



UNIVERSIDAD PANAMERICANA

SEDE GUADALAJARA

“MANUAL DE CALIDAD
TOTAL APLICADO A UNA
EMPRESA ACEITERA”

Máximo Arturo Gayoso Sánchez

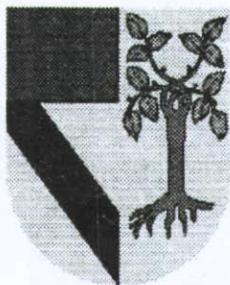
Tesis preparada para optar por el título de Licenciado en
Ingeniería Electromecánica con Reconocimiento de Validez
Oficial de la SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA,
según acuerdo número 03933087 con fecha 29-4-93

Zanopan, Jalisco, a 10 de febrero de 1997

483
adulto

DEPARTAMENTO DE
AGRICULTURA Y
RECURSOS NATURALES
SECRETARÍA DE
COMERCIO EXTERNO

CLASIF: _____
ADQUIS: 49487
FECHA: 08 Mayo 103
DONATIVO DE _____
\$ _____



UNIVERSIDAD PANAMERICANA

SEDE GUADALAJARA



UNIVERSIDAD PANAMERICANA
SEDE GUADALAJARA

**“MANUAL DE CALIDAD
TOTAL APLICADO A UNA
EMPRESA ACEITERA”**

Máximo Arturo Gayoso Sánchez

Tesis preparada para optar por el título de Licenciado en
Ingeniería Electromecánica con Reconocimiento de Validez
Oficial de la SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA,
según acuerdo número 00933087 con fecha 29-I-93

Zapopan, Jal., a 10 de febrero de 1997



UNIVERSIDAD PANAMERICANA

SEDE GUADALAJARA

DICTAMEN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

MAXIMO ARTURO GAYOSO SANCHEZ

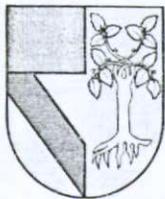
Presente

En mi calidad de Presidente de la Comisión de Exámenes Profesionales y después de haber analizado el trabajo de titulación en la alternativa tesis titulado "**MANUAL DE CALIDAD TOTAL APLICADO A UNA EMPRESA ACEITERA**", presentado por usted, le manifiesto que reúne los requisitos a que obligan los reglamentos en vigor para ser presentado ante el H. Jurado de Examen Profesional, por lo que deberá entregar ocho ejemplares como parte de su expediente al solicitar el examen.

Atentamente

EL PRESIDENTE DE LA COMISION

Zapopan, Jal. febrero 12 de 1997



UNIVERSIDAD PANAMERICANA

SEDE GUADALAJARA

Enero 24 de 1996

COMITE DE EXAMENES PROFESIONALES
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTROMECHANICA
UNIVERSIDAD PANAMERICANA

Hago constar que el alumno: **MAXIMO ARTURO GAYOSO SANCHEZ**, ha terminado satisfactoriamente el trabajo de tesis titulado: "**MANUAL DE CALIDAD TOTAL APLICADO A UNA EMPRESA ACEITERA**", que presentó para optar por el título de la Licenciatura en Ingeniería Electromecánica.

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

A t e n t a m e n t e

ING. FRANCISCO J. VILLANUEVA VILLANUEVA
Asesor de Tesis
Escuela de Ingeniería Electromecánica

ÍNDICE

	Página
INTRODUCCIÓN	10
CAPÍTULO 1 CONCEPTOS	12
1.1 Conceptos generales del Control Total de Calidad	12
1.1.1 ¿Qué Es El Control Total De Calidad YCuál Es Su Propósito?	12
1.1.2 El Significado De “Calidad”	13
1.1.3 El Significado Del “Control” En La Industria	15
1.1.4 Definición De Control Total De Calidad	16
1.1.5 Calidad, Acciones Orientadas A La Satisfacción Del Cliente	17
1.1.6 La Evolución Del Control Total De Calidad	18
1.1.7 Calidad En Todo	21
1.1.8 Aseguramiento De La Calidad	21
1.1.9 La Calidad Es Primero	22
1.1.10 Acción Orientada A Los Pocos Vitales	22
1.1.11 Control De Procesos	23
1.1.12 ¿Cuáles Son Los Factores Que Afectan La Calidad?	23
1.1.13 Control De La Variabilidad	26
1.1.14 El Proveedor-Cliente Interno	27
1.1.15 Control Del Despliegue De Las Necesidades De Los Clientes	27
1.1.16 Acción Preventiva Para Evitar Repetición	28
1.1.17 Respeto Por La Persona	29
1.1.18 Compromiso De Todos	29
1.2 Mentalidad personal para el Control Total de Calidad	30
1.2.1 Educación	30
1.2.2 Trabajo En Equipo	30
1.2.3 Actitudes Personales Dentro De Este Marco Conceptual	32

1.2.4	Mentalidad Hacia Un Problema	32
1.3	Acciones útiles para el Control Total de Calidad	33
1.3.1	Educación En El Control Total De Calidad	33
1.3.2	Establecimiento De Normas (Normalización)	34
1.3.3	Implantación Del Concepto "PDCA" (Ruta de TQC Y 7HB)	34
1.3.4	Implantación De Administración Por Políticas (MBP)	34
1.3.5	Uso De Métodos Estadísticos Sofisticados	36
1.3.6	Auditorias De Calidad	36
1.3.7	Actividades De Los Círculos De Calidad	37
CAPÍTULO 2 RUTA DE TQC		39
2.1	¿Qué es la Ruta de TQC?	39
2.1.1	¿Qué es PDCA?	39
2.1.2	¿Qué es la Ruta de TQC?	40
2.1.3	¿Qué es problema y proyecto?	41
2.2	Elementos de la Ruta de TQC	42
2.2.1	Proyecto: Definición del proyecto o problema	42
2.2.2	Situación actual: Reconocimiento de las características del proyecto	44
2.2.3	Análisis: Descubrimiento de las causas principales	44
2.2.4	Plan de acciones: Determinación de las acciones para eliminar las principales causas	45
2.2.5	Ejecución: Realizar lo planeado	46
2.2.6	Verificación: Cerciorarse de que el problema desapareció	46
2.2.7	Mantener: Eliminar permanentemente la causa del problema	47
2.2.8	Idea y mejora: Identificación de problemas restantes y problemas futuros	48
2.3	Ruta de TQC y las herramientas básicas administrativas	48
2.4	Formato para reportes de Ruta de TQC	49
2.5	Logros y aprendizajes	51

CAPÍTULO 3 LAS SIETE HERRAMIENTAS BÁSICAS	53
3.1 Hoja de verificación	53
3.1.1 ¿Para qué sirve la hoja de verificación?	54
3.1.2 Tipos de hojas de verificación	54
3.1.3 Procedimiento	55
3.1.4 Lectura y uso de la hoja de verificación	56
3.2 Diagrama de Pareto	56
3.2.1 ¿Qué es el diagrama de Pareto?	56
3.2.2 ¿Para que sirve el diagrama de Pareto?	57
3.2.3 Beneficios	58
3.2.4 ¿Cómo se hace el diagrama de Pareto?	59
3.3 Diagrama Causa-Efecto	60
3.3.1 ¿Qué es el diagrama de causa-efecto?	60
3.3.2 Lluvia de ideas	61
3.3.3 Tipos de diagramas de causa-efecto	62
3.3.3.a Análisis de variabilidad	62
3.3.3.b Análisis del proceso por etapas	63
3.3.3.c Análisis para el proceso	64
3.3.4 ¿Para qué sirve el diagrama causa-efecto?	65
3.4 Estratificación	66
3.4.1 ¿Qué es la estratificación?	66
3.4.2 ¿Para qué sirve la estratificación?	66
3.4.3 Usos de la estratificación	66
3.4.4 Estratificación por lotes	67
3.5 Diagrama de dispersión	70
3.5.1 ¿Qué es el diagrama de dispersión?	70
3.5.2 ¿Para qué sirve el diagrama de dispersión?	71
3.5.3 ¿Cómo se hace el diagrama de dispersión?	71
3.5.4 Lectura y uso del diagrama de dispersión	72

3.5.5	El coeficiente de correlación lineal	72
3.5.6	Correlación por medianas	73
3.6	Histograma	75
3.6.1	La recolección de datos	75
3.6.2	La organización de datos en distribuciones de frecuencias	76
3.6.3	¿Cómo se hace la distribución de frecuencias?	76
3.6.4	¿Qué es el histograma?	78
3.6.5	El histograma y los límites de especificación	80
3.7	Gráfica de control	80
3.7.1	¿Qué es una gráfica de control?	80
3.7.2	Consideraciones previas	81
3.7.3	¿Para qué sirve una gráfica de control?	82
3.7.4	Tipos de gráficas de control	82
3.7.5	Gráfica \bar{X} -R	83
3.7.6	Lectura y uso de la gráfica de control	84
CAPÍTULO 4 CÍRCULOS DE TQC		88
4.1	¿Qué son los círculos de TQC?	88
4.1.1	Definición	88
4.1.2	Contribución de los círculos de TQC en el trabajo	88
4.1.3	Contribución de la educación en CTQC en el desarrollo del ser humano	89
4.1.4	Logros intangibles de los círculos de TQC	90
4.2	Pasos para la implantación de los círculos de TQC	91
4.3	Actividades de los círculos de TQC	92
4.3.1	Preparativos clave	92
4.3.2	Juntas en los círculos de TQC	93
4.3.3	Actividades entre juntas	95
4.3.4	Actividades de apoyo	95

4.4	Diagrama de flujo de las actividades de los círculos de TQC	96
4.5	Campos de acción de los círculos de TQC	101
4.6	Educación de los círculos de TQC	102
	4.6.1 Autodesarrollo, desarrollo mutuo y autocontrol	103
	4.6.2 ¿Cómo se da la educación de círculos de TQC en la empresa?	104
4.7	Papeles de los mandos intermedios y de los líderes de los círculos de TQC	106
	4.7.1 Papel de los mandos intermedios	106
	4.7.2 Actividades de los líderes	108
	4.7.3 Cualidades del líder	109
	4.7.4 Comportamiento de los mandos intermedios para motivar a sus colaboradores	110
4.8	Papel del consejo de TQC y de la oficina de TQC	111
	4.8.1 Papel del consejo de TQC	111
	4.8.2 Papel de la oficina de TQC en las actividades de los círculos de TQC	111
4.9	Papel del facilitador de círculos de TQC	113
	4.9.1 Facilitador deseable	113
4.10	Evaluación de los círculos de TQC	114

CAPÍTULO 5 APLICACIÓN PRÁCTICA 116

5.1	Proceso del tratamiento del aceite crudo	116
	5.1.1 Refinación	117
	5.1.2 Blanqueo	119
	5.1.3 Desodorización	121
5.2	Pasos para la implantación del TQC	125
	5.2.1 Fase 0	126
	5.2.2 Fase 1	128
	5.2.3 Fase 2	130

5.2.4 Fase 3	132
5.2.5 Fase 4	134
5.2.6 Errores en la implementación	135
5.3 Aplicación en la empresa	136
CONCLUSIONES	139
BIBLIOGRAFÍA	140
Apéndice A CONCEPTOS DE PROBABILIDAD	142
Distribuciones discretas importantes	143
Distribuciones continuas importantes	145
Apéndice B 5S's	147
5s, significado	147
5s, propósitos	150

INTRODUCCIÓN

El manual que se presenta es el resultado de una inquietud existente por alentar el desarrollo de las empresas mexicanas para lograr su supervivencia y superación, ya que debido a los cambios que se están presentando día con día en la actividad empresarial y comercial del mundo, donde se ve una tendencia clara hacia la globalización de los mercados, las expectativas de vida para las empresas nacionales que no cambien su actitud de operación se reducen a muy poco tiempo, ya que la competencia se está tornando muy peleada, y los clientes tienen la posibilidad de elegir a sus proveedores según sus expectativas de calidad y servicio.

Como se ve, la calidad es un factor determinante para que una empresa pueda comercializar sus productos; ésta debe llenar las expectativas del cliente para satisfacer sus necesidades, con respecto a esto, se ha visto por medio de la experiencia que el enfoque, conocido como Control Total de Calidad, que ha sido aplicado en Japón en las últimas décadas ha generado resultados excelentes, por lo que se ha considerado que éste es un factor determinante que puede ser aplicado por las empresas mexicanas para lograr su supervivencia y además alcanzar una mayor penetración en el mercado nacional e internacional.

Una de las principales razones para realizar esta tesis sobre un manual de calidad para la industria aceitera se fundamenta en la necesidad real que vive una empresa de esta ciudad dedicada al procesamiento de aceites vegetales comestible para la industria alimenticia, cuyos principales clientes están exigiendo actualmente la instalación de un programa que garantice la calidad de los productos que consumen para poder dar un grado de "proveedor certificado" y, con esto, ser considerado como un proveedor aceptado por dichas empresas. Debido a esto es de primordial importancia el implantar el programa de Calidad Total en esta empresa y en otras que se encuentren en una situación similar puede ser igualmente aplicable.

Para lograr esto se divide el presente manual en cinco partes; la primera trata sobre los conceptos generales de lo que es el Control Total de Calidad (TQC) y cuáles son sus bases. En

la segunda parte se explica lo que es la Ruta de TQC, que es el fundamento esencial que siguen los procedimientos de Calidad Total para lograr la mejora continua. Después, en el capítulo tres, se explica cuáles son las Herramientas Básicas de las que se vale la técnica administrativa de Calidad Total para aplicarla y mejorar los problemas que se presentan en los procesos de la empresa. Un fundamento muy importante de los procedimientos aplicados para la Calidad Total es la operación de los Círculos de Calidad, que son los equipos de trabajo que se forman para mejorar los problemas que se presentan, esto se trata en el capítulo cuatro. Por último se presenta una síntesis de una serie de pasos sugeridos para llegar a la implantación de un programa de calidad, aquí también se exponen diferentes aplicaciones del manual a una empresa en realidad, para esto se aplicó el caso de una empresa que se dedica a la refinación de aceites vegetales, principalmente de soya o algodón, y que se encuentra en una situación apremiante por aplicar estos conceptos, ya que es un requerimiento de sus proveedores, lo cual está determinando su existencia. Al igual que esta empresa, esto puede servir como ejemplo para otras empresas que estén en una situación similar y quieran superar los problemas que se les están presentando actualmente, o para aquellas que estén interesadas en tener una mejoría en sus resultados incrementando su cartera de clientes, su participación en el mercado, mejorando sus procesos, ambiente de trabajo, organización, etc., es decir, para quien esté deseoso que su empresa mejore continuamente.

1. CONCEPTOS

En este primer capítulo se comenzará por definir los conceptos generales de lo que es el control total de calidad (TQC, por sus siglas en inglés), los aspectos que involucra y las variables que afectan la calidad, además de cuáles deben ser las actitudes que se tengan para su aplicación y como debe ser implantado un programa en general de calidad total.

1.1 CONCEPTOS GENERALES DEL CONTROL TOTAL DE CALIDAD

1.1.1 *¿QUÉ ES EL CONTROL TOTAL DE CALIDAD Y CUÁL ES SU PROPÓSITO?*

La meta de la industria competitiva, respecto a la calidad del producto se puede expresar como: proporcionar un producto o servicio en el cual su calidad haya sido diseñada, producida y conservada, a un costo económico y que satisfaga por entero al consumidor. El control total de calidad se refiere a la empresa por completo, y se define como: El sistema efectivo de los esfuerzos de varios grupos en una organización para la integración del desarrollo, del mantenimiento y de la superación de la calidad con el fin de hacer posibles mercadotecnia, ingeniería, fabricación y servicio, a satisfacción total del consumidor y al nivel más económico.

Su amplitud y esencialidad para el logro de los resultados del negocio hacen del control total de calidad una nueva e importante área de la administración. Como un foco del liderazgo administrativo y técnico, el control de la calidad ha producido importantes mejoras en la calidad y confiabilidad del producto para muchas organizaciones a través del mundo. Además, el control total de calidad ha logrado reducciones importantes y progresivas en los costos de calidad. A través del control total de la calidad, las gerencias de las compañías han sido capaces de manejar la fuerza y confianza de la calidad de sus productos y servicios, lo que les permite adelantarse en el volumen de mercado y expansión de mezcla de productos con un alto grado de aceptabilidad del cliente y estabilidad en utilidades y crecimiento.

El control total de la calidad proporciona las bases fundamentales de la motivación de calidad positiva para todos los empleados y representantes de la compañía, desde altos ejecutivos a trabajadores de ensamble, personal de oficina, agentes y personal de servicio. Y una capacidad poderosa del control total de la calidad es una de las fuerzas principales para lograr una productividad total vastamente mejorada.

Las relaciones humanas efectivas son básicas en el control de la calidad. Un resultado importante de esta actividad es su efecto positivo en el operador creándole responsabilidad e interés en producir calidad. Es importante para lograr el éxito que las manos que realizan el trabajo estén guiadas en forma experta y consciente y enfocadas a la calidad.

Además, son básicos los conocimientos tecnológicos sólidos. Una extensa variedad se encuentra en uso. Quedan incluidos sistemas para la especificación de tolerancias en términos orientados al usuario, métodos rápidos para la evaluación de componentes y sistemas de confiabilidad; clasificación de características de la calidad, métodos de clasificación de vendedores, técnicas en las investigaciones por muestreo, técnicas en los controles de proceso, en el diseño de equipo para mediciones en el control de calidad; sistemas de calibración, establecimiento de estándares, evaluación de la calidad de un producto y esquemas promedio así como la aplicación de técnicas estadísticas, y otras muchas más.

Es de interés hacer notar que estos métodos han sido usados individualmente por muchos años como una definición del control de calidad. Tanto por escrito como de palabra se encuentra uno con que el control de calidad es definido como una cierta forma de inspección de muestras, como una porción estadística industrial, como trabajo relativo a la confiabilidad o como un mero acto de inspección o prueba. Estas diversas definiciones describen únicamente partes o métodos individuales de un programa completo de control de calidad. Esto puede haber contribuido a la confusión con que el término algunas veces se asocia con la industria.

Los términos control de calidad y aseguramiento de calidad han llegado a tener diferentes significados en varias organizaciones. Los programas de control total de la calidad en su operación incluyen e integran las acciones involucradas en el trabajo cubierto por ambos términos.

1.1.2 EL SIGNIFICADO DE CALIDAD

La calidad está determinada por el cliente, no por el ingeniero, ni el departamento de mercadotecnia, ni por la gerencia general. Está basada en la experiencia real del cliente con el producto o servicio, medida contra sus requisitos y siempre representa un objetivo que se mueve en el mercado competitivo.

La calidad del producto o servicio puede definirse como: la resultante total de las características del producto y servicio de mercadotecnia, ingeniería, fabricación y mantenimiento a través de los cuales el producto o servicio en uso satisfará las esperanzas del cliente.¹

El propósito de la mayoría de las medidas de calidad es determinar y evaluar el grado o nivel al que el producto o servicio enfoca su resultante total. Algunos otros términos, como confiable, servicial y durable, en algunas ocasiones se han tomado como definiciones de la calidad del producto. Estos términos son, en realidad, características individuales, que en conjunto constituyen la calidad del producto y servicio.

Es importante reconocer este hecho, porque el requisito clave para establecer lo que se entenderá por calidad, exige un equilibrio económico entre estas características individuales. Por ejemplo, el producto debe desempeñar sus funciones tantas veces como se le pida, a todo lo largo de su ciclo de vida estipulado, en las condiciones de ambiente y de servicio; en otras palabras, debe mostrar confiabilidad. De primordial importancia, el producto debe ser seguro. Debe establecerse un grado razonable de servicio y duración del producto, de forma que el producto sea apropiadamente servicial y durable, en su ciclo de vida. El servicio y la duración diseñados deben cumplirse para que el producto pueda considerarse como servicial. El producto debe tener un aspecto que agrade al consumidor, debe ser atractivo. Cuando todas las otras características del producto se encuentran balanceadas, la verdadera calidad resulta de ese conjunto que proporciona la función deseada, con la mayor economía, teniendo en consideración entre otras cosas la obsolescencia y servicio del producto -y esto es el concepto orientado hacia la completa satisfacción del cliente de calidad que debe ser controlado.

Además, este balance puede cambiar si el producto o servicio en sí cambia. Por ejemplo, cada una de las cuatro etapas del ciclo de madurez a través del cual pasan muchos productos exige de un balance de calidad un tanto diferente. Las etapas de calidad para el producto exigidas por el cliente son las siguientes: *innovación*, el producto no existía, no hay interés por sus características, sino por el producto en sí; *consumo conspicuo*, donde la apariencia pasa a ser un factor determinante; *uso generalizado*, depende de la aplicación que se quiera dar a cada producto por el cliente, quien determina su preferencia; *comodidad*, donde la

¹ FEIGENBAUM, A. V. *Control total de calidad*. 8a Ed., México, Compañía Editorial Continental S.A., 1991. p. 37

confiabilidad, economía y seguridad son muy importantes para el consumidor que depende del producto.

Un papel crucial para la alta gerencia es reconocer esta evolución en la definición de la calidad del cliente en las diferentes etapas del crecimiento del producto. Los cambios necesarios en las operaciones de calidad de la compañía deben ser implementados en una base de liderazgo, ya que tratar de alcanzar a las otras empresas cuando éstas ya han llevado a cabo los cambios, siempre es demasiado tarde. No importa que tan consistentemente esté operando, un programa de control de calidad que esté administrado como si un producto esté aún en consumo conspicuo o en etapa de apariencia, cuando en realidad está en consumo generalizado o en comodidad, seguramente fracasará en cubrir las demandas de satisfacciones del cliente.

Un factor significativo en la calidad moderna es que este ciclo de madurez de muchos productos se ha vuelto rápido, particularmente como resultado del incremento en el paso de la nueva tecnología en algunas áreas así como crecientes demandas de los clientes y las presiones competitivas.

1.1.3 EL SIGNIFICADO DEL CONTROL EN LA INDUSTRIA

Control, en la terminología industrial, se puede definir como: Un proceso para delegar responsabilidad y autoridad para la actividad administrativa mientras se retienen los medios para asegurar resultados satisfactorios.²

El procedimiento para alcanzar la meta industrial de calidad es, por tanto, llamada control de calidad, de la misma manera que los procedimientos para alcanzar la producción y objetivos de costos se llaman, respectivamente, control de producción y control de costos. Normalmente hay cuatro pasos para el control de calidad:

1.- *Establecimiento de estándares.* Determinación de estándares requeridos para los costos de la calidad, para el funcionamiento, seguridad y para la confiabilidad del producto.

2.- *Estimación de conformidad.* Comparación de la concordancia entre el producto manufacturado o el servicio ofrecido y los estándares.

² Idem. p.39

3.- *Ejercer acción cuando sea necesario.* Corrección de los problemas y sus causas a través de la gama completa de los factores de mercadotecnia, diseño, ingeniería, producción y mantenimiento que influyen en la satisfacción del usuario.

4.- *Hacer planes para mejoramiento.* Desarrollar un esfuerzo continuado para mejorar los estándares de los costos, del comportamiento de la seguridad y de la confiabilidad del producto.

El control efectivo es hoy un requisito central para la administración exitosa. Donde este control ha fallado, ha sido causa principal de aumentos en los costos de la compañía. Y su fracaso ha sido también un contribuyente principal para los desarrollos de confiabilidad, seguridad y ciclaje que han añadido nuevas dimensiones a los problemas de la gerencia.

Como se mencionó anteriormente, el ritmo de la tecnología está aumentando más y más rápido para muchos productos y servicios. Esto coloca una demanda igualmente en aumento para la integración práctica y económica de esta nueva tecnología en las prácticas operacionales de una compañía.

Se puede llegar a la conclusión de que los cambios importantes dentro de la próxima década se presentarán en la forma en que las actividades operacionales estén estructuradas (para el control) en las compañías, así como en los nuevos desarrollos de las mismas tecnologías operacionales.

Este retorno al control como un énfasis central para la administración es un factor principal de balance para el énfasis primario del pasado reciente, con su fuerte orientación hacia el crecimiento en ventas y producción. Sin embargo, para el campo de la calidad, es una reafirmación de principios básicos. Estos principios son aquellos de control en el sentido positivo, autónomo, de establecer los estándares orientados preventivamente al control; valuación del desempeño del producto y conformación de resultados contra estos estándares; y asegurar entonces las acciones necesarias de ajuste a través de todo el ciclo de mercadotecnia, ingeniería de diseño, producción y mantenimiento.

1.1.4 DEFINICIÓN DE CONTROL TOTAL DE CALIDAD

El control total de calidad está definido según el enfoque japonés como la unión de la calidad total y el control total, teniendo en cuenta que calidad total significa hacer bien todas

las actividades personales y de trabajo; mientras que por control total se debe entender lo siguiente, tener todas las actividades bajo control. Considerando que control es mantener constante un nivel de desempeño (estándar), mejorándolo para volver a mantenerlo como el nuevo estándar y después volver a mejorarlo, este debe ser un ciclo constante. En pocas palabras, control es mejoramiento continuo a través del ciclo mantener-mejorar, esto implica analizar la mejor estrategia para alcanzar los objetivos particulares de cada área con lo que se deben tener mejores resultados, y esto implica que no es necesario realizar inspecciones. Por lo tanto, control total, significa que todos los colaboradores dentro de la organización, al mismo tiempo, cada quien en su trabajo diario, deben aplicar el enfoque de mantener-mejorar, esto es lo que significa tener todas las actividades bajo control, con lo que todos dentro de la empresa deben reconocer sus propias responsabilidades para hacer bien su trabajo sin necesitar un inspector.

A continuación se presentan unos enunciados que permitirán entender mejor los alcances de la calidad:

- * Calidad es responsabilidad de todos
- * A mejor calidad menor costo
- * El operador previene defectos
- * Las necesidades del cliente dirigen el mejoramiento de la calidad
- * La calidad se logra haciendo bien a la primera lo que debemos hacer para satisfacer al cliente interno y externo evitando así productos defectuosos.
- * Productividad es igual a calidad

1.1.5 CALIDAD, ACCIONES ORIENTADAS A LA SATISFACCIÓN DEL CLIENTE

Esto es que todos los planes y actividades por realizar deben ser enfocados a satisfacer los requerimientos de los clientes, y se puede interpretar de la siguiente manera: hay que ponerse en el lugar del cliente, para poder pensar en sus requerimientos y con esto poder ofrecerle sólo productos aceptables y accesibles. Este pensamiento es benéfico, ya que un cliente satisfecho vuelve a comprar y nos recomienda, mientras que si recibe un mal servicio no vuelve a comprar y genera desprestigio, según datos por lo menos con otras nueve personas, además de que volver a recuperar un clientes es muy difícil. Al haber críticas por parte de los clientes se debe tener una retroalimentación para ver en qué puntos se puede mejorar, estableciendo una comunicación continua. Cuando un cliente está satisfecho es

difícil que cambie a la competencia. Por lo tanto debe ser una obligación de cada miembro de la empresa trabajar orientando sus acciones a la satisfacción del cliente.

La identificación de todos los requisitos del cliente es el punto base inicial y fundamental para el control de calidad efectivo. Cuando esto no se ha llevado a cabo, puede crear un problema inherente que ninguna de las actividades subsiguientes de control puede satisfacer.

Ha habido en algunas industrias la tendencia de considerar ciertos requisitos de calidad básicos del cliente como algo extra, mientras los clientes suponen que son parte de cualquier producto que compran. En realidad, calidad en la industria significa, no lo mejor absoluto, sino lo mejor para unas condiciones, ya sea que el producto sea un bien o un servicio.

Dentro de esas condiciones son importantes el uso a que el producto se destina y su precio de venta. A su vez, estas condiciones se reflejan en otras que se enumeran a continuación:

- 1.- La especificación de dimensiones y características operativas
- 2.- Los objetivos de confiabilidad y vida
- 3.- Los requisitos de seguridad
- 4.- Los estándares relevantes
- 5.- Los costos de ingeniería, fabricación y calidad
- 6.- Las condiciones de producción bajo las que se fabricó el artículo
- 7.- La instalación de planta y los objetivos de mantenimiento y servicio
- 8.- Los factores de uso de energía y conservación del material
- 9.- Consideraciones ambientales y otras consideraciones
- 10.- Los costos de operación del cliente y uso y servicio del producto

El propósito de estas condiciones será aquella calidad que establezca el balance apropiado entre el costo del producto y servicio y el valor rendido al cliente, incluyendo requisitos esenciales como la seguridad.

1.1.6 LA EVOLUCIÓN DEL CONTROL TOTAL DE CALIDAD

El desarrollo del control total de calidad, como se le conoce hoy, ha abarcado todo este siglo. Desde un punto de vista histórico, los principales cambios en el enfoque al trabajo del

control de calidad han ocurrido aproximadamente cada veinte años y pueden resumirse como sigue:

La primera etapa en el desarrollo del campo de la calidad, operador de control de calidad, era parte inherente de la fabricación, hasta el final del siglo XIX. En ese sistema un trabajador, o por lo menos un número muy reducido de trabajadores, tenía la responsabilidad de la manufactura completa del producto y, por lo tanto, cada trabajador podía controlar totalmente la calidad de su trabajo.

En los principios de 1900 se progresó, surgiendo el capataz de control de producción. Durante este periodo se pudo percibir la gran significación del arribo del concepto de factorías modernas, en las que muchos hombres agrupados desempeñan tareas similares en las que pueden ser supervisadas por un capataz, quien entonces asume la responsabilidad por la calidad del trabajo.

Los sistemas de fabricación se hicieron más complicados durante la Primera Guerra Mundial, implicando el control de gran número de trabajadores por cada uno de los capataces de producción. Como resultado, aparecieron en escena los primeros inspectores de tiempo completo y se inició el tercer paso, que podemos denominar control de calidad por inspección.

Este paso condujo a las grandes organizaciones de inspección en los años 1920-1930, como Taylor las concebía, separadas de la producción y suficientemente grandes para ser encabezadas por superintendentes. Este programa permaneció en boga hasta que las necesidades de la enorme producción en masa requerida por la Segunda Guerra Mundial, necesitó del cuarto paso de control de calidad, el que se designa como control estadístico de calidad, propuesto por Shewhart y Juran. En efecto, esta fase fue una extensión de la inspección por muestreo, en lugar de la inspección al 100%. El trabajo del control de calidad, sin embargo, permaneció restringido a las áreas de producción y creció relativamente lento.

La lentitud del crecimiento del control de calidad tuvo poco que ver con problemas del desarrollo de las ideas técnicas y estadísticas. El crecimiento de conceptos como la gráfica de control y los planes fundamentales de muestreo pronto quedaron establecidos. El bloque de detención fué la voluntad o la habilidad de las organizaciones de negocios y

gubernamentales para tomar los pasos adecuados referentes a los descubrimientos del trabajo técnico y estadístico, por ejemplo, reconstruir un torno para mejorar su capacidad de procesamiento.

Las recomendaciones resultantes de las técnicas estadísticas, con frecuencia no podían ser manejadas en las estructuras existentes de toma de decisiones. Ciertamente, no estaban siendo manejadas con efectividad por los grupos de inspección existentes, o por lo que evolucionó como los coordinadores del control estadístico de calidad, o por los ingenieros de diseño individuales a quienes se les daban tareas parciales para inculcar el tema de control de calidad. El trabajo que se estaba realizando era aún básicamente la inspección del trabajo en el taller, lo cual nunca pudo abarcar problemas de calidad en realidad grandes como la gerencia del negocio los veía.

Por lo que se llegó al desarrollo de la siguiente etapa, conocida como Aseguramiento de Calidad (QA, por sus siglas en inglés), donde la administración toma conciencia del papel que le corresponde en el aseguramiento de la calidad. En esta etapa se trata de involucrar a todos en el logro de la calidad, lo que significa que se debe destinar un presupuesto para programas de calidad. Deming, Feigenbaum y Crosby son los autores más importantes que promovieron este movimiento, basándose en la responsabilidad de la alta gerencia en la producción de artículos defectuosos, los costos de calidad y la propuesta del cero defectos .

Después de este punto se evolucionó al el control total de calidad. Sólo cuando las empresas empezaron a desarrollar una estructura operativa y de toma de decisiones para la calidad del producto que fuera lo suficientemente efectiva como para tomar acciones adecuadas en los descubrimientos del control de calidad, pudieron las empresas obtener resultados genuinos en mejor calidad y costos menores. Este marco de calidad total hizo posible revisar las decisiones regularmente, en lugar de ocasionalmente, analizar resultados en el proceso y tomar la acción de control en la fuente de manufactura o de provisión, y, finalmente, detener la producción cuando fuere necesario. Además, proporcionó la estructura en la que las primeras herramientas de control estadístico de calidad pudieron ser reunidas con las otras muchas técnicas adicionales como medición, confiabilidad, equipo de información de la calidad, motivación para la calidad, y las otras numerosas técnicas asociadas con el campo moderno del control de calidad y con el marco general funcional de calidad de un negocio.

Ya que el control total de la calidad ha llegado a tener un impacto importante en las prácticas de administración e ingeniería, ha proporcionado las bases para la evolución en la década de 1970 y subsecuentes, del control total de calidad en la organización, la administración de la calidad total y la calidad como una nueva estrategia principal en los negocios, etc.

1.1.7 CALIDAD EN TODO

Para ser competitivo no es suficiente la calidad en el producto sino que hay que ir más allá, hay que tener calidad en todo, para esto, todos los miembros de la empresa deben querer satisfacer las necesidades del cliente, que es lo que le interesa. Para esto *todos deben hacer bien todas sus actividades todos los días*, con esto se dará calidad en el producto (especificaciones adecuadas), en el precio (justo), en la entrega (lugar, tiempo y cantidad exactos), se gana confiabilidad en los servicios y productos y se logra el objetivo: ser competitivos en el mercado. Pero para poder llegar a este punto es importante que en la organización exista un ambiente de participación y cooperación, esto fomentará el gusto por trabajar que se reflejará en la satisfacción del cliente interno y externo, disminución del ausentismo, aumento de las sugerencias para mejorar, conciencia de seguridad, conciencia de acción preventiva, conciencia de uso de datos. Todo esto trae la necesidad de hacer *cambios drásticos* en la manera de pensar y de hacer las tareas, así como también en la constitución de la empresa, esto es que hay que cambiar los procesos, procedimientos, sistemas y tecnología para poder adaptarse fácilmente a los cambios que se puedan presentar en el futuro, lo cual permitirá sobrevivir en dicha situación.

1.1.8 ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

Se puede definir como el aseguramiento de la calidad en todo o aseguramiento de la satisfacción del cliente, más ampliamente, asegurar la calidad que los clientes son capaces de comprar y usar con confianza y satisfacción por un periodo largo de tiempo, es decir, es el conjunto de las acciones de cómo asegurar la satisfacción total del cliente en cada paso del ciclo del producto. Esto es que se deben cumplir todos los estándares de calidad en cada tarea, para esto hay que identificar los propios requerimientos de calidad, después hay que establecer procedimientos que aseguren su calidad y por último hay que seguir en todo momento estos procedimientos que aseguren la calidad. Todo esto conlleva al punto de tener que saber cuales son las necesidades reales de los clientes para poder ofrecerles un producto

que las cubra, esto requiere de calidad en la investigación de mercado, calidad en la planeación, calidad en el diseño, calidad en el proceso y por último calidad en el servicio, además de que se requiere saber cual es el mejor competidor para poder superarlo.

Por lo tanto se debe definir la calidad propia como: la calidad de la competencia más un incremento en la calidad, y debe ser llevada a cabo desde la punta hasta la base de la pirámide de la organización, ya que debe existir un compromiso de todos los miembros, para que todos hagan PDCA (Planear-Hacer-Checar-Actuar, terminos que se explicaran ampliamente en el capítulo dos), para esto, la alta dirección emite políticas que son desplegadas de arriba a abajo, para después evaluarlas de abajo a arriba por medio de los círculos de calidad, ya que es por este medio por donde se hacen llegar las propuestas para mejoramientos que le corresponde implantar a la administración.

El control total de calidad involucra a todos los colaboradores, por lo tanto es asunto de todos tratar de mejorar continuamente, en forma gradual y progresiva, en todos los procesos, funciones, departamentos, actividades y tareas de trabajo y personales.

1.1.9 LA CALIDAD ES PRIMERO

Esto significa garantizar la *satisfacción total* del cliente, en otras palabras, la calidad en todo tiene la más alta prioridad en el negocio, por lo tanto está antes de todo: utilidades, costos, productividad, participación en el mercado, etc. ya que si se desea satisfacer al cliente completamente se debe anteponer la calidad a todo para cumplir los acuerdos pactados, es claro que estos acuerdos convienen a ambas partes, pero no siempre se contemplan todas las posibles situaciones, por lo que si por alguna razón se ve afectado el proceso se debe cumplir con lo acordado, sin importar los resultados para la empresa. En el caso en el que se pongan otros objetivos antes de la calidad, puede ser que estos vayan en su contra y por lo tanto afecten la supervivencia de la empresa, ya que la calidad incluye al producto, servicio, precio, costo, tiempo, lugar y cantidad de entrega, confiabilidad del producto.

1.1.10 ACCIÓN ORIENTADA A LOS POCOS VITALES

Esto es que se debe trabajar en actividades que resuelven las necesidades del cliente interno y externo. Para esto hay que concentrarse sólo en esta acciones (vitales) que en realidad son, según el principio de Pareto, sólo el 20% de las posibles acciones y que solucionan el 80%

de los problemas; y las demás, el otro 80%, son acciones triviales que no resuelven más que el 20% de los problemas. Por lo tanto, el trabajar con pocos vitales es identificar y separar las actividades que requieren tratarse en este momento bajo las limitaciones intelectuales, de tiempo y económicas. El procedimiento para aplicar este criterio de operación es el siguiente:

- * Identificar lo que el cliente quiere
- * Establecer los efectos que se generan, resumirlos y establecerles prioridades, esto a partir de la situación actual que opera en la empresa, decidiendo actuar sólo sobre el que tenga la más alta importancia (el más crítico).

1.1.11 CONTROL DE PROCESOS

Esto es que todos los colaboradores en todas las etapas de cada área de la compañía, hacen lo correcto siguiendo una metodología de autocorrección o autocontrol, con esto se hace referencia al proceso de mantener-mejorar las actividades propias para satisfacer a los clientes propios. Por lo tanto se debe entender el control de procesos como el aseguramiento de la calidad que requieren el cliente interno y el externo en cada etapa del proceso, esto es mejor que controlar los resultados, porque de esta forma se asegura un buen resultado, pero esto implica que cada quien sepa lo que tiene que hacer para satisfacer las necesidades de los dos clientes.

1.1.12 ¿CUÁLES SON LOS FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD?

La calidad de los productos o servicios influye directamente en varias áreas básicas, en cada área la industria se encuentra sujeta a un número de condiciones que actúan sobre la producción de una forma específica, a continuación se explican estas áreas:

Mercados. El número de productos ofrecidos al mercado crece de manera explosiva. Muchos de estos productos son el resultado de tecnologías nuevas que comprenden no sólo al producto en sí sino también a los materiales y métodos empleados en su manufactura. Los negocios de hoy están identificando cuidadosamente los deseos y necesidades de los consumidores como una base para el desarrollo de productos nuevos. Se ha hecho creer al consumidor que se cuenta con productos que satisfacen casi todas sus necesidades. Los consumidores están exigiendo más y mejores productos que cubran sus necesidades actuales. Los mercados se ensanchan en capacidad y se especializan, funcionalmente, en productos y

en servicios ofrecidos. Para un número creciente de compañías, los mercados son internacionales y aún mundiales. Como resultado los negocios deben ser más flexibles y capaces de cambiar de dirección rápidamente.

Dinero. El aumento en la competencia en muchos campos de acción acoplada con fluctuaciones económicas mundiales ha reducido los márgenes de ganancias. Al mismo tiempo que la automatización y la mecanización han obligado a desembolsos considerables para nuevos equipos y procesos. El resultado del aumento en las inversiones, que se deben amortizar aumentando la productividad, ha ocasionado pérdidas importantes en la producción, debidas a desperdicios y reprocesos extremadamente serios. Los costos de calidad acompañados de los de mantenimiento y de mejoramiento se han remontado a alturas sin precedentes. Este hecho ha enfocado la atención de algunas gerencias hacia el campo del costo de calidad como un punto débil en el que les puede disminuir sus costos y pérdidas operativas y mejorar sus ganancias.

Administración. La responsabilidad de la calidad se ha distribuido entre varios grupos especializados. En otros tiempos, el jefe del taller y el ingeniero del producto eran los únicos responsables de la calidad del producto. Ahora, la mercadotecnia a través de su función de planeación del producto, debe establecer los requisitos de éste. Los ingenieros tienen la función de diseñar un producto que satisfaga las condiciones requeridas. La producción debe desarrollar y refinar los procesos que suministren la capacidad adecuada para elaborar los productos dentro de las especificaciones fijadas por los ingenieros. El control de calidad, reglamentará las mediciones de la calidad durante el flujo del proceso que aseguren que al final del proceso el producto se encuentre en conformidad con los requisitos de calidad pedidos. Aun la calidad de servicio, después de que el producto ha llegado a las manos del comprador, se ha constituido en una parte importante del paquete del producto. Esto ha aumentado la carga impuesta a la alta gerencia, particularmente, en vista de la dificultad siempre creciente de localizar responsabilidades por apartarse de los estándares de la calidad.

Mano de Obra. El crecimiento rápido de conocimientos técnicos y la creación de campos totalmente nuevos, tales como la industria electrónica, han creado gran demanda de hombres con conocimientos especializados. La especialización se ha hecho necesaria por que los campos en el conocimiento se han incrementado no sólo en número sino en anchura. Aun cuando la especialización tiene sus ventajas, también tiene desventajas al quebrantar la

responsabilidad de la calidad de ciertas piezas del producto. Al mismo tiempo, la situación ha creado una demanda de ingenieros capacitados en la elaboración de planes que comprendan todos estos campos de especialización y organización de sistemas, que aseguren los resultados que se desean. Los numerosos aspectos de los sistemas operativos de los negocios se han convertido en el foco de la administración moderna.

Motivación. La creciente complejidad de llevar un producto de calidad al mercado ha aumentado la importancia de la contribución de la calidad por parte de cada empleado. La investigación de la motivación humana ha mostrado que, además de la recompensa en dinero, los trabajadores de hoy requieren de refuerzos con un sentido de logro en sus tareas y del reconocimiento positivo de que están contribuyendo personalmente al logro de las metas de la compañía. Esto ha llevado a una necesidad sin precedente en la educación sobre la calidad y para una comunicación mejorada de conciencia de calidad.

Materiales. Debido a los costos de la producción y a las exigencias en cuanto a calidad, los ingenieros están usando los materiales dentro de límites más estrechos que antes y empleando algunos materiales para aplicaciones especiales. El resultado ha sido, especificaciones más estrictas en los materiales y una mayor diversidad en los mismos. Ya no sirve para la aceptación una simple inspección visual y la comprobación de una característica; por el contrario, se exigen mediciones físicas y químicas, rápidas y precisas, empleando instrumentos especiales de laboratorio.

Máquinas y mecanización. La demanda dentro de las compañías, una reducción en los costos y mayor volumen de producción para satisfacer al consumidor en mercados altamente competitivos ha conducido al uso de equipo cada vez más complicado, que depende en mucho de la calidad de los materiales empleados. Una calidad buena ha llegado a ser un factor crítico para el mantenimiento de una máquina, trabajando sin interrupción con la mejor utilización de las instalaciones. Esto se cumple en toda la extensión de un equipo de fabricación cualquiera. A medida que las compañías transforman su trabajo haciéndolo más automático y más mecanizado a fin de reducir sus costos, se hace más crítica una buena calidad que efectivamente haga real la reducción de costos y eleve la utilización de hombres y máquinas a valores satisfactorios.

Métodos modernos de información. La rápida evolución de la tecnología computacional ha hecho posible la recolección, almacenamiento, retiro y manipulación de la

información en una escala nunca antes imaginada. Esta nueva y poderosa tecnología de la información ha proporcionado los medios para un nivel de control sin precedente de máquinas y procesos durante la fabricación y de los productos o servicios aún después de que los productos han llegado al consumidor. Y los nuevos y constantemente mejorados métodos de procesamiento de datos han puesto a la disposición de la administración información mucho más útil, exacta, oportuna y predictiva sobre la cual basar las decisiones que guían al futuro de un negocio.

Requisitos crecientes del producto. Los avances en los diseños ingenieriles que exigen un control más estrecho en los procesos de fabricación han transformado a cosas ignoradas en otros tiempos, en cosas de importancia potencial. El aumento en la complejidad y los requerimientos de un desempeño prominente de todo producto han servido para hacer más relevante la importancia de la confiabilidad y seguridad del producto. Debe ejercerse una atención constante para no permitir que factores, conocidos o no, se introduzcan en el proceso y disminuyan el grado de confiabilidad de los elementos componentes o de todo el sistema. Solamente el ejercicio de tal vigilancia puede conducir a un diseño fundamental de confiabilidad.

Por lo anterior podemos decir que cada uno de los factores que afectan la calidad están expuestos a cambios continuos, cambios que a su vez deben ser atendidos con modificaciones agresivas en los programas del control de la calidad.

1.1.13 CONTROL DE LA VARIABILIDAD

Variabilidad es el grado de desviación en relación a un nivel esperado y se puede presentar en actividades, procesos, equipos, desempeño humano, fórmulas, características del producto, en todo. Hay que hacer notar que: la variabilidad es causada por alguna circunstancia, puede ser originada por causas comunes o especiales y cada variabilidad requiere de acciones diferentes. Por lo tanto para controlar la variabilidad hay que controlar las causas que la originan para lograr el resultado esperado. Las causas que originan la variabilidad son generalmente las siguientes: máquinas, materiales, medio ambiente, métodos y la mano de obra, las cuales son afectadas por otras circunstancias que se enumeran a continuación:

* mano de obra: condición mental, condición física (resfriado), comodidad de terceros, incomodidad

- * medio ambiente: condiciones de trabajo (limpieza, temperatura, humedad), clima, relaciones humanas (amigos, jefe, subordinados)
- * máquina: mantenimiento pobre, deterioro por movimiento
- * material: proveedor, transportación, tratamientos térmicos, almacenamiento
- * métodos: procedimiento, información inconsistente, instrucción incorrecta.

Controlando las causas que se identifican afectan el proceso podemos estar seguros de que los resultados serán buenos, si se presentan errores hay que identificar las causas para no volverlos a cometer.

1.1.14 EL PROVEEDOR-CLIENTE INTERNO

En todos los procesos de la compañía existen diferentes etapas consecutivas para el logro del producto que se elabora, cada etapa tiene dos funciones especiales; es cliente de la etapa anterior y es proveedor de la siguiente. Para satisfacer todas las necesidades del cliente externo debemos asegurarnos de cumplir con los requerimientos de la siguiente etapa, la cual deberá ser considerada como el cliente (cliente interno) que la deberá de aceptar. Para que este proceso se realice adecuadamente es necesario tomar en cuenta las siguientes observaciones:

- 1.- No pasar errores a la siguiente etapa del proceso
- 2.- Para evitar errores hay que preguntarle al cliente (interno/externo) cómo desea el producto
- 3.- Las necesidades del cliente deben ser claras y precisas para poder traducirlas a especificaciones del producto.

Se debe tener también una negociación de especificaciones con el responsable del paso anterior, que se considera como el proveedor, para que con estas especificaciones se pueda cumplir su función en la cadena del proceso. Con esto se puede ver que para satisfacer al cliente externo se deben involucrar a todos los miembros de la empresa, asumiendo sus propias responsabilidades como proveedores y clientes.

1.1.15 CONTROL DEL DESPLIEGUE DE LAS NECESIDADES DE LOS CLIENTES

Como el cliente externo es el "rey", todas las acciones que se realicen deben orientarse a su satisfacción. Por lo tanto se deben detectar sus necesidades reales, sabiendo interpretarlas y

traducirlas a especificaciones de diseño. Para esto se debe tener lo que se conoce como el aseguramiento de calidad (QA, por sus siglas en inglés), sistema para el desarrollo de nuevos productos que cuenten con la orientación de satisfacer al cliente, identificar las causas raíz para las dificultades que se presenten, contar con controles en cada meta organizacional, y además es indispensable implantar un proceso de Normalización que asegure la satisfacción del cliente. El control del despliegue de las necesidades del cliente es tener un proceso de información dentro del ciclo del producto que asegure que la información del cliente sea transmitida correctamente. El poder tener un despliegue de las necesidades de los clientes hará que las actividades de cada uno de los colaboradores de la empresa sean encaminadas hacia el cumplimiento de las mismas, para los clientes internos y externos.

Una de las mejores formas de asegurar un buen proceso de definición del producto es usar el QFD³ (Quality Product Deployment, por sus siglas en inglés traducción de caracteres Kanji). Podría definirse como proceso de planeación guiado por el cliente. Es un proceso de planeación, no una herramienta. Los requerimientos de los clientes son las entradas a la matriz, el proceso no puede comenzar sin las entradas. QFD obliga a la organización a estar en contacto con la gente que usa sus productos. Utiliza una matriz para desplegar información vital para el proyecto en un formato breve y resaltandola. La información agrupada en la matriz facilita su examen y análisis y ayuda a la organización a fijar objetivos competitivos y determinar las acciones prioritarias relacionadas con la voz del cliente, lo que resulta en un incremento en su satisfacción.

1.1.16 ACCIÓN PREVENTIVA PARA EVITAR REPETICIÓN

Este conjunto podría considerarse uno de los básicos para el logro de la mejora continua, y lleva a pensar en la gran posibilidad que se tiene, si se aplica al trabajo diario al no cometer el mismo error dos veces. Al seguir un proceso PDCA, que se explicará en el capítulo dos, se tiene la metodología para solucionar cualquier problema, al iniciar dicho proceso se entra en una etapa de planeación donde se analiza información referente al problema o proyecto de que se trate, se realiza el análisis y se determinan las causas más importantes, se decide emprender acciones para atacar estas causas y se verifica el logro esperado, determinando si las acciones fueron las adecuadas. Si en la etapa de verificación no se obtuvieron los resultados esperados se pueden tomar dos tipos de acciones: Remedial (correctiva con

³ DAY, RONALD G. *Quality Function Deployment*. U.S.A., ASQC, 1993, p. 95

enfoque de resultado se basa en los hechos y es inmediata) o Preventiva (correctiva con enfoque de eliminación de causas se fundamenta en el análisis de hechos y datos, y se aplica cuando se identificaron las causas reales). Esto lleva a revisar la planeación o a la definición de nuevas acciones entrando en un ciclo de corrección. Si se encuentra en el ciclo de mantenimiento y se detecta alguna desviación, se entra de nueva cuenta al ciclo de corrección analizando si se toman acciones remediales o preventivas.

1.1.17 RESPETO POR LA PERSONA

El respeto por los colaboradores significa crear un ambiente de trabajo que permita la expresión de opiniones de la gente, estimular la creatividad y dar reconocimiento por el trabajo bien hecho, esto se logra cuando se fomenta el crecimiento de la persona a través de la educación, que permite un mejor desempeño y una autorealización personal. Con esto debemos entender que una empresa es una agrupación de hombres con una meta común en donde se requiere que su creatividad no encuentre barreras, se le involucre en la solución de problemas (no se le culpa por ellos), se le mantenga con su interés, seres de calidad autocontrolados, es decir, personas que mantengan y mejoren su hacer diario por sí mismos.

Para respetar a los colaboradores hay que tomar en cuenta lo siguiente:

- * Fomentar su crecimiento a través de la educación
- * Tener pleno conocimiento de que la empresa es el hombre
- * Desarrollar su creatividad
- * Brindar la oportunidad de aprender nuevas habilidades
- * Permitir la participación en la solución de problemas
- * Proveer una variedad de tareas que estimulen el interés
- * Ajustar el trabajo a la medida de las habilidades y capacidades del colaborador
- * Autocontrolar los aspectos relevantes del trabajo
- * Dar retroalimentación sobre el desempeño del trabajo
- * Fomentar la plena realización de cada colaborador en sus responsabilidades

1.1.18 COMPROMISO DE TODOS

Para poder satisfacer las necesidades de los clientes es necesario que se cuente con el compromiso de todos los colaboradores a lo largo y ancho de la empresa. Esto parte del

hecho de que la alta dirección declaró en forma definitiva el inicio de la implantación del control total de calidad como la nueva cultura en la empresa, así como del por qué se requiere control total de calidad en el entorno cambiante que rodea a la organización. Se requiere un involucramiento de todos en el conocimiento de la situación de la empresa, su misión, estrategias, conocimiento de la competencia y el estatus tecnológico que la sustenta, entender la importancia que tienen los círculos de calidad bajo esta nueva cultura.

1.2 MENTALIDAD PERSONAL PARA EL CONTROL TOTAL DE CALIDAD

1.2.1 EDUCACIÓN

El control total de calidad empieza con educación, continúa con educación y termina con educación, la educación es el proceso de formación de gente en conocimientos, habilidades y actitudes, que sirve para desarrollar a la persona, facilitándole el desempeño del trabajo y el logro de las metas. Se requiere una disposición mental de la persona que aprende, para adquirir y posteriormente aplicar todo lo aprendido en sus actividades diarias. Para promover el control total de calidad es necesario dar educación a todos los colaboradores, ya que es una revolución en la manera de hacer las cosas, por tanto hay que cambiar los procesos de pensamiento de todos los colaboradores. Para lograrlo es preciso repetir la educación una y otra vez, a esto lo llamamos educación continua y se logra con educación aplicada a las actividades personales y de trabajo que se realizan diariamente. El ciclo de la educación debe ser aprender-practicar. Al hablar de educación en el trabajo se hace referencia a que ésta debe enfocarse a cubrir las necesidades del cliente de una manera satisfactoria. Las personas siempre están en continuo aprendizaje, por eso, uno de los propósitos de la educación es capacitar al participante para que aproveche todos los estímulos que el contacto con la realidad le proporciona, es decir, que aprenda a aprender, ya que esto constituye el fundamento de la educación permanente.

1.2.2 TRABAJO EN EQUIPO

Es muy importante que la gente se entienda y trate de cooperar hacia el logro de objetivos comunes, pues no es posible esperar un buen resultado si sólo se tiene como base el esfuerzo de una o varias personas, que de ninguna manera representan al total de los integrantes de la empresa.

Un equipo es un conjunto de personas identificadas entre sí que interactúan para lograr un objetivo común y sus elementos básicos son los siguientes:

- * Conjunto de personas identificadas entre sí por el fin que persiguen
- * Objetivo común, el cual es conocido y aceptado por todos sus miembros
- * Plan de acción que deberá desarrollar el equipo para alcanzar su objetivo
- * Plan que coordinará e integrará los mejores esfuerzos de todos sus miembros
- * Ambiente de trabajo que facilita el alcance de la meta y dentro del cual se desenvuelve la acción del equipo

Todos los miembros deben estar enterados de sus responsabilidades, así como del trabajo que van a realizar. La responsabilidad particular debe ser conocida y aceptada por cada miembro del equipo. El trabajo en equipo no quita las responsabilidades, por ejemplo: al informar al jefe sobre un problema, no se pierde la responsabilidad del hecho; lo mismo pasa al que ordena sobre un trabajo; no existen las excusas; si existe colaboración entre varias personas no se elimina la responsabilidad individual. Por esto trabajar en equipo se entiende como las acciones que desarrolla un grupo de personas con un objetivo común, y para este propósito se requiere de:

- * Romper el individualismo aceptando que se puede aportar a los demás y viceversa
- * Contribuir a que en el área propia de trabajo se propicie y se estimule el compañerismo
- * Separar un tiempo para reunirse
- * Involucrar al cliente y al proveedor en la solución de un problema
- * Colaboración y relación de ayuda entre los miembros
- * Identificación de objetivos y compromiso para cumplirlos

El trabajo en equipo trae grandes ventajas como las siguientes: logro de objetivos en forma más rápida y efectiva, ya que todos sus miembros suman sus habilidades y conocimientos dirigiéndolos hacia una misma meta, ambiente amigable, sin tensiones, relación de ayuda mutua, las metas y objetivos son entendidos y aceptados por todos, participación activa de todos y cada uno de los miembros, el grupo está consciente del papel de cada uno de los integrantes, y además se logra la satisfacción personal.

Actualmente, la responsabilidad de la calidad no es sólo de uno o dos de los departamentos de la empresa, sino de todos, por lo tanto se requiere que todos tengan la conciencia de

satisfacer al cliente y para esto se requiere el apoyo y compromiso de todos y por ello es muy importante y necesario el trabajo en equipo.

1.2.3 ACTITUDES PERSONALES DENTRO DE ESTE MARCO CONCEPTUAL

Por actitud entendemos la predisposición del estado de ánimo para actuar o pensar de determinada forma, esta actitud puede ser positiva o negativa. Las actitudes que se deben tener para poder aplicar los conceptos del control total de calidad son las siguientes:

- * No enojarse, gritar o exhaltarse (demuestra falta de objetividad)
- * Trabajar en equipo (estar dispuesto a alcanzar metas en conjunto)
- * Tomar acciones basándose en la realidad objetiva (datos)
- * Estar dispuestos a seguir un mismo procedimiento por varias personas (controlar la variabilidad)
- * Entender que el cliente es el rey (satisfacer sus necesidades)
- * Escuchar primero y dar instrucciones después (asegurar que las ordenes sean las correctas y que se cumplirán)
- * Reportar lo malo y lo bueno (descubrir las causas raíz de los problemas para plantear soluciones de acuerdo a las metas fijadas)
- * Controlar el proceso, no el resultado (ver todos los pasos, ya que pueden existir problemas en alguno de los intermedios lo cual afecta los resultados y si no se soluciona nunca se alcanzarán los objetivos)
- * Reportar todo utilizando la ruta TQC, que se explicará en el capítulo dos, y aplicar el concepto PDCA
- * Entender que el control total de calidad está formado por los requerimientos de los clientes y no por especificaciones
- * No cometer los mismos errores, debemos aprender a la primera ya que los errores cuestan

Al aplicar los colaboradores esto, logran satisfacer las necesidades de los clientes sintiéndose realizados en sus funciones.

1.2.4 MENTALIDAD HACIA UN PROBLEMA

Para aplicar el control total de calidad se debe cambiar la manera de enfocar los problemas, no se debe esconderlos, sino enfrentarlos. Los problemas siempre van a existir, pero éstos

pueden terminar bien o mal dependiendo de la forma en que se manejen. Por lo tanto deben ser tratados de acuerdo a las siguientes situaciones:

- * Identificar el problema de acuerdo a los inconvenientes que se le crean al siguiente proceso

- * La mejor manera de romper el círculo vicioso de pasar problemas de un proceso a otro es cuando se resuelven por el mismo que los genera, nunca debe pasar un problema al siguiente proceso

- * Se debe tener suficiente valor para hacer visibles los problemas y los jefes deben dar el soporte suficiente para que se puedan resolver.

1.3 ACCIONES PARA IMPLANTAR EL CONTROL TOTAL DE CALIDAD

1.3.1 EDUCACIÓN EN EL CONTROL TOTAL DE CALIDAD

Para que todos participen en el proceso de control total de calidad se tiene que impartir una educación del mismo a todos los colaboradores de la empresa, ya que esto implica un cambio en la manera de pensar y actuar de todos, para lograr esto se necesita proporcionar educación continua en los Conceptos, Técnicas y Metodologías del control total de calidad. Este proceso se denomina EDUCACIÓN TQC, y es la primera acción para implantar el control total de calidad en una empresa.

Los objetivos de la educación TQC son: Comprender, Aprender y Aplicar lo siguiente:

- * Proceso continuo 5s
- * Conceptos básicos de control total de calidad
- * Normalización (SOPs)
- * Siete herramientas básicas (7HB)
- * Ruta de TQC (PDCA)
- * Aseguramiento de la calidad (QA)
- * Administración por políticas (MBP)
- * Auditorías de calidad
- * Círculos de calidad

1.3.2 ESTABLECIMIENTO DE NORMAS (Normalización)

Las normas son para lograr consistencia en la calidad y así asegurar la satisfacción del cliente, ya que de no haber normas para cada producto, los colaboradores que hacen ese producto lo harían diferente unos de otros, resultando una variación en los productos finales y por lo tanto una inconsistencia en la calidad que el cliente requiere. Por lo cual se necesitan definir normas que aseguren que las necesidades o requerimientos de los clientes estén totalmente integrados en los productos o servicios que generamos. Las normas deben establecerse en cada departamento, en cada función y en cada actividad de la compañía, iniciando con aquellas normas que son vitales.

1.3.3 IMPLANTACIÓN DEL CONCEPTO "PDCA" (Ruta de TQC y 7HB)

El objetivo de este paso es corregir, mantener y mejorar constantemente, esto se logra por medio del PDCA, que es un proceso continuo que utiliza las siete herramientas básicas (7HB) para recolectar, ordenar, analizar e interpretar datos que se usan de acuerdo al proyecto o situación presentado. Las 7HB ayudan a resolver prácticamente el 95% de los problemas. Existen también herramientas que nos permiten trabajar con ideas, y son llamadas administrativas.

Herramientas para datos, (7HB):

- * Hoja de Verificación
- * Diagrama de Pareto
- * Diagrama de causa y efecto
- * Histograma
- * Gráfica de control
- * Estratificación
- * Diagrama de dispersión

Herramientas para ideas, (7HA):

- * Diagrama de afinidad
- * Diagrama de relación
- * Diagrama de árbol
- * Diagrama de matriz
- * Diagrama de proceso de decisión
- * Diagrama de flecha
- * Diagrama de flujo

1.3.4 IMPLANTACIÓN DE ADMINISTRACIÓN POR POLÍTICAS (MBP)

El objetivo de este punto es lograr el despliegue del compromiso en toda la organización, y enfocar los esfuerzos de la organización hacia la satisfacción del cliente. Para poder implantar el control total de calidad, se debe primero tener funcionando el MBP. El MBP es fundamental para el control total de calidad, porque es el proceso que dirige los esfuerzos y recursos de la organización hacia el aseguramiento de la satisfacción de los clientes. La

implantación de MBP, genera un proceso para lograr el rompimiento (Breakthrough) sobre las mejores áreas de oportunidad (detectadas en la fase de planeación estratégica), y se enfoca sobre las necesidades presentes y futuras de los clientes mediante el despliegue de esfuerzos sobre objetivos vitales.

La Administración por Políticas (MBP), es un proceso a través del cual, la organización enfoca las necesidades presentes y futuras de los clientes y establece metas de aseguramiento de la satisfacción de esas necesidades, las cuales se establecen como compromiso de la compañía en el mediano y largo plazo, y como estrategia establecida por la dirección. Cada colaborador participa sistemáticamente en ese compromiso a través del despliegue y planeación de las políticas y metas, ejecutándolas, evaluando los resultados obtenidos y tomando acciones necesarias. En otras palabras, la Administración por Políticas, consiste en el despliegue sistemático de la Meta principal de la organización para satisfacer plenamente las necesidades de los clientes. Esta meta principal se va desplegando en metas y estrategias por unidad, por función, por puesto, hasta quedar en estrategia y objetivos para cada colaborador en su trabajo diario. Este trabajo diario es al que cada quien, con la aplicación sistemática y continua del PDCA va a controlar, es decir, mantener dentro del nivel requerido de acuerdo a las metas desplegadas, y luego mejorar, luego mantener, y así sucesivamente. Esta será la clave del progreso de la empresa, y obviamente, la clave para el progreso personal en su trabajo diario.

Desarrollo de la administración por políticas o Hoshin. Una vez que ya se estableció el compromiso por la Dirección, lo que sigue es el desarrollo y establecimiento del sistema y estructura para la ejecución de este compromiso por cada colaborador con el propósito de lograr la satisfacción del cliente. Para hacer esto se requieren dos procesos:

- * Administración por función transversal, que controla el compromiso de la dirección para lograr uniformidad en toda la organización.

- * Administración por trabajo diario, esto es el control del trabajo diario rutinario, en base a los parámetros del PDCA, mantener y mejorar.

Control del compromiso de la dirección. Esto es que la dirección decide las metas que se quieren lograr, por ejemplo, en lo que se refiere a las utilidades, inversiones en desarrollo de nuevos productos, ciclo de vida de los productos, índices para medir la calidad en todo (productos, servicios, confiabilidad, costo, entrega, moral de los colaboradores). En base a estas políticas, cada función, puesto o colaborador, reconoce cual es su responsabilidad para

el logro de las Funciones Transversales (especificadas por la dirección general) para lograr lo que se llama el concepto de *uniformidad* en el control de la calidad en todo.

Control del trabajo rutinario diario. El trabajo de cada puesto es cumplir con su responsabilidad propia, esto es que cada quien debe autocontrolar el trabajo específico que la alta dirección le asignó y además es responsable de cumplirlo. Para lograr el control del trabajo diario rutinario se tiene que fijar un propio estándar o nivel de desempeño, el cual debe ser mantenido, y se debe buscar nunca estar abajo de él. Este estándar es requerido para determinar cuales son los límites y responsabilidades, tratando de no bajar de ese punto. Si se logra no bajar de dicho punto es que se ha mantenido el nivel y hay que buscar cambiarlo con el propósito de mejorar y no estancarse. Por lo que ahora tendremos un nuevo estándar que mantener, que después tendremos que mejorar, en resumen esto es el control del trabajo diario.

1.3.5 USO DE MÉTODOS ESTADÍSTICOS SOFISTICADOS

El propósito de este punto es lograr un enfoque sistemático y científico para la mejora continua. El uso de estos métodos estadísticos sofisticados ayuda al análisis de problemas que con las herramientas básicas es imposible llevar a cabo, algunos de estos métodos son: recopilación de muestreo, diseño de experimentos, análisis de regresión simple y múltiple, análisis de multivariables y estratificación. Estas herramientas sofisticadas no están destinadas a todos los colaboradores, sino sólo a unos cuantos, por lo que no se incluyen dentro del programa de educación.

1.3.6 AUDITORIAS DE CALIDAD

El objetivo de este concepto es manifestar el liderazgo de la alta administración. Las auditorias de calidad son: procesos de permanente retroalimentación, aprendizaje y oportunidad para promover los conceptos del control total de calidad y su implantación; y además son procesos de evaluación constante de la ejecución y el logro de las metas propuestas, asegurar la participación de todos los colaboradores en el proceso de mejoramiento, evaluar y validar los programas y procesos utilizados para la aplicación y promoción del control total de calidad, evaluar resultados, sugerir cosas a hacer y a evitar, medir y verificar como se va dando el cambio en la manera de pensar y de hacer las cosas, retroalimentar a todos los colaboradores sobre el cambio de cultura logrado. Las auditorias

son hechas por: la dirección general, el consejo de TQC, cada director en su unidad, cada jefe con su grupo y cada colaborador en su trabajo diario. La forma de realizarlas debe ser la siguiente: programarlas y calendarizarlas, cíclicas y sistemáticas, con procedimiento normalizado y con entrenamiento previo.

1.3.7 ACTIVIDADES DE LOS CÍRCULOS DE CALIDAD

A través de estas actividades es como se demuestra que el enfoque del control total de calidad está funcionando en la empresa. Estas actividades sólo pueden desarrollarse en un ambiente donde existe una actitud de mejora, respeto a la persona y trabajo en equipo, de no ser así, el éxito de los círculos de calidad no podría ser duradero. Además, no se puede decir que el control total de calidad está plenamente implementado en nuestra empresa si no se tiene una gran actividad de círculos, debido a que no se podrá lograr la calidad en todo con sólo impartir educación a los altos niveles, se necesita la total participación de los colaboradores de línea, que son los que realizan la calidad. Por tanto se dice que las actividades de los círculos de calidad fomentan el control total de calidad al nivel de la primera línea de operación de la empresa.

Los círculos de calidad son grupos pequeños de 4 a 10 miembros que deben organizarse con colaboradores. Ellos se reúnen voluntariamente para identificar, analizar y desarrollar proyectos de mejoramiento en su área de trabajo, estas reuniones son periódicas y continuas y son una parte muy importante del control total de calidad. Para implantar los círculos de calidad en la empresa es necesario:

- 1.- Compromiso de la alta dirección
- 2.- Facilitadores de los círculos de calidad entrenados
- 3.- Conocimiento de otras empresas que tienen círculos de calidad
- 4.- Entrenamiento de los integrantes del círculo por su líder
- 5.- Establecimiento de grupos piloto en algunas áreas
- 6.- Evaluación del proceso
- 7.- Reunirse para la presentación de los casos
- 8.- Promoción de los círculos de calidad
- 9.- Asesoría y apoyo a los círculos de calidad

Con la implantación del control total de calidad se aprecian logros que son intangibles como un mejoramiento en la moral, desarrollo de conocimientos, desarrollo de la creatividad, cambio de la manera de pensar, mejoramiento en la limpieza del área, mejoramiento del ambiente, se promueve el concepto de solidaridad, apreciación del cliente.

Como puede verse esta es la secuencia que debe seguirse para implantar el proceso de control total de calidad que asegura el mejoramiento continuo de la empresa y por lo tanto la subsistencia y la competitividad, debiendo alcanzar una mayor penetración en el mercado al aplicarlo completamente en la organización.

2. RUTA DE TQC

En este capítulo se muestran los conceptos fundamentales en los que se basa el enfoque japonés de calidad total, el cual siempre busca la mejora continua y su fundamento de operación se explica a continuación por medio de la aplicación de la Ruta de TQC, propuesta por Deming, la que se basa en el ciclo PDCA que también se explicará en este capítulo.

2.1 ¿QUÉ ES LA RUTA DE TQC?

Existe un acuerdo generalizado en que las actividades que cada quien realiza diariamente se pueden mejorar en algún aspecto, pero cada uno utiliza diferentes formas de hacerlo mediante métodos o procedimientos que no siempre conducen al resultado esperado. Es por esto que los expertos en calidad han estudiado y propuesto métodos para hacer las cosas cada día mejor. La Ruta de TQC es un ejemplo que ha sido utilizado exitosamente en Japón, y ayuda a: aplicar en forma práctica y sistemática el ciclo de mejora continua; entender con claridad el por qué del problema; tener una forma sistemática y sencilla de resolver problemas; verificar si se ha obtenido el resultado esperado y a obtener mejoras en el trabajo diario.

2.1.1 ¿QUÉ ES PDCA?

Para aprender la ruta de TQC, se necesita entender el significado de PDCA y su aplicación. El ciclo de calidad busca la mejora continua aplicándolo a todos los niveles, operaciones y actividades diarias de la empresa, este ciclo es conocido como PDCA, por sus iniciales en inglés, y se entiende como el ciclo de manter-mejorar que consiste de cuatro pasos:

P) PLAN: Planear, establecer planes para lograr el propósito del negocio

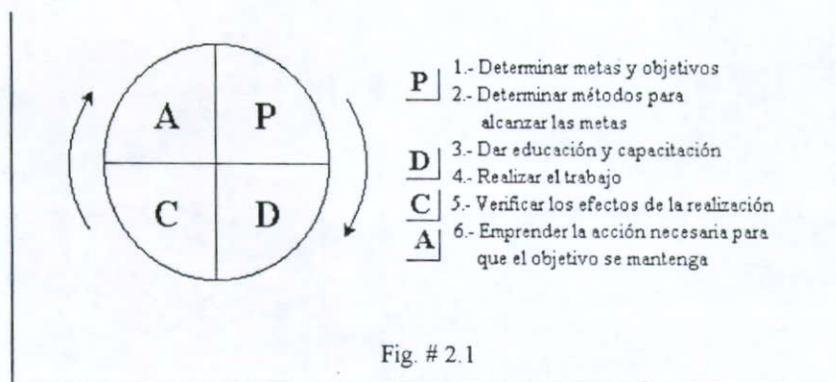
D) DO: Hacer, llevar a cabo los planes siguiendo los programas

C) CHECK: Verificar, Verificar si los resultados satisfacen o no el propósito inicial

A) ACT: Actuar, Corregir o eliminar los problemas de manera que no se vuelvan a presentar en un futuro

Es importante elevar el "nivel del negocio" repitiendo este ciclo en forma continua. Por "nivel del negocio" nos referimos a cualquier mejora en cualquier ramo de la compañía. Cada colaborador de la empresa debe ser responsable dentro de su actividad diaria de que el concepto PDCA se siga. Por lo tanto podemos definir el concepto CICLO PDCA como: "Proceso continuo y cíclico, cuya aplicación logra siempre una mejora o solución a un problema, en forma tal que dicho problema no se presentará en el futuro, con lo que se consigue la mejora continúa".⁴

Otra forma de presentar este ciclo, pero más ilustrativa es la presentada en la fig. # 2.1



Practicar el ciclo PDCA en todas las actividades conlleva a tener un nivel más competitivo internacionalmente y a sobrevivir en el nuevo entorno.

2.1.2 ¿QUÉ ES LA RUTA DE TQC?

Se define como una secuencia normalizada de actividades, basada en el ciclo PDCA, que da una guía para solucionar problemas o llevar a cabo proyectos en cualquier área de trabajo y que al aplicarse sistemáticamente genera un proceso de mejora continua, es decir, es una guía que permite aplicar correctamente el PDCA (ver fig # 2.2)

⁴ UGO FEA. Competitividad es Calidad Total. Barcelona, Marcombo, 1993, p. 196

Ciclo CA-PDCA

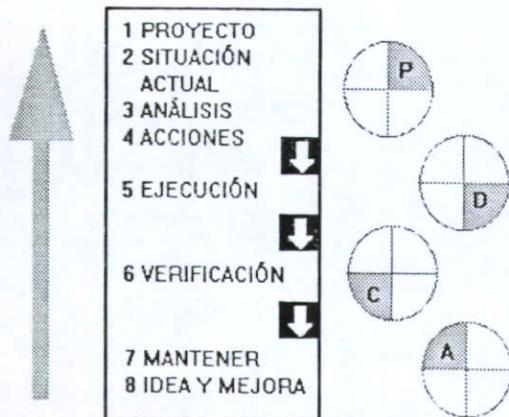


Fig # 2.2

SARV SINGH SOIN. *"Total Quality Control Essentials"*. p. 98

Para implantar el TQC se requiere que todos los colaboradores de la empresa guíen y expliquen sus acciones a través de la secuencia de pasos anterior. Esta secuencia o guía ha sido llamada Ruta de TQC basada en el ciclo PDCA y proporciona una metodología enfocada a la acción de mejora en base a hechos y datos.

2.1.3 ¿QUÉ ES PROBLEMA Y PROYECTO?

Antes de entrar al estudio de los pasos a seguir en la Ruta de TQC es necesario entender los conceptos de Problema y Proyecto, para diferenciar uno de otro, ya que se presentan en el trabajo diario.

Según Feigenbaum, se puede definir a un problema como el comportamiento no deseado de una actividad, se define como aquella situación en la cual el comportamiento de un proceso (actividad) no satisface las expectativas deseadas. Las causas de un problema se investigan con

hechos y datos, y se analiza con precisión la relación entre la causa y el efecto. En el momento de iniciar la revisión se transforma de problema a proyecto.

Proyecto: es un problema en vías de solución o una meta que se quiere lograr. Al definirlo se debe expresar claramente la mejora que se quiere alcanzar para llegar al resultado deseado. En cualquier lugar se pueden encontrar infinidad de oportunidades para el mejoramiento basta solamente con tener el deseo de mejorar en todas las actividades: personales y de trabajo. La resolución de problemas en las áreas de trabajo utilizando la Ruta de TQC es la mejor estrategia para ser competitivos a cualquier nivel.

2.2 ELEMENTOS DE LA RUTA DE TQC⁵

2.2.1 PROYECTO: Definición de proyecto o problema.

Objetivo: Definir con claridad el proyecto o problema; en esta etapa un problema pasa a ser proyecto. Determinar las razones por las cuales se va a trabajar en ese proyecto y no en otro. Tener clara la mejora que se persigue en términos del impacto que tiene con el cliente externo.

¿Cómo realizarlo?

Para esto se debe responder a las seis preguntas básicas, ¿Qué?, ¿Por qué?, ¿Cuándo?, ¿Quién?, ¿Dónde? y ¿Cómo?, a continuación se muestra cómo realizar cada una de las preguntas para tener las respuestas adecuadas.

¿QUÉ?

- * Elaborar una lista de los problemas, proyectos o situaciones que se pueden mejorar en sus actividades o en su área de trabajo. Utilice la técnica de lluvia de ideas para que en grupo se llegue a una lista completa

- * Identificar cuáles son los prioritarios (pocos vitales) que el grupo en consenso así lo decida

⁵ SARV SINGH SOIN. *Total Quality Control Essentials*. U.S.A., Mc Graw Hill, 1992, p. 100

- * Seleccionar aquel que se convertirá en el proyecto a realizar
- * Enunciar el proyecto en términos de la diferencia entre el estado actual y el deseado.
- * Definir la meta, esto cuando se tienen los datos necesarios, si no, expresarla en función de la situación actual, en forma que se pueda cuantificar y evaluar.

¿POR QUÉ?

* Definir claramente las razones por las cuales se trabajará en ese proyecto en particular y no en otros. Es necesario que el grupo entienda el grado de importancia del proyecto para que se trabaje en él con seriedad y entusiasmo. Si el grupo no entiende la importancia del proyecto, aún si es uno muy fácil de resolver, sus esfuerzos no serán consistentes y quizás abandonen el proyecto a mitad de camino.

* Reunir la información disponible, cuantitativa y cualitativa, que permita tener claro el por qué de este proyecto. Mostrar el comportamiento histórico, la importancia que tiene, sus efectos y sus consecuencias.

¿CUÁNDO?

* Definir la fecha para alcanzar la solución del problema, esto es, la terminación del proyecto. Un proyecto que no tiene un calendario bien definido, será un proyecto con un bajo nivel de prioridad.

* Definir fechas de reuniones

* Definir fechas de terminación de cada etapa de la Ruta.

¿DÓNDE?

* Determinar la extensión y ubicación del proyecto.

* Determinar el lugar que abarca el desarrollo del proyecto.

¿QUIÉN?

* Determinar los responsables de llevar a cabo el proyecto.

¿CÓMO?

- * Determinar la manera en la cual se va a trabajar para el desarrollo del proyecto
- * Normalmente se va a contestar utilizando la ruta de TQC.

2.2.2 SITUACIÓN ACTUAL: Reconocimiento de las características del proyecto

Objetivo: Definir la situación actual del proyecto. Definir o validar la meta del proyecto.

¿Cómo realizarlo?

Observar el proyecto o problema desde diversas perspectivas; observar y recolectar información y datos; estratificar la información, visitar el lugar donde ocurre el problema y recolectar información extra cuantificable y no cuantificable; de la información y datos que se obtendrán, hacer preguntas típicas del ¿Qué?, ¿Cuándo?, ¿Dónde?, etc.; presentar la información utilizando las herramientas básicas; determinar o validar la meta del proyecto tomando en cuenta que: debe ser medible, alcanzable y entendida; realizar el diagrama de flujo de las actividades actuales; determinar los procedimientos actuales que se tengan. No descartar ninguno de los factores incidentes, sin importar la relevancia aparente que tenga en la situación actual y no desviarse del proyecto a realizar, es muy tentador en esta etapa.

2.2.3 ANÁLISIS: Descubrimiento de las causas principales

Objetivo: Identificar las causas que tienen mayor impacto en la realización del proyecto.

¿Cómo realizarlo?

1.- Seleccionar las causas más probables del problema:

- * Generar una lluvia de ideas sobre las posibles causas del problema
- * Tomar la información de la situación actual y elaborar un diagrama causa-efecto y/o un diagrama de relación con todos aquellos factores que de una forma u otra pueden estar relacionados con el proyecto.
- * Hacer un nuevo diagrama con los restantes y entre ellos seleccionar aquellos que tienen mayor impacto.

2.- Probar la relación entre estas causas y el efecto:

- * Asegurar que las causas importantes son las verdaderas
- * Verificar el efecto de esos factores sobre el problema, bien sea obteniendo nueva información o realizando experimentos
- * De ser posible, reproducir el problema intencionalmente

En esta etapa de la Ruta se debe hacer la pregunta ¿Por qué? de una manera insistente; normalmente al contestar a esta pregunta cinco veces conduce a las causas importantes. Se deben respetar todas las posibles causas enunciadas, al final quedarán las de mayor peso para la realización de las mejoras. Debe demostrarse que el problema aparece sólo cuando se presenta la causa.

2.2.4 PLAN DE ACCIONES: Determinación de las acciones para eliminar las principales causas.

Objetivo: Determinar las acciones que se van a realizar para minimizar o eliminar las causas principales.

¿Cómo realizarlo?

Establecer las acciones que se van a realizar para minimizar o eliminar las causas principales. Definir cada una de las acciones con las seis interrogantes básicas (qué, quién, cómo, dónde, cuándo y por qué). Revisar y asegurar que las acciones que se van a desarrollar no generan efectos negativos adicionales. Si es necesario, obtener la aprobación y los recursos requeridos para la ejecución de las acciones. Asegurar que todas las personas que intervienen en la ejecución de las acciones conocen bien qué tienen que hacer y cómo lo deben hacer; para esto hay que comunicar a todas las personas involucradas lo que van a hacer y por qué y entrenar a aquellas personas que van a ejecutar la acción para que sepan qué hacer y cómo hacerlo bien. Por último hay que evaluar otras acciones como alternativas de solución, en el caso de que se presenten dificultades en la ejecución de las anteriormente definidas.

Es importante recordar que existen dos tipos de acciones: las correctivas, en el corto plazo, y las preventivas, en el mediano y largo plazo. Los ejecutores de las acciones deben tener los elementos necesarios para realizarlas. Y se debe dar seguimiento a las fechas de terminación propuestas en cada acción.

2.2.5 EJECUCIÓN: Realizar lo planeado

Objetivo: Ejecutar las acciones que se han planeado, y llevar un registro de los resultados que se obtengan

¿Cómo realizarlo?

Dándole seguimiento fiel a las acciones planeadas y registrando la información que permita conocer los resultados que se obtengan. Se deben utilizar los mismos índices considerados en las etapas de la situación actual y análisis con el fin de poder hacer las comparaciones. Es bueno considerar que el logro de los objetivos iniciales depende de qué tan bien se apliquen las acciones planeadas.

2.2.6 VERIFICACIÓN: Cerciorarse de que el problema desapareció

Objetivo: Comprobar la efectividad de las acciones desarrolladas, sobre los resultados tanto parciales como finales.

¿Cómo realizarlo?

Analizando los resultados parciales o finales para detectar si el grado de mejoramiento deseado se va a lograr o si se logró; en el caso de que no se alcance, el grupo debe detenerse a revisar qué está fallando. Hay que comparar los índices antes y después de ejecutar las acciones, así como los resultados con la meta propuesta. Se debe incluir todo efecto adicional bueno o malo, como parte de los resultados obtenidos. Si el resultado de la verificación indica que ha habido una mejora significativa, aunque no se haya logrado la meta inicial, se debe continuar con el siguiente paso; de lo contrario, hay que revisar el proceso seguido hasta aquí para determinar

por qué no se ha logrado la mejora esperada y regresar hasta el punto donde sea necesario, para poder alcanzar la meta deseada.

Es conveniente que además de la verificación indicada en este punto se compruebe que los pasos anteriores, del 1 al 5, se han llevado a cabo correctamente. Hay que tomar en cuenta que el problema sigue siendo potencial hasta la implantación de las acciones preventivas, y se deben convertir los resultados de las acciones a términos monetarios.

2.2.7 *MANTENER*: Eliminar permanentemente la causa del problema

Objetivo: Garantizar que al pasar el tiempo no vuelvan a aparecer las causas que ocasionaron el problema. Impedir que los beneficios logrados con la implantación de un proyecto se pierdan. Dejar el material necesario para entrenar a las personas en sus nuevos puestos. Tener un proceso de comunicación único entre áreas, procesos y personas.

¿Cómo realizarlo?

Elaborando y actualizando los procedimientos en forma clara y sencilla, que contesten las seis preguntas básicas. Además se debe entrenar a las personas involucradas de tal modo que este procedimiento sea una forma habitual al trabajar, y verificar periódicamente que el nuevo procedimiento se esté cumpliendo. Es recomendable elaborar los procedimientos por escrito, no se acostumbra en algunas áreas, pero al realizarlos se evitan problemas actuales y futuros, también es conveniente recordar que los procedimientos son el conocimiento de la empresa en forma documentada. Se deben redactar de una forma clara y sencilla para que al lector después de un tiempo, le sean fáciles de entender, además se tiene que revisar el manual de normalización.

2.2.8 IDEA Y MEJORA: Identificación de problemas restantes y proyectos futuros

Objetivos: Revisar lo ejecutado en las etapas anteriores del proceso y los resultados que se obtuvieron con el fin de enriquecer la planeación y ejecución de un nuevo ciclo, ya sea para seguir en el mismo proyecto o en alguno diferente.

¿Cómo realizarlo?

Se decide si se continúa con un problema restante, en caso de que se decida no hacerlo, se debe decidir si se continúa con el mismo proyecto o si se selecciona otro. Revisando los resultados y el grado de mejora obtenidos se define si son satisfactorios. Se debe revisar la ejecución de los siete pasos precedentes del proceso, buscando que cada vez que se repita el proceso, se haga mejor. Y además se prepara un informe sobre lo realizado en este proyecto y los resultados obtenidos, paso por paso, detallando los datos sobresalientes, dejando historia del proceso seguido.

El reporte normalmente se deja en este punto, es recomendable documentar desde el primer paso y en este punto solo verificar si falta algo, dentro de la Ruta se sigue un proceso el cual debe de documentarse también, tales como asistencia, cantidad de sugerencias, horas reunidas, proyectos por año, participantes.

2.3 RUTA DE TQC Y LAS HERRAMIENTAS BÁSICAS Y ADMINISTRATIVAS

La realización de cada uno de los pasos de la Ruta de TQC requiere del uso de determinadas Herramientas de TQC. La siguiente tabla (fig. #2.3) muestra tal relación; ésta se ofrece a modo de sugerencia, y el usuario podrá elegir la combinación que encuentre mas apropiada.

LAS SIETE HERRAMIENTAS BÁSICAS Y LAS SIETE HERRAMIENTAS ADMINISTRATIVAS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
PROYECTO		X		X	X		X		X						
SITUACIÓN ACTUAL		X	X	X			X			X		X			
ANÁLISIS		X		X	X	X					X			X	
ACCIONES												X	X		X
EJECUCIÓN		X	X				X								
VERIFICACIÓN		X	X	X		X	X					X			
MANTENER	FORMATOS, ENTRENAMIENTOS, VIDEOS														
IDEA Y MEJORA			X												

- 1 PROYECTO
- 2 HOJA DE VERIFICACIÓN
- 3 DIAGRAMA DE PARETO
- 4 DIAGRAMA C&E
- 5 DIAGR. DE DISPERSIÓN
- 6 GRÁFICA DE CONTROL
- 7 ESTRATIFICACIÓN
- 8 DIAGRAMA DE AFINIDAD
- 9 DIAGRAMA DE FLUJO
- 10 DIAGR. DE RELACIÓN
- 11 DIAGRAMA DE FLECHAS
- 12 DIA. DE PROC. DE DECIS.
- 13 DIAGRAMA MATRICIAL
- 14 DIAGRAMA DE ÁRBOL

Fig. #2.3

2.4 FORMATO PARA REPORTE DE RUTA DE TQC

Esta es una lista de lo mínimo a reportar en la elaboración de un PDCA utilizando la Ruta de TQC.

PASO I.- Proyecto:

Definición del Proyecto: ¿Qué?, ¿Por qué?, ¿Cómo?, ¿Quién?, ¿Cuándo?, ¿Dónde?

Si se tiene definida la Meta: ¿Cómo se va a medir?

Beneficios:

PASO II.- Situación Actual:

Mostrar toda la información que se tenga.

Reportar lo más que se pueda utilizando las siete herramientas básicas.

Si en el paso I no se definió la Meta, definirla; ¿Cómo se va a medir?

Beneficios:

PASO III.- Análisis:

Mostrar el diagrama causa-efecto marcando las causas principales y cualquier información que lleva a completar el análisis.

PASO IV.- Acciones:

Poner las seis preguntas básicas en las acciones consideradas.

PASO V.- Ejecución:

Registrar los resultados obtenidos utilizando las siete herramientas básicas de las acciones planeadas.

PASO VI.- Verificación:

Mostrar los resultados obtenidos a la fecha de la verificación en términos de la Meta trazada.

PASO VII.- Mantener:

Documentar todos los procedimientos generados en la Ruta.

PASO VIII.- Idea y Mejora:

Mostrar el Antes y el Después utilizando las siete herramientas básicas.

Documentar Ideas y Mejoras sugeridas.

Reportar gráficamente el proceso llevado por el grupo para resolver la Ruta.

- * Número de sesiones
- * Número de participantes
- * Porcentaje de asistencia
- * Número de sugerencias
- * Horas-hombre aplicadas
- * Tiempo por Ruta
- * Tiempo por reunión
- * Logros y Aprendizajes
- * Cualquier información útil para el proceso

2.5 LOGROS Y APRENDIZAJES

Al aplicar la Ruta de TQC, se llegan a obtener logros y aprendizajes en diferentes campos como los que se ejemplifican a continuación:

- * Entender y aplicar el proceso de la Ruta de TQC
- * Siguiendo el método se llega al resultado
- * Se aprenden cosas nuevas, a recolectar datos, las 7 herramientas básicas
- * Pensar en las causas primero, antes de tomar decisiones
- * El material de educación está orientado a problemas y no a proyectos
- * Son mejores las encuestas personales, que las enviadas
- * Se cree que es fácil y no lo es
- * Salen cosas nuevas a mejorar
- * Existe la tendencia a mejorar
- * Las acciones se deben definir con las seis preguntas obligadas, si no, se hacen mal
- * Es recomendable ligar las acciones con las causas
- * La meta se define en forma objetiva y medible después de haber revisado la situación actual
- * Cuando se quiere transmitir algo, por el grupo, es muy recomendable ponerlo por escrito, para informarlo en forma homogénea
- * Se aprende aplicando
- * El proceso favorece la integración del grupo
- * Se incrementa la creatividad
- * El diseño de una hoja de verificación es importante y plantear el objetivo de la misma, cómo llenarla y para qué va a servir cada dato que se obtenga
- * Se recomienda hacer un piloto de la hoja de verificación diseñada
- * No se está acostumbrado a sacar datos
- * Ayuda pensar en causas y no en soluciones
- * Cada paso de la Ruta es documentado
- * Se recomienda seguir el material de educación en las primeras tres o cuatro Rutas

Con esto se dan por terminados los conceptos de la Ruta de TQC, para pasar a explicar cuales son las siete herramientas básicas, cuál es su utilidad y cómo se utilizan, esto se realizará en el siguiente capítulo.

3. LAS SIETE HERRAMIENTAS BÁSICAS

Estas herramientas estadísticas fundamentan las estrategias de TQC, y sus propósitos son los siguientes:

- * Organizar datos numéricos
- * Facilitar la planeación a través de herramientas efectivas
- * Mejorar el proceso de toma de decisiones

Las siete herramientas básicas, conocidas como 7HB, son las siguientes:

- 1.- Hoja de verificación
- 2.- Diagrama de Pareto
- 3.- Diagrama de causa-efecto
- 4.- Estratificación
- 5.- Diagrama de dispersión
- 6.- Histograma
- 7.- Gráfica de control

3.1 HOJA DE VERIFICACIÓN

En cada proceso pueden obtenerse muchos tipos diferentes de datos, ya que al aplicar el TQC, al producto, servicio, entrega, etc., los datos requeridos para cada situación son diferentes. Por lo tanto para poder mejorar un proceso, lo primero es determinar y obtener los datos que se requieren para poder asegurar la satisfacción de las necesidades del cliente. Con este propósito se utiliza la hoja de verificación, que es la herramienta que sirve para recolectar datos en un formato lógico (muestreo racional), y sirve, de hecho, como una herramienta de transición entre la recolección de datos y el uso de técnicas más elaboradas. Los datos recolectados pueden usarse para construir una gráfica de control, un histograma, un diagrama de Pareto, etc. La hoja de verificación tiene varios propósitos, siendo el más importante el capacitar al usuario para

tener datos reunidos y organizados en un formato tal que permita un análisis eficiente y fácil. Se define como la herramienta utilizada para el registro y organización de información y/o datos.

3.1.1 ¿PARA QUÉ SIRVE LA HOJA DE VERIFICACIÓN?

- * Proporciona un medio para registrar de manera eficiente los datos que servirán de base para subsecuentes análisis
- * Proporciona registros históricos, que ayudan a percibir los cambios en el tiempo
- * Facilita el inicio del pensamiento estadístico
- * Ayuda a traducir las opiniones en hechos y datos
- * Se puede usar para confirmar el cumplimiento de una norma

3.1.2 TIPOS DE HOJAS DE VERIFICACIÓN

El diseño de la hoja de verificación debe facilitar el logro de los objetivos planteados en la Introducción. Al diseñar una Hoja, es importante que el usuario determine lo que quiere obtener de los datos y el uso de esta información, ya que facilitará el diseño adecuado de la Hoja para obtener el beneficio óptimo de los datos. En realidad hay muchos tipos de hojas, a continuación se enunciarán tres muy utilizados.

* **REGISTRO DE DATOS:** Este puede ser de dos tipos, de datos por variables y de datos por atributos. En el primero, la recolección de datos implica en ocasiones reunir datos acerca de variables, en cualquiera de los elementos de la Calidad en Todo. Estos datos son mejor representados al organizar las mediciones en una Hoja de Verificación para Variables, que se asemeja mucho a una distribución de frecuencias. El segundo caso es igual al primero, pero en vez de registrar variables que son características medibles y que cambian, se registran por atributos que son características con que se cuenta y que pueden cambiar.

* **LOCALIZACIÓN:** Esta es un diagrama o mapa de un producto, o una porción de éste, o un área bajo observación, en el cual se indica la naturaleza y localización específica de defectos, daños, accidentes, etc.

* **LISTA DE VERIFICACIÓN:** Esta se utiliza para evitar la omisión de pasos en procedimientos de puesta en marcha de equipo, mantenimiento preventivo, etc. Consiste en una lista de elementos dispuestos en un orden predeterminado: secuencia de inspección, pasos secuenciales en un proceso, lista de materiales, etc.

3.1.3 PROCEDIMIENTO

A continuación se enumeran los pasos que pueden seguirse para elaborar una Hoja de Verificación. Este procedimiento se presenta más bien como un modelo, y en base al mismo se puede diseñar una hoja que responda a las propias necesidades.

- 1.- Definir claramente el propósito de la recolección de los datos, identificando los factores más significativos en el problema/área de mejora
- 2.- Decidir como recolectar datos utilizando el concepto de las seis preguntas básicas; responsable, fecha y lugar de la recolección, método de recolección.
- 3.- Estimar el total de datos que serán recolectados considerando si los datos pueden ser recolectados dentro del tiempo especificado.
- 4.- Decidir el formato de la hoja haciendo un borrador de la hoja; debe procurarse que sea de fácil uso, definiendo el arreglo de los elementos y los símbolos que se utilicen. En caso de variables, definir la unidad de medición; para atributos, definir los símbolos a utilizar.
- 5.- Escribir los datos en la hoja.
- 6.- Uso. ¿Satisface los objetivos?, ¿Es fácil de usar?. Actualizar el formato de la hoja en caso que sea necesario.

3.1.4 LECTURA Y USO DE LA HOJA DE VERIFICACIÓN

Se debe basar en los siguientes puntos:

- * Visualizar toda la hoja. Al observar los datos obtenidos, se debe ver de modo general, tratando de encontrar una posible concentración de los datos, si estos forman una tendencia, datos anómalos, etc. Se intenta encontrar cambios periódicos en los datos, ya sea en una base diaria, semanal, etc.

- * Enlazar la Hoja con las otras Herramientas Básicas. A partir de la Hoja, se puede construir por ejemplo un diagrama de Pareto o un Histograma. Las Hojas serán de valor si el análisis de los datos conduce a resultados prácticos como la resolución de un problema o el logro de una mejora.

- * Las Hojas deben cumplir con el objetivo que se definió para su uso. Puesto que hay distintos tipos de hojas, se deben considerar las características particulares de cada una y construir la que satisfaga el objetivo.

- * Se debe hacer la Hoja tan simple como sea posible, y documentarla con los datos de título, periodo de recolección y responsable.

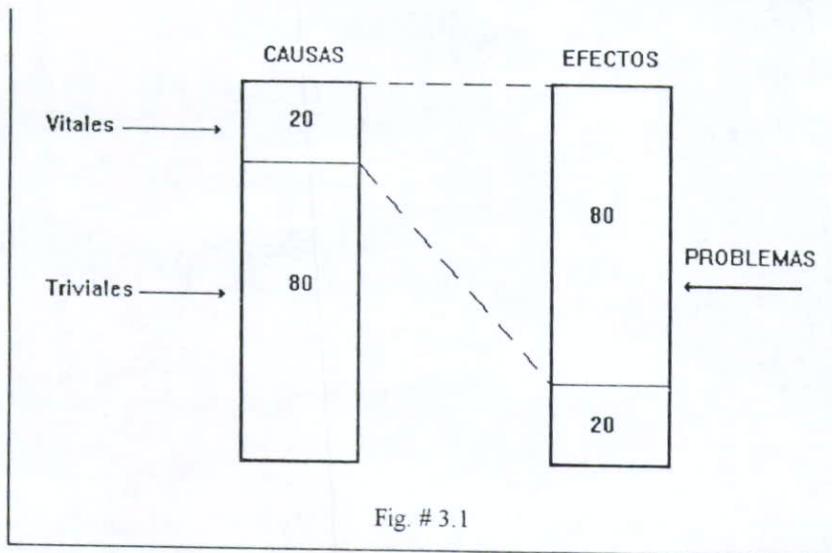
- * Las acciones correctivas se realizan tan pronto como sea posible. Los datos y la información recabados deben servir para proseguir el análisis del proceso o producto, con miras a establecer acciones para prevenir recurrencia, y puede ser en la forma de un Diagrama de Pareto, Histograma, Gráficas de Control, etc.

3.2 DIAGRAMA DE PARETO

3.2.1 ¿QUÉ ES EL DIAGRAMA DE PARETO?

Es una gráfica (Fig. # 3.1) que representa en forma ordenada el grado de importancia que tienen los diferentes factores en un determinado problema, tomando en consideración la frecuencia con que ocurre cada uno de dichos factores. Se fundamenta en la regla del 80-20,

que consiste en que aproximadamente el 80% de un valor o de un costo se debe al 20% de los elementos causantes de éste.



Como ejemplos se puede mencionar que: de los ingresos de una compañía, el 80% corresponden al consumo del 20% de sus clientes; o que el 80% de los defectos encontrados en un producto se deben al 20% de los tipos de defectos.

3.2.2 ¿PARA QUÉ SIRVE EL DIAGRAMA DE PARETO?

El objeto del diagrama de Pareto es identificar los "pocos vitales" o ese 20% de tal manera que la acción correctiva que se tome, se aplique donde produce un mayor beneficio. El diagrama de Pareto, al catalogar los factores por orden de importancia, facilita una correcta toma de decisiones. A continuación se muestra el esquema general de un diagrama de Pareto (Fig. # 3.2).

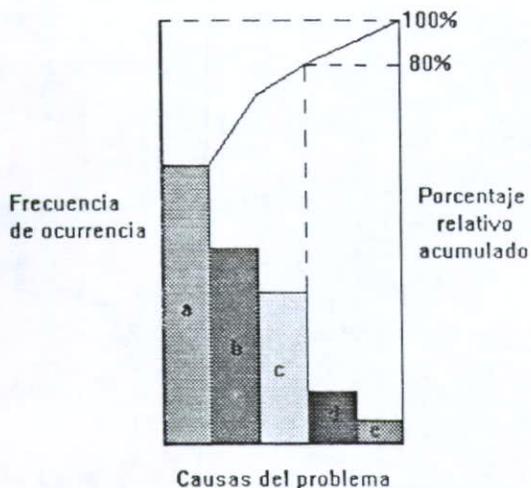


Fig. # 3.2

3.2.3 BENEFICIOS

- * Canaliza los esfuerzos hacia los "pocos vitales"
- * Ayuda a establecer prioridades y a señalar la importancia de cada una de las áreas de oportunidad
 - * Es el primer paso para la realización de mejoras
 - * Se aplica en todas las situaciones en donde se pretende efectuar una mejora, en cualquiera de los componentes de la Calidad en Todo: la calidad del producto/servicio, costos, entrega, seguridad y moral
 - * Permite la comparación antes/después, ayudando a cuantificar el impacto de las acciones realizadas para lograr mejoras
 - * Promueve el trabajo en equipo ya que se requiere la participación de todos los colaboradores relacionados con el área para analizar el problema, obtener información y llevar a cabo acciones para su solución

* El diagrama de Pareto se utiliza también para expresar los costos que significan cada tipo de defecto y los ahorros logrados mediante el efecto correctivo llevado a cabo a través de determinadas acciones

3.2.4 ¿CÓMO SE HACE EL DIAGRAMA DE PARETO?

1.- Se identifica el problema o área de mejora en la que se va a trabajar, en base a los componentes de la calidad en todo.

2.- Se elabora una lista de los factores incidentes en el problema, considerando, por ejemplo, características fuera de especificación, tipos de defectos, tiempos de entrega, tipos de actos inseguros, etc.

3.- Se establece el periodo de tiempo dentro del cual se recolectarán los datos. El periodo de tiempo a ser estudiado dependerá de la situación que se esté analizando.

4.- Se construye una Hoja de Verificación para la frecuencia con que ocurre cada factor o tipo de defecto dentro del periodo fijado, especificando el número total de casos verificados.

5.- Con base en los datos de la hoja de verificación, se ordenan los distintos factores de acuerdo a su frecuencia, comenzando con la que se da un número mayor de veces. Se registra, además, el número de casos de cada factor, sumándolos todos se obtiene el número total de veces que se presentó el problema.

6.- En el caso de conocer el número total de observaciones, se puede calcular el porcentaje absoluto de casos con respecto a ese total para cada factor identificado, obteniendo así el porcentaje de mejora que se obtendría al eliminar el factor correspondiente.

7.- Se obtiene el porcentaje relativo de casos atribuibles a cada factor, con respecto al número de veces de cada problema.

8.- El porcentaje relativo acumulado se calcula sumando en forma consecutiva los porcentajes de cada factor. Con esta información se señala el porcentaje de veces que se presenta el problema y que se eliminaría si se emprendiesen acciones efectivas que supriman los factores principales de los productos defectuosos.

9.- La información obtenida hasta este paso se presenta en una tabla.

10.- Construya el diagrama de Pareto.

10.1: En el eje horizontal se anotan los factores de izquierda a derecha, en orden decreciente en cuanto a su frecuencia. El eje vertical izquierdo se gradúa en tal forma que sirva para mostrar el número de casos que se da en razón de cada uno de los factores. El eje vertical derecho mostrará el porcentaje relativo acumulado.

10.2: Se trazan las barras correspondientes a los distintos factores. La altura de las barras representa el número de veces que ocurrió el factor, y se dibujan con la misma amplitud, unas tras otras.

10.3: Los puntos que representan el porcentaje relativo acumulado se colocan teniendo en cuenta la graduación de la barra vertical derecha; los puntos se colocan en el extremo derecho de cada barra, y se traza una curva que una dichos puntos. En esta forma queda graficada la curva del porcentaje relativo.

10.4: Se localiza el 80% en la curva del porcentaje relativo y se marcan los factores o causas que quedan a la izquierda del punto de intersección. Estas causas o factores son los pocos vitales.

10.5: El diagrama de Pareto debe de acompañarse de la debida documentación, mencionando el problema, fechas, responsables, lugares, etc.

3.3 DIAGRAMA CAUSA-EFECTO

3.3.1 ¿QUÉ ES EL DIAGRAMA CAUSA-EFECTO?

Es una técnica de análisis en la resolución de problemas utilizada para explicar cómo diversos factores que afectan un proceso pueden ser clasificados y relacionados de cierta manera. Lo podemos definir como un diagrama que muestra la relación sistemática entre un resultado fijo y sus causas. El resultado fijo es comúnmente denominado el "efecto", el cual representa un área de mejora: un problema a resolver, un proceso o una característica de calidad. Una vez que el problema (efecto) es definido, se identifican los factores que contribuyen a él (causas). Podemos mencionar los siguientes ejemplos: un lavado incorrecto de sales puede ocasionar que

no se alcance la suavidad requerida; diferencias en las materias primas pueden darnos diferentes colores como resultado en el proceso; las fallas en una computadora pueden deberse a variaciones en el voltaje.

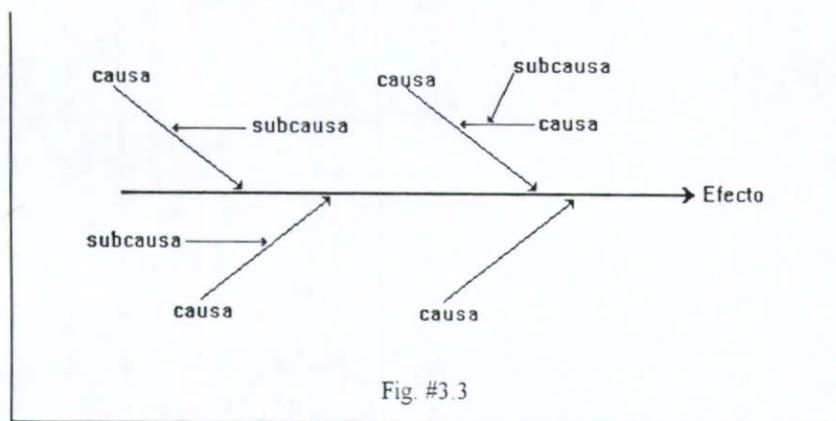


Fig. #3.3

Mientras que puede haber solamente una o varias causas del problema, existen probablemente muchas causas potenciales (subcausas) que podrían aparecer en el diagrama causa-efecto. En general, la presentación que el diagrama causa-efecto da a la relación existente entre las causas/subcausas y el efecto, tiene la forma de un *esqueleto de pescado*, razón por la cual el diagrama puede tomar este otro nombre. La estructura general del diagrama se muestra en la siguiente figura # 3.3:

3.3.2 LLUVIA DE IDEAS

Es importante que el diagrama causa-efecto represente las perspectivas de varias personas diferentes implicadas en el problema/área de oportunidad más que la visión de uno o dos individuos. Una técnica adecuada para este fin es la "lluvia de ideas" efectuada por el grupo de trabajo. Al organizar una sesión de lluvia de ideas deben cuidarse diversos aspectos como los que se enumeran a continuación:

- * Debe alentarse la participación de todos y cada uno de los participantes

* No se hará ninguna crítica a alguna sugerencia. Abstenerse de juzgar entre lo bueno y lo malo

* Las sugerencias no deben limitarse al área personal de trabajo

* Puede ser útil un periodo de observación entre el tiempo que el diagrama es propuesto al tiempo que es terminado

* Los participantes deben concentrarse en el análisis de un problema, y no entretenerse en justificar la aparición del problema

3.3.3 TIPOS DE DIAGRAMAS DE CAUSA-EFECTO

Existen tres tipos básicos de diagramas causa-efecto: 5 M's, diagrama por fases y diagrama de dispersión.

a. - ANÁLISIS DE VARIABILIDAD

El diagrama causa-efecto básico es el utilizado para analizar la variabilidad o dispersión de una característica de calidad. Los siguientes pasos son recomendados para construir este diagrama:

1°.- Definir el "efecto". El efecto debe ser definido de un modo claro. El enunciado del efecto se escribe en una hoja grande de papel (en la parte central de este y hacia el lado derecho). Encerrar el enunciado en un cuadro y dibujar una flecha con su punta conectada con el cuadro.

2°.- Identificar las causas mayores y subcausas. El equipo de trabajo sesionará, mediante una "lluvia de ideas" para reconocer las causas principales y subcausas que contribuyen al efecto, éstas deben registrarse en el diagrama (estas constituyen las ramas o "espinas"); las ramas principales normalmente corresponden al concepto 5 M's (material, método, máquina, medio ambiente y mano de obra).

3°.- Se verifican las causas probables. Las causas más probables deben ser analizadas, recolectando datos para ver si el impacto sobre el problema es significativo.

4°.- Dejar pasar un tiempo para ponderar las causas antes de evaluarlas. Algunas de las cuestiones a considerar en este momento son las siguientes:

- * ¿Es esta causa una variable o un atributo?
- * ¿Ha sido la causa definida operacionalmente?
- * ¿Existe una gráfica de control o un registro para esta causa?
- * ¿Interactúa esta causa con las otras?

5°.- Remarcar las causas más probables. De la lista de causas probables que afectan al proceso se encierran en un círculo aquellas que se consideran tienen más impacto sobre el problema.

6°.- Verificar las causas probables. La causa más probable debe ser analizada, recolectando datos para ver si el impacto sobre el problema es significativo. En caso negativo, se hace lo mismo con las otras.

Cada una de las causas probables identificadas puede ser analizada mediante la contestación de las seis preguntas básicas, ya que lo que se busca es encontrar la raíz misma del problema, o sea, las causas reales.

b.- ANÁLISIS DEL PROCESO POR ETAPAS

Esta forma del diagrama causa-efecto se usa cuando una serie de eventos (pasos en un proceso) crea un problema en un producto y no está claro cual evento o paso es la causa mayor del problema. Cada categoría o subprocesso es examinada para ver si hay causas posibles; después de que las causas de cada etapa son descubiertas, se seleccionan y verifican las causas significativas del problema.

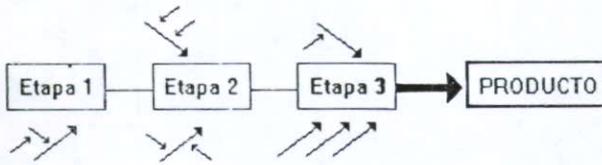


Fig. # 3.4

En cada etapa del proceso la pregunta a efectuar sería: ¿Qué problemas de calidad podrían ocurrir en esta fase del proceso?. Este diagrama facilita la comunicación entre las operaciones y puede ser usado para prevenir problemas en el proceso (Fig. # 3.4)

c.- DIAGRAMA PARA EL PROCESO

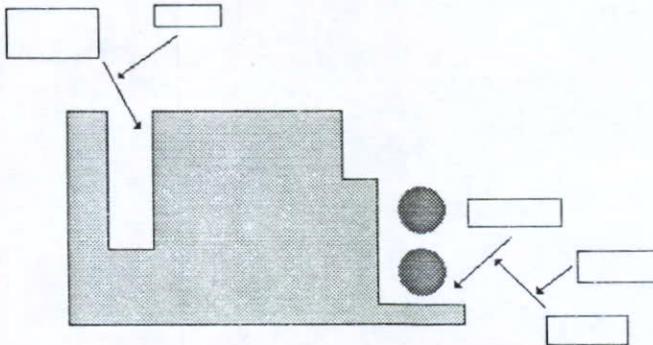


Fig. # 3.5

Esto resulta de la combinación del diagrama causa-efecto con un modelo (a escala o fotografía) del proceso (o máquina, pieza, etc.) señalando las diversas causas que impacten en cada parte del mismo (Fig. # 3.5).

3.3.4 ¿PARA QUÉ SIRVE EL DIAGRAMA CAUSA-EFECTO?

La elaboración de un diagrama causa-efecto es una labor educativa en sí misma, en la cual se favorece el intercambio de técnicas y experiencias entre los miembros del grupo de trabajo, cada uno de los cuales ganará nuevos conocimientos, ya sea al realizar el diagrama o al estudiar uno terminado.

El diagrama puede ser utilizado para el análisis de cualquier problema, ya que sirve tanto para identificar los diversos factores que afectan un resultado como para clasificarlos y relacionarlos entre sí.

El análisis que supone la elaboración del diagrama ayuda también a determinar el tipo de datos a obtener con el fin de confirmar si los factores seleccionados fueron realmente las causas del problema.

El diagrama se puede emplear, por otra parte, para prevenir problemas, pues proporciona una visión de conjunto, bien sea de los factores de una determinada característica de calidad, o bien, de las fases que integran el proceso. Cuando se detectan causas potenciales de un problema, éstas pueden prevenirse si se adoptan controles apropiados.

Además el diagrama causa-efecto muestra la habilidad que tiene el personal encargado del proceso; entre más alto sea el nivel de capacitación y conocimientos de los trabajadores, mejor será el diagrama resultante.

3.4 ESTRATIFICACIÓN

3.4.1 ¿QUÉ ES LA ESTRATIFICACIÓN?

Es una herramienta estadística que consiste en una clasificación de los elementos de una población que tienen afinidad para analizarlos y así determinar más fácilmente las causas del comportamiento de alguna característica. A cada una de las partes de esta clasificación se le llama estrato, y el análisis de los datos puede ampliarse, posteriormente, por medio del diagrama de Pareto o del diagrama de causa-efecto.

Siendo que los valores observados de alguna característica de la calidad en todo están siempre acompañados por alguna variabilidad, las causas de ésta son más fácilmente detectadas cuando los datos son estratificados de acuerdo a los efectos que se piensa causan esa variación

3.4.2 ¿PARA QUÉ SIRVE LA ESTRATIFICACIÓN?

- * Sirve para identificar la causa que contribuye con la mayor parte de la variabilidad en el efecto.

- * Permite obtener una comprensión detallada de la estructura de una población de datos. Tal conocimiento permitirá identificar las causas del problema, y llevar a cabo las acciones correctivas convenientes.

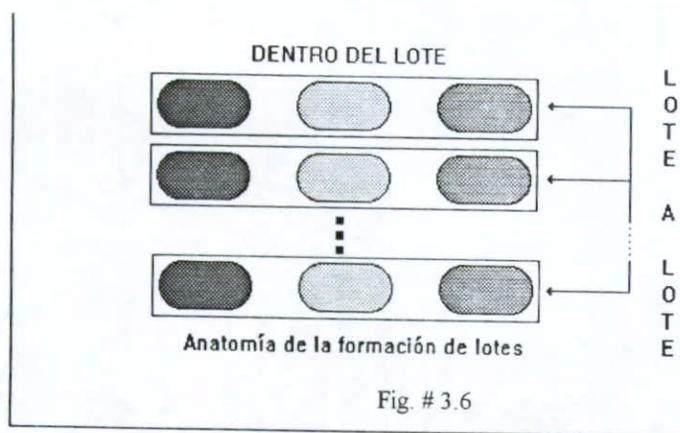
- * Permite examinar la diferencia en los valores promedios y la variación entre diferentes estratos, y tomar medidas contra la diferencia, si existe alguna. Si es imposible tomar medidas al instante, es necesario llevar el control del proceso usando gráficas de control estratificadas.

3.4.3 USOS DE LA ESTRATIFICACIÓN

La estratificación es generalmente hecha acorde al concepto (hombre, máquina, método, material y medio ambiente), y los estratos a utilizar dependerán de la situación analizada.

- a) MANO DE OBRA: Capacitado/no capacitado; experiencia, edad, sexo, departamento, etc.
- b) MÁQUINA: Modelo, Automática / semiautomática, línea, tanque, etc.
- c) MÉTODO: Procedimiento1, procedimiento2, ...
- d) MATERIAL: Proveedores A, B, C..., comparación de materiales, etc.
- e) MEDIO AMBIENTE: Condiciones ambientales, entorno económico, ecológico, etc.

3.4.4 ESTRATIFICACIÓN POR LOTES



Las colecciones de productos conocidas como "lotes" resultan comúnmente de numerosos arreglos de variables, como se muestra en la figura # 3.6.

En la mayoría de los proyectos, es posible y útil separar estas múltiples variables en sus componentes para poder cuantificar su importancia y descubrir cuál es dominante. Frecuentemente los lotes son el resultado de la convergencia de varias líneas de flujo del producto. Estas líneas difieren una de otra debido a que están siendo procesadas por diferentes máquinas, con diferentes lotes de materia prima, por diferentes colaboradores, etc.

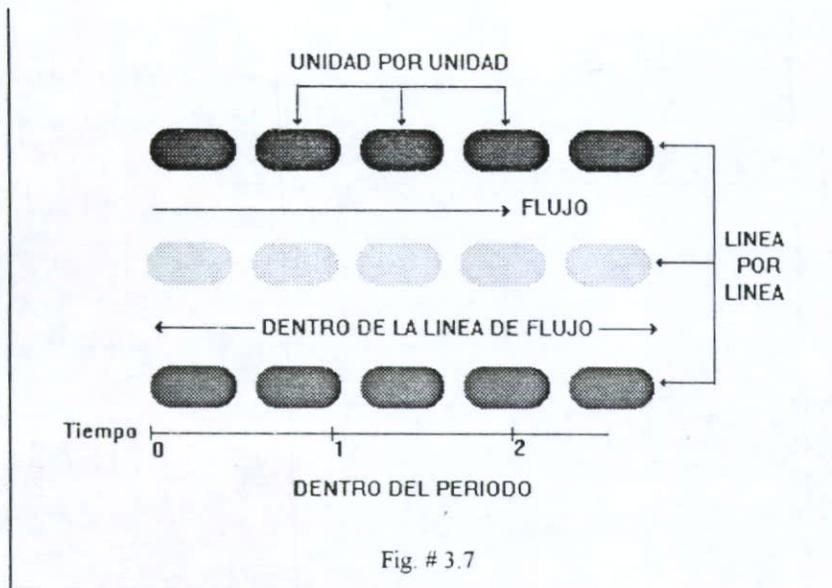


Fig. # 3.7

Cuando se estudia el producto línea por línea es posible separarlo y evitar las mezclas creadas por la producción normal. Algunas veces esta separación es hecha simplemente al planear la identificación del producto con anticipación a su producción. Esta separación puede tomar varias formas (Fig. #3.7); enseguida discutiremos algunas de ellas:

a) Análisis periodo a periodo

Dentro de las mismas líneas de flujo del proceso existe una variación cada determinado intervalo de tiempo; por ejemplo, la solución química que se está utilizando gradualmente se diluye, las máquinas y las herramientas se van desgastando al transcurrir el proceso, el operador se va fatigando. Estas variaciones frecuentemente pueden ser cuantificadas para determinar la magnitud de su efecto, y se muestran, por ejemplo, en la figura # 3.8:

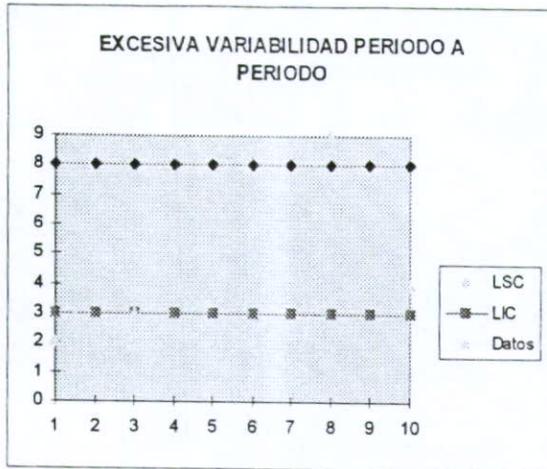


Fig. # 3.8

b) Análisis dentro de una unidad, y unidad por unidad

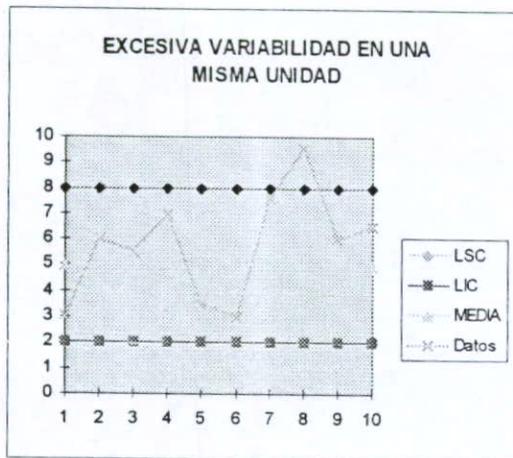


Fig. # 3.9

Los productos también pueden mostrar variaciones unidad a unidad o aún dentro de la misma unidad, las cuales son independientes de las variaciones antes mencionadas. Para el estudio de

estas situaciones especiales, se puede utilizar una gráfica de control de lecturas individuales como se muestra en el siguiente diagrama:

Como se puede observar, la gráfica # 3.9 ha sido estratificada en base a la hora de trabajo. En ella se puede apreciar la existencia de una gran variabilidad en una misma pieza. Las causas posibles de esta variación pueden ser: el mal ajuste de las máquinas, el material de los proveedores presenta variación de lote a lote, maquinaria que necesita reparación, instalaciones inadecuadas, fatiga del operario, improvisación del trabajo, mantenimiento inadecuado de las máquinas, error en la ejecución del trabajo, en suma, cualquier causa posible dentro del concepto 5 M's.

3.5 DIAGRAMA DE DISPERSIÓN

El diagrama de causa-efecto ayuda a identificar las posibles causas responsables de una característica de calidad. El ordenamiento de estas causas, realizado en el diagrama de Pareto, facilita ver qué causas deben tratarse en forma prioritaria, a fin de reducir en gran medida el número de productos defectuosos. Con el propósito de controlar mejor el proceso y, por consiguiente, de mejorarlo, resulta a veces indispensable conocer la forma como se comportan algunas variables o características de calidad entre sí, esto es, descubrir si el comportamiento de unas depende del comportamiento de otras, o no, y en qué grado.

3.5.1 ¿QUÉ ES EL DIAGRAMA DE DISPERSIÓN?

Los métodos gráficos tales como el histograma o las gráficas de control tienen como base un conjunto de datos correspondientes a una sola variable (la característica de calidad de interés). El diagrama de dispersión es una herramienta utilizada con frecuencia cuando se desea realizar un análisis gráfico de *datos bivariados*, es decir, los que se refieren a dos conjuntos de datos. El resultado del análisis puede mostrar que existe una relación entre una variable y la otra, y con el estudio puede ampliarse para incluir una medida cuantitativa de tal relación. En estudios de mejoramiento de calidad los dos conjuntos pueden referirse a lo siguiente:

- * Una característica de calidad y un factor que incide sobre ella
- * Dos características de calidad relacionadas
- * Dos factores relacionados con una sola característica

3.5.2 ¿PARA QUÉ SIRVE EL DIAGRAMA DE DISPERSIÓN?

- * Proporciona la posibilidad de reconocer relaciones causa-efecto
- * Hace fácil el reconocimiento de correlaciones
- * Ayuda a determinar relaciones dinámicas o estáticas (de mediciones)
- * Indica si dos variables (o factores o bien características de calidad) están relacionados

3.5.3 ¿CÓMO SE HACÉ EL DIAGRAMA DE DISPERSIÓN?

El proceso de elaboración de diagrama de dispersión contiene los siguientes pasos:

PASO 1:

Recolectar n parejas de datos de la forma (x_i, y_i) , para $i = 1, 2, \dots, n$; y donde x_i e y_i representan los valores respectivos de las dos variables. Los datos se suelen presentar en una tabla:

X	Y
X_1	Y_1
X_2	Y_2
X_n	Y_n

PASO 2:

Diseñar las escalas apropiadas para los dos ejes, X e Y.

PASO 3:

Graficar las parejas de datos. Si hay puntos repetidos, se mostrarán como círculos concéntricos.

PASO 4:

Documentar el diagrama, incluyendo lo siguiente: fecha, nombre del operario, nombre del proceso, etc.

3.5.4 LECTURA Y USO DEL DIAGRAMA DE DISPERSIÓN

La lectura del diagrama de dispersión se hace en base al tipo de relación entre los datos, lo fuerte o débil de la relación, la forma de la relación y la posible presencia de puntos anómalos. La relación entre los datos se denomina "correlación positiva" cuando a un aumento de un valor de la variable X le acompaña un aumento en Y ; el caso invertido da lugar a la llamada "correlación negativa". Otros patrones generales que se pueden encontrar al graficar los datos son los siguientes: "posible correlación", o el patrón de que "no hay correlación".

El patrón de puntos puede asumir diversas formas, dependiendo de la relación que exista entre las variables: si el patrón de puntos asume la forma (quizá aproximada) de una línea recta, se dice que existe "correlación lineal". En ocasiones, algunos datos dan lugar a puntos anómalos, que se presentan separados del patrón de puntos. El usuario debe dejar fuera del análisis esos puntos, que quizás son debidos a lecturas equivocadas o a algún cambio en las condiciones del proceso, etc., pero se ganará conocimiento de este último al estudiar las causas por las que se presentaron los puntos. Otras fallas que se pueden detectar al revisar los datos recabados son las corridas, las tendencias, las correcciones; éstas se explicarán después.

3.5.5 EL COEFICIENTE DE CORRELACIÓN LINEAL

El valor de un coeficiente (r), llamado coeficiente de correlación lineal de Pearson, proporciona una medida del grado de relación lineal entre dos variables y se calcula mediante la expresión:

$$r = \frac{S(xy)}{\sqrt{S(xx)S(yy)}}$$

donde:

$$S(xx) = \sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{n}$$

$$S(yy) = \sum Y_i^2 - \frac{(\sum Y_i)^2}{n}$$

$$S(xy) = \sum X_i Y_i - \frac{(\sum X_i)(\sum Y_i)}{n}$$

y "n" es el número de parejas de datos
y el término S(xy) se llama *covarianza*

El cálculo de r utilizando esta expresión se simplifica si a la tabla de los datos se agregan tres columnas, dos de ellas correspondientes a los cuadrados de cada variable y otra para los productos de las variables, y se obtienen los totales de todas las columnas (X, Y, XY, X², Y²). El valor del coeficiente de correlación satisface la siguiente relación:

$$abs(r) \leq 1$$

Si $r = +1$ ó $r = -1$, se tiene entonces una correlación perfecta, lo cual corresponde a que todos los puntos caen en una línea recta. Mientras que cuando el valor de r es cero, se tiene una correlación nula. El diagrama de dispersión debe acompañarse del cálculo del coeficiente de correlación para que el usuario determine el grado de relación lineal entre las variables.

3.5.6 CORRELACIÓN POR MEDIANAS

El procedimiento para calcular el coeficiente de correlación por medianas parte, en primer lugar, del diagrama de dispersión. Como se ve en la figura # 3.10, se localizan y grafican como ejes los valores de las medianas de los datos; los cuadrantes del plano así formado se numeran I, II, III y IV. Donde \bar{X} y \bar{Y} son los valores medios de la lista de datos para cada variable.

En seguida se determinan los valores de dos cantidades, r1 y r2, con las siguientes expresiones:

$$r_1 = \frac{n_1 + n_3}{n_1 + n_2 + n_3 + n_4}$$

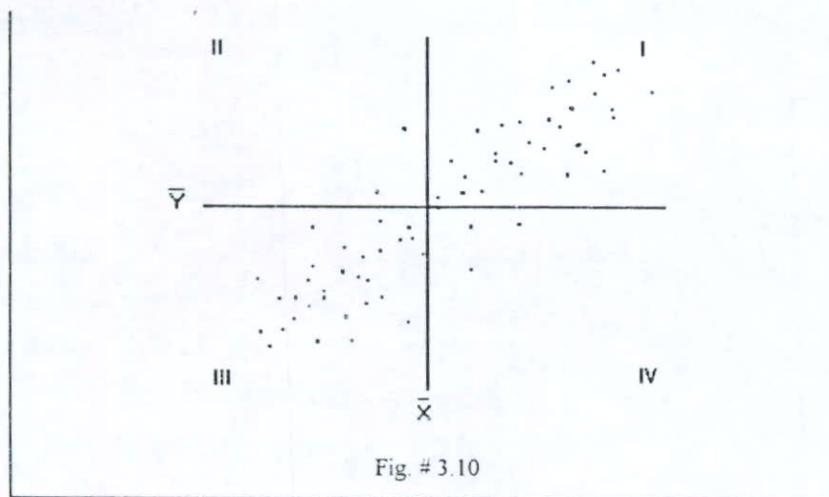
$$r_2 = \frac{n_2 + n_4}{n_1 + n_2 + n_3 + n_4}$$

donde n_i es el número de puntos contabilizados en el cuadrante y .

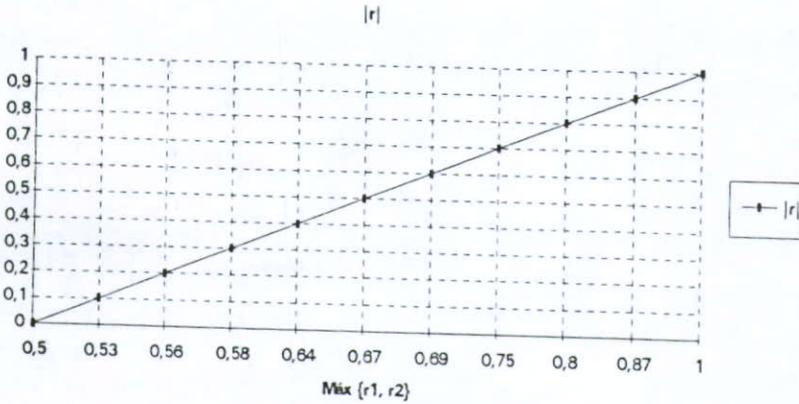
Criterio:

- a) Si $r_1 > r_2$, entonces la relación es directa
- b) Si $r_2 > r_1$, entonces la relación es inversa

El valor del coeficiente de correlación se obtiene del gráfico 3.11, dado a continuación:



El uso del método por medianas posee dos ventajas importantes: primero, para un conjunto grande de datos, el cálculo de r es rápido, y segundo, los cálculos son muy sencillos. La desventaja es que el valor obtenido por este método es aproximado, y el usuario que desee exactitud completa en sus estudios tiene que utilizar el enfoque de Pearson.



En el eje horizontal se localiza el valor $\text{Máx}\{r_1, r_2\}$, y en el eje vertical se lee el valor de r .

Fig. # 3.11

3.6 HISTOGRAMA

3.6.1 LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Un buen estudio estadístico comienza con una recolección correcta de datos. Esto requiere tomar ciertas precauciones. A continuación se enumeran algunas de ellas:

- * Los valores que se registran deben corresponder realmente a lo que se ha observado. Es necesario registrar fielmente los datos.
- * Si los datos son de un proceso continuo, es muy importante efectuar la medición con la mayor precisión posible, tratando de eliminar al máximo los errores.
- * Se debe cuidar que los instrumentos de medición estén bien calibrados, además de que se deben usar adecuadamente.

Si hay errores en la obtención de los datos las conclusiones no serán objetivas a pesar de tener muestras representativas y realizar un buen estudio estadístico.

3.6.2 LA ORGANIZACIÓN DE LOS DATOS EN DISTRIBUCIONES DE FRECUENCIAS

Para poder analizar los datos y obtener la información que se desea a partir de ellos, es necesario ordenarlos. La forma común de ordenarlos consiste en construir con ellos una tabla llamada distribución de frecuencias. El procedimiento que se sigue para la elaboración de esta tabla consiste básicamente en organizar los datos por grupos, a fin de poder ver lo siguiente:

- * Que datos representan los valores más bajos, y cuáles los más altos
- * Con que frecuencia se presentan los datos en los grupos
- * La forma de la población de los datos

3.6.3 ¿CÓMO SE HACE LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS?

PASO 1:

Se obtiene el rango (R) de los datos, que es la diferencia que existe entre el dato mayor (X_M) y el menor (X_m) de un conjunto de datos. $R = X_M - X_m$, e indica cuánta distancia cubren los datos si se ordenan en una recta numérica.

PASO 2:

Determinar el número de subgrupos que se formarán. Se llama "clase" a cada uno de los subconjuntos en los que se agrupan los datos. El número de clases (k), depende del número de datos que se tenga, y se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$k = \frac{\ln(n)}{\ln(2)}$$

Una aproximación rápida se puede obtener redondeando la raíz cuadrada del número de muestras al número más cercano.

PASO 3:

Establecido el número de clases en que van a quedar agrupados los datos, se determina la amplitud (A) de cada clase. Esto se lleva a cabo dividiendo el rango (R) obtenido del conjunto de datos entre el número establecido de clases (k), por lo tanto: $A = R / k$.

PASO 4:

Establecer los dos valores límites de cada clase, que son llamados las fronteras inferior (F_i) y superior (F_s) de cada una. La frontera inferior de la primera clase se establece con el dato menor de todo el conjunto, mientras que la superior se obtiene añadiendo a la frontera inferior la cantidad de amplitud (A) obtenida, además de pasar a ser la frontera inferior de la segunda clase, sirve para de igual forma obtener el valor de la frontera superior de la segunda clase, y así sucesivamente.

PASO 5:

Se calcula el punto medio de cada clase, valor que se denomina marca de clase: esta se denota por X_i (con $i = 1, 2, 3, \dots, k$), y es el promedio de las fronteras de la clase.

PASO 6:

Contar el número de datos que caen dentro de cada una de las clases establecidas, esto es, calcular las frecuencias absolutas, denotadas como f_i . Por lo tanto la suma de las frecuencias absolutas debe ser igual al número de datos manejados.

PASO 7:

Elaborar la tabla de frecuencias que presenta la siguiente forma:

Clase	Fronteras		Marca de clase	Frecuencia absoluta
	F_i	F_s	X_i	f_i
1
2
3
.
k

Total = n

Fig. # 3.12

La tabla de frecuencias es realmente una manera de sumarizar un conjunto de datos, es decir, se obtiene una vista general de estos. En primera instancia, cada clase logra este objetivo. Por ejemplo, se puede tener una clase(2.56, 2.84), con frecuencia 7. El valor 7 quiere decir que tenemos 7 datos con valores comprendidos entre 2.56 y 2.84; sin embargo, hemos "perdido" esos datos. Por otra parte, el valor de 2.7 para la marca de clase representa el valor representativo de cada uno de los datos que integran la clase. Así, los dos valores límites de la clase se "pierden", para dar lugar a la marca de clase. En cambio, se gana una perspectiva general de los datos.

3.6.4 ¿QUÉ ES EL HISTOGRAMA?

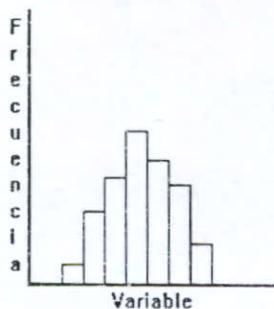


Fig. # 3.13

El histograma es una gráfica (Fig. # 3.13) que resulta de la tabla de frecuencias de los datos: está integrada por un conjunto de barras que representan los intervalos o clases, ubicados en un sistema de coordenadas.

La línea vertical sirve para indicar la cantidad de datos que contiene cada clase. Por consiguiente se gradúa teniendo en cuenta tanto el número de datos que corresponden a cada clase como el total de los datos. En la línea horizontal se disponen las fronteras de todas las clases. Las barras corresponden a cada clase, y su altura es proporcional al valor de la frecuencia absoluta de la misma. En los extremos de las barras se anotan los límites de clase, mientras que en la parte central se escribe la cantidad correspondiente a la marca de clase. El número de clases debe reportar datos útiles, ya que tener pocas o muchas clases conduce a información confusa.

El histograma nos permite responder de manera rápida a una serie de cuestiones como estas:

- * ¿Cuál es la forma de la distribución?
- * ¿Cuál es la relación con las especificaciones?
- * ¿Es necesario un cambio en el proceso?

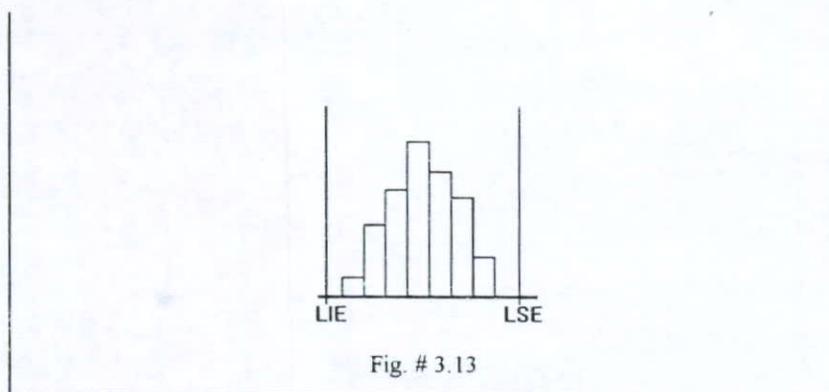
Se debe mencionar que el uso del histograma tiene algunas limitaciones:

- * El histograma muestra una condición a posteriori del proceso, es decir, es histórico
- * El número de datos que se necesitan es relativamente grande
- * Es imposible distinguir entre las dos clases de variación (causas comunes o causas especiales) presentes en todo proceso
- * El histograma resulta incapaz de mostrar si el proceso exhibe algún patrón de comportamiento anormal en el tiempo, ya que agrupa los valores registrados sin tomar en cuenta su cronología.

Con todo, el histograma es la mejor herramienta que se puede utilizar para conocer el comportamiento de la variable.

3.6.5 HISTOGRAMA Y LOS LIMITES DE ESPECIFICACIÓN

Es conveniente marcar los límites de especificación en el histograma, pues así resulta fácil reconocer la existencia de problemas en el comportamiento de la variable en cuestión o, si se comparan dos histogramas del mismo proceso, ver si ha habido un cambio en el mismo. Para ver que un proceso esté controlado, el histograma tiene que presentar las siguientes características: que el histograma sea más estrecho que los límites de control superior e inferior, lo cual nos indica menos variabilidad y que el centro del histograma coincida con el punto medio de los límites de control, lo cual indica que el proceso está centrado (Fig. # 3.13). Para mayor información sobre distribuciones probabilísticas consultar el Anexo.

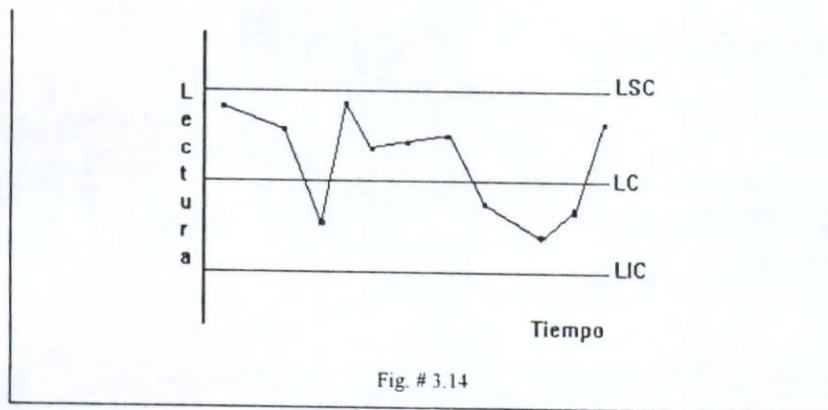


3.7 GRÁFICA DE CONTROL

3.7.1 ¿QUÉ ES UNA GRÁFICA DE CONTROL?

Es un diagrama que sirve para examinar si un proceso se encuentra en una condición estable, o para indicar que el proceso es inestable. Aunque existen diversos tipos de gráficas de control, todas presentan una estructura similar, como lo muestra la figura. La gráfica contiene una línea central (LC), una línea superior que marca el límite de control superior (LSC), y una línea inferior que marca el límite de control inferior (LIC). Los puntos representan las lecturas

hechas en intervalos de tiempo, y los límites de control marcan el intervalo de confianza en el cual se espera, con un nivel de confianza dado, que caigan los puntos.



Las lecturas se hacen a partir de muestras del producto, pudiendo ser lecturas individuales, porcentaje de partes no conformantes, rangos, promedios, etc., y los intervalos de tiempo son generalmente iguales. Si el patrón de puntos no coincide con el comportamiento normal, entonces el proceso se encuentra fuera de control estadístico.

3.7.2 CONSIDERACIONES PREVIAS

Antes de elaborar una gráfica de control es necesario establecer con claridad los siguientes puntos:

- * El propósito de la gráfica
- * La variable a considerar
- * El criterio a adoptar en la selección de los datos
- * El tamaño de la muestra

La variable a considerar debe ser algo que pueda ser medido: dimensiones tales como, dureza, fragilidad, resistencia, peso, etc.; o bien, el número de objetos calificados con *pasa / no pasa*. La selección de los datos se debe hacer con base en hipótesis racionales. Con respecto al

tamaño de la muestra, es conveniente que los subgrupos se formen de acuerdo con el tipo de gráfica, el volumen de producción, el tiempo, el orden, etc.

3.7.3 ¿PARA QUÉ SIRVE LA GRÁFICA DE CONTROL?

- * Diagnostica el comportamiento de un proceso en el tiempo
- * Indica si un proceso ha mejorado o empeorado
- * La gráfica permite identificar las dos fuentes de variación de un proceso: causas comunes y causas especiales o asignables.
 - * Es una herramienta que sirve para determinar el estado de control de un proceso.
 - * Es una herramienta de comunicación para explicar la salida de un proceso en términos de un lenguaje común.
 - * Promueve la participación directa de los operadores en el logro de la calidad.
 - * Sirve como una herramienta de detección de problemas

3.7.4 TIPOS DE GRÁFICAS DE CONTROL

Las gráficas de control más frecuentemente utilizadas son las siguientes:

- * Para las variables:

\bar{X} - R	Promedios y rangos
\bar{X} - S	Promedios y desviación estándar
\tilde{x} - R	Medianas y rangos
X - R	Lecturas individuales

- * Para los atributos:

p	Proporción de unidades defectuosas
np	Número de unidades defectuosas
c	Número de defectos por unidad
u	Número de defectos por unidad (unidad variable)

3.7.5 GRÁFICA $\bar{X} - R$

La construcción de una gráfica de promedios y rangos resulta de la presentación simultánea, esto es, formando una unidad, tanto de la gráfica de promedios como la de rangos. Consta, pues, de dos secciones: la de la parte superior, que se dedica a los promedios, y la de la parte inferior, que se dedica a los rangos. En el eje vertical se establecen las escalas respectivas; en la parte superior, para las magnitudes de los promedios, y en la parte inferior, para la de los rangos. Abajo, a lo largo del eje horizontal, se numeran las muestras.

El procedimiento para elaborar la gráfica de promedios y rangos se ofrece a continuación; es importante mencionar que la construcción de la gráfica $\bar{X} - R$ se inicia con la parte correspondiente a los rangos, pues la gráfica de promedios está en función del valor del rango medio.

PASO 1:

Se calcula el promedio y rango de cada uno de los k subgrupos, es decir:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + \dots + X_n}{n}$$
$$R = X_{Max} - X_{min}$$

PASO 2:

En el cálculo para el rango promedio y los límites de control para los rangos se utilizan las siguientes fórmulas:

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_k}{k}$$
$$LSC_R = D_4 \bar{R}$$
$$LIC_R = D_3 \bar{R}$$

Donde R es el promedio de los rangos, D_3 y D_4 son constantes que se han determinado de acuerdo al tamaño de cada subgrupo. Se diseña una escala adecuada para los rangos, se grafican los puntos, la línea central y los límites de control.

PASO 3:

La línea central se traza a la altura que corresponde al promedio de los promedios. Por consiguiente su fórmula es:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \dots + \bar{X}_k}{k}$$

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

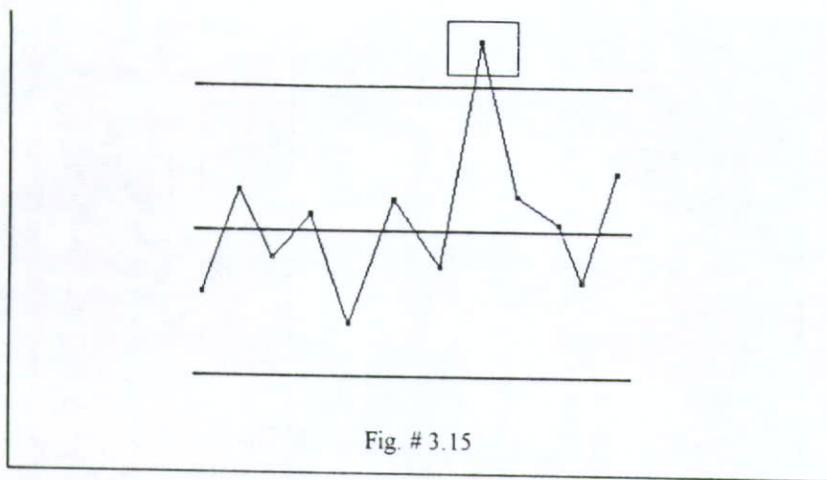
$$LIC_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$$

El valor de la constante A_2 depende del tamaño de la muestra, y \bar{R} es el promedio de los rangos.

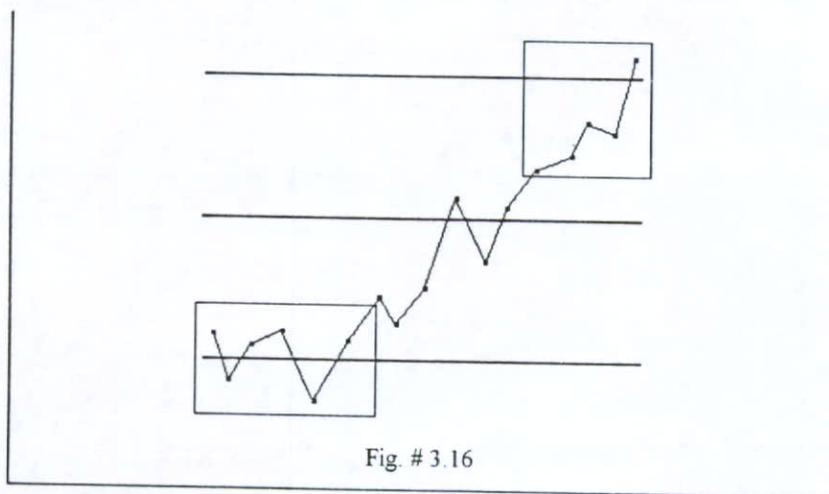
3.7.6 LECTURA Y USO DE LA GRÁFICA DE CONTROL

La lectura de una gráfica de control se realiza buscando puntos fuera de los límites de control o detectando patrones de anormalidad en el conjunto general de los puntos. A continuación se describen algunos patrones más comunes, y se da una descripción de las causas que pueden estar afectando el proceso según el tipo de gráfica.

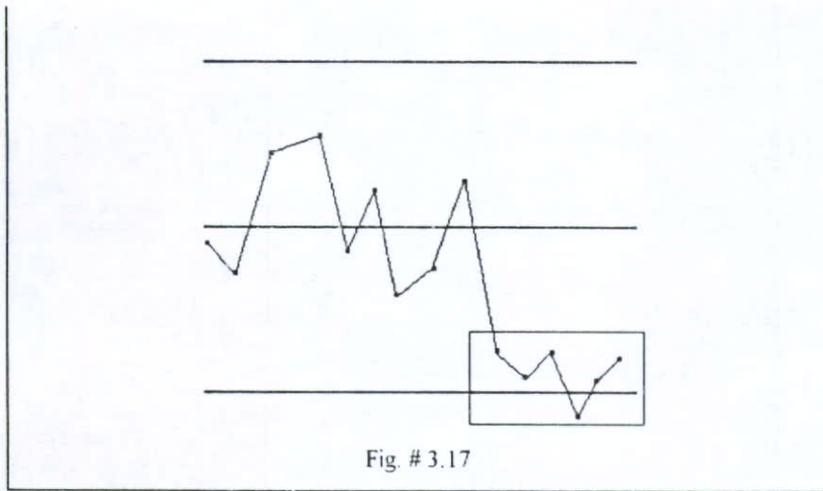
1º.- Puntos fuera de control (Fig. # 3.15). Estos puntos también llamados ‘saltos’ o ‘abortos’ se refieren a la presencia de una sola medición que difiere mucho de las otras. Este patrón es uno de los más sencillos de reconocer, y por el hecho de darse en forma aislada es fácil de identificar y por lo tanto de determinar sus causas.



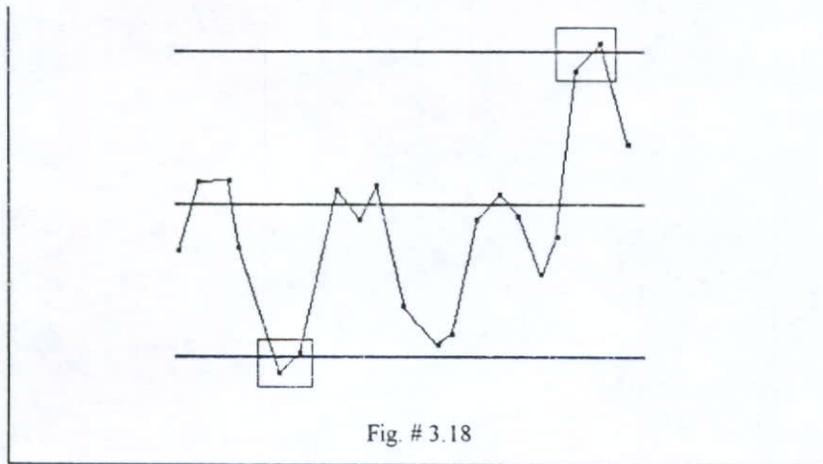
2°.- Tendencias continuas (Fig. # 3.16). Este patrón se define como una variación constante en forma ascendente o descendente siendo fácil de reconocer. La tendencia puede surgir debido a causas que operen sobre el sistema de un modo gradual.



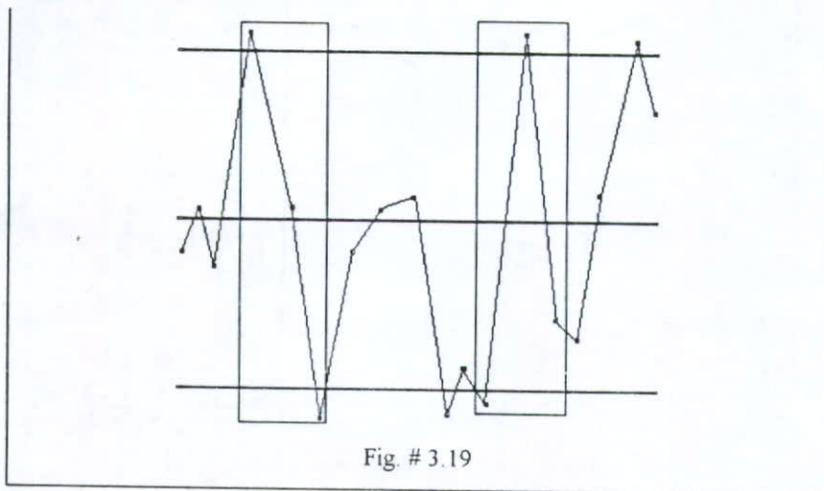
3°.- Cambio repentino de nivel (Fig. # 3.17). Un cambio repentino de nivel se presenta como un cambio en una dirección. Una cierta cantidad de puntos se localizan en un solo lado de la gráfica, y si los datos se grafican separados se verían dos distribuciones diferentes.



4º.- Cíclico (Fig. # 3.18). Los cambios son tendencias cortas que ocurren en patrones repetidos. Las causas de los ciclos son variables de proceso que se presentan de una manera más bien irregular. En el caso de máquinas, pueden asociarse con una serie de movimientos, posiciones, etc. Los ciclos pueden identificarse fácilmente.



5°.- Inestabilidad (Fig. # 3.19). Un patrón inestable presenta puntos erráticos que fluctúan a lo largo de la gráfica de control, y la fluctuación parece ser muy ancha comparada con los límites de control. La inestabilidad se asocia frecuentemente con mezclas, y las mezclas inestables pueden considerarse como una forma especial de inestabilidad. Aunque en este caso el patrón es complejo, las causas que lo originan son simples.



4. CÍRCULOS DE TQC

En este capítulo se dará una explicación a fondo de un concepto muy importante en el planteamiento de un procedimiento de calidad según el punto de vista japonés, este concepto es conocido por el nombre de Círculos de Calidad (CC o CTQC) o Equipos de Acción de Proceso (PAT, por sus siglas en inglés) y es el fundamento que se tiene en el modo de operación de las empresas y organizaciones japonesas para la superación constante. A continuación se ampliarán los detalles de qué son, cómo operan, para qué sirven, cómo deben implantarse, etc., es decir, la información suficiente para que se puedan implementar en una empresa aceitera donde se pretende tener un programa de calidad total. Primero se dará una explicación de lo que son en sí los círculos de calidad.

4.1 ¿ QUÉ SON LOS CÍRCULOS DE TQC ?

4.1.1 DEFINICIÓN⁶

Círculo de TQC (CTQC), es un pequeño grupo de personas (4 a 10) que se reúnen continua y voluntariamente para desempeñar actividades de mejora usando la ruta del TQC; donde, cada miembro participa al máximo como parte de la actividad global del TQC de la empresa, en el desarrollo personal y mutuo, en la solución y prevención de problemas y el mejoramiento de su lugar de trabajo.

4.1.2 CONTRIBUCIÓN DE LOS CÍRCULOS DE TQC EN EL TRABAJO

Los logros obtenidos con la implantación de los círculos de TQC en el área de trabajo se reflejan en:

SEGURIDAD:

- * Cero accidentes
- * Cero o menos incidentes

⁶ BARRA, RALPH. *Círculos de calidad en operación*, Mc Graw-Hill, México, 1985, p. 17

- * Prevención de errores
- * Prevención de posibles fallas

CALIDAD:

- * Reducción de las fallas
- * Reducción de reclamaciones
- * Reducción de costos
- * Control de reparto

RELACIONES HUMANAS

- * Facilitar la comunicación entre trabajadores
- * Incremento de sugerencias
- * Creación de un agradable lugar de trabajo
- * Promoción de buenas amistades en el lugar de trabajo
- * Desarrollo del ser humano

AMBIENTE:

- * Creación de un lugar de trabajo limpio
- * Creación de un lugar de trabajo arreglado
- * Buen mantenimiento
- * Limpieza del lugar de trabajo por uno mismo

EQUIPO:

- * Ahorro de energía
- * Protección de los recursos naturales
- * Mejor mantenimiento
- * Reparaciones sencillas por uno mismo

4.1.3 CONTRIBUCIÓN DE LA EDUCACIÓN EN CTQC EN EL DESARROLLO DEL SER HUMANO

La educación del ser humano es parte importante para lograr la mejora en sus necesidades y su trascendencia como personas. Cualquier tipo de educación, que pueda ser aplicada al

trabajo, mejora el desempeño de las funciones logrando la satisfacción personal y laboral.

Con la educación en los círculos de calidad se logra un reflejo en los siguientes puntos:

- * Conciencia sobre la satisfacción del cliente
- * Conciencia sobre la “empatía”
- * Concepto de “autocontrol”
- * Aplicación de las “7HB” de TQC
- * Aplicación de la Ruta de TQC
- * Aplicación de los métodos estadísticos avanzados
- * Uso de la técnica estadística auxiliada por computadoras
- * Aplicación del concepto de “Control”

4.1.4 LOGROS INTANGIBLES DE LOS CÍRCULOS DE TQC

Dentro de las actividades de los círculos de calidad, el desarrollo de la persona es algo que se da automáticamente. Además de los logros, visible y medibles, en su trabajo diario, también existen logros intangibles:

- * Mejoramiento del estado de ánimo
- * Desarrollo del conocimiento
- * Desarrollo de la creatividad
- * Cambio del modo de pensar
- * Mejoramiento del concepto “mantener”
- * Mejoramiento del medio ambiente
- * Promoción de concepto solidaridad
- * Desarrollo del concepto “empatía”
- * Aprecio por el Cliente

4.2 PASOS PARA LA IMPLANTACIÓN DE LOS CÍRCULOS DE TQC⁷

1.- El primer paso es la publicación del Compromiso de la Dirección con la implantación de los Círculos de calidad, ya que estos forman parte del TQC.

2.- Se asigna el personal adecuado y calificado por parte de la oficina de TQC; esto es de manera voluntaria, con personal previamente educado en conceptos de TQC y diferente a los facilitadores de TQC.

3.- Establecimiento de la Oficina de círculos de TQC en donde se debe identificar el programa promocional más adecuado a la empresa, entendiendo el estado actual y las tendencias promocionales propias de las actividades de los círculos de TQC.

4.- Establecimiento del plan de implantación de los Círculos de TQC, se debe preparar y asignar un presupuesto para las actividades de los Círculos de TQC.

5.- Estudio de la implantación de Círculos de TQC en otras empresas, estudiando su estado actual en relación con las actividades de los Círculos de TQC, además del estudio de programas en otros países.

6.- Establecimiento de políticas de Círculos de TQC, se debe entender el compromiso de la Dirección ante la instalación de los Círculos de TQC y la filosofía y políticas de la empresa.

7.- Educación y capacitación a todos los colaboradores en conceptos de TQC; estableciendo los programas más adecuados por niveles y la elaboración del material y elementos didácticos.

⁷ Idem., p. 68

8.- Establecimiento de los primeros círculos de TQC por supervisores voluntarios, haciendo una evaluación de los resultados del mismo.

9.- Presentación de casos internos e integración de otros Círculos de TQC

10.- Monitoreo, evaluación, asesoría y apoyo continuo a todas las actividades de los círculos de TQC.

11.- Presentación de un reporte de desempeño de Círculos de TQC a la Dirección General.

4.3 ACTIVIDADES DE LOS CÍRCULOS DE TQC⁸

Las actividades de los Círculos de TQC son continuas y voluntarias, se deben implantar, desarrollar, mantener y mejorar en todas las áreas de la empresa.

4.3.1 PREPARATIVOS CLAVE

Los preparativos clave que deben tener los integrantes de los Círculos de TQC son:

1.- Dominio de los métodos de divulgación, activación y permanencia de los Círculos de TQC en la empresa. Esto se logra mediante el entendimiento del concepto de Círculos de TQC, implantando el ciclo PDCA, aprender lo que es el liderazgo, la membresía y la coordinación de juntas de Círculos de TQC. Aprender solo (autodesarrollo), con sus compañeros y su líder (desarrollo mutuo), obteniendo el apoyo de sus superiores.

2.- Dominio de las técnicas para resolución de problemas o proyectos. El dominio se adquiere aprendiendo a mejorar la conciencia sobre los problemas, hablar con hechos y datos, aprender como crear más ideas, y evitar la repetición de los mismos problemas.

⁸ ISHIKAWA, KAORU. Práctica de los círculos de Control de Calidad, Productivity, Madrid, 1988, p. 25

El objetivo de las actividades de Círculos de TQC es fomentar el respeto y desarrollo por la persona, crear un lugar de trabajo agradable y ameno y contribuir al mejoramiento de la constitución de la empresa.

4.3.2 JUNTAS EN LOS CÍRCULOS DE TQC

Juntas para temas de mejora

Una vez educado el personal en Círculos de TQC, se recomiendan los siguientes pasos para el inicio:

a) Junta para lluvia de ideas. Se recomienda iniciar con ideas sobre "5s". Un buen índice es que cada participante aporte cuando menos diez ideas.

b) Junta para selección de temas. En el periodo inicial de un círculo de TQC, se recomienda seleccionar un tema fácil que sea familiar a cada miembro del grupo para que ofrezca experiencia a todos. Se recomienda darles prioridad a los problemas y resolver el más importante. Después de resolver el primer caso se puede ir incrementando en forma gradual y cuidadosa el grado de dificultad de los siguientes temas (primer paso de la Ruta de TQC, explicada en el capítulo dos).

c) Junta para programación de actividades. Es recomendable establecer un programa general (gráfica de barras o de gantt) de la Ruta de TQC, donde se identifiquen los responsables y las fechas de terminación de las tareas. El programa de juntas debe ser preparado por todos los miembros y el líder debe preparar el formato. Se debe tener cuidado que todos los miembros estén presentes para que participen y se logre el consenso.

d) Juntas para la asignación de trabajos. Se asignan tareas a los miembros del Círculo de TQC de común acuerdo por todos los participantes de manera que todos participen para terminar dentro del tiempo estipulado.

e) Junta para el establecimiento de actividades del Círculo de TQC. Son reuniones de trabajo que sirven para revisar avances y puntos de control para toma de decisiones con respecto al desarrollo del tema en que se está trabajando, asegurándose que quede debidamente documentado.

f) Junta para la evaluación de resultados. Los líderes de Círculos de TQC, así como los integrantes, deben evaluar los resultados obtenidos de acuerdo al plan original. En otras palabras corresponde a estas reuniones la autoevaluación y la autocrítica para reconocer áreas de mejora, o bien tomar medidas correctivas y realizar progresos en el siguiente paso.

g) Junta para la preparación del reporte del caso. Debe elaborarse un reporte del caso con la colaboración de todos los miembros del Círculo de TQC, éste debe presentar el avance al que se llegó, de acuerdo al programa, anexando el plan de trabajo para la terminación del proyecto cuando no se concluya.

h) Junta para el ensayo del reporte del caso. La(s) persona(s) que presenta(n) el caso, ensaya(n) frente a los demás miembros del Círculo de TQC, y estos deben contribuir con comentarios francos bien intencionados para mejorar la presentación.

Juntas de enlace

El objetivo de las juntas de enlace es relacionar varios Círculos de TQC en la elaboración de un proyecto de área común, así como también de conocerse entre los miembros.

Juntas para coordinación

Su objetivo es para coordinar las actividades de los miembros.

Juntas para estudio en equipo

El objetivo es el de promover el desarrollo mutuo a través del estudio de casos, del estudio de otros Círculos de TQC, y de la integración de los miembros.

Juntas con otros Círculos de TQC

La relación da oportunidad de conocer la experiencia de casos presentados por otros Círculos de TQC y mantenerse informado sobre los casos en que se está desarrollando cada quien.

Juntas para la recreación de los miembros

Es necesario que los miembros de un Círculo de TQC se conozcan tanto en un ambiente de trabajo como fuera de éste, para esto es importante que la convivencia de los miembros se dé fuera del lugar de trabajo.

4.3.3 ACTIVIDADES ENTRE JUNTAS

Estas se dividen en:

Trabajo fuera de juntas: Son actividades que se llevan a cabo para:

- a) Recolección de información
- b) Análisis de la información
- c) Elaboración de gráficas
- d) Elaboración del borrador del reporte

Colaboración e integración entre los miembros: Son actividades que realizan los miembros conjuntamente para:

- a) Estudio
- b) Participación en la recreación del círculo
- c) Participación en juntas informales

4.3.4 ACTIVIDADES DE APOYO

Las actividades de apoyo son todas aquellas que se requieren para dar soporte a las actividades principales mediante la educación en Círculos de TQC, así como el estudio en la

presentación de casos internos y externos con otros círculos. Al principio se le dedica más tiempo a la educación para los miembros de Círculos de TQC y a la educación de los líderes (en su papel de líder); a través de la participación en juntas de líderes y de la participación en la presentación de casos.

Por otro lado la educación debe incluir:

- * El seguimiento para la administración
- * El seguimiento para el líder
- * Estudio de casos

El estudio de casos internos es a través de la presentación de casos de Círculos de TQC a nivel todos los niveles: departamento, planta, unidad y empresa.

Es importante que cada miembro participe en juntas con otros círculos de TQC, internos y externos, para ampliar sus conocimientos y habilidades con la experiencia de los casos presentados. La participación puede ser en una junta interna de Círculos de TQC o asistiendo a presentaciones de Círculos de TQC de otras empresas

4.4 DIAGRAMA DE FLUJO DE ACTIVIDADES DE CÍRCULOS DE TQC

Se puede considerar que el punto de partida de las actividades de los Círculos de TQC es el momento en que se da la educación en CTQC a los líderes potenciales. A este primer paso le sigue la educación en Círculos de TQC a los miembros potenciales.

Los líderes potenciales deben ser educados en varios conceptos: 5s, Conceptos de TQC, Normalización, Ruta de TQC, 5HB, Círculos de TQC, Curso de instructores, Coordinación de juntas (manejo de grupos y trabajo en equipo). Mientras que los miembros potenciales deben recibir educación en: 5s, Conceptos de TQC, Normalización, Ruta de TQC, 5HB y Círculos de TQC.

Una vez que los líderes y los miembros potenciales han sido educados, se deben realizar los siguientes pasos del proceso, y estos son:

1.- El líder, puede ser el supervisor del área (departamento), hace una invitación a su grupo de colaboradores para formar un Círculo de TQC. Como los Colaboradores ya saben qué es un Círculo de TQC, es de esperarse que esta invitación se acepte. Sin embargo también puede ser que se presenten diferentes situaciones:

- a) Que el grupo acepte de inmediato la invitación
- b) Que tarde un tiempo para aceptarla
- c) Que acepten unos sí y otros no
- d) Que nadie acepte

Aquí, el líder pide el apoyo del facilitador de los círculos (FCTQC) para despertar el interés a su grupo, o a quién o quiénes no han aceptado. Esto debe hacerse con mucho tacto y cuidando no forzar a ningún miembro. Los mandos intermedios deben observar, cooperar, sugerir y apoyar cuidando de no meterse de más.

Se debe tener presente lo que se ha visto acerca de que la participación de los miembros es voluntaria, mientras que por otro lado es responsabilidad y compromiso de la Administración crear las condiciones necesarias para que se dé la participación voluntaria por parte de los colaboradores para que se forme el Círculo de TQC.

El Gerente, Jefe y Director, en su papel de "padres", deberán estar al tanto de lo que está sucediendo y, si lo requiere la situación, analizar a fondo cuál es la causa por la que la gente no desea participar y tomar las acciones necesarias.

2.- Una vez que el grupo ha aceptado la invitación que le hizo el líder (supervisor), éste llena un formato de registro y lo envía a la oficina de TQC, quien le dará un número de registro.

3.- Este Círculo de TQC recién formado será el nuevo "bebé" de la planta, el cual debe ser cuidado por toda la familia, el líder desempeñará el papel de maestro al guiar al grupo a desempeñar las actividades propias de un Círculo de TQC, el facilitador de Círculos de TQC hará el papel de Hermano Mayor, estando lo más cerca posible del Círculo de TQC en todo momento en sus inicios.

4.- Una vez que el grupo comienza a reunirse, es indispensable que quede claro el objetivo de las reuniones: establecer un diálogo a fondo para fomentar el establecimiento del trabajo en equipo, intercambiando conocimientos y experiencias operativas, comunicándose entre ellos y estableciendo las condiciones para disfrutar el trabajo en equipo.

De acuerdo a esto, las primeras reuniones de los Círculos de TQC son para establecer una comunicación abierta entre los miembros. Por lo general las personas cuando se encuentran laborando no tienen oportunidad para establecer un diálogo que les permita conocerse más entre sí, intercambiar experiencias, de manera de establecer una cierta confianza que permita que brote el espíritu de compañerismo, entonces, primero deben reunirse y platicar lo que ellos hacen y cómo lo hacen.

En estas primeras juntas, el líder apoyado con su Facilitador, deberán definir juntos una estrategia para que se logre lo anterior, por ejemplo:

- a) Platicar sobre tópicos de actualidad que sean de interés para el grupo como: fútbol, etc.
- b) Lluvia de ideas sobre el estado de ánimo de la gente
- c) Lluvia de ideas de cosas que les gustaría aprender, para promover ambiente de autoestudio y también un ambiente para mejorar las habilidades, aquí, los operadores de mayor experiencia les dan consejos a los nuevos
- d) Llevar a cabo dinámicas de grupo para promover la comunicación y la confianza
- e) Platicar sobre la situación a nivel nacional
- f) Platicar sobre la situación de la empresa

g) Sobre quienes son nuestros clientes internos y externos; y nuestros proveedores internos y externos

h) Quién es nuestra competencia, en qué les tenemos ventajas, y en que no.

5.- Posterior a esto, se puede buscar que el grupo quiera repasar los conceptos de TQC, Ruta de TQC y Herramientas Básicas que vieron en el curso, y que surja el deseo de poner en práctica lo aprendido utilizando el ciclo de PDCA. Pueden pasar de tres a cuatro meses para que esto suceda. El Líder y el Facilitador deben estar empujando siempre a la gente para que hablen con libertad y no estar culpando a otros, Ya que por estar en tantas juntas se pueden comenzar a cuestionar: ¿Por qué nos reunimos?, ¿Qué pasa con nuestro trabajo?, ¿Qué podemos hacer por el cliente?, entonces el líder debe preguntar: ¿Qué podemos hacer?, y escribir, en un medio visible para todos, las ideas que vayan saliendo del grupo.

Las actividades de los Círculos de TQC son así, son para que la gente se reúna, platique y se conozca, y después, pueda surgir el deseo de aplicar lo aprendido. Esto es lo más importante para que se logre el desarrollo de la persona.

6.- Cuando el grupo esté dispuesto a poner en práctica lo aprendido se recomienda iniciar con algo sencillo, lo más indicado es hacer una lluvia de ideas para seleccionar proyectos de "5S" que el grupo pueda llevar a cabo para su área de trabajo aplicando PDCA y la Ruta de TQC.

Como ya se dijo, en el periodo inicial de un Círculo de TQC, se sugiere seleccionar un tema fácil, que sea familiar a cada miembro del grupo, que ofrezca experiencia a todos y que se pueda resolver en tres meses o menos. En este primer proyecto que el grupo va a resolver, es necesario que la "familia" (padres, maestros y hermano mayor) esté al tanto para apoyar en lo que se requiera al Círculo de TQC a través del facilitador de TQC. El facilitador debe estar con el líder, y con el grupo, para apoyar, facilitar, y sobre todo, guiar al líder para que el Círculo logre el éxito en su proyecto.

El facilitador asiste a las juntas y deja que el grupo haga las cosas por sí solo para que sea su trabajo. Una vez que el grupo desarrolla las actividades por sí mismo se tiene una mejora de la capacidad para resolver problemas, ya que se puede manejar bien la Ruta de TQC y se tiene una satisfacción personal entre los miembros del grupo al disfrutar de los logros realizados por sí mismos, ya que se puede llegar al punto en que sean capaces de realizar su trabajo con su iniciativa propia. Esto genera una autoestima y confianza entre los miembros del grupo al ser reconocidos los logros alcanzados y comprobar que se es capaz de aportar algo útil para la mejora de la empresa, tanto en lo que se refiere a incrementar el nivel de calidad como el de productividad.

Todo lo anterior es lo que se necesita, así se crea un buen ambiente de trabajo, se desarrolla el concepto de Formación de la Gente, se desarrolla la propia Creatividad; y esto es lo que se pretende al implantar los Círculos de TQC. El objetivo no es ahorrar dinero ni mejorar la efectividad, sino crear una buena empresa, recordando que la mejor empresa es la que desarrolla seres humanos. Por esto, durante los primeros años no debe preocuparse por el ahorro de dinero, ya que los únicos resultados serán en el Mejoramiento Intangible.

7.- Para tener una buena organización y llevar un buen seguimiento de las actividades del Círculo de TQC el líder debe establecer una programación, además de recibir entrenamiento especial para manejo y coordinación de juntas.

8.- Presentación de casos. Cada vez que un Círculo termina un caso (un proyecto), debe elaborarse un reporte del caso para la dirección y para la administración con la colaboración de todos los miembros; para llevar a cabo esto, el líder con su grupo programa una junta o más si se requiere.

9.- Se establecen también, una o varias juntas para el ensayo de la presentación del caso. Los miembros del Círculo de TQC deben hacer el ensayo, como preparación previa a la presentación del caso.

10.- El Círculo de TQC, una vez que ha preparado el reporte del caso, y realizado sus ensayos, hace su presentación, de acuerdo a un programa de presentación de casos, que se debe establecer cuidadosamente por la oficina de TQC para dar reconocimiento a todos los Círculos de TQC de la empresa, primero en su área de trabajo, luego en su unidad y por último a nivel de toda la empresa; propiciando que los Círculos de TQC busquen su superación

4.5 CAMPOS DE ACCIÓN DE LOS CÍRCULOS DE TQC

Las actividades de los círculos de TQC deben estar enfocadas a identificar las oportunidades de mejora en el lugar de trabajo donde se tiene experiencia, conocimiento y el poder realizarlo sin afectar áreas donde no tienen influencia. Ejemplos de campos de acción:

- * Seguridad
- * Orden y limpieza
- * Simplificación del trabajo
- * Medio ambiente (ecología)
- * Procedimientos de operación
- * Grupos de estudio (educación y desarrollo)
- * Reducción de fallas (equipos, herramientas, humanas)
- * Reducción de materia prima, herramientas, refacciones, papelería, luz, agua, gas, vapor, tiempo

En el momento de seleccionar la actividad a realizar, es importante que los Círculos de TQC trabajen en problemas de su área de responsabilidad para evitar frustraciones al no lograr la mejora en las áreas donde no tienen influencia. Por lo tanto, se excluyen del campo de acción de los Círculos de TQC:

- 1.- Cambios en el contrato colectivo y reglamento interior de trabajo
- 2.- Cambios en los convenios entre sindicato y empresa
- 3.- Cambios en los programas de producción establecidos
- 4.- Cambios en las especificaciones del producto (Calidad)

- 5.- Cambios en las políticas de remuneraciones y promociones
- 6.- Problemas laborales y/o personales
- 7.- Oposición o proposición de cambios de personal
- 8.- Cambios en el presupuesto de gastos
- 9.- Cambios en el cuadro de necesidades del personal
- 10.- Instalación de equipo o maquinaria nueva

4.6 EDUCACIÓN EN LOS CÍRCULOS DE TQC

Al igual que el TQC, los círculos de TQC, también deben iniciar con un proceso educativo. Esta educación debe impartirse también a todos los colaboradores de la empresa, iniciando con el consejo de TQC y facilitadores de TQC, continuando con Gerentes y Jefaturas (grupo 1), supervisores y asistentes (grupo 2), líderes de círculos de TQC y finalmente miembros potenciales de Círculos de TQC.

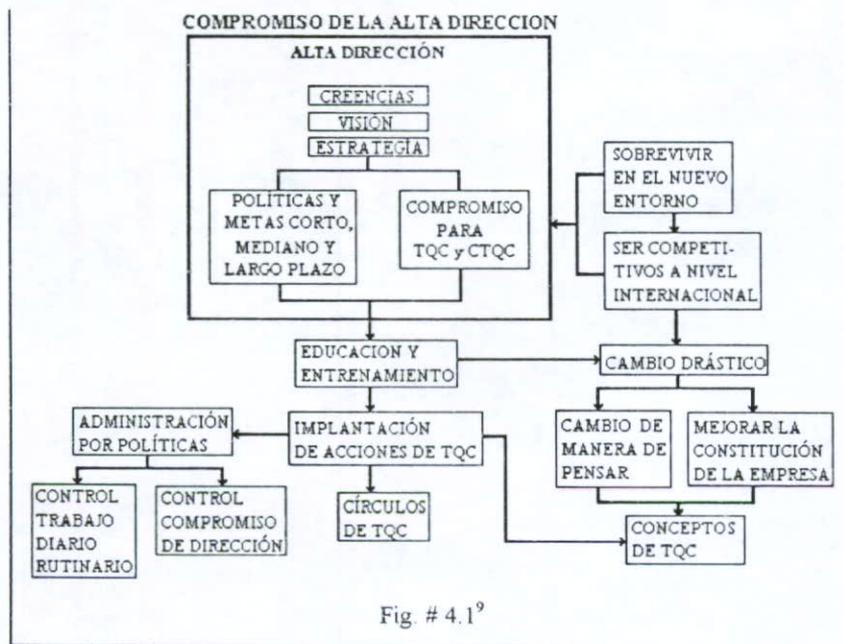


Fig. # 4.1⁹

⁹ ANGUIANO, FRANCISCO. *Notas Técnicas*

Se requiere que tanto directores como mandos intermedios estén entrenados en el significado y trascendencia del concepto de las actividades de los Círculos de TQC y en el papel que deben desempeñar, basados en el compromiso de la dirección general (Fig. # 4.1), para que se implanten, se mantengan y progresen los Círculos de TQC en la empresa.

La implantación de los Círculos de TQC inicia precisamente después de que han sido entrenados la Alta Dirección y los mandos intermedios hasta el nivel supervisor, éste último requiere preparación especial para desempeñar el papel de líder en el inicio de los Círculos de TQC piloto.

4.6.1 AUTODESARROLLO, DESARROLLO MUTUO Y AUTOCONTROL

El proceso de educación en Círculos de TQC debe ser tal que propicie el autodesarrollo y el desarrollo mutuo. Recorriendo la secuencia de las actividades de los Círculos de TQC que a continuación se detalla, se explica lo antes mencionado:

Una vez que los supervisores (líderes iniciales de los círculos de TQC) han terminado su entrenamiento, los mandos intermedios deben pedir al supervisor más directo, que organice un círculo de TQC. Una vez formado el grupo con la gente de la misma área y del mismo departamento, el líder debe preparar un programa de reuniones con su grupo, de manera que todos deben decidir cuándo es el mejor momento para sostener las reuniones programándolas y definiendo si deben ser quincenales o mensuales. Se debe cuidar que todos los miembros estén presentes para que participen y se logre el consenso, esto es la manera como se declaran los compromisos de que se participará en el programa como parte del enfoque del TQC.

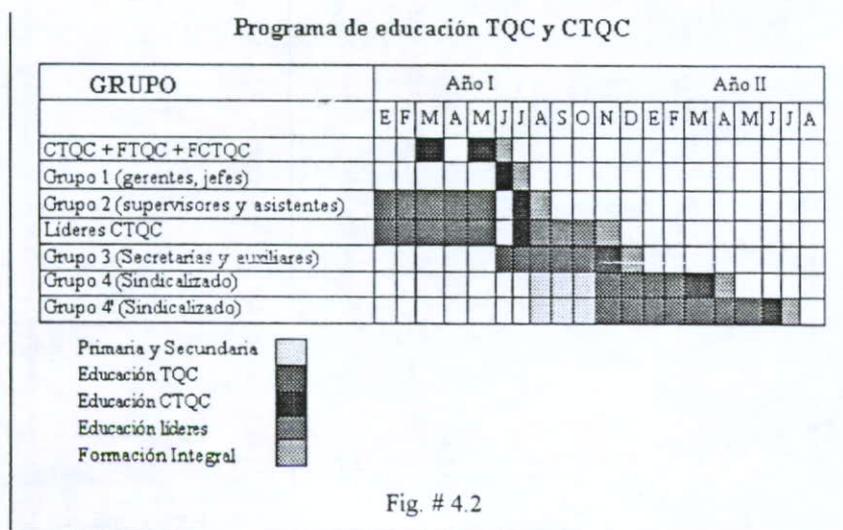
Antes de esto, el líder también debe actuar como maestro en el programa de educación en Círculos de TQC para los miembros potenciales, y ya formado el grupo, es de esperarse que continúe desempeñando dicho papel al presentarse alguna duda de los miembros del Círculos de TQC. Para desempeñarse como instructor, el líder debe ser entrenado, y por su propia

cuenta tiene que estudiar más para entender que es el Círculo de TQC y poder enseñar a su grupo de trabajo. Al hacer esto, sus conocimientos y capacidades se mejoran, de esta manera se logra el autodesarrollo del líder, y esto promueve también el autodesarrollo en la gente.

Así, el líder explica a sus miembros lo que es el Círculo de TQC y estos lo escuchan atentamente. En caso de alguna duda o pregunta que el líder no pueda responder a su grupo, se apoya en el Facilitador de Círculos de TQC. El líder y el facilitador deben estudiar juntos y apoyarse mutuamente, el líder y los miembros proceden de la misma manera, esto es desarrollo mutuo y autocontrol porque todas las actividades son en forma voluntaria.

4.6.2 ¿CÓMO SE DA LA EDUCACIÓN DE CÍRCULOS DE TQC EN LA EMPRESA?

Como ya se dijo al inicio de este tema, la educación de Círculos de TQC, al igual que la educación de TQC, debe darse también a todos los colaboradores de la empresa. La forma de dar esta educación es la siguiente (Fig. # 4.2):



Requerimientos mínimos para los posibles líderes:

- * TQC (conceptos)
- * "5s"
- * Ruta de TQC
- * Normalización
- * 7HB
- * Círculos de TQC
- * Curso de instructores
- * Coordinación de juntas; manejo de grupos; trabajo en equipo.

Educación para candidatos a formar parte de los círculos de TQC:

- * "5s"
- * Conceptos de TQC: Objetivos
 - Antecedentes
 - ¿Por qué TQC?
 - ¿Qué es TQC?
 - Conceptos básicos
- * 4 HB:
 - Hoja de verificación
 - Pareto
 - Diagrama causa-efecto
 - Gráfica de control
- * Ruta de TQC:
 - PDCA
 - 8 pasos de la ruta
 - Práctica dentro de los círculos
- * Círculos de TQC

Cuando se ha completado la fase de educación de todos los posibles miembros de los Círculos de TQC se procede a hacer una invitación para ver quienes quieren ser voluntarios para formar los primeros círculos de TQC, buscando que se forme uno por cada facilitador

(por lo menos); estos círculos de TQC son la base para que se formen más en la empresa, y esto se debe mantener y mejorar.

4.7 PAPEL DE LOS MANDOS INTERMEDIOS Y DE LOS LÍDERES DE LOS CÍRCULOS DE TQC

4.7.1 PAPEL DE LOS MANDOS INTERMEDIOS

Los mandos intermedios (gerentes, jefes y supervisores) juegan un papel muy importante en la implantación con éxito de las actividades de círculos de TQC. Se requiere entender y llevar a cabo TQC y círculos de TQC a todo lo ancho de la empresa, entendiendo claramente el concepto de las actividades de círculos de TQC y mostrando siempre una actitud positiva de lo que se espera y un interés sincero en los círculos de TQC, tomando las acciones necesarias para su promoción.

A) Orientación de las actividades de círculos de TQC:

A continuación se describe el papel que los mandos intermedios deben desempeñar, para lograr éxito en la implantación y desarrollo de la actividad de círculos de TQC. En cuanto al enfoque que deben tener las actividades de círculos de TQC, se requiere entender que éstas están orientadas hacia el respeto y el desarrollo del ser humano. Disminuir el ausentismo o mejorar el ambiente de trabajo de su área son ejemplos del enfoque de estas actividades. Se debe confiar en el colaborador como ser humano y promover las actividades de los círculos de TQC como lo plantea la teoría "Y", de Mc Gregor, que dice que al hombre le gusta tener: esfuerzos físicos y mentales, responsabilidades, contribuir a mejorar creativamente su trabajo y medio ambiente y, además, puede auto-superarse. Si se da una buena educación, entonces los colaboradores responden y participan.

Los mandos intermedios deben comprender que no hay que pedir una efectividad tangible rápida. Hay que ser tenaz, constante y paciente; este proceso requiere tiempo y son más

importantes los beneficios intangibles que buscar los ahorros. Se debe buscar tener líderes y miembros de círculos de TQC que realicen mejoras en su propio trabajo con su propia capacidad; deben ser expertos en su trabajo. Los círculos de TQC no son gran ayuda si no mejoran el trabajo rutinario diario.

Hay que entender completamente que la actividad de círculos de TQC es voluntaria. No se debe forzar a que se formen círculos de TQC o a unirse a ellos; sólo se debe sugerir, cooperar y apoyar sin meterse de más, porque si no la gente tendrá una participación pobre. Si alguien no desea participar, lo mejor es hablar posteriormente con la persona a solas; persuadiéndola a participar, atender, pensar y expresarse por si misma. Es importante fomentar un clima de libertad para la implantación de Círculos de TQC y empezar poco a poco, iniciando solamente con los más entusiastas. Al principio puede ser difícil tener líderes que participen con el plan de promoción de los círculos de TQC, por lo que se les debe apoyar y ser como un guía para ellos, estando al cuidado de su situación para que no se desvíe la actividad de los círculos.

Las actividades de los círculos de TQC no deben ser tratadas como una moda; son un principio básico que debe implantarse para beneficio de los colaboradores y de la empresa misma, los colaboradores deben ser tratados como seres humanos, y la empresa debe sobrevivir con el apoyo de todos los colaboradores, logrando la satisfacción plena del cliente. Se debe recordar que la actividad de los círculos de TQC es responsabilidad de los mandos intermedios, por lo que si no hay o es muy pobre dicha actividad, es necesario que se apoyen en la oficina de TQC, en el grupo de facilitadores de TQC, en el grupo de facilitadores de los círculos de TQC o en el consejo de TQC. En la empresa se debe desarrollar el propio concepto y establecer los procedimientos propios de implantación para los círculos de TQC, basados en el compromiso de la alta dirección.

B) Educación

Los mandos intermedios no deben olvidar que los círculos de TQC inician con educación y continúan con educación. Por lo que es conveniente tener cada semana reuniones breves sobre temas de círculos de TQC para sensibilizar a los colaboradores. En forma paralela, también tener a los líderes aprendiendo más sobre los círculos de TQC día a día

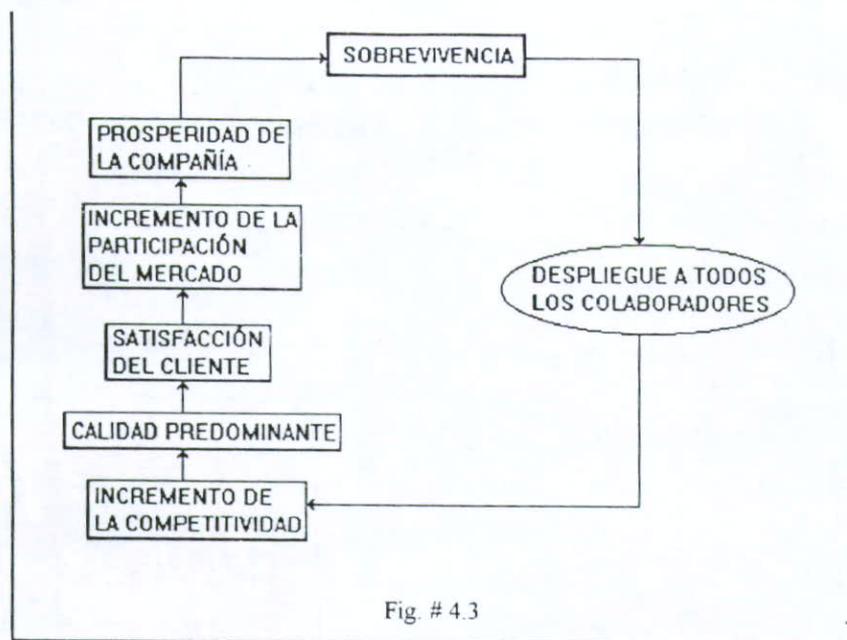
C) Administración de círculos de TQC

La administración debe entender que los círculos de TQC son efectivos a través de su implantación, por lo que no vale la pena perder tiempo deliberando sobre la conveniencia de instalarlos o no; sólo debe instalarlos y deliberar después. Se tiene que establecerse un sistema de registro de círculos de TQC para su activación y apoyarlos preparando los lugares y el tiempo para las reuniones, así como los materiales de educación que se necesiten.

Adicional a lo anterior, se debe preparar el sistema de reconocimiento que sirve para evaluar la actividad de los círculos de TQC. No se debe olvidar que los círculos de TQC están basados en el ser humano; entonces, si hay reasignaciones de puestos no se debe provocar confusión, ni hacer que desaparezcan los círculos de TQC.

4.7.2 ACTIVIDADES DE LOS LÍDERES

El líder, es la persona clave de los círculos de TQC, se compromete ante sus compañeros a la instalación del círculo de TQC. Motiva a sus compañeros para participar en el círculo de TQC explicándoles que el objetivo es el desarrollo de las personas y la satisfacción del cliente; dando esto como resultado la supervivencia de la empresa y como consecuencia el beneficio para ellos mismos (Fig. # 4.3).



Una vez formado el círculo de TQC el líder educa a los miembros de acuerdo al programa establecido por la oficina de TQC y el grupo de facilitadores de círculos de TQC hasta que se comprende el significado de círculos de TQC. Al terminar la educación, el grupo debe preparar el programa de juntas de un año. En la primera reunión se debe hacer una revisión de los problemas del área utilizando la técnica de lluvia de ideas. Se hace la selección del problema en consenso y se resuelve usando la Ruta de TQC. Una vez resuelto el problema se escoge otro, dando de esta forma acción cíclica al proceso PDCA.

4.7.3 CUALIDADES DEL LÍDER

*Debe tener mentalidad flexible, plática razonable, juicio sereno, experto en Herramientas Básicas, controlar sus propios sentimientos (no enojarse) y entender el tema.

*Debe escuchar hasta los problemas más pequeños, recolectar toda la información y escuchar siempre los problemas de los integrantes.

*Debe ser capaz de encontrar oportunidades de mejora en el área de trabajo y poner atención a los detalles.

*Debe tener poder persuasivo, plática con sentido del humor y siempre sonreír.

*Debe tener sentido de simpatía, empatía, espíritu de servicio, responsabilidad, cortesía y serenidad.

*Debe ser habilidoso, rápido y calificado.

*Debe estar siempre moviéndose activamente para recolectar información, asesorar, apoyar y reunirse.

4.7.4 COMPORTAMIENTO DE LOS MANDOS INTERMEDIOS PARA MOTIVAR A SU COLABORADORES

La manera en la que los mandos intermedios, incluyendo a los líderes, se relacionan con sus colaboradores es de vital importancia para lograr motivarlos. Es conveniente conocerlos de una manera sincera; descubrir sus habilidades y el talento que poseen, conocer a sus familias y el estado de salud de todos los miembros, sus pasatiempos, cómo les va en la escuela a sus hijos, en fin, conocer aspectos que les hagan sentir escuchados, comprendidos, motivados, en una palabra felices.

En el trabajo el colaborador debe estar informado; por ejemplo, acerca de lo que está haciendo la competencia, de esta manera, ellos hablan y comentan acerca de la situación de la empresa. Es importante que cada colaborador comprenda su función, que esté asesorado y que esté logrando las metas. Para esto se debe auditar y dar reconocimientos. Los colaboradores deben ser capacitados individualmente para trabajar en equipo, y así desarrollen un sentido de responsabilidad. Por otro lado, es conveniente que se les demuestre que son una parte importante de la empresa. Los colaboradores son el valor más importante de la empresa; por lo que se debe confiar en ellos, son como las herramientas de precisión, son la calidad y la excelencia.

4.8 PAPEL DEL CONSEJO DE TQC Y DE LA OFICINA DE TQC

4.8.1 PAPEL DEL CONSEJO DE TQC

Es de vital importancia para la implantación y desarrollo de las actividades de los círculos de TQC que el consejo de TQC asuma su responsabilidad al respecto. Lo siguiente es una descripción de dicha responsabilidad.

- 1.- Establecer y declarar la Política de implantación de las actividades de círculos de TQC, basada en el compromiso de la Alta dirección.
- 2.- Monitorear y evaluar la situación de las actividades de círculos de TQC.
- 3.- Asistir a las juntas de presentación y hacer comentarios de reconocimiento.
- 4.- Reconocer los logros del proceso.
- 5.- Auditar la función de la oficina de TQC en lo que se refiere a círculos de TQC.
- 6.- Determinar los cambios necesarios, si se requieren, para mejorar.
- 7.- Los miembros del consejo de TQC también necesitan educarse en las actividades de los círculos de TQC, y participar como instructores.

4.8.2 PAPEL DE LA OFICINA DE TQC EN LAS ACTIVIDADES DE LOS CÍRCULOS DE TQC

La oficina de TQC, en lo que se refiere a círculos de TQC, debe estar conectada con el consejo de TQC. Su principal responsabilidad consiste en:

- 1.- Promoción de la implantación de los círculos de TQC, para ello, debe:
 - a) Establecer el concepto de círculos de TQC, basados en el compromiso de la alta dirección y diseminarlo a cada colaborador.
 - b) Proporcionar soporte o apoyo al grupo de facilitadores de círculos de TQC, quien establece el programa de implantación detallado, basado en la política y programa del consejo de TQC.

c) Ejecutar el programa de entrenamiento e instalación de los círculos de TQC y evaluar y tomar acciones necesarias para su promoción.

2.- Promover la educación necesaria para los círculos de TQC:

a) Establecer los esquemas de educación para largo, mediano y corto plazo, para cada colaborador. Una idea de esto puede ser un programa detallado para aprender las Herramientas Básicas.

b) De acuerdo a este lineamiento, la oficina de TQC junto con el grupo de facilitadores de círculos de TQC, deben preparar la educación para cada grupo.

c) Coordina la educación conforme al plan establecido.

d) Evalúa la efectividad de la educación, para posteriormente mejorar el contenido de los materiales. No es necesario tener materiales perfectos, sino que se pueden ir mejorando poco a poco.

3.- Promover el apoyo para las actividades de los círculos de TQC.

a) La oficina de TQC debe promover y coordinar que toda la estructura de la empresa apoye las actividades de los círculos de TQC, el papel que debe buscarse es el de una sociedad de padres de familia y maestros, para brindar el apoyo necesario para cada círculo de TQC. Los gerentes y jefes de departamento harían el papel de padres; los supervisores y asistentes, el de maestros, y el facilitador de círculos de TQC, de hermano mayor. La dirección general, aparte de su papel de maestro, también tiene que involucrarse con el grupo como padre o hermano mayor. Se requiere una asociación de este tipo, toda la estructura participa para dar apoyo al círculo de TQC.

b) Audita la situación de las actividades de círculos de TQC para evaluar y recomendar acciones correctivas.

c) Establece formatos necesarios para los reportes de los círculo de TQC; todos deben utilizar un mismo formato.

4.- Realiza una función administrativa que consiste en lo siguiente:

a) Primero establece un sistema de registro, para ello diseña una hoja o formato. Este registro se llena por el líder del círculo de TQC y luego se envía a la oficina de TQC donde se le da un número de aceptación. Los facilitadores de círculos de TQC deben llevar un sistema de registro para la activación

b) Establece un sistema de evaluación de círculos de TQC para identificar sus fuerzas y debilidades.

c) Establece el sistema de reconocimiento, lo que se debe dar al círculo de TQC es aprecio, no necesariamente dinero. Se da algo que aprecie la esposa o la familia.

d) Prepara la programación de presentaciones de casos para cada unidad:

e) Organiza el comité de evaluación de los casos. Se debe asignar un juez que sea justo, y que la gente reconozca por esto. El comité debe estar formado por el grupo de facilitadores de TQC, facilitadores de círculos de TQC y miembros del consejo de TQC.

f) Asigna o consigue presupuesto para las actividades de los círculos de TQC

g) Promueve la edición de un boletín de las actividades de los círculos de TQC

h) Lleva un registro de las minutas del consejo de los círculos de TQC

i) Realiza un reporte (semestral) de la situación de los círculos de TQC, investiga cuántos están "vivos", "muertos" y "enfermos". Cada facilitador debe hacer un reporte de este tipo y pasarlo a la oficina de TQC para que se haga un reporte a nivel empresa, el cual se presenta al consejo de TQC.

4.9 PAPEL DEL FACILITADOR DE CÍRCULOS DE TQC

El facilitador de los círculos de TQC tiene como objetivo principal apoyar y facilitar las actividades de los grupos de trabajo. Es el enlace entre los círculos de TQC y los gerentes, jefes y supervisores, detecta y resuelve los obstáculos que pudieran presentarse en el desarrollo de las actividades de los círculos de TQC. Actúa como entrenador y asesor de los líderes y miembros del círculo de TQC.

4.9.1 FACILITADOR DESEABLE

Las tareas a realizar se resumen básicamente en los siguientes puntos:

- a) Tener objetivos definidos, basados en su propia filosofía y logro de los mismos de manera activa
- b) Interesarse en todos los aspectos para mejorar sus conocimientos y tecnología
- c) Condición mental estable, ser respetado y respetuoso en cada conducta de la vida
- d) Debe retenerse fuertemente a sí mismo, no debe infringir ninguna regla de la empresa y seguirlas fielmente
- e) Cumplir con las metas establecidas
- f) Tener empatía con sus clientes (líder, miembros)
- g) Ser disciplinado, inteligente, intelectual y tener un comportamiento mejor
- h) Tener ideas únicas y no ser igual que los demás

4.10 EVALUACIÓN DE LOS CÍRCULOS DE TQC

OBJETIVO: Evaluar el desempeño de los Círculos de TQC en cuanto al desarrollo del ser humano, el mejoramiento del ambiente de trabajo y el proceso de mejora continua.

Esta debe ser una autoevaluación realizada por el líder y los miembros del Círculo de TQC apoyados por el facilitador de círculos de TQC con la finalidad de mejorar. Existen dos tipos de evaluaciones:



Fig. 4.4

1.- Evaluación detallada del desempeño del círculo de TQC

2.- Evaluación gráfica de la eficiencia del círculo de TQC (Fig. # 4.4)

La evaluación detallada, incluye dos aspectos principales: el humano (motivación de los miembros, participación, administración y ambiente en el área de trabajo) y el técnico (Ruta de TQC y presentación). Esta evaluación puede realizarse durante o al final del proyecto. Es recomendable llevar una gráfica de evaluaciones por proyecto para ver la tendencia del desempeño del círculo de TQC. Las evaluaciones gráficas pueden ser de dos tipos: primero, gráfica de radar por proyecto, en la cual se muestra la eficiencia del círculo de TQC en la realización de un proyecto; o mediante gráficas de radar anuales, las cuales muestran la eficiencia del círculo de TQC, pero a través de un año. La forma de calificar esta gráfica consiste en localizar y marcar cada punto sobre su eje correspondiente. Posteriormente unir cada punto con el siguiente hasta que se cierre la figura. Entre mayor sea el área que encierre la figura, mayor es la eficiencia del desempeño del círculo de TQC.

5. APLICACIÓN PRÁCTICA

En este capítulo se expondrá cómo se pueden aplicar los conceptos y herramientas del control total de calidad propuestos por el enfoque japonés, para lo cual se tomará como base el proceso que sigue una fábrica refinadora de aceite vegetal crudo de soya. Existen varias razones para realizar este análisis sobre esta industria en particular, la primera y más importante es que se tiene la necesidad por parte de la industria de realizar un Manual de Calidad que soporte la instalación de un programa de control total de calidad, ya que sus clientes se lo están exigiendo para poder certificarla como un proveedor confiable por lo cual se ha mostrado muy interesada en el desarrollo de la presente tesis y además ha cooperado con valiosa información. El procedimiento para plantear el capítulo será el siguiente: primero se explicará el proceso en si y después se darán algunos ejemplos de cómo se pueden aplicar los conceptos revisados en los capítulos anteriores.

5.1 PROCESO DE TRATAMIENTO DEL ACEITE CRUDO DE SOYA¹

El proceso que se describe a continuación, parte de la base de que se cuenta con un aceite “crudo”, es decir, tal y como es obtenido al extraerlo de la semilla. Este aceite está contaminado con compuestos que varían dependiendo del aceite que se trate. Las impurezas pueden ser solubles o insolubles en el aceite, siendo removidas las insolubles por filtración y las solubles por refinación.

Muchas impurezas son benéficas para los aceites, como los antioxidantes naturales y complejos vitamínicos, pero estas son eliminadas junto con las impurezas no deseables, entre las que se encuentran las lecitinas o fosfolípidos, los ácidos grasos libres, los tocoferoles y el gosípol (materia colorante no deseada), ya que estas, por la naturaleza de los procesos de refinación, blanqueo, hidrogenación y deodorización son destruidas por igual.

¹ Resumen de notas técnicas proporcionadas por la empresa aceitera

5.1.1 REFINACIÓN

La primera etapa del proceso está constituida por la refinación del aceite crudo, ésta etapa es muy importante, ya que si no se logran eliminar las impurezas indeseables en este punto, después es muy difícil conseguirlo.

Por el término refinación, entendemos la purificación de los aceite atacándolos con un compuesto químico alcalino. Los ácidos grasos libres son radicales que se han desprendido de la molécula del triglicérido y por su carácter ácido reaccionan con una base o un álcali, formándose un jabón, llamándose a esta reacción saponificación. En el proceso de la refinación no se emplea la cantidad estequiométrica de álcali para neutralizar los ácidos grasos libres, sino que se usa más, esto con el propósito de eliminar además color e impurezas; esto nos afecta en el rendimiento del aceite, ya que se tendrán mayores pérdidas debido a que el exceso de álcali atacará también al aceite saponificando un porcentaje de éste. Sin embargo esto es recomendable ya que se tendrá una pureza mayor del aceite, lo que garantiza una mejor calidad del producto terminado, especialmente en lo que se refiere a su estabilidad.

Se debe mencionar que antes de pasar al proceso de refinación el aceite que entrará al proceso tiene que ser pretratado, este tratamiento es conocido como desgome, y consiste en la eliminación de gomas contenidas en el aceite, ya sea con agua o con ácido y agua; esto ayuda a la eliminación de bastantes impurezas lo que hará que la refinación alcance grados mayores de eficiencia.

Después de mucho tiempo y avances de la química se descubrió qué eran los ácidos grasos, y que los álcalis reaccionaban con ellos formando jabones, que se pueden separar por decantación. Los álcalis más usados son el hidróxido de sodio (sosa cáustica) y el hidróxido de potasio (potasa cáustica). También se pueden utilizar, el amoniaco, la sosa-carbonato o silicatos de sodio, pero el manejo de esto no es fácil y su precio y costo de suministro son muy altos.

En lo que se refiere a las técnicas de separación de los jabones y las impurezas, se utiliza la decantación, esto se utiliza en las refinerías que operan por cargas en pailas, en este proceso se agita el aceite y se agrega la sosa en solución por aspersión, después es calentada la mezcla hasta el punto de “break” o formación de grumos ya que a temperaturas entre los 60 y 70°C rompen la emulsión. En este punto se deja de calentar y se para la agitación, esto da lugar a que los grumos de jabón formados sedimenten y precipiten al fondo cónico de la paila donde son retirados después de un tiempo que va de 3 a 8 horas según la cantidad de aceite y su contenido de ácidos grasos.

Después del retiro del jabón, se dan de una a tres lavadas con agua, ayudándose con salmuera de sal para tener buena separación. Los lavados son con el fin de bajar el contenido de jabón. La baja eficiencia de este proceso y las pérdidas que genera trajeron consigo avances que condujeron a la refinación por centrifugación, técnica ampliamente utilizada hoy en día.

El empleo de centrifugas se orientó a la separación del jabón y de las aguas de lavado, empleando ácido fosfórico, cítrico y sosa cáustica, así como agua suavizada caliente, para el lavado de los aceites refinados con el objetivo de disminuir su contenido de jabón. El empleo de centrifugas para la separación del jabón propició la creación de las plantas continuas de refinación, lo que aumentó su eficiencia, ya que se redujeron las pérdidas y se mejoró la calidad del aceite, además de que se dio un aumento en la capacidad de producción de las plantas con empleo de menos mano de obra.

En el proceso de refinación es muy importante realizar un análisis del aceite que se va a tratar, ya que facilita conocer con anticipación como se debe tratar, es decir, se pueden fijar con anticipación los parámetros con que se regirá el proceso. Es muy importante que se determine el porcentaje de ácidos grasos libres, lo que indicará cual debe ser la concentración de la sosa, que debe ser preparada con agua suavizada para evitar que se formen jabones de calcio y magnesio, muy difíciles de eliminar. Es muy importante que la concentración sea lo más exacta posible a lo indicado, ya que pequeñas variaciones conducen a resultados no deseados.

5.1.2 BLANQUEO

El blanqueo es el siguiente paso del proceso de refinación y tratamiento de un aceite crudo, y en un principio se pensaba que era útil sólo para reducir el color del mismo aceite y hacerlo más agradable a la vista, pero también se eliminan impurezas nocivas que generan olores y sabores desagradables al utilizarlos.

Para lograr este propósito se utilizó una técnica de blanqueo por oxidación, pero esta práctica no era recomendable ya que se degradaban los aceites que se utilizarían para consumo alimenticio. Para sustituir este procedimiento se procedió a buscar uno alternativo que no tuviera efectos colaterales, encontrándose que ciertos tipos de arcillas naturales, del tipo de las bentonitas y montmorillonitas, tienen diferentes grados de retención de color que en términos técnicos se conoce como adsorción. El poder de retención de cada tierra depende del lugar de donde se extraiga.

Estas tierras naturales se utilizaron por un tiempo, pero la necesidad de tener tierras con un mayor nivel de adsorción, bajar costos y tener mejor calidad en el producto terminado llevó a buscar tierras con un mejor calidad, y por medio de investigaciones se llegó a la obtención de tierras activadas ácidas. La activación se hace tratando a las tierras naturales con ácidos minerales, como ácido sulfúrico y ácido clorhídrico, modificando las moléculas de la tierra, dándole mayor área (aumentando su porosidad) y confiriéndole mayor poder de adsorción.

Esta investigación trajo otras consecuencias como el que se conociera de la existencia de otros compuestos que no se sabía que eran contenidos por los aceites y que degradaban a los mismos, esto cambió el concepto que se tenía del blanqueo.

Como ya se sabe, la cantidad y tipo de la materia colorante de los aceites varía con su tipo, existiendo material colorante que es común en algunos. Por esto se debe considerar el material adsorbente adecuado para cada tipo de aceite, que en general se utilizan tierras activadas

ácidas. Estas tierras además de atacar la materia colorante elimina agentes oxidantes del aceite como son los peróxidos e hidroperóxidos, los aldehidos y cetonas y partículas metálicas prooxidantes, como hierro y níquel. Con esto se comienza a dar estabilidad al aceite.

En sí el proceso del blanqueo consiste en agregar las tierras de blanqueo dosificadas de acuerdo a la cantidad y tipo de aceite que se quiere blanquear, al color que tiene y cantidad de impurezas que contiene y a la calidad final deseada. El aceite de preferencia no está deshidratado (después del proceso de lavado en la refinación), ya que de estarlo se disminuiría la eficiencia de la tierra decolorante, lo que implica un mayor gasto. Se deben considerar varios factores para la dosificación de las tierras de blanqueo:

Adsorción: Área o superficie de contacto y tamaño de partícula, así como sitios activos en el área de contacto, acidez y contenido de humedad.

Filtrabilidad: Tamaño de la partícula que afecta el área de contacto.

Retención de aceite: Tamaño de la partícula.

Por estas razones se ve la importancia del tamaño de la partícula de la tierra de blanqueo, que va de 20 a 80 micrones, y que cuando predominan los granos pequeños, se tienen problemas de filtrabilidad, lo que afecta el área de contacto y además se tienen pérdidas mayores de aceite por retención en los filtros.

La temperatura óptima para realizar el proceso debe estar entre 90° y 95°C. Y el contenido de humedad debe estar por debajo de 0.5% como máximo, fluctuando de 0.1 a 0.3%, debiéndose eliminar esta humedad antes de llegar al filtro, es decir que en el decolorador se debe tener el vacío suficiente para deshidratarlo antes de que llegue al filtro, que es el final de esta etapa del proceso.

5.1.3 DESODORIZACIÓN

Es el último proceso de purificación a que son sometidos los aceites, con éste se pretende alcanzar la mejor calidad que la tecnología actual permite en los aceites procesados para adecuarlos a la alimentación humana.

El inicio de este proceso lo marcó el desodorizador de Hunt-Wesson que trabajaba al alto vacío con barboteo de vapor o vapor de arrastre, éste sirvió como base para los actuales desodorizadores, donde se eliminan los componentes indeseables por medio de destilación al alto vacío y altas temperaturas, ayudándose con la inyección de un vehículo de arrastre, que puede ser cualquier gas o vapor inofensivo al aceite y al medio ambiente.

El propósito de que el proceso se realice a altas temperaturas es el de alcanzar los puntos de ebullición de los componentes indeseables para facilitar su destilación, sirviéndose del alto vacío al que se realiza el proceso. El vapor de agua se utiliza como vehículo de arrastre y además como medio para agitar el aceite, proporcionando esto una mayor transferencia de calor y evitando que el producto se quemé. El alto vacío además de servir para la destilación como ya se dijo, sirve para evitar que se oxide el aceite, pues se trabaja en ausencia de aire.

Para la destilación se tiene que los componentes con más bajo punto de ebullición, es decir, menor presión de vapor, son los que se evaporan primero separándose de los demás componentes. Por lo tanto, en el aceite este fenómeno es aplicable, ya que los causantes de los malos olores y sabores son agentes de bajo punto de ebullición, por lo cual, al ser sometidos los aceites al proceso de destilación, los olores y sabores se pueden eliminar con facilidad.

Si se tiene una presión menor la temperatura de ebullición baja, ya que la presión de vapor debe igualar la del medio ambiente para evaporarse, con lo que si se tiene el proceso al vacío, la temperatura de ebullición es mucho más baja, con lo que se requiere menos energía para

calentarlo. Si se inyecta al proceso un gas inerte o vapor de agua, la vaporización se incrementa y se reduce la temperatura para alcanzar la destilación de los componentes volátiles.

La estabilidad de los aceites tratados es medida por la horas AOM, o por el nuevo análisis Rancimat, que nos indica qué tan eficientes fueron los procesos a que fueron sometidos los aceites. El hecho de que un aceite baje su acidez (ácidos grasos libres -AGL) y su color no es un indicativo inequívoco de que el proceso de desodorización se realiza adecuadamente, ya que se ha descubierto que los aceites poliinsaturados, cuando se calientan a temperaturas de desodorización o se enfrían sin estar al vacío y con arrastre de vapor, pueden desarrollar olores y sabores desagradables. Hay diferentes factores que afectan el proceso de la desodorización del aceite, entre los cuales podemos mencionar los siguientes:

Calidad del aceite: Es muy importante que el proceso comience con un aceite de buena calidad, ya que si se parte de un aceite que se obtuvo de semillas dañadas o deterioradas no se logra obtener la calidad deseada en cuanto olor, sabor y estabilidad se refiere. Además de que el aceite debe ser de buena calidad, el proceso del mismo debe ser el adecuado, cuidando los factores que le afectan al procesarlo en cada etapa, y buscando eliminar las impurezas naturales del aceite y las que se pueden generar en el proceso, de lo contrario la calidad final del aceite será menor a la especificada.

Tipo de equipo y materiales de construcción: Existen tres tipos de procesos: de cargas, semicontinuo y continuo. Para el de cargas, el más antiguo de los tres existentes, costoso y de baja eficiencia, se utilizan presiones absolutas de 10 a 20 mmHg por lo que se tiene que utilizar mucho vapor de arrastre (15 a 25%) durante el proceso (cargar, calentar, procesar, enfriar y filtrar) que dura de 6 a 8 horas para cargas de 3 a 15 ton. Los materiales de construcción son en general de acero al carbón, lo que da una temperatura de operación de 200° a 210°C máximo. Y el medio de calentamiento es directo por flama.

El tipo semicontinuo, que se dio debido a la inclusión de un enfriador y un precalentador, tiene un tiempo de proceso menor, lo que aumenta su eficiencia y reduce los costos de operación. El empleo del vapor de arrastre se ha disminuido ya que estos equipos logran vacíos de hasta 2 o 3 mmHg absolutos y temperaturas de hasta 270°C, ya que los materiales de construcción empleados en estos equipos son aceros inoxidable de la serie 304 y 316, y el calentamiento es por medio de vapores térmicos (Dowtherm) y líquidos térmicos, que se pretende cambiar a vapor de agua de alta presión. Estos funcionan por medio de charolas, donde el aceite cae por gravedad, el número de éstas va de 3 a 6 y su tamaño depende de la capacidad del aparato, que puede ser de 25 a 500 ton. diarias.

El de tipo continuo es una evolución del semicontinuo, donde se tiene una torre vertical de acero inoxidable 304 dividida en secciones con laberintos o pasadizos que hacen que el aceite siga una ruta circular serpenteante, esto es para darle mayor tiempo de residencia y en cada charola hay distribuidores de vapor para el barboteo de vapor de arrastre.

Temperatura: La variable de temperatura es de mucha importancia, actualmente se procesa a temperaturas mayores que antes debido a que se tienen mejores materiales de construcción, este aumento en las temperaturas de operación ha mejorado mucho los tiempos de proceso, ya que a más altas temperaturas el tiempo de volatilización es menor, además de que se reduce la necesidad de utilizar un vapor de arrastre porque la cantidad de vapor necesario es inversamente proporcional a la presión de vapor de los constituyentes volátiles. Se tienen otras ventajas de usar altas temperaturas en el proceso, como la fácil destrucción de los colores termolábiles, es decir, alcanzar la decoloración por efecto del calor. Sin embargo el empleo de temperaturas mayores a los 275°C es perjudicial y no se deben usar, siendo una buena temperatura los 270°C a un vacío menor a 5 mmHg absoluto.

Vacío: Los vacíos menores a 2 mmHg absolutos son muy costosos, y se consideran imprácticos por su dificultad para lograrlos. Se utilizan generalmente los eyectores de vapor para generar vacío en el proceso de desodorización, de 3 etapas cuando se requieren

vacíos de 4 a 6 mmHg absolutos y de 4 etapas para obtener vacíos de 2 a 4 mmHg absolutos. Actualmente se utilizan los de cuatro etapas para desodorizar con vacíos de 2 a 4 mmHg, que consisten en dos eyectores o termocompresores (boosters), un condensador barométrico de contacto con agua de condensación, una etapa de vapor con intercondensador de contacto y una cuarta etapa, del tipo no condensable, para los incondensables. Estos equipos son preferidos a las bombas de vacío por su menor costo de operación y mantenimiento.

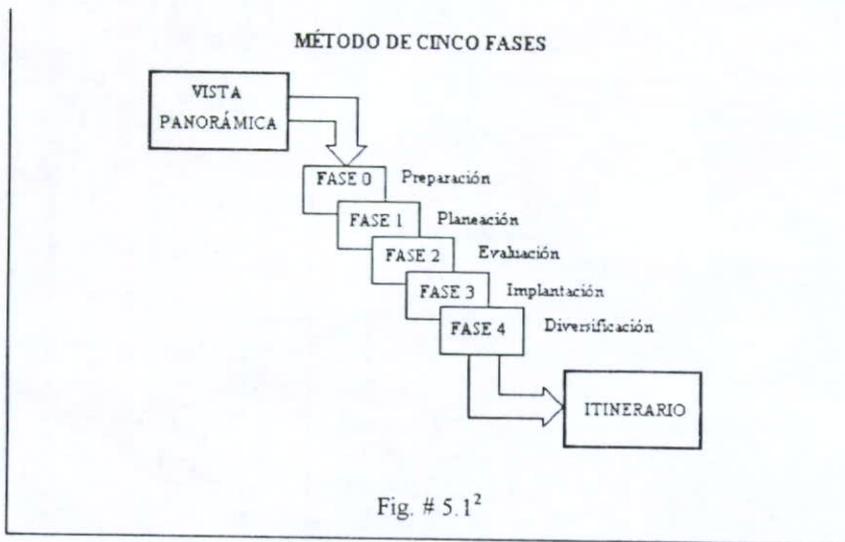
Vapor de arrastre: El propósito del vapor de arrastre como ya se dijo es el de agitar al aceite y ayudar a la destilación de los componentes no deseables. Para este propósito se pueden utilizar además del vapor de agua, otros gases como el nitrógeno y bióxido de carbono, pero por la facilidad para producirlo, el vapor de agua es el más utilizado. El vapor debe cumplir con las siguientes características antes de ponerlo en contacto con el aceite: ser de máxima pureza, saturado y seco. Esto debe tenerse en cuenta al dar el mantenimiento a la caldera generadora, ya que hay tratamientos que dejan residuos de sustancias tóxicas las cuales pueden contaminar el aceite.

Anti-oxidantes y saturación con nitrógeno: Los productos que abandonan el proceso de desodorización deben protegerse al ponerse en contacto con el aire atmosférico, ya que se encuentran desgasificados y deshidratados. Los aceites tienen propensión a saturarse con aire, que lleva oxígeno, el cual oxida el aceite degradándolo; esta oxidación se presenta en un principio en las partículas metálicas pro-oxidantes que el aceite contiene, las cuales se pretende eliminar por medio de la adición de ácidos orgánicos de grado alimenticio (generalmente ácido cítrico disuelto en agua al 35% y en proporción de 100 a 250 ppm). La adición de estos ácidos se hace en la salida del desodorizador, donde el aceite todavía está sujeto al vacío y a una temperatura cercana a los 150°C, después es enfriado para poder ser filtrado (10 a 15 micrones) y llegar al grado de brillantez deseado, una vez que se filtra se sigue enfriando hasta una temperatura que varía de 30° a 40°C, temperatura a la que se satura el aceite agregando un gas inerte, generalmente nitrógeno, con esto se logra que el aceite ya no tenga necesidad de saturarse con el aire, evitando que se oxide por estar en contacto. Otros anti-oxidantes pueden

ser el TBHQ (Tert-Butil Hidroxi Quinona) y mezclas de diferentes proporciones de P.G. (Propil-Golato), BHT (Hidroxi-Tolueno Butilado), BHA (Hidroxi-Anisol Butilado) y ácido cítrico. La cantidad que se agregue debe ser del 0.01% cuando sea un sólo tipo de antioxidante y del 0.02% cuando sea una mezcla de varios. El tanque de almacenamiento para los productos terminados debe ser de acero inoxidable 304 o de acero al carbón recubierto con una pintura adecuada, como epóxica.

5.2 PASOS PARA LA IMPLANTACIÓN DEL TQC

A continuación (fig. # 5.1) se muestra en un cuadro gráfico los pasos para implantar en la empresa el TQM, los cuales se describirán después detalladamente.



Al proceder a implantar el nuevo sistema es importante que se enfrenten los problemas que se presentan, generalmente son: la disposición de la dirección, donde los directivos deben hacer una completa descripción de lo que necesitan para que la implantación de TQC sea realidad con el cambio corporativo completo, otro problema es la resistencia al cambio, a este factor adverso

² JABLONSKY, JOSEPH. *TQM: Cómo implantarlo*. CECSA, México, D.F., 1995

deben enfrentarse los ejecutivos y estar consientes de su existencia para poder hacerle frente; además, se debe describir el costo y los beneficios de implantar el cambio, ya que se requiere una inversión inicial en tiempo y dinero, pero que debe reeditar en reducción de costos, mayor retención de clientes, mayor orgullo de los empleados, mayor penetración en el mercado.

Para la implantación del TQC pueden seguirse diversos métodos, Joseph Jablonsky propone uno sencillo que explica, de una manera práctica, los pasos a seguir para lograr su implementación.

5.2.1 FASE 0

La primer etapa es conocida como fase cero (preparación), en este punto los ejecutivos clave desarrollan el planteamiento de la visión nueva de la organización, fijan metas y objetivos corporativos, y diseñan políticas en apoyo directo del plan estratégico corporativo, y esta fase concluye cuando se obtiene la asignación de recursos para planear la implementación del TQC.

Esta fase es la más importante, en ella se toma la decisión de implantar el TQC, ésta es muy variada y depende de las circunstancias, por lo general está determinada por las necesidades del cliente. Después de decidir implantarlo en la organización se procede a la capacitación de los ejecutivos clave, los cuales deben comenzar a pensar con la filosofía de TQC, se debe dar preparación para enfrentar el problema de la resistencia al cambio, ya que este fenómeno se presentará con los colaboradores, además debe definirse la terminología para identificar el proceso de calidad de la compañía, este debe ser uno con el cual toda la compañía se identifique.

Debe evaluarse la necesidad de contar con un consultor, esto depende de la organización: su tamaño, la mentalidad que se tenga para implantar el TQC, la agilidad corporativa, etc. El consultor es un especialista en la implantación, por lo que la transición se hace de manera más rápida y sin problemas. La selección del consultor depende del problema que se pretenda

resolver y del tamaño de la compañía; para una empresa grande, generalmente es mejor que se cuente con el apoyo de un consultor especializado en el problema, mientras que en una pequeña, con el apoyo de un consultor general es suficiente para resolver todos los problemas.

Todas las compañías deben fijar una razón para estar operando, a esto se le llama visión corporativa y se puede expresar plasmando cómo se quiere que se encuentre la empresa en el futuro, para llegar a este objetivo se requiere la elaboración de un plan estratégico, que consiste en los caminos para transformar la compañía en la que se planea. La visión corporativa es propuesta por el director y de ella se desprenden las metas de la organización, estas son a largo plazo y las elaboran los ejecutivos por área, para cada meta se plantean objetivos particulares que se cumplen realizando tareas específicas, las cuales son medibles, esta ejecución la realizan los gerentes, quienes están también encargados de la propagación hacia abajo de las políticas, es decir, de lo que es importante y también de la retroalimentación de los resultados, con lo que se cierra un círculo de comunicación importante dentro de la organización.

Un paso muy importante es el planteamiento de la nueva visión de la empresa, para esto se recomienda realizar una sesión de tormenta de ideas entre los ejecutivos clave, generalmente se expresa en términos de un compromiso de calidad, satisfacción de los clientes y un deseo de volverse más competentes. Las metas corporativas son concisas, y se desprenden de la visión ya elaborada, éstas deben abarcar todos los aspectos de la organización. La política de la empresa debe cambiar de ser de recompensas por los logros a recompensas por los intentos y esfuerzos (productivos o no) por implantar el TQC, estas remuneraciones pueden ser económicas o no, si lo son, es mejor que sea una cantidad simbólica. Es importante que se escuchen las sugerencias por parte de la gerencia, esto genera confianza de que existe una forma de comunicarse con la dirección. Para que la comunicación sea efectiva por parte de la dirección es muy importante que los mensajes esenciales se transmitan de forma personal. Después de llegar a este punto de la fase cero debe tomarse la decisión de continuar con la implantación o no, si se acepta debe procederse a asignar los recursos para la siguiente fase, y otros ejecutivos se familiarizan con TQC. Este punto es crítico en la implantación del TQC, ya que muchos directores al momento

de asignar recursos no dejan clara su decisión, tan importante y de largo alcance, y se excusan diciendo que no tiene información suficiente o delegando la responsabilidad a alguien. Para que se vea el interés de la dirección por la nueva filosofía, debe participar activamente en el proceso de capacitación. Un factor que es indispensable para el éxito en la implantación del TQC es la dotación de autoridad al personal, ya que al sentir que sus decisiones son un factor que afecta a la compañía llevándola al éxito o al fracaso, los colaboradores cobran especial interés en la mejora de la empresa y en la realización de sus actividades.

5.2.2 FASE 1

La planeación es la fase uno, y en ella se fincan los cimientos para el proceso de cambio en la organización. En este punto, los individuos que constituirán el Consejo Corporativo utilizan los conceptos desarrollados durante la fase de preparación e inician el meticuloso proceso de planeación. El Consejo Corporativo desarrolla el plan de implantación, compromete los recursos y lo hace realidad.

Lo primero que debe hacerse en esta fase es la propagación del espíritu de TQC a todos los ejecutivos y después debe hacerse la selección del Coordinador de TQC, ésta selección debe ser muy cuidadosa, ya que el puesto es de gran responsabilidad, por lo cual deberá ocupar un lugar importante en el organigrama. La organización se debe transformar en tres elementos:

Consejo Corporativo: compuesto por director y gerentes funcionales, es decir los que participaron en la primer fase del proceso de implantación. La responsabilidad que tiene es la de implantar el plan de TQC y de crear y dar soporte a los equipos PAT (Por sus siglas en inglés: Equipos de acción de proceso) y más importante es el de eliminar las barreras para que los equipos PAT operen.

Equipos PAT: Son constituidos por el Consejo una vez que se selecciona un proceso para ser mejorado. Pueden estar formados por operadores, gerentes y directivos, y de entre los integrantes se selecciona un líder.

Servicios de Soporte: encabezado por el coordinador de TQC, quien facilita la operación del Consejo Corporativo, los equipos PAT y la capacitación de los empleados.

Después se procede a capacitar a los demás miembros del Consejo Corporativo y al coordinador de TQC. Esta incluye conceptos y herramientas de TQC, y para el coordinador además abarca sesiones sobre cómo conducir reuniones. Una vez que se termina la capacitación de los miembros se procede a realizar la primer reunión del Consejo Corporativo, en ésta se deben tratar varios temas que incluyen los siguientes: presentar a los miembros del Consejo y al Coordinador de TQC, revisar las funciones y responsabilidades de los miembros del Consejo y del Coordinador, revisar la agenda de eventos próximos, definir las responsabilidades para el plan de implantación y programar la siguiente reunión.

Se deben definir qué objetivos se pretenden alcanzar, para saber qué y cuántos datos se necesitan. Esta información sirve para determinar cómo contribuyen las metas planteadas a la satisfacción de los clientes y al aumento en utilidades. Los resultados obtenidos se comparan con los esperados para evaluar el avance que se tiene en la implantación del TQC. El principal obstáculo se presenta en la resistencia de la gente de todos los niveles al cambio, éste se vence cuando se convence a los empleados que tendrán un beneficio al aplicarlo por sí mismo.

Después de seleccionado el Coordinador de TQC, debe capacitarse en habilidades que lo preparan a entender el propósito completo del proceso continuo de mejoramiento, a conducir a un equipo PAT desde su capacitación y organización hasta sus consultas y asesoría interna.

El Consejo debe seleccionar una estrategia de implantación, puede usarse uno de los métodos siguientes: en orden de importancia, buenas ideas de los empleados, sugerencias de los clientes y problemas crónicos. Es preferible comenzar con las sugerencias de los empleados o de los clientes, ya que muestra el interés que tiene la empresa en sus comentarios, lo que los motiva a seguir haciéndolos. El problema crónico no debe enfrentarse en las primeras etapas de la

implantación, ya que puede traer un alto riesgo de fracaso, lo cual impediría el progreso hacia la implantación del TQC.

El Coordinador de TQC debe proveer los servicios de soporte y asesoría al Consejo en todo momento; su función es de staff, al nivel de un vicepresidente. Una de sus responsabilidades es la de coordinar los programas de capacitación y ser secretario de las reuniones de Consejo, a las que asistirá regularmente.

Se enfrentan varias situaciones en esta fase de planeación que deben ser manejadas adecuadamente por el director, como son el trato con los sindicatos, a los que se debe convencer de que es por el bien de la empresa y de su subsistencia que debe implantarse TQC en la organización; además se debe tratar con el recorte de personal, que se genera debido al aumento de productividad de la organización, que se da al recortar pasos innecesarios en el proceso productivo, estos son los que no generan un valor agregado al producto. Estos problemas se resuelven con la programación.

Con esto se pasa a la fase de decisión de si se continúa o no, para esto se debe tener claramente cual es el costo que implica la implementación y se debe plantear un calendario razonable de aparición de resultados del proceso de calidad, para este punto los miembros del Consejo ya formularon sus expectativas de resultados. La decisión de continuar puede parecer difícil, debido a la cantidad de dinero requerido para continuar, pero debe verse como una inversión a largo plazo que reedituará en grandes utilidades.

5.2.3 FASE 2

La fase dos, evaluación, involucra el intercambio de información necesaria para apoyar a las fases de preparación, planeación, implantación y diversificación. Consiste en encuestas, evaluaciones, cuestionarios y entrevistas a través de la organización en todos los niveles para

determinar las percepciones personales y del grupo de los puntos fuertes y débiles de la organización.

En esta fase se realiza primeramente una evaluación rápida formulando una serie de preguntas para comenzar a planear el proceso de TQC por parte del Consejo y, además, para tener un conocimiento valioso de las perspectivas de la dirección y de la fuerza de trabajo de la compañía. Un ejemplo de una evaluación rápida consistiría de las siguientes preguntas:

- * ¿Qué necesita hacer la compañía para permanecer competitiva en el futuro?
- * ¿Qué ve usted como razón y beneficio de TQC?
- * Si tiene éxito, ¿cómo se verá TQC en su compañía?, ¿Cómo lo mediría?
- * ¿Cuáles son los obstáculos que existen para implantar TQC?
- * ¿Quiénes son sus clientes?
- * ¿Cómo determina la satisfacción de los clientes?

Es importante que se tenga consciencia de que no todas las personas tienen la misma personalidad, por lo que las relaciones interpersonales varían dependiendo de la persona que se trate, es importante entender esta situación, ya que muchas de las actividades de TQC se realizan en conjunto. Por lo cual es importante que no se ponga atención a las características indeseables de las personas lo que conlleva a una buena práctica administrativa.

Las encuestas a clientes proporcionan una herramienta de evaluación importante. La retroalimentación de los clientes puede ocurrir de manera informal (conversaciones) o formal (encuestas). La retroalimentación de los clientes puede conducir a revelaciones importantes sobre sus necesidades y la satisfacción de las mismas, la imagen de la empresa ante ellos, situación comparativa con la competencia, etc. Los resultados de las encuestas deben compilarse y entregarse al Consejo antes de que éste seleccione una estrategia de implantación. En este punto, el Consejo determina los criterios para seleccionar problemas para resolverlos y se forman los equipos PAT. La retroalimentación de los clientes puede influir mucho en la

selección de la estrategia a seguir. Generalmente los clientes exigen productos y servicios de mejor calidad, ya que la calidad es adecuada, entonces exigen precios competitivos.

Un mecanismo importante para entender a la organización y a los miembros de la misma es la evaluación organizacional, que evalúa el estado actual de la empresa tomando en cuenta una multitud de factores, y puede conducir a recomendaciones positivas, orientadas a acciones para el mejoramiento. Una herramienta que se utiliza para realizar esta evaluación es la guía DoD de autoevaluación de calidad y productividad para las organizaciones de la defensa.

La retroalimentación de la capacitación comprende la etapa final de la fase evaluación. Conducir encuestas después de cada sesión de capacitación debe ser algo de rutina; los resultados deben ser compilados y sintetizados por el representante del departamento de capacitación y el coordinador de TQC. El consejo también debe conocer los resultados de estas encuestas, puesto que la capacitación representa uno de los compromisos financieros más grandes de la decisión de continuar hacia la fase 3, Implantación.

5.2.4 FASE 3

La implantación, fase tres, reditúa lo invertido en las fases anteriores. Comienza con una iniciativa bien definida de capacitación para gerentes y operarios. Con el apoyo total del Consejo Corporativo se constituyen equipos de acción para evaluar y mejorar los procesos e implantar el cambio. Más detalladamente se puede explicar esta fase de la siguiente manera:

Primero se procede a la selección del personal de soporte, el cual incluye organizadores, instructores y consultores internos, quienes mantendrán puestos de alta visibilidad dentro de la organización. Se procede a su capacitación que es similar a la del coordinador de TQC. Los consultores internos son maestros dentro de la organización que ofrecen consulta individual o a pequeños grupos, generalmente son especialistas en algunas herramientas o técnicas.

La capacitación a personal de dirección y obreros debe empezar después de que termine la planeación necesaria, la selección de la terminología y la propagación de la inercia ejecutiva a través de la organización. La capacitación puede darse en tres fases: Conceptos de TQC, Orientación y Habilidades; en la primera se explica qué es TQC, para qué sirve y se dan ejemplos de otros que hayan tenido éxito; la orientación se enfoca a definir cuál es el plan de la empresa, cuál es el papel personal del individuo, qué se espera del individuo; la última fase de capacitación consiste en desarrollar conceptos sobre los equipos PAT, construirlos, dar bases sobre el significado del servicio al cliente y dotar de autoridad a los colaboradores.

La capacitación de los equipos PAT es muy importante, y consiste en cinco partes básicas que son: introducción y panorámica, compilación de información, análisis e interpretación, composición e interpretación y seguimiento. Estos componentes deben proporcionar la información suficiente al personal para que pueda poner en práctica sus conocimientos y conceptos adquiridos, por lo cual deben tener fácil acceso a un especialista que pueda resolver sus dudas y problemas. Durante su capacitación aprenderán herramientas técnicas y no técnicas para ser aplicadas a la solución de problemas, siguiendo la metodología de trabajo de la mejora continua según el ciclo PDCA, como lo muestra la siguiente secuencia de cinco pasos:

En la primera parte los empleados reciben capacitación en grupos pequeños para resolver problemas específicos de un proceso seleccionado por el Consejo Corporativo, es muy importante que se logre la conjunción del equipo para desplegar su potencial. Se adquieren habilidades de integración de equipos, tormentas de ideas y comprensión de procesos por medio de diagramas de flujo. En la segunda fase de la capacitación, compilación de información, en este caso se usan los diagramas de flujo para sobre ellos hacer una tormenta de ideas que arroje resultados de donde se puede obtener información para cuantificar la eficiencia de los procesos existentes, aquí es donde surgen las áreas especializadas de conocimientos, esto permite anticipar cuáles son los datos necesarios antes de la fase de planeación.

La parte tres, análisis e interpretación, se enfoca a la extracción de la información útil de los datos recolectados aplicando herramientas básicas de TQC, como puede ser un diagrama de Pareto, una gráfica de control, o cualquier otra herramienta, los cuales ayudan a presentar la información para la siguiente fase, que es la cuatro, composición y presentación. En esta fase se revisan los resultados obtenidos, se prepara la información para que sea revisada por el Coordinador de TQC y se prepara un compendio de recomendaciones para su presentación en la siguiente reunión del Consejo. Por último se llega a la fase de seguimiento, cinco, esto es que debe quedar claro que el trabajo del equipo no acaba cuando se aceptan sus recomendaciones, sino que se tienen que implantarlas y vigilar que se cumplan.

Es muy importante el apoyo de los ejecutivos al progreso de los equipos PAT, ya que si no se tiene éste es posible que fracasen debido a diferentes factores como son la resistencia al cambio, los comentarios negativos, cambios de dirección, etc. Esto es superado con el apoyo en las reuniones y las muestras de interés en el trabajo que realizan. Es muy importante también que los miembros de los equipos PAT sepan que cuentan con el apoyo del Consejo Corporativo, no importando que tengan éxito o no, para la realización del siguiente proyecto de mejora. Es en este punto donde se aplican las herramientas básicas, que sirven para auxiliar en el mejoramiento de los procesos, también existen diversas organizaciones que ofrecen apoyo profesional para ayudar en la solución de los problemas que se presenten.

5.2.5 FASE 4

La última fase es conocida como diversificación. Hasta este punto se tienen bases sólidas de conocimientos en la organización. Se han definido políticas, las objeciones a los cambios han sido superadas y los equipos de acción ya tienen resultados favorables. En este punto otras partes de la organización pueden ser invitados a participar. Éstas pueden incluir a organizaciones subordinadas, unidades estratégicas, subsidiarias, divisiones foráneas, proveedores o diversos departamentos dentro de la organización.

Es importante invitar a participar a proveedores, casi siempre es por necesidad, por ejemplo al intentar satisfacer al cliente con un calendario de entregas o con una cantidad determinada de producto. Al proveedor le conviene esto ya que gana conocimientos valiosos sobre sus clientes finales al tratar de resolver los problemas en conjunto.

Es importante que se de una comunicación con los proveedores, informándoles de la intención de hacer que TQC sea un factor de competitividad durante la próxima realización de contratos, lo cual hará que tomen decisiones sobre su forma de proceder; a este respecto habrá quienes se decidan por cambiar y quienes decidan retirar sus ofertas, lo que reducirá el margen de posibles proveedores, con lo que ambas partes se benefician. En este punto es conveniente que se de a los proveedores que se decidieron por el cambio una capacitación sobre conceptos básicos de TQC, muestras de sus beneficios en otras organizaciones y podría ser el plan de implantación.

5.2.6 ERRORES EN LA IMPLEMENTACIÓN

El error más común en la fase de preparación es el de que se tomen medias decisiones, y esto se da cuando no se está plenamente convencido de sus beneficios, por lo que los directores delegan esta importante iniciativa y esto conduce al programa al fracaso. En la fase de planeación puede presentarse la falla por no dar suficiente tiempo o incentivos al convencimiento de todos los ejecutivos de la necesidad de efectuar el cambio, ya que en esta fase se propaga verticalmente TQC hacia abajo y debe contarse con el apoyo de todos.

En la fase de evaluación (dos) el mayor problema que se presenta es la asignación de tiempo y dinero para que se conduzca una evaluación organizacional adecuada y que se traten los resultados adecuadamente, ya que se maneja información muy importante para la empresa, por lo cual es muy recomendable que la evaluación la realice una persona externa capacitada para examinar los datos objetivamente.

En la fase tres, implantación, el principal problema se presenta al realizar la capacitación masiva para los ejecutivos y el personal obrero antes de que se tenga un pleno convencimiento de la necesidad de implantar TQC en todos los ejecutivos, incluyendo al director, y también deben utilizarse los resultados de la evaluación en el proceso de planeación para conocer con precisión las necesidades de capacitación de la organización. Durante la última etapa, diversificación, el problema más frecuente es que las organizaciones llegan a este punto y se encaminan a una iniciativa de calidad muy amplia donde quieren abarcar a proveedores y organizaciones subordinadas sin tener resultados propios de éxito, y por lo tanto es muy difícil convencer de la efectividad de TQC, ya que no se ha experimentado ningún resultado favorable.

Estos errores no siempre conducen al fracaso, pero pueden causar retrasos en la realización de la primera meta, por lo cual es conveniente prestar atención a las fallas que han tenido otros para no volver a cometerlas.

5.3 APLICACIÓN EN LA EMPRESA

Como una aplicación real de como se puede llevar a cabo este proceso en la compañía aceitera se tiene los siguientes puntos: donde el primer paso y más importante es el de convencer a la dirección a implementar el cambio en la organización y, por lo tanto, destinar recursos y tiempo para lograrlo.

Entre las acciones que se deben tomar para aplicar el programa de calidad total en la empresa aceitera se encuentra la definición de las políticas de la empresa; a largo, mediano y corto plazo, ya que de éstas saldrán los objetivos y metas a lograr por los integrantes de la organización. Hay planes que se pueden llevar a cabo para contribuir al logro de las políticas de la empresa, dentro de estos se pueden mencionar los siguientes: cursos de seguridad e higiene, simulacros contra incendios, elaboración de procedimientos, implementación de buenas prácticas de

manufactura, establecimiento de un plan de emergencias, de un programa de primeros auxilios, formación de la brigada de bomberos, etc.

Se deben dedicar parte de las acciones a reestructurar el organigrama de la empresa y a la redefinición de los puestos, profesionalizando áreas prioritarias dentro de la empresa (compras, ventas, etc.). Existe la necesidad de contar con la participación de un coordinador de las actividades para la implementación del programa de calidad, esto debe contemplarse en el organigrama al elaborarlo. Además, se tienen que crear estructuras organizacionales que permitan crecer al personal (promoción), para esto se deben desligar a las gerencias de las áreas que no les corresponden. Se tienen que reordenar los métodos de trabajo y los procedimientos de acuerdo al nuevo organigrama resultante.

Además, es importante el compromiso de mandos intermedios donde se debe lograr una integridad cliente-proveedor para crear un vínculo de información. Se debe asignar responsabilidad al personal para que cumpla con los compromisos que se asuman en el camino a la implementación del programa de calidad. Otro punto que se debe mejorar es la cultura a todos los niveles de la organización. Los mandos intermedios deben definir políticas y comprometerse a cumplirlas, buscando maximizar el uso de herramientas estadísticas, de mejora continua, etc. Para lograr esto se tiene que capacitar a los mandos intermedios en el uso de herramientas básicas para manejar grupos de trabajo.

También debe buscarse que el ambiente de trabajo mejore, esto es posible lograrlo escuchando sugerencias para mejorar los sistemas existentes, estableciendo políticas de orden, limpieza y puntualidad, modificando la manera de pensar de cada individuo por medio del propio convencimiento, reordenando métodos de trabajo y procedimientos, implementando la aplicación de buenas prácticas de manufactura, propugnando por crear un ambiente más moral, modificando áreas de trabajo para hacerlas más agradables y por último modificando políticas de personal y salariales tratando que sean lo más justas posibles. Además se pueden promover eventos motivacionales que fomenten la integración y enorgullezcan a los colaboradores de

trabajar para la empresa, esto se puede lograr por medio de reuniones en actividades deportivas, culturales o sociales.

Es muy importante contar con un programa de capacitación integral que involucre a todos los niveles de la organización, en temas de calidad y de crecimiento personal, como son cursos de seguridad e higiene, planes de emergencias, conceptos de calidad, herramientas estadísticas, mejora continua, autocontrol, 5s, etc.

Además es importante crear un sistema periódico de información con canales adecuados para evitar que se pierda la información o se retrase, con el fin de lograr esto se pueden efectuar programas de divulgación de la cultura de calidad, siendo claros los objetivos y métodos. También es posible la instalación de vitrinas de avisos e información en puntos estratégicos como canales adecuados de comunicación. Algo que no se debe descuidar es el dar a conocer periódicamente la situación en la que se encuentra la empresa a todos los integrantes para crear en ellos un compromiso y una relación directa con la situación de la empresa.

Es importante que se busque la modernización de equipos de operación, para poder llegar a los estándares que requieren los clientes, esto con el propósito de satisfacer sus necesidades al menor costo posible.

Una parte importante en el proceso de implantación del programa de calidad total es la elaboración del Manual de Calidad.

Se tiene que dar a conocer la filosofía de la empresa respecto al servicio a los clientes, y esto también se logra por medio un mejor conocimiento del cliente interno y externo, con lo que se tiene que dar una mejor atención al mismo, tanto interno como externo. En base a esto se deben fundamentar todas las acciones dentro de la empresa.

CONCLUSIONES

Inicialmente se planteó como meta el presentar claramente cuáles son los conceptos y herramientas básicas de calidad total que han sido aplicados por empresas exitosas en todo el mundo, además de mostrar de manera sencilla y explicativa cuál podría ser la secuencia lógica y efectiva para realizar un programa de implantación de procedimientos de calidad total en una organización cualquiera, siendo aplicada en este caso en particular a una empresa dedicada a la producción de aceite vegetal, a este respecto se puede decir que estas metas fueron cubiertas con el presente manual.

En el primer capítulo se presentaron de manera clara los conceptos generales de lo que es el TQC, explicándolos detalladamente para su ágil comprensión y aplicación. En los siguientes capítulos se desarrollaron los temas de qué es la Ruta de TQC, cuáles son y para qué sirven las Herramientas Básicas y qué son los Círculos de Calidad, estos conceptos, como se vió, son parte fundamental en la aplicación de un procedimiento de Calidad Total por lo que es indispensable su manejo. Por último se dieron las bases de cuál sería una secuencia lógica para llegar a la implantación de un programa de Calidad Total, explicando en este punto cómo podría ser aplicado éste a una empresa aceitera en específico, ajustándose a sus procedimientos de operación.

BIBLIOGRAFÍA

ANGUIANO, F. Notas técnicas

BARRA, R. Círculos de calidad en operación, 1a Ed. México, D.F., Mc Graw-Hill S.A., 1985.

BOWER, A. y LIEBERMAN, G. Estadística para ingenieros. 1a Ed. México, Prentice-Hall Iberoamericana, 1984.

CÁRDENAS, A. J. Administración con el método japonés. 1a Ed. México, Compañía Editorial Continental S.A., 1993.

CHARBONNEAU & WEBSTER. Control de calidad. 1a Ed. México, Mc Graw-Hill, 1982.

DAY, R. Quality Function Deployment. 1a Ed. EE.UU., American Society for Quality Control, 1993.

DOWNE, N. M. y HEATH, R. W. Métodos estadísticos aplicados. 3a Ed. México, HARLA S.A., 1973.

DUNCAN, A. Quality control and industrial statistics. 4a Ed. EE.UU., Richard D. Irwin, Inc., 1974.

FEA, U. Competitividad es calidad total. 1a Ed. España, Marcombo, 1993

FEIGENBAUM, A. V. Control total de calidad. 8a Ed. México, Compañía Editorial Continental S.A., 1991.

GUTIÉRREZ, M. Administrar para la calidad. 2a Ed. México, LIMUSA, 1994

ISHIKAWA, K. Práctica de los círculos de control de calidad. 2a Ed. España, Productivity Press, 1990.

JABLONSKY, J. R. TQM: como implantarlo. 1a Ed. México, Compañía Editorial Continental S. A., 1995

JURAN, J. M. Juran y el liderazgo para la calidad. 1a Ed. España, Ediciones Díaz de Santos S.A., 1990.

JURAN J. M. y GRYNALF, M. Quality planning and analysis. 2a Ed. EE UU., Mc Graw-Hill, Inc., 1980.

Mc DONALD, J. y PIGGOTT, J. Calidad global. 1a Ed. México, Panorama Editorial S.A., 1993.

MIZUNO, S. Company-wide total quality control. 1a Ed. Japón, Asian Productivity Organization, 1988.

MONTGOMERY, D. Control estadístico de la calidad. 1a Ed. México, Grupo Editorial Iberoamericano, 1991.

OSADA, T. The 5S's: five keys to a total quality environment. 1a Ed. Japón, Asian Productivity Organization, 1991.

SINGH SOIN, S. Total quality control essentials. 1a Ed. EE. UU., Mc Graw-Hill, 1992

SCHERKENBACH, W. The Deming route to Quality and Productivity. 1a Ed. EE.UU., Mercury Press, 1986.

APÉNDICE A

CONCEPTOS DE PROBABILIDAD

Una muestra es una colección de datos observados o medidos, seleccionados a partir de un conjunto más grande o población. Una distribución de probabilidad es un modelo matemático que relaciona el valor de la variable con la probabilidad de ocurrencia de ese valor en la población. Hay dos tipos de distribuciones de probabilidad:

1.- Distribuciones continuas. Cuando la variable que se mide se expresa en escalas continuas, su distribución de probabilidad se llama distribución continua.

2.- Distribución discreta. Cuando el parámetro que se mide solamente puede tomar ciertos valores, como los números enteros 1,2,..., la distribución de probabilidad se denomina distribución discreta. Por ejemplo la distribución del número de disconformidades o defectos en un elemento.

La probabilidad de que en un distribución discreta la variable aleatoria x tome un valor específico x_i se expresa como:

$$P\{x = x_i\} = p(x_i)$$

En la distribución continua la probabilidad de que x se encuentre en el intervalo de a a b se expresa así:

$$P = \{a \leq x \leq b\} = \int_a^b f(x) dx$$

La media μ de una distribución de probabilidad es una medida de la tendencia central en la distribución, o de su acumulación. Si la población tiene N artículos, entonces la media se definirá como

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N}$$

La dispersión o variabilidad en una distribución se expresa como la varianza σ^2 . Si hay N artículos en la población, entonces la varianza será:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2}{N}$$

La desviación estándar σ es una medida de la disgregación o dispersión de los datos de la población, expresada en la unidad original, y se obtiene aplicando raíz cuadrada a la varianza.

DISTRIBUCIONES DISCRETAS IMPORTANTES

Distribución Hipergeométrica

Se tiene una población finita con N artículos. Algunos de éstos, D (donde $D \leq N$), caen en una clase de interés. Se selecciona una muestra aleatoria de n artículos de la población sin reposición, y se observa el número de artículos en la muestra que quedarán en la clase de interés, x . Entonces x es una variable aleatoria hipergeométrica, con la distribución de probabilidad

$$p(x) = \frac{\binom{D}{x} \binom{N-D}{n-x}}{\binom{N}{n}} \quad x = 0, 1, 2, \dots, \min(n, D)$$

La distribución hipergeométrica es el modelo probabilístico apropiado para seleccionar una muestra aleatoria de n artículos, sin reposición, de un lote de N de ellos, de los cuales D son disconformes o defectuosos. En estas aplicaciones, x normalmente representa el número de artículos disconformes encontrados en la muestra.

Distribución Binomial

Un proceso que consiste en una sucesión de n pruebas independientes, donde el resultado de cada una es un “éxito” o un “fracaso”. Tales pruebas se llaman pruebas de Bernoulli. Si la probabilidad de un “éxito” en cualquier prueba, p , es constante, entonces el número de “éxitos” x en n pruebas de Bernoulli tendrá la distribución binomial

$$p(x) = \binom{n}{x} p^x (1-p)^{n-x} \quad x = 0, 1, \dots, n$$

Los parámetros de la distribución binomial son n y p , donde n es un número entero positivo, y $0 < p < 1$. La distribución binomial se usa con frecuencia en el control de calidad. Es el modelo probabilístico apropiado para muestrear una población infinitamente grande, donde p representa la fracción o proporción de artículos defectuosos en la población. En estas aplicaciones, x suele representar el número de artículos disconformes encontrados en una muestra aleatoria de n .

Distribución de Poisson

Una distribución discreta útil en el control estadístico de calidad es la distribución de Poisson

$$p(x) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!} \quad x = 0, 1, \dots$$

donde el parámetro $\lambda > 0$ y es igual a la media y a la varianza, $\lambda = \mu = \sigma$.

Una aplicación clásica de la distribución de Poisson en el control de calidad es como un modelo del número de defectos o disconformidades que ocurren en una unidad del producto. En realidad, cualquier fenómeno aleatorio que ocurre “por unidad” (de área, de volumen, de tiempo, etc.) muchas veces se puede aproximar bien por la distribución de Poisson.

DISTRIBUCIONES CONTINUAS IMPORTANTES

Distribución Normal

Es tal vez la más importante en la aplicación de la Estadística. Si x es una variable aleatoria normal, entonces su distribución de probabilidad es

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

y se puede utilizar la siguiente notación: $x \approx N(\mu, \sigma^2)$, para indicar que x tiene una distribución con media μ y varianza σ^2 . La distribución normal acumulativa se define como la probabilidad de que la variable normal x sea menor que o igual a algún valor a , es decir,

$$P\{x \leq a\} = F(a) = \int_{-\infty}^a \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} dx$$

Distribución exponencial

La distribución de probabilidad de la variable aleatoria exponencial es

$$f(x) = \lambda e^{-\lambda x} \quad x \geq 0$$

donde $\lambda > 0$ es una constante. La media es $\mu = 1/\lambda$, y la varianza, $\sigma^2 = 1/\lambda^2$. La distribución exponencial se utiliza ampliamente en el campo de la ingeniería de confiabilidad como un modelo para el tiempo hasta la falla de un componente o de un sistema. En estas aplicaciones el parámetro λ se llama índice de falla del sistema, y la media $1/\lambda$ de la distribución se denomina tiempo medio hasta la falla.

Distribución Gamma

La distribución de probabilidad de la variable aleatoria gamma es

$$f(x) = \frac{\lambda}{\Gamma(r)} (\lambda x)^{r-1} e^{-\lambda x} \quad x \geq 0$$

donde los parámetros son $\lambda > 0$ y $r > 0$. Normalmente, r se llama parámetro de forma, y λ se denomina parámetro de escala. La media es $\mu = r/\lambda$ y la varianza $\sigma^2 = r/\lambda^2$. Si el parámetro r es un número entero, entonces la distribución gamma es la suma de r distribuciones exponenciales, distribuidas independiente e idénticamente, cada una con un parámetro λ .

Distribución de Weibull

La distribución de Weibull se define como

$$f(x) = \frac{\beta}{\delta} \left(\frac{x-\gamma}{\delta} \right)^{\beta-1} \exp \left[- \left(\frac{x-\gamma}{\delta} \right)^{\beta} \right] \quad x \geq \gamma$$

donde $\gamma (-\infty < \gamma < \infty)$ es el parámetro de disposición, $\delta > 0$ es el parámetro de la escala, y $\beta > 0$ es el parámetro de forma. La distribución Weibull es muy flexible, y mediante una selección adecuada de los parámetros γ , δ y β puede tomar una gran variedad de formas. La distribución de Weibull se utiliza ampliamente en ingeniería de confiabilidad como modelo del tiempo hasta la falla en componentes y sistemas electrónicos y mecánicos.

APÉNDICE B

5s, SIGNIFICADO

El nombre de las 5s viene de la primera letra de los términos japoneses: *seiri*, *seiton*, *seiso*, *seiketsu* y *shitsuke*. Las 5s no son tan difíciles de entender, sin embargo, son difíciles de aplicar bien. Se requiere perseverancia y determinación. Muestran resultados en términos de mejores prácticas de trabajo, menos tiempos muertos, colaboradores orgullosos de su trabajo, más alta productividad y mejor calidad, por que la gente se preocupa por su trabajo lo hace mejor.

Seiri, organización

Esto significa poner las cosas en orden, saber distinguir entre lo necesario y lo innecesario, implementar la administración estratificada y buscar las causas para deshacerse de lo inútil. Siempre se habla de la necesidad de ser organizado y poner las cosas en orden, pero, de hecho, la organización puede ser la más importante de nuestras tareas. Como puede haber gente que parezca ser muy desorganizada, pero en realidad sea ordenada; puede haber gente que se vea muy ordenada y, cuando busca algo nunca lo encuentra. La organización es mucho más difícil que el hecho de alejar las cosas, por ejemplo, cualquiera puede limpiar un cuarto sucio, pero sólo el dueño puede crear un sistema y poner las cosas en el lugar que les corresponde.

Hay muchas teorías diferentes de como organizar el trabajo, pero el primer paso en todas estas teorías es el de dividir las cosas y agruparlas en orden de importancia. La primer cosa es crear un estrato por importancia y estratificar la información. El diagrama de Pareto, el método KJ y aún el levantamiento de inventario, son formas de organizar las cosas, determinan que tan importantes son, y por lo tanto preparan para la toma de acciones en los puntos que necesitan atención.

Sin embargo, es muy difícil distinguir entre lo esencial y lo no esencial en casa o en el trabajo, donde se tienen cosas que nunca se usan, pero nunca hay la decisión para deshacerse de ellas, y esto se debe a que no se practica la administración estratificada. Por eso es tan importante hacer una limpieza a fondo, eliminando la basura acumulada. Cuando se hace esto, es posible ver por qué las cosas llegaron a ese punto y así, ser capaces de llegar a la raíz del problema.

Seiton, orden

Esto significa tener las cosas en el lugar adecuado para que puedan ser usadas en un momento crítico. Es una forma de eliminar búsquedas. El énfasis es en la administración funcional, una vez que todo tiene su lugar correcto y está funcionalmente ubicado para la calidad y la seguridad, se tiene un lugar adecuado de trabajo. El principio del orden se aplica en todos los aspectos de la sociedad y de la vida diaria. En todos lados se encuentran arreglos diseñados para facilitar el encontrar las cosas cuando se quieren, sin la necesidad de buscar en todos lados.

Por lo tanto, el orden comienza con un estudio detallado de eficiencias. A partir de la organización estratificada, el principio del orden formula reglas para gobernar esa estratificación. Y más frecuentemente se comienza con una decisión de que tan seguido se usan las cosas:

- * cosas que no se usan: se descartan
- * cosas que no se usan, pero se quieren tener a la mano por si a caso: se tienen como elementos de contingencias
- * cosas que no se usan frecuentemente: se guardan en un lugar alejado
- * cosas que algunas veces se usan: se guardan en el lugar de trabajo
- * cosas que se usan frecuentemente: se tienen en el lugar de trabajo o con la persona

El almacenaje debe hacerse en base a cuanto se tiene en las manos y que tan pronto se puede llegar a las cosas cuando son necesitadas. No sólo se debe pensar en eficiencia, sino en otras cosas como calidad, consideraciones de seguridad, funcionalidad, etc.

Para tener un lugar ordenado de trabajo, puede ser necesario el poner líneas y dividir el piso, el layout debe ser flexible para que pueda ser cambiado en caso de tener nuevos requerimientos de trabajo y además debe permitir realizar las labores de limpieza e inspección fácilmente. Por que el orden está ligado a la eficiencia es importante realizar estudios de tiempos, hacer mejoras y practicar durante el proceso para llegar al punto óptimo, y la clave para esto es hacer las preguntas: qué, cuándo, donde, porqué, quién, cómo, para todo.

Seiso, limpieza

Esto significa limpiar para que las cosas estén limpias, en otras palabras, deshacerse de los desperdicios, basura y materia extraña y limpiar las cosas. La limpieza es una forma de inspección, donde se debe poner el énfasis. Algunos de los equipos e instalaciones es necesario mantenerlos impecables y es importante saber donde se localizan.

Las fábricas modernas han encontrado que ocurren menos errores de control mientras más profundos son los procedimientos de limpieza, ya que provee una oportunidad para inspeccionar, aún los lugares que no están sucios deben ser checados e inspeccionados. Las cosas funcionan adecuadamente cuando la limpieza es hecha adecuadamente. La limpieza es un reflejo de la imagen ante la comunidad y es un buen agente de ventas y de reclutamiento de personal.

La limpieza, por lo tanto, es algo que puede tener un tremendo impacto en los tiempos de producción, calidad, seguridad, moral y cualquier otra faceta de la operación. Es la parte que requiere de la mayor atención, por lo que se busca lograr cero residuos y cero mugre y eliminar las falla menores en los puntos claves de inspección.

Seiketsu, estandarización

Significa continua y repetidamente mantener la organización, el orden y la limpieza. Así que involucra la limpieza personal y la del ambiente. El énfasis es en la administración visual e innovación que son usadas para lograr y mantener condiciones estándar para que siempre se pueda actuar rápidamente.

La administración visual se ha introducido como un medio efectivo para efectuar *kaizen* (mejora continua), y está siendo usada para la producción, calidad, seguridad, etc. La administración de color, o codificación por colores, ha captado gran atención últimamente, se está utilizando para crear un ambiente de trabajo más ameno. Desde la perspectiva humana, la higiene tiene ramificaciones más allá de la fábrica, extendiéndose al medio ambiente.

Shitsuke, disciplina

Esto significa el entrenamiento y la habilidad para hacer lo que se quiere aún cuando es difícil, es decir, significa tener la capacidad de hacer las cosas en la forma que se supone se deben hacer. El énfasis es en crear un lugar de trabajo con buenos hábitos y disciplina, enseñando a todos lo que se necesita hacer y practicarlo, se rompen malos hábitos y se forman buenos. La gente practica cumpliendo y siguiendo las reglas y no debe ser reacia a la disciplina, aunque esto se da entre la gente joven que lo ve como una imposición a un patrón de comportamiento. La disciplina es algo que aprendemos para hacer nuestras vidas más fáciles, es la base de la civilización y es lo mínimo necesario para que la sociedad funcione. La disciplina es un proceso de repetición y práctica, que evita muchos accidentes y desperfectos, por lo cual es muy importante llevarla a cabo.

5s, PROPÓSITOS

Las 5s son muy importantes, pero sólo son un medio para alcanzar objetivos específicos y deben ser implementadas con esos objetivos en mente.

Seguridad y 5s

La organización y el orden están ligados a la seguridad, y como la seguridad es muy importante, es necesario repetir siempre estos términos para asegurar que el mensaje es recibido por todos los colaboradores. Pero lo que esto realmente significa es que se tiene que poner atención a las pequeñas cosas, por eso es el énfasis en tener un lugar de trabajo ordenado, lo que disminuye los accidentes industriales.

Eficiencia y 5s

La gente eficiente cuida sus herramientas de trabajo, ya que están conscientes de que no se pierde tiempo al darles mantenimiento, sino que se gana evitando fallas y teniendo el equipo en condiciones de trabajo. La organización y el orden son apreciados cuando el tiempo es un factor crítico, por eso es útil tener en el programa a las 5s otorgando un corto periodo de tiempo para llevarlas a cabo cuando todo el mundo se concentra en realizarlas.

Calidad y 5s

En las máquinas actuales se demandan muy altos niveles de precisión y limpieza. Ya que residuos y rebabas pueden causar que no se den los ajustes necesarios, descuidos en la línea de producción pueden ocasionar que se envíe el producto al cliente equivocado, hay todo tipo de problemas causados por fallas en la aplicación de las 5s. Está claro que las 5s son un requisito para la calidad, y esto puede ser sobreemfatizado.

Paros y las 5s

Hay un síndrome generalizado los lunes por las mañanas en algunas empresas, donde las máquinas parecen estar pegadas, donde las presiones del equipo neumático e hidráulico están bajas. Todo esto pasa por el cúmulo de residuos acumulados durante la semana de trabajo que

se endurecen y acumulan en lugares donde no deben estar. Esto sucede porque la empresa no practica las 5s durante la semana. También sucede porque no se encuentran indicadas como se deben operar los equipos y la memoria humana puede ser no muy confiable. Practicando las 5s, asegurando un lugar de trabajo ordenado y funcional, teniendo las cosas donde se necesita, a la larga genera ahorros en tiempo y dinero, mejora la calidad, incrementa la eficiencia, y cura el síndrome de fallas de los lunes por la mañana de productos defectuosos y trabajadores lastimados.

Parece fácil comenzar a practicar las actividades de las 5s, pero es muy difícil mantener un paso constante y volverse realmente experimentado en todos sus aspectos. Pero si no se está avanzando constantemente, es muy probable que se esté retrocediendo, por lo tanto es esencial el compromiso de todos para implementar las 5s siempre.

Servitesis

OTRA OPCION PARA SU TESIS

615-18-61

A V . M E X I C O 2 2 1 0
(CASI ESQUINA CON AMERICAS)

