

130
24



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"CUAUTITLAN"

CALIDAD EN LAS ORGANIZACIONES.
PROPUESTAS Y METODOS
DE CALIDAD.

TRABAJO DE SEMINARIO
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A :
VALENCIA GUERRERO FERNANDO

ASESOR: FRIDA MARIA LEON RODRIGUEZ

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1996

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

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

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



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN
PRESENTE.

AT'N: ING. RAFAEL RODRIGUEZ CEBALLOS
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES-C.

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

Calidad en las Organizaciones. Propuestas y Métodos de Calidad.

que presenta el pasante: Valencia Guerrero Fernández,
con número de cuenta: 3812741-1 para obtener el Título de:
Ingeniero Mecánico Electricista.

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

ATENTAMENTE.
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautilán Izcalli, Edo. de México, a 19 de Febrero de 19 36

MODULO:	PROFESOR:	FIRMA:
1.3	Ing. Juan de la Cruz Ferrández Zanudio	<i>[Firma]</i>
2.4	Ing. Juan Rafael Jiménez Hernández	<i>[Firma]</i>
E.C.	Prife. María Leda Rodríguez	<i>[Firma]</i>

DEP/NOBOSEN

AGRADECIMIENTOS:

A tí Dios:

Por regalarme la existencia y sobre todo
por darme salud para llegar a donde estoy.

A mis Padres:

Por el inmenso amor que me han dado,
por la confianza que han depositado en mí
y porque a cada instante de mi vida procuran
que sea el más feliz.

A mis Hermanos:

Por su apoyo incondicional a lo largo de toda
mi vida y por que estuvieron conmigo hasta
el final gracias les doy.

A mis Sobrinos:

Para que el presente trabajo sea un aliento en
la continuación de sus estudios y el logro de
todas sus metas.

ÍNDICE

PÁGINA

INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO 1 PRINCIPIOS DE CALIDAD	2
1.1. Introducción	3
1.2. Deming y el Método del Mejoramiento de la Calidad	3
1.3. Planificación de J.M. Juran	7
1.4. Crosby y la Filosofía "Cero Defectos"	10
1.5. Calidad de Kaoru Ishikawa	13
1.6. Enfoque de Calidad de Taguchi	19
1.7. Control Total de Calidad (CTC)	21
1.8. Conclusión	25
CAPITULO 2 MÉTODOS ESTADÍSTICOS DE CALIDAD	26
2.1. Introducción	72
2.2. Métodos Estadísticos Básicos	27
2.2.1. Diagrama de Pareto	27
2.2.2. Diagrama de Causa - Efecto	28
2.2.3. Histograma	30
2.2.4. Diagrama de Dispersión	32
2.2.5. Estratificación	34
2.2.6. Hoja de Verificación	35
2.2.7. Gráficas de Control	36
2.3. Métodos Estadísticos Intermedios	43
2.3.1. Muestreo Estadístico	43
2.3.1.1. Muestreo de Aceptación por Atributos Lote a Lote	45
Sistema MIL-STD-105D	46
2.3.1.2. Muestreo Continuo de Aceptación por Atributos	47
Sistema MIL-STD-1235	49
2.3.1.3. Muestreo de Aceptación por Variables	51
Sistema MIL-STD-414	52
2.4. Métodos Estadísticos Avanzados	54
CAPITULO 3 NORMAS ISO 9000	55
3.1. Introducción	56
3.2. ¿Qué es ISO 9000 ?	57
3.3. Normas de la Serie ISO 9000	57
3.3.1. NMX-CC-001 ISO 8402	58
3.3.2. NMX-CC-002 ISO 9000-1	58
3.3.3. NMX-CC-003 ISO 9001	59

3.3.4. NMX-CC-004 ISO 9002.....	60
3.3.5. NMX-CC-005 ISO 9003.....	60
3.3.6. NMX-CC-006 ISO 9004-1.....	60
3.4. Conclusión.....	61
CAPITULO 4 AUDITORÍAS DE CALIDAD	62
4.1. Introducción.....	63
4.2. Definición de Auditoría	63
4.2.1. Metas de la Auditoría de Calidad	63
4.3. NMX-CC-7/1 ISO-10011-1	64
4.4. NMX-CC-8/ ISO-10011-2	65
4.5. NMX-CC-7-2/ ISO 10011-3	67
4.6. Conclusión	67
CONCLUSIÓN	68
BIBLIOGRAFÍA	69
APÉNDICE	70

INTRODUCCIÓN

La competencia mundial basada tanto en precios como en la calidad ha obligado en todas partes, a las directivas conscientes de la supervivencia y crecimiento, a comprender que la calidad y fiabilidad de un producto y proceso exigen atención prioritaria. Con el desarrollo de esta toma de consciencia y con la aplicación de los métodos de control de calidad, los fabricantes pueden aspirar a grandes ganancias económicas teniendo un buen programa de control de calidad, auxiliado por los métodos estadísticos en las tareas de identificación del problema, su análisis y resolución. Los beneficios principales que se obtienen de tal programa son:

- Un producto que se hace bien a la primera no incurre en desechos, reprocesos, reparaciones quejas del consumidor, devoluciones etc.
- Una pieza fabricada con gran uniformidad durante un proceso, puede hacerse mejor en el siguiente paso, ya que un producto uniforme permite mejores condiciones de ajustes de equipo.
- La uniformidad gana por acumulación en cada paso, resultando un producto final con muchísimo mejor calidad y fiabilidad.
- Los ahorros en costos en términos de materiales no desperdiciados, trabajo empleado en la producción antes que en reparaciones.

Pero esto no acaba con la fabricación. ¡ Un producto con calidad es mucho más vendible ! Un vendedor que no tiene que visitar a un cliente para escuchar quejas puede emplear el tiempo de una manera más constructiva. Al ir creciendo la reputación de la calidad del producto, al ir ganando la gente confianza en la fiabilidad de los métodos de procesado de una empresa y en su producción, crece su inclinación a comprar a esa organización. Más aún los costos ahorrados con un programa eficaz de control de calidad permite tener precios altamente competitivos.

Depende de la dirección crear un ambiente adecuado para promocionar un programa de control estadístico del proceso, para conseguir productos de calidad y fiables. Desde los altos ejecutivos hasta los trabajadores de línea deben de capacitarse para lograr los objetivos trazados por la administración de calidad. Un elemento importante para lograr un buen programa de calidad es proporcionar cursos para todos los que trabajan y participan de alguna manera en lo referente a la calidad; las calibraciones u otras medidas deben ajustarse en los equipos ya que el hacer buenos ajustes requiere de la comprensión estadística de la variabilidad y cómo esta puede afectar a las lecturas individuales y a las medidas en un proceso.

CAPITULO 1
“PRINCIPIOS DE
CALIDAD”

1.1 INTRODUCCIÓN

El presente capítulo va enfocado a dar una revisión de algunas filosofías de principios de calidad de figuras importantes entre las que destacan el Dr. Juran, el Dr. Deming, Crosby, Taguchi, el Dr. Ishikawa por mencionar solo algunas.

El Dr. Deming fue quien introdujo en Japón después de la Segunda Guerra Mundial, los métodos de control estadístico de calidad. De hecho en Japón hay un premio que lleva su nombre en honor a sus contribuciones hechas a este país. El Dr. Deming está íntimamente relacionado con el Control Total de Calidad nos propone una filosofía básica de administración que es compatible con los métodos estadísticos llamada "los catorce puntos".

Por otro lado Crosby y su filosofía de "Cero Defectos", hace mucho hincapié en el compromiso y la responsabilidad que tiene la alta dirección para el mejoramiento de la calidad, también hace mucho énfasis que debe haber un cambio en la cultura de la empresa para lograr este fin.

Mientras tanto el Dr. Ishikawa comprendió la importancia de los métodos estadísticos y participó estrechamente en la promoción del control de calidad desde entonces ha ayudado a muchas firmas japonesas. La vida del Dr. Ishikawa y la historia de control de calidad en el Japón son inseparables.

Un elemento muy importante que sobresale de la obra del Dr. Ishikawa es que el hombre es bueno por naturaleza y que para el control de calidad funcione debe haber confianza mutua.

En cambio el Dr. Juran nos propone una trilogía que precisamente lleva su nombre y que es conocida como "Trilogía de Juran" en la que los tres elementos que conforman esta trilogía son: la Planificación de la Calidad, Control de calidad y la Mejora de la Calidad donde estas se unen por varios rasgos comunes.

A grandes rasgos los párrafos anteriores nos muestran un panorama muy general, es decir, muy superficial del propósito de este capítulo.

1.2 DEMING Y EL MÉTODO DEL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD

Íntimamente ligado o relacionado con el Control Total de Calidad, está el Método Deming o filosofía de la calidad total, también conocido como el mejoramiento de la calidad.

El Dr. Edwards Deming fue quien introdujo en Japón, después de la Segunda Guerra Mundial, los métodos de control estadístico de calidad; de hecho, el enfoque de Control de Calidad Total utilizado por Ishikawa, tiene como fundamento el control estadístico propuesto por Deming.

Como experto en estadística, el Dr. Deming se propuso buscar las fuentes de mejoramiento de la calidad. En vista de que observó que los métodos estadísticos por sí solos no funcionaban, reflexionó acerca de las causas de dicho fracaso. Gradualmente llegó a la conclusión de que lo que necesitaba era una filosofía básica de administración, que fuera compatible con los métodos estadísticos. A esta filosofía el Dr. Deming la bautizó como **Los Catorce Puntos**.

Los catorce puntos del Dr. Deming son:

1. Se debe ser perseverante en el propósito de mejorar el producto y el servicio. Esto se logra sólo con un plan bien diseñado para ser competitivo y para que el negocio permanezca activo por tiempo indefinido, proporcionando empleos.

El cuerpo directivo debe preguntarse si sólo busca ganancias inmediatas, o si más bien enfoca su atención al problema de permanecer en el mercado por tiempo indefinido. Esto último significa aceptar entre otras cosas, las siguientes obligaciones:

- La de innovar.
- La de dedicar recursos a la investigación y a la educación.
- La de mejorar constantemente el diseño del producto y el servicio.

2. La administración de aprender a cumplir su responsabilidad y a ser líder en el cambio a efectuar.

La competitividad va en aumento día tras día. Esto significa que a largo plazo sólo permanecerán en el mercado las compañías o instituciones que a menor costo ofrezcan mayor calidad en sus productos o servicios.

3. Hay que acabar con la inspección masiva. En su lugar debemos exigir evidencia estadística de que el producto o servicio, desde los primeros pasos, se hace con calidad. Esto elimina la necesidad de inspección masiva.

4. El precio sólo tiene sentido cuando hay evidencia estadística de calidad. Se debe acabar con la práctica que usa como criterio de compra sólo el bajo precio. Lo importante es minimizar el costo total.

No es posible que el precio sea el criterio más importante sin atender a la calidad de lo que se adquiere. El precio del producto no tiene sentido si no se considera en relación con la calidad. La política de hacer bajar el precio del artículo que se compra sin atender a la calidad puede poner fuera del mercado a vendedores de buenos productos y a quienes ofrecen buenos servicios.

5. Hay que estar mejorando constantemente el sistema de producción y de servicio, para mejorar la calidad y la productividad y para abatir así los costos.

El propósito de la calidad debe estar presente desde la etapa de diseño. El mejoramiento del sistema significa reducir constantemente el desperdicio y mejorar la calidad día a día en cada una de las actividades.

6. Hay que poner en práctica métodos modernos de entrenamiento.

La administración necesita que su personal conozca a fondo la compañía, desde los materiales que utilizan hasta los clientes a los que se les destina el producto. Uno de los desperdicios más importantes que puede haber en una organización consiste en desaprovechar las habilidades del personal.

7. Se debe de administrar con gran dosis de liderazgo.

Como líderes auténticos, los jefes deben de conocer los trabajos que supervisan, a fin de ayudar a su personal a mejorar su desempeño.

8. Se debe eliminar el miedo en el trabajo.

El miedo en cualquiera de sus manifestaciones provoca temor de expresar sus propias ideas, de preguntar, etc. El miedo implica siempre una pérdida económica. Por eso, se debe crear un ambiente que propicie la seguridad en el desempeño personal. El miedo es síntoma de deficiencias en el entrenamiento y en la forma que efectúa la supervisión.

9. deben eliminarse las barreras interdepartamentales.

Las personas de diseño, de ingeniería, de producción y de ventas, si trabajan en equipo, pueden realizar importantes mejoras en el diseño del producto, en el servicio, en la calidad y en la reducción de los costos. A tales equipos se les podría denominar círculos de control de calidad a nivel gerencial.

10. No se debe proponer a los trabajadores metas numéricas, como también salen sobrando exhortaciones o amonestaciones.

Los errores en su mayoría, no provienen de los trabajadores, sino del sistema mismo por eso, es muy frecuente que dichas amonestaciones generen frustración y resentimiento.

11a. Hay que eliminar las cuotas numéricas.

Las cuotas son un obstáculo para el mejoramiento de la calidad y productividad. En su lugar, se debe instaurar un sistema eficiente de supervisión y fomentar que el operario se sienta orgulloso del trabajo realizado.

11b. Hay que eliminar la administración por objetivos numéricos. se debe administrar con liderazgo.

Si no hay estabilidad en el sistema, no hay razón para proponer objetivos numéricos, pues no hay forma de saber que tanto puede producir el sistema.

Quien se inicia como administrador y quiere ser líder y promover el mejoramiento continuo, debe aprender. Entre otras cosas que es lo que hace su gente y cómo lo hace. Este aprendizaje es más importante que revisar los reportes de calidad, de fallas, de inventarios, de ventas, etc.

12. Quitemos los obstáculos que impiden que el operario se sienta orgulloso de haber realizado un trabajo bien hecho.

Lo primero que un operario necesita es que le expliquen en que consiste propiamente su trabajo. No hay que tratar a la gente como si fuera una mercancía más, diciéndole a última hora lo que debe hacer o contratándola y despidiéndola según las necesidades de la empresa.

13. Se debe impulsar la educación de todo el personal y su autodesarrollo.

No hay escasez de gente buena; lo que falta son personas con altos niveles de conocimientos. En el grado de preparación de las personas están los cimientos que permiten avanzar en el campo de la competitividad.

La gente en su desempeño profesional no sólo busca la retribución económica sino también aportar algo a la sociedad.

14. Hay que emprender las acciones necesarias para lograr la transformación de la empresa.

Quienes integran la administración deben estar de acuerdo en su forma de pensar y en la dirección que la empresa va a tomar al introducir esta nueva filosofía.

Como miembros de un equipo, cada uno de sus integrantes debe tener la oportunidad de contribuir con ideas y planes, pero debe esperar a que sus mejores contribuciones logren el consenso entre sus compañeros.

No hay que considerar el trabajo realizado en una sesión de estudio como lo mejor. En la sesión siguiente, las personas deben asumir una actitud crítica frente a los resultados de la sesión anterior, para tener así ideas cada vez más claras y para avanzar constantemente.

Si se analiza la filosofía Deming, también se encuentran grandes coincidencias con el enfoque de la excelencia; calidad en el producto y/o servicio, valores compartidos, enfoque hacia las personas, mejor comunicación interdepartamental y hacer que el trabajador se sienta orgulloso de su trabajo, son también atributos de los principios de excelencia.

El Dr. Deming, en su seminario de 1950, hizo hincapié que en la práctica tenemos que revisar mejor nuestras normas de calidad constantemente. Como muestra el diagrama de la figura 1, él habló de un ciclo de diseño, producción, ventas e investigación de mercado,

seguido de otro ciclo que empieza, con el rediseño basado en la experiencia del ciclo anterior. De esta manera, el rediseño de calidad ocurre continuamente y la calidad mejora continuamente. Esto sugiere que el fabricante debe estar siempre atento a los requisitos de los consumidores y que debe prever sus opiniones al fijar las metas de fabricación. De lo contrario, el CC no cumplirá sus objetivos ni podrá asegurar la calidad para los consumidores.

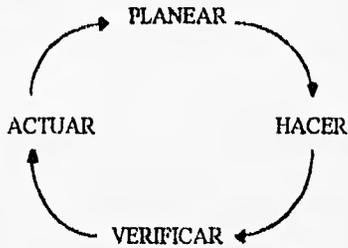


FIGURA 1

1.3 PLANIFICACIÓN DE J.M. JURAN

Muchas empresas tienen que hacer frente a graves pérdidas y desechos cuyo origen principal radica en las deficiencias del proceso de planificación de calidad.

1. **Pérdidas de ventas** debido a la competencia en la calidad. Una razón fundamental a sido la calidad del producto.
2. **Costes de mala calidad**, incluyendo las quejas de los clientes, pleitos por responsabilidades por el producto, por rehacer el trabajo defectuoso, por los productos desechados, y así sucesivamente. El total de estos costes es enorme.
3. **Las amenazas a la sociedad**. Los productos de una sociedad industrial contienen la posibilidad de alargar la duración de la vida humana; aliviar a las a las personas del trabajo pesado; proporcionar oportunidades para las oportunidades educativas, culturales y de ocio; y así sucesivamente. Sin embargo, la continuidad de estas ventajas depende completamente de la continuidad y del comportamiento adecuado de estos productos, esto es, de su calidad.

En conjunto, las pérdidas en ventas, los costes y las amenazas a la sociedad se suman a la crisis de calidad.

De lo expresado anteriormente la misión de Juran consiste en lo siguiente:

- Crear la conciencia de la crisis de calidad, el papel de la planificación de la calidad en la crisis y la necesidad de revisar el enfoque de la planificación de calidad.

- Suministrar formación sobre cómo planificar la calidad, utilizando el nuevo enfoque.
- Asistir al personal de la empresa para replanificar aquellos procesos existentes que poseen deficiencias de calidad inaceptables (caminar por toda la empresa).

Concienciación

La crisis de calidad ha provocado elevar la concienciación de la calidad. Muchas compañías han emprendido campañas para fabricar calidad número uno. Las compañías se montaron con las exhortaciones y fervor usuales: exhibiciones, eslógans, carteles, estandartes y mucho colorido.

La elección es: poner énfasis en los resultados que se tienen que conseguir, las acciones que se han de realizar. La receta para actuar debe de consistir en un 90% de sustancia y un 10% de exhortaciones, no al contrario. La fórmula para conseguir estos resultados es:

- Establecer los objetivos específicos que se han de alcanzar.
- Establecer los planes para alcanzar los objetivos.
- Asignar una responsabilidad clara para cumplir los objetivos.
- Basar las recompensas en los resultados logrados.

Ciertamente que la concienciación puede jugar un papel útil en esta secuencia, pero los esfuerzos para cambiar el comportamiento exclusivamente por medio de exhortaciones están condenados al fracaso.

Comportamiento del producto y ausencia de deficiencias

La palabra calidad tiene múltiples significados. Dos de esos significados son críticos, no sólo para planificar la calidad sino para planificar la estrategia empresarial.

Comportamiento del producto: satisfacción del producto

En el sentido del comportamiento, la calidad se refiere a características tales como:

- Prontitud del proceso para completar los pedidos de los clientes.
- Consumo de carburante de un motor.
- Eficacia de una empresa publicitaria.
- Millones de instrucciones por segundo de un ordenador.
- Uniformidad intrínseca de un proceso productivo.

Tales características son decisivas para el comportamiento del producto y para "satisfacción con el producto". Debido a la competencia en el mercado. El ser igual o superior en calidad entre los productos competidores es un objetivo prioritario para el comportamiento de cualquier producto.

Ausencia de deficiencias: insatisfacción con el producto

La palabra "calidad" también se refiere a la ausencia de deficiencias, que adopta la forma de:

- Retraso en las entregas.
- Fallas durante el servicio.
- Facturas incorrectas.
- Cancelación de contratos de ventas
- Desechos de fábrica o reprocesos.
- Cambios en la ingeniería del diseño.

Las deficiencias dan como resultado las quejas, reclamaciones devoluciones, reprocesos y otros daños. En conjunto son la forma de "insatisfacción con el producto".

Para la calidad en el sentido de ausencia de deficiencias, el objetivo a largo plazo es la perfección.

Obsérvese que la satisfacción con el producto y la insatisfacción con el producto no son contrarias. La satisfacción con el producto es el por qué los clientes compran el producto. La insatisfacción con el producto es por qué se quejan. Una definición sencilla es adecuación al uso.

El producto incluye bienes y servicios

La palabra "producto" de forma genérica para todo aquello que se produce, tanto bienes como servicios. Los bienes son objetos físicos mientras que el servicio es el trabajo realizado por otra persona. La mayoría de las empresas producen ambos.

Un uso de la palabra cliente incluye a los compradores, pero vamos mas allá. Ampliamos la palabra "cliente" para incluir todas las personas sobre quienes representan nuestros procesos y nuestros productos. Esas personas incluyen tanto los clientes internos como los externos.

El término "clientes externos" se utiliza aquí para indicar las personas que no forman parte de nuestra empresa pero sobre quienes repercuten nuestros productos. El término "clientes internos" quiere decir personas u organizaciones que forman parte de nuestra empresa.

En una gran empresa hay muchos clientes internos por ejemplo los departamentos internos son clientes de otros departamentos internos la relación cliente-proveedor interno también se extiende a todas las personas de la empresa

La trilogía de Juran

La gestión de calidad se realiza por medio de una trilogía de procesos de gestión:

- Planificación de la calidad.
- Control de Calidad.
- Mejora de la Calidad.

La planificación de la calidad es uno de los tres procesos básicos de gestión por medio de los cuales administramos la calidad. Los tres procesos (la trilogía de Juran) están interrelacionados.

Todo comienza con la planificación de la calidad. El objeto de planificar la calidad es suministrar a las fuerzas operativas los medios para producir productos que puedan satisfacer las necesidades de los clientes. La trilogía de Juran no es tan nueva lo que es nuevo es la aplicación del concepto de la trilogía a la gestión de la calidad y hacerlo así según un enfoque estructurado.

En sentido amplio, La planificación de la calidad consiste en desarrollar los productos y procesos necesarios para satisfacer las necesidades de los clientes. Más concretamente, la planificación de la calidad comprende las siguientes actividades básicas:

- Identificar los clientes y sus necesidades.
- Desarrollar un producto que responda a esas necesidades.
- Desarrollar un proceso capaz de producir ese producto.

Cuando observamos más de cerca, resulta que podemos generalizar un mapa de carreteras para planificar la calidad una secuencia invariable de etapas como sigue:

- Identificar quienes son los clientes.
- Determinar las necesidades de esos clientes.
- Traducir esas necesidades a nuestro lenguaje.
- Desarrollar un producto que pueda responder a esas necesidades.
- Optimizar las características del producto de forma que satisfaga nuestras necesidades así como las de los clientes.
- Optimizar el proceso.
- Desarrollar un proceso que sea capaz de producir el producto.
- Demostrar que el proceso puede producir el producto bajo las condiciones operativas.
- Transferir el proceso a las fuerzas productivas.

1.4 CROSBY Y LA FILOSOFÍA "CERO DEFECTOS"

Para Philip Crosby, el proceso de mejoramiento de calidad debe partir de un compromiso de la alta dirección, y de una filosofía en la que todos los miembros de la organización comprendan sus propósitos. Lograr la calidad sólo es posible a través de un cambio en la cultura de la empresa en donde se le concede al personal la oportunidad de vivir con dignidad, un trabajo significativo y un ingreso suficiente.

Crosby destaca que los círculos de calidad y las estadísticas, representan una mínima parte de la tarea encaminada a lograr la calidad. Las fases del cambio para lograr la calidad son: convicción de la dirección, compromiso de la alta gerencia y de todo el personal y conversión de la cultura organizacional. Por otra parte Crosby señala que " la empresa que desee evitar conflictos, eliminar el incumplimiento de los requisitos, ahorrar dinero, y mantener satisfechos a sus clientes debe vacunarse ".

Esta vacuna comprende tres estrategias administrativas bien definidas que son:

Determinación

Surge cuando los miembros de un equipo de trabajo deciden que no están dispuestos a tolerar por más tiempo una situación inconveniente y reconocen que sus propias acciones constituyen el único instrumento que permitirá cambiar las características de la organización. Toman conciencia de los cuatro principios absolutos, que son el fundamento conceptual del proceso del mejoramiento de la calidad:

1. "Calidad se define como cumplir con los requisitos". Este principio nos dice que para mejorar la calidad todo el personal debe estar consciente de que se deben hacer las cosas bien desde la primera vez, pero para que esto se lleve a cabo, los directivos deben establecer claramente los requisitos que deben cumplir los empleados; suministrar los medios necesarios para que el personal cumpla con los requisitos, y dedicar todo tu tiempo a estudiar y apoyar al personal a cumplir con estos requisitos.

2. "El sistema de la calidad es la prevención". Este principio señala que es más fácil y menos costoso prevenir las cosas que corregirlas. La prevención se basa en la comprensión del proceso, por lo tanto hay que observar el proceso y determinar las posibles causas de error.

3. El estándar de realización es " Cero Defectos ". Crosby creó el concepto de "cero defectos" porque afirma que el personal debe saber precisamente lo que se espera de ellos. Por lo que no deben establecerse "niveles de calidad" o estándares de trabajo, sino más bien un estado ideal de trabajo.

Cero defectos es hacer lo acordado en el momento acordado, es hacer las cosas bien desde la primera vez, es tomar en serio los requisitos.

Los errores son ocasionados por dos causas: la falta de conocimientos y la falta de atención.

4. "La medida de la calidad es el precio del incumplimiento". Es decir, el incumplimiento de los requisitos. Crosby indica que el determinar este costo, sirve para saber en qué grado la compañía esta mejorando en su calidad: además de que con este, se pueden ubicar dónde están las mejores oportunidades de acciones correctivas.

Educación

Una vez que en la empresa hay la determinación de conseguir la calidad de los productos y terminar con sus problemas, se requiere de un programa de educación continuo para todo el personal. La educación tiene que ser un proceso cotidiano, para que todos comprendan los cuatro principios absolutos, el proceso de mejoramiento de la calidad, y lo que implica proporcionar la calidad total dentro de la organización. Los cursos de capacitación se impartirán a los siguientes niveles:

- Ejecutivos. Para que los ejecutivos comprendan su posición como causantes del problema y propiciadores del mejoramiento de la calidad.
- Gerentes. El objetivo de este curso es que los gerentes defiendan y luchen por el mejoramiento de la calidad.
- Personal. Con el propósito de concientizar al personal a cerca de la importancia de la calidad, para que aplique los conocimientos adquiridos y comprenda con hechos reales los conceptos estudiados.

Implantación

La implantación consiste en establecer el proceso de mejoramiento dentro de la organización en forma metódica, para lo cual, Crosby propone 14 pasos:

1. **Compromiso de la dirección.** La alta dirección debe elaborar una política de calidad; el tema principal de discusión en sus reuniones debe ser la calidad.
2. **Equipo para el mejoramiento de la calidad.** Se integran grupos de personas a nivel supervisión, cuyo propósito sea seguir el proceso y promover su evolución.
3. **Medición de la calidad.** A través de la medición, los requisitos de cada actividad o trabajo se van consolidando y definiendo específicamente.
4. **Evaluación de costos de calidad.** Establecer costos de calidad para indicar donde la acción correctiva será provechosa para la compañía.
5. **Crear conciencia sobre la calidad.** Se debe concientizar al personal por medio de "información". De lo que cuesta hacer mal las cosas y los resultados que se obtienen con el mejoramiento de la calidad.
6. **Acción correctiva.** Se refiere a establecer un sistema de corrección, el cual se basará en información relevante del problema y análisis detallado que muestren las causas que lo originan, para eliminarlo.
7. **Planear el día cero defectos.** Elaborar un plan y/o programa de desarrollo de una convivencia social de la empresa, en el cual participarán oradores que representen los clientes, los sindicatos, las comunidades, los empleados y todos aquellos que estén interesados en la calidad.

8. Educación al personal. Se debe educar al personal para concientizarlo, para que sea menos tolerante a los defectos y errores, lo que da como resultado el mejoramiento deseado.

9. Día cero defectos. Consiste en llevar a cabo lo planeado por la compañía en un día del año, en el que ninguna actividad tendrá defectos.

10. Fijar metas. Reuniones regulares entre los supervisores y empleados para ayudar a que la gente aprenda a pensar y llevar a cabo tareas como un equipo.

11. Eliminar las causas de error. Los individuos serán cuestionados para describir algún problema que impida el cumplimiento de trabajo libre de error, el grupo funcional desarrollará una respuesta a estos problemas.

12. Reconocimiento. Es muy importante organizar la entrega de premios o reconocimientos a los empleados que se consideren "modelos de calidad" o hacen bien las cosas sin necesidad de presión. Lo otorgado no deberá ser económico; el reconocimiento es lo importante.

13. Consejos de calidad. Consiste en reunir a todos los profesionales de la calidad, con el objeto de que exista retroalimentación y comenten sus experiencias en la eliminación de problemas, para que se estimule entre ellos y los empleados la certeza de alcanzar cero defectos.

14. Repetir todo el proceso. En el momento en que se ha alcanzado cierta madurez en el proceso, el equipo de mejoramiento de la calidad, debe transferir todas sus responsabilidades a uno nuevo que revitalice el proceso e inicie innovaciones para obtener mayores mejoras.

El proceso de Crosby lleva también implícitos los elementos de calidad propuestos por otros autores: calidad, filosofía enfoque hacia las personas y educación.

1.5 CALIDAD DE KAORU ISHIKAWA

Nacido en 1915 en la familia de un destacado industrial, el Dr. Ishikawa se graduó en la Universidad de Tokio en 1939 en química aplicada. Como profesor de ingeniería en la misma universidad, comprendió la importancia de los métodos estadísticos. En 1949 participó estrechamente en la promoción del Control de Calidad (CC) desde entonces a ayudado a muchas firmas japonesas a alcanzar lugares destacados mediante la aplicación del CC. La vida del Dr. Ishikawa y la historia del CC en el Japón son inseparables.

Un elemento de la obra del Dr. Ishikawa que se presenta para controversias es el debate clásico sobre si el hombre es bueno o malo por naturaleza. El CC funciona mejor allí donde hay confianza mutua. Si el hombre es bueno por naturaleza es posible cultivar esa confianza. El Dr. Ishikawa piensa que la civilización oriental siempre ha acogido la idea de que el

hombre es bueno por naturaleza. Especula que el CC no ha tenido éxito en el occidente porque, según el concepto cristiano, el hombre es malo por naturaleza.

El comentario del Dr. Ishikawa sobre la civilización occidental en éste caso está errado. El concepto del hombre según el antiguo testamento es que fue creado a la imagen de Dios y que es bueno.

Características de Control de Calidad Japonés

En Diciembre de 1967 el séptimo simposio sobre CC determinó que las seis características siguientes eran las que distinguían el CC japonés respecto al occidental:

1. Control de calidad en toda la empresa: participación de todos los miembros de la organización.

Ishikawa y el control total de calidad (CTC)

1. El CC se hace con el fin de producir artículos que satisfagan los requisitos de los consumidores. No se trata sólo de cumplir una serie de normas.
2. Al desarrollar un nuevo producto, el fabricante debe prever los requisitos y las necesidades de los consumidores.
3. Calidad, significa calidad en el trabajo, en el servicio, calidad de la información, del proceso, calidad de las personas, del sistema, de la empresa, de los objetivos. El enfoque básico es controlar la calidad en todas sus manifestaciones.
4. No se puede definir la calidad sino se toma en cuenta el precio, las utilidades y el control de costos.
5. Controlar la cantidad (volumen de producción, de ventas y de existencias) así como las fechas de entrega.

Vista de esta manera, la calidad, en su interpretación más estrecha, significa calidad del producto, en su interpretación más amplia, calidad del trabajo.

Para Ishikawa, el CTC puede definirse como " un sistema eficaz para integrar los esfuerzos en materia de desarrollo y mejoramiento de la calidad, realizados por los diversos grupos en una organización, de modo que sea posible producir bienes y servicios a los niveles más económicos y que sean compatibles con la plena satisfacción de los clientes ".

El CTC exige la participación de todas las divisiones, incluyendo las de mercado, diseño, manufactura, inspección y despachos.

Para Ishikawa, el CTC es una forma de administrar que va más allá de los objetivos convencionales de las organizaciones, la diferencia es que su propósito es que las empresas que apliquen el CTC " se conviertan en instrumentos para mejorar la calidad de vida no solamente de los japoneses, sino de todos los pueblos, para de esta manera traer paz al mundo ".

La esencia del CTC es tanto la garantía de calidad, las cuestiones de cómo hacer más eficiente el trabajo de oficina y cómo tratar a los subcontratistas. El CTC hace hincapié en el control de todas las fases del trabajo. Utiliza el proceso PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar) para impedir que los defectos se repitan en todos los niveles, este trabajo corresponde a toda la compañía, a cada división y a cada función.

Ventajas del Control de Calidad

1. Mejorar la salud y carácter corporativo de la empresa.
2. Combina los esfuerzos de todos los empleados, logrando la participación de todos y estableciendo un sistema corporativo.
3. Establece el sistema de garantía de calidad y gana la confianza de los clientes y consumidores. Se fabrican siempre productos acordes con las necesidades del cliente.
4. Alcanza la mejor calidad del mundo, a la vez que desarrolla nuevos productos.
5. Establece un sistema administrativo que asegura utilidades en momentos de crecimiento lento que pueda afrontar diversas dificultades.
6. Muestra respeto por la humanidad, cuida los recursos humanos, considera la felicidad de los empleados y suministra lugares de trabajo agradables.
7. Da una verdadera garantía de calidad, logra una producción 100% libres de errores. Una de las aportaciones más importantes del CTC, es el concepto de garantía de calidad.

La garantía de calidad es el fundamento del CC. Garantía de calidad es asegurar la calidad en el producto de modo que el cliente pueda comprarlo con confianza y utilizarlo largo tiempo con seguridad y satisfacción. Esta confianza no se logra de la noche a la mañana, sino que requiere esfuerzos empresariales a largo plazo, tales como puestos de servicio, atención a quejas, manual del propietario, garantía de reposición. Implica resolver cualquier problema después de la venta con gran rapidez y buena voluntad.

Las etapas para determinar la calidad son:

1. Determinar la unidad de garantía.
2. Determinar el método de medición.
3. Determinar la importancia relativa de las características de calidad.
4. Llegar a un consenso sobre fallas y defectos.
5. Revelar los defectos latentes.
6. Observar estadísticamente la calidad.
7. Determinar la calidad del diseño (o calidad objetivo) y la calidad de aceptación (calidad compatible).

Considerar a todos los departamentos que integran la empresa como clientes o usuarios, y aplicar internamente el proceso de CC, es otra de las grandes contribuciones del CTC, ya que difícilmente una empresa puede lograr productos y/o servicios de calidad, si a nivel interno no se concilian ni satisfacen las necesidades de calidad de todos los involucrados en el proceso.

2. Educación y capacitación en control de calidad

“ El CC empieza con educación y termina con educación ”. Para promover el CC con participación de todos, hay que dar educación en CC a todos los empleados desde el presidente hasta los obreros de línea.

Ningún país ha promovido la educación en CC con tanta diligencia como el Japón. En el Japón tienen el sistema de empleo vitalicio. Cuando más capacitan a sus empleados más se benefician ellos y la empresa.

A. Educación en CC para cada nivel.

En el Japón hay programas educativos muy detallados para cada nivel en la empresa, esto incluye los niveles de presidente y directores hasta obreros de línea. En el occidente, hay educación de CC para ingenieros, pero rara vez para otros empleados como obreros de línea.

B. Educación a largo plazo.

El curso básico de CC diseñado por la UCIJ dura seis meses, con reuniones cinco días al mes. Los participantes estudian una semana y luego regresan al sitio de trabajo donde aplican lo aprendido durante tres semanas. el curso de UCIJ es una repetición continua del estudio y práctica. Hay un instructor especial asignado para impartir lecciones individualizadas. Esta clase de enseñanza no solo ayuda a los participantes sino también al instructor, quien puede comprender lo que está sucediendo en distintas industrias gracias a ese contacto. Al fin y al cabo, la mejor manera de aprender es enseñando.

C. Educación y capacitación dentro de la empresa.

Las actividades son realizadas por organizaciones especializadas aunque hay empresas que desarrollan sus propios textos y programas de educación y capacitación para todos los empleados.

D. La educación debe continuarse indefinidamente

Año tras año se agregan cursos al esfuerzo educativo total. Cada año ingresan nuevos empleados a la organización. Es preciso continuar el esfuerzo educativo para responder a las necesidades de la organización y de sus empleados.

E. La educación formal: menos de la tercera parte del esfuerzo educativo total.

La educación no termina al reír a los empleados para darles instrucción formal. Tal instrucción solo representa una pequeña porción de su educación total. Es responsabilidad del jefe enseñar a los subalternos en el trabajo mismo. Tienen que lograr que piensen y luego cambien su forma de pensar.

3. Actividades de Círculos de CC

¿ Que es un círculo de CC ?

Un círculo de CC es un grupo pequeño que realiza actividades de control de calidad voluntariamente dentro de un mismo taller. Este pequeño grupo lleva a cabo continuamente como parte de las actividades de control de calidad en toda la empresa autodesarrollo y desarrollo mutuo, control y mejoramiento dentro del taller utilizando técnicas de CC con participación de todos los miembros.

Las ideas fundamentales en las actividades de los círculos de CC son las siguientes.

1. Contribuir al mejoramiento y desarrollo de la empresa.
2. Respetar a la humanidad y crear un lugar de trabajo amable y diáfano donde valga la pena estar.
3. Ejercer las capacidades humanas plenamente, y con el tiempo aprovechar capacidades infinitas.

Además de estas ideas fundamentales hay otros factores útiles para dirigir estas actividades como son: autodesarrollo, servicio voluntario, actividades de grupo, participación de todos los empleados, y utilización de técnicas de CC, actividades relacionadas intimamente con el lugar de trabajo, vitalidad y continuidad en las actividades de CC, desarrollo mutuo, originalidad y creatividad, y atención a la calidad, a los problemas y a la mejora.

Servicio voluntario

Las máquinas y los animales son distintos al hombre. La primera diferencia se encuentra en el hecho que los seres humanos tienen voluntad propia y pueden actuar guiados por ella. Si el hombre solo hace las cosas porque se le ordena hacerlas, entonces no se diferencia de las máquinas y de los animales. La segunda diferencia es que el hombre razona; piensa y tiene cerebro para almacenar conocimientos y crear ideas, por tanto, las actividades de los círculos de calidad deben ser en forma voluntaria. Este movimiento se basa en el respeto a la humanidad lo cual solo sería posible haciendo hincapié en la voluntariedad.

Autodesarrollo

Como la misma expresión lo dice, el autodesarrollo consiste en estudiar uno por sí mismo.

Desarrollo mutuo

Los trabajadores tienden a encerrarse en su propio ambiente seccional y su perspectiva es limitada. Hay que hacerles ver las cosas desde el punto de vista de la compañía como un todo o aun con una perspectiva mundial. El desarrollo mutuo se logra en gran parte con la convivencia de los círculos de calidad de otras empresas visitando los lugares de trabajo etc.

4. Auditorías de CC

La auditoría de CC sirve para el seguimiento del proceso de control. Realiza el diagnóstico de caso y muestra como corregir las fallas que pueda tener.

En la auditoría de CC se revisa como sea emprendido el control, cómo la fábrica le incorpora calidad a determinado producto, el control de los proveedores, como se manejan las quejas de los clientes y como se pone en práctica la garantía de calidad en cada paso de la producción empezando desde la etapa de desarrollo de un nuevo producto. En suma, es una revisión que determina si el sistema de control de calidad esta funcionando bien y permite a la empresa tomar medidas preventivas para evitar que se vuelvan a cometer errores graves.

Hay cuatro categorías de auditorías de CC por personas de fuera, estas son:

1. Auditoría de CC del proveedor por el comprador (auditoría de segunda parte).
2. Auditoría de CC efectuada con propósitos de certificación.
3. Auditoría de CC para el premio Deming de aplicación y la medalla japonesa de CC.
4. Auditoría de CC por un consultor.

De la lista anterior, el número tres solo se encuentra en el Japón.

Hay cuatro tipos de auditorías que hacen internamente (Auditoría de primera parte). Estas son:

1. Auditoría por el presidente. El presidente de la empresa va en persona a la fábrica y a las diversas oficinas para hacer sus propias observaciones y se guía por su criterio de examinar los resultados de las actividades de CC.
2. Auditoría por el jefe de la unidad(jefe de división, Gerente de la planta, gerente de sucursal, etc.).

La revisión por el jefe de la unidad significa que ese jefe efectúa la revisión de CC en los lugares de trabajo que están bajo su jurisdicción.

3. Auditoría por el personal de CC. Un director de la empresa encargado de control de calidad actúa como dirigente de cuatro o cinco miembros del personal de CC, constituyendo así un grupo de revisión que visita todas las divisiones, fábricas y sucursales. Este método da al personal de CC el sentido de responsabilidad administrativa y por lo tanto es muy deseable.

4. Auditoría mutua de CC. Las distintas divisiones de la empresa intercambian sus grupos de revisión.

5. Utilización de métodos estadísticos

Este tema se desarrollará en el capítulo II de esta trabajo.

6. Actividades de promoción de control de calidad a escala nacional.

Organismos de promoción nacional.

El grupo de investigación en CC, el Comité del Mes de la Calidad, El Comité para la Conferencia Nacional sobre el control de calidad, la sede de círculos de CC.

El Mes de Noviembre se escogió como el Mes de la calidad para cada año. Hay actividades de CC en este Mes para promoverlo e informar al público.

Hay conferencias como:

- Conferencia anual de CC para la Alta Gerencia.
- Conferencia anual de CC para el Gerente y Estado Mayor.
- Conferencia anual De Círculos de CC.
- La entrega del Premio Deming.

El 14 de Octubre es el Día Internacional de la normalización.

En el Japón los meses de Octubre y Noviembre han sido asignados como meses de la promoción de la normalización industrial.

1.6 ENFOQUE DE CALIDAD DE TAGUCHI

Contribuciones de Taguchi

El enfoque de Taguchi para el mejoramiento de la calidad implica el desarrollo de nuevas técnicas y la modificación de los enfoques estadísticos existentes. Las técnicas de Taguchi han introducido cambios significativos a la manera en que los experimentos son conducidos para el mejoramiento de la calidad. Hay un creciente interés en el método de Taguchi en la industria y en los negocios. La filosofía de Taguchi se relaciona con los dos siguientes puntos:

1. Las pérdidas de la calidad deben ser definidas como la desviación de un objeto específico.
2. La claridad debería ser definida dentro del producto desde el comienzo.

El clásico enfoque central de calidad ha sido el producir productos que estén dentro de ciertas especificaciones. Así, la vieja creencia es que si un artículo cae dentro de las especificaciones, no hay necesidad de mejorarlo. Pero el método de Taguchi sugiere que este tradicional propósito de calidad está equivocado desde que hay algún nivel de pérdida asociado con el producto, basado en si éste cae fuera de los límites de especificación.

Función de pérdida de Taguchi

Taguchi define a la calidad como las pérdidas que un producto comunica a la sociedad desde el momento en que el producto es embarcado. Describe este fenómeno como la función de pérdida. La función indica que mientras más se desvía un producto del nivel esperado, mayor es la pérdida que repercute en la sociedad. Pérdidas en este caso, pueden ser identificadas como constituyentes de varios componentes. Ejemplos:

- Costos inoportunos por no tener el servicio del producto debido a sus problemas de calidad. La pérdida en el servicio implica que algo que debería haber sido logrado para la sociedad no pudo ser hecho.
- Pérdida de tiempo en el intento de encontrar algún defecto en el producto. El esfuerzo para la identificación de problema se lleva algo de tiempo el pudo haber sido usado para servir a la sociedad. así, la sociedad contrae una pérdida.
- Pérdida de tiempo en el intento de encontrar solución al problema de calidad.
- Pérdida de tiempo en la espera de la solución para ser implementada.
- Descenso de la productividad debido a la reducida efectividad del producto. El descenso de la productividad privada a la sociedad de cierto nivel en su servicio y de tal modo constituye una pérdida.
- Costo real en corregir el problema de calidad. Esto es, quizás, la única pérdida que es fácilmente reconocida. Pero hay otras pérdidas sutiles que el método de Taguchi puede hacer notar.
- Pérdidas reales (por ejemplo, pérdidas humanas) debidas a las fallas en el producto resultado de una baja calidad. Por ejemplo, una baja calidad en una llanta de un auto de gran calidad crea una potencial catástrofe y su pérdida resultante.

Mientras el producto se desvía del nivel esperado hacia el este o el oeste, su pérdida incrementa. nótese que un producto que está justo dentro del límite de especificación superior exhibe una pérdida que es casi igual a la pérdida creada por un producto que esta justo afuera del límite. La implicación entonces es que la sociedad debería estar interesada en el artículo A como estar interesada en el artículo B con consideración a una pérdida en la calidad.

La función parabólica es usada para ilustrar la función de calidad. En realidad, la forma específica de la función puede no ser conocida. La función real puede seguir una función triangular, función escalón o cualquier otra forma funcional. Mientras más alta sea la capacidad de un proceso, menor será la pérdida que el producto comunica al cliente. Capacidad, en este sentido, se refiere a la habilidad de un proceso para producirse cercano al nivel deseado. Puede concluirse que una reducción en la variación del proceso alrededor del

objetivo facilita el mejoramiento de procesos continuos, reduce pérdidas de calidad, y mejora las satisfacciones del cliente.

Además de los conceptos y filosofías de Taguchi introdujo, también desarrolló un procedimiento para mejorar más efectivamente de los diseños de calidad relacionados con lo experimental. El introdujo una colección de experimentos factoriales-fraccionarios de matrices que pueden ser adoptadas para diferentes situaciones experimentales.

La disponibilidad del método de Taguchi ha contribuido a la revolución de la calidad. Compañías que hasta ahora no habían emprendido los proyectos de mejoramiento de la calidad, lo están ahora haciendo, porque las herramientas eficaces están ahora disponibles.

1.7 CONTROL TOTAL DE CALIDAD (CTC)

El concepto de "Control Total de Calidad" fue originado por el Dr. Armand V. Faigenbaum, quien sirvió en los años 50 como gerente de control de calidad y gerente de operaciones fabriles y control de calidad en la sede de la General Electric en Nueva York. Su artículo sobre el CTC se publicó en la revista Industrial Quality Control en mayo de 1957. Luego siguió un libro publicado en 1961 con el título de Total Quality Control: Engineering and Management.

Según Faigenbaum, el CTC puede definirse como "un sistema eficaz para integrar los esfuerzos en materia de desarrollo de calidad, mantenimiento de calidad y mejoramiento de calidad realizados por los diversos grupos en una organización, de modo que sea posible producir bienes y servicios a los niveles más económicos y que sean compatibles con la plena satisfacción de los clientes". El CTC exige la participación de todas las divisiones, incluyendo las de mercadeo, diseño, manufactura, inspección y despachos. Temiendo que la calidad, tarea de todos en una empresa, se convirtiera en tarea de nadie, Faigenbaum sugirió que el CTC estuviera respaldado por una función gerencial bien organizada, cuya única área de especialización fuera la calidad. Su profesionalismo occidental lo llevó abogar porque el CTC estuviera en manos de especialistas.

Costos de calidad

La calidad satisfactoria del producto y servicio va de la mano con costos satisfactorios de calidad y servicio.

Anteriormente uno de los obstáculos principales para el establecimiento de programas de calidad era la equivocada noción de que el logro de una mejor calidad requiere de costos muy altos.

La calidad insatisfactoria significa una utilización de recursos insatisfactoria. Esto incluye desperdicios de material, desperdicios de mano de obra, desperdicios de tiempo de equipo y en consecuencia requiere mayores costos.

En realidad en los primeros años, había una extendida creencia que la calidad no podía ser prácticamente medida en términos de costos. Hoy no sólo reconocemos la capacidad de la medición de los costos de calidad, sino que estos costos son centrales para la administración e ingeniería de control moderno de la calidad total. Los costos de calidad son la base a través de la cual se pueden evaluar inversiones en programas de calidad en términos de mejores costos, realce de las ganancias y otros beneficios.

El panorama de los costos de calidad hoy, puede ser comparable en importancia a los costos de mano de obra, costos de ingeniería, y a los costos de ventas, los costos de calidad se presupuestan por departamento.

En hechos reales, los costos de calidad no solo se generan a través del ciclo de mercado-diseño-manufactura-inspeccion-embarque, si no que continúan siendo activos a través de todo el ciclo de vida del producto en servicio y uso.

De ésta forma, la incidencia de los costos de calidad es amplia y recae no solamente sobre los productores, sino sobre consumidores y mercaderes, sobre las actividades a lo largo del proceso completo de producción y consumo. Como tal, los costos de calidad sean convertido en un indicador cada vez más importante en la medición económica del Producto Nacional Bruto (PNB).

¿ Qué son los costos de calidad operantes ?

Los costos de calidad en plantas y compañías se contabilizan de forma que incluyan dos áreas principales: los costos de control y los costos de falla en el control. Estos son los costos de calidad operantes del productor.

Aquellos costos asociados con la definición, creación y control de calidad así como la evaluación y retroalimentación de la conformancia con la calidad, confiabilidad y requisitos de seguridad, y aquellos costos asociados con las consecuencias de no cumplir con los requisitos tanto dentro de la fábrica como en las manos de los clientes.

Las principales áreas de costos de calidad se dividen como en la figura 2. Los costos del control se miden en: costos de prevención que evitan que ocurran defectos e inconformidades y que incluyen los gastos de calidad para evitar que surjan productos insatisfactorios en primer lugar. Aquí se incluyen tales áreas de costos como calidad en la ingeniería y entrenamiento de calidad para los empleados. Los costos de evaluación incluyen los costos de mantener los niveles de calidad de la compañía por medio de evaluaciones formales de la calidad del producto. Esta incluye áreas de costo de como inspección, pruebas, investigaciones externas, auditorías de calidad y gastos similares.

Los **costos de control por falla** en el control que son causados por los productos y materiales que no satisfacen los requisitos de calidad, se miden también dos **costos por fallas internas** que incluyen los costos de calidad insatisfactoria dentro de la compañía, tales como desechos, deterioro y material retrabajado, y los **costos por fallas externas**, que incluyen los costos de calidad insatisfactoria fuera de la compañía, como fallas en el desempeño del producto y quejas de los clientes.

¿ Cómo se reducen los costos de calidad con el Control Total de Calidad ?

El programa está centrado en la **prevención**. En resumen se gasta mucho dinero para calidad en forma equivocada: una fortuna tirada a la basura debido a las fallas en el producto; otra suma grande para apoyar una **pantalla de evaluación** de escoja el malo y el bueno para tratar de evitar que muchos productos malos lleguen a los consumidores.

Veamos lo que actualmente acontece con relación a gastos en el CTC y en un sistema de calidad.

Primero: cuando los costos de **prevención** aumentan para pagar la calidad apropiada de servicios de la **ingeniería de sistemas** ocurre que un gran número de defectos dejan de producirse. Esta reducción de defectos significa una reducción sustancial de costos de falla.

Segundo: la primera **cadena** pasa con los costos de evaluación. Un aumento en los costos de prevención causa una reducción de deficiencias lo que origina un efecto positivo en los costos de evaluación por reducirse necesariamente las rutinas de inspección y pruebas.

Finalmente, cuando se obtiene un mejor equipo de control de calidad, de personal y de prácticas, resulta una reducción adicional en los gastos de evaluación.

El establecimiento de un programa de costo de calidad para el CTC implica tres etapas: 1) la identificación de los puntos de costo de calidad; 2) la estructuración del reporte del gasto de calidad, incluyendo el análisis y control relacionados; y 3) el mantenimiento continuo del programa para asegurar que los objetivos del negocio de mayor calidad a menor gasto se satisfagan.

Los puntos de costo de calidad son:

1. Costo de prevención.
 - a. Planeación de la calidad.
 - b. Control de procesos.
 - c. Diseño y desarrollo del equipo de información de calidad.
 - d. Entrenamiento sobre la calidad y desarrollo de la fuerza laboral.
 - e. Verificación del diseño del producto.
 - f. Desarrollo y administración del sistema.
 - g. Otros costos de prevención.

2. Costos de evaluación.

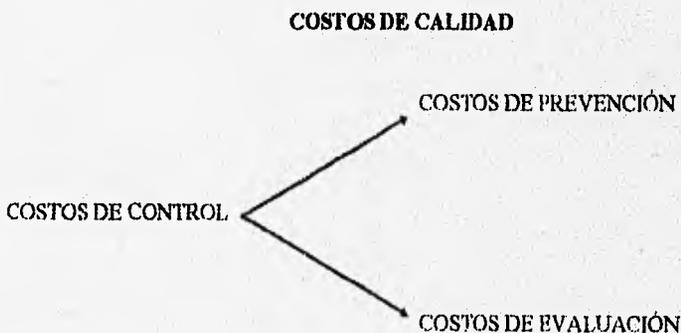
- a. Inspección y pruebas de materiales comprados.
- b. Laboratorio de pruebas de aceptación.
- c. Laboratorio de medición de otros servicios.
- d. Inspección.
- e. Pruebas.
- f. Trabajo de cortejo.
- g. Preparación para pruebas e inspección.
- h. Material y equipo
- i. Auditoría de calidad.
- j. Contratos con el exterior.
- k. Conservación y calibración del equipo de pruebas y inspección de la formulación de la calidad.
- l. Revisión del producto por ingeniería y embarque del mismo.
- m. Pruebas de campo.

3. Costos debidos a fallas internas.

- a. Desperdicios.
- b. Reproceso.
- c. Costos de suministro de materiales.
- d. Consultas entre ingenieros de la fábrica.

4. Costos de fallas externas.

- a. Quejas dentro de la garantía.
- b. Quejas fuera de garantía.
- c. Servicio al producto.
- d. Responsabilidad legal del producto.
- e. Retracción del producto.



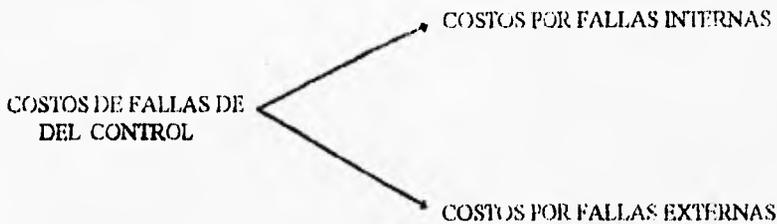


FIGURA 2

1.8. CONCLUSIÓN

La revolución tecnológica, la competencia internacional, la globalización de la economía y los elevados índices en la productividad y calidad de los países industrializados, son los retos que tienen que afrontar las empresas de los países subdesarrollados.

Porque si hay algo seguro en el medio empresarial es que las empresas no competitivas tenderán a desaparecer.

Si bien es cierto que los avances en calidad y productividad logrados por algunos países desarrollados, principalmente Japón, son en gran medida, resultado de los enfoques de excelencia y calidad total, también son fruto de la cultura y de los valores que prevalecen en dichas sociedades; ya que los estilos de gestión están fuertemente interrelacionados con la cultura.

En este capítulo se dio un ligero enfoque sobre algunas filosofías de principios de calidad en la que los valores tales como la honestidad, la fortaleza, la constancia, la creatividad y la lealtad, por mencionar sólo algunos son indispensables para obtener la calidad en las organizaciones, por lo que poco se puede lograr en México y otros países subdesarrollados sin un proceso educativo previo. Por lo tanto la excelencia no es un camino fácil, ya que requiere un cambio de actitud de todos los individuos que conforman una organización, desde los dueños y directivos hasta los obreros.

El hecho de que los valores y la filosofía organizacional sean determinantes en la búsqueda de la excelencia, no significa que esta se limite a un simple enunciado de principios, sino todo lo contrario; su fundamento es un cuerpo de conocimientos administrativos.

La cultura de las organizaciones es resultado de los valores culturales predominantes de la sociedad.

CAPITULO 2
“MÉTODOS
ESTADISTICOS DE
CALIDAD”

2.1. INTRODUCCIÓN

Poner en práctica programas de Control Total de Calidad requiere del compromiso de la Dirección y de la participación de todos los trabajadores, pero a más de ello es necesario contar con instrumentos y técnicas que hagan posible medir, analizar y controlar los procesos de trabajo de una manera ágil, confiable y eficaz.

Los instrumentos de trabajo que nos van a permitir alcanzar la excelencia son los métodos estadísticos para el CTC. Estos instrumentos de trabajo deben estar en manos de cada persona para que sean usadas en el trabajo diario, ya que fueron ideadas con ese propósito, pero también deben ser manejadas por los Gerentes. Es la única forma de conocer cómo se están haciendo las cosas, de realizar proyectos para mejorar y transitar por el camino de la mejora continua.

El uso de estas herramientas permite identificar causas y áreas de problemas, graficar los datos referentes a ellos, destacar los problemas vitales y resaltar aspectos que hayan sido ocultos.

Para cada una de las herramientas se señala, de manera general, en qué consiste, cual es su propósito y la forma de elaboración además se presentan algunos conceptos básicos para su puesta en marcha, por qué y cómo se deben recolectar los datos, como se elaboran las principales gráficas empleadas en el control de calidad y algunos conceptos estadísticos indispensables.

2.2. MÉTODOS ESTADÍSTICOS BÁSICOS

2.2.1. DIAGRAMA DE PARETO

¿Qué es el diagrama de Pareto ?

El diagrama de Pareto es una gráfica 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.

El nombre de este diagrama es en honor a Vilfredo Pareto, un economista italiano que introdujo el concepto de los "pocos vitales" contra los "muchos triviales". Los primeros se refieren a aquellos factores que representan la parte más grande o el porcentaje más alto de un total, mientras que los segundos son aquellos numerosos factores que representan la pequeña parte restante.

¿Para qué sirve el diagrama de Pareto ?

El objetivo del diagrama de Pareto es identificar los "pocos vitales", de tal manera que la acción correctiva se aplique donde produzca mayor beneficio. El diagrama de Pareto, al organizar los factores por orden de importancia, facilita la toma de decisiones.

¿ Cómo se hace el diagrama de Pareto ?

El diagrama de Pareto se asemeja a un diagrama de barras, y su construcción comprende los siguientes pasos:

1. Identifique el problema o área de mejora en la que se va a trabajar.
2. Elabore una lista de los factores que pueden estar incidiendo en el problema, por ejemplo, tipos de fallas, características de comportamiento, tipos de entrega...
3. Establezca el periodo de tiempo dentro del cual se recolectarán los datos: días, semanas, meses...
4. Diseñe una hoja de verificación para la frecuencia con que ocurre cada factor, dentro del periodo fijado, especificando el número total de casos verificado.
5. Con base en los datos de la hoja de verificación, ordene los distintos factores con forme a su frecuencia, comenzando con el que se da un mayor número de veces. Recuerde que el número de todas las frecuencias debe ser igual al número de casos u observaciones hechas.
6. Obtenga el porcentaje relativo de cada causa o factor, con respecto al total:
7. Calcule el porcentaje relativo acumulado, sumando en forma consecutiva las porcentajes de cada factor. Con esta información se señala el porcentaje de veces que se presenta el problema y que se eliminaría si se realizan acciones correctivas efectivas que supriman las causas principales del problema.
8. Construir el diagrama de Pareto.

2.2.2. DIAGRAMA DE CAUSA-EFECTO

¿ Qué es el diagrama de causa-efecto ?

El diagrama causa - efecto es una técnica de análisis en la resolución de problemas, desarrollada formalmente por el profesor Kaoru Ishikawa, de la Universidad de Tokio, en 1943, quien la utilizó con un grupo de ingenieros en una planta de la Kawasaki Steel Works, para explicar cómo diversos factores que afectan a un proceso pueden ser clasificados y relacionados de cierta manera.

El diagrama causa-efecto es un gráfico que muestra la relación sistemática entre un resultado fijo y sus causas.

El resultado fijo de la definición es comúnmente denominado el " efecto " el cual representa un área de mejora: un problema que se debe 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).

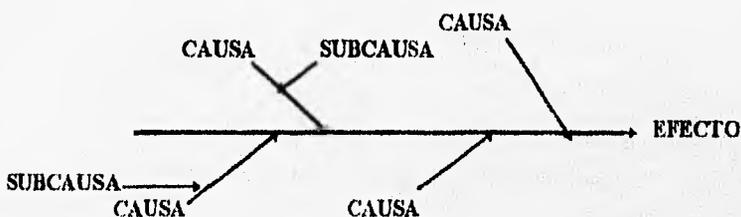
Ejemplo:

- La falta de entrenamiento de los trabajadores (CAUSA) puede propiciar el aumento en el porcentaje de productos defectuosos (EFECTO).

En tanto que puedan existir varias causas del problema, probablemente hay muchas causas potenciales (subcausas) que podrían aparecer en el diagrama de causa-efecto.

La presentación en el diagrama se da a la relación existente entre las causas/subcausas y el efecto, asume la forma de un esqueleto en forma de pescado, razón por la cual también se le conoce con este nombre.

La estructura general del diagrama se muestra en la siguiente figura:



¿ Para que sirve el diagrama de causa-efecto ?

- Elaborar un diagrama de causa-efecto es una labor educativa en si misma, en el cual se favorece el intercambio de técnicas y experiencias entre los miembros del grupo de mejora, cada uno de los cuales ganará nuevo conocimiento 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 que se deben obtener para confirmar si los factores seleccionados fueron realmente las causas del problema.

La " lluvia de ideas "

Es importante que el diagrama de causa-efecto represente las expectativas de varias personas diferentes implicadas en el problema/área de oportunidades 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 mejora continua.

Elaboración del diagrama causa-efecto

1. Defina el efecto o resultado.
2. Identifique las causas mayores.
 - El grupo de trabajo sesionará, mediante una " lluvia de ideas "; en primer lugar se reconocen las causas principales, que generalmente corresponden a las categorías conocidas como 4M/1H (Material, Método, Máquina, Medio Ambiente y Hombre).
3. Identifique causas y subcausas que contribuyen al efecto.
 - Estas deben registrarse en el diagrama (las causas y subcausas constituyen las ramas o espinas de las mayores causas).
4. Verifique las causas probables.
 - Cerciórese que no se haya omitido o traslapado ninguna causa probable.
5. Señale y verifique las causas más probables.
 - Es importante señalar que en el diagrama de causa-efecto sólo se anotan las causas y no las soluciones del problema/ área de oportunidad.

2.2.3. HISTOGRAMA

Para trabajar con el histograma, es necesario conocer primero cómo se organizan los datos, y para este fin se construyen las tablas llamadas " distribuciones de frecuencia ".

La organización de datos en distribuciones de frecuencias.

Para poder analizar los datos y obtener la información que deseamos a partir de ellos, necesitamos ordenarlos. La forma común de ordenarlos es construir en ellos una tabla llamada **distribución de frecuencias**. El procedimiento que se sigue en la elaboración de esta tabla consiste básicamente en organizar los datos en grupos (categorías o clases).

¿ Cómo se hace la distribución de frecuencias ?

1. Obtenga el rango de los datos.

- El rango 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 que distancia cubren datos si se ordenaran en una recta numérica.

2. Determine el número de clases

- Para saber cuántas clases conviene agrupar los datos, se acostumbra tener como guía la siguiente tabla:

Cantidad de datos (N)	Cantidad de clases (K)
Menos de 50	5 a 7
50 a 100	6 a 10
100 a 250	7 a 12
Más de 250	10 a 20

3. Determine la amplitud de clase.

- Esto se lleva a cabo dividiendo el rango de los datos (R) aumentado en una unidad de medición (U), entre el número establecido de clases: $A = (R + U) / K$.

4. Establezca valores límite de cada clase.

- Estos son llamados la frontera inferior y superior de cada una. La frontera inferior de cada clase se establece restando la mitad de una unidad (U) al dato menor de todo el conjunto. La frontera superior se obtiene sumando la amplitud (A) a la frontera inferior. Para las siguientes clases, se copia la frontera inferior de la clase anterior y se repite el proceso de sumar la amplitud para obtener la frontera superior.

5. Calcule el punto medio de cada clase.

- Este valor se denomina marca de clase; se denota por X_i y es la semisuma de las fronteras de clase: $X_i = (F_{li} + F_{si}) / 2$.

6. Calcule las frecuencias absolutas de cada clase.

- Cuente el número de datos que caen dentro de cada una de las clases; estas cantidades se llaman frecuencias, y se denotan con el símbolo f_i . (Lógicamente la suma de la columna de frecuencias absoluta debe coincidir con el total de los datos manejados).

7. Elabore la tabla de frecuencias.

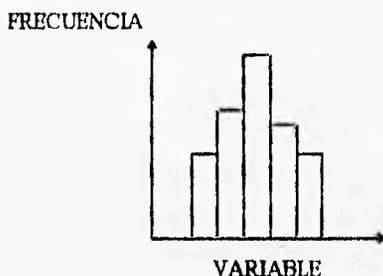
La distribución de frecuencias terminada presenta la siguiente forma:

$F_i - F_s$	X_i f_i

Conociendo ya como se hacen las distribuciones de frecuencias, podemos comenzar a estudiar el histograma.

¿ Qué es el histograma ?

El histograma es una gráfica que resulta de la tabla de frecuencias de los datos: esta integrada por un conjunto de barras que representan los intervalos o clases, ubicadas en un sistema de coordenadas.



La línea vertical indica la cantidad de datos que contiene cada clase o categoría. Por consiguiente se gradúa teniendo en cuenta la frecuencia máxima (generalmente, incluye el cero como valor mínimo). En la línea horizontal se disponen las fronteras o límites de todas las clases, correspondientes a la variable bajo estudio. Las barras corresponden a cada clase, y su altura es proporcional al valor de la frecuencia absoluta de la misma.

2.2.4. DIAGRAMA DE DISPERSIÓN

¿ Qué es el diagrama de dispersión?

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 el estudio puede ampliarse para incluir una medida cuantitativa de tal relación.

Los dos conjuntos pueden referirse a lo siguiente:

1. Una característica de calidad y un factor que incide sobre ella.
2. Dos características de calidad relacionadas, o bien
3. Dos factores relacionados con una sola característica.

¿ Para que sirve el diagrama de dispersión ?

Basicamente, el diagrama de dispersión ofrece los siguientes usos

- Indica si dos variables (o factores o bien características de calidad) están relacionados.
- Proporciona la posibilidad de reconocer fácilmente relaciones causa/efecto.

¿ Cómo se hace el diagrama de dispersión ?

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

1. Recolectar n parejas de datos de la forma (X_i, Y_i) , con $i = 1, 2, \dots, n$, donde X y Y representan los valores respectivos de las dos variables. Los datos se suelen presentar en una tabla.
2. Diseñar las escalas apropiadas para los dos ejes, X y Y .
3. Graficar las parejas de datos.
4. Documentar el diagrama, incluyendo lo siguiente: fecha, nombre del departamento, personal involucrado, etc.

Notas:

Si los datos corresponden a un factor y una característica, se acostumbra colocar el factor en el eje horizontal (X), siendo indistinto el orden para los otros casos (característica/ característica o factor factor):

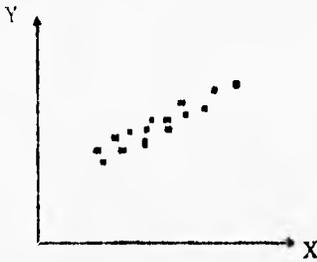
Lectura y uso del diagrama de dispersión

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.

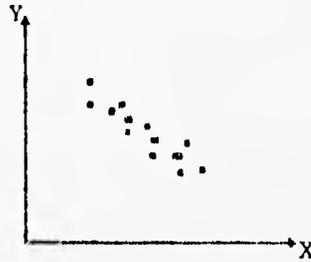
La relación entre los datos se denomina "**correlación positiva**" cuando a un aumento de un valor de la variable X le acompaña un aumento en la otra variable; el caso inverso da lugar a la llamada "**correlación negativa**".

Otros patrones generales que se pueden encontrar al graficar los datos son los siguientes: el de la izquierda indica una posible correlación positiva, mientras que en el de la derecha no se percibe relación alguna entre los datos, es decir, no hay correlación.

Si el patrón de puntos asume la forma (quizá aproximada) de una línea recta, se dice que existe correlación lineal entre las variables.



CORRELACIÓN
POSITIVA



CORRELACIÓN
NEGATIVA

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 quizá son debidos a lecturas equivocadas o a algún cambio en las condiciones del proceso, etc.

2.2.5. ESTRATIFICACIÓN

¿ Qué es y para qué sirve la estratificación ?

La estratificación es una clasificación, por afinidad, de los elementos de una población, para analizarlos y poder determinar con mas facilidad las causas del comportamiento de alguna característica de calidad. A cada una de las partes de esta clasificación se le llama estrato.

Como las características de calidad están siempre acompañadas por alguna variación, las causas de esta se detectan mas fácilmente cuando los datos se estratifican de acuerdo con los factores de control, es decir, aquellos que se piensa son la principal causa de esa variación.

Las estratificación tiene una gran utilidad:

- Sirve para identificar la causa que tiene mayor influencia en la variación.
- Permite comprender de manera detallada la estructura de un grupo de datos, lo cual 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 que pueda existir.

¿ Cómo estratificar ?

La estratificación generalmente se hace partiendo de la clasificación de los factores que inciden en un proceso o en un servicio (4M/1H: Máquina, Método, Material, Medio Ambiente y Hombre), y los estratos que se utilicen dependerán de la situación analizada.

Un ejemplo que puede ser aplicado a una empresa es el siguiente:

Capacitación: capacitado, no capacitado
Experiencia: sin experiencia, menos de 1 año, de 1 a 3 años...
Edad: menos de 20 años a 30, de 30 a 50, más de 50...
Hombre: Sexo: hombres, mujeres
Estado civil: soltero, casado, separado
Origen: local, foráneo...
Grupos, individuos, equipos de trabajo: A,B,C...

2.2.6. HOJA DE VERIFICACIÓN

La hoja de verificación es la herramienta que se utiliza para recolectar datos en un formato lógico; sirve como una herramienta de transición entre la recolección de datos y el uso de técnicas más elaboradas. Su objetivo primordial es lograr que un gerente, un ingeniero de planta, los supervisores o los mismos operarios estén en capacidad de reunir y organizar datos en un formato tal que les permita un análisis eficiente y fácil.

¿ Para qué sirve la hoja de verificación ?

Los datos recolectados en una hoja de verificación tiene un uso directo en la elaboración de otras gráficas de control de calidad, como la gráfica de control, el histograma, el diagrama de Pareto, etc. Además. La hoja de verificación sirve para lo siguiente:

- 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 las normas establecidas.
- Facilita el cumplimiento del trabajo.

Tipos de hojas de verificación.

Hay tres tipos de hojas de verificación que se pueden emplear en una situación dada:

1. Hoja para registro de datos
2. Hoja de localización
3. Lista de verificación

Procedimiento de elaboración.

A continuación se presenta un modelo de procedimiento para elaborar una hoja de verificación. Usted puede ajustar estos pasos según sus necesidades y condiciones de su ambiente de trabajo, así como al tipo de hoja que requiera.

Por otra parte, en las empresas también existen ya algunas hojas de verificación pre-establecidas, las cuales conviene utilizar de manera uniforme para facilitar los análisis.

1. Defina claramente el propósito de la recolección de los datos.
2. Decida como recolectar los datos.
3. Estime el total de datos que serán recolectados.
4. Decida el formato de la hoja.
5. Escriba los datos en la hoja.
6. Verifique una vez más su factibilidad de uso.

2.2.7 GRÁFICAS DE CONTROL

Al usar las gráficas de control es necesario estar familiarizado con ciertos conceptos básicos de la estadística referentes a los datos que se tengan. Dados unos datos, es posible calcular para ellos ciertas medidas de tendencia central y algunas de dispersión.

Las medidas de tendencia central.

1. **La media:** Media aritmética media o promedio (\bar{X}) es el resultado de sumar los datos y de dividir esta suma entre el número de datos sumados.
2. **Mediana:** Denominaremos la mediana, y la representaremos con el símbolo \tilde{X} . Para determinar la mediana, se ordenan los datos (no importa el ordenamiento, sea ascendente o descendente), y se localiza el dato central (si el número de datos es par, existirán dos datos centrales, la mediana será la media de ellos). La mediana posee dos propiedades que la hacen interesante. Una de ellas es que es insensible a valores extremos de la variable. La otra es que su determinación es muy sencilla.

Medidas de dispersión

Para tener una idea exacta de la forma como se relacionan entre sí los datos de un conjunto, no es suficiente identificar su tendencia central; es necesario, además, examinar qué tanto difieren entre sí, esto es, qué grado de dispersión existe entre ellos. Por eso, se establecen indicadores cuantitativos de la variación de los datos. Tales indicadores se conocen como **medidas de dispersión**.

Las medidas de dispersión más comunes para un conjunto de datos son:

1. El rango,
2. la varianza,

3. y la desviación estándar.

1. Rango.

El rango es simplemente la diferencia entre el dato mayor (M) y el dato menor (m):

$$R = M - m$$

El rango da únicamente la amplitud dentro de la cual se encuentra la totalidad de los datos, mas no tiene en cuenta ni el promedio de los datos ni la variación que tienen estos con respecto a dichos promedio. Por eso son necesarias otras medidas de dispersión. Estas son la varianza y la desviación estándar.

2. Varianza (S^2)

La varianza es la medida de dispersión que proporciona el promedio de desviación de un conjunto de datos con respecto a un valor central. El valor central es generalmente la media. Sean $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ n datos (la cantidad de datos, n, se supone pequeña, por provenir de una muestra) y \bar{x} su media aritmetica. La varianza de estos datos, está dada por

$$S^2 = \frac{(X_1 - \bar{x})^2 + (X_2 - \bar{x})^2 + \dots + (X_n - \bar{x})^2}{n - 1}$$

3. Desviación estándar (S)

La varianza tiene el inconveniente de que expresa la desviación de los datos en una cantidad que está elevada al cuadrado. Sacar la raíz cuadrada equivale a obtener la desviación estándar.

Para obtenerla se emplea la siguiente fórmula:

$$S = \sqrt{S^2}$$

¿ Qué es la gráfica de control ?

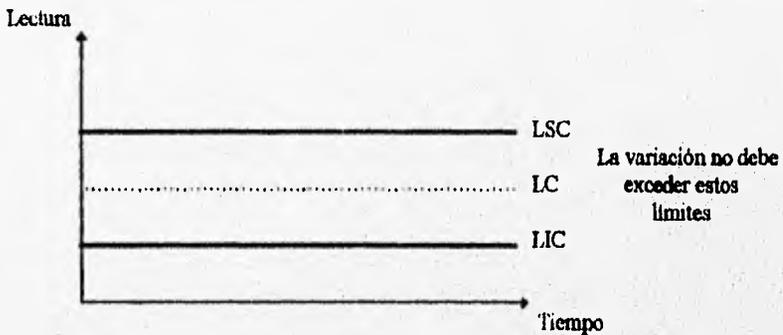
La gráfica de control es un diagrama que sirve para examinar si un proceso se encuentra en una condición estable, o para asegurar que se mantenga en esta condición. En estadística, se dice que un proceso es estable (o está en control) cuando las únicas causas de variación presentes son las de tipo aleatorio. En esta condición, se pueden realizar inferencias con respecto a la salida del proceso, esto es, a la característica de calidad que se este midiendo. En cambio, la presencia de causas especiales o asignables hace que el proceso se desestabilice, impidiendo la predicción de su comportamiento futuro.

Con base en la información obtenida en intervalos determinados de tiempo, las gráficas de control definen un intervalo de confianza; si un proceso es estadísticamente estable, el 99.73% de las veces el resultado se mantendrá dentro de este intervalo.

La estructura de las gráficas contiene una " línea central " (LC) , una línea superior que marca el " límite superior de control " (LSC) , y una línea inferior que marca el " límite inferior de control " (LIC) . Los puntos contienen información sobre las lecturas hechas; pueden ser promedios de grupos de lecturas, o rangos, o bien las lecturas individuales mismas. Los límites de control marcan el intervalo de confianza en el cual se espera que caigan los puntos.

Aunque existen diversos tipos de gráficas de control, todas presentan una estructura similar, como se muestra en la siguiente figura.

Las lecturas se hacen a partir de muestras por periodo, y los intervalos de tiempo son generalmente iguales, por ejemplo, por media hora, por hora, por día, etc.



Una gráfica de control ofrece varias ventajas:

- Sirve para determinar el estado de control de un proceso.
- Diagnostica el comportamiento de un proceso en el tiempo.
- Indica si un proceso ha mejorado o empeorado.
- Permite identificar las dos fuentes de variación de un proceso: causas comunes y causas especiales o asignables.
- Sirve como una herramienta de detección de problemas.

Antes de establecer una gráfica de control, es necesario definir con claridad los siguientes puntos: el propósito de la gráfica, el aspecto que se va a considerar, y la unidad de donde se va a tomar la muestra.

Pueden ser propósitos para la elaboración de una gráfica entre otros, los siguientes:

- Obtener información para establecer o cambiar estándares.
- Obtener información para establecer o cambiar procedimientos.

- Tener un criterio para decidir si conviene investigar causas de variación del proceso.

La **variable** a considerar debe ser siempre algo que pueda ser cuantificado (medido o contado): por ejemplo tiempo, temperatura etc.

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, etc.

Tipos de gráficas de control.

Las gráficas de control se elaboran según el tipo de datos que se recojan en el sitio de trabajo. Los datos que se recopilan en el trabajo pueden ser de dos clases:

- : dimensiones, pesos, temperatura..., y
- : numero de errores, numero de accidentes, numero de defectos...

Las **gráficas de control para variables** (datos medibles) más frecuentemente utilizadas son las siguientes.

- **Gráfica \bar{X} - R** Promedios y rangos.
- **Gráfica \bar{X} - S** Promedios y desviación estándar.
- **Gráfica \bar{X} - R** Medianas y rangos.
- **Gráfica X - R** Lecturas individuales y rangos.

Aquí únicamente explicaremos la **gráfica (X - R)**.

Las **gráficas de control por atributos** (datos contables) mas frecuentemente utilizadas son las siguientes:

- **Gráfica p** Porcentaje de unidades, trabajos o procesos defectuosos
- **Gráfica np** Numero de unidades, trabajos o procesos defectuosos.
- **Gráfica c** Numero de defectos por área de oportunidad.
- **Gráfica u** Porcentaje de defectos área de oportunidad

De las anteriores gráficas mencionadas únicamente nos ocuparemos de la **gráfica p** y la **gráfica c**.

Gráficas de control para variables.

1. Gráfica \bar{X} - R, de promedios y rangos

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 de los grupos de mediciones que se tengan. Consta, pues, de dos secciones: la de la parte superior, 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 las de los rangos. Abajo a lo largo de eje horizontal, se numeran las muestras.

El procedimiento para elaborar la gráfica de promedios y rangos se ofrece a continuación:

1. Calcule el promedio y rango de cada uno de los k subgrupos.
2. Gráfica de rangos : En el calculo para el rango promedio y los límites de control para los rangos se utilizan las siguientes fórmulas:

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^k R_i}{k} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_k}{k}$$

$$LIC_R = D_3 \bar{R}$$

$$LSC_R = D_4 \bar{R}$$

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.

Si el patrón de puntos es estable, continúe con el paso

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

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

Los límites de control están dados por las siguientes expresiones:

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

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

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

NOTA: En el Apéndice al final de este trabajo se puede encontrar la tabla 1 de las constantes utilizadas en las gráficas de control.

GRÁFICAS DE CONTROL POR ATRIBUTOS.

Por **atributo** se entiende lo que no se puede medir con una escala numérica, pues se juzga a través de un criterio mas o menos subjetivo. El juicio que resulta de una clasificación por atributos se suele expresar de la siguiente manera.

pasa / no pasa
conforma / no conforme
aprobado / rechazado

Para poder llevar a cabo la clasificación de las características de calidad por atributos se requiere en primer lugar de un criterio que se establece de acuerdo con las normas o estándares. Luego se efectúa una prueba, la cual consiste en la operación que se realiza para averiguar la existencia, o no, del criterio establecido. Por último, se toma una decisión que determina qué calificativo (por ejemplo, " pasa " o " no pasa") debe darse al producto o servicio.

1. Gráfica p : porcentaje de unidades defectuosas

El porcentaje de unidades defectuosas (p) se define como la razón del número de artículos, trabajos o procesos que se encontraron " defectuosos " (X) dentro de un total examinado (n):

$$p = X / n$$

El porcentaje de productos o servicios defectuosos se expresa como fracción decimal para el cálculo de los límites de control. Las muestras que se utilizan para elaborar esta gráfica pueden ser de tamaño variable. Las muestras de tamaño grande permiten evaluaciones más estables del desarrollo del proceso y son más sensibles a cambios pequeños.

Los gráficos p tienen los siguientes objetivos:

- Averiguar, después de un tiempo de seguimiento, el porcentaje promedio de los productos o servicios con defectos.
- Poner alerta a la Dirección ante cualquier cambio en el nivel medio de calidad.
- Descubrir aquellos puntos fuera de control sobre los que se requiere actuar para identificar y corregir las causas de la mala calidad.

Elaboración de la gráfica p.

Existen tres enfoques sobre cómo calcular los límites de control dada la situación de variación en el tamaño de los subgrupos: aquí solo nos referimos al que utiliza como n (tamaño de muestra) igual tamaño.

Al usar este método, se deberán calcular los límites de control para todo aquel punto que aparezca fuera de control, tomando el verdadero valor de n del subgrupo.

Veamos la forma como se elabora la gráfica p mediante este método.

1. Se decide cuando y cómo recoger los datos.
2. Se organizan los datos recogidos en una hoja de verificación.

$$LSC = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

3. Se calcula el tamaño promedio de los subgrupos:

$$LIC = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

4. Se calcula la línea central.

5. Se calculan los límites superior e inferior de control:

6. Se elabora la gráfica, con el procedimiento seguido en las gráficas de línea, añadiendo los límites de control y la línea central, junto con los puntos.

2. Gráfica c: defectos por unidad.

La gráfica c estudia el comportamiento de un proceso considerando el encontrados al inspeccionar una unidad de producto o servicio.

La gráfica hace uso del hecho de que un producto o servicio es aceptable aunque presente cierto número de defectos. Un automóvil por ejemplo, funciona aunque tenga el parabrisas estropeado o su reloj descompuesto.

Algunos de los objetivos de esta gráfica son los siguientes :

- Reducir el costo de tener que repetir trabajos.
- Informar a los supervisores y a la administración acerca del nivel de calidad.
- Determinar qué tipo de defectos no son permisibles en un producto o servicio, e informar sobre la probabilidad de ocurrencia de defectos en un área o proceso de trabajo.

Las gráficas c deben utilizarse sólo cuando el "área de oportunidad de encontrar defectos" permanece constante. Esto es, las muestras deben ser todas de la misma área o cantidad, la cual deberá fijarse de antemano.

Elaboración:

El número de atributos en un área de oportunidad se denota con c, y el conjunto de valores sucesivos de c a través del tiempo se utiliza para construir la gráfica.

La línea central para la gráfica c es el promedio de los atributos observados, y se calcula como:

$$\bar{c} = \frac{\text{numero total de atributos observados}}{\text{numero de areas de oportunidad}}$$

Los límites de control de la gráfica c están dados por

$$LSC = \bar{c} + 3 \sqrt{\bar{c}}$$

$$LIC = \bar{c} - 3 \sqrt{\bar{c}}$$

2.3. MÉTODOS ESTADÍSTICOS INTERMEDIOS

2.3.1. MUESTREO ESTADÍSTICO

La inspección de recepción de materiales y piezas, durante el proceso de fabricación y del producto terminado, se hacen utilizando un muestreo, para no efectuar una inspección del 100% de las unidades, pues resulta muy costosos y laborioso, o a veces imposible, cuando la prueba del artículo es destructiva.

Antes de conocerse las técnicas del muestreo de aceptación, se usaban criterios subjetivos basados en el historial de calidad del producto, de otros productos similares en forma intuitiva o experimental.

Muestreo de aceptación es el proceso de evaluar una parte del producto contenido en un lote, a fin de aceptar o rechazar todo el lote (conjunto de unidades sometido a consideración) considerándolo conforme o no conforme con una especificación de calidad, y puede aplicarse a la medición de atributos o a la medición de variables.

También podemos decir que el muestreo de aceptación es el conjunto de las medidas adoptadas por un consumidor (que puede ser también un productor) para asegurar la calidad del producto suministrado por un productor. Es decir que el rechazo de varios lotes, provoca una presión mayor para mejorar la calidad que el rechazo de varias unidades sueltas defectuosas, solamente.

Objetivos y Ventajas.

Los objetivos principales del muestreo de aceptación son : asegurar la calidad de una unidad o lote de unidades entregadas para su aceptación y asegurar que la calidad se encuentre de acuerdo con la especificada durante un largo plazo.

La principal ventaja del muestreo de aceptación , es la economía, pues a pesar de los gastos iniciales para establecerlo, se reduce el gasto total de inspección.

El muestreo de aceptación es válido, porque el producto no inspeccionado, proviene del mismo proceso que produjo la muestra del producto inspeccionado.

Inspeccionar es el proceso de medir, examinar, comprobar o calibrar para poder comparar la unidad del producto en base a la característica de calidad, con sus respectivas especificaciones.

Tipos de Errores

No se conoce ninguna manera de estar 100% (certeza) seguros, de que el material aceptado está totalmente libre de defectos; el muestreo de aceptación lleva consigo el riesgo de que a partir de la muestra no se pueda inferir con toda certeza la condición del lote.

En los planes de muestreo se pueden cometer 2 tipos de errores, cuyas probabilidades se denominan como:

$\alpha = P(\text{cometer error tipo I}) = P(\text{rechazar el lote / lote bueno})$

$\alpha =$ riesgo del productor.

$\beta = P(\text{cometer error tipo II}) = P(\text{aceptar el lote / lote malo})$

$\beta =$ riesgo del consumidor.

Índices de Calidad.

Los planes de muestreo de aceptación publicados, pueden clasificarse en función de la utilización de uno de los siguientes índices de calidad.

AQL = Nivel de Calidad aceptable.

Es el peor nivel de calidad que todavía se considera satisfactorio, o también es el máximo porcentaje de defectuosos que puede tomarse satisfactoriamente como media de todo el proceso. La probabilidad de aceptar un lote cuyo verdadero nivel sea AQL, debe ser muy grande ($1 - \alpha = 0.95$).

LTPD = Porcentaje de Defectuosos Tolerado en el Lote.

Es un nivel inaceptable de calidad o una calidad de entrada, arriba de la cual sólo queda una pequeña probabilidad de aceptar el lote.

IQL = Nivel de Calidad Indiferente o Punto de Control.

Es un nivel de calidad situado entre los 2 anteriores, y siempre tiene una probabilidad de aceptación de 0.50 para un plan de muestreo dado ($1 - \alpha = 0.50 = \beta$).

AOQL = Límite de Calidad Promedio de Salida.

No es un punto de la curva OC, sino que se obtiene de la relación entre la proporción o porcentaje de defectuosos del material o producto antes de la inspección (calidad de entrada p) y la proporción o porcentaje de defectuosos que queda después de la inspección (calidad promedio de salida AOQ), es decir, que $AOQ = p \cdot P_1$. Entonces AOQL es el punto en el que la calidad promedio de salida AOQ alcanza su valor máximo.

Tipos de Muestreo de Aceptación.

Los planes de muestreo son de 2 tipos, es decir, que podemos clasificar el muestreo de aceptación de 2 formas que son:

Por atributos: Se toma una muestra de unidades del lote y cada unidad se clasifica como buena o defectuosa respecto a una dimensión o especificación determinada. El número de

unidades defectuosas encontrado en la muestra mediante la inspección se compra con el número permitido que fija el plan de muestreo adoptado (número de aceptación) y se toma la decisión de aceptar o rechazar todo el lote.

Por variables: Se toma una muestra de unidades del lote y en cada unidad se mide una característica de calidad determinada; estas medidas se resumen en un parámetro muestra y este valor obtenido a partir de la inspección, se compara con un valor permitido que define el plan de muestreo adoptado y se toma la decisión de aceptar o rechazar el lote.

En ambos casos, se considera que la muestra se extrae en forma aleatoria del lote, la forma más usual de seleccionar aleatoriamente la muestra es con la técnica del " Muestreo Aleatorio Simple " en la que cada unidad de lote se numera en forma progresiva y después se eligen n números aleatorios.

La ventaja principal de un plan de muestreo de aceptación por variables es la información adicional que da cada muestra, lo que ocasiona que se reduzca el tamaño de muestra, en comparación con un plan de atributos, con los mismos riesgos. En cambio la ventaja primordial de un plan de muestreo de aceptación por atributos es, a pesar de que se requiera un tamaño de muestra mayor, que es posible tratar diferentes características de calidad agrupadas y con un solo criterio de aceptación.

La forma de efectuar la inspección de las unidades de producción sometidas para su aceptación puede ser de las siguientes formas de muestreo de aceptación:

Lote por lote: Las unidades están formadas en lotes, y cada lote se acepta o se rechaza con base en la calidad encontrada en una muestra extraída aleatoriamente de dicho lote.

Continuo: se analiza una unidad o cierto número de unidades tomadas del proceso de producción, y los resultados de calidad obtenidos de ellas, van determinando el tipo de inspección para las siguientes unidades.

2.3.1.1. MUESTREO DE ACEPTACIÓN POR ATRIBUTOS LOTE A LOTE.

La decisión de aceptar un lote no tiene implicaciones posteriores, como la decisión de rechazarlo, por lo que estas implicaciones deben estipularse correctamente de antemano .

Cuando un lote es rechazado se debe inspeccionar totalmente, es decir, al 100%. la elección de un plan de muestreo de aceptación por atributos debe valorar los aspectos económicos y considerar alternativa como la de inspeccionar al 100% o la de cambiar atributos por variables.

Tipos de planes.

Plan simple:

Una muestra de tamaño n (número de unidades que forman la muestra) se extrae de un lote de N unidades y en ella, al inspeccionarla, se cuenta $d =$ número de unidades defectuosas en la muestra; entonces de acuerdo al plan adoptado se busca $c =$ número de aceptación (o número máximo de unidades defectuosas que es posible aceptar en la muestra). Si $d \leq c$, se acepta todo el lote sometido, pero si $d > c$, entonces se rechaza el lote.

Este plan se utiliza cuando no es posible tomar más que una muestra de todo el lote o cuando administrativamente no se pueden permitir variaciones en la carga de trabajo debido a la inspección.

Plan doble.

Del lote sometido se extrae una primera muestra de n_1 unidades, y al inspeccionarla se cuentan d_1 unidades defectuosas; del plan adoptado se obtienen c_1 número de aceptación en la muestra primera, y r_1 , número de rechazo en la muestra primera; entonces si $d_1 \leq c_1$, se acepta todo el lote, y si $d_1 \geq r_1$, se rechaza el lote, pero si $c_1 < d_1 < r_1$, entonces se extrae otra muestra de n_2 unidades que junto con la primera muestra ya inspeccionada, forma la muestra combinada de $(n_1 + n_2)$ unidades y en ella se cuentan $(d_1 + d_2)$ unidades defectuosas; del plan adoptado también se obtiene c_2 , número de aceptación de la muestra combinada, y finalmente si $(d_1 + d_2) \leq c_2$, se acepta el lote, y si $(d_1 + d_2) > c_2$, se rechaza todo el lote sometido.

Este plan tiene la ventaja de que a los lotes dudosos, se les da una segunda oportunidad de ser aceptados y también de que no se rechaza ningún lote sólo porque resulte una unidad defectuosa ($d_1 = 1$). Tiene la desventaja de que es necesario estar preparado administrativamente para absorber una carga de trabajo variable en la inspección.

Sistemas publicados de planes de muestreo.

Para los planes de muestreo de aceptación por atributos lote a lote, ya se encuentran publicados varios sistemas; (que constan de recomendaciones, tablas y gráficas) que presentan diferentes criterios de aceptación de un lote de unidades; los más importantes y utilizados son:

SISTEMA DODGE - ROMIG
SISTEMA MIL - STD - 105D
SISTEMA PHILIPS

Aquí únicamente trataremos el plan del SISTEMA MIL-STD-105D que presentamos a continuación :

SISTEMA MIL-STD-105D

Uno de los juegos de planes que más se usan es la norma militar (Military Standard) 105D (MIL - STD - 105D). Siempre que el tamaño sea grande en comparación con el tamaño de la muestra, la norma MIL - STD - 105D está formada de tal modo que el tamaño de muestra

aumenta con el tamaño del lote. Las razones prácticas para aumentar los tamaños de muestra son que las muestras aleatorias pequeñas a veces son difíciles de obtener cuando los lotes son grandes y que en los lotes grandes es más importante la discriminación entre lote bueno y malo. Los ajustes de tamaño de muestra para lotes grandes se basan en evidencia empírica, y no en consideraciones rigurosamente probabilísticas.

La norma MIL - STD - 105D contiene planes para tres niveles de muestreo, identificados con I, II y III. En general, el nivel de muestreo o inspección II es el que se usa. El nivel I da muestras ligeramente menores y menos discriminación, mientras que el nivel III da muestras ligeramente mayores y más discriminación, la tabla 2 del Apéndice proporciona las claves para varios tamaños de lote y niveles de inspección I, II y III. Esta clave se usa para usar las tablas 3, 4 y 5 y encontrar el tamaño de muestra y número de aceptación que se usan para valores específicos del AQL.

Además de tener tres niveles de inspección, la MIL - STD - 105D tiene también planes de muestreo para inspección normal, estrecha y reducida. Estos planes se presentan en las Tablas respectivamente. La inspección normal está diseñada para proteger al productor contra el rechazo de lotes con porcentaje de artículos defectuosos menor que el AQL. La inspección estrecha se diseña para proteger al consumidor contra la aceptación de lotes con porcentaje de piezas defectuosas mayores que el AQL. La inspección reducida se usa como plan económico que se utilizará si son buenos los antecedentes de calidad de los lotes, en este documento (MIL - STD - 105D) se presentan reglas para cambiar entre muestreos normal, estrecho y reducido cuando se muestrea una serie de lotes. Cuando se usa esta norma en un lote único, se deben estudiar con cuidado las curvas OC para varios planes, que aparecen en el manual, antes de decidir el plan óptimo para un problema determinado.

Ejemplo:

Se desea muestrear un lote de tamaño 1000 con inspección normal a nivel II. Si el AQL de interés es 10%, calcular el tamaño adecuado de muestra y el número de aceptación a partir de la norma MIL - STD - 105D.

En la tabla 2 del Apéndice, para un tamaño de lote igual a 1000, la letra de código para el nivel II es J. Como se usa la inspección normal, se entra a la tabla 3 en el renglón J. El tamaño de muestra es 80 y, recorriendo la columna encabezada por 10% AQL, se ve que el número de aceptación es 14. Entonces, se muestrearán 80 artículos y se aceptará el lote si el número de piezas defectuosas es menor o igual a 14. Este plan tendrá altas probabilidades de aceptar cualquier lote cuyo porcentaje verdadero de defectos sea menor que 10%.

2.3.1.2. MUESTREO CONTINUO DE ACEPTACIÓN POR ATRIBUTOS

Continuo: En forma permanente se está inspeccionando la calidad de una muestra y su resultado determina la inspección subsecuente.

Cuando se necesita decidir sobre unidades complejas, cara y que no se producen en gran número, no es conveniente tener que acumular un lote de ellas, para poder tomar la decisión

de aceptarlo o rechazarlo; entonces es mejor inspeccionar las unidades en forma continua tomándotas de la línea de producción y detectando las unidades defectuosas muy poco tiempo después de producidas, y reemplazando estas unidades defectuosas por unidades buenas o corregidas.

Se tienen además la condición de que la calidad de las unidades sometidas debe ser muy buenas para que todo el producto se acepte sin utilizar la inspección del 100%.

Planes continuos de muestreo de aceptación

Plan CSP-1.

Es el más sencillo y consiste en el siguiente procedimiento: iniciar con la inspección del 100% de las unidades y continuar de esta forma hasta encontrar i unidades sucesivas que no sean defectuosas; entonces se puede cambiar a la inspección parcial (muestreo) en la que se elige una fracción $f=1/n$ para inspeccionar, o sea de cada n unidades se selecciona una unidad o muestra unitaria; si esta unidad es buena, se continúa con la inspección parcial (muestreo), pero si es defectuosa se retorna a la inspección del 100% (total) de las unidades. De la inspección total se puede volver a adoptar la parcial si nuevamente se encuentran i unidades sucesivas que no son defectuosas.

Se utiliza el índice de calidad AOQL, en porcentaje de unidades defectuosas. Entonces, eligiendo un valor del índice AOQL (en porcentaje) y una fracción f (en porcentaje), se obtiene de gráficas publicadas, el valor de i (en número de unidades) que define el plan que se debe adoptar.

Plan CSP-2.

Es un plan similar al CSP-1 anterior, con la diferencia de que al implantar la inspección parcial hace más tardada la reimplantación o retorno a la inspección total del 100%, es decir, que contiene la siguiente modificación; Se adopta la inspección parcial con las mismas condiciones del Plan CSP-1 y si se encuentra que la unidad seleccionada en la muestra aleatoria es defectuosa, todavía no se regresa a la inspección total, a menos de que se encuentre otra unidad defectuosa en las siguientes k o menos unidades o muestras unitarias.

En esta modificación CSP-2, sólo se han desarrollado planes para valores de $k = i$, obtenidos de gráficas publicadas en las que entra con los valores de AOQL y de la fracción f elegidos.

Plan CSP-3

Es un nuevo plan que modifica el CSP-2, únicamente en que al encontrar en una muestra unitaria de la inspección parcial adoptada, que la unidad es defectuosa, se inspeccionan las 4 siguientes unidades y si ninguna de ellas es defectuosa, se continúa con la inspección parcial del plan CSP-2, pero si una o más de esas 4 unidades consecutivas se encuentra que es

defectuosa, entonces se retorna a la inspección total del 100% de las unidades y se adoptan las condiciones del plan CSP-2.

Con este nuevo plan, se tiene una mayor protección o probabilidad de detectar una ráfaga o racha repentina de pésima calidad. El valor de i unidades que se necesita en este plan se obtiene del plan CSP-2, pues es idéntico.

Plan multinivel (MLP)

Plantea una transición lenta y uniforme de la inspección del 100% total, con la que es necesario iniciar la inspección de unidades por atributos en forma continua, hacia la inspección parcial o muestreo.

Sólo se requiere la inspección del 100%, cuando la calidad de las unidades sometidas es demasiado baja, y si la calidad es considerablemente alta, entonces la cantidad de unidades que se tiene que inspeccionar va disminuyendo.

En este plan se proponen 2 o más fracciones diferentes para inspeccionar parcialmente y se indican condiciones o reglas para pasar de una fracción a otra en ambos sentidos.

Se inicia inspeccionando al 100% todas las unidades sometidas, hasta encontrar i unidades sucesivas sin defectuosas; entonces se inspecciona parcialmente sólo una fracción $f = 1/n$. Si en las siguientes i unidades no hay defectuosas, se inspecciona más parcialmente (2° nivel), inspeccionando una fracción f^2 más pequeña, y así sucesivamente, hasta llegar a inspeccionar una fracción f^k en el nivel k -ésimo (es recomendable que el número máximo de niveles sea de $2 \leq k \leq 4$).

Si en la inspección de i unidades sucesivas, estando en cualquier nivel, se encuentra una unidad defectuosa, inmediatamente se cambia al nivel inferior siguiente. Este plan utiliza el índice de calidad AOQL (límite de calidad promedio de salida), en porcentaje de unidades defectuosas; una vez elegido su valor y junto con la elección del valor de la fracción de muestreo f , se obtiene de las gráficas y tablas publicadas, el número i de unidades que define el plan, dependiendo de k número máximo de niveles.

MIL-STD-1235 (ORD)

Para el muestreo de aceptación por atributos continuo, se ha publicado la norma MIL-STD-1235 (ORD), que primordialmente es una sistematización de los planes de un nivel de aceptación por atributos en forma continua, CSP-1 y CSP-2, con la adición de una cláusula, que indica que se debe dar por terminada la aceptación, cuando la inspección total del 100% de las unidades se prolonga mucho tiempo sin poder establecer la inspección parcial.

Contiene también un nuevo plan, el CSP-A de un nivel, que debe utilizarse al iniciar y al terminar un intervalo de producción, dentro del cual se supone que debe existir homogeneidad en la calidad de las unidades, con respecto a sus especificaciones de diseño.

En esta norma se utilizan 2 índices de calidad: el AQL (nivel de calidad aceptable) y el AOQL (límite de calidad promedio de salida) en forma indistinta, y se presenta tabularmente una relación entre diferentes valores de ambos índices.

Habiendo definido el intervalo de producción, se estima el número de unidades (N) producidas en dicho intervalo. Con este valor de N y con la selección de uno de los 3 niveles de inspección de uso general I, II y III, se obtiene de una tabla la letra codificada que identifica la fracción de muestreo, f , que se debe emplear en la inspección parcial o muestreo.

Como en todos los sistemas militares de este formato, se consideran 3 tipos de defectos: críticos, mayores y menores. Si los defectos que pueden tener las unidades inspeccionadas son críticos, entonces sólo pueden usarse los planes CSP-1 y CSP-A.

Esta norma especifica 3 clases de inspección: la inspección del 100% (con la que siempre se debe de empezar, en un proceso de producción), la inspección parcial o muestreo, y la inspección de verificación.

Si en la inspección de verificación se encuentra una unidad con defecto crítico, o se encuentran 2 unidades con defectos mayores o menores que están separadas por 50 o menos unidades, se toma una de las decisiones siguientes:

- Si la inspección estaba en forma total del 100% entonces se cancela la aceptación.
- Si la inspección estaba en forma parcial (muestreo), entonces se retorna a la inspección total del 100% de las unidades.

Para los diferentes planes se dan tablas, en las que con la letra codificada y al valor seleccionado del índice de calidad elegido, se obtiene la fracción f de la inspección parcial o muestreo y el número i de unidades a considerar.

Además en el plan CSP-A se obtiene el valor de a , que es el número máximo de unidades defectuosas que se permiten en un intervalo de producción, si se rebasa este número, se debe cancelar la aceptación.

También se dan tablas de esta norma, en las que con la letra codificada y el valor del índice de calidad elegido, se puede obtener el valor de L , que se deben inspeccionar en forma total al 100% de las unidades, pues si no se cambió la inspección (encontrando i unidades sucesivas sin tener unidades defectuosas) y se rebasa el número L , se debe cancelar la aceptación.

En forma similar a otras normas similares en esta norma, MIL-STD-1235 (ORD), se consideran en el muestreo o inspección parcial, 3 tipos de inspección, que son: normal, riguroso y reducida. Se establecen solamente para el plan CSP-A (al iniciar y al terminar el intervalo de producción), las condiciones para cambiar y retornar de un tipo a otro, aunque siempre se deben iniciar con la inspección normal.

Por último, esta norma también considera un plan multinivel que se denomina CSP-M y presenta tablas; una para cada determinada fracción $f = 1/n$ de inspección parcial, y en las que entrando con el valor seleccionado del índice de calidad elegido (AOQL o AQL) y con el valor de N, que es la estimación del número de unidades producidas en el intervalo de producción determinado, se puede obtener el valor de i , número de unidades que se deben inspeccionar sin encontrar unidades defectuosas, para poder inspeccionar más parcialmente (cambiar al nivel inmediato superior) y el valor de K, número máximo de niveles permitido.

2.3.1.3 MUESTREO DE ACEPTACIÓN POR VARIABLES

En el muestreo de aceptación de aceptación por atributos, tan sólo se anota, para cada artículo muestreado, si es o no defectuoso. La decisión de aceptar o rechazar el lote depende entonces del número de piezas defectuosas observadas en la muestra. Sin embargo, si la característica que se estudia implica una medición de cada artículo muestreado, la decisión de aceptar o rechazar se podría basar en las mismas mediciones, y no únicamente en el número de artículos con medidas que no cumplen determinada norma.

Por ejemplo, supóngase que se inspecciona la calidad de un lote de vástagos de acero y que la medida de calidad es el diámetro. No se permite que los vástagos tengan más de 10 cm de diámetro, y si esto sucede, en este caso especial se dice que el vástago es defectuoso. En el muestreo por atributo, la decisión de rechazar o aceptar el lote se basa en el número de vástagos defectuosos que se observan en una muestra. Pero esta decisión se podría tomar con base en alguna de las observaciones mismas del diámetro real, por ejemplo, en el promedio de las observaciones. Si el promedio demuestra se acerca o se mayor que 10 cm, se puede esperar que el lote contenga alta proporción de piezas defectuosas en tanto que si el promedio demuestra es mucho menor que 10 cm, se puede esperar que el lote contenga relativamente pocas piezas defectuosas.

Al empleo de mediciones reales de la característica de calidad como base para aceptar o rechazar lote se le llama muestreo de aceptación por variables. Con frecuencia , el muestreo por variables tiene ventajas sobre el muestreo por atributos porque el método de variables puede contener más información para determinado tamaño de muestra que el método por atributos. También, cuando se consideran las mediciones reales obtenidas con el método por variables, quien experimenta puede tener más conocimientos del grado de conformidad o inconformidad y podrá sugerir rápidamente métodos para mejorar el producto.

Para el muestreo de aceptación por variables, sean

U = límite superior de la especificación

y

L = límite inferior de la especificación

Si X representa a la medición de calidad que se está considerando, entonces U es el valor máximo permisible de X para que un artículo sea aceptable. En el ejemplo del diámetro del vástago, U es igual a 10 cm. Igualmente L es el valor mínimo permisible de X para que el

artículo sea aceptable. Algunos problemas especificarán a U, otro a L y otro más tanto a U como a L.

Como en el muestreo de aceptación por atributos, se especifica un AQL para un lote, y n continuación se determina un plan de muestreo que proporciona una alta probabilidad de aceptación de lotes con porcentajes de piezas defectuosas menores que AQL, y baja probabilidad de aceptación de lotes con porcentajes de piezas defectuosas mayores que el AQL. En la práctica, se determina una constante de aceptabilidad, k, de tal modo que se acepta el lote si

$$\frac{U \cdot \bar{X}}{S} \geq k$$

o si

$$\frac{\bar{X} - L}{S} \geq k$$

donde X es el promedio de muestra y S la desviación estándar de muestra según las mediciones de calidad.

MIL-STD-414

Como en el caso del muestro por atributos, se dispone de manuales de planes de aceptación para muestreo de aceptación por variables. Uno de los que más se usan es la norma militar norteamericana 414 (MIL-STD-414). Se requiere de las tablas 6 y 7 de la Apéndice para dar un ejemplo como se usa esta norma. La tabla 6A muestra el valor tabulado de AQL usar si el problema pide un AQL que no este específicamente tabulado. La tabla 6B da la letra de clave o código de tamaño de muestra que se debe usar con cualquier tamaño posible de lote. Los tamaños de muestra están ligados a los tamaños de lote, y se usan distintos niveles de muestreo, como fue el caso de la MIL-STD-105D. Para uso general se recomienda el nivel IV de inspección .

La tabla 7 da el tamaño de muestra y el valor de k para una letra de código y AQL fijos . En esta tabla se pueden encontrar procedimientos de inspección tanto normal como estrecha .

En el ejemplo se muestra el uso de esas tablas.

Ejemplo

Se especifica que las resistencias a la tensión de alambres de cierto lote de tamaño 400 sean mayores que 5 kg. Se desea establecer un plan de muestreo de aceptación con AQL = 1.4%. Con un nivel IV de inspección, y para inspección normal, determinar el plan adecuado de acuerdo con la MIL-STD-414.

Solución : Primero se consulta la tabla 6A, y se observa que un AQL deseado de 1.4% corresponderá a un valor tabulado de 1.5%. Si se localiza el tamaño del lote 400 para un nivel de inspección IV en la tabla, se obtiene una letra de código I.

A continuación, al buscar en la tabla 7, en el renglón encabezado I, se encuentra un tamaño de muestra de 25. Para el mismo renglón, la columna encabezado AQL 1.5% presenta $k=1.72$ así, es necesario muestrear 25 alambres del lote, y aceptar el lote si

$$\frac{\bar{X} - 5}{S} \geq 1.72$$

donde \bar{X} y S son el promedio y la desviación estándar de las 25 mediciones de fuerza de tensión.

También, la norma MIL-STD-414 da una tabla para inspección reducida, semejante a la MIL-STD-105D. El manual presenta curvas OC para los planes de muestreo tabulados y, además da planes basados en recorridos de muestra, y no en desviación estándar.

La teoría relacionada con la construcción de los planes de muestreo para inspección por variables es más difícil que la de la inspección por atributos, y no se puede elaborar por completo aquí. Sin embargo, se describirá el método básico.

Supóngase de nuevo que X es la medición de calidad que se estudia, y que U es el límite superior de la especificación. Entonces, la probabilidad que un artículo sea defectuoso está dada por $P(X > U)$. Esta probabilidad representa también la proporción de artículos defectuosos en un lote. Ahora bien, se desea aceptar sólo lotes para los que $P(X > U)$ sea pequeña, es decir, menor o igual a una constante M . Pero

$$P(X > U) \leq M$$

equivale a

$$P\left(\frac{X - \mu}{\sigma} > \frac{U - \mu}{\sigma}\right) \leq M$$

siendo $\mu = E(X)$ y $\sigma^2 = V(X)$. Si, además, X tiene distribución normal, entonces la última expresión de probabilidad es equivalente a

$$P\left(Z > \frac{U - \mu}{\sigma}\right) \leq M$$

en la cual Z tiene una distribución normal.

por lo tanto, $P(X > U)$ será "pequeña" si y sólo si $(U - \mu)$ es "grande". Así

$$P(X > U) \leq M$$

equivalente a

$$\frac{U - \mu}{\sigma} \geq k$$

para determinada k constante. Como μ y σ se desconocen, el criterio real de aceptación usado en la práctica es

$$\frac{U - \bar{X}}{S} \geq k$$

y k se escoge de tal modo que $P(X > U) \leq M$.

Para X con distribución normal, se puede estimar $P(X > U)$ por medio de la información de muestra proporcionada por \bar{X} y S , y estas estimaciones se tabulan en la MIL-STD-414. Las estimaciones se usan en el trazo de curvas OC. También, se presentan tablas que muestran los valores de M , además del valor de k , para planes de muestreo diseñados para AQL especificados.

2.4. MÉTODOS ESTADÍSTICOS AVANZADOS.

Los investigadores en todas las disciplinas realizan experimentos. El objetivo de un experimento es explorar las relaciones entre los factores que afectan a un proceso o confirmar algunas hipótesis. Los procedimientos de prueba de hipótesis pueden considerarse como métodos para analizar experimentos comparativos sencillos. Por ejemplo, al comparar la igualdad de dos medias. Debido a lo extenso del tema de diseño de experimentos y las limitaciones de este trabajo sólo mencionaremos algunas consideraciones importantes que deben tomarse en cuenta al realizar un diseño experimental como: 1) la exactitud estadística y 2) el costo. La exactitud estadística incluye la selección adecuada de la respuesta que se va a medir, la determinación del número de factores que influyen en la respuesta, la selección del subconjunto de estos factores que se estudiará en el experimento que se está planeando, el número de veces que deberá repetirse el experimento básico, y la forma del análisis que se realizará.

Con menos frecuencia se enfatiza el costo, pero es de igual importancia. Para minimizar el costo de una investigación experimental, generalmente se intenta seleccionar el diseño experimental más sencillo posible y utilizar el tamaño de muestra más pequeño, consistente con resultados satisfactorios.

CAPITULO 3

“NORMAS ISO 9000”

3. NORMAS ISO 9000

3.1. INTRODUCCIÓN

Para llegar a la mejor calidad, alrededor del mundo la norma ISO 9000 a sido el líder contribuyendo también a las necesidades de unificación en los estándares de calidad internacional. La organización internacional de estandarización ISO 9000 en respuesta a estas necesidades a preparado un estándar de calidad como ISO 9000. La ISO es una agencia especial para estandarización compuesta por estándares de 91 países.

Se espera que, virtualmente todo fabricante, ya sea que venda a compradores públicos o multinacionales, adopte la norma y que produzca evidencia de lo que han hecho, con el objeto de que esta norma así llamada "voluntaria" se está de hecho, volviendo obligatoria para propósitos de mercadeo.

Dos elementos fundamentales de la adopción de la ISO 9000, son primero que es la aceptación y adopción de su filosofía de instalación como norma, en otras palabras, al llegar a ser una compañía ISO 9000; otro, es obtener la aceptación o certificación de un tercero que permita a la compañía demostrar su estatus ISO 9000 a compradores y prospectos.

Otra observación es que ISO 9000 satisface un número de requerimientos corporativos y estratégicos significativos, y aún críticos, en un cambiante ambiente industrial y de mercado. Importante entre estos requerimientos son las consideraciones mercadotécnicas, aspectos legales, dirección general y productividad, y las cambiantes relaciones cliente-proveedor.

Un importante aspecto legal son las implicaciones de la ISO 9000 en casos de disputas legales por reclamos contra el producto. Ayuda considerablemente a evitar reclamaciones por daños cuando, tanto el producto individual como el sistema gerencial, están apoyados por una norma del producto y la certificación de que se opera con un sistema gerencial de calidad acorde con la ISO 9000.

La ISO 9000 es un sistema ya listo para suministrar la clase de administración integrada, pero flexible, que puede aceptarse dentro de un sistema de información gerencial completo y que puede ajustarse cómodamente a sistemas gerenciales de producción de variante complejidad.

Una de las características sobresalientes de la ISO 9000 para la gerencia es que automáticamente provee, por un lado, controles para asegurar la calidad de la producción y las entregas y, por el otro, reduce desperdicios, tiempos muertos y deficiencias laborales incrementando, por ende, la productividad.

Uno de los cambios más notables en las relaciones cliente-proveedor en el ambiente del mercado, es la creciente tendencia de los grandes fabricantes en las industrias de alta tecnología, a tener cada vez menos proveedores, pero con relaciones mucho más estrechas con ellos, incluyendo la virtual incorporación de partes de sus sistemas administrativos y de control dentro de sus propios sistemas.

3.2. ¿ QUÉ ES ISO 9000 ?

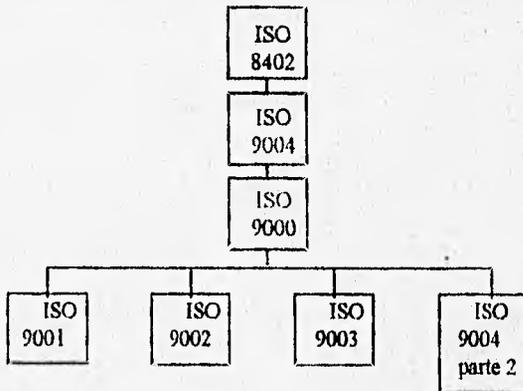
ISO 9000 es un ajuste de 5 pasos individuales relacionado con los estándares internacionales en la administración de la calidad y en el aseguramiento de la calidad. Estos estándares fueron desarrollados para ayudar efectivamente a compañías con documentos en los sistemas de calidad con los elementos requeridos para mantener un sistema de calidad eficiente. Los estándares fueron originalmente publicados en 1987. Ellos no son específicos para ninguna industria, producto o servicio particular. Los 5 estándares individuales que fueron creados con la serie ISO 9000 son explicados más adelante.

La ISO 9000 es una norma para sistemas gerenciales de calidad. Tales sistemas debían incluir tanto normas de productos individualmente como calibración y medición, pero por ellos mismos deberán ser más grandes que ambos, ya que son sistemas globales para asegurar la continuidad de la operación del proceso como un todo, desde la compra de materiales hasta la entrega final de productos terminados que cumplan con una norma gerencial de calidad.

Haciendo un comentario importante acerca de la calibración y medición diremos que en muchas actividades diarias que afectan nuestras vidas usamos medidas que tendemos a tomar por infalibles, desde la exactitud de los llenadores de licor y los correctos llenados de las bombas de la gasolinera. Estas están bajo constante vigilancia por organismos nacionales de calibración y medición. A su vez, dichas agencias efectúan calibraciones rastreables a fuentes internacionales centrales para un enorme rango de mediciones, desde pesos estándar hasta el tiempo mismo. Este proceso internacional juega un papel importante en la norma ISO 9000, ya que calibraciones y mediciones dentro del proceso de fabricación son parte integral de la norma. Deben de estar en funcionamiento sistemas demostrables tanto dentro de la calibración como de la medición, y sistemas para monitoriar la exactitud del proceso y equipo de calibración y medición.

3.3. NORMAS DE LA SERIE ISO 9000

Los seis elementos tal como se muestra en la figura son un vocabulario y cinco normas.



Estas son las principales normas de la serie.

3.3.1. NMX-CC-001 ISO 8402 " VOCABULARIO "

Es la norma internacional que define los términos utilizados en toda la serie, con el fin de que exista una mutua comprensión en las comunicaciones internacionales. Define el término *calidad* como: *el conjunto de características de un elemento que le confieren la aptitud para satisfacer necesidades explícitas e implícitas.*, las notas que le siguen continúan explicando el término más extensamente, señalando que partes de estas necesidades se especifican en un ambiente contractual, mientras que el resto solo puede considerarse como necesidades implícitas y, por ende, requiere que se especifiquen dentro de dicho ambiente. También aclaran que la palabra "calidad" no se utiliza para definir o expresar excelencia en términos comparativos, ni para evaluaciones cuantitativas en donde se busquen "grados" o "niveles" de calidad.

Aunque la norma reconoce que otras fuentes requieren a la calidad como "adecuación para el propósito" y "conformidad con los requisitos", se requieren explicaciones más completas. El vocabulario continúa describiendo términos tales como grado, políticas, dirección, aseguramiento, control, sistema, plan, auditoría y el importante concepto de "rastreadibilidad". También define "no conformidad" y "especificaciones".

En lo concerniente a la término producto que es empleado a lo largo de toda la norma lo define como *el resultado de actividades o procesos* y puede ser tangible o intangible o bien una combinación de los dos.

En la normalización actual ISO, de la administración de la calidad, los productos los clasifican en 4 categorías genéricas:

- Hardware (por ejemplo piezas, componentes, ensambles).
- Software (por ejemplo programas de computo, procedimientos, información, datos, registros).
- Materiales procesados (por ejemplo: materias primas, líquidos sólidos, gases, laminados, alambres)
- Servicios (por ejemplo: mensajería, seguros, transporte)

Los términos y los conceptos presentados en esta norma están destinados a ser aplicados a cualquier clase de productos.

3.3.2. NMX-CC-002/1 ISO 9000-1 ADMINISTRACIÓN DE CALIDAD Y NORMAS DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD-DIRECTRICES PARA SU USO Y SELECCIÓN

ISO 9000 y la ISO 9004 nos ayudarán a preparar nuestros sistemas gerenciales internos de calidad y seleccionar el modelo específico con base en la 9001, 9002, 9003. La diferencia entre la norma 9000 y la 9004 parte 1 es que la primera nos ayuda a comprender los

conceptos de calidad y a seleccionar el modelo apropiado (9001, 9002, 9003), mientras que la segunda es una extensión de 9000. Otra forma de verlas sería la siguiente:

ISO 9000 ISO 9004	Dos normas que ayudan a diseñar el sistema internamente y a escoger un modelo de 9001, 9002, o 9003, si uno lo requiere.
----------------------	--

ISO 9001 ISO 9002 ISO 9003	Tres modelos para sistemas de diferente rigidez para presentarlos externamente en situaciones contractuales o no contractuales.
----------------------------------	---

El documento continua hablando de las organizaciones en términos de las redes de procesos, el papel del sistema de calidad, documentación capacitación y demás. Este es un material muy general. De más utilidad, en cierta forma, es la declaración de que la serie ISO 9000 puede utilizarse para la administración de calidad, en situaciones contractuales y para aprobación y certificación o registro.

3.3.3. NMX-CC-003 ISO 9001 SISTEMAS DE CALIDAD-MODELO PARA EL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EN EL DISEÑO/DESARROLLO, PRODUCCIÓN, INSTALACIÓN Y SERVICIOS.

ISO 9001 es para aquellas compañías que necesitan asegurarle a sus clientes que la calidad con los requerimientos especificados es satisfactoria durante todo el ciclo, desde el diseño hasta el servicio. se aplica particularmente cuando existe un contrato que requiere de un diseño específico y cuando los requerimientos del producto son establecidos en términos de su comportamiento (velocidad, capacidad, integridad). Esta es la forma más redondeada o completa y comprende todos los elementos del sistema de calidad detallados en la ISO 9004.

La norma habla acerca de políticas, responsabilidades y algunas declaraciones generales sobre el sistema, se describen los elementos especiales de la ISO 9001. Uno de sus elementos es el concepto de la revisión del contrato. Lo anterior incluye la definición y la documentación del contrato, la resolución de diferencias procedentes de la ofertas y la evaluación de la habilidad del proveedor para cumplir con los requerimientos contractuales.

Otro elemento es el control del diseño, el cual incluye la planeación, asignación de actividades, organización, las entradas y las salidas del diseño y la verificación de este. También cubre cambios de diseño, aprobación y emisión de documentos y control de los cambios y modificaciones de los documentos.

El reto es bastante rutinario, incluyendo la identificación y la rastreabilidad del producto, control de producción, inspección y pruebas. Incluye la inspección, medición y calibración de los equipos mismos de prueba y medición, así como el control de productos no

conformes. También se incluye el manejo, almacenamiento, empaque y entrega al igual que registros de calidad, auditorías y capacitación.

3.3.4. NMX-CC-004 ISO 9002 SISTEMAS DE CALIDAD- MODELO PARA EL ASEGURAMIENTO DE CALIDAD APLICADO A LA PRODUCCIÓN E INSTALACIÓN.

Esta es la norma más común para fabricantes y se aplica cuando ya hay un diseño o especificaciones establecidas, las cuales constituyen los requerimientos especificados del producto. También se supone que el sistema de calidad establecido, demuestra que el proveedor puede continuar fabricando el producto de acuerdo con lo estipulado.

La norma habla en su transcurso de políticas y organización. También existe una demanda de que debería revisarse cada contrato y que deberían controlarse los documentos. Con la excepción del diseño y de sus cambios, el resto de la norma es similar a la ISO 9001.

3.3.5. NMX-CC-005 ISO 9003 S SISTEMAS DE CALIDAD- MODELO PARA EL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EN LA INSPECCIÓN Y PRUEBA FINAL

En ISO 9003 hay que demostrar la capacidad para efectuar satisfactoriamente inspecciones y pruebas, a parte de los acostumbrados requerimientos de políticas de estructura organizacional, lo que se necesitará es un sistema que incluya el control de documentos, identificación y marcado de productos que no pasa las pruebas de especificación y marcado de productos, control de productos que no pasa las pruebas especificadas, un sistema de manejo y almacenamiento, técnicas estadísticas cuando sea apropiado y capacitación.

3.3.6. NMX-CC-006/1 Y SO 9004 ADMINISTRACIÓN DE CALIDAD Y ELEMENTOS DEL SISTEMA DE CALIDAD - DIRECTRICES

Enlista primero la aplicación de la norma, que se ve en un radio de acción entre el mercadeo y la entrega o instalación, con los pasos de diseño y producción entre medio. Agrega otro factor ambiental interesante, el desecho o reciclamiento al final de la vida útil que es un elemento de la norma ambiental.

El sistema se especifica para contener política, responsabilidad organizacional, autoridad recursos, procedimientos operacionales y documentación. El manual de calidad se especifica como el documento típico demostrando el sistema. Su propósito primario consiste en "brindar una inspección adecuada del sistema de calidad mientras sirve como una referencia permanente en la implantación y mantenimiento de dicho sistema". También especifica planes de calidad y auditorías y un sistema para el mejoramiento de la calidad.

La norma contiene una gran cantidad de información sobre las demandas en la etapa del diseño, que puede ser de gran ayuda a las empresas que implementan la ISO 9000. También contiene información útil sobre lo que se demanda en la procuración y en los principales pasos de prueba y inspección.

3.4. CONCLUSIÓN

Los estándares de ISO 9000 ayudan en la determinación de los suministros con un aseguramiento de calidad efectivo. Los estándares nos ayudan a reducir costos de calidad a través de las prácticas propias de los suministros en correlación con los estándares de ISO 9000 el cual provee un acuerdo entre el comprador y los proveedores. Las compañías certificadas y registradas con los estándares de ISO serán percibidas como unos proveedores viable para sus clientes. Éstos no serán proveedores menos deseables.

Los estándares son diseñados para dirigir una variedad de escenarios de la administración de la calidad por ejemplo si un proveedor solo te facilita la manufactura si el diseño o desarrollo de sus funciones entonces ISO 9002 podrá ser usado para evaluar el sistema de calidad. Cada país tiene sus propios estándares en el sistema de calidad que se relacionan con los estándares ISO 9000. Cada compañía en forma individual es animada a registrarse formalmente para adquirir los requerimientos de los estándares. De hecho un requerimiento para un proveedor desde ISO 9000 registra un número que sea convertido en un elemento importante cuando las compañías hacen su selección de proveedores.

El ISO 9000 tienen una serie de estándares que definen el mínimo de requerimientos que un proveedor debe tener para asegurar a sus clientes que ellos están recibiendo productos de calidad.

CAPITULO 4
“AUDITORÍAS DE
CALIDAD”

4. AUDITORIAS DE CALIDAD

4.1. INTRODUCCIÓN

La serie NMX-CC enfatiza la importancia de la auditoría de calidad como una herramienta clave de la administración, para alcanzar los objetivos establecidos en la política de calidad de un organismo. Las auditorías deben efectuarse para determinar que los diferentes elementos dentro de un sistema de calidad son efectivos y apropiados para alcanzar los objetivos de calidad establecidos.

Esta serie es de gran importancia para los auditores, así como también para los gerentes de calidad cuyos propios sistemas pueden ayudar a dictar el nivel y naturaleza de la auditoría. El documento principal es la NMX-CC-7-1/ISO 10011-1 Directrices para auditar sistemas de calidad parte 1: Auditorías. Está apoyado por la NMX-CC-8/ISO 10011-2 Directrices para auditar sistemas de calidad parte 2: Criterios de calificación para los auditores de los sistemas de calidad; y por la NMX-CC-7-2/ISO 10011-3 Directrices para auditar sistemas de calidad parte 3: Manejo de programas de auditoría.

La serie NMX-CC enfatiza la importancia de la auditoría de calidad como una herramienta clave de la administración, para alcanzar los objetivos establecidos en la política de calidad de un Organismo. Las auditorías deben efectuarse para determinar que los diferentes elementos dentro de un sistema de calidad son efectivos y apropiados para alcanzar los objetivos de calidad establecidos

4.2. DEFINICIÓN DE AUDITORÍA.

Auditoría.- Verificación metódica e independiente que permite conocer por medio de evidencias objetivas, si las actividades y resultados, satisfacen las disposiciones y requisitos preestablecidos y si estos, están implantados de manera eficaz y adecuada para alcanzar los objetivos

4.2.1. METAS DE LA AUDITORÍA DE CALIDAD

La auditoría de calidad se define como un examen sistemático e independiente para determinar si las actividades de calidad y los resultados cumplen con las disposiciones preestablecidas y si estas son implementadas efectivamente y son capaces de alcanzar los objetivos satisfactoriamente.

La meta de una auditoría de calidad bien diseñada es para alcanzar los siguientes objetivos:

- Determinar la conformidad o no conformidad de los elementos del sistema de calidad con los requisitos especificado.
- Determinar la efectividad del sistema de calidad implantado en cumplir los objetivos especificados.
- Brindar a los auditados la oportunidad de mejorar el sistema de calidad.

- Incorporar al organismo cuyo sistema de calidad fue auditado a lista o registro de proveedores aprobados.

Un proceso efectivo de auditorías internas debe incluir estos objetivos.

4.3. NMX-CC-7/1 ISO-10011-1 DIRECTRICES PARA AUDITAR LOS SISTEMAS DE CALIDAD. PARTE 1 : AUDITORIA.

Esta norma Mexicana, establece los principios básicos, criterios y prácticas de auditoría y da las directrices para establecer, planear, efectuar, y documentar auditorías de sistemas de calidad.

Así mismo da las directrices para verificar la existencia e implantación de los elementos de un sistema de calidad. Esta norma es de naturaleza general, para permitir su aplicación o adaptación a diferentes tipos de organismos.

Esta norma es para uso interno y externo. los elementos principales de esta norma son:

- Propósitos y objetivos.
- Organización.
- La auditoría.
- Seguimiento.
- Responsabilidades

El principal propósito del sistema gerencial de calidad o subauditorías de partes de la misma y los objetivos incluirán:

- Establecer la conformidad o inconformidad de los productos o procesos dentro del sistema.
- Establecer el grado de éxito o fracaso del sistema, incluyendo tanto el grado de éxito en satisfacer las necesidades del cliente, como el de cumplir con requisitos reglamentarios.
- Proveer al auditado la oportunidad de mejorar el sistema de calidad.
- Permitir el registro del sistema de calidad del organismo auditado.

El propósito de la auditoría también puede incluir la evaluación de proveedores.

La norma aconseja que cada organización debe desarrollar sus propósitos y específicos procedimientos para implantar los lineamientos. Sin embargo, la auditoría debería llevarse a cabo por personal que no tenga responsabilidad directa en las áreas bajo escrutinio, pero que cooperan con el personal involucrado. Es en la auditoría y no bajo la vigilancia continua que existe una fuerte motivación para el mejoramiento.

El auditor se define como una persona que esta calificada para realizar una auditoria de calidad y habla más acerca de la 10011-2 más abajo el auditor debe autorizado para llevar a cabo la auditoria y el cliente puede ser la compañía misma, un cliente que desea auditar a un proveedor, un cuerpo regulatorio o una agencia independiente de auditorias o de certificación.

Se espera un enfoque formal, involucrando la declaración de objetivos, la definición de papeles y la responsabilidades y la independencia. Las actividades estan definidas en bastante detalle, desde la definición de requerimientos hasta el reporte final. Los pasos para la auditoria en si misma se exponen como los de un proyecto. Hay un proceso de inicio, un plan y una etapa de ejecución.

Al efectuar una auditoria ya sea por un individuo o por un equipo, debe designarse un auditor lider responsable de la misma. Auditor lider se define según la norma como el personal calificado y certificado cuya experiencia y entrenamiento le permiten organizar y dirigir una auditoria, reportar deficiencias y desviaciones, así como evaluar y orientar acciones correctivas, en el caso de auditorias efectuadas por un grupo de auditorias. El auditor lider administra supervisa y coordina los miembros del grupo, además de ser el responsable de la auditoria.

En lo que respecta a las responsabilidades del los auditores tenemos que éste debe:

- a) Comunicar y aclarar los requisitos de la auditoria;
- b) Planear y ejecutar responsabilidades asignadas en forma efectiva y eficiente;
- c) Documentar las observaciones y las no conformidades.
- d) Informar los resultados de la auditoria;
- e) Cooperar con el auditor lider entre muchas más que existen.

El auditor lider es responsable de todas las fases de la auditoria. El auditor lider tiene la capacidad administrativa y experiencia así como autoridad para tomar las decisiones finales con respecto a la conducción y a cualquier observación de la auditoria. Las responsabilidades del auditor lider también comprenden

- a) Ayudar en la selección de los demás miembros del equipo auditor;
- b) Preparar el plan de auditoria;
- c) Representar al grupo auditor;
- d) Presentar el informe de la auditoria.

4.4. NMX-CC-8/ISO 10011-2 CRITERIOS DE CALIFICACIÓN PARA LOS AUDITORES DE LOS SISTEMAS DE CALIDAD.

Para que las auditorias a los sistemas de calidad se efectúen en forma efectiva y uniforme se requieren criterios mínimos para calificar a los auditores. Esta norma da los criterios de calificación para los auditores de sistemas de calidad, también provee un método mediante el cual debe juzgarse y mantenerse el cumplimiento del auditor potencial con los criterios, aquí

nos encontramos en un terreno muy interesante, ya que el asunto de como deberían ser los evaluadores calificados y quien tendría que evaluarlos esta contenida en ella.

La norma habla también acerca de la educación mínima que deben tener los auditores, diciendonos que debe haber terminado por lo menos la educación preparatoria. Los candidatos deben también demostrar competencia para expresar conceptos e ideas, en forma fluida y clara tanto oralmente como en forma escrita.

En lo referente al entrenamiento de los candidatos a auditores la norma nos dice que éstos deben tener el entrenamiento necesario y suficiente para asegurar su competencia en las habilidades requeridas para efectuar y administrar auditorias.

Un panel de evaluación puede ser y puede formarse dentro o fuera de la organización que va a ser auditada. Su propósito es evaluar las calificaciones de los candidatos a auditor. Debe ser dirigido por un individuo que este activo en el manejo de operaciones de auditoria significativas, que haya cubierto las recomendaciones de calificaciones de auditor establecidas en la ISO 10011 y que sea aceptable para los otros miembros del panel.

En la evaluación debe haber evidencia del conocimiento y las habilidades apropiadas. Esto puede tomar la forma de un examen realizado por un cuerpo certificado nacional. El candidato debe tener experiencia y ser competente aparte de la demanda del panel de evaluación, también se pide lo siguiente en apoyo de las capacidades del auditor : Capacitación, incluyendo normas, técnicas de evaluación, planeación, organización, comunicación , gerencia. Los candidatos a auditor deben contar con un mínimo de cuatro años de tiempo completo de experiencia práctica en el lugar de trabajo, por lo menos dos de los cuales deben haber sido en el aseguramiento de la calidad. Antes de convertirse en auditor, el candidato debe haber participado en un mínimo de cuatro auditorias por un total de 20 días. La norma también establece atributos personales para el auditor y requiere de un sistema para mantener la competencia.

En lo concerniente a el mantenimiento de la competencia de los auditores la norma habla de que éstos deben mantener su competencia mediante acciones como:

- Asegurar que sus conocimientos de normas y requisitos de los sistemas de calidad están actualizados;
- Asegurar que sus conocimientos de procedimientos y métodos de auditoria estén actualizados;
- Participar en re-entrenamientos cuando sea necesario;
- Revisar su desempeño por lo menos cada tres años por un panel evaluador.

En lo referente a los atributos personales del auditor la norma establece que los candidatos a auditores deben ser de mente abierta y maduros, con capacidad de juicio, habilidades analíticas y tenacidad: tener la habilidad para percibir situaciones de una manera realista, comprender operaciones complejas desde una perspectiva amplia y entender el papel de las unidades individuales dentro de todo organismo. También habla de actitudes deseables por parte del auditor como: ser honesto, disciplinado paciente, actitud profesional, etc. Mientras

que las actitudes indeseables del auditor son: perezoso, sábelo todo, inflexible, carente de ética, polémico, no ser comunicativo, etc.

Es específica en cuanto a habilidades de comunicación. Si uno no cuenta con ellas no debe ser auditor.

4.5. NMX- CC-7-2/ISO 10011-3 DIRECTRICES PARA AUDITAR LOS SISTEMAS DE CALIDAD. PARTE 2 : ADMINISTRACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE AUDITORÍA.

Nos aconseja sobre la selección de auditores y líderes auditores para asegurar que cuentan con las capacidades relevantes.

Debe seleccionar auditores que, no solo sepan auditar, sino que también conozcan la industria. También necesitan conocer el ambiente regulatorio. Es probable que verdaderamente necesiten calificaciones profesionales. Tampoco deberían existir conflictos de intereses.

Esta norma también habla brevemente del difícil tema del monitoreo y mantenimiento del desempeño del auditor, sin dar ningún consejo práctico acerca de como se hace. La norma sugiere que el programa de gestión de auditoría debe considerar la necesidad de incluir un código de ética dentro de la operación y gestión de los programas de auditoría.

En lo concerniente al tema de calificación personal la norma habla que la administración del programas de auditorías debe ser realizado por aquel personal que tenga el conocimiento práctico de los procedimientos y las prácticas de auditoría de calidad.

4.6. CONCLUSIÓN

Una auditoría exitosa de ISO, tiene como prerequisite el registro de ISO 9000. De esta manera el registro da a la compañía la seguridad de contar con los estándares de calidad aceptados.

Incluso después del registro, los auditores regresarán periódicamente para asegurarse que los estándares continúan como se les encontraron. Una buena calidad en los documentos ayuda a cada empleado a saber exactamente lo que se esperaba de él o ella con respecto a la calidad de los productos y los servicios. Esta conciencia puede afectar positivamente la moral y puede también impulsar el ímpetu del personal para apoyar la calidad.

CONCLUSIÓN

Para que los programas de Calidad tengan éxito, todos los miembros de la organización deben apreciar como la buena calidad y el control eficaz influyen favorablemente sobre el progreso de una organización, y de esta manera en el desarrollo de cada individuo.

La educación y la capacitación son de los elementos más importantes en la consecución de los objetivos para alcanzar la calidad agregando además el compromiso de la alta dirección para alcanzar éstos objetivos.

Los Métodos Estadísticos de Calidad son de gran Importancia para los programas de calidad en conjunción con la Administración de Calidad ya que por sí solos no tendrían ninguna relevancia.

Los Métodos Estadísticos de Calidad son herramientas que nos van a permitir detectar defectos, fallas, inconformidades, inestabilidad en un sistema etc. para posteriormente tomar medidas que permitan tomar acciones correctivas o tomar acciones para el mejoramiento de la calidad. Los Métodos Estadísticos de Calidad justificarán su existencia mostrando evidencias como: menos productos defectuosos, menor desperdicio de material, menos fallas en los equipos, reducción de tiempos muertos etc.

Una buena guía para obtener buenos resultados en la implantación de un buen programa de calidad es la adopción de las normas ISO 9000. Estas normas no son específicas a ninguna empresa. La obtención de un certificado ISO 9000 garantiza la calidad de los productos, del proceso, del sistema etc. ante los clientes.

Además de lo mencionado anteriormente existe otra serie de normas como son las ISO 10000 que dan la pauta para realizar auditorías de calidad. En esta serie se habla de los requisitos para ser auditor y auditor líder; de las diferencias que existe entre éstos, de las aptitudes que éstos deben tener para ser un buen auditor.

Además describe los pasos a seguir para realizar la auditoría de calidad así como de la evaluación de los auditores que realizan dichas auditorías. En esta norma se incluye también una serie de términos que se da en forma de concepto en la que se define lo que es una auditoría, un auditor, un auditor líder, auditoría de calidad etc.

BIBLIOGRAFÍA

- **Calidad. Productividad y Competitividad**
W. Edwards Deming
Editorial Diaz Santos
- **ISO 9000**
Brian Rothery
Editorial Panorama
- **Juran y la Planificación de la Calidad**
J.M. Juran
Editorial Diaz Santos
- **Más Allá de la Excelencia y de la Calidad Total**
Lourdes Munch
Editorial trillas
- **Normas de la SERIE NMX-CC**
- **Probabilidad y Estadística para ingeniería**
Sheaffer McClave
Editorial Iberoamericano
- **Probabilidad y Estadística para Ingenieros**
Irwin Miller
Editorial Prentice - Hall Hispanoamericana
- **Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Administración**
William W.
Compañía Editorial Continental
- **Quality and Process Improvement**
Adedeji B. Badiru
Editorial Chapman & Hall
- **¿ Qué es el Control de Calidad ?**
Kaoru Ishikawa
Editorial Norma

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

APÉNDICE

CONSTANTES PARA LAS GRAFICAS DE CONTROL

Número de observaciones														
n	A ₂	A ₃	A ₄	B ₃	B ₄	c ₄	d ₂	d ₃	d ₄	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	E ₂
2	1.880	2.659		0.000	3.267	0.7979	1.128	0.853	0.954	0.000	3.267	0.000	3.865	2.660
3	1.023	1.954	1.187	0.000	2.568	0.8862	1.693	0.888	1.588	0.000	2.574	0.000	2.715	1.772
4	0.729	1.628		0.000	2.266	0.9213	2.059	0.880	1.978	0.000	2.282	0.000	2.375	1.457
5	0.577	1.427	0.691	0.000	2.069	0.9400	2.326	0.864	2.257	0.000	2.114	0.000	2.179	1.290
6	0.483	1.287		0.030	1.970	0.9515	2.534	0.848	2.472	0.000	2.004	0.000	2.055	1.184
7	0.419	1.182	0.509	0.118	1.882	0.9594	2.704	0.833	2.645	0.076	1.924	0.078	1.967	1.109
8	0.373	1.099		0.185	1.815	0.9650	2.847	0.820	2.791	0.136	1.864	0.139	1.901	1.054
9	0.337	1.032	0.412	0.239	1.761	0.9693	2.970	0.808	2.915	0.184	1.816	0.187	1.850	1.010
10	0.308	0.975		0.284	1.716	0.9727	3.078	0.797	3.024	0.223	1.777	0.227	1.809	0.975
11	0.285	0.927	0.350	0.321	1.679	0.9754	3.173	0.787	3.121	0.256	1.744			
12	0.266	0.886		0.354	1.646	0.9776	3.258	0.778	3.207	0.283	1.717			
13	0.249	0.850		0.382	1.618	0.9794	3.336	0.770	3.285	0.307	1.693			
14	0.235	0.817		0.406	1.594	0.9810	3.407	0.762	3.356	0.328	1.672			
15	0.223	0.789		0.428	1.572	0.9823	3.472	0.755	3.422	0.347	1.653			
16	0.212	0.763		0.448	1.552	0.9835	3.532	0.749	3.482	0.363	1.637			
17	0.203	0.739		0.466	1.534	0.9845	3.588	0.743	3.538	0.378	1.622			
18	0.194	0.718		0.482	1.518	0.9854	3.640	0.738	3.591	0.391	1.608			
19	0.187	0.698		0.497	1.503	0.9862	3.689	0.733	3.640	0.403	1.597			
20	0.180	0.680		0.510	1.490	0.9869	3.735	0.729	3.686	0.415	1.585			
21	0.173	0.663		0.523	1.477	0.9876	3.778	0.724	3.730	0.425	1.575			
22	0.167	0.647		0.534	1.466	0.9882	3.819	0.720	3.771	0.434	1.566			
23	0.162	0.633		0.545	1.455	0.9887	3.858	0.716	3.811	0.443	1.557			
24	0.157	0.619		0.555	1.445	0.9892	3.895	0.712	3.847	0.451	1.548			
25	0.153	0.606		0.565	1.435	0.9896	3.931	0.709	3.883	0.459	1.541			
Más de 25				$\frac{3}{\sqrt{n}}$	$1 - \frac{3}{\sqrt{2n}}$								$1 + \frac{3}{\sqrt{2n}}$	

TABLA 1

TABLA 2

Claves del tamaño de muestra: MIL-STD-105D

Tamaño de lote	Niveles de inspección especial				Niveles de inspección general		
	S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
2-8	A	A	A	A	A	A	B
9-15	A	A	A	A	A	B	C
16-25	A	A	B	B	B	C	D
26-50	A	B	B	C	C	D	E
51-90	B	B	C	C	C	E	F
91-150	B	B	C	D	D	F	G
151-280	B	C	D	E	E	G	H
281-500	B	C	D	E	F	H	J
501-1.200	C	C	E	F	G	J	K
1.201-3.200	C	D	E	G	H	K	L
3.201-10.000	C	D	F	G	J	L	M
10.001-35.000	C	D	F	H	K	M	N
35.001-150.000	D	E	G	J	L	N	P
150.001-500.000	D	E	G	J	M	P	Q
500.001 en adelante	D	E	H	K	N	Q	R

TABLA 6

A
Tabla de conversión de AQL

Para valores especificados de AQL (nivel aceptable de calidad que quedan dentro de los siguientes límites)	Usar este valor AQL
to 0.049	0.04
0.050 to 0.069	0.065
0.070 to 0.109	0.10
0.110 to 0.164	0.15
0.165 to 0.279	0.25
0.280 to 0.439	0.40
0.440 to 0.699	0.65
0.700 to 1.09	1.0
1.10 to 1.64	1.5
1.65 to 2.79	2.5
2.80 to 4.39	4.0
4.40 to 6.99	6.5
7.00 to 10.9	10.0
11.00 to 16.4	15.0

B
Clave del tamaño de la muestra¹

Tamaño del lote	Niveles de inspección				
	I	II	III	IV	V
3 to 8	B	B	B	B	C
9 to 15	B	B	B	B	D
16 to 25	B	B	B	C	E
26 to 40	B	B	B	D	F
41 to 65	B	B	C	E	G
66 to 110	B	B	D	F	H
111 to 180	B	C	E	G	I
181 to 300	B	D	F	H	J
301 to 500	C	E	G	I	K
501 to 800	D	F	H	J	L
801 to 1,300	E	G	I	K	L
1,301 to 3,200	F	H	J	L	M
3,201 to 8,000	G	I	L	M	N
8,001 to 22,000	H	J	M	N	O
22,001 to 110,000	I	K	N	O	P
110,001 to 550,000	I	K	O	P	Q
550,001 and over	I	K	P	Q	Q

¹Las letras clave del tamaño de la muestra que aparecen en la tabla se aplican cuando se usan los niveles indicados de inspección.