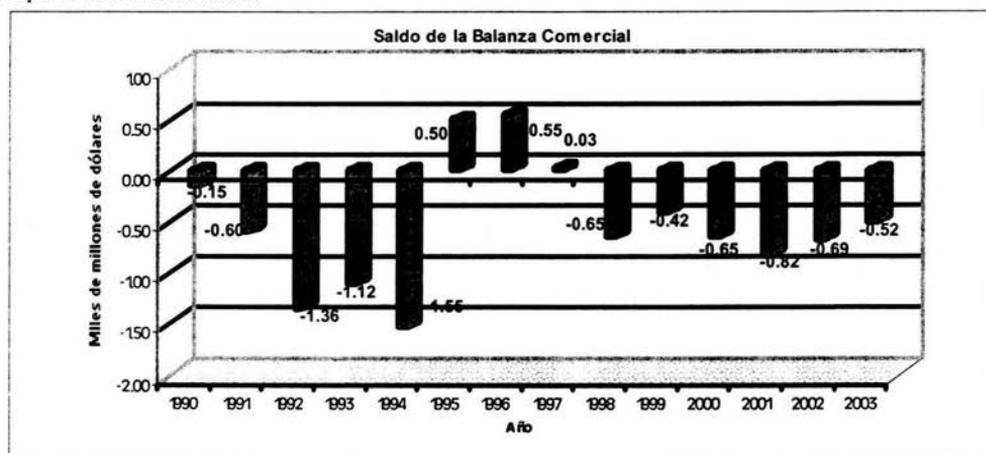
Gráfica 5.6. Exportaciones e importaciones totales por grupos de actividad económica
Fuente: Grupo de Trabajo: SHCP, Banco de México, Secretaría de Economía e INEGI

¹⁴⁶ Fuente: INEGI. Dirección General de Contabilidad Nacional y Estadísticas Económicas.

Los principales productos importados por los mexicanos son manufacturas de plástico, partes y accesorios de vehículos automóviles, aparatos electrónicos, circuitos integrados monolíticos, partes de autos para ensamblar. Los productos importados provienen principalmente de Estados Unidos de América, Alemania, Japón y Canadá¹⁴⁷. En general uno de los sectores con mayor participación en exportaciones e importaciones es el sector manufacturero, como lo muestra la grafica 5.6; y a pesar del buen desarrollo de la economía mexicana en este rubro sigue presentando un déficit en la Balanza Comercial (grafica 5.5)

Desarrollo de la balanza Comercial.

Hasta 1994, México había presentado una Balanza Comercial deficitaria; sin embargo, a partir de 1995 la fuerte devaluación del peso se convirtió en un impulso para las exportaciones y un desestímulo para las importaciones, generando en esos años un superávit de la balanza comercial¹⁴⁸ de 0.50 millones de dólares en 1995, 0.55 millones para el año 1996 y 0.03 millones al año siguiente 1997, mostrado en la grafica 5.7. El equilibrio de la balanza comercial que se obtiene en 1995 es resultado, en gran parte, de la brutal contracción del mercado mexicano, y a pesar del fuerte efecto positivo de una devaluación sobre la balanza comercial, el conjunto de la economía no responde de la misma manera.



Gráfica 5.7 México: Balanza Comercial (1990-2003)
Fuente: Grupo de trabajo, SHCP, Banco de México, Secretaría de Economía e INEGI.

Sin embargo, como la Balanza Comercial de México responde de manera robusta a variaciones en la economía de los Estados Unidos. Así como también es función del índice de la producción industrial de los EUA y del tipo de cambio real¹⁴⁹, al igual que el PIB. Como se ha venido presentando de un tiempo acá y precisamente en fechas recientes las exportaciones han disminuido fuertemente por la difícil situación de la industria automotriz terminal, la mayor competencia internacional y el rezago en la reactivación de sectores de la manufactura de EUA.

Por el lado de las importaciones, es el bajo nivel de exportaciones, el que explica en su mayoría la reducción anual de compras de bienes intermedios y los descensos en bienes de consumo y de capital pone de manifiesto la debilidad de la demanda interna. De particular importancia resulta el caso de la industria automotriz, donde las exportaciones mexicanas han mostrado un desempeño desfavorable, en septiembre del año 2003, se redujeron sus ventas externas 7.7%, frente al observado por las armadoras de otras regiones, principalmente las asiáticas.

^[147] Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica (PROCOMER). 1998 Estudio de Mercado Estados Unidos Mexicanos. Dirección: <http://www.procomer.com/mercadosTLC/Oficinas%20comerciales/mexico1.pdf>

^[148] Juárez Núñez Humberto. 1999. Plantas Gemelas, Plataformas Continentales y Fábrica Modular en la Industria del Automóvil. Variantes de una estrategia empresarial en América del Norte. Dirección: www.redem.buap.mx/semjuarez.htm

^[149] Garcés Díaz Daniel G., 2003. La Relación de Largo Plazo del PIB Mexicano y de sus Componentes con la Actividad Económica en los Estados Unidos y con el Tipo de Cambio Real.

Dirección: www.banxico.org.mx/gPublicaciones/DocumentosInvestigación/docinves/doc2003-4/doc2003-4.pdf

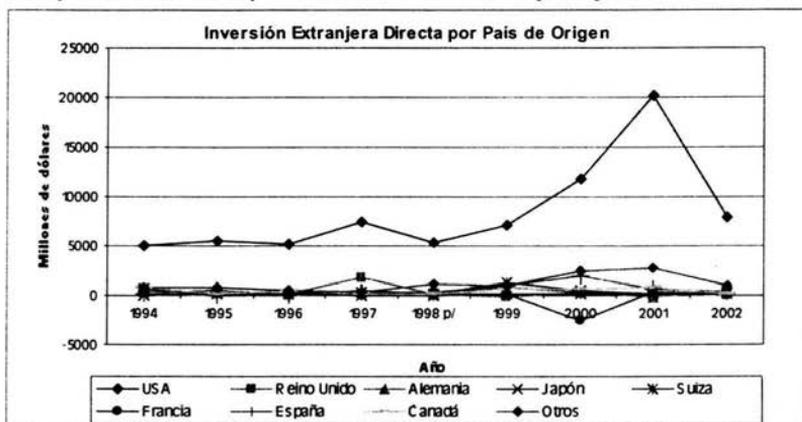
No obstante, sin considerar el efecto de la industria automotriz terminal, las manufacturas sin maquila avanzaron 9.2%, hecho que sumado al avance de la maquila (6.9%, el más alto en los últimos catorce meses), corroboran la reactivación de los envíos mexicanos frente al mejor desempeño de la demanda en EUA¹⁵⁰.

5.4. INVERSIÓN EXTRANJERA DIRECTA.

¿En qué consiste la Inversión Extranjera Directa?

La inversión directa extranjera es la propiedad y el control de los activos en el extranjero. En la práctica, suele incluir la propiedad total o parcial, de una compañía situada en otro país. De toda la Inversión Extranjera Directa (IED) que se realiza anualmente, más del 80% se da entre los miembros de la triada: Estados Unidos de América, la Comunidad Europea y Japón. Además de invertir millones de dólares unos entre otros, se han convertido en los más importantes inversionistas de los países pobres.

El Centro de Corporaciones Transnacionales de las Naciones Unidas (UNCTC), también conocida en inglés como (UNCTAD) encontró que la mayor parte de la inversión en México (gráfica 5.8) proviene de compañías Norteamericanas; por su parte en Corea del Sur la inversión es generada por empresas japonesas. La UNCTC también se percató que más de la mitad de toda la inversión destinada a los países pobres se efectúa en naciones como: Brasil, China, Hong Kong, y México. En este sentido México está beneficiado por su posición geográfica. Las políticas anteriores de inversión parecen contribuir a consolidar el dominio de los grupos económicos regionales por parte de la triada y no a incrementar las posibilidades de desarrollo de los países pobres.



Gráfica 5.8 Inversión Directa Extranjera por país de origen
Fuente: Secretaría de Economía. Dirección General de Inversión Extranjera, referido por INEGI.

El ambiente para la inversión extranjera en México ha sido más propicio en los últimos años. Aunque en los 70's se imponían controles estrictos a la inversión extranjera, las normas promulgadas en 1989 eliminaron muchas de las restricciones. De esta manera, un número creciente de multinacionales empezó a invertir en México. Ford empezó una expansión de \$700 millones de dólares en la planta automotriz de Chihuahua; Nissan invirtió 1000 millones en una planta ensambladora para producir automóviles, Volkswagen invirtió \$950 millones para ampliar su fábrica; Sears Roebuck invirtió 150 millones de dólares en el establecimiento de tiendas y centros comerciales en todo el territorio nacional, además de renovar sus unidades; entre otros. Una de las principales razones que se halla acrecentado la inversión extranjera es la campaña de privatizaciones que se inició en 1982 y que desde entonces ha ido intensificándose.

Otro motivo son los cambios de las leyes de inversión que ahora permiten a los extranjeros poseer la mayor parte del capital. En el pasado, la propiedad extranjera en las compañías de refacciones automotrices estaba limitada al 40% del capital; esto se redujo drásticamente al conceder exenciones basadas en los porcentajes de ventas de exportación y de ventas a individuos. Hoy aproximadamente el 75 % de la economía está abierta a la propiedad de extranjeros¹⁵¹.

¹⁵⁰ BANAMEX. Octubre 2003. *Balanza Comercial (Septiembre/03: Déficit 364 md)*

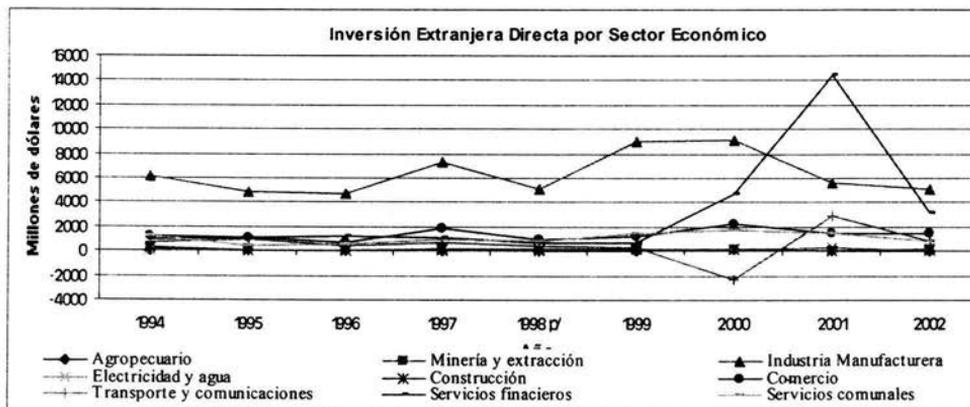
¹⁵¹ Rugán Alan M., Hodgetts Richard M. *Negocios Internacionales Un enfoque de Administración Estratégica*. Editorial MacGraw-Hill, México 1997.

Principales Sectores Económicos donde existe IED.

Con lo anterior se observa que uno de los sectores más beneficiados con la Inversión Extranjera Directa, es el de la Industria Manufacturera, gráfica 5.9 Dentro de esta industria uno de los sectores con mayor inversión es el ramo automotriz. En el periodo 1990-1999 la IED acumulada en la Industria automotriz sumo cerca de 15 mil millones de dólares. Para el periodo 94-99 se tiene una desagregación que permite observar la forma que la IED se distribuye en 8 clases de actividad y en donde se observa que el acumulado para el periodo equivale a 6 951 miles de millones de dólares, de los cuales el 47.1% de aplicó en fabricación y ensamble de automóviles y camiones.

Siguen en importancia la "fabricación de otras partes y accesorios para automóviles y camiones" con el 31% y la "fabricación de partes y accesorios para el sistema eléctrico" con 13.4%. Estas tres clases concentraron el 91.7% de la inversión del periodo. Si se hace referencia al origen de la inversión se observa en la gráfica 5.8 que el 48.1% provino de EUA, el 32.5% de Japón y el 11.3% de Alemania, es decir, el 91.1% fluye desde los tres centros internacionales más importantes en la producción mundial automotriz y sede de los 10 más grandes consorcios del ramo¹⁵².

En los últimos años Estados Unidos de América ha instalado plantas en México. Las escalas de sueldos son mucho más bajas en México que en EUA, además de ser más bajas en Corea, Hong Kong, y Taiwan de modo que la nación se convirtió en el objetivo primario de los fabricantes de productos de mano de obra intensiva. De hecho, algunas compañías norteamericanas han establecido plantas gemelas, llamadas también maquiladoras, donde se llevan a cabo operaciones de producción en ambos lados de la frontera y el intercambio de bienes entre las dos naciones. Los componentes se envían a México sin pago de impuestos, son ensamblados por los trabajadores del país y son exportados a Estados Unidos de América o a los mercados mundiales, aprovechando las facilidades arancelarias¹⁵³.



Gráfica 5.9 Inversión Directa Extranjera por sector económico
Fuente: Secretaría de Economía. Dirección General de Inversión Extranjera, referido por el INEGI

5.5. TIPO DE CAMBIO.

Antecedentes de la Devaluación en México.

Durante los 30 años transcurridos entre 1941-1970, la paridad peso-dólar cambió de 4.85 a 12.50. Esto es, se observó una depreciación del 158%. Mientras tanto, durante los siguientes 30 años que abarcan el periodo de 1971 al 2000, la paridad peso-dólar paso de 12.50 a 9.7 (para la adecuada comparación se agregan los 3 ceros que se le quitaron a la denominación mexicana en 1993), lo que representa una depreciación del 77500%, es decir 775 veces más que en 1971.

Un hecho que explica la relativa estabilidad del peso durante el primer periodo analizado, es que hasta 1970 y por un lapso de 22 años, la inflación en México se mantuvo estable, dentro de un rango de 3 a 5% anual, similar al observado en aquellos años en la economía estadounidense, por lo que el tipo de cambio del peso contra el dólar también mantuvo cierta estabilidad, cotizándose a razón de \$12.50 pesos por dólar, considerándole al peso mexicano como moneda fuerte, incluso usada para el intercambio internacional.

¹⁵² Juárez Núñez Humberto, 1999. *Plantas Gemelas, Plataformas Continentales y Fábrica Modular en la Industria del Automóvil. Variantes de una estrategia empresarial en América del Norte.*
Dirección: www.redem.buap.mx/semjuarez.htm

¹⁵³ IBID

Desde 1954 hasta agosto de 1976, el régimen cambiario en México era fijo. En un régimen de tipo de cambio fijo, son las autoridades monetarias, a través del Banco Central, quienes determinan el valor de la moneda. En aquella época el Sistema Monetario Internacional (SMI) operaba bajo el modelo de Patrón Dólar. En este esquema, el Banco Central sólo podía imprimir papel moneda, en la medida en que ingresaran dólares a la economía nacional; es decir, tenía que haber un perfecto equilibrio en sus cuentas monetarias si deseaba mantener la paridad.

Sin embargo, durante los 12 años que abarcan el periodo 1971-1982 y que comprenden las administraciones de los presidentes Luis Echeverría y José López Portillo se relaja sustancialmente la política económica y la disciplina fiscal de los años anteriores. De hecho, ambas administraciones se caracterizaron por los siguientes eventos económicos:

1. Un incremento excesivo del gasto público, y puesto que los egresos excedieron a los ingresos se provocó un marcado déficit público, mismo que hubo de financiarse mediante la contratación de deuda interna y externa.
2. El desequilibrio de las finanzas públicas se inicia cuando el gobierno decide incrementar su participación en la economía mediante la supuesta nacionalización de empresas de todos tipos, las cuales fueron adquiridas y expropiadas utilizando fondos públicos. Este hecho aunado a la mala administración de las mismas generó un mayor déficit presupuestal.
3. Como consecuencia del excesivo gasto público aumentó el circulante en la economía, lo que trajo como consecuencia una mayor demanda agregada y un sobre calentamiento de la economía, lo que generó de manera inmediata un acelerado incremento de los precios.
4. El aumento de precios inicia el ciclo inflacionario, durante el cual la población pierde poder adquisitivo, se presiona por mayores aumentos salariales, y los mayores costos de producción se trasladan mediante el aumento de los precios de los bienes y servicios, inaugurándose así una espiral inflacionaria sin control.
5. El diferencial de inflaciones entre México y EUA se fue acumulando durante varios años, y sin ningún ajuste compensatorio en el tipo de cambio se sobrevalúa el peso. Esto es, el peso mexicano puede comprar mucho más en el extranjero, que en nuestro país, por lo cual los productos extranjeros se abaratan y crece el contrabando. Por el contrario, las exportaciones nacionales disminuyen al aumentar los costos de producción y encarecerse la fabricación de productos hechos en México. Con ello, se presenta un déficit en la cuenta corriente, la entrada de divisas cae y las reservas de divisas disminuyen drásticamente.
6. Ante la falta de acción oportuna del gobierno, su tendencia a una mayor intervención en la economía; el alarmante crecimiento del endeudamiento exterior, la presencia de una inflación galopante, y por lo tanto una marcada sobrevaluación del peso, se da paso a una salida masiva de dólares, tanto para protegerse como para especular con la inminente devaluación de la moneda nacional.

Como consecuencia de las presiones anteriores, durante el último año del gobierno de Luis Echeverría el peso empieza a fluctuar, para que finalmente entre septiembre y diciembre de 1976 se presente la primera devaluación de envergadura durante la cual la paridad se dispara de \$12.50 a \$22.00 pesos, lo que significa una depreciación del 76 por ciento.

A partir de diciembre de 1976 y hasta agosto de 1982 se modifica la estrategia cambiaria y se aplica un sistema mixto, es decir un régimen de cambio fijo ajustable. Las autoridades tenían la facultad de ajustar el tipo de cambio cuando surgieran desequilibrios en las cuentas nacionales. Bajo este esquema de deslizamiento controlado, la moneda osciló durante cuatro años entre \$22.00 y \$25.00 pesos por dólar.

A pesar de ello, las presiones acumuladas provocaron que en agosto de 1982 se presentara la más drástica devaluación jamás registrada: una depreciación del 500 por ciento, que hizo que el peso pasara de \$25.00 a \$150.00 pesos por dólar. Como corolario de lo anterior, el país cae en una fuerte crisis de deuda, declarándose así una moratoria en el pago de la misma.

Posteriormente, en septiembre de 1982, último año del régimen López-Portillista y hasta diciembre del mismo año, se establece un régimen de tipo de cambio dual y de deslizamiento controlado, imponiéndose rigurosos controles cambiarios.

A partir de ese momento, y hasta a diciembre de 1987, durante el gobierno de Miguel de la Madrid, el sistema cambiario se rigió bajo un modelo de tipo de cambio dual y de deslizamiento controlado, pero flexible en los controles de cambio. Un régimen dual significa que existen dos tipos de cambio: uno controlado y que era aplicado a las operaciones de exportación, importación y servicio de la deuda, y otro libre, aplicable a servicios turísticos, y viajes.

Durante ese período, el peso se depreció en cerca del 300 por ciento, y se observan los más altos índices inflacionarios, pasando de 105.7 por ciento anual en 1986 a 159.20 en 1987. Durante 1988, último año de la administración de Miguel de la Madrid, se continúa con un régimen dual y se establece el tipo de cambio de flotación manejada.

Con el ascenso al poder de Carlos Salinas de Gortari, se inaugura una administración de corte totalmente neoliberal, en la cual se mantuvo el régimen de tipo de cambio dual con deslizamiento controlado, más comúnmente conocido como de bandas cambiarias controladas. Este sistema se basaba en las perspectivas del gobierno a principios de año, a partir de las cuales se establecían bandas en las cuales el peso podría flotar libremente, pero de antemano se sabía ya cuál iba a ser el nivel de depreciación para el mes siguiente, e incluso para finales del año.

Si por alguna razón la cotización rebasaba las bandas establecidas, el Banco de México intervenía en el mercado haciendo que la cotización volviera a la normalidad. Para llevar a cabo estas acciones, el gobierno debía mantener una estricta disciplina fiscal y un combate frontal a la inflación, así como contar con una reserva de divisas suficiente para poder hacer frente a movimientos especulativos importantes, si es que deseaba que la paridad se mantuviera en las bandas programadas. Un logro económico que es importante destacar es que la inflación bajó de tres dígitos en 1987 a un solo dígito en 1993.

A partir de ese año se ingresa a un régimen de tipo de cambio flotante y se cambia la denominación del peso restándole tres ceros. En un régimen de tipo de cambio libre, teóricamente son las fuerzas de la oferta y la demanda quienes fijan el valor de la moneda.

Este sistema se mantuvo durante el período del presidente Zedillo y en la actualidad con el presidente Vicente Fox.

La última crisis devaluatoria (1994-1995).

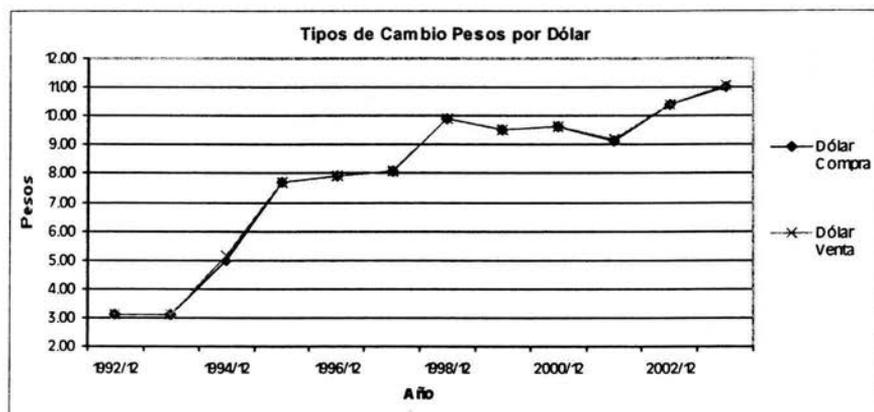
Las reformas estructurales iniciadas en 1990 se vieron reflejadas en una baja de la inflación a menos del 10 %, y en un superávit presupuestal a partir de 1993. La economía nacional se volvió menos dependiente del petróleo, se ingresó al Acuerdo General sobre Tarifas y Comercio (GATT) y a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), y se firmó el Tratado del Libre Comercio con América del Norte, lo cual dio como resultado una estabilidad cambiaria.

A pesar del ambiente positivo, en 1994 la situación no era del todo favorable. El crecimiento del medio circulante bajó, pero el crédito interno aumentó más rápidamente, las autoridades argumentaron que esa medida era necesaria para contrarrestar la caída de las reservas internacionales. Al mismo tiempo, el tipo de cambio nominal se sobrevaluaba a medida que los diferenciales de inflación con Estados Unidos de América excedían la tasa de depreciación del tipo nominal. Como consecuencia, las importaciones crecieron y las exportaciones se cayeron, resultando un fuerte déficit en cuenta corriente mismo que fue financiado en su mayoría con flujos de capital de cartera. Coincidentemente, en EUA se elevaron las tasas de interés, con lo que se provocó una salida de capitales y una inevitable devaluación del peso.

No debe olvidarse también que 1994 fue un año de varias circunstancias especiales: elecciones presidenciales, aparición de la guerrilla y asesinatos de índole político, factores que provocaron un retraso en la entrada de capitales extranjeros y la salida del capital invertido en certificados de tesorería a corto plazo denominados cetes. Esta circunstancia especial provocó una disminución de las reservas internacionales, obligando así al gobierno a emitir bonos del tesoro a corto plazo con interés y capital vinculados al dólar, como lo eran los tesobonos y los ajustabonos. Por otro lado, al tratarse de un año de elecciones, no se tomaron las medidas necesarias para reducir el déficit público y poner fin al drenaje de reservas internacionales.

La falta de medidas para sostener el tipo de cambio o enfrentar el déficit en cuenta corriente inquietaba tremendamente a los inversionistas extranjeros, por lo cual el nuevo gobierno bajo la responsabilidad de Ernesto Zedillo, una vez instalado, procedió casi inmediatamente a modificar el sistema cambiario, ampliando la banda de flotación del dólar. La idea era lograr un desliz suave y controlado del peso. Sin embargo, las nuevas autoridades no

ofrecieron las garantías suficientes y algunos argumentan que hubo falta de capacidad en la instrumentación de esta medida, lo que significó una fuga impresionante de capitales y una drástica devaluación del peso, cuya paridad pasó de \$4.95 a \$7.70 pesos por dólar en dos días.



Gráfica 5.10 Tipo de cambio pesos por dólar
Fuente: Bolsa Mexicana de Valores, S.A. de C.V., Indicadores Bursátiles, referido por INEGI.

Este ambiente económico negativo terminó en un programa de ayuda económica por parte de EUA, el Fondo Monetario Internacional (FMI), Canadá y los bancos centrales del Grupo de los Diez. El crédito contingente otorgado a México por el FMI equivalía al 688 % de la cuota aportada, una cifra sin precedentes. Hubo cierta reticencia por parte de los países europeos, pero al final se concedió un paquete financiero de ayuda de 50,000 millones de dólares. Con esta medida de respaldo, y a pesar de que en un principio el peso se apreció, meses después del anuncio llegó a su punto máximo la caída, por lo que se estableció un plan de estabilización con reducción fiscal y limitación de aumentos salariales. El peso finalmente se ubicó en los 7.9 pesos, mientras que las tasas de interés aumentaron hasta un 50 por ciento¹⁵⁴.

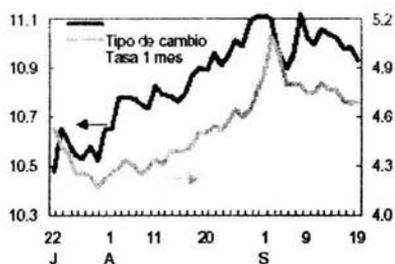
A partir de entonces el peso ha presentado una depreciación menos acelerada, pero continúa como se muestra en la gráfica 5.10. En los últimos meses del año 2003 el peso sigue enfrentando presiones. Banamex, en el mes de septiembre, en su reporte "Examen de la Situación Económica de México" presenta que la depreciación del peso en los últimos meses, se debe a varios factores:

1. La debilidad económica y, en particular, la lenta reacción de las exportaciones al avance de la producción manufacturera en EUA.
2. El reacomodo de portafolios ante el movimiento de las tasas de largo plazo en EUA
3. La demanda de divisas por parte de algunas empresas nacionales para la compra de activos en el exterior.
4. El bajo nivel de las tasas de interés domésticas.
5. La reducción de la subasta diaria de dólares por parte del banco central.

La presión sobre el tipo de cambio continuó influyendo sobre las tasas de interés de corto plazo, que registraron en agosto y la primera parte de septiembre un comportamiento volátil. Después de alcanzar mínimos históricos hacia finales de julio, dichas tasas se reaccionaron al alza por la presión cambiaria, a la que se sumó posteriormente la expectativa inflacionaria de corto plazo, se esperan mayores inflaciones mensuales en el último cuatrimestre del año, por efectos estacionales (colegiaturas, electricidad, temporada navideña, entre otros).

Como se observa en la gráfica 5.11, toda vez que se estabilizó el tipo de cambio dichos rendimientos recuperaron parte del terreno perdido en agosto, apoyadas por los factores que han venido induciendo bajos niveles para las tasas domésticas, como: la manifiesta debilidad de la demanda interna, los bajos niveles de las tasas de corto plazo en EUA y la mejoría del riesgo país y de las expectativas de inflación para el cierre de año.

¹⁵⁴ Rodríguez G. José., Negrete M José, Santamaría M. Diego. 2001. Análisis Fundamental y Técnico del Tipo de Cambio en México. El ciclo Económico Sobrevaluación - Devaluación.
Dirección: <http://www.ujat.mx/publicaciones/hitos/19/original-devaluacion.pdf>



Gráfica 5.11 Tipo de cambio y tasa de interés (porcentaje)

Fuente: BANXICO Enlace INT e Infosel, referido por Examen de La Situación Económica de México, Septiembre 2003 Volumen 933

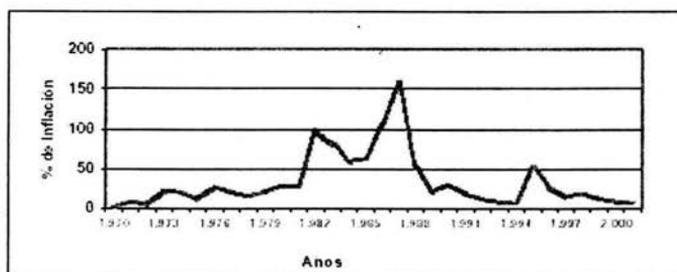
Por su parte, las tasas de interés de largo plazo siguen reaccionando a una buena perspectiva sobre las reformas estructurales, reflejada en la baja del riesgo país, a una mayor demanda por estos instrumentos de parte de inversionistas institucionales, que reacomodan sus portafolios, y al comportamiento de sus similares en EUA¹⁵⁵.

Existe otra fuerte controversia sobre cuáles pueden ser los motivos de esta depreciación continuada cuando el país vive un buen momento en cuanto a la acumulación de reservas (más de 48 mil millones de dólares), la situación de los tipos de interés, la estabilidad relativa sobre el resto del área, entre otros. La mayor parte de los analistas achacan la pérdida de valor de la divisa mexicana a la huida de capitales del área dólar hacia el área euro, sin que se puedan aducir motivos sobre la economía mexicana, que, tan sólo, muestra una vulnerabilidad importante ante los movimientos de este capital especulativo por la fuerte concentración en el corto plazo y depósitos fácilmente liquidables con el exterior que arrastra desde los episodios de crisis históricos¹⁵⁶.

Análisis de los diferenciales de inflación y su relación con el tipo de cambio.

A partir de 1971 la inflación nacional comenzó a experimentar cambios drásticos al igual que la de Estados Unidos; tales movimientos fueron ocasionados principalmente por la crisis del petróleo. La década de los ochenta significó un periodo muy inestable no solo para México, sino también para todas las economías de Latinoamérica. Así, a finales de los ochenta, México alcanzó inflaciones de tres dígitos, mientras que Estados Unidos empezaba una etapa de crecimiento en su economía.

EVOLUCIÓN DE LA INFLACIÓN 1970-2001



Gráfica 5.12 Evolución de la inflación 1970-2001

Fuente: BANXICO Índice de Precios, referido por José Félix Rodríguez García, José Negrete Morales, Diego Santamaría Muñoz. Análisis Fundamental y Técnico del Tipo de Cambio en México. 2001

En la década de los noventa y con el advenimiento de los gobiernos liberales en México, se logra controlar un tanto la inflación. Así, a partir de 1997 ésta se ha mantenido por debajo de los 20 puntos, e incluso en el año 2000 la inflación fue de un dígito¹⁵⁷, tal y como se observa en la gráfica 5.12.

^[155] BANAMEX Examen de La Situación Económica de México, Septiembre 2003 Volumen 933. Tipo de Cambio y Tasa de Interés.

^[156] El Centro de Estudios Latinoamericanos CESLA. 2003 *Riesgo Cambiario Latinoamericano*.

Dirección: <http://www.cesla.com/riesgo/descarga.php>

^[157] Rodríguez G. José., Negrete M. José., Santamaría M. Diego. 2001. *Análisis Fundamental y Técnico del Tipo de Cambio en México*.

El ciclo Económico Sobrevaluación - Devaluación. Dirección: <http://www.ujat.mx/publicaciones/hitos/19/original-devaluacion.pdf>

5.6 INDICADORES DE TENDENCIA DE LA ECONOMÍA EN MÉXICO

Actividad industrial México-USA.

La industria mexicana responde, casi directamente, a lo que ocurre con el mismo sector en Estados Unidos de América, en los mismos meses tocan fondo y se recuperan ambas industrias. En junio del año 2000 la industria mexicana crecía 7.2 %, mientras que la de EUA lo hacía 6 %, tasas anuales en ambos casos. La caída que viene después las lleva al fondo en octubre de 2001 con una contracción de 5.3% anual a la industria mexicana y dos meses después una contracción de 5.7 % a Estados Unidos de América. La primera recuperación ocurre desde entonces y hasta fines del año 2002, con el punto máximo en octubre para México (1.5 %) y en noviembre para Estados Unidos (1.8%) La segunda caída toca fondo en junio, para los EUA y en julio para México, con una contracción de 1.3% para los vecinos y 2.2 % para el país mexicano, de ahí en adelante parece ser clara una recuperación.

La gráfica 5.13. muestra el comportamiento en los últimos cuatro años, es muy evidente que las dos industrias se mueven al unísono, con un poco más de variación la industria mexicana, pero igual en cuanto a la dirección. Una preocupación para México es que la mayor parte de la caída se debe a la industria manufacturera, tanto nacional como maquiladora. El resto de la industria se comporta bien, hay crecimiento en minería, construcción y electricidad¹⁵⁸



Gráfica 5.13 Crecimiento anual de la industria en México y EUA

Fuente: Series desestacionalizadas para México, INEGI. Para EU, Banco de La Reserva Federal de San Luis, referidas por Schettino Macario

La economía mexicana es afectada por el sector industrial más directamente que otras ramas de la economía de los Estados Unidos de América aunque es posible la influencia de otras variables



Gráfica 5.14 Índice de producción industrial

Fuente: Para México INEGI. Director General de Contabilidad Nacional y Estadísticas Económicas. Para EU Banco de Datos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico referido por INEGI

¹⁵⁸ Schettino Macario. 2003. *La Recuperación en la Industria*. Periódico

El motor de la economía mexicana es la industria de EUA, ya no el gobierno ni el mercado interno. A partir de 1996, el componente cíclico de la actividad industrial en México muestra una gran correlación con EUA, grafica 5.14.

Participación de Mercado de México en EUA.

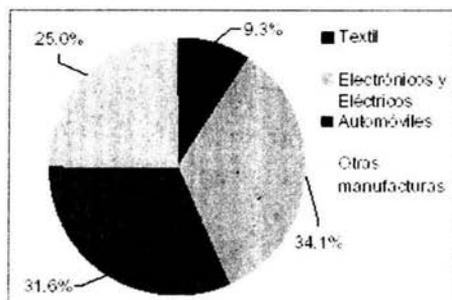
En Agosto del año 2003 los datos mostraron un persistente deterioro de las importaciones provenientes de México (-4.0%), hacia los Estados Unidos de América; mientras que el total de importaciones de EUA mostró ligera reducción, -0.3% anual. Las cifras de los envíos manufactureros mostraron mayor deterioro (tabla 5.1), la pérdida de mercado acumulada en este sector fue de un punto porcentual. A pesar de la mayor competencia¹⁵⁹.

Importaciones de EUA	Acumulado	Agosto	Participación	Ganancia pérdida de mercado
Total	7.4	-0.3	-	-
México	1.3	-4	11.1	-0.7
China	21.5	8.3	11.6	1.3
Manufacturas				
Total	7.1	-0.9		
México	-1.8	-6.9	10.8	-1
China	21.4	8.2	13.4	1.6

Tabla 5.1 Importaciones de EUA, manufacturas de México y China

Fuente: BANAMEX con datos del Departamento de Comercio de EUA, referido por Examen de la Situación Económica de México. Septiembre 2003, Volumen 933

No obstante para septiembre de este mismo año continúa el deterioro de las exportaciones mexicanas hacia EUA. Destacan por su importancia dentro de las exportaciones ver gráfica 5.15, los sectores automotriz, y de electrónicos.



Gráfica 5.15 Estructura de las exportaciones manufactureras México

Fuente: BANAMEX con datos del Departamento de Comercio de EUA, referido por Examen de la Situación Económica de México. Septiembre 2003, Volumen 933

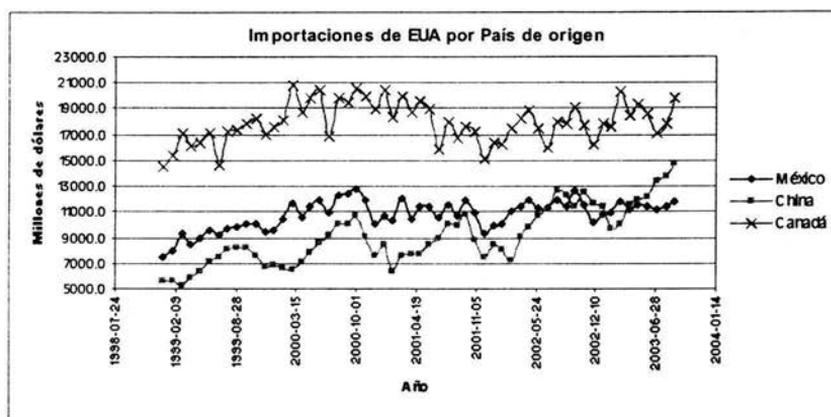
La baja producida obedece a la disminución anual que registraron los envíos manufactureros, cuya dinámica ha sido afectada principalmente por tres factores:

1. **Menor dinamismo de la demanda:** Aunque en su conjunto el mercado manufacturero de EUA registra una recuperación paulatina, a su interior la dinámica resulta heterogénea. En particular en algunos sectores industriales en los que México participa activamente, la producción muestra una recuperación menor que el valor agregado manufacturero; a la vez la mayor parte de los casos el desempeño de los envíos mexicanos supera a la dinámica del mercado. Ello pone de manifiesto hebrecho de que la falta de reactivación de una parte de las exportaciones responde a la ausencia de crecimiento de la demanda externa.

[159] BANAMEX con datos del Departamento de Comercio de EUA, referido por Examen de la Situación Económica de México. Septiembre 2003, Volumen 933

2. **Mayor Competencia Internacional:** Desde hace algunos años se ha venido acentuando la competencia en el mercado manufacturero de EUA, debido a la penetración de mercancías de origen asiático. Cobra especialmente relevancia China, cuya participación de mercado en el total de las importaciones manufactureras de EUA supera ya la mexicana, Gráfica 5.16. Según aproximaciones de Banamex el 20 % de los envíos manufacturero de México enfrenta directamente la competencia con el país asiático. Específicamente sectores de la industria como el textil y de electrónicos.
3. **Industria Automotriz:** La debilidad de la demanda externa y, sobre todo, la pérdida de participación de mercado en EUA de las principales armadoras norteamericanas, han provocado que continúe el deterioro de las exportaciones mexicanas. Ello obedece a un cambio de las preferencias de los consumidores estadounidenses en favor de los modelos asiáticos, en especial los japoneses¹⁶⁰.

En septiembre los resultados fueron mixtos: las ventas internas aumentaron y las exportaciones continuaron a la baja cuadro 5.2. Los montos en millones de dólares han disminuido (tabla 5.3), y la participación actual mexicana, es menor a las exportaciones asiáticas (grafica 5.16). Resultado de bajas ventas, altos inventarios, y mayor penetración de modelos importados, la producción para el mercado interno sigue disminuyendo a tasas de dos dígitos (-20.1%). Las ventas a Norteamérica, el principal mercado de exportación mexicana, han descendido a un ritmo mayor (-10.5%), debido entre otros factores, a la penetración de las líneas asiáticas en las preferencias del consumidor estadounidense¹⁶¹.



Gráfica 5.16 EUA Participación en importaciones manufactureras; ¹cifra acumulada a septiembre de 2003.
Fuente: USA Departamento de Comercio: Oficina de Censos y Oficina de Análisis Económico

La combinación de los tres elementos anteriores se ha traducido en una menor velocidad de respuesta de las exportaciones manufactureras mexicanas frente a la recuperación económica de los Estados Unidos de América, en la que la manufactura ha tomado menor fuerza.

Año / País	Importaciones de EUA por País de origen (Millones de dólares)				
	México	China	Japón	Canadá	Alemania
1999	109720.2	81788.1	130863.8	198710.8	55228.5
2000	135927.1	100019.7	146478.7	230838	58514.7
2002	134615	125192.8	121427.4	209086.6	62507
2003	101939.7	108611	86786.6	166649.5	49267.7

Tabla 5.2 EUA Participación en importaciones manufactureras; ¹cifra acumulada a septiembre de 2003
Fuente: USA Departamento de Comercio: Oficina de Censos y Oficina de Análisis Económico

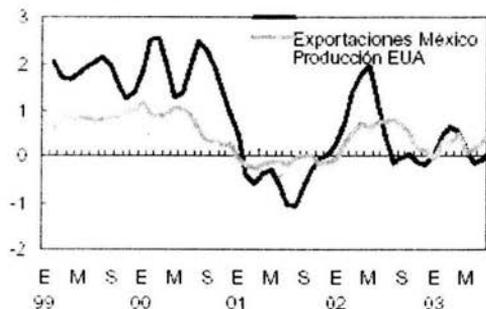
⁽¹⁶¹⁾ Vieyra Arturo. BANAMEX Examen de Situación Económica en México, Volumen 933, Septiembre 2003 Exportaciones mexicanas en EUA

	Septiembre	Variación Anual, %	Enero- Septiembre	Variación Anual, %
Exportaciones	102 675	-5.7	904 220	-9.8
Mercado Interno				
Al público	70 132	2.8	691 148	-2.2
A distribuidores	84 378	22.3	657 543	-5.9
Producción				
Total	128 247	-10.6	1 180 920	-14.4
Para la exportación	99 755	-7.4	908 964	-10.7
Para el mercado Interno	28 492	-20.1	271 956	-24.7
Consumo en EU				
Total	1 303 206	6.5	12 675 711	-1.6
De vehículos domésticos	1 046 707	6.8	10 145 773	-2.3

Tabla 5.3 Exportaciones, producción y consumo en EUA
Fuente: USA Departamento de Comercio: Oficina de Censos y Oficina de Análisis Económico

En general, con base en los elementos anteriores el vínculo productivo con la manufactura de EUA se ha debilitado a través de dos efectos:

- La menor respuesta de las exportaciones mexicanas a la demanda externa en las fases de nulo o escaso crecimiento, gráfica 5.17
- El ambiente de mayor competencia internacional, especialmente con los países asiáticos, tales como: Taiwan, Singapur, Hong Kong y Corea, que constituyen junto al Japón en los llamados cinco tigres asiáticos, y más recientemente los nuevos: China, Indonesia, Tailandia y la India, afecta negativamente la participación de las exportaciones mexicanas. Estos países exportan, en la actualidad, sensiblemente más que Estados Unidos de América y Alemania juntos.



Gráfica 5.17 Manufacturas 0.2 variación mensual, porcentaje, promedio móvil 3 meses

Fuente: BANAMEX con datos de INEGI y Reserva Federal de EUA, referido por Examen de la situación económica de México. Septiembre 2003. Volumen 933.

La competencia esta centrada en segmentos específicos de la manufactura, la permanencia en el mercado de EUA exige aumentos en productividad, para los cuales el avance en los temas estructurales (energía, laboral e infraestructura) es fundamental¹⁶².

5.7. INDICADORES DE TENDENCIA DE LA INDUSTRIA MANUFACTURERA.

El mayor segmento de maquila es el procesamiento de alimentos, bebidas y tabacos (25,2%), le siguen en importancia los productos de metal, maquinaria y equipo (incluyendo la industria automotriz) con un 23,2%, este es

¹⁶¹ BANAMEX con datos del Departamento de Comercio de EUA, referido por Examen de la Situación Económica de México. Septiembre 2003. Volumen 933

¹⁶² IBIDEM

el segmento más creciente. El tercer segmento es el de los químicos, productos de petróleo y plásticos, con un 18,2%. Posteriormente los textiles y artículos de cuero, con un 10%; productos minerales no metálicos (6,7%), metales básicos (5,7%), papel, impresos y publicaciones (5,5%) y misceláneos (2,5%)¹⁶³.

La Industria Metalmeccánica, el área específica de interés, agrupa a las actividades relacionadas al uso del metal como materia prima del proceso productivo, y comprende desde la extracción, beneficio del hierro y el acero; hasta la aeronáutica. En función de su impacto en el escenario manufacturero mexicano son de importancia varias ramas industriales que comprenden desde el beneficio de metales hasta la producción de equipo y material de transporte pasando por productos metálicos, productos eléctricos y electrónicos, industria del automóvil e industria de autopartes¹⁶⁴. Por consiguiente la rama metal mecánica se encuentra dentro de dos segmentos de la Industria Manufacturera, Productos de metal, maquinaria y equipo y Metales básicos, tomando mayor importancia, dado su desarrollo, el primer segmento.

Desarrollo del empleo, personal ocupado y remuneraciones dentro de la Industria Manufacturera.

La falta de competencia que enfrentaron las empresas en el mercado interno pudo haber sido uno de los factores que explican las bajas tasas de crecimiento de la productividad factorial total en el sector manufacturero. Este indicador se utiliza para medir los cambios en eficiencia del aparato productivo que pueden ocurrir, entre otros factores, por mejoras tecnológicas, mayor experiencia de trabajadores y empresarios, y la inversión en intangibles como la mejor preparación y entrenamiento de la mano de obra.

Entre 1960 y 1982, la productividad factorial en el sector manufacturero mexicano mostró un crecimiento promedio anual de 1.3%, aunque sobresalió la caída que se presentó en la última fase el auge petrolero (-2.7%). En lo que se refiere al empleo, los subsidios crecientes al capital desalentaron el uso de la mano de obra. Entre 1963 y 1973, la tasa de crecimiento promedio anual del empleo en el sector manufacturero se situó en 4.5%, cifra inferior a la reportada para países como Corea, Hong Kong y Singapur (10.6%) durante el mismo período. Entre 1973 y 1982, el crecimiento del empleo en las economías en desarrollo se desaceleró como consecuencia de la recesión mundial. Sin embargo, para los tres países mencionados, la tasa de crecimiento se situó en 5.1%, mientras que en México fue de sólo 1.9 por ciento.

La transición de una economía relativamente cerrada a una con mayor vinculación a los mercados mundiales, representa un cambio estructural que lleva implícitos costos de ajuste en el corto plazo. Los cambios en el sistema de incentivos que provoca la apertura, generalmente implican modificaciones en las estructuras de producción.

Por ejemplo, las empresas potencialmente exportadoras requieren, en algunos casos, de la adopción de nuevas tecnologías y de la contratación, capacitación y entrenamiento de la mano de obra. La expansión de la producción que se presenta en estas actividades a menudo implica nuevas inversiones en maquinaria y equipo, y un proceso de aprendizaje para conocer el funcionamiento de los mercados externos y los métodos más adecuados para incursionar en ellos. Para este tipo de empresas también se requiere, en ocasiones, de la adecuación de los productos a las normas y de niveles de calidad que se tienen en los mercados internacionales.

En el caso de la empresa que se encuentra en el sector que sustituye importaciones, la mayor competencia internacional puede llevarla a una reducción en sus operaciones, a disminuir el número de empleados y, en ocasiones, al cierre de plantas ineficientes. Esto no significa la desaparición del aparato industrial que sustituye importaciones; una mayor especialización en los procesos productivos y la adopción de nuevas tecnologías es generalmente suficiente para incrementar la eficiencia y sobrevivir con un menor grado de protección¹⁶⁵.

Durante la última crisis devaluatoria (1994-1995) en México, se presentó un recrudecimiento de la pérdida de empleos y en una economía en la cual los ahorros de los trabajadores son, esencialmente, cero, y en donde, además, el gobierno no proporciona ningún tipo de ayuda a los desempleados, pocos trabajadores pueden permitirse el lujo de permanecer desempleados por mucho tiempo. Consecuentemente, los nuevos trabajadores que ingresan al mercado de trabajo así como los trabajadores que perdieron su empleo se ven forzados a aceptar cualquier trabajo disponible, sin importar la paga, condiciones de trabajo, o compatibilidad con su entrenamiento y habilidades; de hecho, solamente el 12% de esos desempleados decide retirarse de la mano de obra.

¹⁶³ Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica (PROCOMER). 1998 Estudio de Mercado Estados Unidos Mexicanos.

Dirección: <http://www.procomer.com/mercadosTLC/Oficinas%20comerciales/mexico1.pdf>

¹⁶⁴ Juárez Núñez Humberto, 1999. Perfil de la Industria Metalmeccánica en México.

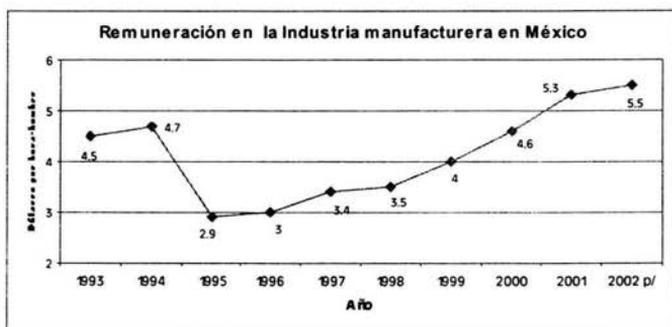
Dirección: <http://www.imfmetal.org/main/files/MexicoFinalReportH.pdf>

¹⁶⁵ Georgina Kessel. Liberalización Comercial y Crecimiento Económico.

Dirección: <http://www.cidac.org/libroscidac/mexico-cambio/Cap-6.PDF>

Esto hecho se ve claramente reflejado en la caída en las remuneraciones de la industria manufacturera (gráfica 5.18), en el período posterior a la devaluación. En este contexto, el bajo índice de desempleo en México enmascara un problema mucho más profundo: el del empleo precario mal pagado. Problema que enfrenta una gran parte de la mano de obra mexicana. El predominio de empleos inestables y de baja productividad se refleja en la existencia del trabajo no-asalariado en México. Estos trabajos se concentran en las unidades económicas muy pequeñas o micronegocios (es decir, con menos de cinco trabajadores), incluyendo los establecimientos unipersonales. En general, estos establecimientos tienen niveles extremadamente bajos de la inversión y baja productividad, y no asombrosamente, los ingresos medios pagados tienden a ser bajos¹⁶⁶.

Después de la devaluación, pero con la apertura, se obtuvieron también ganancias importantes en eficiencia en el sector manufacturero. La tasa de crecimiento promedio anual de la productividad aumento. Sobresalió la evolución de la productividad laboral, este crecimiento se vio acompañado de una recuperación en los salarios reales en el sector manufacturero, lo que reflejo tanto el resultado del proceso de estabilización como los efectos de la apertura¹⁶⁷.

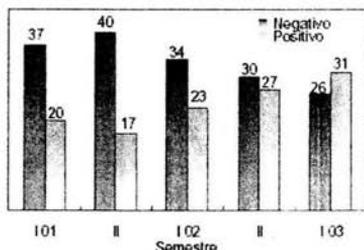


Gráfica 5.18 Remuneración en la industria manufacturera en México
Fuente: / INEGI. Encuesta Industrial Mensual.

Datos para el sector Manufacturero sin incluir a la industria maquiladora. La Encuesta Industrial Mensual (EIM) actualizó cifras de enero del 2001 a junio del 2002. Para México se revisaron las cifras en dólares, de 1997 en adelante aplicando un tipo de cambio promedio mensual en vez del tipo de cambio correspondiente al final de cada mes, homologando así toda la serie. En Septiembre del 2003 el Canadian Industry Statistics de Canadá cambió el Sistema de Clasificación Industrial Estándar (SIC) por el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (NAICS), por lo que se revisa la información a partir de 1989.

Evolución de las ramas industriales al primer semestre del 2003

La industria en México se desgrega en 57 ramas de actividad, la mayoría de ellas (48) son manufactureras. En el primer semestre crecen en términos anuales 31 ramas de la industria, superando por primera vez al número de las que caen desde que inició la contracción de la industria en México en el año 2001, gráfica 5.19.



Gráfica 5.19 Número de ramas con crecimiento

Fuente: INEGI, referido por Examen de la Situación Económica de México BANAMEX con datos del INEGI y Reserva Federal de E.U.A. Septiembre 2003, Volumen 933

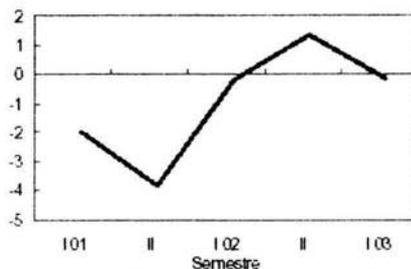
^[166] Salas Carlos. Mayo 2002. Tendencias actuales del mercado de trabajo en México.

Dirección: <http://www.gpn.org/data/mexico/mexico-analysis-sp.pdf>

^[167] IBID. Dirección: <http://www.cidac.org/libroscidac/mexico-cambio/Cap-6.PDF>

El número de ramas con aumentos en producción mejora. Algunas de ellas, hasta con cuatro semestres consecutivos de caídas anuales (autopartes, muebles metálicos, equipos y aparatos eléctricos, entre otras, ven crecer nuevamente su producción en la primera mitad del 2003. Sin embargo, este número creciente de ramas no se traduce en un avance global de la producción industrial (gráfica 5.20).

Se debe a que, si bien algunas ramas se recuperan, otras con mayor importancia y peso dentro de la industria, como fabricación de vehículos automotores, otros productos alimenticios y maquinaria y equipo eléctrico, entre otras más, empiezan a descender, como resultado de una competencia más intensa en los mercados nacional e internacionales, así como por una mayor debilidad del mercado interno.



Gráfica 5.20 Crecimiento de la industria, anual

Fuente: INEGI, referido por Banamex Examen de la Situación Económica de México. Septiembre 2003, Volumen 933

Particularmente, la producción de vehículos automotores ligeros se ha contraído por el descenso de las exportaciones y la mayor penetración de las importaciones en el mercado doméstico. En el primer semestre del 2002 el 53% de los vehículos comprados en territorio nacional eran extranjeros, en la actualidad, primera mitad del 2003, es el 60%.

Otras ramas, también con caídas acumuladas desde el 2001, no sólo no se recuperan, sino profundizan sus descensos. Este es el caso particular de hilados y fibras blandas, otras industrias textiles y otras industrias manufactureras. Ellas resienten la competencia internacional dentro y fuera del país, especialmente la de China.

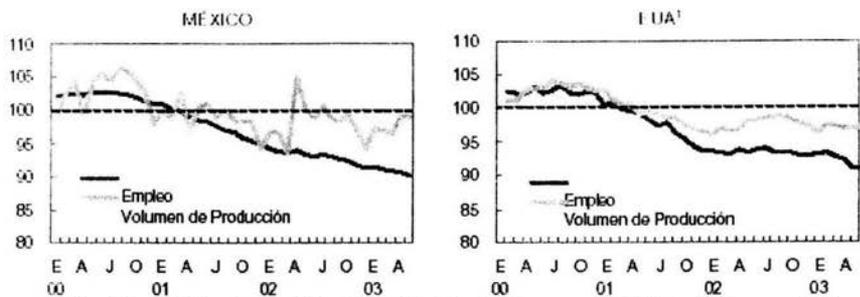
Adicionalmente, en las demás sigue persistiendo la tendencia bajista. En este grupo de ramas se conjugan diversos factores, desde la alta dependencia de un mercado externo que apenas está dando indicios de recuperación (electrónicos, maquinaria y equipo no eléctrico, entre otros), hasta las que han venido manifestando problemas estructurales (Petroquímica básica y fertilizantes), aunque éstos empiezan a ser atendidos.

Son pocas las actividades industriales que manifiestan una clara recuperación. Sobresalen siderurgia, química básica, refinación de petróleo y construcción. En estas se revelan varios factores de impulso: petróleo y sus derivados refleja los resultados de las reconfiguraciones de las refinerías de Cadereyta y Madero. Construcción, el apoyo a la demanda de vivienda y de algunos proyectos de infraestructura de transporte y electricidad. Y en siderurgia, la reactivación de sus exportaciones y de su mercado interno, este último al amparo de la actividad constructora.

Ajustes estatales en la industria manufacturera.

La entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) dio lugar a un hecho notable: el ciclo productivo de las manufacturas en México se asemeja cada vez más al de su contraparte en los EUA. A este fenómeno, se suma en meses recientes una nueva y sorprendente característica: durante meses recientes, la productividad-trabajo registra un incremento de naturaleza cíclica en los dos países. Ello se explica por el hecho de que el ajuste en empleo ha sido más que proporcional al de la producción en ambos lados de la frontera (gráfica 5.21 y 5.22).

En comparación con la primera mitad del 2000, el volumen de producción manufacturera en México y los EUA durante la primera mitad del 2003 es inferior en aproximadamente 5%. En contraste, la reducción en planta laboral es superior al 10%. Así, el común denominador de la llamada «recuperación sin empleo» en los EUA y el recrudescimiento del desempleo en México es el hecho de que la recuperación de la demanda industrial es aún insuficiente para validar incrementos en el personal ocupado.



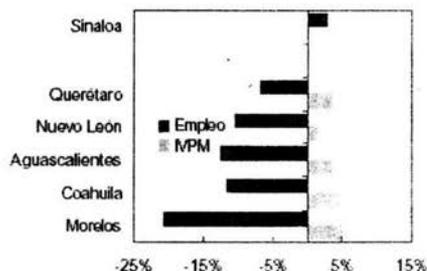
Gráficas 5.21 y 5.22 Manufacturas, índices 2000 = 100. Series ajustadas por estacionalidad para México y para EUA
Fuente: INEGI y BLOOMBERG, referido por BANAMEX. Examen de la Situación Económica de México. Septiembre 2003, Volumen 933

Conviene hacer un esfuerzo por dimensionar los alcances de este tipo de ajustes a nivel regional. Para ello, se utilizan los índices de volumen de producción manufacturera por estado (IVPME) que el INEGI publica para 17 entidades del país y se comparan con las trayectorias del empleo formal (registrado en el IMSS) en el sector de transformación. En este grupo de entidades reside 75% del total de empleo manufacturero formal en México, de los 567 mil puestos de trabajo que la transformación formal pierde entre el primer semestre del 2000 y el mismo periodo del 2003, las entidades aludidas explican 421 mil.

Dado que el dato más reciente para el IVPME es mayo del 2003, se efectúan comparativos promedio enero-mayo 2003 contra enero-mayo 2000 tanto para esta variable como para el empleo formal en la industria de la transformación en las 17 entidades disponibles. Ello da lugar a dos situaciones generales:

1. Aquella en donde el IVPME durante los primeros cinco meses del 2003 es superior al que prevalecía en el mismo periodo del 2000. La gráfica 5.23 muestra que son seis las entidades que se encuentran en este tipo de circunstancias, que puede calificarse como una restauración de los niveles de producción.

Estas entidades comparten un rasgo sorprendente: con la excepción de Sinaloa, donde se registra el menor avance en el IVPME; esa reanimación productiva está asociada a una planta laboral de un tamaño sustancialmente menor. En otros términos, en cinco de estas seis entidades el avance en la productividad-trabajo es tal que hasta la fecha la expansión de la producción es insuficiente para validar incrementos en empleo manufacturero.

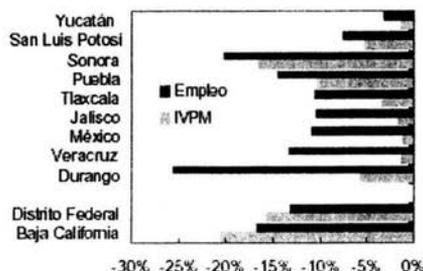


Gráfica 5.23 Entidades con avances en producción manufacturera
Fuente: INEGI e IMSS, referido por BANAMEX Examen de la Situación Económica de México. Septiembre 2003, Volumen 933

2. La situación más frecuente es sin embargo aquella en donde el IVPME aun esta por debajo de los niveles registrados durante enero-mayo del 2000. Son once los estados que presentan esta condición, aunque los niveles de rezago relativo varían mucho. En un extremo se encuentra al Estado de México, Veracruz y Yucatán, donde la brecha productiva con relación al 2000 es ya muy pequeña (los niveles observados durante enero-mayo del 2003 son inferiores en un rango de 1.3% a 1.5%). En contraste, los IVPME de Baja California y Sonora, dos protagonistas del crecimiento exportador de los noventa, aun muestran niveles de operación sustancialmente inferiores a los de finales de esa década: 20.5 % más bajos en Baja California y 16.6% menores en Sonora.

Dadas estas circunstancias de rezago productivo, el derrotero en términos de empleo no debe ser motivo de sorpresa (gráfica 5.24): en todas y cada una de estas entidades, el nivel de empleo manufacturero formal durante enero-mayo 2003 es inferior correspondiente al mismo período del año 2000. Sin embargo, lo que es necesario destacar es que en nueve de estas once entidades el ajuste en términos de empleo ha sido más que proporcional al ajuste en términos de producción.

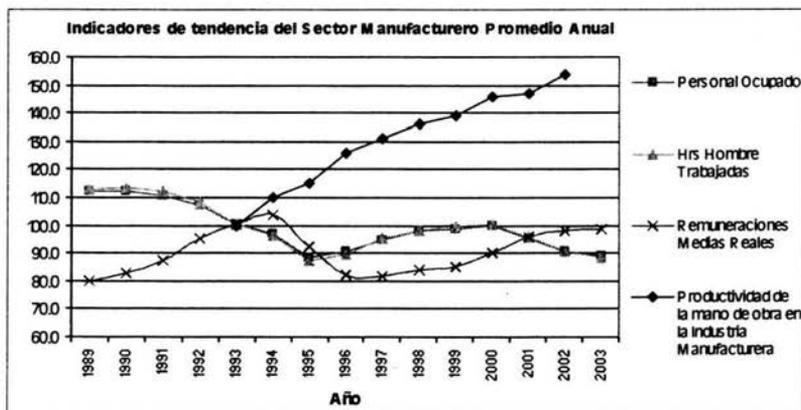
Como resultado, la productividad-trabajo en esos nueve estados es hoy día mayor que la prevaleciente en la parte alta del ciclo (enero-mayo 2000).



Gráfica 5.24 Entidades con descensos en Producción Manufacturera enero-mayo 00 contra 03

Fuente: INEGI, referido por BANAMEX Examen de la Situación Económica de México. Septiembre 2003, Volumen 933

El uso más intenso de una planta laboral más pequeña, expresada en un aumento del producto por empleado, parece ser así un fenómeno común a la actividad manufacturera en todo el país y por lo tanto, un factor importante detrás de las difíciles circunstancias que hoy caracterizan al mercado laboral (gráfica 5.25).



Gráfica 5.25 Índices del personal ocupado, remuneraciones medias reales por hora-hombre trabajadas y las horas hombre trabajadas; para el sector manufacturero. Fecha hasta octubre del 2003.

Fuente: INEGI. Dirección General de Contabilidad Nacional y Estadísticas Económicas

De las entidades en donde la producción manufacturera se ajusta menos que el empleo formal, Sinaloa, el Distrito Federal y Baja California, las dos últimas no solo se caracterizan por operar durante el periodo enero-mayo de este año a niveles sustancialmente inferiores a los del comparativo con el 2000 (-15.6% y -20.5% respectivamente), también constituyen centros manufactureros de gran peso en el nacional: el Distrito Federal contribuye con 11.5% del empleo formal en la industria de la transformación en México y la proporción correspondiente a Baja California es 7% (cifras promedio enero-mayo 2003). Sin embargo, hay una distinción importante entre dos casos tan relevantes para el complejo manufacturero nacional: la gran incidencia de empleo maquilador en el caso de Baja

California implica un mercado de trabajo más flexible, en donde los salarios se ajustan de forma más rápida a las circunstancias del mercado.

En ciudades como Tijuana, las remuneraciones incluso acusan flexibilidad nominal a la baja, situación inédita en el país producto del hecho de que quien busca trabajo en estas plantas está dispuesto a contratarse a una percepción menor a la de su empleo anterior. Es así que, durante etapas de auge, el salario medio de cotización del IMSS de Baja California avanza a una tasa superior al correspondiente al Distrito Federal pero, cuando las circunstancias son adversas, la situación se invierte. En este sentido, las perspectivas de recuperación de empleo en el futuro cercano se antojan más favorables en el caso de la entidad fronteriza que en el del Distrito Federal¹⁶⁸.

^[168] BANAMEX Examen de la Situación Económica en México Volumen 933 Septiembre 2003. Ajustes estatales en la Industria Manufacturera.



GLOSARIO



A LOS CAPITULOS 6, 7 Y 8

Para el desarrollo de los capítulos subsecuentes, toda la información utilizada fue extraída de los archivos de la empresa, contando para esto con la autorización del Director General. Su amplia disposición y apertura permitieron el desarrollo de este trabajo.

En el capítulo seis se presenta de forma clara, la estructura de trabajo dentro del taller, es decir, la forma en que se lleva a cabo la reparación de la maquinaria importada desde Inglaterra. Es una descripción de cada una de las áreas en las que está dividido, su organización, distribución, forma en que se estructuran sus actividades, como se distribuye el trabajo.

Por su parte el siguiente capítulo pretende mostrar de manera sencilla, el sistema actual de calidad con el que cuenta la empresa; su estructura de organización, filosofía, políticas, así como; la forma en que se desempeñan cada uno de los procesos de la compañía.

El capítulo ocho presenta la propuesta de implementación del nuevo modelo de calidad total. Este capítulo, tiene por objeto mostrar las diferentes etapas de implementación de un sistema de Control de Calidad Total (CCT). Respetando el modelo ya establecido, y mencionando posibles mejoras para los diferentes procesos que se llevan a cabo dentro de la compañía, tanto en el trabajo del taller como el de la oficina.

El presente trabajo no pretende cambiar a un modelo completamente distinto, simplemente trata de exponer las deficiencias que el modelo actual presenta, y tratar de reparar esas fallas para mejorar la calidad de los procesos y obtener mejores rendimientos.

También en el capítulo ocho, se mencionan algunas posibles opciones, a analizar cuidadosamente por parte del Director General, para ampliar la cartera de clientes con la que cuenta actualmente, y afrontar los futuros retos que se avecinan en el país.



CAPITULO 6



DESCRIPCION DEL TALLER

Metal Plástico es una Sociedad de Responsabilidad Limitada. (Mi) (Maquinaria Inglesa), es una micro empresa dedicada a importar maquinas-herramientas convencionales y Control Numérico por Computadora (CNC) y sus accesorios, posteriormente las reacondiciona, reconstruye, y distribuye dentro del mercado nacional.

La empresa cuenta con infraestructura propia, tiene una nave industrial en donde se encuentran el taller y la oficina. En el taller se realiza la reconstrucción de la maquinaria, hasta dejarla funcionando a entera satisfacción del cliente. Por su parte, en la oficina se desarrolla todo lo relacionado a las áreas administrativas como son: publicidad, nomina, atención al cliente, mercadotecnia.

6.1. DESARROLLO DE LA COMPAÑÍA.

Reseña histórica de la Empresa.

- En enero de 1986 inicia la Empresa con la producción de botellas de plástico. Adquiere una extrusora y contrata a los dos primeros operarios. El primer local estaba ubicado en la calle de Chimalcoyotl, en la delegación Tlalpan, en el Distrito Federal.
- En el año de 1987 adquiriere la segunda extrusora. Con ayuda de un técnico se fabricó una tercera extrusora, e ingresaron dos técnicos para el área de maquinado. En ese mismo año la compañía adquiere un torno y unas generadoras de engranes. Intentó generar engranes, pero no obtuvo los resultados esperados.
- Para Julio de 1987, se muda la empresa a la calle de Juárez en la colonia Ampliación Miguel Hidalgo. Para este año se contaba con tres extrusoras y tres tornos, para el proceso de producción. El volumen de botellas producidas, se incrementó; se elaboraban botellas de 0.5, 1 y 2 litros. Se obtuvo una enorme mejoría en el taller metal-mecánico. En 1987 también se inició la manufactura de cuchillas de molinos para plástico, además el grupo de trabajo, diseño y construyo un molino.
- Para el siguiente año 1988, la situación económica del país empeoró. Los costos de las materias primas aumentaba y los precios de venta de los productos estaban controlados. La fabricación de botellas y de cuchillas dejó de ser negocio rentable, debido a que las máquinas no permitían elevar la producción y hacerla competitiva.
- En octubre de 1989 Metal Plástico S de RL. (Mi) (Maquinaria Inglesa), vende todas las máquinas extrusoras, e importa el primer contenedor de maquinas usadas proveniente de Inglaterra. A partir de ese momento, la empresa se dedica por completo a la venta de maquinaria usada de origen inglés. Gradualmente fue ingresando al mantenimiento y reacondicionamiento de máquinas-herramientas.
A partir de entonces, la empresa penetró en la venta de maquinaria usada convencional y se encontraba entre las diez mejores del país en su ramo, cubriendo las necesidades de la micro y pequeña industria metal-mecánica, las cuales al no contar con el capital suficiente para comprar maquinaria nueva, es una excelente opción, la compra de maquinaria usada funcional que cubra sus necesidades.
Desde ese mismo año se estableció una organización de compra directa de maquinaria en Inglaterra y desde entonces cuenta con personal de tiempo completo en ese país, que se encarga de la compra y envío de la maquinaria a México.
- A partir de julio de 1992 inicia la construcción permanente de las oficinas y del taller, en la calle de Colima número 9, en la Colonia Ampliación Miguel Hidalgo; un año después todas las actividades se centraron en ese lugar.
- Durante el periodo de 1996-2002, se asocia con la empresa L. Vélez, con el objetivo de producir conexiones para tuberías de alta presión. Dicha empresa llevaba veinte años en el mercado, desde 1976. Sin embargo los costos de producción no pudieron reducirse y la empresa dejó de ser competitiva, por consiguiente decidió terminar sus actividades en marzo del año 2002.
- Una gran satisfacción para Metal Plástico S de RL. (Mi) (Maquinaria Inglesa), se presentó en 1999, cuando logra la venta de las primeras 100 máquinas importadas desde Inglaterra, las cuales fueron reacondicionadas en los talleres de la empresa. Este hecho fue un gran logro, fruto del esfuerzo conjunto de todos los empleados que se encontraban laborando dentro de la compañía, en esa época
- Durante el año de 1999, aproximadamente a partir de julio, el uso del internet le permitió llevar en México toda la contabilidad de la oficina en Inglaterra y el control de las cuentas Bancarias. Su personal en Inglaterra se redujo de dos a un empleado, solo permaneció el encargado de compras.

- En noviembre de 2001. Adquirió un terreno de más de 5000 m² en Jalatlaco, Estado de México, en donde planea expandir sus actividades.
- Durante el 2002, por el mes de abril, se terminó la construcción, de la nueva nave industrial de dos pisos (110m²/planta) en el Distrito Federal. Durante ese mismo año reinicia, por tercera vez, los trabajos del proyecto CNC; con la colaboración de un Ingeniero mecánico, un Ingeniero electrónico (becario) y un Técnico profesional.

En general pese algunas fluctuaciones, la Empresa se ha mantenido estable, no obstante a grandes devaluaciones por las que ha atravesado el país, como la sucedida en el año de 1994, en donde el peso se devaluó 100 % frente al dólar. Aunada a esta situación, también se presentaron fuertes devaluaciones del peso respecto a monedas como el euro y la libra, en los últimos años, tales situaciones han afectado gravemente a la empresa, por las relaciones comerciales que guarda con la industria Inglesa. Esto la ha orillado a hacer un recorte de personal llevado a cabo los primeros días del mes de agosto del año 2003; y de la fecha acá un reajuste de sus políticas laborales. El recorte de personal tuvo por objetivo no descapitalizar la empresa, por las bajas ventas reportadas en los últimos meses.

Es preciso mencionar el enorme esfuerzo de Metal Plástico S de RL. (Mi) (Tornos Ingleses), no obstante las situaciones difíciles por las que ha atravesado el país, y aún continúa enfrentando. La Empresa sigue el desarrollo de nuevos proyectos como CNC, para ampliar su mercado, con la intención de implantar PC a las maquinas CNC, con objeto de que esta maquinaria tenga un mayor potencial, en beneficio de los clientes. La búsqueda de esta implantación, se pretende como respuesta a las inquietudes mostradas por el mercado nacional, enfocado claro a las pequeñas y medianas empresas (PYMES) del sector manufacturero.

Estructura de la Empresa por áreas de actividad.

La empresa esta dividida en dos grandes áreas el taller y la oficina; la primera a su vez se divide en cuatro actividades específicas: 1) Maquinado, 2) Mantenimiento mecánico, 3) Sistema eléctrico y 4) Pintura. Dentro de la segunda área no están delimitadas cada una de las actividades que se llevan cabo; pero ahí se realiza todo lo relacionado con la mercadotecnia, publicidad, ventas de maquinas, análisis de mercado, finanzas, administración, contabilidad, información a los clientes, recepción. La tabla 6.1 muestra el número de personal que trabaja en cada una de las áreas previamente mencionadas.

	Área	No. Personas
Personal	Taller	
	Maquinado	1
	Mantenimiento mecánico	1
	Sistema eléctrico	1
	Pintura	
	Oficina	
	Director general	1
	Actividades diversas como mensajería	1
	Sistema administrativo y apoyo a otras áreas.	1

Tabla 6.1 Personal laborando por área

6.2. DESCRIPCIÓN DEL TALLER.

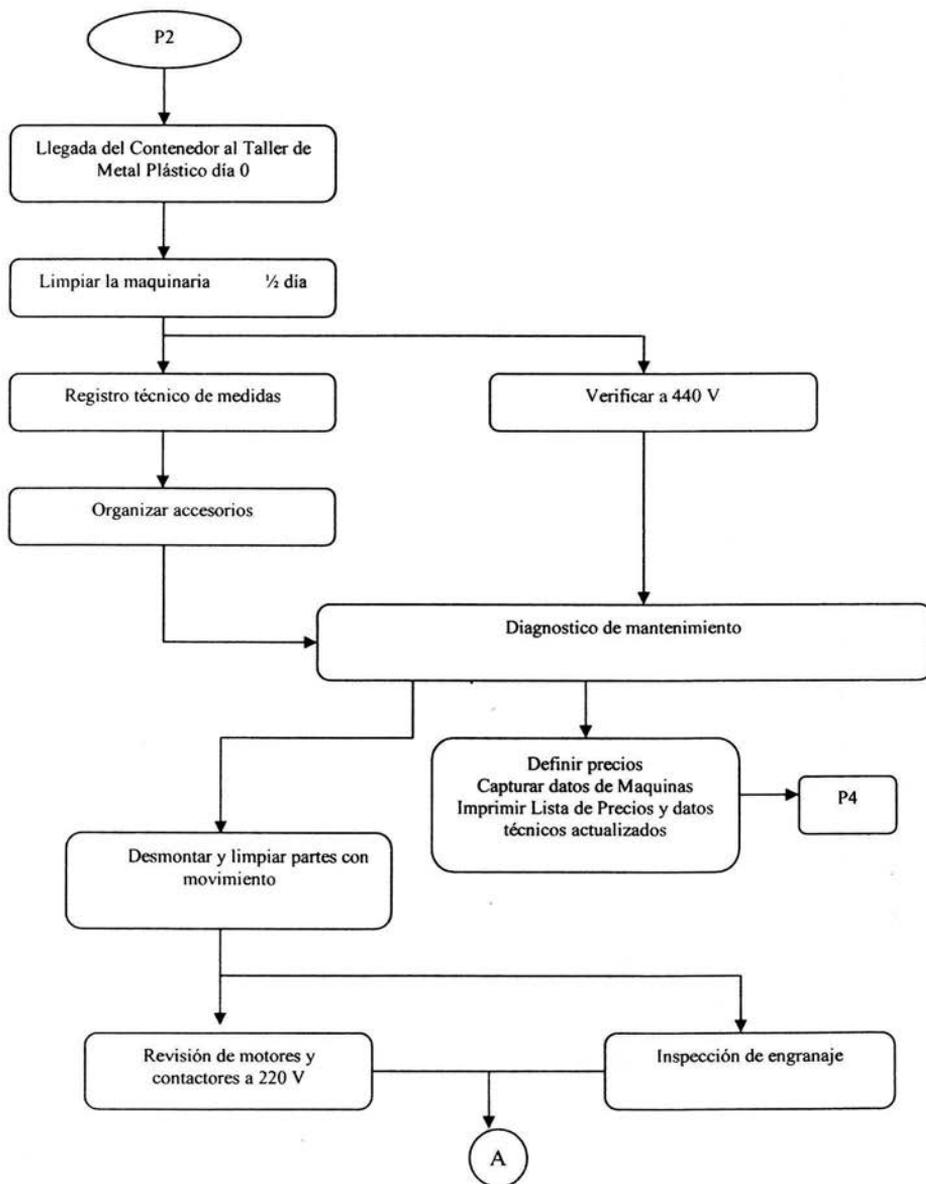
Actividades realizadas dentro de taller.

Las áreas básicas en las que se distribuye el taller son:

- Mantenimiento mecánico
- Maquinados (Manufactura).
- Sistema eléctrico.
- Pintura.
- El nuevo proyecto (CNC), dentro del área llamada tornos automáticos.

Todas las áreas del taller tienen por objetivo, considerando los aspectos tanto económico como técnico, desde el punto de vista del primero, contribuir con todos los medios de que se disponen, para obtener la mejor calidad en el producto, con el objeto de disminuir el costo de producción. Tocante al aspecto técnico, presentar un producto de funcionamiento seguro y eficiente, a entera satisfacción del cliente.

En la figura 6.1 se presenta el proceso completo de reconstrucción de una maquina, desde el momento que llega a las instalaciones de Metal Plástico hasta obtener un producto terminado. Además se muestra una aproximación del tiempo que tarda cada una de las operaciones que integran el proceso.



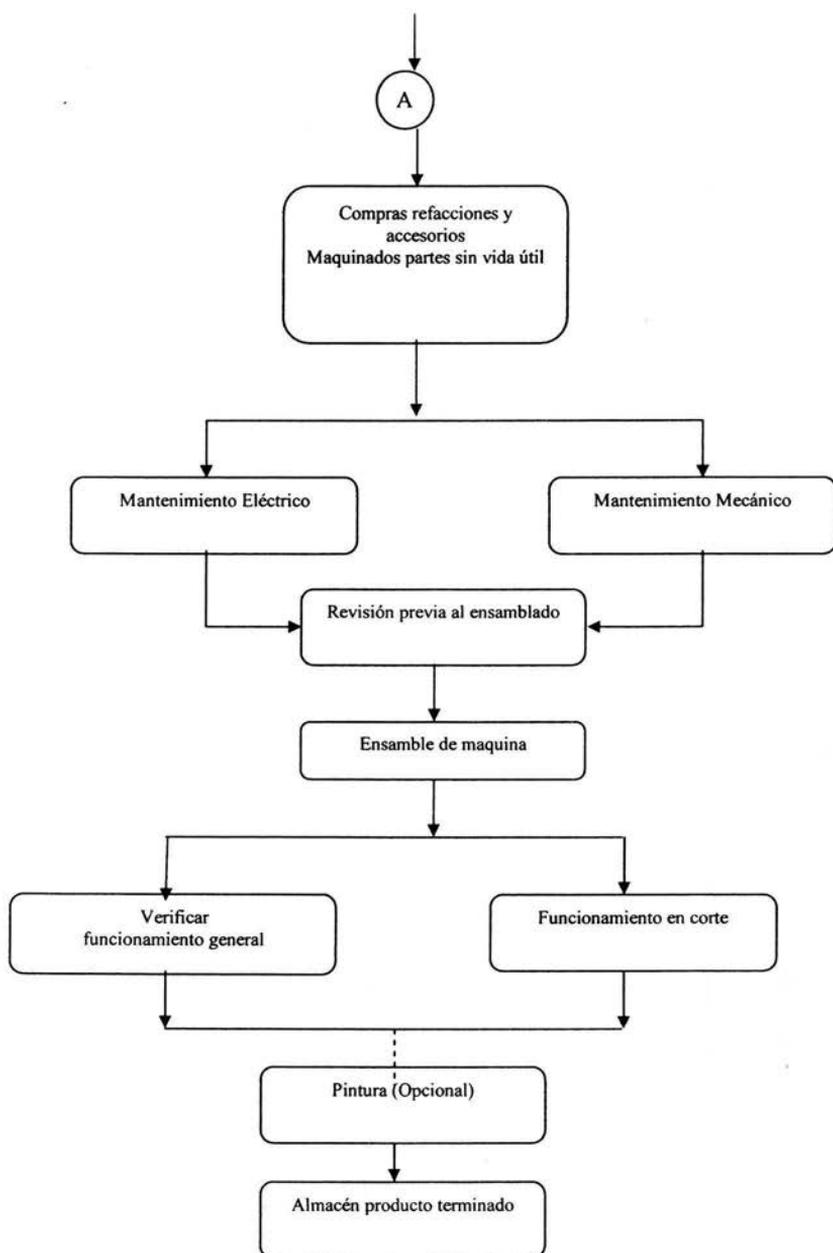


Figura 6.1 Proceso completo de rehabilitación de maquinaria

La empresa en el taller (figura 6.2), repara la maquinaria, de tal manera que los clientes estén completamente satisfechos con el producto.

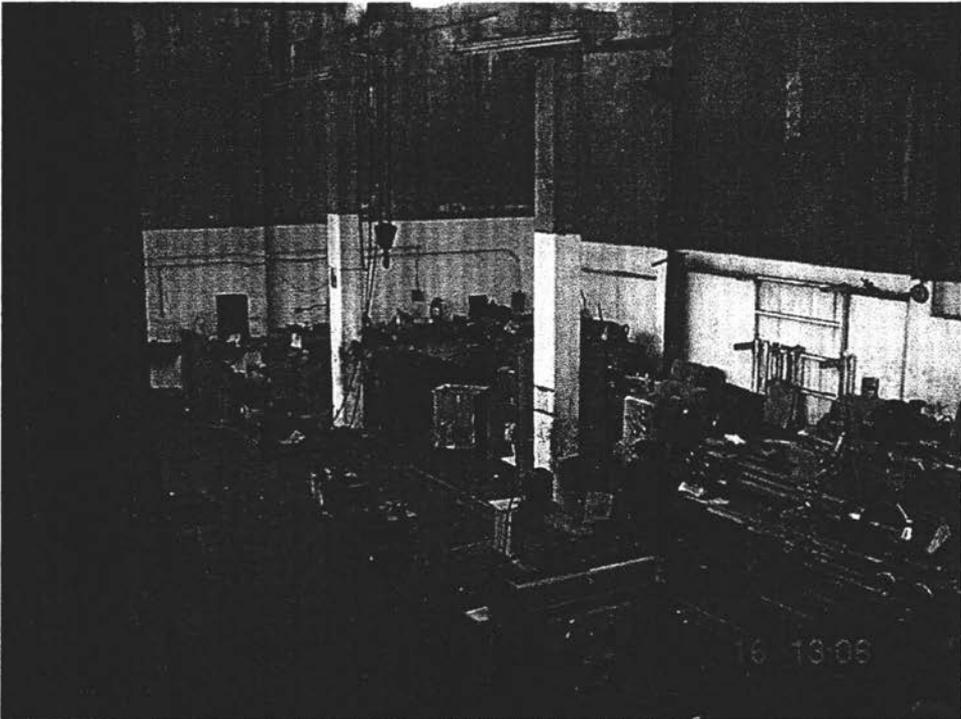


Figura 6.2 Taller de Metal Plástico (Tornos Ingleses)

Mantenimiento Mecánico.

El mantenimiento mecánico de la maquinaria se lleva acabo, mediante la realización de varias actividades, entre las que se encuentran:

- Inspección
- Reparación
- Cambio

Inspección: Consiste en un examen físico del equipo, para tener conocimiento claro de su estado físico para estar en aptitud de detectar las posibles fallas. Para la detección de errores exactos, se realiza una inspección superficial y profunda. Además se realizan pruebas funcionales, la apertura y desmontaje de ciertas partes del equipo.

En la figura 6.3 se presenta un diagrama de inspección, cuando llega la maquinaria, a las instalaciones de Metal Plástico. Ejemplo para un torno paralelo

Torno Paralelo Diagrama Preliminar		Fecha de entrada ___/___/___	
Clave: _____	Marca: _____	Modelo _____	
	Bueno	Malo	Observaciones
1.- Pintura en general.			
2.- Cabezal principal rido.			
3.- Destapar cabezal principal y revisión en general, engranes rodamientos, bandas.			
4.- Revisar Rodamientos en marcha.			
5.- Palanca de posiciones de velocidades checar.			
6.- Palanca de posiciones de avances y pasos checar.			
7.- Chuck universal checar mordazas normales.			
8.- Chuck de mordazas independientes checar mordazas y husillos, llave.			
9.- Plato y punto de centrado.			
10.- Estado del carro principal checar engranes rodamientos y bujes.			
11.- Checar palanca de longitudinal y transversal.			
12.- Carro auxiliar en que condiciones se encuentra husillo cuña, volante y guías.			
13.- Revisión de husillo y tuerca de carro superior y guías.			
14.- Checar husillo de contrapunto y pinula.			
15.- Revisión de avances transversales y longitudinales.			
16.- Revisar caja norton y revisar avances y roscas.			
17.- Checar husillo de roscar y tuerca partida.			
18.- Checar variación radial en husillo principal.			
19.- Checar variación longitudinal entre puntos.			
20.- Revisión del sistema eléctrico en general.			
21.- Checar arrancadores y termomagnéticos y micros de paro.			
22.- Checar motor en amperaje y resistencia al aislamiento y rodamientos del mismo.			
23.- Checar y limpieza de cables del torno en general y botoneras.			
24.- Sistema de refrigeración en general.			
25.- Checar bomba de refrigeración en amperaje y resistencia al aislamiento y cableado eléctrico e hidráulico, botoneras y arrancador.			
26.- Sistema de iluminación.			

Figura 6.3 Diagrama de inspección de un torno paralelo

En forma escrita se hace un reporte del estado del equipo. Por ejemplo, para un torno se reporta (tabla 6.2) el estado del cabezal, la caja Norton, el carro automático, motor y control, accesorios, contra punto, si cuenta con manual técnico o no, entre otros.

1. Cabezal:	
2. Caja Norton:	
3. Carro Automático:	
4. Motor y control:	
5. Accesorios:	
6. Contra Punto:	
7. Otros:	
Manual Técnico: Si / No	

Tabla 6.2 Informe del estado del equipo

Reparación. Aquí se agrupan los trabajos necesarios para la corrección de una anomalía o falla de los elementos constitutivos del equipo, sin recurrir al cambio de unidades.

Cambio. Esta operación consiste en sustituir un componente que haya fallado, se encuentre defectuoso, haya agotado su vida útil, o este muy desgastado; con esto último, se previene una falla en un futuro cercano.

Por ejemplo, durante el proceso de reparación y cambio en un torno, con las fallas detectadas previamente en el cabezal, caja Norton, carro automático, motor y control, accesorios, contra punto, entre otros (tabla 6.3) ; se procede a reparar las piezas que estén dañadas, pero que no sea necesario su cambio. Si la pieza no puede ser reparada se procede al reemplazo de la misma. También, durante este período, se registran los maquinados realizados, así como la compra de accesorios y refacciones, para cada una de las partes antes mencionadas.

	Los maquinados realizados	Compras de accesorios y refacciones
1. Cabezal:		
2. Caja Norton:		
3. Carro automático:		
4. Motor y control:		
5. Accesorios para Adaptar:		
6. Otros:		

Tabla 6.3 No. de piezas maquinadas y compra de accesorios para un torno

Actividad	Tiempo estimado de duración
Hacer una revisión preliminar a 440 V (Volts) en funcionamiento.	30 minutos
Destapar el cabezal para revisión superficial	1 ½ hr.
Bajar la caja Norton y desarmarla	2 hr.
Bajar carro longitudinal y desarmarlo	2 hr.
Desarmar carro auxiliar	1 hr.
Revisar contra punto	1 hr.

Tabla 6.4 Tiempo aproximado de revisión de una maquina en base al informe del encargado del área de mantenimiento mecánico en el taller

De acuerdo al informe de la tabla 6.4, aproximadamente en 8 horas se tiene una evaluación exacta del estado en el que se encuentra la máquina. Una vez terminada la revisión, si se cuenta con las refacciones necesarias, en ese momento; realizar el mantenimiento mecánico toma 12 horas adicionales a las 8 horas de revisión ya establecidas. Este trabajo tendría que ser realizado por un mecánico y dos auxiliares de media jornada laboral.

Maquinados (Manufactura).

Los maquinados realizados dentro del taller son comúnmente engranes y flechas (tabla 6.5). El diseño y las dimensiones de la a pieza maquina se realizan en base a datos obtenidos en la literatura.

Actividad	Tiempo aproximado de manufactura
Engrane	8 hr
Separador	30 - 60 min
Flechas	

Tabla 6.5 Tiempo aproximado de maquinado en base al informe del encargado de CNC y apoyo en el área de maquinados

Materiales usados en los engranajes.

Los engranes frecuentemente maquinados son los engranes cilindricos de dentado recto. El hierro fundido se usa para grandes engranajes y para los pequeños que no están sujetos a un servicio duro. Cuando los dientes han de soportar grandes esfuerzos o choques imprevistos, se emplea generalmente el acero. Para los engranajes rectos, se recomienda el bronce fundido duro.

Causas corrientes de falla de los engranes.

Las fallas de los engranes se debe a la clase o a la calidad del material empleado, al tipo de tratamiento térmico, montaje impropio, diseño incorrecto, entre otras causas. Algunas de las causas para varios tipos de engranajes de acero tratados térmicamente, son la falta de uniformidad en la estructura física o en el tamaño del grano del acero, irregularidad de la composición química, y diseño impropio para un buen moldeado o para los métodos de tratamiento térmico.

Para funcionamiento adecuado del área de maquinados se debe contar con:

- Una cantidad suficiente de materiales, como son: bronce, fundición gris, acero.
- Buriles, brocas, cortadores, tinta, piedras de esmeril, seguetas.
- Dos personas con experiencia en el área de maquinados.

Aún cuando el avance en esta área específicamente ha mejorado, no trabaja de manera continua, para aligerar la acumulación de trabajo, y el posible rezago en la entrega de la maquinaria, se recurre a talleres externos para el maquinado de piezas.

Sistema Eléctrico.

Procedimiento para determinar la falla de un motor. Para los fines de análisis de fallas, el sistema eléctrico de un motor eléctrico es considerado de cuatro componentes principales.

- La fuente de alimentación
- El controlador
- El motor
- La carga

Cuando ocurre algún problema en un motor es necesario determinar primero cuál de estas componentes está fallando. El suministro de potencia y los controladores pueden fallar en la misma proporción. Las cargas mecánicas aumentan debido a un incremento en el tamaño de la carga que el motor está accionando, pero también por alguna falla en los baleros o chumaceras, o en el medio de acoplamiento con la carga.

El motor falla al arrancar.

- Fusibles fundidos. Reemplazar los fusibles del tipo y capacidad apropiada.
- Disparos por sobrecarga. Verificar y reestablecer el dispositivo de sobrecarga en el arrancador.
- Fuente de alimentación impropia. Verificar que la alimentación este de acuerdo con los datos de placa del motor.
- Conexión inapropiada a la línea. Verificar las conexiones con el diagrama de conexiones del motor.
- Circuito abierto en los devanados o el interruptor de control. Se indica por medio de un ruido o zumbido cuando el motor arranca. Verificar para pérdida de conexiones en devanados. También cerciorarse que todos los contactos del control estén cerrados.
- Fallas mecánicas. Verificar para ver si el motor y su carga giran libremente. Revisar baleros y lubricantes.
- Corto circuito en el estator. Se indica porque se funden los fusibles. El motor se debe rebobinar.
- Conexiones pobres en las bobinas del estator. Remover los extremos y localizar con la lámpara de pruebas.
- Defectos en el rotor. Verificar si hay barras abiertas o están abiertos los anillos extremos de la jaula ardilla.
- El motor puede estar sobrecargado. Reducir la carga.

El motor pierde velocidad.

- Una fase puede estar abierta. Verificar las fases para determinar si están abiertas.
- Aplicación incorrecta. Cambió de capacidad o tipo.
- Motor sobrecargado. Reducir la carga.
- Bajo voltaje en el motor. Verificar que se mantenga el voltaje de la placa, también revisar conexiones.
- Circuito abierto. Fusibles fundidos. Revisar relevadores de sobrecarga estator y estación de botones.

El motor arranca y luego se detiene.

- Falla en la alimentación. Verificar las conexiones a la línea, los fusibles y el control.

El motor no llega a su velocidad.

- Aplicación incorrecta. Verificar las fases para determinar si están abiertas.
- Voltaje demasiado bajo en las terminales del motor, debido caída de voltaje. Usar un voltaje mayor en las terminales del transformador o reducir la carga.
- Carga demasiada alta al arranque. Verificar la carga que debe manejar el motor.
- Barras rotas en el rotor o pérdida del rotor. Observar si hay fracturas cerca de los anillos.

El motor toma demasiado tiempo para arrancar.

- Exceso de carga. Reducir la carga.
- Circuito pobre. Verificar un valor elevado de resistencia.
- Defectos en el rotor de jaula de ardilla. Reemplazar con un rotor nuevo.

Sentido de rotación incorrecto.

- Secuencia de fases incorrecto. Cambiar las conexiones en el motor o en el tablero.

El motor se sobrecalienta mientras opera con carga.

- Sobrecarga. Reducir la carga.
- La carcasa o las ranuras de ventilación pueden estar atascadas con basura o polvo. Hacer limpieza y verificar por la circulación del aire.
- El motor puede tener una fase abierta. Verificar que todos los conductores estén conectados correctamente.
- Bobina a tierra. Localizar y reparar.
- Voltaje terminal desbalanceado. Verificar por conductores fallados, conexiones y transformadores.

El motor vibra después de que se ha hecho la corrección.

- Motor mal alineado. Realinear.
- Soporte débil. Reforzar la base.
- Acoplamiento fuera de balance. Balancear el acoplamiento.
- Desbalance en el equipo accionado. Rebalancear el equipo mencionado
- Fallas en los baleros o chumaceras. Reemplazar baleros.
- Baleros no alineados. Alinear baleros.
- Motor polifásico operando en una sola fase. Verificar circuitos abiertos.

Ruido de chatarra.

- Ventilador suelto. Remover la interferencia.
- Aislamiento de ventilador defectuoso. Limpiar el ventilador.

Operación ruidosa.

- Entrehierro no uniforme. Verificar tapas, baleros y chumaceras.
- Desbalance en el motor. Balancear el rotor.

Se inicia con la observación de la operación de los motores, en adición la elaboración de un programa de inspección de los motores basado en sus condiciones de servicio. Se verifica lo siguiente:

1. Limpieza general.
2. Las condiciones eléctricas.
3. Las temperaturas ambientes elevadas y la ventilación apropiada.
4. E alineamiento de la carga.
5. La lubricación apropiada, el desgaste de las chumaceras del motor y de la carga.
6. El deterioro del aislamiento de los devanados.
7. La condición del rotor.
8. El desgaste en los interruptores.
9. El deterioro de los capacitores.

Se identifica si la falla es del arrancador, el controlador, la carga, o en el propio motor. Si se identifica que es el motor eléctrico, entonces se detecta el grado de severidad de la misma, las fallas sencillas se corrigen ahí mismo, en

el taller de Metal Plástico (Tornos Ingleses); en tanto que fallas mayores, como en el devanado, requieren que los motores sean enviados a talleres externos de reparación, e incluso ser reemplazados.

Se separan los problemas mecánicos de los problemas eléctricos. El proceso se inicia desacoplando el motor de su carga y separando el acoplamiento, de manera que se pueda verificar la libertad de giro del rotor. En algunas ocasiones, un problema mecánico puede ser la causa de uno eléctrico.

Problemas mecánicos en los motores eléctricos.

- Cojinetes (chumaceras) desgastados.
- Tapas mal montadas.
- Cojinetes (chumaceras) excesivamente apretadas.

Problemas eléctricos en los motores.

- Efectos de desbalance de voltaje.
- Efectos de operación en una fase.
- Efectos de sobrecarga.
- Efectos ambientales y de mantenimiento.

Actividad	Tiempo estimado de duración
Desmontar el motor reconectarlo a 220 V	4 hr
La bomba soluble reconectarla a 220 V	
Embobinar el motor. En este caso el motor se envía a un taller externo.	3 – 5 días
Revisar y controlar el transformador del control	4 hr
Colocar la lámpara	4 hr

Tabla 6.6 Tiempo estimado de reparación de un motor, informe efectuado por el encargado del área de mantenimiento mecánico.

La tabla 6.6 muestra que aproximadamente en 12 horas, es decir, un día y medio, se termina la revisión y reparación de una maquina en lo referente al sistema eléctrico, esto es, si el motor no necesita embobinado; de lo contrario el tiempo de terminación se incrementa de 3 a 5 días más. El embobinado del motor se realiza en talleres externos a Metal Plástico (Tornos Ingleses), debido a que no se cuenta con el personal o herramientas necesarias, para realizar dicha tarea.

La reparación se lleva acabo en el tiempo estimado, si se cuenta con las refacciones necesarias. El tiempo de terminado se ve incrementado por el abastecimiento de refacciones, por ejemplo: la entrega de un balero tarda 12 horas y un platino 24 hrs. Traducidos en tiempo de entrega son uno o dos días más para el tiempo inicialmente estimado.

4) Área de Pintura.

La pintura cumple varias funciones en la maquinaria, la primera es evitar la corrosión, esta sirve de recubrimiento, es decir, previene el posible desgaste de los materiales. Otra función desempeñada por la pintura es de una mejor presentación de la maquinaria, cuando el producto tiene una presentación mejor es más atractivo para el cliente.

Actividad	Tiempo estimado de duración
Raspar	12 hr
Colocar el plaste	8 hr
Lijar	
Empapelar	2 hr
Pintar	2 hr

Tabla 6.7 Tiempo aproximado para pintar una maquina, informe efectuado por el encargado del área sistema eléctrico

De acuerdo a la tabla 6.7, si una determinada maquina necesita ser pintada, toma aproximadamente 24 horas realizar dicha tarea, esto es, tres jornadas laborales. Este punto es tomado en cuenta para la programación del calendario de actividades, y para fijar la fecha de entrega de la maquinaria al cliente.

Realización del calendario de actividades.

Una vez que ha sido reconocido el defecto. Los técnicos conocen las características y funcionamiento del equipo lo suficiente para dar las indicaciones acerca del trabajo necesario para corregirla. Conocida la causa de la falla, se procede a la planeación del trabajo, se enumeran y ordenan todas las operaciones y actividades necesarias para corregirlas, así como la herramienta y equipo necesarios para efectuarlas.

La programación del trabajo se hace con conocimiento de todas las actividades que lo forman, de esta manera se establece el método para realizar cada una de ellas, determinar la mano de obra necesaria (El número de trabajadores y el tiempo en que se realizaran), y finalmente establecer la secuencia de trabajo para determinar el tiempo en que se puede efectuar este.

Habiendo planeado el trabajo se determina la mano de obra, por especialidad, así como el tiempo en el que puede realizarse dicho trabajo, con tal información se estructura el calendario de mantenimiento (figura 6.4). El tiempo se determina en forma estimada, en base a la experiencia de trabajos previos. Conociendo la falla y después de haber planeado el trabajo, se considera de manera muy fácil los materiales (de consumo y piezas de repuesto), necesarios para su ejecución. Posteriormente se asignan tiempos o fechas de instalación y terminación de actividades, y se fija la fecha de entrega al comprador de la maquinaria.

La figura 6.4 muestra el calendario de mantenimiento de la maquinaria, en el cual se anota el tiempo estimado para que una maquina este terminada. Se registra el tipo de mantenimiento que necesita ya sea mecánico (marcado con la letra X), eléctrico (marcado con la letra E), pintura (con la letra P), maquinados (letra Q), terminado (letra T), control de calidad (letra C). El responsable de dar mantenimiento a cada una de las maquinas; así como la prioridad que tiene cada una, de acuerdo a la fecha de entrega al cliente (encargado Jefe de taller).

Prioridades de trabajo en el Taller.

El taller trabaja bajo un sistema de prioridad, es decir, la importancia relativa en la ejecución de los diferentes trabajos que requieren efectuarse. Esto se especifica directamente con el jefe del área de mantenimiento. La tabla 6.8 muestra la asignación del trabajo, de acuerdo a la prioridad de la maquina, lo anterior se establece a la hora de entrada de los trabajadores.

ASIGNACIÓN DE TAREAS DIARIAMENTE A LA HORA DE ENTRADA. C: CONTINUA

Persona	Clave Maquina	PRI	Tareas	I ó C	Tiempo estimado (horas)
Felipe	E460.02 Fu Milwaukee	M1	Supervisar Estudiantes + Mto. FU Milwaukee	C	
Andrés	E696.02 TR Ward	M2	Limpiar carro	I	6 hrs.
Jaime	E460.02 Fu Milwaukee	M1	Ajuste general a caja de velocidades	C	8 hrs.
Oscar	E658.01 TP Dean	Q3	Tejos	C	
Gabriel A.			Hacer 20 transformadores	I	8 hrs.
Gabriel R.		Q1	Generar engranes	C	
Pedro	E691.04 TR Ward-3D		Detallar	I	3 hrs.

PRI: Prioridad de la maquina, I: Tarea Inicia, C: continúa, M: Mantenimiento, Q: Maquinado.

Tabla 6.8 Asignación del trabajo, de acuerdo a la prioridad del mismo

La mano de obra esta supeditada a la prioridad de los trabajos. Aún cuando el sistema de mantenimiento es muy bueno, la carga de trabajo para cada una de las áreas del taller es irregular, y como no es posible variar el personal de planta, para salvar el ritmo de trabajo se recurre, por orden de prioridad, a:

- Al programa de prácticas profesionales, para estudiantes de nivel bachillerato y superior, de diferentes instituciones educativas del país con las que tiene vínculos la empresa.
- Tiempo extra del personal.
- Auxilio entre las diferentes áreas del taller.
- Empleo de contratistas externos.

También se tiene considerado, durante la ejecución del programa, los ajustes necesarios para acomodar los trabajos de emergencia, es decir, aquellos que se originan durante la ejecución del programa y cuya realización altera el orden de los trabajos programados.

Registro de subcontratos.

Se cuenta con un registro de subcontratos del mantenimiento eléctrico y maquinado (figura 6.5), para los trabajos que son enviados a talleres externos para su manufactura (en el caso de maquinados) o reparación (para el sistema eléctrico de los motores). Dicho registro cuenta con la fecha, la clave de la maquina, tipo de trabajo a realizar, especificaciones, fecha de entrega.

Fecha Registro	Maquina (clave)	Tipo de Trabajo	Especificaciones	Fecha Especifica Entrega	De conformidad Fecha/Nombre

Figura 6.5 Información de un subcontrato para talleres externos

Revisión final.

Una vez completado el mantenimiento por cada una de las áreas que integran el taller, para el ejemplo del torno, el equipo es revisado finalmente por el jefe de talleres; nuevamente él revisa cada uno de los componentes, como son el cabezal, la caja Norton, el carro automático, el motor y el control; así como, los accesorios y herramientas que serán entregados con la maquina. Entrega su reporte de manera escrita como se muestra en la tabla 6.9.

1. Cabezal:	
2. Caja Norton:	
3. Carro automático:	
4. Motor y control:	
5. Los accesorios y herramientas que se entregaron con las maquinas son: _____	

Tabla 6.9 Informe de la revisión final del jefe de talleres

Pruebas de precisión.

También al final del mantenimiento se realizan pruebas de precisión y los resultados se presentan en forma escrita. Entre las pruebas que se realizan, para un torno como se muestra en la tabla 6.10, se encuentran las pruebas de funcionamiento, de carro transversal, de carro longitudinal, de velocidades, revisión de cuerdas, prueba entre puntos, prueba de corte en volado. A este registro se anexan la fecha y las firmas de conformidad del coordinador de talleres, jefe de talleres, técnico responsable del mantenimiento de la maquina. Lo anterior tiene por objeto, entregar una maquina en óptimas condiciones.

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE PRECISI3N	
1. Pruebas de funcionamiento:	
2. Pruebas de carro transversal:	
3. Pruebas de carro longitudinal:	
4. Prueba de velocidades:	
5. Revisi3n de cuerdas:	
6. Prueba entre puntos:	
7. Prueba de corte en volado:	

Fecha y Firmas de Conformidad

Figura 6.6 Resultados de las pruebas de precisi3n

6.3 NORMAS DE LOS TALLERES.

Reglas bajo las cuales se realiza el trabajo.

En forma escrita, la empresa cuenta con la normatividad mediante la cual se rige el trabajo, organizaci3n, limpieza, distribuci3n, entre otros; del taller.

Coordinaci3n de talleres y al personal en general.

- El coordinador de talleres, cuenta con la autoridad necesaria, para tomar las decisiones adecuadas; para que el personal de maquinados est3n laborando la mayor parte del tiempo, sin distracciones en otras labores, ajenas a su 3rea.
- Todos los trabajadores colaboran con el coordinador de taller para realizar las tareas siguientes:
 1. Cada trabajo de maquinado, cuente con una solicitud de trabajo, y sus dibujos t3cnicos correspondientes.
 2. Selecci3n y corte de los materiales a usarse, en los maquinados.

Uso de las instalaciones para fines particulares.

- Todo uso de las Instalaciones para fines particulares cuenta con una solicitud escrita y con la aprobaci3n del Director.
- Los jefes de 3rea tienen obligaci3n de exigir el trabajo e informar a sus superiores.

El uso de las instalaciones para los empleados de la empresa es considerado como un premio a su desempe1o. En las circunstancias actuales el trabajo de mantenimiento y en particular maquinados est3 extremadamente rezagado y est3 afectando la buena imagen de la empresa,

Mensajería, no asignar a jefes de grupo.

- Por instrucciones del Director General, se prohibi3 asignar cualquier trabajo de mensajería a los jefes de grupo, a menos este aprobado explícitamente por el Director. Esto se hizo con el objeto, de que las labores de mantenimiento sean continuas y no sufran demoras. Estas labores ser3n resueltas y organizadas por el jefe de taller y el apoyo administrativo.
- Las salidas son programadas con un día de anticipaci3n.

Distribuci3n del taller.

Debido a que continuamente se nota un desorden en el taller de Metal-Pl3stico, ocasionando que las maquinas ya terminadas en su totalidad no sobresalgan a la vista del comprador se plantearon los siguientes puntos.

1. Colocar botes de basura en 3reas especílicas (Asignando a una persona para su limpieza, y regreso a su lugar).
2. Concientizar a cada T3cnico de la importancia que tiene la limpieza en el 3rea de trabajo.
3. Realizar una limpieza general por lo menos una vez a la semana en todo el Taller.
4. Designar un 3rea de almacenaje para limpieza de taller (escobas, recogedores etc3tera).

5. Forzar a cada empleado a que guarde sus herramientas y utensilios de trabajo en su lugar (herramientas, artículos de limpieza, mantas, etcétera).
6. Elaborar mesas de trabajo para guardar partes de maquinas a las que se les realiza mantenimiento.
7. Asignar un área de mantenimiento y exhibición específica.
8. Delinear constantemente los límites de área de trabajo (líneas amarillas)
9. Adoptar Métodos de Calidad como el del 5S+1

Para cada una de las áreas, las herramientas de uso general dentro de la misma, deben colgarse sobre la pared, de manera que estén a la vista disponibles.

La figura 6.6 presenta la distribución del taller, en ella se muestran lugares específicos para cada una de las diferentes áreas. Esquemáticamente la distribución es correcta, pero existen algunos problemas respecto a esta distribución, en la figura se observa que existe un lugar para los tornos, no obstante, en tal lugar se encuentra maquinaria ya reacondicionada junto a maquinaria que se encuentra en el proceso de reparación, es decir, con partes desmontadas, sin pintar. Esta es una mala exhibición del producto; una mala imagen para el taller y en general para la empresa, ya que el lugar parece sucio y desordenado.

METAL PLASTICO
Distribución de las Áreas

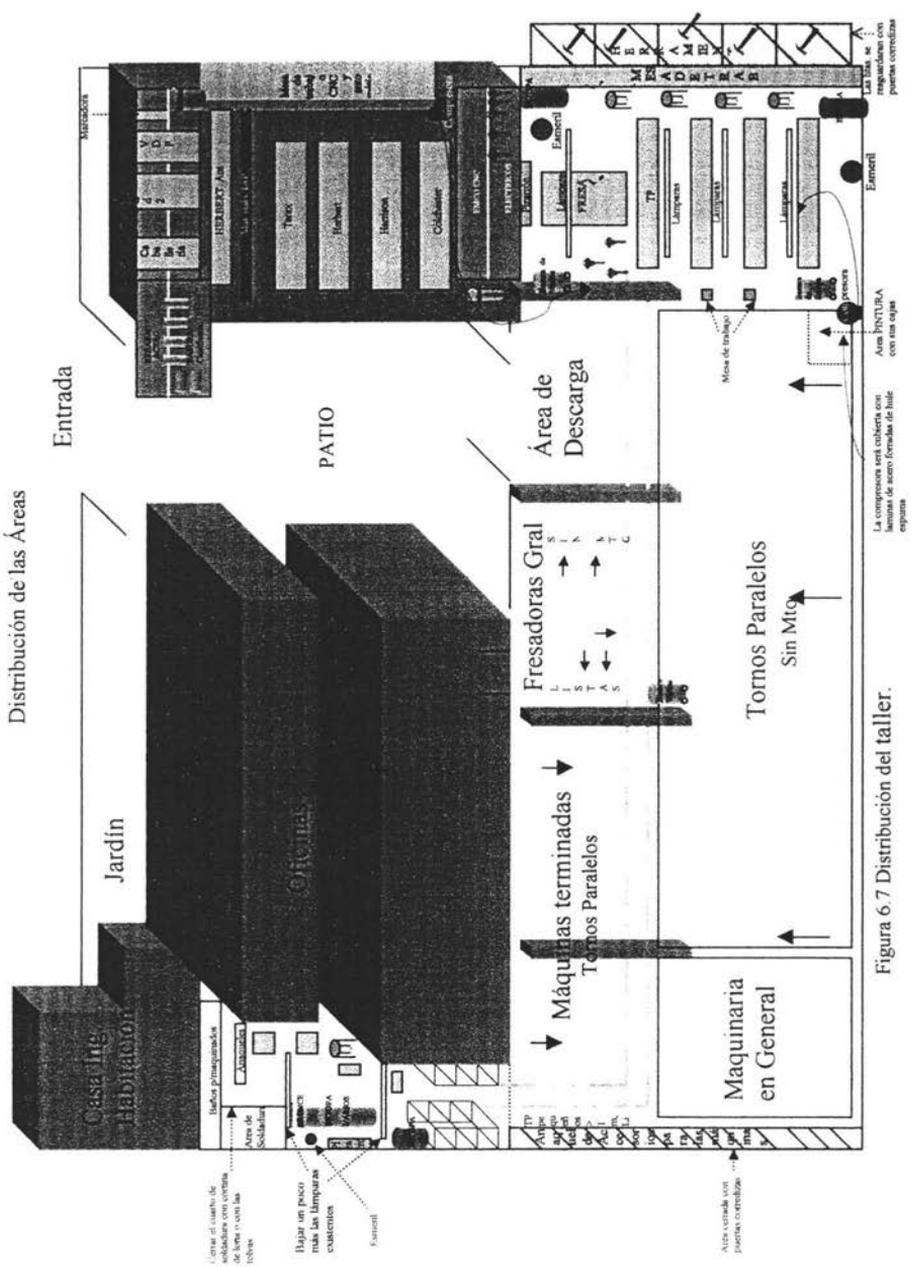


Figura 6.7 Distribución del taller.



CAPITULO 7



ANALISIS DEL SISTEMA ACTUAL DE CALIDAD Y PROCEDIMIENTOS

7.1. LA EMPRESA.

Política.

La postura de la Empresa es la de documentar por escrito en un manual todos los elementos de la Organización, Normas y Procedimientos (ONP) que rigen las labores de los empleados. Las Normas son consistentes con el formato, estructura y presentación. Estas normas han sido desarrolladas por el Director General.

El Propósito para documentar por escrito las ONP, es de contar con un escrito de referencia que permita a los empleados conocer sus deberes, obligaciones y derechos. Además de que sus labores se lleven a cabo en forma coordinada. De esta forma se evitarán las decisiones subjetivas.

Durante las etapas iniciales del desarrollo de la Empresa, la ambigüedad respecto a las acciones a tomarse, condujo a realizar labores inútiles con la consecuente pérdida de tiempo para el personal y para la compañía.

Dichas tienen como propósito que los empleados sepan como actuar durante las labores diarias en la Empresa, lo llevará a realizar el trabajo más eficientemente. La productividad será mayor y se acercará a los estándares de calidad, nacionales e internacionales. Esta estrategia permitirá que los empleados alcancen un alto nivel de vida.

Las ONP son aplicadas a todo el personal de la Empresa. La aprobación de las mismas es por parte del Director General. Cualquier empleado de la Empresa puede redactar un borrador de una ONP para su revisión y posterior presentación al director.

Aspiraciones de la empresa.

Ser un grupo con grandes aspiraciones, formado por personas destacadas y con ambición de progreso. Personas que crean que el progreso individual depende del progreso colectivo. Dispuestas a enseñar y aprender de los demás.

Además pretende ser una escuela, en donde se puedan adquirir conocimientos tanto técnico como administrativo. El alto nivel de especialización que logren en lo individual, asegure que puedan llegar como grupo a metas muy altas.

Ser una organización en el que cada persona se responsabilice por hacer de manera correcta su trabajo y en el que cada persona confíe en que sus compañeros también lo harán, de la misma manera.

El Director General cuenta con la experiencia en establecer grupos que han logrado estas metas. En la década de los 60's estableció un grupo de alto nivel que competía internacionalmente, este proyecto fue financiado por el gobierno. Pero en el caso de la empresa en estudio, su financiamiento e impulso ha sido por su propio esfuerzo, los recursos para la estructuración de la misma siempre han sido con capital de la propia compañía.

El éxito de su trabajo depende de que los clientes encuentren lo que necesitan en su Empresa y que estén satisfechos con el trato que les brindan.

Esperan que el progreso de cada persona sea a la medida de su desempeño dentro de la Compañía. Además cuentan con un principio muy claro, en donde, los logros de la Empresa se cuantifican en función de las ventas.

Objetivos.

- Tornear piezas, reconstruir y dar mantenimiento a maquinaria
- En el área de tornos Control Numérico por Computadora (CNC) y maquinados: contar con un taller industrial de alta tecnología dedicado a reparar, reconstruir, usar, importar y exportar maquinaria convencional, automática y de CNC.

Retos de la Empresa.

- Ser de las cinco mejores empresas de su ramo en México.
- Dar valor agregado a las máquinas usadas de importación.
- Lograr exportar parte de su producto.
- Rodearse de empleados inteligentes y valiosos
- Lograr alta productividad para elevar el nivel de vida de los empleados

- Lograr competir con alta tecnología
- Proyectar a la Empresa y sus empleados a largo plazo por 10, y hasta 20 años
- Darles a los empleados una buena perspectiva en la vida. Abrirles ingresos adicionales independientes a la Empresa, de acuerdo a su progreso.
- Ser honestos, proteger al cliente, dejar que el mercado los dirija
- Crecer con sus propios recursos, sin deudas.
- Contar con instalaciones propias.
- Lograr niveles internacionales de trabajo y calidad
- Ser altamente competitivos basándose en: precios atractivos, óptima Calidad y excelente servicio.

Logros.

Del periodo de 1992 a 1994, penetraron en el mercado nacional en la venta de maquinaria usada convencional y se encontraban entre las 10 mejores. Establecen una organización de compra directa de maquinaria en Inglaterra, con personal de tiempo completo en ese país. Contaban con instalaciones propias, adecuadas para el desarrollo del trabajo. Los cuadros técnicos en el taller de mantenimiento, se encontraban bien estructurados. El mercado se amplió a provincia. Las ventas en provincia pasaron de un 5% en 1990 a un 50% aproximadamente en 1994.

Capital humano.

Desde 1990 recibieron becarios a nivel técnico de los CETIS, CONALEP y especialmente del Centro Tecnológico Mexicano Alemán. Con una estimación aproximada, hasta el año 2003 de más de 90 becarios técnicos, que han laborado dentro de la empresa. Algunos de ellos han sido jefes de área en la misma.

El 15 de febrero del año 2000, firmó un convenio con el Instituto Politécnico Nacional (IPN) para recibir estudiantes de educación superior, para profesionalizar la compañía, y para que algunos de ellos se integrarán a los cuadros medios.

Metas para el desarrollo tecnológico a corto plazo.

Sus metas son crecer como las empresas de EUA (Manufacturing engineering), llevando un desarrollo por etapas.

1ª etapa: Reacondicionamiento: maquinas convencionales: 1990 al 2000

2ª etapa: Reconstrucción maquinas convencionales: 2000 al 2005

3ª etapa Reconstrucción CNC: 2002 al 2005

4ª etapa Construcción CNC: 2005-2015

Sus metas para 1994-1995 fueron reforzar los cuadros de ventas y la administración para alcanzar ventas de 40 maquinas por mes (dentro del Distrito Federal, provincia y con distribuidores). Iniciar los trabajos de los proyectos de, reacondicionamiento de maquinas CNC y el de venta de herramientas

Las metas de 1995 a 2000, fueron establecer correctamente la venta de máquinas usadas convencionales y la venta de herramientas. Abrir el mercado para las maquinas CNC reacondicionadas y establecer los cuadros técnicos mecánicos-eléctricos-electrónicos en la Empresa, para reacondicionar y dar mantenimiento a maquinas CNC.

Establecer distribuidores en el Distrito Federal en zonas industriales, y en provincia. Usar el Internet para promover las maquinas y exportar a Centro América.

Filosofía de la Empresa.

Hacia los clientes.

- No dependen de ellos, ellos dependen de los clientes.
- No son una interrupción en su trabajo, ellos son el objetivo de nuestro trabajo.
- No les están haciendo un favor en atenderlos, ellos les hacen un favor cuando los llaman.
- Podrían ir a cualquier otra empresa de la competencia; es un privilegio que vallan con ellos.
- No son unos extraños, son una parte del negocio.
- No les quitan tiempo, su tiempo es justamente para ellos.
- No son alguien con quien argumentar o discutir, son alguien a quien atender.
- Son personas que les transmiten sus deseos, su trabajo es satisfacerlos.
- Merecen el trato amable y la atención más eficiente.
- Son las personas a quien les deben su sueldo.
- Son la fuente de energía de su negocio.

- Son las personas mas importes en su trabajo

Ideología de los jefes (líderes en la Empresa)

- Son los motores que hacen funcionar a la Empresa.
- Se auxilian con los técnicos para realizar los trabajos operativos. Estos técnicos deben dedicarse a una sola labor, sin distracciones, hasta finalizar la tarea indicada.
- Especificar responsabilidades para que se trabaje eficientemente y se dé máxima atención a los clientes.
- Proteger los intereses de los clientes pues son ellos quienes mantienen funcionando a la Empresa.
- Despedir a aquellas personas, que no brinden una atención cordial y respetuosa a los clientes.
- Por su parte la compañía asegura que las maquinas entregadas se encuentren funcionando perfectamente con todos los accesorios posibles y en buen estado.

Metas por proyecto.

En la Tabla 7.1 se muestran las metas a corto y largo plazo para cada una de las actividades de los proyectos.

Proyectos Subproyectos	Metas a Corto Plazo 2000-2005	Metas a Largo Plazo 2005-2015
1. Maquinaria Inglesa		
Mantenimiento y reconstrucción de maquinas convencionales	Vender de 20 a 30 maquinas reacondicionadas por mes	Establecer una línea de producción para la reconstrucción de 20 a 30 tornos y fresadoras por mes
Comercialización de maquinas nuevas	Pendiente dependiendo del capital generado	Representación tornos SB
Renta de Tornos (TP, TR)	Estudio de factibilidad y prueba piloto	
2. Tornos CNC y maquinados tornos automáticos	Reconstruir de 10 a 15 tornos con Controles Electrónicos (Diseño propio). Ponerlos a producir	Producción y comercialización
CNC para Capacitación	Reacondicionar lote de 10 CNC Mercadotecnia	
Reacondicionamiento, mantenimiento de maquinas CNC e industriales.	Reconstrucción operación de 5 tornos CNC en el taller. Mercadotecnia	Vender 2 maquinas CNC por mes
3. Construcción de maquinaria ligera	Construcción taladro columna y taladro fresador.	Construcción tornos CNC pequeños industriales y educativos.
4. Conexiones industriales	Estabilizar ventas con producción en volumen. (3 turnos por 360 días)	Exportar a EUA; Canadá, y Centro América
5. Ventas de herramientas y accesorios Herramientas nuevas chinas Herramientas usadas inglesas. Comercialización de lectoras digitales DRO	Alcanzar ventas \$200,000/mes Reacondicionar herramientas inglesas usadas Vender 10 DRO por mes	
6. Ampliar instalaciones.	Techar patio Adquirir terreno de 5000m ²	Construir nave de 2000 m ² para las Empresas Integradas
7. Establecer Integradora.	Encauzar la Estructurar tipo Integradora en los Proyectos y Empresas de Personas físicas.	Establecer formalmente la Integradora ante SECOFI y Hacienda

Tabla 7.1 Metas a corto y largo plazo por actividad para la compañía

Responsabilidades de cada un de los puestos.

La dinámica de la Empresa se basa en el trabajo de su personal agrupado en áreas creativas y operativas.

- El área creativa, se basa en el desarrollo y propuesta de nuevas expresiones, formas, tendencias y metas al trabajo conjunto de la Empresa.
 - La operativa lleva a cabo eficientemente las tareas encomendadas de acuerdo a las normas procedimientos previamente establecidos. Retroalimenta a las ejecutivas para mejorar las nuevas.
1. Los clientes “rigen el trabajo” dentro de la Empresa, de acuerdo a sus necesidades, se definen las compras de maquinaria. Ellos imponen sus deseos y necesidades, si sus expectativas no se cumplen, no compran. La “compra” se realiza, de acuerdo a la calidad, el precio y al trato del personal
 2. Consejo Directivo (Socios en México e Inglaterra)
 - Elaboran y refuerzan las políticas generales de la Empresa
 - Revisan y aprueban los planes y presupuestos anualmente
 3. Director.
 - Planifica los trabajos a largo plazo.
 - Aprueba los trabajos a corto plazo
 - Realiza análisis generales y estadísticos
 - Aprueba los planes generales de compras y presupuestos
 - Entrevista a candidatos y aprueba su contrataciones
 - Atiende los asuntos externos tanto comerciales como políticos
 4. Apoyo secretarial.
 - Da seguimiento a los encargos específicos del director y de los jefes
 - Elabora, envía y confirma la recepción de documentos del personal
 - Controla el archivo general de la empresa
 - Contesta el conmutador telefónico en segunda instancia
 5. Asesores.
 - Dan recomendaciones de acuerdo a su especialidad, para el mejoramiento de la empresa
 6. Dirección Inglaterra.
 - Administración, compras, y contabilidad
 7. Ventas y mercadotecnia.
 8. Ejecutivo de ventas y cobranza
 - La prioridad es atender a los clientes por teléfono, Internet y fax contestar el conmutado en primera instancia
 - Se responsabiliza de la cuenta de Internet de la empresa, baja la información y la remite a las personas adecuadas.
 - Mantiene actualizada y depurada la base de datos de los clientes
 - Elabora y envía inmediatamente la información solicitada.
 - Informa diariamente los avance de ventas al personal operativo y a la dirección
 - Elabora y envía la publicidad semanal, mensual y anual
 - Esta presente con los clientes durante una visita y se asegura que sean bien atendidos
 - Formaliza las ventas, elaborando los apartados, convenios, recibos y facturas
 - Realiza una cobranza efectiva siendo tenaz para forzar los pagos en las fechas acordadas
 - Recibe, organiza y captura la información de Inglaterra: compras, almacenamientos, envíos, gastos, fotos de maquinas, entre otros.
 - Elabora los documentos para la importación de maquinaria; asesorado por el administrativo y se la presenta a la dirección.
 - Promover y concretar ventas, a través de publicidad, la atención personal y telefónica de los clientes, y del seguimiento de la información.
 - Efectuar una cobranza efectiva, en fechas establecidas

- Vincular las necesidades del departamento de ventas con los trabajos de los talleres de mantenimiento, elaborando los programas de venta y entrega de maquinas.
9. Analista de ventas
- Detecta fallas en la empresa que repercutan negativamente en las ventas, propone soluciones.
 - Supervisa que la atención a clientes por teléfono o durante visitas sea excelente.
 - Se asegura que el técnico que atiende al cliente llene adecuadamente el registro con la información de su negocio y necesidades de maquinaria.
 - Entrevista a cada cliente para obtener información crucial de la competencia y de la empresa.
 - Analiza y propone métodos para aumentar las ventas.
 - Realiza estudios de mercado para conocer bien a los clientes y a la competencia, los actualiza con regularidad
 - Mantiene al día las estadísticas de la publicidad y ventas.
 - Elabora la relación de compras para Inglaterra, basándose en las relaciones que les solicite al personal de taller y personas que tengan contacto directo con los clientes.
 - Elabora la lista de precios y publicidad para correo directo
10. Gerente operaciones
- Responsable de realizar las ventas de piso atendiendo personalmente a los clientes que los visitan, llevar una bitácora de cada visita y de los clientes. Cuando la compra no se realiza deberá determinar las razones y promover su solución.
 - Realiza juntas diarias con el personal de ventas, administrativo y talleres para definir las prioridades del trabajo
 - Autoriza las compras menores, maneja la caja chica
 - Establece un control de tiempos y costos por maquina, basado en los reportes horarios del personal, detecta y da solución a los problemas.
 - Establece un sistema de evaluación del desempeño de cada trabajador, con una periodicidad no mayor a seis meses.
 - Coordina la elaboración del reporte mensual de "labores y financiero"
11. Jefe de control de producción y abastecimientos.
- Persona encargada de programar la compra de herramientas, materiales de producción e insumos, tanto del área de producción como de control de calidad.
 - Programa la producción de acuerdo a las órdenes de compra.
 - Programa todos los insumos directos e indirectos que son necesarios para que no se detenga la producción.
 - Insumos directos: área de producción que se refiere a los materiales que directamente afectan a la producción.
 - Regula los tiempos y movimientos de la producción.
 - Esta al pendiente que no le falte nada a los de producción
 - Programa a un año el abastecimiento de materiales.
 - Responsable de las ventas de accesorios y herramientas nuevas y usadas.
 - Cotiza las adquisiciones y contratos con al menos tres proveedores
 - Controla los inventarios de herramientas y materias primas
12. Jefe de talleres
- Ejerce su autoridad para que los trabajos de los talleres se realicen con calidad, de acuerdo a los planes diarios y en los tiempos establecidos
 - Supervisa el trabajo del personal durante el día, a intervalos no mayores de 2 horas y hace sus anotaciones para llevar el control de la bitácora de cada maquina
 - Certifica el funcionamiento de las maquinas al terminar el mantenimiento
 - Responsable de que la maquinaria y sus accesorios salgan completas, en las condiciones convenidas
 - Responsable de que, al final de cada jornada, los técnicos dejen las áreas de talleres limpias y con las herramientas en orden.

- Realiza personalmente el mantenimiento de maquinas y maquinados, según las prioridades para cumplir con los tiempos de entrega.

12.1 Supervisor de producción

- Elabora un plan de trabajo semanalmente y lo actualiza diario
- Refuerza el cumplimiento de los planes, controla el tiempo de entrega y la calidad de los trabajos
- Controla el avance de los maquinados y el abastecimiento oportuno de materiales y accesorios.
- Apoya administrativamente a los técnicos del taller para que no se distraigan de sus labores de mantenimiento, en aspectos como: cotizaciones, comparación de precios, organización y elaboración de documentos.
- Coordina las salidas para compras para aprovechar mejor el tiempo.
- Se responsabiliza prioritariamente de las "actividades de ventas de piso" descritos en el párrafo siguiente.

12.2 Actividades de ventas de piso

- Controla la entrada de personas a la empresa en especial para recibir a los clientes y sin hacerlos esperar, si está ocupado se apoyará en una persona del taller, previamente asignada, avisará a la responsable de ventas, en la planta alta de la llegada del cliente.
- Atiende personalmente a los clientes que los visitan, les da la información general (lista de precios), les muestra las maquinas en general, determina cuales maquinas son de su interés y los conduce con un técnico responsable para dar información de los detalles de las mismas y para ponerlas a funcionar.
- Registra y captura los datos de cada visita, del cliente y de la empresa, y les da seguimiento en los siguientes días.
- Su prioridad máxima es la de encauzar al cliente a concretar la compra de las maquinas. Al ir platicando durante la visita y con apoyo del técnico, deberá fijarse: la seriedad de la persona que tanto le agrada la maquina, que tanto la necesita, cuales son sus posibilidades económicas y asesorar a la dirección en los factores que podían concedérsele al cliente para concretar la venta.
- Contestar el conmutador en segunda instancia, después del tercer timbrado, da información a los clientes por teléfono.
- Lleva a los clientes con la responsable de ventas (planta alta) para que elabore ahí los documentos oficiales para la venta.
- Se responsabiliza por crear ante el cliente la mejor imagen de la empresa en la planta baja y en el taller, se asegura que todas las maquinas estén limpias y muestren llamativamente la ficha técnica, en hoja amarilla, así como su bitácora diaria.

13. Talleres de mantenimiento:

- Realizar los trabajos encomendados de acuerdo a los planes semanales y su actualización diaria
- Responsable directos de que las maquinas se entreguen funcionando a la completa satisfacción de los clientes, el tiempo que se destine a atender cualquier queja o reclamación correrá por su cuenta.

13.1 Taller de maquinados:

- Registrar todos los trabajos encomendados y estimar el tiempo de entrega, presenta éste registro al final de cada mes.
- Responsable de las herramientas y materiales del taller.
- Diariamente al final de su jornada, recoge su herramienta y limpia su área de trabajo.
- Entregar los trabajos de calidad puntualmente.

14. Administración y finanzas

- Controlar y capturar los registros de asistencia, trabajo horario y producción
- Elaborar la nomina
- Mantener al día los archivos administrativos y en especial aquellos que son relevantes durante una auditoria
- Atender a proveedores y maneja la cartera de proveedores para comparar precios, obtener descuentos y usar sus servicios de mensajería
- Responsable de realizar los depósitos y retiros de los bancos (no maneja dinero en efectivo)

14.1. Auxiliar contable.

- Organizar y procesar la documentación básica de contabilidad de Metal-Plástico.
- Registrar los movimientos de ingresos y egresos.
- Organizar las pólizas y recabar las facturas originales de respaldo.
- Elaborar los cheques de acuerdo a las requisiciones de compra autorizadas.
- Elaborar y pagar la nomina, presentarla al director un día antes del pago
- Elaborar el estado financiero y presentar los documentos para el contador durante los primeros ocho días de cada mes.

Perfil para cada uno de los puestos.

Como se muestra en la tabla 7.2 la Empresa también cuenta con un análisis de puestos, es decir, el perfil que debe cubrir cada una de las personas que se encuentren laborando dentro de ella. La tabla también presenta, además, de las características que deben cubrir los aspirantes, las actividades a desempeñar, así como el nivel académico necesario para tal actividad.

Puesto	Características	Nivel académico
ÁREAS DIRECTIVAS	Generar ideas e implementar nuevos proyectos	
Dirección	Controlar ventas y finanzas, mecanismos para renovarse. Planifica, organiza y disciplina	Profesional
Mercadotecnia	Buscar y abrir nuevos mercados, generar mayores ventas	Profesional (LAE, o Rel. Comerciales)
Administración de recursos	Optimizar el uso del dinero, la infraestructura y el capital humano	Profesional (LAE)
Ingeniería de Proyectos	Aumentar la producción, mejorar la tecnología y desarrollar nuevos productos	Profesional Ing. Mecánico
AREAS OPERATIVAS	(Rutinas y procedimientos)	
Ventas y cobros	Generar ingresos para mantener la liquidez de la Empresa	Técnico Admvo.
Contabilidad interna y control de archivos	Analizar el manejo del dinero, Manejo Correo-E:	Técnico Admvo
Servicios generales	Comprar, suministrar, transportar.	Técnico Admvo
Ingeniería de producción y calidad	Planificar y controlar diariamente los proyectos Cotizar y comprar refacciones y accesorios Control de almacén, visitas (ventas de piso) Servicio a clientes, control de calidad de las maquinas.	Profesional Ing. Industrial
Jefe de talleres	Coordinar, controlar, asesorar el mantenimiento de maquinaria	Tec. Profesional
Supervisor de operaciones	Reforzar el cumplimiento de los planes, controlar el tiempo de entrega y la calidad de los trabajos	Técnico
Técnicos de mantenimiento Primer nivel	Realizar trabajos con eficiencia y calidad Organizar : "cada cosa en su Lugar"	Tec. Profesional
Segundo Nivel	Realizar trabajos con eficiencia y calidad Organizar : "cada cosa en su Lugar"	Tec. Profesional

Tabla 7.2 Perfil y responsabilidades de los diferentes puestos de trabajo

7.2 PROCESOS DENTRO DE LA EMPRESA.

La empresa tiene en forma esquemática diagramas de flujo, los cuales son de cada uno de los procesos que la integran, entre ellos se encuentran:

- Compra y almacenaje de las maquinas proceso uno (P1).
- Reacondicionamiento de maquinas proceso dos (P2)
- Generación de clientes: publicidad proceso tres punto uno (P3.1)
- Atención a clientes: teléfono, visitas proceso tres punto dos (P3.2)
- Venta de maquinaria proceso cuatro (P4)

Los diagramas muestran un panorama general de cada una de las actividades que están involucradas dentro de un proceso específico, así como el tiempo que tarda en efectuarse cada actividad, como primer intento de programación de actividades.

Compra y almacenaje de maquinas Proceso P1.

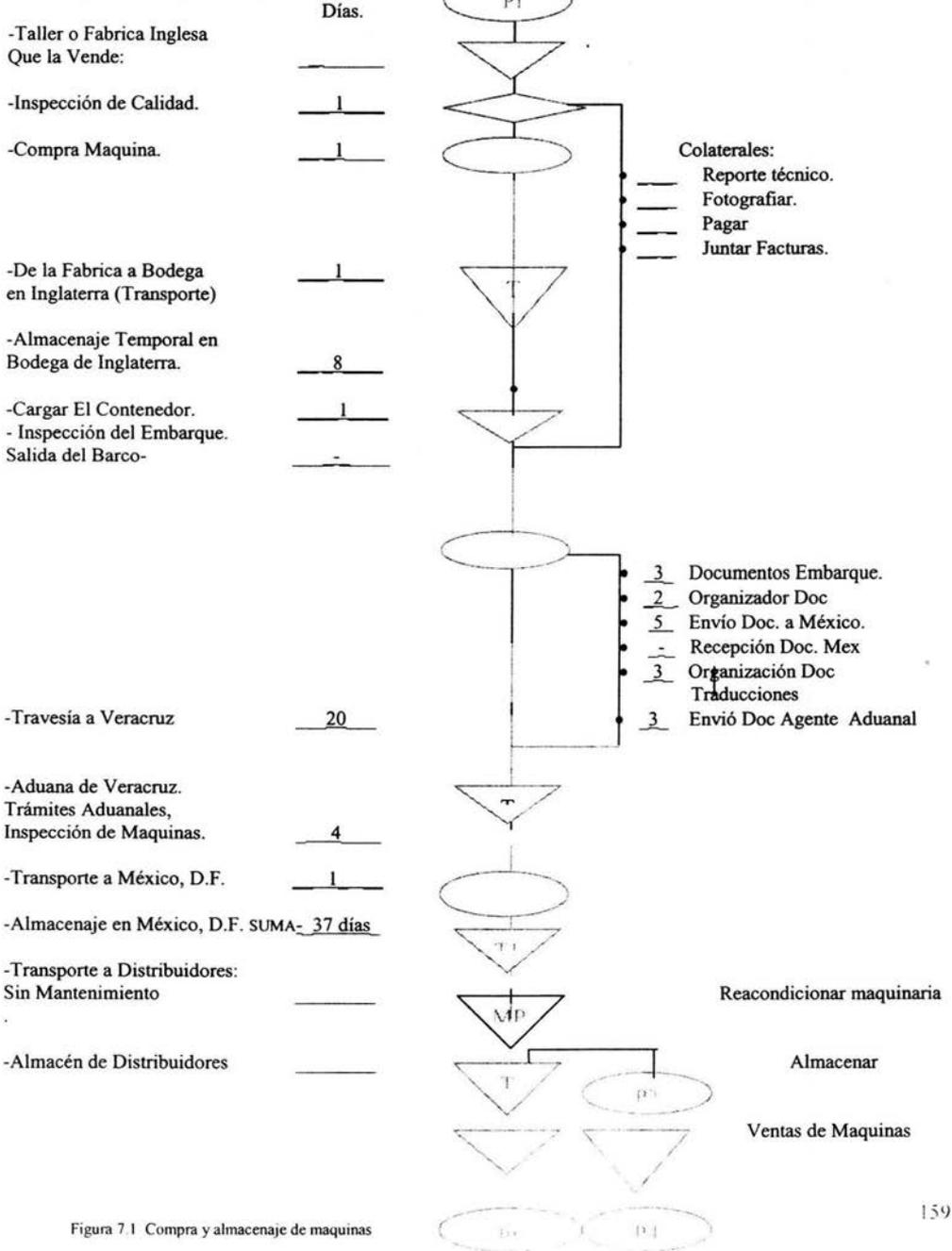
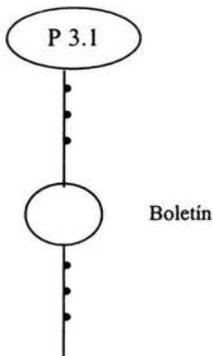


Figura 7.1 Compra y almacenaje de maquinas

Cientes generarlos: publicidad Proceso P3.1

- Publicidad Indirecta : (x Mes)
- Revistas (mensualidades)
- Periódicos (semanales)
- Otros: ferreterías, intercambios
- Publicidad directa: (por mes)
- (cartera de clientes)
- Envío catalogo y lista precios:

- Envíos correos Directo
- Envíos correo-E y fax
- Telefonemas a nuevos clientes
- (Rep. Industrial, Sección Amarilla, Universal)



Formas:

Figura 7.3 Generación de clientes

Atención clientes: teléfono visitas proceso P3.2

1. Cliente los contacta: lo motivan a visitarlos

Cliente nos telefonea

- Darle info. telefónica de máquinas y dirección
- De máquinas y dirección
- Motivarlo a visitarnos
- Capturar información del cliente y su empresa

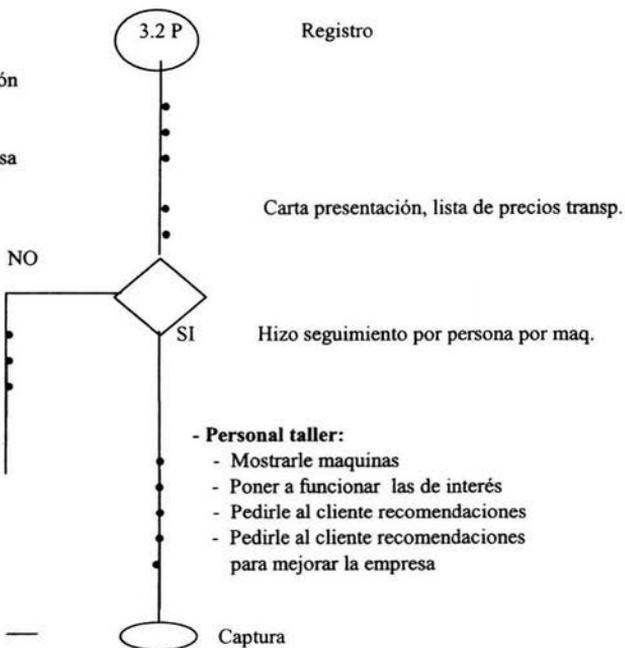
- Enviar fax Correo - E
- Dar seguimiento (1,3,6 días)

2. ¿El Cliente nos visita?

- Se le habló 3 veces
- Invitarlo a visitarnos
- Pedirle datos agenda

- **Personal de ventas**
 - Darle lista precios
 - Dar info. técnica y accesorios
 - Pedir datos para agenda
 - Reafirmar contacto personal
 - Anotar, recordar 3 características personales del cliente

- Capturar datos agenda de la PC



3. ¿Cliente compra?

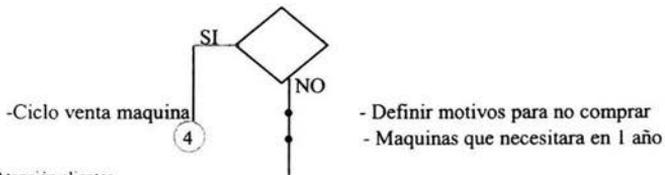


Figura 7.4 Atención clientes

Venta de maquinas Proceso P4

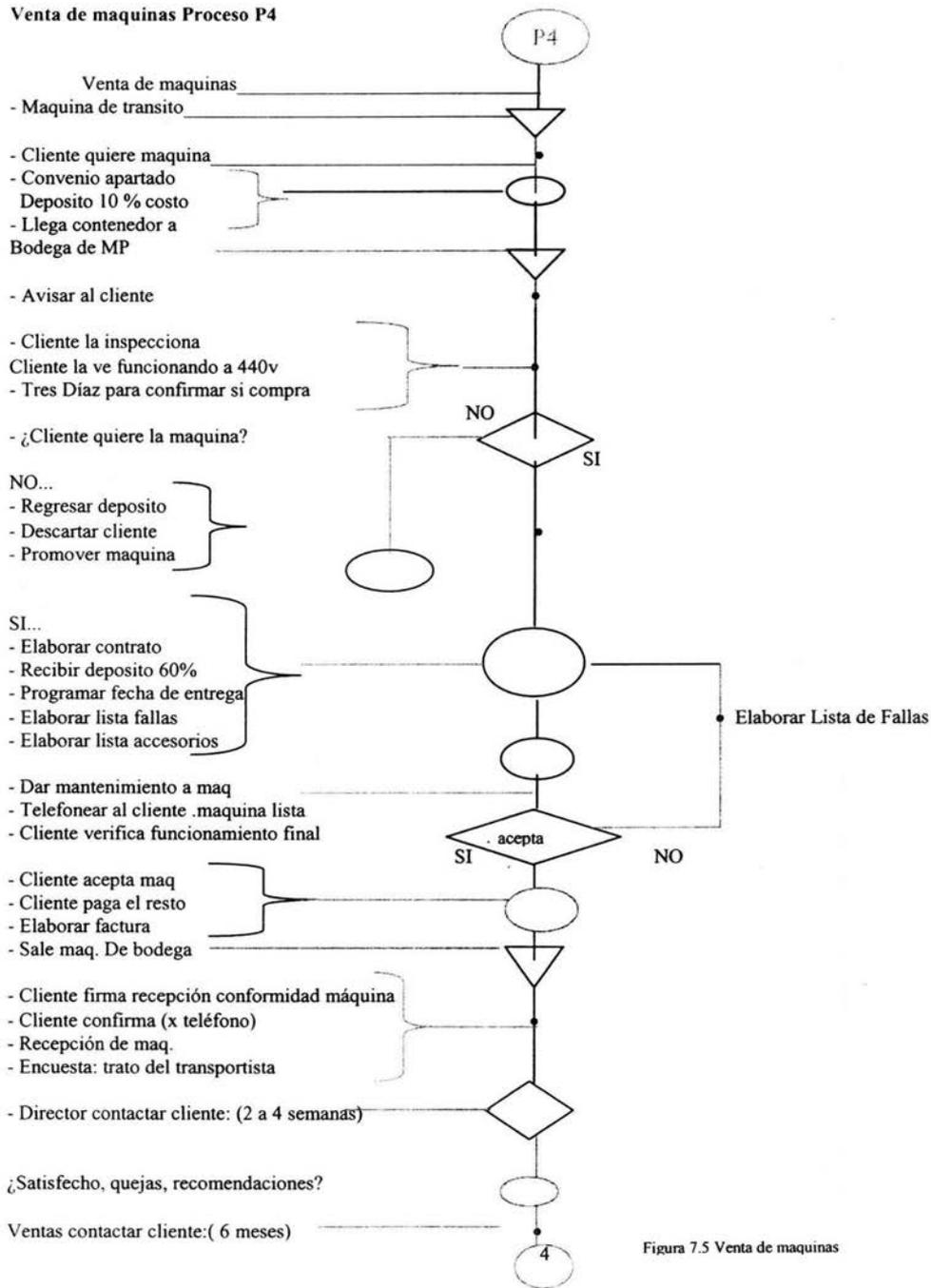


Figura 7.5 Venta de maquinas

Nomenclatura (IBARRA V.D., 1190 PAG 233), para los diagramas de flujo.

ALMACENAJE.



TRÁNSITO



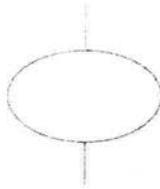
INSPECCION
DE CALIDAD.



ACCION.



OPERACION
IMPORTANTE.



Organigramas o gráficas de organización.

Estos sistemas de organización representan en forma intuitiva y con objetividad, la autoridad y responsabilidad de cada miembro de la compañía (figuras 7.1, 7.2 y 7.3). Son útiles con el objeto de señalar la vinculación que existe entre sí de los departamentos a lo largo de las líneas de autoridad principales. Los organigramas o gráficos de organización revelan:

- La división de funciones.
- Los niveles jerárquicos.
- Las líneas de autoridad y responsabilidad.
- Los canales formales de comunicación.
- La naturaleza lineal del departamento.
- Los jefes de cada grupo de empleados, y trabajadores.
- Las relaciones existentes entre los diversos puestos de la empresa y en cada departamento o sección.

ORGANIGRAMA

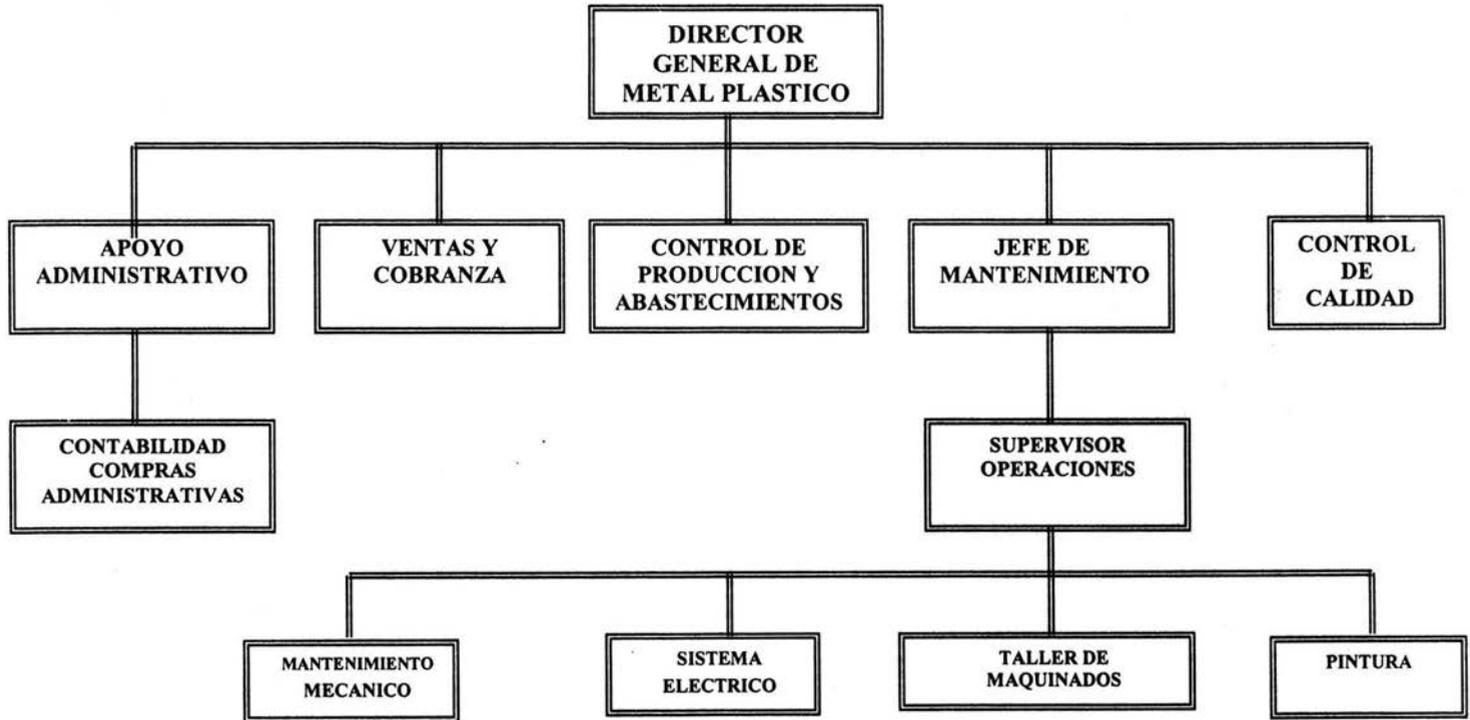


Figura 7.6 Organigrama de la empresa

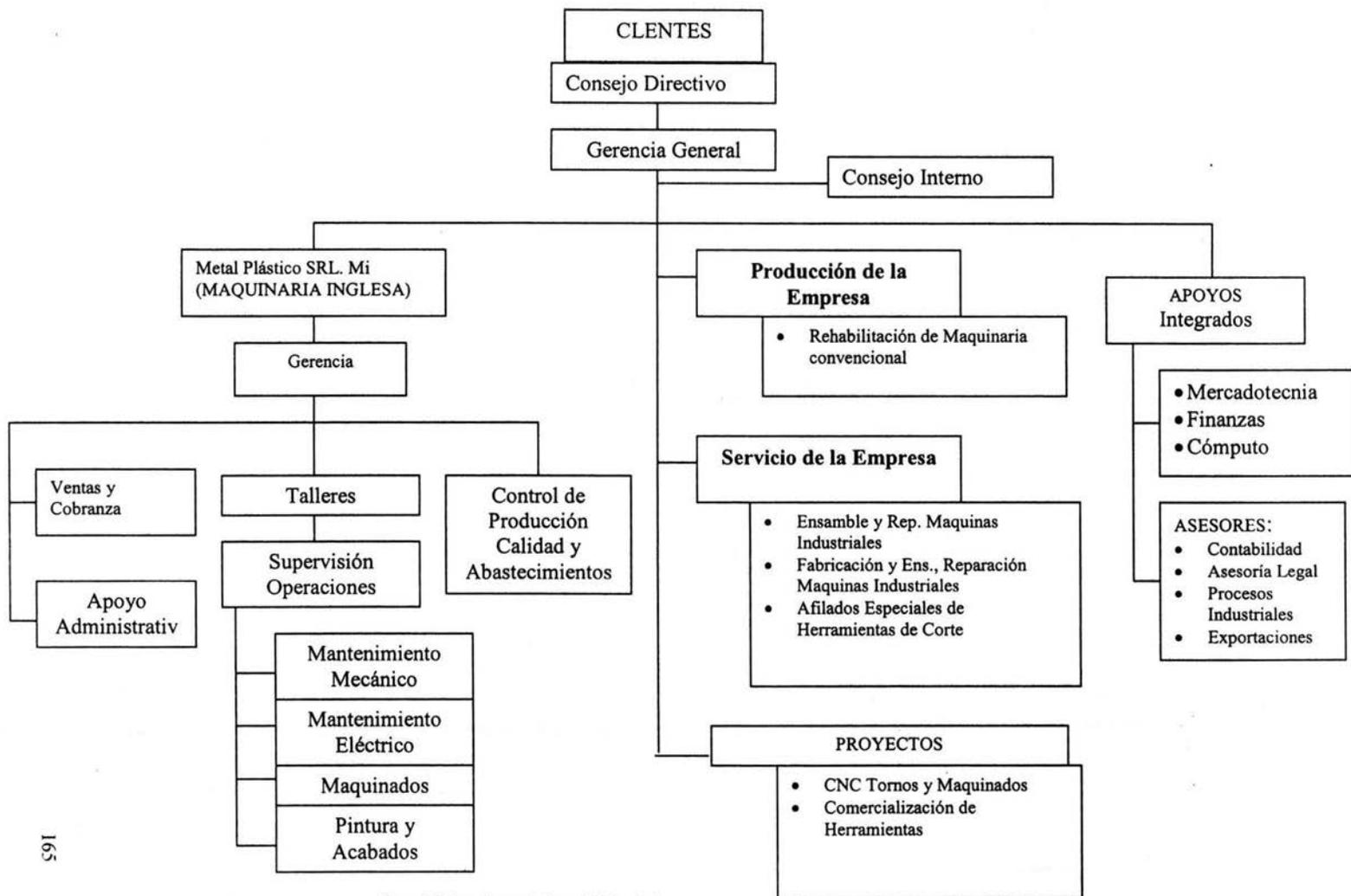


Figura 7.7 Organigrama de las actividades de la empresa

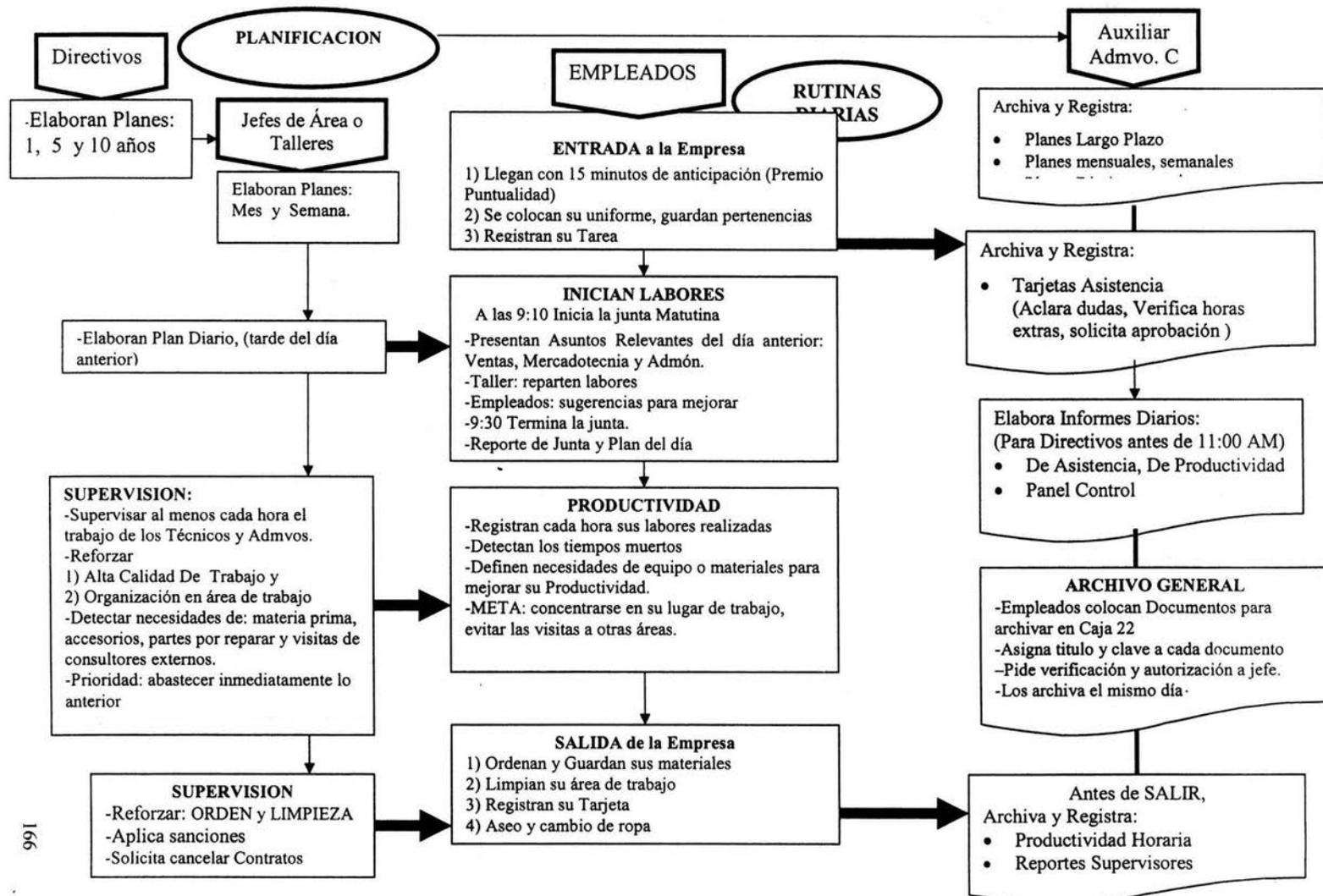


Figura 7.8 Organigrama de las responsabilidades por área dentro de la Empresa

7.3 DESARROLLO DEL TRABAJO DENTRO DE LA COMPAÑÍA.

Problemática dentro de las áreas administrativas.

De manera escrita la Empresa cuenta con un manual de normas y procedimientos (ONP), modelo bajo el cual debe estar regido cada una de las actividades realizadas dentro de la misma. En el manual existe una descripción detallada del perfil, las características y las funciones a desempeñar de cada una de las personas que se encuentran laborando ahí. Además la filosofía de la empresa, las metas y los logros obtenidos, el desarrollo de sus nuevos proyectos, la infraestructura (un punto a destacar, toda la infraestructura es propia de la compañía).

Al llevar a la práctica todos estos procedimientos, existe una enorme falta de comunicación entre los miembros. La dirección esta convencida de la importancia que tiene la implementación de sistemas de Calidad y su aportación a la organización de la compañía, sin embargo esto no es conocimiento de todas personas que ahí laboran. El Director General cuenta con textos, artículos referentes al tema y es quien se ha encargado de la elaboración del manual de las ONP, sin embargo esta información no ha sido transferida de manera continua a los demás miembros de la compañía.

En el área administrativa son muchas las labores que desempeña una sola persona, como para que se realicen de forma completamente eficiente. Dentro de la oficina se encuentran trabajando dos personas el Director General y la secretaria, estas dos personas elaboran todo lo relacionado con la publicidad, estrategias de mercadotecnia, nomina, recepción, atención a clientes, análisis financieros y de mercados, entre otras múltiples actividades. Es una tarea gigantesca, como para que unas pocas personas estén al tanto de cada una de las diversas actividades, sin omitir algunos detalles.

Dentro de la empresa se encontró que los conceptos de calidad y control de calidad no están claros "algunos lo relacionan con la imagen de la empresa, o bien lo limitan a la calidad del sistema de compras. También la definen como "algo bueno, bonito y caro. Las personas entrevistadas limitan el control de calidad a una actividad de verificación, aseguramiento, vigilancia, mejoramiento y revisión. Otras personas consideran que el control de calidad se refleja en los reglamentos y normas preestablecidos. La distribución, la adaptación del producto o el grado de satisfacción del cliente no se consideran elementos integrantes del sistema de control de calidad.

La única persona que tiene claros los conceptos de calidad, dentro de la empresa es el Director General; él cuenta con estrategias, políticas y objetivos, planea las metas a corto y largo plazo, cuenta con manuales administrativos y de calidad, pero no hay programas de capacitación par el resto del personal; además el control estadístico de calidad no se lleva acabo.

Circunstancias como las anteriores se debe a falta de constancia en el propósito de cambio. No se tiene claramente definido el deseo de cambiar, no se tiene el concepto de mejora continua por siempre.

Uso de SICE como herramienta administrativa.

SICE es una aplicación informática de gestión de empresa con una serie de características que la hacen muy adecuada para pequeñas empresas. Ventajas de SICE:

- Desarrollada en una plataforma popular: Windows, Office.
- Sencillez de manejo
- Integración entre gestión y contabilidad
- Fácil personalización de impresos y listados en general
- Configuración de los distintos tipos de documentos económicos según el tipo de empresa o sector (pedidos, facturas, inventarios)
- Navegación fluida entre documentos
- Conectividad con otras aplicaciones Microsoft (Word para combinación de correspondencia, Excel para informes gráficos)
- Menús personalizados para distintos usuarios

Esta aplicación informática, le ha permitido a la compañía tener un mejor control de la documentación de las

diferentes actividades de a misma. Mediante este sistema se lleva un control de las facturas, la hora de entrada y de salida de los trabajadores, la asistencia que sirve para calcular la nómina de una manera más sencilla, ya que automáticamente queda registrado los días que los empleados no se presentaron a trabajar, entre otros documentos. Además ha permitido tener un mejor control en cuanto al trabajo realizado dentro del taller. Una vez terminada la jornada laboral, cada empleado pasa a la oficina a registrar las actividades realizadas en el transcurso del día, así como el tiempo que tardo en realizarla, con esto se ha empezado a llevar un registro del tiempo que un técnico tarda en realizar una operación determinada. En base a esto se establece el calendario de mantenimiento de las maquinas, obteniendo resultados con un margen de error un poco menor.

Problemática dentro del taller.

Algunos de los problemas que se presentan en el trabajo realizado en el taller se deben a:

- La organización de la que carecen y falta de un control de producción.
- No existe un control de actividades de cada persona.
- La exhibición de las máquinas refleja una mala imagen: por presentarse sucias sin pintura, muy juntas, no organizadas de acuerdo a sus dimensiones o por alguna otra característica.
- Carencia de una buena toma de decisiones, al parecer por una mala definición de funciones y actividades y responsabilidades.
- Exceso de tiempos muertos, generando retrasos en las entregas.
- En realidad no se realiza un buen diagnóstico antes establecer fechas de entrega, surgiendo problemas como: no tener a tiempo todos los maquinados derivados y no contemplados.

El abastecimiento de piezas dañadas, es mediante maquinados en el taller. Pero no se cuenta con un sistema continuo de maquinado, por lo tanto, el rezago es evidente. Esto ocasiona retrasos en la entrega de la maquinaria. Tal situación continúa siendo el principal problema que afecta el trabajo de todos en la Empresa.

Otro factor grave del taller es la falta de un inventario de herramientas, no esta disponible una referencia de la cantidad de equipo con el que se cuenta para la reparación de la maquinaria.

Una de las cuestiones que resaltan a la vista es la falta de orden y limpieza dentro del taller, pese a que se cuenta con diseño de la distribución que este debe tener en la practica esto no se realiza de la manera planteada. Llega la maquinaria, se le asigna un lugar en el taller, ahí se descarga, el mantenimiento se lleva acabo en el mismo lugar donde se coloca, ocasionado caos de espacio, y mala presentación al cliente. Esto es debido a que la maquinaria reparada se encuentra junto a otras que se encuentran desmontadas, es decir en proceso de rehabilitación. Esta es un pésima imagen al cliente.

7.4 REPERCUSIONES DE LA MACROECONOMIA EN LA MICROECONOMIA A NIVEL EMPRESA

Desarrollo de la microeconomía de la Empresa, derivada de la macroeconomía del país.

Anterior a la década de los 80's México tenía una economía muy cerrada, pero con la fuerte recesión experimentada en 1982, decide al año siguiente cambiar las políticas económicas y comenzar un proceso de apertura, con medidas entre las que se encontraban, fuertes reducciones arancelarias.

Y precisamente Metal Plástico S de RL. (Mi) (Tornos Ingleses) inició la importación de máquinas provenientes de Inglaterra, ya en forma a partir del año 1990, después de comenzado el proceso de apertura de la economía mexicana. Justamente dos años después de haber terminado uno de los programas de reducción arancelaria, donde la máxima reducción fue del 30% en 1988, esto se vio reflejado en una disminución del costo de importación de la maquinaria.

Como parte del proceso de apertura al país ingresaron capitales extranjeros en gran magnitud, se formaron nuevas áreas de industrialización y se comenzaron a elevarse los niveles de exportación. Uno de los sectores más beneficiados con la Inversión Extranjera Directa (IED), fue precisamente el de la industria manufacturera, y dentro de esta industria uno de los sectores con mayor inversión fue el ramo automotriz. En el periodo 1990-1999 la IED acumulada en la Industria automotriz sumo cerca de 15 mil millones de dólares.

Periodo	Total IED en el ramo automotriz (miles de millones de dólares)
94-99	6951
%	Sector de inversión.
47	Fabricación y ensamble de automóviles y camiones.
31	Fabricación de otras partes y accesorios para automóviles y camiones
13.4	Fabricación de partes y accesorios para el sistema eléctrico
%	País de origen.
48.1	Estados Unidos de América
32.5	Japón
11.3	Alemania

Tabla 7.3 Inversión Extranjera Directa (IED) en el ramo automotriz

Dentro del sector industrial el mercado de la empresa forma parte de la industria manufacturera, en el área metal mecánica.

Por su parte la industria metalmeccánica (IMM) está constituida por dos grandes divisiones manufactureras, la División VII: Industrias metálicas básicas y la División VIII: Productos metálicos, maquinaria y equipo; exactamente este sector es al que pertenecen los clientes de la compañía. La división VIII comprende desde la rama 48 hasta la rama 58, es decir, 11 ramas industriales que van desde los muebles metálicos hasta la producción y reparación de equipo de transporte, pasando por la producción de maquinaria, equipo eléctrico y electrónico, automóviles, camiones, tractocamiones y autopartes de todo tipo. En esta división están conformadas, desde las grandes empresas automotrices hasta los pequeños talleres que se dedican a la reparación.

Cabe destacar la importancia que el sector industrial tiene dentro del Producto Interno Bruto (PIB); este sector equivale a un cuarto del PIB total y la industria manufacturera es el componente más importante del sector industrial en tanto su aporte es del 75% aproximadamente en los últimos años. Dentro del sector manufacturero la División VIII, de las nueve que lo conforman, es uno de los de mayor participación en la generación del valor agregado manufacturero nacional, compitiendo únicamente con la División I: Alimentos, bebidas y tabaco.

Evolución de la División VIII y La Compañía.

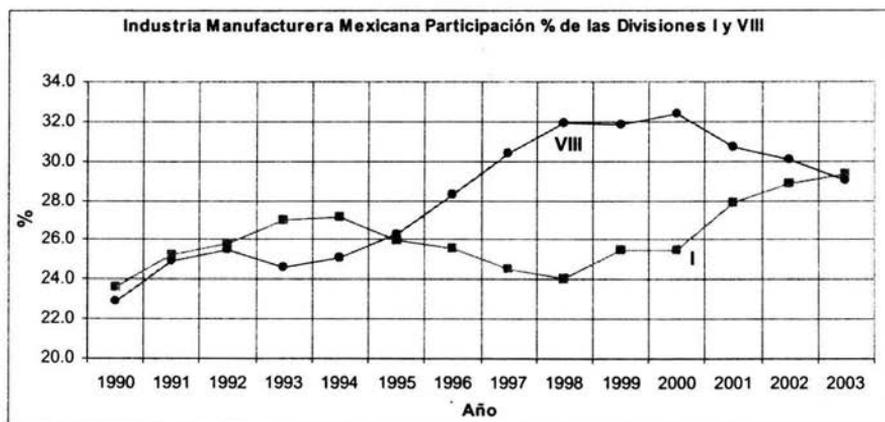
En 1991 la compra total de maquinas por parte de la compañía fue por un monto de 43 piezas, y para el año siguiente cuatro veces más esa cantidad, como lo muestra la grafica 7.1

Sin embargo de 1992 a 1993 la importación se redujo. Este decremento del número de maquinas importadas, se explica de la siguiente manera: El porcentaje total de crecimiento anual de la industria manufacturera del país, está fuertemente influenciada por la División VIII Producción de maquinaria y equipo (mercado de metal plástico). En la grafica 7.3 se observa que la tasa de crecimiento anual de la División VIII, se incremento de 1990 a 1991, y de este al siguiente, pero de 1992 a 1993 la tasa de crecimiento anual de la producción de maquinaria equipo disminuyó. Al bajar la tasa de crecimiento de la División VIII, la demanda interna de equipo se vio disminuida, por tal razón, el número de maquinas compradas por la empresa fue menor. Para el año siguiente 1994 la tasa de crecimiento anual se incremento nuevamente y obviamente el número de maquinas también.

Esta rápida recuperación de la tasa de crecimiento anual de la División VIII se debió a que existió una fuerte entrada de capital durante esos años (principios de los años noventa), a partir de ahí la División VIII recuperó niveles de participación de 25% y se estableció como la División manufacturera más importante. Esta situación explica claramente la demanda de maquinas que se incremento, como parte de la expansión de la industria manufacturera, se fortalecieron pequeñas y medianas industrias (PYMES) y se crearon nuevas. Para el año de 1994 las importaciones ascendían a un total de 652 maquinas (gráfica 7.2). Lo anterior va acorde con la evolución económica decorosa que tuvo el país, desde el comienzo de los noventa hasta el final de 1994.



Gráfica 7.1 Número total de maquinas importadas



Gráfica 7.2 Industria manufacturera mexicana, participación % de dos divisiones
Fuente: INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México.

No.	Rama
I	Productos Alimenticios, Bebidas y Tabaco
VIII	Productos Metálicos, Maquinaria y Equipo

Sin embargo, a finales de 1994 principios de 1995 la economía mexicana volvió a enfrentar una crisis de proporciones aún mayores, a la experimentada en 1982. Como resultado de esta crisis la importación de maquinas disminuyó drásticamente en mas de un 50 %, para el año 1995 se importaron solamente 77 maquinas. Pese a esta circunstancia las divisiones componentes de la industria manufacturera elevaron sus niveles, especialmente la división VIII que agrupa productos metálicos, maquinaria y equipo, de forma que en el período 95-98 creció su participación en 5 puntos porcentuales, colocándose como el conjunto de actividades industriales manufactureras más importantes, justamente presentando un movimiento asincrónico con la división I, que agrupa a las ramas productoras de Alimentos, bebidas y tabaco, quienes pasaron a la segunda posición.

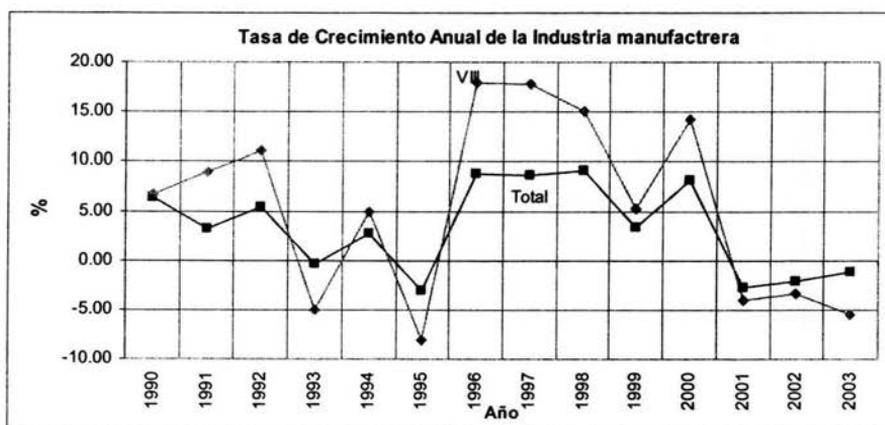
Por la recuperación de la industria manufacturera, puede explicarse el desarrollo favorable de la economía, la cual volvió a crecer a tasas altas de 1996 a 1999, apoyada por el notable desempeño de su sector externo, y hasta 1999 la

economía mexicana se hallaba en estado de flujo. Esta situación la empresa lo experimentó como un período de estabilización, en el que el número de maquinas totales importadas no alcanzó los niveles de los primeros años pero tampoco disminuyeron, manteniéndose en un promedio de 93 maquinas por año.

Aquí es importante mencionar, que a pesar de que la División VIII siguió creciendo, el número total de maquinas traídas desde Inglaterra no lo hizo de la misma manera; debido a un cambio en las políticas internas de la compañía. En un inicio las maquinas traídas necesitaban reparaciones mínimas, por tal motivo el tiempo de reparación era menor y las maquinaria estaban en constante flujo. Pero a partir de esa fecha se empezaron a llevar acabo los planes des desarrollo para la empresa, como parte de su crecimiento (expansión), la nueva forma de trabajo consistía en la compra de maquinaria más dañada, con el propósito de, además de reopérala, reconstruirla de manera parcial o total. Lo anterior trajo como consecuencia un incremento en el tiempo de reparación de cualquier equipo.

A partir del año 2000, la economía mexicana sufrió una otra caída que toco fondo hasta mitad del año 2001, evidenciando un decremento del número de maquinas compradas, 83 para el primero y 63 al siguiente. Posteriormente empieza otro período de crecimiento mostrando evidentes altibajos y una lenta recuperación, resultado en parte de la estrecha relación que guarda la economía de México con la de EUA, cuya tendencia en sectores como porcentaje de crecimiento industrial es muy parecida en el desarrollo de los últimos años, para ambas naciones.

Lo anterior fue reportado por el Banco Nacional de México (Banamex), de acuerdo al informe de septiembre del 2003 en la publicación "Examen de la Situación Económica de México". En este informe se confirma que el descenso de la economía mexicana se vio directamente afectada por la caída de la producción manufacturera (gráfica 7.3) por cuarta ocasión en el transcurso de seis semestres, es decir esta situación se presento a partir del segundo semestre del año 2000, contribuyendo negativamente al desempeño general de la economía del país.

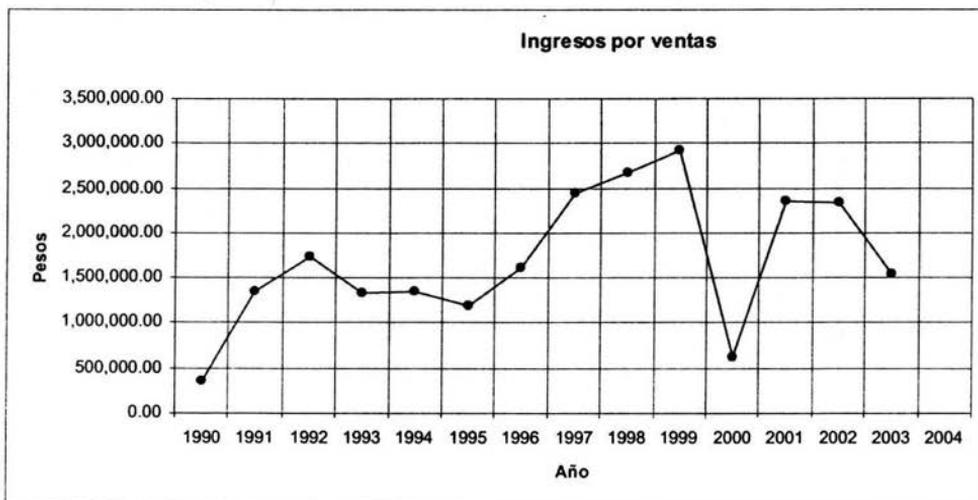


Gráfica 7.3 Tasa de Crecimiento anual de la industria manufacturera y la división VIII
Fuente: INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México.

La contracción del sector manufacturero, concretamente la División VIII trajo como consecuencia una fuerte disminución de las exportaciones. De particular importancia resulta el caso de la industria automotriz terminal, donde las exportaciones mexicanas mostraron un desempeño desfavorable, en septiembre del año 2003, se redujeron sus ventas externas 7.7%, frente al observado por las armadoras de otras regiones, principalmente las asiáticas.

Ahora si se analiza los ingresos por ventas (gráfica 7.4), se observa que las ventas, tienen un comportamiento muy parecido al de la División VIII. Esta división de 1992 a 1993 disminuye igual que los ingresos por ventas.

Las ventas de 1994 a 1995 caen un poco, esta situación es lógica por la devaluación experimentada en el país durante esos años; posteriormente las ventas aumentan como resultado del crecimiento de la División VIII. Pero de 1999 a 2000 las ventas caen drásticamente, en respuesta a otra caída de la economía mexicana, para el año siguiente muestran una recuperación y mantiene estable por los siguientes dos años, sin presentar un a clara recuperación.



Gráfica.7.4 Ingresos por ventas de Metal Plástico



PROPUESTA DEL NUEVO MODELO DE CALIDAD TOTAL

De manera muy general se dice que calidad es la ausencia de deficiencias o algo excepcionalmente bueno en su tipo, pero partiendo del tronco conceptual de la administración, la calidad, en su sentido más amplio, habla de una filosofía, un sistema y un proceso administrativo con características propias.

La globalización de la economía, la abrupta apertura del mercado nacional, el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), y el General Agreement on Tariff and Trade (GATT), entre otros, dan cuenta del proceso que ha puesto en crisis a las empresas mexicanas, muchas de estas han cerrado sus puertas al no poder competir, otras más se han visto obligadas a buscar modelos que las ayuden a ser más competitivas y productivas, para no perder sus mercados nacionales y poder ganar otros en el extranjero, dentro de este grupo que busca nuevos modelos administrativos hay algunas que han optado por el control total de calidad.

A partir del primero de enero de 1994, México forma parte del bloque económico de Norteamérica, a través de la entrada en vigencia del Tratado de Libre Comercio con América del Norte (TLCAN) entre México, Estados Unidos de América y Canadá. Para las empresas mexicanas este tratado ha representado una oportunidad pero también un reto.

Francisco González Prado, Director General del Instituto Mexicano de Control de Calidad (IMECCA), expresó que las empresas mexicanas no podrán competir en los mercados internacionales si no mejoran en áreas como: calidad, productividad y distribución. Además el acceso de los productos y servicios mexicanos a los mercados mundiales sólo estará disponible para aquellas empresas que certifiquen la calidad; debido a que en los últimos años la certificación de la calidad se ha convertido en la carta de presentación de las empresas para ingresar a nuevos mercados. Por cierto que a nivel nacional no existen más de 200 empresas certificadas internacionalmente.

La oportunidad-reto a la que se enfrentan las empresas mexicanas las obliga a:

- Ser más competitivas en calidad, costo y servicios.
- Dejar atrás la forma tradicional de administración y adoptar una nueva que les permita hacer frente a las presiones competitivas; y mejorar la calidad de todo el negocio, no sólo en las áreas de producción.

8.1 NUEVO MODELO DE CALIDAD TOTAL.

Importancia de la adopción de una nueva filosofía de Calidad.

La adopción de una nueva filosofía de Control Calidad Total requiere una transformación cultural, una nueva forma de administrar el negocio, donde el énfasis cambia de las utilidades, a la satisfacción del cliente; en donde en lugar de administrar resultados se administran y mejoran continuamente los sistemas y procesos que los producen.

Los expertos en calidad han diseñado sus propios procesos (Capítulo uno); así se tiene que Edwadr Deming habla de 14 pasos hacia la calidad; Joseph Juran de una trilogía y de 10 elementos de mejora continua; Philip Crosby también reconoce 14 pasos, mientras Feigenbaum habla de Nueve emes o responsabilidades. A pesar de las diferencias hay ciertos principios que siempre están presentes en las diferentes filosofías de calidad, estos son:

- La calidad no se controla se produce proactivamente.
- La calidad está basada en prevención y no en la detección de defectos.
- La calidad se basa en el mejoramiento constante de los procesos.
- La mejoría depende de la medición y retroalimentación permanente.
- La calidad se asegura desde su origen, en la compra de los insumos, en la ejecución exacta del trabajo desde el principio.
- La calidad está orientada al consumidor o usuario, sus opiniones, necesidades y expectativas deben investigarse e integrarse al diseño de productos o servicios.
- La calidad es responsabilidad de todos, pero la mayor parte de las causas de No-Calidad se originan en el diseño de los sistemas que competen a puestos gerenciales.
- La calidad está orientada a prioridades.

- La calidad es responsabilidad de todos, pero la mayor parte de las causas de No-Calidad se originan en el diseño de los sistemas que competen a puestos gerenciales.
- La calidad está orientada a prioridades.
- La calidad depende de la capacidad de innovación y participación de los empleados en los procesos laborales. El diseño, aplicación y control del mejoramiento se genera desde la base, y los operarios.
- La calidad depende de hacer bien las cosas desde la primera vez. Esto exige que el estándar sea Cero Defectos (CD) y la medida de la calidad sea el costo del incumplimiento.
- La calidad empieza, evoluciona y se consolida con la educación de todos los miembros de la compañía.

Estos principios se entienden mejor al hacer dos grandes agregados, el primero de ellos daría cuenta de la organización de la producción y la búsqueda por hacerla más eficiente; el segundo daría cuenta de los valores, la cultura y la filosofía que apoya a la calidad.

Sobre el primer punto se puede decir que buscar la calidad obliga a las organizaciones a mejorar el proceso de producción, cuidar el diseño exacto del producto final, reducir al mínimo los defectos, evitar los retrabajos, eliminar los desperdicios, uniformar los productos, lograr exactitud en el manejo de materiales; todo lo anterior trae disminución de costos; asimismo, cuidar todos estos detalles en la producción, evita las devoluciones, las quejas, los gastos en cubrir garantías, entre otros. Es aumento de la productividad, está claro que la calidad y el incremento de la productividad, van de la mano.

Quizá sólo falta anexar a toda la gama de ideas expuestas en el desarrollo de este trabajo, lo que han dado en llamar: "la soberanía del consumidor". Parece ser que se está redescubriendo al cliente. Ahora la organización debe aprender a tratar con un consumidor cada vez más exigente y demandante, ya que el consumidor es ahora más racional que en el pasado, no se deja engañar y sabe escoger lo que le resulta más conveniente, compara precios, productos, servicios, ofertas, antes de decidir las que realmente le son atractivas.

En este proceso de "redescubrir al cliente" los japoneses, como en muchas otras cosas, van a la vanguardia. En México este ha sido un proceso lento, y en ocasiones doloroso.

Es evidente que la demanda es importante, pues el consumidor puede escoger entre varios productos que satisfagan su necesidad. Actualmente hay más productos que satisfacen la misma necesidad, así que el centro de atención tiene que ser el cliente, para saber exactamente qué producto o servicio desea para satisfacer esa necesidad. Ante esto aparece un nuevo enfoque, que se preocupa de las preferencias de los clientes, de sus patrones de consumo, su personalidad, su sexo, su nivel de ingreso, su nivel social, en una palabra se segmenta el mercado para hacer más fácil el posicionamiento.

Pasos a seguir para la Implantación.

Las políticas de calidad se ejercen desde la cúspide de la pirámide ocupacional, por lo que es un gran reto para los directivos el atenderlas y mantenerlas, también es su responsabilidad adquirir y aplicar tecnología de punta y métodos innovadores que contribuyan a elevar la productividad y aseguren su posicionamiento en el mercado.

Es necesario para implantar un proceso de calidad evaluar la situación actual de la empresa (Capítulo 7) y comenzar a explorar nuevas formas de relación entre las áreas para simplificar los procesos y evitar el burocratismo y la duplicidad de trabajo.

Son muchas las estrategias, pero si en algo coinciden los diferentes autores es en el hecho de que es necesario que la dirección esté convencida del programa y lo ponga en práctica en los altos niveles directivos, antes de llevarlo a la base, además debe existir un líder en la organización que se haga cargo.

El área directiva, debe estar en relación con la fijación de objetivos de la calidad, planificación de la calidad, definición de responsabilidades, adiestramiento y motivación.

El director general así como el grupo encargado de implantar el programa, deben presentar un fuerte compromiso, demostrar con claridad la posición de la compañía sobre la calidad. Así como estar conscientes del desafío, que una tarea de esta índole representa, deben aprender sus responsabilidades y asumir el liderazgo del cambio.

Una vez que el director general está convencido, de los beneficios que el Control de Calidad Total puede traer a la compañía, elaborar un programa de implantación de calidad, pero corto. Esto es importante para permitir que el personal encargado de avanzar con el cambio, (agente del cambio), anticipe las resistencias y diseñe antidotos para ellas, de modo que el proceso no se empañe ni se atasque, y no perder el concepto de mejora continua, además desde el primer momento se debe formar un Consejo de Calidad encabezado por el Director General de la empresa,

son ellos los que se encargarán de planear, hacer, analizar y actuar, y quienes estarán a cargo de la ejecución programa.

Ya establecido el "grupos de implantación", liderado por el director general. Se desarrolla un proceso de entrenamiento para todo el personal, comenzando por el director general y continuando en cascada a todos los niveles de la organización. Utilizando las herramientas de calidad, procesos de solución de problemas, los círculos de calidad, herramientas estadísticas, la técnica de las 5S+1 y el uso de parámetros competitivos, para transformarlas en las formas estándar para enseñar a los empleados a mejorar su trabajo.

El próximo paso es que el modelo de implementación sea presentado públicamente, sometiendo a discusión los principios rectores del plan. En ese marco, la visión del liderazgo debe aportar una perspectiva de éxito como apoyo a quienes están a cargo de adelantar el proyecto.

El programa de mejoramiento de calidad se inicia con una definición de calidad que todos puedan comprender con facilidad. Es el inicio de un idioma común que ayudará a la comunicación, es decir, a "eliminar el temor" y "eliminar las barreras a la comunicación". Posteriormente exponer en forma clara cuales son los problemas de no cumplir con los estándares actuales, de tal forma que permita la evaluación objetiva, y definir los costos implícitos que una mala calidad ocasiona. A continuación, se difunden dentro de la organización, los objetivos y prioridades de la compañía, para lograr un enfoque común de metas.

Especificar las características de cada puesto, para que todo el personal alcance el nivel de autocontrol, todos y cada uno de ellos tengan los conocimientos y las habilidades requeridas en su trabajo, así como la suficiente autoridad para hacer modificaciones en los procesos y en los productos para mejorarlos, esto obviamente no lo pueden hacer si no cuentan con la maquinaria, herramientas, materiales, y capacitación adecuados.

Crear preocupación individual por parte de todo el personal de la compañía hacia el cumplimiento con los estándares del producto y del servicio, también la importancia de la calidad dentro de la compañía.

Explicar el uso correcto del Control de Calidad Total, como una herramienta de administración. Todas las áreas del taller, así como las áreas administrativas, deben trabajar en forma conjunta hacia una mejora continua de la organización. Logrando así tener una meta común en la cual la organización será la única beneficiada. Según Juran "El logro en la calidad se basaba por completo en la comunicación, la administración y las personas". Para esto todos los empleados deberán tener entrenamiento en calidad para que puedan participar y administrar los proyectos de mejora de la calidad.

Selección de los objetivos de control (¿Qué debe controlarse?), las variables a controlar en el proceso es el tiempo de entrega de los maquinados, el tiempo de reparación de cada una de las áreas del taller, para terminar el reacondicionamiento en el tiempo inicialmente estimado de un producto dado.

Además es necesaria la aplicación del control estadístico de proceso. Aplicando un sencillo proceso administrativo se puede lograr; éste es proceso brevemente consiste en:

1. Recabar datos,
2. Analizar datos,
3. Tomar decisiones,
4. Aplicar la decisión y con perseverancia volver a iniciar con el punto número 1 siempre. Esto permite ir haciendo mejoras continuas que den como resultado que todos los productos y todos los procesos estén inmersos en la búsqueda de perfección, o sea de calidad.

Finalmente, instrumentar un programa de reconocimiento y recompensa para la motivación continua del personal, tanto a nivel individual como grupal para reforzar los cambios deseados. Se ha mostrado que además de las recompensas monetarias los trabajadores actuales requieren que se refuerce la sensación de logros en sus trabajos y el reconocimiento positivo de que están contribuyendo en forma personal al logro de las metas de la compañía.

Además revisar cada año las estrategias a mediano y largo plazo, sin perder de vista que lo que importa es: la "satisfacción del cliente, empleados y accionistas". En ningún momento los alcances logrados indicaran que el proceso de implementación de Total Quality Management (TQM) ha sido bueno o malo. La constancia y nuevamente la mejora continua serán los elementos que determinarán el alcance real logrado.

Proceso de mejoramiento Administrativo.

Dentro de una compañía, de acuerdo al modelo general anterior de implementación de un sistema de calidad, se inicia por los altos mandos. En Metal Plástico este rubro está representado por el Director General, en este aspecto se tiene un gran avance, él está convencido de la importancia que la calidad desempeña dentro de los procesos de producción. Sin embargo la empresa carece de mandos intermedios, esto es, no cuenta con el personal necesario como para que los conceptos por demás sabidos por el Director General, sean transmitidos al resto del personal de la compañía.

No se cuenta con el personal suficiente como la formación de un Consejo de Calidad, no obstante con la persona provisional que está laborando actualmente en la empresa adicional al Director General y la secretaria, sería por el momento la persona adecuada para empezar el desarrollo del proyecto. Esta persona debe ser capacitada por el Director General para poder llevar a cabo el programa.

Proceso de Mejoramiento para el Taller.

En este caso en particular sería necesario hacer del conocimiento del Jefe del taller, de los beneficios que tiene la implantación de un sistema de CCT, y él lo transmita a los otros técnicos del taller.

En español, la técnica de las 5S es comúnmente llamada el sistema de los "soles", por las iniciales del significado en español de las palabras japonesas que integran las 5S. Esto se ha hecho de esta manera, para facilitar la rápida memorización de los principios de las 5S, y pasar a la aplicación práctica.

Inicial	Significado en español	Palabra en japonés
S	S-eleccionar	Seiri
O	O-rganizar	Seiton
L	L-impinar	Seiso
E	E-standarizar	Seiketsu
S	S-eguir los estándares	Shitsuke

Tabla 8.1 Los cinco soles

Específicamente dentro del taller es necesario la implantación de la técnica de las 5S+1, esto implica hacer una mejor distribución, organización y orden del lugar.

Inicial	Significado en español	Observaciones
S	Seleccionar (Seiri)	Responsabilizar a los técnicos de las herramientas de uso exclusivo, esto significa seleccionar aquellas que son específicamente de algún área del taller, que no se utilice en las otras áreas.
O	Organizar, ordenar (Seiton)	Realizar un inventario minucioso de las herramientas disponibles para la reparación de la maquinaria, asignarles un lugar específico, en donde se encuentren disponibles en el momento que sean requeridas.
L	Limpinar (Seiso)	El técnico que utilice una herramienta debe encargarse de su limpieza, si así lo requiere; y de devolverla al lugar previamente establecido.
E	Estandarizar (Seiketsu)	Normatizar el trabajo y darlo a conocer a todo el personal
S	Seguir los estándares (Shitsuke)	Hacer de los puntos anteriores una actividad cotidiana, como parte de las responsabilidades laborales.

Tabla 8.2 La técnica de las 5S+1 aplicada dentro del taller para las herramientas

La tabla 8.2 está enfocada específicamente a las herramientas que se utilizan para la reparación de la maquinaria. La implementación de la técnica anterior sería de gran utilidad para el mejoramiento de todo el trabajo dentro del taller.

Para evitar tiempos muertos en el taller sería necesario contar con un almacén, en donde se tenga en existencia los insumos con mayor frecuencia utilizados en la rehabilitación de la maquinaria. Por ejemplo en los motores es común que la vida útil de baleros y platinos haya terminado, y tengan que ser reemplazados. Un factor importante que

reduciría el tiempo de mantenimiento sería contar con tales refacciones en el almacén, en lugar de solicitarlos al proveedor, quien tardara algunas horas o hasta días en entregar la pieza requerida.

En el área de maquinados, talvez parezca un poco burdo, pero a base de ensayo y error se aprendió una valiosa lección. Esta área se encontraba muy rezagada, es decir, el personal encargado de realizar esta actividad estaba tardando más tiempo del permitido, para entregar los trabajos terminados bajo las especificaciones requeridas. Este problema era debido, en gran parte a la falta de preparación por parte del personal que estaba laborando ahí, cuando se colocó una persona con mayor conocimiento técnico, se presentó un mayor avance. Esto implica que es necesario que el personal cuente con la capacitación necesaria, así como con la maquinaria, herramientas y materiales adecuados, para el desarrollo eficiente de una determinada actividad.

Una mayor comunicación entre el personal, ayudaría a agilizar el trabajo en el taller. ¿De que manera? Cuando en un motor esta dañado el embobinado, es necesario enviarlo a reparar a talleres externos. Si el técnico que identificó la falla no informa al jefe de talleres, este a su vez no informa al Director General quien da la autorización, e indica a la secretaria se comunique con el taller eléctrico, para enviar el motor; agregando a esta situación el comienzo del fin de semana que el taller externo no labora. Situaciones como la anterior retrasan el trabajo de mantenimiento desde uno o hasta varios días, dependiendo del tiempo que tarde el técnico (que no avisó) en informar de la necesidad de la reparación del motor. Si el personal está conciente del papel que juega la comunicación para el buen funcionamiento de la empresa en conjunto, sería menos factible que olvidos como el anterior ocurrieran al interior del taller.

Otra tarea, que talvez parezca una mayor carga de trabajo, sería organizar la distribución del taller de tal manera que exista un lugar exclusivo para la exhibición de la maquinaria terminada. Cuando el equipo a reparar entra a las instalaciones de la empresa se le asigna un lugar en donde se descarga, en ese sitio se hace la inspección, se lleva a cabo todo del proceso de mantenimiento, finalmente se ensambla, y si lo amerita se pinta. Por tal motivo es que dentro del taller se puede encontrar una maquina ya en optimas condiciones; a lado de otra en pleno proceso de reparación, que posiblemente tenga accesorios desmontados. Esto es una pésima exhibición del producto, puede ocasionar que la vista del comprador sea distraída, por lo aparatoso que resulta una maquina desarmada, de aquella en la que debe mostrar interés (la maquina terminada)

Una posible solución a este problema es que una vez que la maquina ha completado el proceso de rehabilitación, trasladarla al lugar que se especifique como "área de trabajos terminados".

Otro punto importante para los maquinados sería el uso adecuado de herramientas y materiales para la elaboración de las piezas. Si se cuenta con lo anterior para la manufactura de una pieza se puede ahorrar dinero y esfuerzo. Por ejemplo, para realización de un engrane cuando no se cuenta con la herramieta de corte adecuada, pueden obtenerse otras dimensiones y no precisamente las deseadas. Ahora bien en el caso de la selección del material, si esta no se realiza de acorde al uso que desempeñará la pieza puede ser que falle antes de tiempo, y que exista una reclamación por parte del cliente en un futuro no muy lejano, creando modificaciones en la buena reputacion que tengan de la empresa.

Para implementar el proceso de control estadístico de calidad en el taller, sería conveniente comenzar con la recavación de datos (dado que las todas las variables que se manejan dentro del taller son de tiempo), anotar la fecha de llegada de la maquinaria, anotar el tiempo que tarda en realizarse cada actividad. Esto es, en base a la inspección preliminar y de acuerdo a las fallas encontradas en la maquinaria se determina el tiempo aproximado para su reparación, y posteriormente hacer una comparación del tiempo real, con el tiempo estimado.

Iniciar la organización de un lugar no es una tarea sencilla. Con el personal que cuenta actualmente Metal Plástico no es imposible, para realizar esta labor es necesario, un número de personal mayor (mínimo una persona) que se encargue de recavar los datos, organizarlos, además de la documentación que esta actividad requiere.

8.2 RETOS DE LA EMPRESA.

El producto tiene varias décadas de antigüedad, no obstante de los talleres de metal Plástico sale funcionando a satisfacción del cliente.

Las metas de la compañía son entregar maquinas funcionado, y vender el mayor número posible de maquinas.

El aumento de la competencia en muchos campos, unidos a las fluctuaciones económicas mundiales, ha disminuido los márgenes de utilidad. Al mismo tiempo la necesidad de automatización y mecanización ha obligado a grandes desembolsos para nuevos equipos y procesos. Por lo que se tendría nuevamente que replantear el rumbo de la empresa en un futuro próximo, para seguir dentro del mercado. Con la base de datos, disponible y los clientes bien identificados, continuar con el desarrollo del proyecto de CNC (merito reconocer los esfuerzos hasta el momento realizados, para que esto se lleve a cabo), además de retomar la idea alguna vez planteada por el Director General de representar alguna compañía transnacional de venta de maquinaria, para tratar de enfocarse a un mercado más amplio. Esto también llevaría a presentar al cliente una gama de productos más amplia, es decir diversificación.

No se debe perder de vista que los clientes con los que actualmente cuenta la empresa pertenecen a pequeños talleres, que dan servicio a las zonas cercanas al lugar en donde se encuentran ubicados, o en el mejor de los casos a regiones un poco mayores, pero cercanas al lugar de trabajo. Para no perder este mercado Metal Plástico, debe analizarse la idea de la compra de maquinaria usada proveniente de otros países, no solamente de Inglaterra (repararla en sus instalaciones), tal es el caso del país vecino del norte Estados Unidos de América, dadas las relaciones comerciales con ese país, no existen impuestos arancelarios que encarezcan la entrada de la maquinaria a México, como sucede en el caso de Inglaterra.

También tiene clientes que forman parte de la pequeña y mediana industria metalmecánica, las cuales producen piezas para los grandes consorcios como General Motors, Volkswagen, entre otros. Dado que el mayor desarrollo en cuanto al Control de Calidad en México, se ha dado en estas grandes compañías, exigen lo mismo a sus contratistas y proveedores. Dado que sus volúmenes de piezas requeridas son altos, así como una alta calidad de los productos, obliga a las compañías que trabajan para ellos a solicitar maquinaria de menor antigüedad en buen estado y a precios accesibles, es decir, maquinaria convencional ya no, sino equipo automatizado; por tales motivos es imprescindible el desarrollo del proyecto CNC, en el menor tiempo posible.

Los cambios económicos, junto con los tecnológicos, son quizá, los que más van a afectar la manera de hacer las cosas en México. No sólo es el Tratado de Libre Comercio (TLC) o la globalización de los mercados, que han obligado a las empresas a producir mejor, a enfrentarse a una competencia más agresiva y decidida a ganar, sino que también se tiene que saber enfrentar las crisis económicas que sufren otros países y que afectan al nuestro.

En un mundo cada vez más interdependiente y en cambio constante, los mexicanos deben aprender a producir y negociar en un ambiente hostil y a enfrentar los retos de la apertura económica, con una mentalidad ganadora, de excelencia y de servicio.

Ventajas de CNC sobre las máquinas convencionales.

El hecho de que la precisión y el acabado de las piezas realizadas con estas máquinas convencionales dependan de la habilidad del operador, e incluso de su estado de ánimo y salud, se mostró en las últimas décadas como una limitación a las crecientes exigencias de las industrias modernas. También lo es el tiempo de manufactura: cuando se requieren geometrías muy complejas, como moldes y otras partes, obtener resultados confiables con tornos y fresadoras mecánicas puede demorar semanas y hasta meses.

Como una forma de superar estas restricciones nace el concepto del control numérico, que permite obtener un movimiento más preciso de la herramienta, ya no a través de la habilidad del operador, sino de un programa computarizado previamente diseñado y que aplica a cada pieza diferente. Además, el control numérico surge como una necesidad para poder maquinar piezas que no tengan sólo desplazamientos paralelos, sino que se puedan mover en varios planos para obtener geometrías más complejas, algo que no se podría lograr en forma manual.

Principio de operación.

Lo común en la máquina convencional es que el operador reciba información visual sobre el trabajo a realizar y su grado de avance, y que, en función de esa percepción, tome las decisiones para girar una manivela a la derecha o a la izquierda, o cualquier otro procedimiento adecuado. En la máquina de control numérico computarizado (CNC), el funcionamiento es parecido, pero en lugar de los ojos de la persona, son sensores y preactuadores, colocados en puntos estratégicos, los que determinan el grado de avance y retroalimentan a los motores que activan las partes móviles.

A partir de la información de dónde y en qué posición se encuentran la pieza y la herramienta, el sistema de microprocesadores envía señales a un variador de velocidad y de ahí al motor, y así hasta cerrar el ciclo. Como este esquema se aplica a todos los ejes (básicamente tres), el movimiento puede realizarse de manera simultánea para

obtener volúmenes y geometrías complejas. En la actualidad, con la capacidad de almacenamiento y procesamiento de las computadoras, es posible crear modelos muy complejos, como en el caso de moldes para la industria del plástico, cuyos programas CAM controlan la operación de la máquina CNC durante muchas horas e, incluso, días.

Una de las mayores ventajas de las máquinas de control numérico es su flexibilidad, tanto la que se asocia a la capacidad de realizar las diferentes operaciones que le instruye el sistema de control, como a la de cambiar en forma automática las herramientas que debe utilizar en cada proceso.

México no ha estado al margen de estos avances tecnológicos. Los expertos aseguran que, como ha ocurrido con otros temas, la industria automotriz y la de autopartes han sido un motor importante en este proceso. Les sigue la del plástico, que también ha alcanzado un enorme desarrollo, incluyendo su participación en la propia industria del automóvil.

México tiene el destino de ser el centro de manufactura para el área del TLC, uno de los mercados más grandes del mundo, y esta posición le exige una gran necesidad de actualización. La decisión de incorporar estas tecnologías a una planta industrial convencional exige considerar una multitud de factores, empezando por la justificación de la inversión en términos de volúmenes y calidad requeridos por los clientes y las cadenas de valor. Es bien sabido que las tecnologías no necesariamente son caras en sí mismas, sino que deben analizarse en términos de productividad y rentabilidad.

Es un hecho que la tecnología de control numérico es una pieza fundamental para que las industrias se suban a las grandes cadenas productivas, como la de la industria automotriz, sobre todo cuando se consideran las demandas de aprovisionamiento Justo a Tiempo (JIT), que a veces involucran cantidades reducidas de productos que van directo a la línea de producción y no a los almacenes del usuario final.

El CNC se muestra aquí como una solución ideal frente a los equipos convencionales, porque su flexibilidad y versatilidad permiten producir lotes pequeños y hasta combinaciones caóticas, hasta el extremo de una FMS (sistema flexible de manufactura, por sus siglas en inglés), programada para accesar herramientas y partes sin pérdida de tiempo y que, por lo mismo, puede estar produciendo piezas completamente diferentes.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



El análisis de una compañía como Metal Plástico, no obstante de ser una micro empresa, resulta bastante complejo, por la cantidad de factores que se interrelacionan dentro de su estructura.

Lo expuesto en este trabajo pretende contribuir a un mejor entendimiento, de la importancia de la búsqueda continúa en el mejoramiento de la calidad dentro de un empresa, como antecesora a la implantación de un estándar de calidad como lo es ISO 9000.

Cualquier empresa que desee permanecer vigente en el mercado y seguir creciendo, debe cuestionar sus métodos actuales de trabajo y llegar a la decisión de fortalecer la cultura de Calidad de la Empresa.

CONCLUSIONES GENERALES.

- Ninguna de las diferentes filosofías de calidad que existen cubren exactamente las necesidades de una empresa, por lo tanto es necesario tomar de cada una de ellas los principios que se adecuen al tipo de problema al que se este buscando solución. Esto es, unificar criterios y formular un adecuado a las propias necesidades, sin olvidar que siempre serán las bases.
- El concepto de calidad puede ser confuso, en parte porque las personas visualizan la calidad con relación a diferentes criterios según su papel individual en la cadena de producción y de comercialización. Tratar de definirla es una tarea difícil, por la diversidad de criterios y parámetros a partir de los cuales se podría dar una definición. Ni asesores, ni profesionales están de acuerdo en una definición universal. Además el significado de calidad ha evolucionado conforme la profesión de la calidad ha crecido y madurado. No obstante, la calidad es el resultado deseable de una práctica de ingeniería y de manufactura, es decir, del cumplimiento de las especificaciones. Las especificaciones son metas y tolerancias determinadas por los diseñadores del producto o de los servicios. Las metas son los valores ideales que debe conseguir la producción (tomando el criterio de manufactura).
- Como parte del desarrollo de la filosofía de calidad los métodos y principios de la estadística han pasado a tener un papel fundamental, revolucionando la forma de administrar. Bases teóricas puestas en práctica, han servido como respaldo al moderno control de calidad, para el mejoramiento del control de los procesos. Las diferentes herramientas de la estadística permiten llevar un registro adecuado de las variables que intervienen en los mismos.
- Control Total de la Calidad o Control de Calidad en toda la compañía, planteando que las actividades organizadas para el máximo rendimiento, involucra a todos los miembros de una compañía. Este desempeño mejorado, está dirigido hacia la satisfacción de las metas funcionales transversales como calidad, costo, programación, desarrollo del potencial humano y desarrollo de nuevos productos.
- Para favorecer el éxito de la administración de la calidad se requiere del empuje de los altos directivos de la empresa, es este caso en particular del Director General. Por lo que deben ser los primeros en capacitarse en esta área de la administración.
- En el Kaizen se establece que lo más importante para llevar a cabo el Control Total de Calidad (CTC), no es tanto el producto, sino la calidad de las personas. Muchas veces no se requiere de tecnología avanzada, sólo se requiere de técnicas sencillas y el sentido común. La máxima de la orientación del Kaizen no son los beneficios económicos, sino la elevación de la moral, el sentido de integración y de responsabilidad por parte de los empleados.
- Es necesario hacer del conocimiento del personal, en que consiste la técnica de las 5S+1, y concientizarlos del papel que tienen: (Seiri- Seleccionar), (Seiton - Organizar, ordenar), (Seiso - Limpiar), (Seiketsu -

Estandarizar), (Shitsuke – Seguir los estándares), y (Shikari - Calidad personal), para un mejor funcionamiento organizacional de la compañía.

- Existen distintas formas de establecer un sistema de calidad pero, debido a la competencia global de los mercados, es altamente recomendable tomar como modelo de aseguramiento de la calidad las normas ISO 900. Sin embargo de no contar con los recursos necesarios, una empresa puede desarrollar prácticas de administración de la calidad total que cubran sus propios requerimientos. Para ello pueden apoyarse en las técnicas propuestas por las diferentes filosofías de la calidad.
- Para una correcta reparación de cualquier maquina-herramienta, es necesario contar con los conocimientos técnicos adecuados de funcionamiento, partes que la componen, así como su funcionamiento en uso. También es necesario como parte de la venta de cualquier producto, conocer las características físicas, así como la funcionalidad de dicho producto, para poder contar con argumentos sólidos, que sean de utilidad para convencer al cliente de que el producto que se le esta ofreciendo cubre sus necesidades.
- Durante un largo período de tiempo la economía mexicana manejo un esquema fundamentado en un sistema cerrado, había muchísimas cadenas productivas totalmente integradas; y el país padecía una característica muy importante, ésta era que la calidad y el precio de los productos resultaban irrelevantes porque no había, en la mayor parte de los sectores, competencia alguna que obligase a producir en forma cada vez mejor. La apertura de la economía se dio a partir de la década de los 90's, por lo cual se evidencia el retraso en cuanto a control de calidad en el país, así como la necesidad urgente de implementación de sistemas de control de calidad total en la mayoría de las empresas.
- El sector industrial tiene una gran participación en el PIB y la industria manufacturera es el componente más importante del sector industrial en tanto su aporte es del 75% aproximadamente en los últimos años. En esta estructura se destaca el comportamiento de la División VIII (productos metálicos, maquinaria y equipo) la cual guarda una estrecha correlación dentro de la industria manufacturera, presentando uno de los niveles más altos de participación en la generación del valor agregado manufacturero nacional
- La actividad económica de los Estados Unidos ha determinado la tendencia de la economía mexicana mientras que las fluctuaciones alrededor de la misma la han influenciado directamente. Esta integración es debida a que México ha dependido en gran parte de las exportaciones al país vecino. Esto es por la falta de planeación de las políticas económicas, que han repercutido en claras debilidades que han subsistido en muchos puntos de la cadena productiva nacional. Esta es evidencia la fragilidad del modelo ofertista.
- No obstante, una de las estrategias de desarrollo de nuestro país está relacionada con el incremento de la productividad y la mejora de calidad de los productos y servicios mexicanos, por lo que en el futuro de México se espera que dicha cultura se consolide y fortalezca, la globalización es un fenómeno que obliga a esto, sin embargo, es de gran importancia establecer los mecanismos que anticipen cambios en las filosofías administrativas como una estrategia para lograr ser competitivos en el ámbito mundial.
- En nuestro país, el interés por la calidad está fundamentado en los éxitos alcanzados por organizaciones y modelos particularmente del Japón y los Estados Unidos de América (EUA). Puede ser que la calidad total, que ha demostrado su poder para ayudar en forma notoria a quienes hacen uso inteligente de ella, a través de una planeación cautelosa, proyectos experimentales, procesos inductivos y asesoría profesional, pueda convertirse en la ayuda que necesitan las organizaciones mexicanas. Pero, ésta debe generalizarse y mexicanizarse, ya que el movimiento de calidad total se centra principalmente en grandes empresas transnacionales, y no en las medianas y pequeñas como son en su mayoría la empresas mexicanas. Estas empresas transnacionales, son dependientes de los conocimientos importados, principalmente de EUA, y no se deja ver la adecuación de este modelo a las condiciones del país, y mucho menos se puede hablar de innovación o producción de conocimientos propios, o sea, un modelo adecuado en la cultura mexicana.

CONCLUSIONES PARTICULARES.

- No es necesario reemplazar por completo el sistema actual de calidad, tomando ese sistema sólo es necesario mejorar algunas de las áreas que han estado descuidadas por parte del personal de la compañía.
- Implantar la técnica de las 5S +1 en el taller para mejorar el trabajo, la organización, presentación y la distribución del mismo. Haciendo una clara descripción de las actividades que deben cubrir como parte del programa de mejoramiento de control de calidad total.
- Es necesario la aplicación del control estadístico de los diferentes procesos que se desarrolla dentro de la empresa, enfatizado esto al proceso dos, de reparación de la maquinaria dentro del taller, esto ayudaría a tener un mejor control del trabajo realizado. El mejoramiento puesto en marcha por todos ofrece resultados poco visibles en lo inmediato, pero de gran trascendencia en lo mediano y en el largo plazo.
- El diseño o implementación de un programa de calidad es una tarea compleja y delicada que implica un cambio cultural en la organización, y un cambio de esta naturaleza lleva tiempo, por lo cual es necesario iniciar su implementación dentro de la compañía.
- El mayor reto en dicha implantación es lograr su asimilación entre el personal por convencimiento y no por obligación. Debe convertirse en su forma de trabajo para que este sea más simple, ya que al hacer las cosas bien desde la primera vez ahorra, tiempo, dinero y esfuerzo. Esta nueva visión hace que este acercamiento no se vea como un trabajo adicional al que ya tienen. En contraparte si el sistema se convierte en lo esencial en vez de la generación de productos, o se hace que los procesos se amolden a la norma, puede llevar a una burocratización de los procesos que desaliente su uso entre el personal.
- Debido a que el mercado de la compañía se encuentra dentro de la División VIII que agrupa maquinaria y equipo, todas las variaciones alrededor de la misma, la han afectado directamente. Siempre que se ha presentado una contracción dentro de la Industria Manufacturera en la División VIII, disminuye el número de máquinas importadas, esto se traduce como una reducción del número de ventas.
- Las políticas desarrolladas hasta el momento por la compañía, le han permitido mantenerse estable en los últimos años. No obstante, no ha sido posible su crecimiento y expansión, esto la ha llevado a replantear su forma actual de trabajo y a la modificación de tales políticas.

RECOMENDACIONES.

- El Control de Calidad Total, representa un cambio de sistemas a gran escala, y este requerimiento obliga a prestar mucha atención a los principios y consideraciones del contexto, que guiarán todo el proceso. Sin esa atención a los factores contextuales, las mejores intenciones de práctica de CCT no pueden ser diseñadas adecuadamente. Dentro de esos aspectos contextuales, deben incluirse las expectativas y las opiniones de los empleados (trabajadores y gerentes) que deben ser evaluadas, a fin que el plan de la puesta en práctica pueda estar dirigido a ellos. Específicamente, deben identificarse las áreas y motivaciones que son generadoras de resistencia al cambio y las fórmulas para superar esa oposición deben someterse a discusión abierta.
- Del caso estudiado se desprende la necesidad de crear un ambiente más motivador en el que los empleados no solo participen en la creación de documentos y procedimientos relacionados con su trabajo sino en la difusión continua de los mismos y, cuando sea pertinente en las decisiones tomadas.
- Si la empresa desea continuar en el mercado nacional y mantenerse dentro de las diez mejores empresas de su ramo, sería viable optar por la representación de alguna firma transnacional de maquinaria nueva, y seguir con el desarrollo del proyecto CNC. Un punto importante aquí es la diversificación de productos. Al contar con una gama más amplia de productos se puede ampliar la cartera de clientes, e incrementar el mercado de la empresa. Analizar detenidamente la búsqueda de otras opciones.

- El proveedor ideal es el que puede ofrecer soluciones integrales y que sabe admitir cuándo no tiene alguna pieza para procurársela con otro fabricante, aunque sea su competidor. Son integradores que ofrecen máquinas y periféricos de sus marcas, pero que no se niegan a recomendar o incorporar las de otros. Los comercializadores de máquinas que tendrán éxito en el futuro serán los que asuman el papel de integradores, y no simplemente aquellos representantes de una o dos marcas respecto de las cuales insisten en que son la mejor solución para todas las aplicaciones.
- Así mismo se recomienda dar un período de maduración (de una año o más) en la instrumentación del sistema de control de calidad que permita su arraigo entre el personal antes de proceder a una auditoría por parte de un organismo certificador, ya que un resultado negativo en una auditoría prematura puede ser más perjudicial para el sistema y para la propia empresa, ya que puede desmotivar a las personas y retardar aún más la certificación.
- Esto va a modificar incluso la interrelación entre competidores, como ha ocurrido con los proveedores de sistemas informáticos o administrativos, que en muchas ocasiones llevan una relación de cooperación para servir mejor a sus clientes.
- Lo anterior, permite precisar el porqué las herramientas y técnicas del Kaizen no son de mayor complicación en primer instancia, pero que en los niveles de la administración media y superior, combinando su plataforma filosófica, metodológica e instrumental con el enfoque de investigación y el de la propia Ingeniería de Calidad, pueden aportar significativamente a la calidad, productividad y por lo tanto, a la "competitividad de las empresas, y organizaciones".
- De aquí que el liderazgo proactivo, la concientización, la educación y el entrenamiento serán la base para crear la nueva cultura social y empresarial en un contexto de cambio continuo y permanente. Por ello, la mejor manera de garantizar el éxito en los resultados, es establecer claramente los procesos que son responsabilidad de cada empleado para que cada uno cumpla con estas responsabilidades de la mejor forma.



BIBLIOGRAFÍA



1. Ackoff, Russell. 1993. Rediseñando el Futuro. México.
2. Almonte C. González M. 1978. Tecnología Aplicada en capacitación de las Maquinas Herramientas. Razo y Aguilar Impresores.
3. Amstead B. H., Ostwald Phillip F., Begeman Myron L. 1979, Procesos de Manufactura Versión SI
4. Autor desconocido. Producto Interno Bruto (PIB). Dirección: <http://www.econlink.com.ar/dic/pib.shtml>
5. Autor desconocido. © 2003 Dirección: www.bsiameras.com/Mex+Calidad/Resumen/Que+es+el+ISO9000.xalter - 19k
6. Autor desconocido. Club ISO, Copyright 2002 clubiso.com. Dirección: www.clubiso.com/PAGE/CLUB17QUEES.htm - 47k
7. Autor desconocido. Manuales de Círculos de Calidad. Dirección: 212.73.32.210/hosting/000df/m-angel/manuales/circulosdecalidad.
8. Autor desconocido. Metal Univers. Evolución técnica de la máquina-herramienta Reseña histórica. Dirección: metalunivers.com/Arrees/historia/general/tecnologica.htm
9. Autor desconocido. PIB 2002. Dirección: <http://www.indetec.gov.mx/e-Financiero/Docs/Boletin02/Columna/PIB.pdf>
10. Autor desconocido. Tornos. Dirección: www.calstatela.edu/centers/SCCEME/automanf/index.htm
11. BANAMEX Examen de La Situación Económica de México, Septiembre 2003 Volumen 933. Tipo de Cambio y Tasa de Interés.
12. BANAMEX. Octubre 2003. Balanza Comercial (Septiembre/03: Déficit 364 md)
13. Bassi Moguel J. Carlos, Inda Hernández. Daniel. Administración por Calidad Total. Dirección: www.fundacion-ica.org.mx/cuadernillos/cuadern019.htm.
14. Besterfield Dale H. Control de Calidad. Editorial Prentice Hall Hispanoamérica, S.A. México 1995. pp. 29.
15. Cantú Delgado, Humberto. Desarrollando una Cultura de la Calidad. McGraw Hill, México: 1997.
16. Casar, José. La Organización Industrial en México. Editorial ILET-Siglo XXI. México 1990.
17. Casares, A. D. 1994. Liderazgo: Capacidades para Dirigir. Editorial Fondo de Cultura Económica. México.
18. Centro de Estudios Latinoamericanos CESLA. 2003 Riesgo Cambiario Latinoamericano. Dirección: <http://www.cesla.com/riesgo/descarga.php>
19. Clavijo Q. Fernando, Fernández P. Manuel, Pérez M. Eduardo, Fernando Sánchez Ugarte. La Política Industrial en México. ISBN 1994.
20. Crosby, Philip B. 1987. La Calidad no Cuesta. McGraw Hill Book Company. CECSA México.
21. Cupri, J. 1992. Cambios en América del Norte: Las Fuerzas que Moldearán Norteamérica en los 90's. Artículo del Semanario: Nuevo Pensamiento Empresarial. Marzo. México.
22. Del Mar D., G Sheldon 1988. Introduction to Quality Control. West Publishing Corporation. pp. 518 St. Paul MN, EUA
23. Deming, W. Edwards. 1982. Quality, Productivity and Competitive Position. Massachusetts Institute of Technology Center for Advanced Engineering Study, Cambridge, Mass, U.S.A.
24. Diccionario de la Lengua, Española de la Real Academia Española, Vigésima primera edición. Editorial Espasa Calpe S.A. 1992.
25. Doyle Lawrence E. 1988. Materiales y Procesos de Manufactura para Ingenieros. Editorial Prentice-Hall Hispanoamérica, S.A.
26. Duncan Acheson J. Control de Calidad y Estadística Industrial. Editorial Alfa-Omega Colombia 2000. pp. 49-54
27. Echeverría José A. Estadística Aplicada a la Calidad. Evolución Histórica y Determinación del Estado del Arte. Instituto Tecnológico Superior de Cajeme. México; e Instituto Superior Politécnico Cuba.
28. Escalona Iván. Fundamentos de las Maquinas Herramientas. Dirección: monografias.com/trabajos14/manufact-industr/manufact-industr.shtml#conven
29. Etizioni, 1989 referido por Valdés, Luigi. 1995. Conocimiento es Futuro. Editorial CECSA. México.
30. Evans James R, Lindsay William 2000. Administración y Control de la Calidad 4ª edición. Internacional Thomson Editores
31. Examen de La Situación Económica de México. Agosto 2003, PIB Sectorial Volumen 932

32. Freund John E. Estadística para administración con enfoque moderno 5ª edición. Prentice Hall Hispanoamérica S. A. de C. V
33. Garcés Díaz Daniel G., 2003. La Relación de Largo Plazo del PIB Mexicano y de sus Componentes con la Actividad Económica en los Estados Unidos y con el Tipo de Cambio Real. Dirección: www.banxico.org.mx/gPublicaciones/DocumentosInvestigación/docinves/doc2003-4/doc2003-4.pdf
34. Georgina Kessel. Liberalización Comercial y Crecimiento Económico. Dirección: <http://www.cidac.org/libroscidac/mexico-cambio/Cap-6.PDF>
35. Gigch, Van. 1989. Teoría General de Sistemas Aplicada. Editorial Trillas. México.
36. González González, Alcida. 1997. El Impacto Social de la Calidad Total en la Organización. Trabajo para el examen de mínimo de Ciencias Sociales en el Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. Cuba.
37. Grant Eugene L. Control Estadístico de calidad. Compañía Editorial Continental S.A. de C. V. México 1993.
38. Guillén Romo Héctor. Orígenes de la crisis en México 1940-1982. 1984.
39. Gutiérrez Mario. Administrar para la Calidad. Limusa, México: 1992.
40. Hay, Edward J. 1989. Justo a Tiempo. Editorial Norma, S.A. de C.V.
41. Hildebrand David K, Ott R. Lyman, 1998. Estadística Aplicada a la Administración y a la Economía. Editorial Addison Wesley Longman. Pp. 202
42. Hortelano Gómez Mari P., Carrascal Mozo Iñaki, 2001. James WATT (1736 - 1819). Dirección: es.geocities.com/fisicas/cientificos/ingenieros/watt.htm - 6k
43. Hoyle David. 1996. ISO 9000 Manual de Sistemas de Calidad. Editorial Paraninfo SA.
44. Imai Masaaki. 1998. Como implementar el Kaizen en el sitio de Trabajo (Gemba) 1ª edición. Editorial McGraw-Hill Interamericana de España, USA Traducción Gloria Rosas Lopetegüi
45. Imai, Masaaki. 1992. Kaizen: La Clave de la ventaja Competitiva Japonesa. Compañía Editorial Continental, México.
46. INEGI. Banco de Información Económica. Producto Interno Bruto a precios de 1993. Dirección: dgcnesyp.inegi.gob.mx/BDINE/A10/MTD/A1000001.HTM
47. INEGI. Producto Interno Bruto (PIB). Dirección: <http://dgcnesyp.inegi.gob.mx/BDINE/J10/J100025.HTM>
48. Ishikawa, Kaoru. 1980. Guide to Quality Control. Asian productivity Organization, Tokio. Unipub Nueva York, U.S.A.
49. Juárez Núñez Humberto, 1999. Perfil de la Industria Metalmeccánica en México. Dirección: <http://www.imfmetal.org/main/files/MexicoFinalReportH.pdf>
50. Juárez Núñez Humberto, 1999. Plantas Gemelas, Plataformas Continentales y Fábrica Modular en la Industria del Automóvil. Variantes de una estrategia empresarial en América del Norte. Dirección: www.redem.buap.mx/semjuarez.htm
51. Juran Joseph Dr. Planificación y Análisis de la calidad. Editorial Reverte, pp. 19-20.
52. Juran, J. M. 1994. Manual de Control de Calidad. McGraw Hill. España.
53. Kume Hitoshi. Herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la Calidad. Editorial Norma. Colombia 1996. pp. 29
54. Lathrop, Allan. 1995. Aprendiendo del Milagro Japonés. Editorial Grijalbo, México.
55. Macdonald John, Piggott John 1993. Calidad Global. Panorama Editorial, pp. 18.
56. Maquiavelo siglo XV citado por Lathrop, Allan. 1995. Aprendiendo del Milagro Japonés. Editorial Grijalbo, México.
57. Mariscal, Sergio P. 1992. Manufactura de Clase Mundial. Revista de la Sociedad Académica del Instituto Tecnológico de Sonora. México.
58. Mariscal, Sergio P. 2002. Gestión de la Calidad, Ingeniería de la Calidad y Tecnología estadística Aplicada a la Calidad. Evolución Histórica y Determinación del Estado del Arte. Instituto Tecnológico Superior de Cajeme. México; e Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. Cuba.
59. Montgomery, Douglas C. 1993. Diseño y Análisis de Experimentos. Grupo Editorial Iberoamérica. México.
60. Oberg E. Jone F. D, Horton H. L. Manual Universal de la Técnica Mecánica. Editorial Labor.
61. Orozco, F. A y Jiménez, F. 1998. El Paradigma de la Competitividad. Editorial Norma. México.
62. Ortega Zazueta Guillermo G., Burguenio Rendón E. Alberto, Ramos Félix Ma. Elizabeth. La filosofía de la Calidad: origen, evolución, modelos y su importancia en el desarrollo de México. Dirección: culiacan.udo.mx/~gortega/evolucion_calidad.htm
63. Pérez López César. Control Estadístico de la calidad, teoría práctica y aplicaciones informáticas. Editorial Alfa-Omega Zama. pp. 87.
64. Philip C. Thomson, 1984. Círculos de Calidad. ¿Cómo hacer que funcionen?. Editorial Norma.
65. Promotora del Comercio Exterior de Costa rica (PROCOMER).1998 Estudio de Mercado Estados Unidos

- Mexicanos. Dirección: <http://www.procomer.com/mercadosTLC/Oficinas%20comerciales/mexico1.pdf>
66. Rivera Ríos Miguel Ángel. Crisis y Reorganización del capitalismo mexicano. 1986
 67. Rodríguez G. José., Negrete M José. Santamaría M. Diego. 2001. Análisis Fundamental y Técnico del Tipo de Cambio en México. El ciclo Económico Sobrevaluación - Devaluación. Dirección: <http://www.ujat.mx/publicaciones/hitos/19/original-devaluacion.pdf>
 68. Rojas Santiago Eduardo, 1993. Diplomado en Manufactura de Clase Mundial. Instituto Tecnológico de Sonora. México.
 69. Rugían Alan M., Hodgetts Richard M. Negocios Internacionales Un enfoque de Administración Estratégica. Editorial Mac Graw-Hill, México 1997.
 70. Salas Carlos. Mayo 2002. Tendencias actuales del mercado de trabajo en México. Dirección: <http://www.gpn.org/data/mexico/mexico-analysis-sp.pdf>
 71. Schonberger, Richard J. 1992. Técnicas Japonesas de Fabricación. Cuarta reimpresión. 1er. Edición 1987. Editorial LIMUSA, S.A. de C.V. y Grupo Noriega Editores. Traductor Ricardo Calvet Pérez. México. Obra en inglés ISBN 0-02-929100-3. Citado por Mariscal Alvarado Sergio P. y Francis García Ramón. Gestión de la Calidad y diseño de experimentos. Dirección: www.itesca.edu.mx/revista%20virtual/gestion%20de%20la%20calidad.htm
 72. Seis-Sigma.Com, Copyright 2000-2004 by, SEIS SIGMA Mejora continua de la producción y erradicación de los costos ocultos. Dirección: <http://www.seis-sigma.com>.
 73. TQM (Total Quality Management), 1999. Guru's Ideas: Shingo's Message. Dirección: <http://www.dmu.ac.uk/dept/school/business/corporate/tqmex/shingo.htm>.
 74. TQM Manager, 2001. Análisis de Pareto. Dirección: www.tqm-manager.com.ar/herramientas/pareto.htm - 19k
 75. TQM Manager, 2001. Estadística Básica para la Ingeniería de Calidad. Dirección: www.tqm-manager.com.ar/herramientas/estadisticabasica.htm - 21k
 76. TQM Manager, 2001. Gráficos de Control de Shewart. Dirección: www.tqm-manager.com.ar/herramientas/controlestadistico.pdf
 77. Valdés, Luigi. 1995. Conocimiento es Futuro. Editorial CECSA. México.
 78. Vicente Carot Alonso. 200. Control Estadístico de la Calidad. Editorial Alfa-omega. México, pp.363-365
 79. Vieyra Arturo. BANAMEX Examen de Situación Económica en México, Volumen 933, Septiembre 2003 Exportaciones mexicanas en EUA
 80. Walpole, Ronald E. 1998. Probabilidad y Estadística para Ingenieros. Sexta edición Prentice Hall Hispanoamericana, S.A. de C. V. Traductor Ricardo Cruz ISBN 970-17-02646.
 81. www.analitica.com.mx/Curso/Proceso2/Temario2J.html
 82. Zairi, M. 1993. Administración de la Calidad Total para Ingenieros. Panorama Editorial, pp. 22, México D.F
 83. Zarate referido por Valdés, Luigi. 1995. Conocimiento es Futuro. Editorial CECSA. México.