

Calidad

Manual de asignatura

Sistema de Universidades Tecnológicas

ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA INDUSTRIAL

Programa 2004

Créditos

**Elaboró: ING. RUBEN URIZAR NAVARRETE
PROFESOR DE TIEMPO COMPLETO MANTENIMIENTO
INDUSTRIAL UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE SAN
LUIS POTOSI.**

ADECUACIÓN 2004: LIC. Ma GUADALUPE SALAS MASCORRO

Revisó:

Colaboradores:

Autorizó:

Contenido

Objetivo general

Conocer las filosofías de calidad, emplear las herramientas estadísticas para la toma de decisiones en los sistemas de calidad, de acuerdo a las normas nacionales e internacionales ISO.

Habilidades por desarrollar en general

Que el que el alumno utilice la aplicación de los principios y metodología, para mejorar la calidad de los sistemas productivos de micro y pequeñas empresas.

- 1.. Definiciones de la norma ISO 8402: Calidad, Producto, Proceso, Cliente, Servicio, Proveedor, Procedimiento, Organización, Comprador
- 2.. Conocer las principales características de la filosofía de calidad de Deming, Juran, Crosby e Ishikawa.
- 3.. Seleccionar la filosofía de calidad más pertinente para distintos tipos de empresa.

		Teoría	Horas Práctica	Total	Página
I	Filosofías de la calidad	3	3	6	3
II	Gestión de la calidad	6	3	9	19
III	Fundamentos de control estadístico	7	3	10	52
IV	La calidad en el proceso productivo (inspección y muestreo)	10	10	20	60
V	Implantación de un sistema de aseguramiento de calidad conforme a los requisitos de las normas internacionales iso.	10	5	15	70
	Guía de practicas				78

I

Filosofías de Calidad

Objetivo particular de la unidad

Conocer las diferentes filosofías de la calidad aplicadas en la industria

Habilidades por desarrollar en la unidad

Aplicar las distintas tendencias filosóficas sobre calidad en la industria para un desempeño laboral eficiente

I.1 FILOSOFIAS DE CALIDAD.**Saber en la Teoría (3 hrs.)**

Conocer las diferentes filosofías de la calidad que han surgido a nivel mundial aplicadas en la industria, y, que el alumno debe analizar para poder hacer una crítica de cada una de ellas y posteriormente formar su propio criterio y de esta manera proponer un sistema de calidad ya sea utilizando una de éstas filosofías o hacer una mezcla de todas, tomando lo mejor de cada una para satisfacer necesidades explícitas e implícitas, y así, **definir la calidad con base en:** El producto, El usuario, La fabricación y en el valor.

Conocer desde la norma **ISO 8402**, al vocabulario; Calidad, Producto, Proceso, Cliente, Servicio, Proveedor, Procedimiento, Organización y Comprador.

Conocer las filosofías de: W. Edward Deming, Joseph M. Juran, Kaoru Ishikawa y Philip Crosby, y/o identificar las filosofías de las "3m" y "5s"

Saber Hacer en la practica (3 hrs.)**Identificar y analizar los términos relativos a la calidad que se aplican a nivel nacional e internacional.**

- ✓ Calidad: es el conjunto de características de un elemento que le confieren la aptitud para satisfacer necesidades explícitas e implícitas.
- ✓ Grado: una categoría o clasificación dada a elementos que tienen el mismo uso funcional pero diferentes requisitos para la calidad
- ✓ Requisitos para la calidad: es la expresión de las necesidades o su traducción dentro de un conjunto de requisitos establecidos cuantitativa o

cualitativamente, para las características de un elemento, a fin de permitir su realización o examen.

- ✓ Requisitos de la sociedad: son obligaciones resultantes de leyes, reglamentos, reglas, códigos, estatutos y otras consideraciones.
- ✓ Conformidad: cumplimiento de los requisitos especificados.
- ✓ No-conformidad: incumplimiento de un requisito especificado.
- ✓ Defecto: incumplimiento de un requisito de uso intencionado o de una expectativa razonable, incluyendo la concerniente a la seguridad.
- ✓ Política de calidad: directrices y objetivos generales de una organización, concernientes a la calidad, los cuales son formalmente expresados por la alta dirección.
- ✓ Administración de la calidad: conjunto de actividades de la función general de administración que determina la política de calidad, los objetivos, las responsabilidades y la implantación de éstos por medios tales como planeación de la calidad, el control de la calidad, aseguramiento de la calidad, y mejoramiento de la calidad, dentro del marco del sistema de calidad.
- ✓ Sistema de calidad: es la estructura organizacional, los procedimientos, los procesos y los recursos necesarios para implantar la administración de la calidad.

- ✓ Planeación de la calidad: son actividades que determinan los objetivos y requisitos para la calidad, así como los requisitos para la implantación de los elementos del sistema.
- ✓ Control de calidad: técnicas y actividades de carácter operacional, utilizadas para cumplir los requisitos para la calidad.
- ✓ Aseguramiento de calidad: Conjunto de actividades planeadas y sistemáticas, que lleva a cabo una empresa, con el objeto de brindar la confianza apropiada de que un producto o servicio cumple con los requisitos de calidad especificados.
- ✓ Ciclo de calidad: modelo conceptual de las actividades interdependientes que influyen sobre la calidad de un producto o servicio a lo largo de todas sus fases, desde la identificación de las necesidades del cliente, hasta la evaluación del grado de satisfacción de éstas.
- ✓ Auditoría de calidad: examen sistemático e independiente para determinar si las actividades de calidad y sus resultados cumplen con las disposiciones preestablecidas y si éstas son implantadas eficazmente y son adecuadas para alcanzar los objetivos.
- ✓ Deontología: doctrina que trata de la moral de práctica profesional.
- ✓ Mejoramiento de la calidad: son las acciones tomadas en toda la organización, para incrementar la efectividad y la eficiencia de las actividades y los procesos, a fin de proveer beneficios adicionales, tanto para la organización como para sus clientes.
- ✓ Especificación: documento que establece requisitos.
- ✓ Registro: documento que provee evidencia objetiva de las actividades ejecutadas.
- ✓ Producto: el resultado de actividades o procesos.

- ✓ Servicio: el resultado generado por actividades en la interrelación entre el proveedor y el cliente y por las actividades internas del proveedor para satisfacer las necesidades del cliente.
- ✓ Cliente: el receptor de un producto suministrado por el proveedor
- ✓ Proveedor: organización que suministra un producto al cliente.
- ✓ Organización: una compañía, corporación, firma, empresa o institución o parte de la misma, ya sea incorporada o no, pública o privada, que tiene funciones y administración propia.
- ✓ Comprador: cliente en una situación contractual.
- ✓ Proceso: conjunto interrelacionado de recursos y actividades que transforman elementos de entrada en elementos de salida

Emplear alguna de las metodologías de las diferentes corrientes de pensamiento

FILOSOFÍAS DE CALIDAD

W. Edwards Deming

El mundo entero fue testigo de que la economía y la capacidad de producción japonesas fueron desbastadas por la segunda guerra mundial. Cuatro décadas después Japón disfruta de un liderazgo casi indisputable como innovador en métodos de control de calidad, productividad y mercadeo competitivo en todo el mundo. Los japoneses son un reto para el liderazgo industrial y comercial de los Estado Unidos y Alemania.

El doctor Deming dio origen al increíble retorno del Japón, después de la destrucción total de la guerra y creó la ruta que ha situado a los japoneses al frente de la carrera que actualmente se libra en los negocios y el desarrollo industrial internacionales. Deming aportó su filosofía que consta de 14 puntos, a través de los cuáles se puede lograr la calidad en la empresa, adicionalmente aporta su ciclo de mejora continua así como las herramientas estadísticas aplicadas al proceso.

14 puntos de la Ruta Deming: Método Gerencial

Crear perseverancia en el propósito de mejorar productos y servicios con la meta de ser competitivos, mantener el negocio y generar empleos. El proceso de negocio empieza con el cliente. De hecho, si no se inicia con el cliente, muchas veces acaba con el cliente de forma abrupta. LA perseverancia en el propósito afecta a las oportunidades de mañana. De acuerdo con el doctor Deming "¿Sabía usted que el hacer mejor su esfuerzo, no es suficientes?". Debe saber que hacer y luego haga el mejor esfuerzo.

Adoptar la nueva filosofía. Estamos en una nueva era económica creada por el Japón. La administración occidental debe despertar al reto, debe conocer sus responsabilidades y asumir el liderazgo del cambio. Cualquier cosa que requiera que usted abandone algunas de las premisas que ha sostenido como dogma durante largo tiempo es sumamente difícil.

Deje de depender de la inspección para lograr la calidad. Elimine la necesidad de inspeccionar masivamente, poniendo desde el principio la calidad en el producto. El uso del proceso de prevención, incorpora la retroalimentación del proceso mismo, así como del cliente, para modificar las entradas al proceso usando la prevención de defectos, ésta es una mejoría sobre la detención de defectos. El énfasis está en la administración de las salidas no necesariamente en el proceso, con estos dos enfoques usted puede ser capaz de hacerlo "bien y a la primera".

Mejorar de manera constante y permanente el sistema de producción y servicio, con el fin de alcanzar la calidad y la productividad, y reducir así, continuamente los costos. El proceso de mejora continua es una espiral, cuyo centro y blanco es el cliente. Se puede decir que el mejoramiento es posible debido a que el ciclo Deming forma parte integral del proceso.

Elimine barreras que le quiten al trabajador su derecho a sentir orgullo por su trabajo. LA responsabilidad de los supervisores debe cambiarse para que en lugar de dar importancia a cifras escuetas, más bien enfatice el logro de la calidad. Elimine las barreras que arrebatan a los empleados administrativos o de ingeniería su derecho a sentir orgullo por su trabajo, esto significa llegar a un acuerdo entre las partes para abolir las evaluaciones de desempeño y la administración por objetivos.

Destierre temores para que todos puedan trabajar con mayor eficacia para la compañía. El temor esta en todos lados y se presenta en diferentes formas.

Destruya las barreras entre departamentos. El personal de investigación, diseño, ventas y producción debe trabajar como equipo para prever los problemas de producción y de uso que puedan surgir en el producto o servicio. Definir operativamente las necesidades y las expectativas esenciales de los consumidores, para que todo mundo entienda como está contribuyendo al éxito en la organización, es un paso firme para derribar las barreras.

Elimine lemas, exhortos y objetivos que pidan a los trabajadores cero defectos y nuevos niveles de productividad. La motivación y conciencia del personal contribuyen a limitar la variabilidad por las personas en un proceso.

Elimine estándares de trabajo (cuotas) en los pisos de producción. Sustitúyalos por liderazgo. Elimine la administración por objetivos. Elimine la administración por números u objetivos numéricos. Los estándares de trabajo tienden a limitar la cantidad de mejoras que pueden lograrse. Del mismo modo que las tolerancias de ingeniería.

Instituya el liderazgo. El propósito de liderazgo debe hacer ayudar al personal, máquina y aparatos hacer un mejor trabajo. La supervisión a los trabajadores de producción. Los supervisores de línea realizan tal vez, el trabajo más difícil en cualquier organización. Es gente que no pertenece a ningún lado, la gente a quienes supervisa no los considera como uno de ellos y la gerencia realmente no los considera como parte del equipo gerencial.

Instituya la capacitación en el trabajo.

Instituya un programa vigoroso de educación y superación personal. La gerencia reconocerá la necesidad de educar y volver a capacitar al personal cuando se dé cuenta que la gente es un activo y no un gasto.

Acabe con la práctica de cerrar el trato con base en el precio. En vez de esto reduzca al mínimo el costo total. Evolucione hacia proveedores únicos para cualquier insumo en una relación a largo plazo con sus proveedores, fincada en la lealtad y la confianza. Si lo que quiere es satisfacer las necesidades de sus clientes a un precio que ellos estén dispuestos a pagar, debe empezar por establecer relaciones a largo plazo con sus proveedores, animándolos a adoptar la filosofía de la mejora continua.

Que todos en la organización trabajen para lograr la transformación es trabajo de todos.

Principio Deming

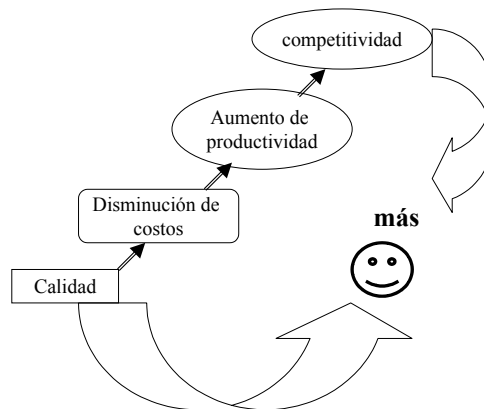
Establece que aproximadamente el 85% de los problemas en cualquier operación pueden ser provocados directamente por el sistema, solo el 15% son causas especiales atribuibles al trabajador o máquinas.

Reacción en Cadena

Gráficamente describe los beneficios que se obtendrán:

- Mayor calidad
- Reducción de costos
- Reducción de precios
- Mayor mercado
- Mayor empleo

La productividad y la calidad son un binomio indivisible y busca siempre que la empresa se consolide. La reacción en cadena enfatiza que el recurso más importante en una organización es el recurso humano, considerando la actitud de las personas como una de las herramientas principales.



Ciclo Deming

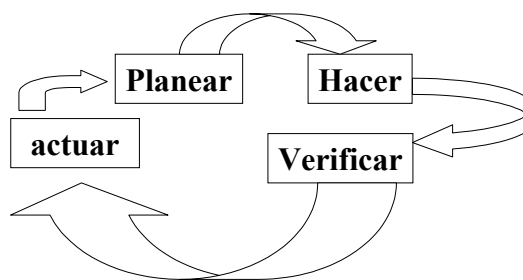
El ciclo Deming establece los pasos que se siguen para buscar la mejora de cualquier actividad o proceso, tal como se ilustra en la figura 1.2. Consta de los siguientes pasos:

Planear: definir el propósito de la acción de mejora y buscar la oportunidad.

Hacer: desarrollar las actividades planeadas

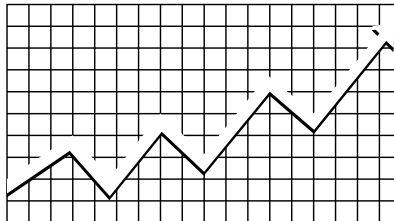
Verificar: constatar que las actividades se están realizando de acuerdo a lo planeado.

Actuar: Buscar la manera de corregir las desviaciones que se encuentren o bien, tomar acciones que permitan mejorar los resultados.



Control estadístico del proceso

Método estadístico que controla la variación de los procesos y productos y hace que sean constantes en sus especificaciones.



Enfermedades mortales

- Carencia de consistencia en el propósito de planificar un producto y servicio que tenga mercado y mantenga a la empresa viva.
- Énfasis en los beneficios a corto plazo
- Evaluación del comportamiento, calificación por el mérito.
- Movilidad de la dirección; se salta de un trabajador a otro
- Se dirige utilizando solo las cifras visibles, teniendo muy poco en cuenta las cifras desconocidas (calidad).
- Demasiados costos médicos.
- Costos excesivos de responsabilidad (abogados)

Kaoru Ishikawa

El control total de calidad es un sistema de métodos de producción que económicamente genera bienes o servicios de calidad, acordes con los requisitos de los consumidores. Practicar el control de calidad es desarrollar, diseñar, manufacturar y mantener un producto de calidad que sea el más económico, el más útil y siempre satisfactorio para el consumidor.

Para alcanzar esta meta, es preciso que en la empresa todos promuevan y participen en el control de calidad, incluyendo tanto a los altos ejecutivos como a todas las divisiones de la empresa y a todos los empleados. El control de calidad no es una actividad exclusiva de especialistas, sino que debe ser estudiado y conseguido por todas las divisiones y todos los empleados.

El control total de calidad se logra cuando se consigue una completa revolución conceptual en toda la organización. Esta revolución se expresa en las categorías siguientes:

1. Lo primero es la calidad; no las utilidades a corto plazo.

2. La orientación es hacia el consumidor; no hacia el productor. Pensar desde el punto de vista de los demás.
3. El siguiente paso en el proceso es su cliente; hay que derribar las barreras del seccionalismo.
4. Utilización de datos y números en las presentaciones; empleo de métodos estadísticos.
5. Respeto a la humanidad como filosofía administrativa; administración totalmente participante.
6. Administrador interfuncional; trabajo en equipo entre los diferentes departamentos o funciones.

Método de 5 pasos de mejoramiento

1. Que la alta dirección reconozca la necesidad del mejoramiento continuo de la calidad y decida a iniciarlo en un esfuerzo permanente.
2. Establecimiento de un departamento de promoción a cuyo cargo este un alto directivo.
3. Un programa de instrucción para la calidad que abarque toda la empresa.
4. Formación y funcionamiento de grupos pequeños de trabajo (círculos de calidad)
5. Realizar periódicamente auditorías de calidad encabezadas por el más alto directivo.

Garantía de calidad

La garantía de calidad es la esencia misma del control de calidad. Las empresas japonesas se han guiado por el principio de "calidad primero". Al ocuparse de garantía de calidad, se debe tener en cuenta lo siguiente:

1. La empresa debe garantizar una calidad acorde a los requisitos de los consumidores.
2. Debe expresar igual interés en el caso de productos de exportación.
3. Los altos ejecutivos deberán reconocer la importancia de la garantía d calidad y asegurar que toda la empresa dé el máximo para alcanzar esta meta común.

Dé el máximo para alcanzar esta meta común.

Principios de la garantía de calidad.

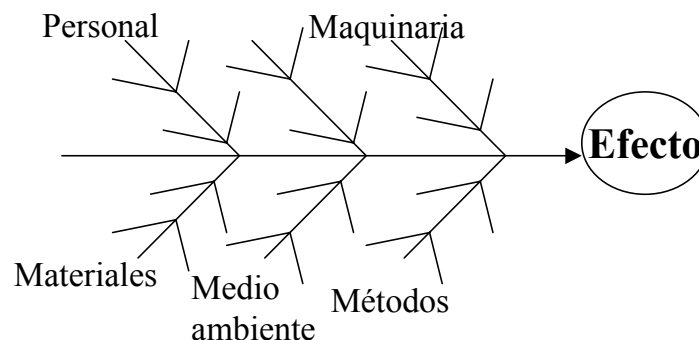
Dentro de una empresa, la responsabilidad por la garantía de calidad corresponde a las divisiones de diseño y manufactura, y no a la inspección. Esta última simplemente inspecciona a los productos desde el punto de vista de los clientes, pero no asume la responsabilidad por la garantía de calidad.

Históricamente la garantía de calidad cumplió las siguientes etapas:

1. Garantía de calidad orientada hacia la inspección
2. Garantía de calidad orientada al proceso
3. Garantía de calidad con énfasis en el desarrollo de nuevos productos.

Diagrama de Ishikawa

También conocido como causa- efecto, porque en el recuadro derecho se anota el efecto (problema) a analizarse y a la izquierda las probables causas que lo originan. Otro sobrenombre es el de espina de pescado debido al refrán popular de que "el pescado se echa a perder por la cabeza"



4 EMES

Son los factores en los que conceptualmente se originan los problemas, están constituidos por: **Métodos**, **Mano de obra**, **Maquinaria** y **Materiales**.

¿Cómo expresar la calidad?

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 defectos y fallas
5. Revelar los defectos latentes
6. Observar la calidad estadísticamente

Calidad de diseño y calidad de aceptación.

Con relación al control de calidad se hacen las siguientes advertencias:

- ◆ Si alguien nos muestra sus normas para productos, hay que mirarlos con escepticismo
- ◆ Si alguien nos muestra sus normas para materias primas, hay que mirarlos con escepticismo.
- ◆ Si alguien nos muestra sus límites de tolerancia en un diseño, hay que mirarlos con escepticismo.
- ◆ Si también nos muestran los datos obtenidos con instrumentos de medición y análisis químicos hay que mirarlos con suspicacia.

Tres pasos importantes para la aplicación del control de calidad son:

1. Entender las características de calidad reales.
2. Fijar métodos para medirlas y probarlas. Esta tarea es tan difícil que a final de cuentas, posiblemente acabemos por recurrir a los cinco sentidos (prueba sensorial).
3. Descubrir características de calidad sustitutas y entender correctamente la relación de estas y las características de calidad reales.

JOSEPH JURAN

Define a la mejora de la calidad como la creación organizada de un cambio, ventajoso; el logro de unos niveles sin precedente del comportamiento. Un sinónimo es avance.

Las mejoras son en forma de:

- Desarrollo de nuevos productos para sustituir modelos antiguos.

- Adopción de nueva tecnología
- Reducción de los procesos para reducir índices de error.

Frente a estas tasas de mejora existe una tasa de deterioro, resultante de cosas tales como que la competencia introduzca nuevos productos en el mercado que son superiores; y que se descubre que los nuevos productos y procesos en la empresa contienen deficiencia de calidad que hacen disminuir el comportamiento del producto y crean nuevos desechos crónicos.

La mejora de la calidad es precisa para los dos tipos de calidad: características del producto y ausencia de deficiencias.

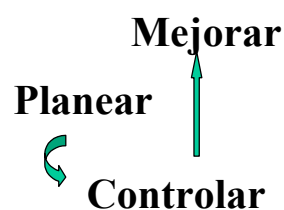
Para conservar e incrementar los ingresos por ventas, las empresas tienen que desarrollar continuamente nuevas características del producto y nuevos procesos para producir esas características. Las necesidades de los clientes son un objeto móvil.

Para que los costes sean competitivos, las empresas tienen que disminuir continuamente el nivel de deficiencia del producto y del proceso. Los costos competitivos también son un objeto móvil.

Institucionalizar la mejora de la calidad es cambiar profundamente la cultura, lo que a su vez exige un cambio profundo en los sistemas de reconocimiento y recompensas. Si no hay tal cambio sensible, las prioridades de los gerentes operativos no cambiarán. Los efectos de un proyecto fructífero de calidad se manifiestan en forma de mejores resultados, por ejemplo, mayor vendibilidad y costos menores. Sin embargo, estos mejores resultados no se ponen de manifiesto necesariamente en las medidas de comportamiento de los miembros del equipo.

TRILOGIA DE LA CALIDAD

También llamada gestión de la calidad, consiste en la totalidad de medios por los cuáles logramos la calidad. Incluye los procesos de planificación, control y mejora de la calidad.



PLANIFICACION DE LA CALIDAD

Es la actividad para: Determinar las necesidades de los clientes y desarrollar los productos y procesos requeridos para satisfacer esas necesidades.

La planificación de la calidad se necesita para muchos productos, no solo bienes y servicios, que se venden a losa clientes, sino también muchos productos internos, tales como los pedidos de numerosos procesos, muchos de los cuales son procesos empresariales internos, por ejemplo, contratación de nuevos empleados, preparación de las previsiones de ventas y producción de facturas.

Los niveles de la planificación de la calidad son:

- a) Nivel operario
- b) Nivel departamental
- c) Nivel multifuncional
- d) Nivel corporativo o de división

El proceso de planeación (también llamado mapa de carreteras) es:

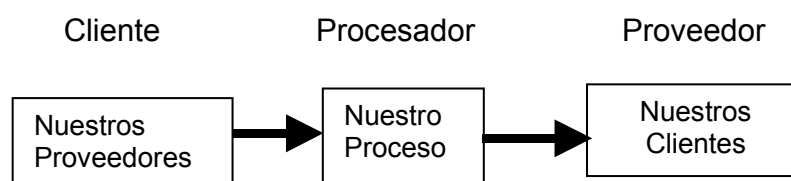
1. Identificar a los clientes.
2. Identificar las necesidades de los clientes.
3. Traducir las necesidades de los clientes al lenguaje del proveedor
4. Establecer unidades de medida o requerimientos numéricos de los clientes.
5. Establecer métodos de evaluación de las necesidades de los clientes en función a los requerimientos.
6. Desarrollar el producto de acuerdo a las características de los clientes a fin de satisfacer sus necesidades.
7. Optimizar el diseño del producto
8. Desarrollar un proceso para elaborar productos que cumplan los requisitos de la empresa y principalmente del cliente.
9. Optimizar y comprobar la capacidad del proceso y comenzar las operaciones.

10. Administrar y planificar la calidad por toda la organización.

11. Planificar la calidad departamental.

El triple papel

Cada equipo procesador ejecuta un proceso y produce un producto. Para ello el equipo procesador realiza tres papeles relacionados con la calidad, como se muestra en la figura siguiente:



- ◆ Cliente: el equipo procesador obtiene varias clases de entradas que se utilizan en la ejecución del proceso. El equipo procesador es cliente de aquellos que proporcionan entradas.
- ◆ Procesador: el equipo procesador ejecuta varias actividades tecnológicas y gerenciales para producir sus productos.
- ◆ Proveedor: el equipo procesador suministra sus productos a sus clientes.

Control de la calidad.

El control de calidad es un proceso durante el cual:

- Se evalúa el comportamiento real
- Se compara el comportamiento real con los objetivos
- Se actúa ante las diferencias.

El concepto de control es el de "mantener el Statu-Quo", es decir mantener un proceso en su estado planificado, de forma que siga siendo capaz de cumplir los objetivos operativos. El fin principal de control es minimizar este daño, bien por medio de la acción rápida para establecer el statu-quo o, mejor aún evitando que tenga lugar el daño en primer lugar.

Philip Crosby

La filosofía de Crosby se desenvuelve a través de cuatro pilares que son:

1. Definición de la calidad: calidad es cumplir con los requisitos
2. Sistema de prevención y no de detección
3. Norma de desempeño: cero defectos
4. Medición de la calidad a través de los costos de calidad

La calidad no cuesta. No es un regalo, pero es gratuita. Lo que cuesta dinero son las cosas que no tienen calidad - todas las acciones que resultan de no hacer bien las "cosas" a la primera vez -.

Los catorce pasos para gerenciar la calidad.

1. Compromiso de la dirección: hable con los directivos de la necesidad de mejorar la calidad haciendo énfasis en la prevención de defectos.
2. Equipo para el mejoramiento de la calidad: reúna a representantes de cada departamento para formar el equipo de mejoramiento de la calidad.
3. Medición: es necesario determinar el estado d calidad de la compañía.
4. Costos de calidad: las estimaciones iniciales seguramente no serán muy firmes, por lo que ahora es necesario obtener cifras más exactas.
5. Crear conciencia sobre la calidad: Es tiempo de comunicar a los empleados las mediciones de lo que cuesta no tener calidad.
6. Acción correctiva: conforme la gente se anima a hablar de sus problemas, salen a relucir oportunidades para remediarlos.
7. Planear el día cero defectos: Se seleccionan a tres o cuatro miembros del equipo, para investigar el concepto de cero defectos y formas de implantar el programa.
8. Educación al personal: antes de implantarse todos estos pasos, deberá hacerse una orientación formal de todos los niveles gerenciales.

9. El día de cero defectos: el establecimiento del concepto cero defectos como el estándar del desempeño de la compañía habrá de hacerse en un día.
 10. Fijar metas: Durante las reuniones con sus empleados, cada supervisor requiere que establezcan las metas que a ellos les gustaría luchar por alcanzar.
 11. Eliminar las causas de error: Se le pide a los individuos descubrir en una página, cualquier problema que les impida realizar un trabajo libre de errores.
- Reconocimiento: se implantan programas de premiación para dar reconocimiento a aquellos que alcancen sus metas.
12. Consejo sobre la calidad: los profesionales de la calidad y los jefes de equipo deberán reunirse con regularidad, para discutir y determinar las acciones necesarias para mejorar el sólido programa de calidad.
 13. Repetir todo el proceso: Un proceso de mejoramiento de calidad típico toma de 1 año a 18 meses.

Cuadro de madurez

- **Incertidumbre:** La empresa no sabe ni lo que esta pasando y no concibe a la calidad como una herramienta de la administración.
- **Despertar:** Se reconoce a la calidad como una herramienta pero no se define ni cuando ni como se va a implantar.
- **Ilustración:** Se inicia el proceso y se establecen pasos serios para mejorar.
- **Sabiduría:** El mejoramiento inicia a rendir resultados, aunque aún no se está en el nivel deseado, y los pasos siguientes serán los más difíciles además de cuidar que lo logrado no se pierda ni se desvíe de su propósito original.
- **Certeza:** Etapa en donde la prevención es completa y el costo de calidad es una fotografía de lo que realmente ocurre en la organización.

Costos de calidad

Es el costo por cumplir y no cumplir con los requisitos de calidad especificados. Estos se clasifican en:

- Costos de prevención
- Costos de evaluación
- Costos de fallas: internas y externas.

Armand Feigenbaum

El control de calidad (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 diversos grupos en una organización, de modo que sea posible, producir bienes y servicios con la plena satisfacción de los clientes.

El control total de la calidad exige la participación de todas las divisiones, incluyendo las de mercadeo, diseño, manufactura, inspección y despachos.

Ventajas del control total de calidad:

1. Mejora la salud y el carácter corporativo de la empresa. Los empleados no podrán actuar si solo reciben instrucciones abstractas.
2. Combina los esfuerzos de todos los empleados logrando la participación de todos y estableciendo un sistema cooperativo
3. Establece el sistema de garantía de calidad y gana la confianza de clientes y consumidores
4. Alcanza la mejor calidad el mundo y que asegure utilidades en momento de crecimiento y que puedan afrontar diversas dificultades.
5. Muestra respeto por la humanidad, cuida los recursos humanos, considera la felicidad de los empleados, suministra lugares de trabajo agradables y pasa la antorcha a la siguiente generación
6. Utilización de técnicas de control de calidad.

II

Gestión de la calidad

Objetivo particular de la unidad

Plantear un programa de calidad de una empresa supuesta

Habilidades por desarrollar en la unidad

Identificar acciones, políticas, tipos de organización y control del proceso y del servicio dentro de una empresa y aplicar técnicas de planeación, programación y control a procesos de producción, de micro y pequeñas empresas.

I.2 GESTIÓN DE CALIDAD

Saber en la Teoría (3 hrs.)

Analizar y definir el conjunto de acciones para la gestión de calidad los factores y requerimientos de la producción, las políticas, objetivos y programas de calidad, y, los diferentes tipos de organización, las definiciones de lote económico de producción así como su calculo, la trayectoria de materiales y la elaboración de modelos gráficos de programación y control de la producción y un vistazo a los sistemas de computo que actualmente existen en el mercado para la administración y control de la producción

Saber hacer en la práctica (6 Hrs.)

aplicar los principales factores, requerimientos y ajustes de la producción. Y utilizar los modelos gráficos de planeación y control, además de los software para la administración de la producción.

FACTORES Y REQUERIMIENTOS DE LA PRODUCCIÓN

EL CLIENTE

Más que operar sólo para responder y cumplir con las necesidades del cliente, las organizaciones deben hacer un esfuerzo para lograr también la satisfacción del cliente. Éste es un término lingüístico sencillo, pero constituye un concepto

industrial muy complejo. La satisfacción del cliente comprende muchos elementos: necesidades, calidad, costo, servicio y otros. Los mercados no compran, lo hacen las personas. Las expectativas del cliente que cambian constantemente aseguran que la satisfacción es un proceso dinámico y cada vez más complejo. Los clientes tienen necesidades que cambian y esperan reacciones flexibles que sólo pueden lograr si la organización se acerca a ellos. El cliente debe convertirse en parte del proceso en lugar de ser su punto terminal.

CALIDAD

Una definición común relacionada con el producto es conformidad con las especificaciones. Pero para el cliente, la calidad es un asunto más complejo que incluye la percepción individual del dinero, Las expectativas del desempeño y la apariencia, el servicio ofrecido antes y después de la venta y la garantía.

TIEMPO

El tiempo tiene múltiples significados. Tiene un significado "puntual" (¿qué hora es?), una connotación de "longitud" (¿cuánto tiempo toma?) y una interpretación de "puntualidad" (¡llega a tiempo!). El tiempo de entrega es el periodo necesario para entregar un producto desde que se ordenó hasta que lo recibe el cliente. La fecha de entrega es una meta, que representa ya sea la fecha en que el producto se necesita o la fecha en que se prometió entregarlo. La disminución del tiempo es un elemento primordial en la satisfacción del cliente así el tiempo está asociado con el de confiabilidad o consistencia.

COSTO

Este tiene varios significados según las situaciones. Aunque el precio de un producto es un "costo" para el cliente, no es la suma del costo de todas las actividades asociadas con su generación. El precio del producto debe reflejar la ganancia que la compañía pretende obtener por arriba del costo. Así, el costo y el precio son dos conceptos separados por tal es costo se define como una medida de recursos, y se expresa en las mismas unidades usadas en el negocio. El precio, sin embargo, es cuestión política y se ve afectado por el margen de utilidades que se desea, la competencia en el mercado, la política de productos y más.

ALCANCE

El alcance de un negocio se ha redefinido para que incluya por un lado al cliente y por el otro al proveedor externo. Ya se han identificado los conceptos de un consumidor que se convierte en prosumidor. La misma relación se desarrolla en el lado del proveedor; ahora se le incluye como un miembro del equipo, con la intención de tener una asociación permanente. Los negocios ya no tratan de generar una guerra de precios entre proveedores. El precio es importante, pero lo es más la calidad y la consistencia de la entrega. Conforme un proveedor externo

se convierte en parte del equipo, la relación productor-proveedor cambia. Nos solo se espera que un producto se entregue según las especificaciones, también se confía en que el proveedor nos diga si las expectativas son suficientemente altas o se pueden incrementar.

INTEGRACIÓN

Se considera la integración como el proceso de ver un sistema y no un componente; dicho de otra manera, el proceso de buscar la optimización global en lugar de la local. Se habla de optimización no como en su significado matemático sino en el sentido de obtener buenos resultados. El concepto de alcance que se analizo representa una forma de integración en la cual tanto el proveedor como el consumidor se incluyen en el sistema.

FLEXIBILIDAD

Los clientes tienen necesidades cambiantes y esperan reacciones flexibles. Esas necesidades variables crean la fluctuación en la demanda, una variedad más grande de productos y nuevos productos. Para seguir en la competencia, los sistemas de producción deben diseñarse para complacer al mercado cambiante. La flexibilidad requiere que el sistema de producción pueda diseñar con rapidez un nuevo producto e introducirlo al mercado, satisfacer las patrones cambiantes de volumen de producto requerido, y proveer una mejor mezcla de productos. En un caso extremo, la flexibilidad se logra cuando el sistema de producción puede fabricar un solo artículo y de todas formas hacerlo a un bajo costo.

DISEÑO

El diseño y el desarrollo del producto no son elementos aislados. El diseño ahora interactúa con los clientes y con la producción, y escucha a los expertos de otros segmentos del negocio. Esta integración, basada en el enfoque de equipo, ayuda a conseguir un diseño que toma en cuenta la función (especificaciones), la vida (confiabilidad), la forma (estética) y la manufactura eficiente.

SENCILLEZ

En el nuevo ambiente de la manufactura la sencillez se simplifica por dos razones importantes:

- Las personas entienden las cosas sencillas.
- Las situaciones sencillas nos permite usar soluciones simples que son menos costosas, consumen menos tiempo, se implantan más rápido y tienden menor riesgo.

El ambiente de producción es complejo por naturaleza. Se tiene la tecnología, como la computadora y sus derivados, para manejar las situaciones complejas. Es tentador ir directo hacia la tecnología para resolver el problema complejo. Sin

embargo, antes de implantar una solución a un problema complejo, intente simplificarlo para poder darle una solución menos costosa.

VARIABILIDAD

En la actualidad todo varía, productos, dimensiones, procesos de manufactura, tiempos de entrega y niveles de calidad. La variabilidad, un enemigo universal, se acepta por tradición como un hecho de la vida. Ahora se intenta eliminarla por completo, reduciendo la necesidad de un buen número de herramientas desarrolladas para controlarla. Este enfoque está de acuerdo con los conceptos de sencillez y perfección.

DESPERDICIO/VALOR

La misión principal de un proceso productivo es incrementar el valor para el consumidor final, este principio sencillo se convierte en un concepto importante en los sistemas de producción. El cliente está dispuesto a pagar por el valor, no por el desperdicio.

El desperdicio se define como cualquier recurso gastado en exceso de lo requerido y lo valorado por el cliente. El cliente espera una calidad perfecta del producto; esto se puede lograr "haciéndolo bien la primera vez" o mediante el retrabajo hasta que se logra la calidad deseada. La reducción o eliminación del desperdicio significa reducir el costo, lo cual tiene una correlación directa con una de las metas primordiales del sistema de producción.

Las actividades de producción se clasifican en dos grandes categorías: las que agregan valor y las que agregan costo. Las actividades que agregan valor son aquellas que por su naturaleza aumentan el valor del producto. Las actividades que agregan costo son las que permiten una operación más tranquila o hacen la vida más sencilla en el sistema de producción. Apoyan un proceso de conversión y aunque pueden ser importantes e incluso necesarias, no agregan valor.

MEJORA

La situación actual de mercados competitivos ha hecho que el importante concepto de mejora sea vital. Para satisfacer a los clientes debemos proporcionar un buen producto hoy, pero también debemos mostrar que se hacen esfuerzos por tener un mejor producto en el futuro. Entonces, el proceso de mejora basa en:

- Mejora Integral: el proceso de mejora es un proceso multidimensional. No se puede lograr una meta a expensas de otra. La meta del sistema de producción debe mejorarse en cada una de tres dimensiones: calidad, tiempo y costo.
- Mejora Continua: la mejora debe ser un proceso continuo; siempre existe un espacio para las mejoras futuras. Una mejora lleva a otra, lo que establece un efecto cíclico.

PAPEL DE LA ADMINISTRACIÓN

La administración tiene un papel más amplio en los nuevos sistemas de producción. Transforma el sistema de su modo actual en nuevo modo de operar representado por los conceptos descritos anteriormente. El administrador está a cargo, básicamente, de un proceso de cambio cuya introducción es difícil por que intervienen las personas en el sistema. El cambio representa un reto para cada trabajador por que sus habilidades pueden quedar obsoletas, su nivel puede degradarse, el ambiente o la localización del trabajo pueden cambiar o, todavía peor, el trabajo puede eliminarse.

PAPEL DEL EMPLEADO

Los empleados siempre han sido parte de la organización, pero ahora deben convertirse en parte del proceso del cambio y del modo de operar. En este contexto la administración establece dos metas par los empleados: participación y desarrollo. La participación de los empleados utiliza la energía creativa de todos ellos para resolver problemas. El desarrollo de los empleados en la actualización de las habilidades, es necesaria para la utilización de las nuevas tecnologías provocando tener un empleado comprometido y actualizado.

LOTE ECONÓMICO DE PRODUCCIÓN (EPQ)

Extensión del modelo EOQ (cantidad económica a comprar) relaja la suposición de una tasa de reabastecimiento infinita. En su lugar se tiene una tasa finita, que es lo normal para artículos fabricados, en donde el lote se entrega a través del tiempo de acuerdo con la tasa de producción. También se permite que ocurran faltantes y se cumplan las órdenes atrasadas, suponiendo que existe un nivel mínimo de atraso que la administración está dispuesta a tolerar. Los faltantes ocurren en los sistemas de producción debido a falta de material, falta de capacidad o ambas. Recuerde que un faltante tiene dos costos asociados, π y Π . Como Π es para el faltante lo que h es para el inventario, se evalúa de la misma manera, considerando el faltante promedio.

Como π es el costo por faltante (sanción), se necesita conocer el faltante máximo para evaluarlo. Sea

Ψ = tasa de producción, medida en las mismas unidades que la demanda

Q = tamaño del lote de producción

A = costo de preparación

c = costo unitario de producción

B_t = nivel de faltante (orden atrasada) en el tiempo t

\underline{B} = nivel promedio de faltantes

b = máx B_t

La geometría del inventario para este caso se muestra en la figura 1.

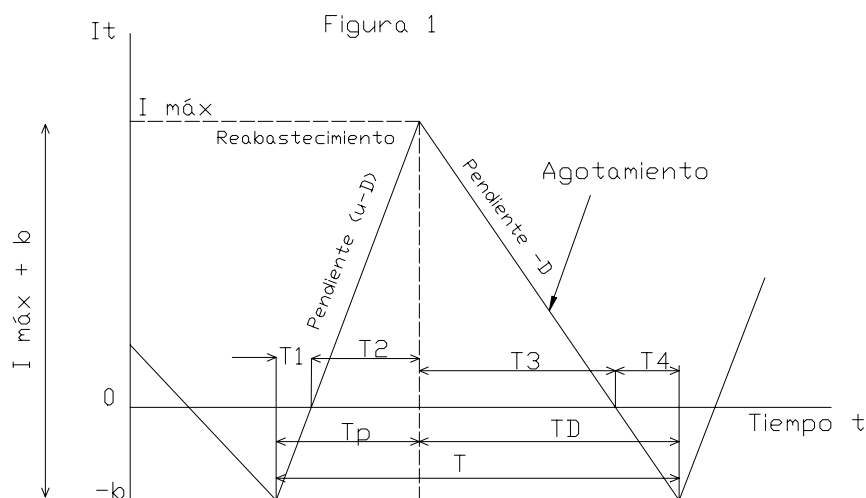
Se supone que en el tiempo cero el nivel de inventario es $-b$. En este punto se emite una orden de producción por Q unidades y como el tiempo de entrega es cero, la producción comienza de inmediato. La tasa de producción es ψ , pero como al mismo tiempo hay una demanda, la tasa de reabastecimiento neta es $\psi - D$ y la recta de reabastecimiento tiene una pendiente positiva. Una vez que se han fabricado Q unidades, el inventario alcanza su valor máximo, $I_{\text{máx}}$, y la producción se detiene. El inventario se agota a la tasa de la demanda D . Cuando el nivel de inventario alcanza $-b$, la producción se reanuda y el ciclo se repite.

Siguiendo un procedimiento básico similar al del caso del lote económico

$$T = \frac{Q}{D} \quad \text{Tiempo de ciclo}$$

$$T_p = \frac{Q}{\psi} \quad \text{Tiempo para producir } Q \text{ unidades}$$

$$TD = \frac{I_{\text{máx}}}{D} \quad \text{Tiempo para agotar el inventario máximo}$$



De la geometría del inventario:

$$I_{\text{máx}} + b = T_p(\psi - D) = \frac{Q}{\psi}(\psi - D) = Q\left(1 - \frac{D}{\psi}\right)$$

$$\text{ó } \text{Im} \acute{a}x = Q \left(1 - \frac{D}{\Psi} \right) - b$$

El inventario disponible es positivo durante $T_2 + T_3$, mientras que los faltantes se surten durante T_1 y T_4 . La producción se lleva a cabo durante $T_p = T_1 + T_2$ mientras que el agotamiento del inventario ocurre durante $T_D = T_3 + T_4$. De la geometría del inventario se obtiene

$$T_1 = \frac{b}{\Psi - D} \quad \text{Tiempo para recuperarse del faltante}$$

$$T_2 = \frac{\text{Im} \acute{a}x}{\Psi - D} \quad \text{Tiempo para generar Im} \acute{a}x$$

$$T_3 = \frac{\text{Im} \acute{a}x}{D} \quad \text{Tiempo para agotar Im} \acute{a}x$$

$$T_4 = \frac{b}{D} \quad \text{Tiempo para generar el faltante de } b$$

Para obtener la ecuación para $K(Q, b)$, se necesitan I y B . Ambos se obtienen de la geometría del inventario. De nuevo, éstos son promedios por ciclo.

$$I = \frac{1}{2T} \text{Im} \acute{a}x (T_2 + T_3)$$

que después de introducir los términos para $\text{Im} \acute{a}x$, T_2 y T_3 lleva a

$$I = \frac{\left[Q \left(1 - \frac{D}{\Psi} \right) - b \right]^2}{2Q \left(1 - \frac{D}{\Psi} \right)}$$

Además,

$$B = \frac{1}{2T} b (T_1 + T_4)$$

e introduciendo los términos para T_1 y T_4 se obtiene

$$B = \frac{b^2}{2Q\left(1 - \frac{D}{\Psi}\right)}$$

El costo promedio anual de mantener el inventario es

$$\frac{1}{T}(hTI) = hI = \frac{h\left[Q\left(1 - \frac{D}{\Psi}\right) - b\right]^2}{2Q\left(1 - \frac{D}{\Psi}\right)}$$

El costo total por faltantes por ciclo es

$$\pi b + \Pi TB$$

y el costo promedio anual por faltantes es

$$\frac{1}{T}[\pi b + \Pi TB] = \frac{\pi b D}{Q} + \frac{\Pi b^2}{2Q\left(1 - \frac{D}{\Psi}\right)}$$

El costo total anual promedio es

$$K(Q, b) = cD + \frac{AD}{Q} + \frac{h\left[Q\left(1 - \frac{D}{\Psi}\right) - b\right]^2}{2Q\left(1 - \frac{D}{\Psi}\right)} + \frac{\pi b D}{Q} + \frac{\Pi b^2}{2Q\left(1 - \frac{D}{\Psi}\right)}$$

Para encontrar Q y b se resuelven las dos ecuaciones

$$\frac{\partial K}{\partial Q} = 0 \quad \text{y} \quad \frac{\partial K}{\partial b} = 0$$

Con $\Pi \neq 0$, la solución de estas dos ecuaciones lleva a

$$Q = \sqrt{\frac{2AD}{h\left(1 - \frac{D}{\Psi}\right)} - \frac{(\pi D)^2}{h(h + \Pi)}} \sqrt{\frac{h + \Pi}{\Pi}}$$

y

$$b = \frac{(hQ - \pi D) \left(1 - \frac{D}{\Psi}\right)}{(h + \Pi)}$$

Para obtener $K(Q, b)$, se sustituyen Q y b en $K(Q, b)$.

Si $\pi = 0$, Q y b tendrán valores positivos finitos. Si $\Pi > 0$ y π es suficientemente grande, se puede obtener un valor negativo en el denominador del radical en Q . En este caso no deben permitirse faltantes, es decir, $b = 0$. Si $\Pi = 0$ y $\pi > 0$, se puede demostrar que la política óptima es no permitir faltantes o no almacenar el artículo. En el último caso, toda la demanda se va a órdenes atrasadas antes de satisfacerla. En el ambiente de manufactura esto se llama producir por pedido.

Ejemplo. EPQ con faltantes. SuperSauce produce un aderezo de ensalada. La demanda de este aderezo es alrededor de 400 libras por mes y SuperSauce puede fabricarlo a una tasa de 2000 libras por mes. Para iniciar la producción, tienen que verificar y limpiar las máquinas en forma exhaustiva y cada preparación cuesta \$120. El costo de producir este aderezo es \$3 por libra y el costo de mantenerlo en inventario se estima en 20% anual. Si la demanda de este aderezo excede a lo disponible en inventario la orden se surte después. La administración piensa que los faltantes incurren en dos tipos de costo, la pérdida de buena voluntad y una sanción por el faltante. La pérdida de la buena voluntad se estima en \$0.1 por libra que falta y la sanción se estima en \$1.2 por libra que falta por mes. Analice este problema.

Solución. Los parámetros del problema son

$A = \$120$ por preparación

$i = 20\%$ anual

$c = \$3$ por libra

$h = 0.2 \times \$3 = \0.6 por libra por año

$\pi = \$0.1$ por libra

$\Pi = \$1.2$ por libra por mes = \$14.4 por libra por año

$D = 400/\text{mes} = 4800/\text{año}$

$\Psi = 2000/\text{mes} = 24000/\text{año}$

Ψ

El costo total anual de inventario es

$$K(Q, b) = cD + \frac{AD}{Q} + \frac{h \left[Q \left(1 - \frac{D}{\Psi}\right) - b \right]^2}{2Q \left(1 - \frac{D}{\Psi}\right)} + \frac{\pi b D}{Q} + \frac{\Pi b^2}{2Q \left(1 - \frac{D}{\Psi}\right)}$$

y la cantidad económica a producir es

$$Q = \sqrt{\frac{2AD}{h\left(1 - \frac{D}{\Psi}\right)} - \frac{(\pi D)^2}{h(h + \Pi)}} \sqrt{\frac{h + \Pi}{\Pi}}$$

$$Q = \sqrt{\frac{(2)(120)(4800)}{0.6\left(1 - \frac{4800}{24000}\right)} - \frac{((0.1)(4800))^2}{0.6(0.6 + 14.4)}} \sqrt{\frac{0.6 + 14.4}{14.4}}$$

$$= 1605$$

El máximo nivel de faltantes óptimo es

$$b = \frac{(hQ - \pi D)\left(1 - \frac{D}{\Psi}\right)}{(h + \Pi)}$$

$$b = \frac{((0.6)(1605) - (0.1)(4800))\left(1 - \frac{4800}{24000}\right)}{(0.6 + 14.4)}$$

$$= 25.76 = 26$$

El tamaño del lote económico es 1605 libras, el nivel máximo de órdenes atrasadas es 26 libras y la producción toma $4800/24\ 000 = 20\%$ del tiempo. El costo total anual del inventario es

$$K(Q, b) = cD + \frac{AD}{Q} + \frac{h\left[Q\left(1 - \frac{D}{\Psi}\right) - b\right]^2}{2Q\left(1 - \frac{D}{\Psi}\right)} + \frac{\pi b D}{Q} + \frac{\Pi b^2}{2Q\left(1 - \frac{D}{\Psi}\right)}$$

$$K(Q, b) = K(1605, 26) = (3)(4800) + \frac{(120)(4800)}{1605}$$

$$+ \frac{0.6\left[1605\left(1 - \frac{4800}{24000}\right) - 26\right]^2}{2(1605)\left(1 - \frac{4800}{24000}\right)} + \frac{(0.1)((26)(4800))}{1605}$$

$$+ \frac{(14.4)(26)^2}{2(1605)\left(1 - \frac{4800}{24000}\right)}$$

= \$15136

Del modelo EPQ con faltantes se obtienen dos casos especiales, EPQ sin faltantes y EOQ con faltantes.

Lote económico de producción (EPQ).

En este caso, se prohíben los faltantes estableciendo el costo por faltantes como infinito. Es obvio que no se planean faltantes para este caso, por lo que $b = 0$. Las ecuaciones de costo se convierten en

$$K(Q) = cD + \frac{AD}{Q} + \frac{hQ}{2} + \left(1 - \frac{D}{\Psi}\right)$$

haciendo $b = 0$ en la ecuación de costo anterior. De la misma manera se obtiene

$$Q = \sqrt{\frac{2AD}{h\left(1 - \frac{D}{\Psi}\right)}}$$

En este caso el valor de Q es mayor que en el caso EOQ, porque $(1 - D/\Psi) < 1$. Sin embargo, el valor de I es menor que antes, debido a que en un periodo se combina el abastecimiento con el agotamiento. El término $(1 - D/\Psi)$ es la tasa de abasto efectiva. Observe que cuando $\Psi \rightarrow \infty$, se obtiene el EOQ.

Ejemplo: Lote económico de producción. La compañía Rainbow Paint Manufacturing tiene una variada línea de productos. Uno de ellos es la pintura de látex. Rainbow puede fabricar pintura a una tasa anual de 8000 galones. El costo unitario de producir un galón de pintura es \$0.25 y el costo anual de mantener el inventario es 40%. Antes de cada corrida de producción se realiza la limpieza y verificación de las operaciones a un costo de \$25. Analice este problema.

Solución. La información básica para la producción de la pintura de látex es

$A = \$25$ por preparación

$i = 40\%$ anual

$c = \$0.25$ por galón

$h = 0.40 \times \$0.25 = \0.10 por galón por año

$D = 4000$ galones por año

$\psi = 8000$ galones por año

El costo total de inventario promedio anual está dado por

$$K(Q) = cD + \frac{AD}{Q} + \frac{hQ}{2} + \left(1 - \frac{D}{\Psi}\right)$$

y la cantidad económica a producir es

$$EPQ = Q = \sqrt{\frac{2AD}{h\left(1 - \frac{D}{\Psi}\right)}} = \sqrt{\frac{2(25)(4000)}{0.1\left(1 - \frac{4000}{8000}\right)}}$$

Calculando,

$$Tp = \frac{Q}{\Psi} = \frac{2000}{8000} = 0.25 \text{ años} = 3 \text{ meses}$$

$$T = \frac{Q}{D} = \frac{2000}{4000} = 0.5 \text{ años} = 6 \text{ meses}$$


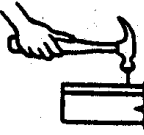




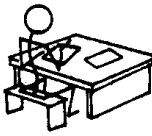





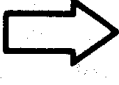




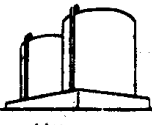



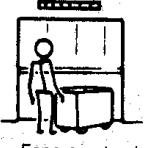

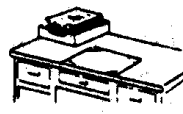




es decir, hay dos ciclos por año. En cada uno la producción se lleva a cabo durante Tp/T del ciclo, o la mitad del tiempo.

TRAYECTORIA DE MATERIALES

La trayectoria de materiales se puede simplificar con la realización de un diagrama de curso (o flujo) de proceso. Se aplica sobre todo a un componente de un ensamble o sistema para lograr la mayor economía en la fabricación, o en los procedimientos aplicables a un componente o una sucesión de trabajos en particular. Útil para poner de manifiesto costos ocultos como distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales.

Además de registrar las operaciones y las inspecciones, el diagrama muestra todos los traslados y retrasos de almacenamiento con los que tropieza un artículo en su recorrido por la planta. En él se utilizan otros símbolos además de los de operación e inspección empleados en el diagrama de operaciones. Una pequeña flecha indica transporte, que se define como el movimiento de un lugar a otro, o traslado, de un objeto. Un símbolo como la letra D mayúscula indica demora o retraso, el cual ocurre cuando no se permite a una pieza ser procesada inmediatamente en la siguiente estación de trabajo. Un triángulo equilátero puesto sobre su vértice indica almacenamiento. Cuando es necesario mostrar una actividad combinada, por ejemplo, cuando un operario efectúa una operación y una inspección en una estación de trabajo, se utiliza como símbolo un cuadro con un círculo inscrito. La siguiente figura ilustra el empleo de los símbolos de los diagramas de proceso para identificar una actividad industrial.

Ejemplos de símbolos para diagramas de proceso

<p>OPERACION</p>  <p>Un círculo grande indica una operación como →</p>	 <p>Clavar</p>	 <p>Mezclar</p>	 <p>Taladrar</p>
 <p>Operación de trámite para crear un registro o conjunto de informes →</p>	 <p>Mecanografiar cartas</p>	 <p>Hacer órdenes de reparación</p>	 <p>Iniciar registro de herramientas en mal estado</p>
 <p>Operación de trámite para agregar información a un registro →</p>	 <p>Registrar la cuenta de piezas</p>	 <p>Actualizar los saldos de almacén</p>	 <p>Registrar el programa de control de producción</p>
<p>TRANSPORTE</p>  <p>Una flecha indica un transporte o traslado como →</p>	 <p>Mover material con un carro</p>	 <p>Mover material mediante un transportador</p>	 <p>Mover material trasladándolo sin ayuda alguna (por mozo o mensajero)</p>
<p>ALMACENAMIENTO</p>  <p>Un triángulo indica un almacenamiento como →</p>	 <p>Materia prima almacenada a granel</p>	 <p>Productos terminados apilados sobre tarimas</p>	 <p>Documentos en muebles de archivo especiales</p>
<p>RETRASO O DEMORA</p>  <p>Un símbolo grande en forma de "D" indica una demora o retraso como →</p>	 <p>Espera ante el elevador o ascensor</p>	 <p>Material colocado en un carro o sobre el piso al lado de un banco de trabajo en espera de ser procesado</p>	 <p>Papeles en espera de ser archivados</p>
<p>INSPECCION</p>  <p>Un cuadro indica una inspección como →</p>	 <p>Examen de material según calidad o cantidad</p>	 <p>Observar el manómetro de una caldera</p>	 <p>Leer información impresa para obtener datos</p>

Elaboración del diagrama de flujo de proceso

Como el diagrama de operaciones, el de flujo de un proceso debe ser identificado correctamente con un título. Es usual encabezar la información identificadora con el de "Diagrama de curso de proceso". La información mencionada comprende, por lo general, número de la pieza, número del plano, descripción del proceso, método actual o propuesto, fecha y nombre de la persona que elabora el diagrama. Algunas veces hacen falta datos adicionales para identificar por completo el trabajo que se diagrama. Tales datos pueden ser los nombres de la planta, edificio o departamento, número de diagrama, cantidad de producción e información sobre costos.

Puesto que el diagrama de flujo de proceso corresponde sólo a una pieza o artículo y no a un ensamble o conjunto, puede elaborarse un diagrama más nítidamente empezando en el centro de la parte superior del papel. Primero se traza una línea horizontal de material, sobre la cual se escribe el número de la pieza y su descripción, así como el material con el que se procesa. Se traza luego una corta línea vertical de flujo, de unos 5 mm (o 1/4 plg) de longitud al primer símbolo de evento, el cual puede ser una flecha que indica un transporte desde la bodega o almacén. Inmediatamente a la derecha del símbolo de transporte se anota una breve descripción del movimiento, tal como "llevado a la sierra recortadora por el acarreador del material". Inmediatamente abajo se anota el tipo de equipo para manejo de material empleado, si se utiliza. Por ejemplo: "carro de mano de dos ruedas" o "carro montacargas con motor de gasolina" identificarán el equipo empleado. A la izquierda del símbolo se indica el tiempo requerido para desarrollar el evento, ya unos 25 mm más a la izquierda, se registra la distancia recorrida (en metros, por ejemplo).

Se continúa este procedimiento de diagramación registrando todas las operaciones, inspecciones, movimientos, demoras, almacenamientos permanentes y temporales que ocurran durante el procesado de la pieza o parte. Se numeran cronológicamente para futuras referencias todos los eventos utilizando una serie particular para cada clase de evento. El símbolo de transporte se emplea para indicar el sentido de la circulación. Así, cuando hay flujo en línea rectas se coloca el símbolo con la flecha apuntando a la derecha del papel. Cuando el proceso se invierte o retrocede, el cambio de sentido o dirección se señala dibujando la flecha de modo que apunte a la izquierda. Si el proceso se efectúa en un edificio de varios pisos, una flecha apuntando hacia arriba indica que el proceso se efectúa siguiendo esa dirección, y una flecha que apunte hacia abajo indicará que el flujo del trabajo es descendente.

No es necesario determinar con exactitud cada movimiento con una regla o cinta de medir para evaluar las distancias recorridas. Por lo general se obtiene un valor bastante correcto contando el número de columnas del edificio por las que ha pasado el material al ser trasladado, y multiplicado este número menos 1, por el claro entre columnas. Los trayectos de 1.50 m o menos, no se registran comúnmente, aunque podría hacerse esto si el analista cree que influirán

considerablemente en el costo total del método que se estudia. Es importante indicar en el diagrama todas las demoras y tiempos de almacenamiento. No basta con indicar que tiene lugar un retraso o un almacenamiento. Cuanto mayor sea el tiempo de almacenamiento o retraso de una pieza, tanto mayor será el incremento en el costo acumulado y, por tanto, es de importancia saber qué tiempo corresponde a la demora o al almacenamiento.

El método más económico para determinar la duración de los retrasos y los almacenamientos consiste en marcar varias piezas o partes con gis, indicando la hora exacta en que fueron almacenadas o demoradas. Después hay que inspeccionar periódicamente la sección para ver cuándo regresaron a la producción las partes marcadas. El analista obtendrá valores de tiempo suficientemente exactos, si considera un cierto número de casos, registra el tiempo transcurrido y promedia luego los resultados. La siguiente figura muestra un ejemplo de un diagrama de flujo.

OBJETO DEL DIAGRAMA <u>Cabeza de regadera (cara)</u> DIAGRAMA NO. <u>1128</u> DIBUJO No. <u>BA-14782</u> PARTE No. <u>B. 14782-2</u> DIAGRAMA DEL METODO <u>actual</u> EL DIAGRAMA EMPIEZA EN <u>almacén de barras en existencia</u> ELABORADO POR <u>E. Dunnick</u> EL DIAGRAMA TERMINA EN <u>Bodega del departamento de ensamble</u> FECHA <u>9-7</u> HOJA <u>1</u> DE <u>2</u>							
DIST EN PIES	UNID. TIEMPO EN MIN	SIMBO- LOS	DESCRIPCION DEL PROCESO	DIST EN PIES	UNID. TIEMPO EN MIN	SIMBO- LOS	PROCESO DE DESCRIPCION
		1	En almacén de barras hasta que se haga requisición		60	6	Esperar al operador de la prensa
20	.02	1	Al recibir requisición se cargan las barras en carro	100		5	A la prensa Bliss 74 1/2 No.16 por el operario
600	.05	1	Varilla extrusionada a la sierra neumática # 72		.075	6	Hacer 6 agujeros
15	02	2	Sacar las barras del carro y almacenarlas en estante cerca de la máquina		120	7	Esperar al operario de la taladradora
	120	1	Esperar que empiece la operación	50		6	A la taladradora por el operario
	.077	3	Aserrar con la sierra neumática		.334	7	Escariado basto y achafanado en Taladradora L. & G. No. 19
	30	2	Esperar al encargado de llevar el material		30	8	Esperar al operario de la taladradora
20	.03	2	Material a la prensa No. 8 (Nat. Maxi-press)	20		7	A la taladradora Avery No. 21 por el operario
	15	3	Esperar la operación de forja		.152	8	Hacer tres agujeros de 13/64" en taladradora Avery No. 21
	.234	1	Forjado (operación de 3 hombres) e inspección		20	9	Esperar al operario del torno revolver
	10	4	Esperar al operador de la prensa	60		8	A la sección de torno revolver por el operario
30		3	A la prensa por el operador		.522	9	Tornear vástago y cara en torno W. & S. No. 3
	.061	4	A la prensa Bliss 74 1/2 No. 16		60	10	Esperar al operario del torno revolver
	30	5	Esperar al operario del baño en ácido	30		9	Al operador de torno revolver continuo
100		4	A los tanques de ácido por el operario		.648	10	Formar diámetro externo y refrentado
	.007	5	Baño en ácido (tanque de HCL)		15	11	Esperar al operador de la prensa

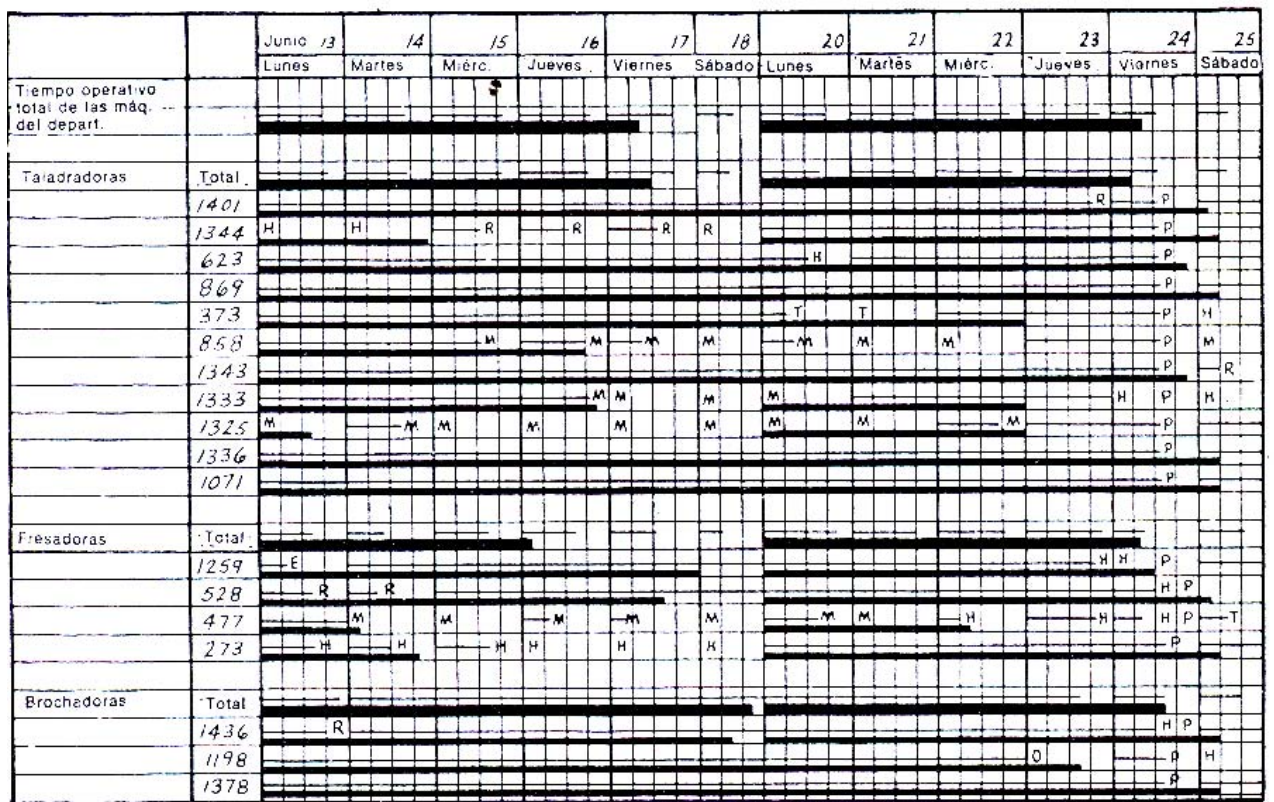
MODELOS GRÁFICOS DE PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL

DIAGRAMA DE GANTT

El primer modelo formal de programación utilizado por la dirección fue el gráfico de Gantt. Esta técnica dio una poderosa herramienta a la dirección para controlar y planificar las operaciones industriales. El gráfico de Gantt, ha sido utilizado con mucho éxito para las operaciones de producción muy repetitivas.

El gráfico Gantt, generalmente, lleva una escala horizontal de tiempos a lo largo de su parte alta. Las filar representan máquinas, personas, departamentos o cualesquiera recursos que pueden ser necesarios para cumplir una tarea. La escala de tiempo puede ser subdividida en tiempos de calendario o en unidades de tiempo seleccionadas. Los gráficos pueden ser preparados para diversos niveles de dirección y responsabilidad, de manera que la realización del trabajo pueda ser vigilada y la responsabilidad señalada desde cualquier punto de la organización.

Un ejemplo de un gráfico de Gantt para carga de máquinas se muestra en la siguiente figura:



En los gráficos de este tipo, el número de la máquina se anota en la columna izquierda. Se dibuja una línea horizontal sobre la cual se muestran los pedidos u órdenes programadas para su procesado en la máquina correspondiente. Una segunda línea, que representa el progreso en comparación con este programa, se dibuja después.

El gráfico Gantt es un instrumento efectivo de planificación y programación para operaciones de producción que impliquen un mínimo de interrelaciones. Como tal, no prevé el tratamiento de la incertidumbre ni da medios para tratar o prever las restricciones que en el desarrollo del trabajo pueden crear las interrelaciones entre las diversas actividades. Por tanto, los proyectos de investigación y desarrollo a gran escala, característicos de muchos programas militares e industriales,

requieren instrumentos adicionales de planificación y programación para una planificación y control efectivos de su dirección. Los gráficos de redes y de progreso han sido creados para cubrir esta necesidad.

El gráfico Gantt no representa dependencias o interrelaciones entre las actividades mostradas, ni son indicadas funciones coordinativas ni relaciones de precedencia. Tales consideraciones son de gran importancia en los programas de investigación y desarrollo, donde muchas actividades deben ser realizadas de manera concurrente y correctamente coordinadas. Por el contrario, el gráfico Gantt es, a menudo, más fácil de leer o interpretar que un gráfico de redes. En consecuencia, los gráficos de redes y de barras son usados a menudo conjuntamente en la representación de un programa de actividades de desarrollo.

Una consecuencia lógica de la sencilla técnica de las barras es el gráfico de «progreso». Un punto de progreso puede ser descrito como un suceso importante a lo largo del camino hacia la terminación del proyecto. Todos los puntos no son igualmente significativos. Los más importantes son llamados «puntos principales» y representan, generalmente, el acabado o completado de un grupo importante de actividades. El método de recogida y organización de datos para un gráfico de progreso es similar al de la técnica Gantt. La diferencia fundamental es la representación gráfica. El sistema de progreso no ofrece mejora básica sobre el gráfico Gantt, excepto en que destaca los puntos importantes que deben ser alcanzados.

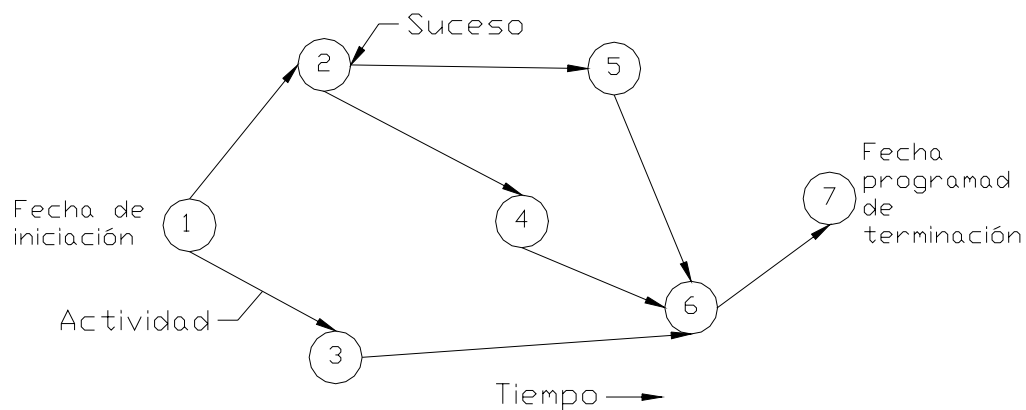
PROGRAMACIÓN SECUENCIAL (PERT)

La técnica PERT fue desarrollada durante los años 1958-1959 como un método para planificar y controlar el desarrollo del complejo programa Polaris Fleet Ballistic Missile para el Special Projects Office U.S. Navy² (abreviadamente, Proyecto de Misiles Polaris). El PERT fue proyectado para la planificación y programación de actividades en la fase de desarrollo de un nuevo producto y no es directamente adecuado para su aplicación a operaciones de producción repetitivas.

El PERT es un método de programar recursos para cumplir una tarea determinada con limitaciones de tiempo. La técnica da medios para minimizar esperas, interrupciones y conflictos y acelerar la terminación por medio de la coordinación y sincronización de las diversas partes de la tarea general. El PERT fue el primer sistema que intentó tratar con la programación de las incertidumbres de una manera relativamente sofisticada. Como artificio de comunicaciones, puede informar del progreso favorable o desfavorable del proyecto a los directores y supervisores.

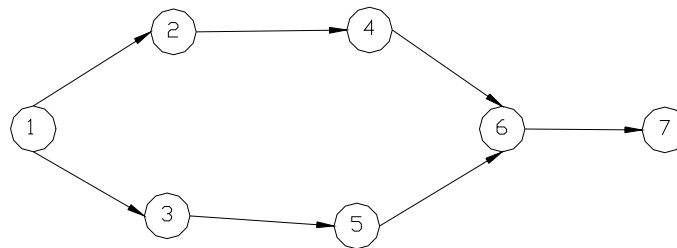
Elementos básicos del PERT. La herramienta analítica básica y fundamental del PERT es la red. La red PERT es un diagrama de flujo que representa gráficamente las secuencias y las interrelaciones de unas actividades y sucesos

seleccionados que deben ser completados para alcanzar los objetivos establecidos. Un suceso se define como un punto concreto y distinguible en el tiempo, que coincide con el comienzo o final de una tarea o actividad específica. Un suceso no simboliza la ejecución de un trabajo, sino que representa el momento en el cual una actividad es comenzada o completada. Sinónimos de suceso son «nudo» y «acontecimiento». Un suceso puede ser representado por un círculo, aunque otras figuras geométricas servirán para el mismo propósito. Las flechas que conectan los sucesos son las «actividades» y representan la ejecución del trabajo o análisis necesarios para cumplir un suceso. Un suceso no se considera cumplido hasta que todo el trabajo representado por las flechas que conducen a él ha sido cumplido. En la siguiente figura:



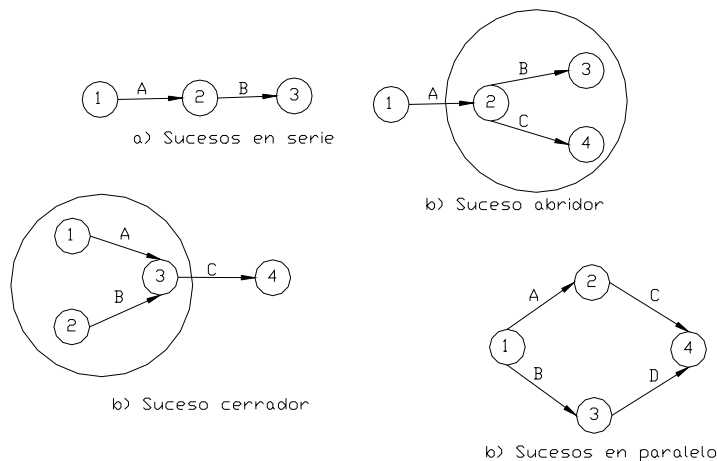
El suceso 1 podría representar el momento en que el trabajo comenzó y el suceso 7 el trabajo completado.

Una actividad siempre tiene un suceso predecesor y uno sucesor. El trabajo representado por la flecha de la actividad no puede ser comenzado hasta que el suceso predecesor ha sido completado. Las actividades pueden estar relacionadas a responsabilidades funcionales como diseño, aprovisionamiento o producción, o pueden representar el tiempo requerido para el proceso de toma de decisión. Como tales, las actividades pueden indicar el empleo de tiempo, mano de obra, instalaciones, espacio u otras necesidades. También una actividad puede indicar tiempo de espera, y se indica con una línea de puntos en la red. Una red simplificada que muestra tales actividades ficticias puede verse en la siguiente figura.



En general, las actividades representan tiempo de trabajo y espera.

Las relaciones típicas de una red se muestran en la siguiente figura.



En a, la actividad A precede inmediatamente a la actividad B. En b, A precede tanto a B como a C, mientras que B y C pueden ocurrir simultáneamente. En c, A y B deben ser completadas antes de comenzar C. En d, las actividades A, B, C y D deben ser completadas antes de que la actividad siguiente al suceso 4 pueda ser comenzada.

Si un suceso representa el punto de iniciación de más de una actividad, se llama un suceso «abridor», como el que se muestra fuera del círculo de puntos en b de la figura. Si un suceso representa el punto de terminación de más de una actividad se llama suceso «cerrador», como el indicado fuera del círculo de puntos en c.

Cálculo del tiempo de actividad. El tiempo para completar una actividad futura en el PERT se establece, generalmente, en términos de verosimilitud más que por una sola buena estimación. Por cada actividad se hacen tres estimaciones, que representan el intervalo de tiempo en el cual puede ser completada esa actividad. Las tres estimaciones de tiempo (la «optimista» representada generalmente por la letra a; la «más probable» por la letra m, y la «pesimista» por la letra b) son

básicas para la metodología del PERT, aunque a veces realizaciones abreviadas utilizan una única estimación del tiempo.

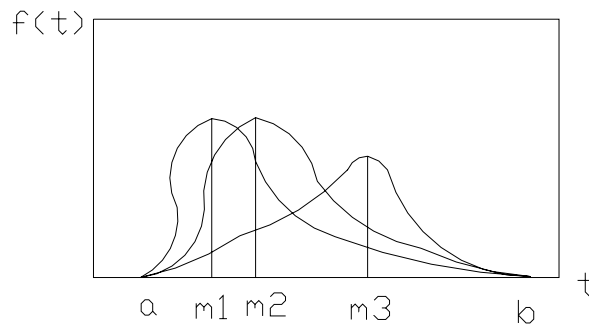
La interpretación de los conceptos de tiempo optimista, más probable y pesimista, ha variado, pero generalmente se aceptan las definiciones siguientes:

1. El tiempo optimista, a , es una estimación del tiempo mínimo en que se puede desarrollar una actividad si se tiene una suerte no habitual (prescindiendo de los milagros). La probabilidad de que esta estimación sea excedida, esto es, que la actividad sea completada más rápidamente, es del orden de 0,01 a 0,05.
2. El tiempo más probable, m , es una estimación del tiempo normal que tomará desarrollar esa actividad; el resultado que se espera obtener más frecuentemente si el trabajo se repitiera en las mismas condiciones.
3. El tiempo pesimista, b , es una estimación del tiempo máximo que llevará una actividad si se presenta una mala fortuna no habitual. Este tiempo reflejará la posibilidad de un fallo inicial, pero no sucesos catastróficos, a menos que peligros específicos sean un riesgo inherente a la actividad. La probabilidad de que sea excedido este tiempo, esto es, que la actividad requiera más tiempo, es del orden de 0,01 a 0,05.

Otras condiciones generalmente especificadas, cuando los tiempos de duración de la actividad están asegurados, son los siguientes:

1. Las estimaciones de tiempos estarán basadas en el supuesto de que todos los recursos estarán normalmente disponibles.
2. Las estimaciones iniciales no estarán influidas por fechas de programación o calendario. Las estimaciones de tiempos estarán basadas en una semana de cinco días. Aunque pueden usarse otras unidades de tiempo, la unidad más empleada es la semana, dividida en décimas partes. Una estimación de tiempo de 0,1 semana es equivalente a medio día; una estimación de 0,2 a un día, y así sucesivamente.

En la teoría del PERT las tres estimaciones del tiempo son como tres puntos sobre una curva de distribución asimétrica. La moda de esta distribución es la estimación más probable, m , y los extremos son los valores optimista y pesimista, a y b , respectivamente. Los cálculos de probabilidad en el PERT están basados en el supuesto de que la duración probable de una actividad responde a una distribución beta. En la siguiente figura están dibujados tres ejemplos de la distribución beta, mostrando diferentes valores m que podrían haberse estimado para valores a y b dados.



Una fórmula para calcular la media aproximada de una distribución beta, te, a la que llamaremos "tiempo esperado» sería:

$$te = \frac{a + 4m + b}{6}$$

Supongamos que las tres estimaciones para una actividad son

a = 2 semanas

m = 4 semanas

b = 8 semanas

El tiempo esperado, te, resultaría ser:

$$te = \frac{2 + 4 \times 4 + 8}{6} = \frac{26}{6} = 4 \frac{1}{3} \text{ semanas}$$

El significado estadístico de te es que representa una estimación del valor particular del tiempo necesario para la actividad que se estudia, con un 0,5 de probabilidad de ser excedido.

Suponiendo que la distribución beta es una representación válida de la distribución de las estimaciones, la desviación tipo, α , de una actividad puede ser calculada aproximadamente por la siguiente fórmula:

$$\alpha = \frac{b-a}{6}$$

Supongamos de nuevo que los tres valores estimados del tiempo para una actividad son

a = 2 semanas

m = 4 semanas

b = 8 semanas

La desviación tipo será:

$$\alpha = \frac{8-2}{6}$$

La desviación tipo es realmente una función de la distancia relativa desde la estimación más optimista a la más pesimista. Sus aplicaciones se describirán posteriormente. En el contexto de un tiempo estimado PERT, la desviación tipo puede ser descrita como una medida del margen probable de incertidumbre, en la mente del estimador, al estimar el tiempo atribuido a la actividad.

Cálculo de tiempos de la red; sucesos. Después de que el plan de flujo para una red ha sido desarrollado y calculados los tiempos esperados para cada actividad, pueden ser calculados los tiempos de calendario para el completado de los sucesos. El camino determinado por las actividades que consumen más tiempo desde el comienzo al final de la red se dice que es el camino crítico. Después que la red ha sido completada, el camino crítico puede ser determinado y comienza su dirección y análisis. Los siguientes símbolos se usan con tal objetivo:

T_E = Fecha más temprana en que puede ser alcanzado un suceso o completada una actividad

T_s = Fecha fijada para la terminación del proyecto

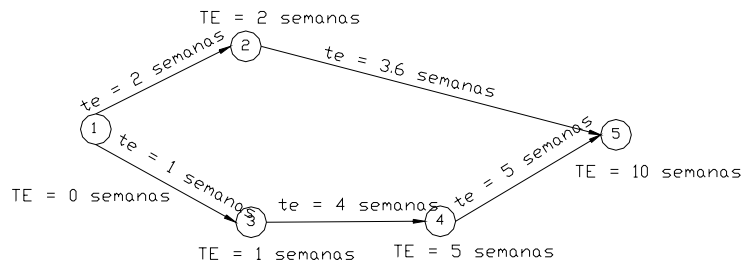
T_L = Fecha más tardía en que puede ser alcanzado un suceso o completada una actividad para que pueda cumplirse la fecha fijada de terminación del proyecto

Normalmente, el comienzo de un proyecto está asociado a una fecha específica de calendario y entonces el tiempo a transcurrir (duración de la actividad) es añadido a aquella fecha para determinar la fecha calendario del suceso siguiente. El valor T_E para un suceso dado puede ser calculado como la suma de los tiempos esperados (t_e) de las actividades del camino más largo que va desde el comienzo del proyecto hasta ese suceso. Este procedimiento es llamado descriptivamente cálculo de «marcha adelante».

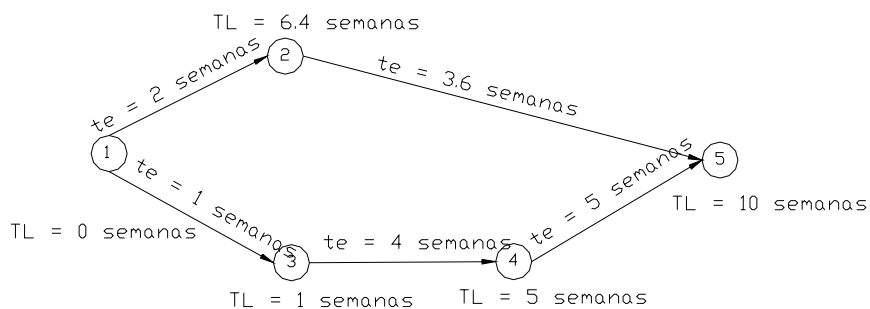
Después de que ha sido establecida la fecha más próxima posible para el completado final del proyecto, puede ser determinada para cada suceso la fecha de ocurrencia más tardía que se puede conceder. El valor T_L para un suceso dado puede ser calculado restando de la fecha admisible más tardía para la terminación del proyecto la suma de los tiempos esperados (t_e) de las actividades que están sobre el camino más largo, que va desde ese suceso dado al suceso final del proyecto. Este procedimiento se llama cálculo de «marcha atrás». T_L representa la fecha última en que puede ocurrir un suceso, sin riesgo para la fecha de terminación del proyecto. La fecha de acabado puede ser una fecha comprometida, o puede ser T_E la fecha más temprana en que será posible completar el proyecto, en cuyo caso $T_s = T_E$ y las fechas temprana y tardía de completado serán idénticas para los sucesos situados sobre el camino crítico.

La siguiente figura presenta el cálculo de los T_E de los sucesos de una red. Dado que al suceso 1 no le preceden actividades ni sucesos, el valor de su T_E se establece en cero. El valor T_E del suceso 2 es el valor del suceso 1 más el t_e de la actividad 1 que es 2; esto es, $0 + 2 = 2$ semanas. El T_E del suceso 5 es igual al valor del camino formado por las actividades 1-3-4-5; esto es, $1 + 4 + 5 = 10$

semanas, debido a que el T_E de un suceso es siempre la suma más alta cuando múltiples caminos de actividades conducen a él.



Para propósitos de ilustración, el valor de 10 semanas es asignado como T_L de la red, como se muestra en la siguiente figura. Restando los te de las actividades de $T_L = 10$ semanas, obtenemos un valor de 5 semanas para el suceso 4, una semana para el suceso 3 y 6,4 para el suceso 2. Cuando dos caminos de actividades llegan a un mismo suceso, se elige el valor más pequeño de los dos caminos que concurren. Por tanto, en la figura, el camino de actividades 5-2-1 nos lleva al valor T_L de 4,4 semanas para el suceso 1, mientras que el camino 5-4-3-1 nos lleva al valor 0, que se asigna como valor T^* para el suceso 1.



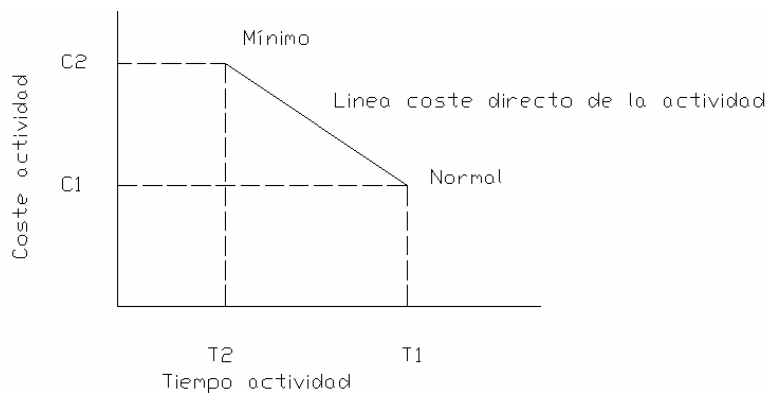
MÉTODO DEL CAMINO CRÍTICO

CPM

La técnica de redes más ampliamente aplicada, después del PERT, es el método del camino crítico (Critical Path Method -CPM). Mientras el PERT ha sido utilizado, sobre todo, en programas de investigación y desarrollo, el CPM ha sido aplicado más a menudo en proyectos de construcción y mantenimiento. Cuando las estimaciones de tiempos y costes pueden ser obtenidas con un relativamente alto grado de certidumbre, como sucede en la construcción, el CPM es preferido al PERT.

La red CPM es reflejada comúnmente como un diagrama de flechas, los sucesos como vértices, y las actividades como tareas. Tanto las estimaciones de tiempo, como las de costes, normales y mínimos, son obtenidas para cada actividad en una red o grafo CPM.

Relación tiempo-coste. La estimación del coste normal para una actividad es el coste directo más bajo requerido para completarla. La correspondiente duración de la actividad se llama tiempo normal. El tiempo «mínimo» para completar una actividad es el tiempo mejor necesario para completarla y el correspondiente coste directo se llama coste «mínimo». Por tanto, se requieren dos pares de estimaciones tiempo-coste bajo el sistema CPM para cada actividad en la red. Estas estimaciones se representan en la siguiente figura.



Se incurrirá en un aumento del coste si se intenta completar una actividad en un tiempo transcurrido más corto, como se indica en la figura.

En el procedimiento CPM, los puntos de relación tiempo-coste se supone que están en una línea curva continua decreciente, y se supone que las actividades en el grafo son independientes en el sentido de que gastar tiempo en una actividad no afecta en manera alguna a la disponibilidad, coste o necesidad de gastar tiempo en cualquier otra actividad. La pendiente de cada línea de actividad de coste directo (usando la aproximación a la línea recta) está dada por la fórmula

$$\text{Pendiente de la línea de coste de una actividad} = \frac{C2-C1}{T2-T1}$$

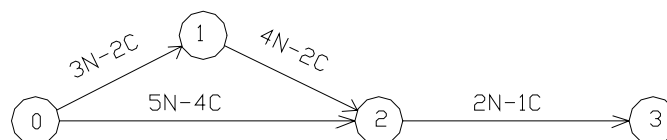
La pendiente se expresa en coste por unidad de tiempo. Como en el PERT, el tiempo está representado generalmente en semanas o décimos de semana. La pendiente, en efecto, es una medida del aumento de coste asociado a cada unidad de disminución del tiempo en el intervalo T1-T2. Para desarrollar un plan óptimo de aceleración para un proyecto, debe hacerse un estudio de cada actividad para determinar su pendiente. Después, deben ser cumplidas las siguientes etapas:

1. Determinar el camino crítico normal de la red, esto es, el camino crítico si todas las actividades son realizadas en el tiempo normal, T1
2. Examinar la pendiente de cada actividad del camino crítico y seleccionar el valor mínimo. Acelerar la actividad elegida hasta: (a) que otro camino llegue a ser crítico o (b) que haya sido alcanzado el tiempo mínimo para la actividad acelerada.
3. Considerar el nuevo camino crítico, examinar los coeficientes de coste para las actividades críticas y elegir la pendiente mínima.
4. Continuar de la forma anterior hasta que no llegue a ser posible ninguna otra aceleración.

La tarea de calcular las relaciones tiempo-coste, de la manera brevemente descrita, es laboriosa y difícil en la práctica. Se han desarrollado procedimientos y programas de ordenador, que automáticamente programan el proyecto para las actividades de menor coste. Tales programas incorporan, generalmente, un supuesto lineal.

La función tiempo-coste resultante para el proyecto completo puede dar una información útil sobre el coste relativo de reducir el tiempo programado en diversas actividades.

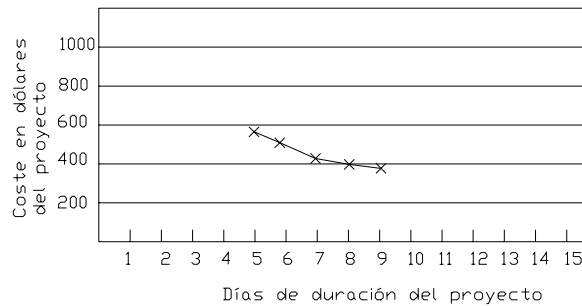
La siguiente figura representa un proyecto con una duración normal de nueve días y un coste de 370 dólares. La duración mínima es de 5 días, con un coste de 520 dólares. La figura representa las maneras por las cuales el programa puede ser reducido con los recargos de costes esperados. Solamente pueden ser cambiadas las actividades del camino crítico. La actividad 2-3 puede ser disminuida al menor coste y la actividad 0-1 es la siguiente en coste más bajo. El programa resultante es ahora de siete días de duración a un coste de 420 dólares.



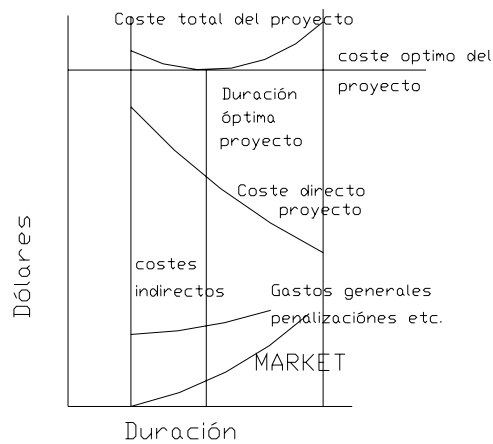
	Duración normal	Duración mínima	Incremento del Coste al disminuir una unidad	Coste normal
0-1	3	2	30	100
0-2	5	4	20	80
1-2	4	2	40	120
2-3	<u>2</u>	<u>1</u>	20	<u>70</u>
Coste y tiempo normal	14	9		370

Tiempo total 9 5
transcurrido

El procedimiento anterior aplicado a los días mínimos adicionales produce un programa, mostrado gráficamente en la siguiente figura.



La curva de coste total del proyecto es la suma de dos ya veces tres curvas: (1) la curva de coste directo del proyecto, (2) la curva de coste indirecto y (3) quizás una curva de pérdida de mercado y costes de penalización, como se muestra en la siguiente figura.



En condiciones normales, la dirección elegirá ejecutar el proyecto en el número de días que producen los costes totales menores.

Holgura. La libertad de acción que existe en las actividades que están sobre un camino no crítico en una red CPM se llama holgura. La técnica para la determinación de la holgura es la siguiente. Comenzando por el principio de la red, determinar el tiempo de ocurrencia más próximo para cada suceso del programa. Dado que el primer suceso debe ocurrir antes de que cualquier actividad siguiente pueda comenzar, su tiempo de ocurrencia más próximo (ES) es cero; añadir a este tiempo la duración de la actividad conducente al Suceso siguiente, que será el ES para este suceso. Si varias actividades conducen a un suceso dado,

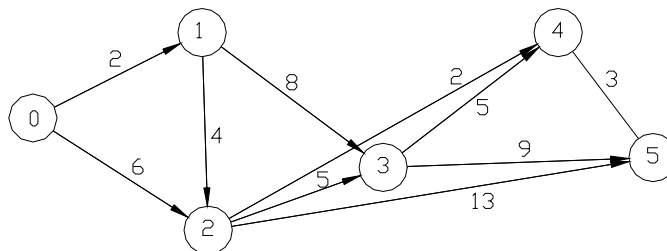
entonces su ES es el valor más alto obtenido por la suma de la duración de cada actividad precedente al ES del suceso que comienza la actividad. Por tanto, cuando un suceso es parte de dos o más caminos, el camino más largo para el suceso debe ser completado antes de que cualquier actividad subsiguiente pueda ser comenzada. Continuar el proceso hasta que se haya alcanzado el suceso final; su ES será el tiempo de acabado más próximo para el proyecto.

Para determinar el tiempo de concurrencia más lejano (LC) para cada suceso, comenzar con el tiempo estimado para completar el proyecto, obtenido del procedimiento ES anterior, y asignar éste como el LC para el suceso final. Luego restar la duración en tiempo de la actividad precedente inmediata de éste para obtener el LC del suceso que comienza la actividad. Si un suceso tiene varias actividades que le siguen, se toma para su LC el valor más pequeño obtenido por resta de la duración de cada una de estas actividades del LC del suceso en que terminan. De esta manera, calcular el LC para cada suceso, comenzando por el final de la red y trabajando hacia atrás a lo largo de los caminos de actividad hasta que se alcance el suceso inicial. El LC para este suceso será igual a cero.

Si se conocen el tiempo de ocurrencia más próximo y el más lejano, se puede calcular la holgura o libertad de acción del programa. Los sucesos y actividades con holgura cero están necesariamente sobre el camino crítico.

Un ejemplo de cálculos CPM. El procedimiento real para calcular la holgura es como sigue. Supongamos i = un suceso, origen de una actividad; j = un suceso, final de una actividad, e Y_{ij} = el tiempo de duración de la actividad. A notar que el tiempo de comienzo más próximo de la actividad (ES_{ij}) iguala a ES_i , el tiempo de ocurrencia más próximo del suceso i , y que el tiempo de acabado más lejano de la actividad (LC_{ij}) iguala a LC_j , el tiempo de ocurrencia más lejano del suceso j .

Construyamos una matriz con los valores de Y_{ij} para cada actividad en su correspondiente casilla. Por ejemplo, usando la red de flechas mostrada en la siguiente figura:



Puede ser construida una matriz como sigue:

		j						
		1	2	3	4	5		
ES	i	0	2	6				
	1		4	8				
	2			5	2	13		
	3				5	9		
	4					3		
		0	2	6	11	17	20	LC

El procedimiento para calcular el tiempo de ocurrencia más próximo (ES) es el siguiente:

1. Poner el cero en la primera casilla de la columna ES. Este representa el tiempo de iniciación del proyecto.
2. Añadir los valores correspondientes de Y_{ij} a los valores ES columna por columna. En el ejemplo, $ES_0 = 0$ e $Y_{01} = 2$; $0 + 2 = 2$, y poner 2 en la columna ES debajo del cero, indicando que se necesitan 2 semanas antes de que la actividad inmediatamente después del suceso 1 pueda ser comenzada.
3. Continuar este procedimiento para cada columna.
4. Cuando de este proceso de suma resultan tiempos diferentes, seleccionar el tiempo (camino) más largo y poner aquel número en la columna ES. Por ejemplo, la columna 3 de la matriz tiene valores para Y_{ij} de 8 y 5; los correspondientes valores ES son 2 y 6. Sumando $8 + 2 = 10$ y $5 + 6 = 11$, el camino de tiempo más largo (11) debe ser colocado en la columna ES.

El procedimiento para calcular el tiempo de ocurrencia más lejano (LC) es el siguiente:

1. Anotar el camino de tiempo más largo en el proyecto (20 semanas, tomado de la última casilla en la columna ES) en la última casilla de la fila LC.
2. Restar los valores correspondientes de Y_{ij} de los valores LC fila por fila: En el ejemplo, $LC_5 = 20$ e $Y_{45} = 3$; $20 - 3 = 17$ y 17 se anota en la fila LC, a la izquierda de las 20 semanas. Esto significa que el Suceso 4 debe ocurrir en la semana 17, si el proyecto debe ser acabado en 20 semanas. Continuar este procedimiento para cada fila.
3. Cuando del proceso de resta resulten tiempos diferentes, seleccionar el (camino) más corto y anotar aquel número en la fila LC. Por ejemplo, la fila 3 de la matriz tiene valores Y_{ij} de 5 y 9; los valores correspondientes LC son 17 y 20. Restando $17 - 5 = 12$ y $20 - 9 = 11$, el camino de tiempo más corto (11) debe ser anotado en la columna LC.

4. La última entrada en la fila LC será cero, correspondiendo al cero de la primera casilla de la columna ES.

Todo suceso que tiene un tiempo igual de ES y LC está en el camino crítico. En el ejemplo, el suceso 1 tiene un ES de 2 y un LC de 2; luego está en el camino crítico. El suceso 4 tiene un ES de 16 y un LC de 17; por tanto, no está en el camino crítico. Según esto, el camino crítico incluye los Sucesos 0, 1, 2, 3 y 5.

La holgura total de una actividad es la cantidad de tiempo disponible para llevarla a cabo menos la cantidad estimada de tiempo necesario para completarla. En el ejemplo, la holgura total para una actividad es igual a $(LC_j - ES_i) - Y_{ij}$. Por tanto, para el suceso 3, $LC_3 = 11$; $ES_1 = 2$; $Y_{13} = 8$; $(11 - 2) - 8 = 1$ semana de holgura.

Puede ser necesario determinar en cuanto puede ser retrasada una actividad precedente sin interferir con el comienzo más próximo de la actividad siguiente. Este tiempo se define como holgura libre. El concepto del tiempo de acabado más próximo para una actividad debe ser introducido. ahora (EC_{ij}) . EC_{ij} se deduce sumando el tiempo estimado requerido para una actividad (Y_{ij}) al tiempo de comienzo más próximo de la actividad (ES_{ij}). Supongamos ES_{12} , EC_{12} , LC_{12} , e Y_{12} aplicados a la actividad precedente y supongamos ES_{23} , EC_{23} , LC_{23} e Y_{23} aplicados a la actividad siguiente. Entonces, $ES_{23} - (EC_{12} + Y_{12}) =$ holgura libre para la actividad 1-2.

La holgura de interferencia es la holgura total menos la libre. Por ejemplo, cualquier retraso en la actividad 1-2 más allá de la fecha ES de la actividad 2-3 retrasará o interferirá con la actividad 2-3. De aquí, que parte de la holgura total para la actividad 1-2 es holgura libre ($ES_{23} - EC_{12}$) y el resto es la holgura de interferencia ($LC_{12} - ES_{23}$).

La holgura independiente se calcula como $ES_{34} - LC_{12} - Y_{23}$. Por ejemplo, si todas las actividades anteriores a la actividad 2-3 están completadas para la fecha LC_{12} y todas las actividades siguientes están comenzadas para la fecha ES_{34} , entonces $ES_{34} - LC_{12}$ es la cantidad de tiempo disponible para realizar la actividad 2-3. La holgura independiente puede ser calculada restando el tiempo real requerido para realizar una actividad, del tiempo disponible; esto es, la actividad puede ser desplazada hacia adelante o hacia atrás dentro de este intervalo de tiempo sin interferir con cualquier otro Suceso.

El CPM y la incertidumbre. La técnica del CPM permite solamente la incorporación del mejor tiempo estimado en la planificación de la red. Si las estimaciones de tiempos son erróneas, aunque sólo sea ligeramente, existe la posibilidad de que el camino crítico sea seleccionado erróneamente. Puede conseguirse cierta protección contra esa eventualidad mediante la determinación del segundo camino más crítico, el tercero, etc., dependiendo del grado de incertidumbre del programa. Los caminos críticos subsidiarios pueden, entonces, ser vigilados comparándolos

con el más crítico. Esto generalmente se convierte en un tratamiento más engorroso y costoso de la incertidumbre que con el método PERT.

PAQUETERÍA COMERCIAL DE COMPUTACIÓN PARA LA PLANEACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN

MRP (Planeación para el requerimiento de materiales)

Hasta ahora los modelos vistos se han enfocado única y exclusivamente hacia la demanda independiente; es decir, producto terminado y partes de repuesto. El MRP está dirigido básicamente a solucionar el problema de cuando ordenar pero enfocado a la demanda dependiente (producto en proceso y materia prima).

En un proceso productivo la materia prima o las partes pueden ser consumidas con gran rapidez o demasiada lentitud y esto puede generar problemas en el cumplimiento de nuestros pedidos lo que a su vez generará presiones internas. Para solucionar este tipo de problemas se utiliza el MRP. El MRP se conduce a través de un programa maestro en el cual se especifican los artículos finales. Así todas las demandas futuras de productos en proceso y de materias primas deben depender del programa maestro y deben derivarse tomando como base ese programa.

Características del MRP

La historia anterior de la demanda no es tan importante a menos que el futuro sea exactamente igual al presente; esto es debido a los cambios que se presentan de una corrida a otra.

1. El sistema MRP "explota" en forma de órdenes de compra de materia prima y órdenes a los talleres; para la programación de actividades. Esta explosión de partes requiere de una lista detallada de los materiales en la cual se describe cada una de las partes que serán necesarias para producir cualquier artículo terminado específico. Dentro del programa maestro las partes requeridas pueden incluir ensambles, subensambles, partes manufacturadas y partes compradas, de este modo la explosión de materiales produce una lista completa de las partes que deben ordenarse y la programación de las actividades que se requerirán en los materiales.
2. En el proceso de explosión de materiales verifica los inventarios de partes disponibles y de partes que ya han sido ordenadas.
3. Ajusta siempre un calendario de actividades a un tiempo de producción y de entrega, empezando con el programa maestro, cada parte manufacturada o comprada se "neutraliza" (se ordena con anterioridad) en una cantidad de tiempo igual al que se necesita para conseguir la parte. Este procedimiento garantiza que cada componente estará disponible a tiempo para dar apoyo al programa maestro.

Tipos de sistemas MRP

Tipo 1: Sistema de control de inventarios

Es un sistema de control de inventarios que genera órdenes de producción y de compra en el momento oportuno con el fin de dar apoyo al programa maestro; este tipo no considera la capacidad instalada.

Tipo 2: Sistema de control de producción e inventarios

Este sistema contiene un ciclo de retroalimentación entre las órdenes que se emiten y el programa maestro, permitiendo que se ajuste a la capacidad instalada y adquisición de partes.

También se le llama sistema de ciclo cerrado.

Tipo 3: Sistema de planeación de los recursos de manufactura:

Se utiliza para planear y controlar todos los recursos de manufactura: inventario, capacidad personal, instalaciones y bienes de capital. En este caso, la explosión de partes también guía a todos los demás subsistemas de planeación de los recursos de la empresa. Es el más completo.

Principales funciones del MRP

En cuanto a inventarios:

1. Emitir órdenes de la parte correcta
2. Emitir órdenes de la cantidad correcta
3. Emitir órdenes en el momento correcto

En cuanto a capacidad:

1. Una carga completa
2. Una carga válida sin sobrecargar el personal o a las máquinas
3. Un horizonte adecuado para visualizar cargas futuras

En cuanto a prioridad:

1. Ordenar la fecha correcta de entrega
2. Mantener la fecha de entrega como válida

Elementos de un Sistema MRP

Aunque la explosión de partes es el corazón del sistema de planeación de los requerimientos de materiales, se necesita mucho más para hacer funcionar un sistema de este tipo. Los demás elementos del sistema de planeación de requerimientos de materiales se describen a continuación

Programación maestra. Este elemento guía todo el proceso, aquí se fijan los niveles de inventario, niveles de servicio y costos de manufactura. Otra función es determinar que el programa no esté sobrado y dé visión real de la capacidad.

Lista de materiales. Contiene una descripción de las partes que se usarán para elaborar un producto.

Registro de inventarios. Este punto analiza con que se cuenta en el momento y que hay que ordenar.

Capacidad. Un buen sistema MRP tiene que contemplar la capacidad para verificar que el

programa maestro se cumpla. De otra manera surgirá la acumulación de órdenes y con esto el retraso de los pedidos. Si no se dispone de suficiente capacidad, será necesario volver a planear todo el programa maestro.

Compras. Esta sección de compras debe de seleccionar correctamente a los proveedores y tratar de comunicarse con ellos, ayudarlos de ser posible para que instalen un sistema MRP y en caso de que no haya cooperación por parte de los mismos, cambiar de proveedor.

Control de áreas de talleres. Esta es la sección más conflictiva ya que tiene que controlar la secuencia y el seguimiento del producto. Además tiene que solventar los problemas que se presenten por ausentismo, fallas de las máquinas o pedidos de material.

Un sistema exitoso de planeación de requerimiento de materiales necesita:

1. Apoyo computacional
2. Datos exactos
3. Apoyo interdepartamental y apoyo de la alta dirección
4. Amplia comunicación
5. conocimiento de los usuarios

III**Fundamentos del control estadístico****Objetivo particular de la unidad**

Aplicar las herramientas estadísticas a un control del proceso productivo

Habilidades por desarrollar en la unidad

Que el estudiante conozca y utilice las técnicas de control estadístico de procesos, y las aplique en la solución de problemas de calidad comunes, en procesos industriales. Utilizando las hojas de control en un ejercicio práctico. Y los índices CP y CPK.

I.3 FUNDAMENTOS DE CONTROL ESTADISTICO**Saber en la Teoría (3 hrs.)**

Utilización de los conceptos básicos de estadística y su aplicación, características de una distribución (media, moda y mediana) , las hojas de control en un ejercicio práctico

Saber hacer en la práctica (7 hrs.)

Diferenciar entre la estadística descriptiva y la inferencial, aplicar los conceptos a conjuntos de datos agrupados y no agrupados para construir histogramas y ojivas, calcular el área bajo la curva estándar para un conjunto de mediciones con niveles de confianza del 68,95 y 99 %

CONCEPTOS BÁSICOS DE ESTADÍSTICA

FILAS DE DATOS

Una fila de datos consiste en datos recogidos que no han sido organizados numéricamente, por ejemplo, las alturas de 100 estudiantes por letra alfabética.

ORDENACIONES

Una ordenación es un conjunto de datos numéricos en orden creciente o decreciente. La diferencia entre el mayor y el menor se llama rango de ese conjunto de datos. Así, si la mayor altura de entre los 100 estudiantes era de 74 in y la menor de 60 in, el rango es $74 - 60 = 14$ in.

DISTRIBUCIONES DE FRECUENCIAS

Al resumir grandes colecciones de datos, es útil distribuirlos en clases o categorías, y determinar el número de individuos que pertenecen a cada clase, llamado frecuencia de clase. Una disposición tabular de los datos por clases junto con las correspondientes frecuencias de clase, se llama distribución de frecuencias (o tabla de frecuencias). La Tabla siguiente muestra una distribución de frecuencias de alturas (con precisión de 1 pulgada) de 100 estudiantes varones de la Universidad XYZ.

Alturas de 100 estudiantes
varones de la Universidad XYZ

Altura (in)	Número de estudiantes
60-62	5
63-65	18
66-68	42
69-71	27
72-74	8
Total 100	

La primera clase (o categoría), por ejemplo, consta de las alturas entre 60 y 62 in, y se indica por el rango 60-62. Como hay 5 estudiantes en esta clase, la correspondiente frecuencia de clase es 5. de (Los datos así organizados en clases cómo en la anterior distribución de frecuencias se llaman datos agrupados. Aunque el proceso de agrupamiento destruye en general detalles de los datos

iniciales, es muy ventajosa la visión nítida obtenida y las relaciones evidentes que saca a la luz.

INTERVALOS DE CLASE y LIMITES DE CLASE

El símbolo que define una clase, como el 60-62 en la Tabla anterior, se llama un intervalo de clase. Los números extremos, 60 y 62, se llaman límite inferior de clase (60) y límite superior de clase (62). Con frecuencia se intercambian los términos clase e intervalo de clase, aunque el intervalo de clase es un símbolo para la clase.

Un intervalo de clase que, al menos en teoría, carece de límite superior o inferior indicado, se llama intervalo de clase abierto. Por ejemplo, refiriéndonos a edades de personas, la clase «65 años o más» es un intervalo de clase abierto.

FRONTERAS DE CLASE

Si son alturas con precisión de 1 pulgada, el intervalo de clase 60-62 incluye teóricamente todas las medidas desde 59.5000 a 62.5000. in. Estos números, indicados más brevemente por los números exactos 59.5 y 62.5, se llaman fronteras de clase o verdaderos límites de clase; el menor (59.5) es la frontera inferior y el mayor (62.5) la frontera superior. En la práctica, las fronteras de clase se obtienen promediando el límite superior de una clase con el inferior de la siguiente. A veces se usan las fronteras de clase como símbolos para la clase. Así, las clases de la primera columna de la Tabla anterior se pueden indicar por 59.5-62.5, 62.5-65.5, etc. Para evitar ambigüedad en tal notación, las fronteras no deben coincidir con valores realmente medidos. De modo que si una observación diera 62.5, no sería posible decidir si pertenece al intervalo de clase 59.5-62.5 o al 62.5-65.5.

TAMAÑO O ANCHURA DE UN INTERVALO DE CLASE

El tamaño o anchura de un intervalo de clase es la diferencia entre las fronteras de clase superior e inferior. Si todos los intervalos de clase de una distribución de frecuencias tienen la misma anchura, la denotaremos por c . En tal caso, c es igual a la diferencia entre dos límites inferiores (o superiores) de clases sucesivas. Para los datos de la Tabla anterior, por ejemplo, la anchura del intervalo de clase es $c = 62.5 - 59.5 = 65.5 - 62.5 = 3...$

MARCA DE CLASE

La marca de clase es el punto medio del intervalo de clase y se obtiene promediando los límites inferior y superior de clase. Así que las marcas de clase del intervalo 60-62 es $(60 + 62)/2 = 61$. La marca de clase se denomina también punto medio de la clase.

A efectos de análisis subsiguientes, todas las observaciones pertenecientes a un mismo intervalo de clase se supone que coinciden con la marca de clase. De manera que todas las alturas en el intervalo de clase 60-62 in se considerarán de 6,1 in.

REGLAS GENERALES PARA FORMAR DISTRIBUCIONES DE FRECUENCIAS

1. Determinar el mayor y el menor de todos los datos, hallando así el rango (diferencia entre ambos).
2. Dividir el rango en un número adecuado de intervalos de clase del mismo tamaño. Si ello no es factible, usar intervalos de clase de distintos tamaños o intervalos de clase abiertos. Se suelen tomar entre 5 y 20 intervalos de clase, según los datos. Los intervalos de clase se eligen también de modo tal que las marcas de clase (o puntos medios) coincidan con datos realmente observados. Ello tiende a disminuir el llamado error de agrupamiento que se produce en análisis ulteriores. No obstante, las fronteras de clase no debieran coincidir con datos realmente observados.
3. Determinar el número de observaciones que caen dentro de cada intervalo de clase; esto es, hallar las frecuencias de clase. Esto se logra mejor con una hoja de recuentos.

HISTOGRAMAS Y POLIGONOS DE FRECUENCIAS

Los histogramas y los polígonos de frecuencias son dos representaciones gráficas de las distribuciones de frecuencias.

1. Un histograma o histograma de frecuencias, consiste en un conjunto de rectángulos con: (a) bases en el eje X horizontal, centros en las marcas de clase y longitudes iguales a los tamaños de los intervalos de clase y (b) áreas proporcionales a las frecuencias de clase.

Si los intervalos de clase tienen todos la misma anchura, las alturas de los rectángulos son proporcionales a las frecuencias de clase, y entonces es costumbre tomar las alturas iguales a las frecuencias de clase. En caso contrario, deben ajustarse las alturas.

2. Un polígono de frecuencias es un gráfico de trozos de la frecuencia de clase con relación a la marca de clase. Puede obtenerse conectando los puntos medios de las partes superiores de los rectángulos del histograma.

En tal caso, la suma de las áreas de los rectángulos del histograma es igual al área total limitada por el polígono de frecuencias y el eje X .

DISTRIBUCIONES DE FRECUENCIAS RELATIVAS

La frecuencia relativa de una clase es su frecuencia dividida por la frecuencia total de todas las clases y se expresa generalmente como un porcentaje. Por ejemplo, la frecuencia relativa de la clase 66-68 en la tabla anterior es $42/100 = 42\%$. La suma de las frecuencias relativas de todas las clases da obviamente 1, o sea 100 por 100.

Si se sustituyen las frecuencias de la Tabla por las correspondientes frecuencias relativas, la tabla resultante se llama una distribución de frecuencias relativas, distribución de porcentajes o tablas de frecuencias relativas.

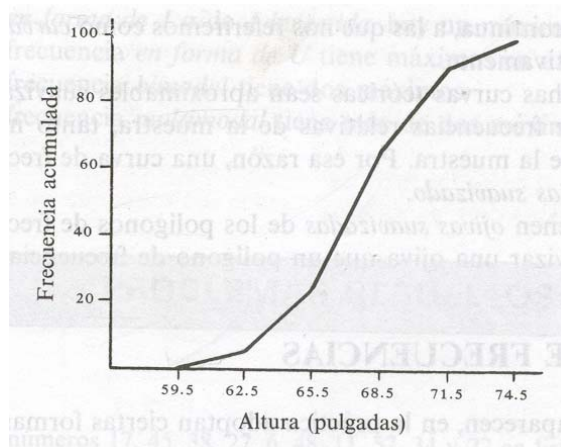
La representación gráfica de distribuciones de frecuencias relativas se puede obtener del histograma o del polígono de frecuencias sin más que calibrar la escala vertical de frecuencias a frecuencias relativas, manteniendo exactamente el mismo diagrama. Los gráficos resultantes se llaman histogramas de frecuencias relativas (o histogramas de porcentajes) y polígonos de frecuencias relativas (o polígonos de porcentajes), respectivamente.

DISTRIBUCIONES DE FRECUENCIAS ACUMULADAS Y OJIVAS

La frecuencia total de todos los valores menores que la frontera de clase superior de un intervalo de clase dado se llama frecuencia acumulada hasta ese intervalo de clase inclusive. Por ejemplo, la frecuencia acumulada hasta el intervalo de clase 66-68 en la Tabla 2.1 es $5 + 18 + 42 = 65,10$ que significa que 65 estudiantes tienen alturas por debajo de 68.5 in.

Una tabla que presente tales frecuencias acumuladas se llama una distribución de frecuencias acumuladas, tabla de frecuencias acumuladas, o brevemente una distribución acumulada.

Un gráfico que recoja las frecuencias acumuladas por debajo de cualquiera de las fronteras de clase superiores respecto de dicha frontera se llama un polígono de frecuencias acumuladas u ojiva, y se ilustra de la siguiente manera.



A ciertos efectos, es deseable considerar una distribución de frecuencias acumuladas de todos los valores mayores o iguales que la frontera de clase inferior de cada intervalo de clase. Como eso hace considerar alturas de 59.5 in o más, de 62.5 in o más, etc., se le suele llamar una distribución acumulada «o más», mientras que la antes considerada es una distribución acumulada «menor que».

Las correspondientes ojivas se conocen con los mismos apodos. Siempre que nos refiramos a distribuciones acumuladas u ojivas sin más, estaremos hablando del caso «menor que».

DISTRIBUCIONES DE FRECUENCIAS RELATIVAS y OJIVAS DE PORCENTAJES

La frecuencia acumulada relativa o frecuencia acumulada en porcentajes, es la frecuencia acumulada dividida por la frecuencia total. Así, la frecuencia acumulada relativa de alturas menores que 68.5 in es $65/100 = 65\%$, lo que significa que el 65% de los estudiantes mide menos de 68.5 in.

CURVAS DE FRECUENCIA y OJIVAS SUAVIZADAS

Los datos recogidos pueden considerarse usualmente como pertenecientes a una muestra de una población grande. Ya que son posibles muchas observaciones sobre esa población, es teóricamente posible (para datos continuos) escoger intervalos de clase muy pequeños y tener todavía números razonables de observaciones en cada clase. Así que cabe esperar que el polígono de frecuencias o el polígono de frecuencias relativas para una gran población tenga tantos pequeños segmentos que aparezca como casi una curva continua, a las que nos referiremos como curva de frecuencias o curva de frecuencias relativas, respectivamente.

Es sensato esperar que dichas curvas teóricas sean aproximales suavizando los polígonos de frecuencias o los polígonos de frecuencias relativas de la muestra, tanto mejor la aproximación cuanto mayor sea el tamaño de la muestra. Por esa razón, una curva de frecuencias se cita a veces como un polígono de frecuencias suavizado. De forma análoga, se obtienen olivas suavizadas de los polígonos de frecuencias acumuladas u ojivas. Suele ser más fácil suavizar una ojiva que un polígono de frecuencias.

NOTACION DE INDICES

Denotemos por X_j (léase «X sub j») cualquiera de los N valores $X_1, X_2, X_3, \dots, X_N$ que toma una variable X . La letra j en X_j , que puede valer $1, 2, 3, \dots, N$ se llama subíndice. Es claro que podíamos haber empleado cualquier otra letra en vez de j , por ejemplo, i, k, p, q o s .

PROMEDIOS O MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL

Un promedio es un valor típico o representativo de un conjunto de datos. Como tales valores suelen situarse hacia el centro del conjunto de datos ordenados por magnitud, los promedios se conocen como medidas de tendencia central.

Se definen varios tipos, siendo los más comunes la media aritmética, la mediana, la moda, la media geométrica y la media armónica, Cada una tiene ventajas y desventajas, según los datos y el objetivo perseguido.

LA MEDIA ARITMETICA

La media aritmética, o simplemente media, de un conjunto de N números $X_1, X_2, X_3, \dots, X_N$ se denota por \bar{X} (léase «X barra») y se define por

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_N}{N} = \frac{\sum_{j=1}^N x_j}{N} = \frac{\sum x}{N}$$

LA MEDIA ARITMETICA PONDERADA

A veces asociamos con los números X_1, X_2, \dots, X_k ciertos factores peso (o pesos) w_1, w_2, \dots, w_k , dependientes de la relevancia asignada a cada número. En tal caso,

$$\bar{X} = \frac{w_1 X_1 + w_2 X_2 + \dots + w_k X_k}{w_1 + w_2 + \dots + w_k} = \frac{\sum wX}{\sum w}$$

se llama la media aritmética ponderada con pesos f_1, f_2, \dots, f_k

LA MEDIANA

La mediana de un conjunto de números ordenados en magnitud es o el valor central o la media de los dos valores centrales.

EJEMPLO El conjunto de números 3,4,4,5! 6,8,8,8 y 10 tiene mediana 6.

EJEMPLO El conjunto de números 5,5,7,9, 11, 12, 15 y 18 tiene mediana $(9 + 11) / 2 = 10$.

Geoméricamente la mediana es el valor de X (abscisa) que corresponde a la recta vertical que divide un histograma en dos partes de igual área. Ese valor de X se suele denotar por X.

LA MODA

La moda de un conjunto de números es el valor que ocurre con mayor frecuencia; es decir, el valor más frecuente. La moda puede no existir, e incluso no ser única en caso de existir.

EJEMPLO El conjunto 2,2,5,7,9,9,9,10,10,11,12 y 18 tiene moda 9.

EJEMPLO El conjunto 3, 5, 8, 10, 12, 15 y 16 no tiene moda.

EJEMPLO El conjunto 2,3,4,4,4,5,5,7,7,7 y 9 tiene dos modas, 4 y 7, y se llama bimodal.

Una distribución con moda única se dice unimodal.

IV

La calidad en el proceso productivo (inspección y muestreo)

Objetivo particular de la unidad

Aplicar las 7 herramientas de calidad, para establecer un método de inspección mediante el uso de la tabla militar estándar

Habilidades por desarrollar en la unidad

Elaborar diversos tipos de gráficas para el CEP, así como efectuar la interpretación estadística de los datos de un proceso productivo. Se iniciará en el diseño de experimentos como herramientas para la calidad y elaborará procedimientos para llevar a cabo muestreos de aceptación, así como los planes de muestreo y de inspección.

I.4 LA CALIDAD EN EL PROCESO PRODUCTIVO (INSPECCIÓN Y MUESTREO)

Saber en la Teoría (10 hrs.)

Aprender a emplear las herramientas de planeación para la calidad, la normalización y estándares de calidad en el producto y en el proceso con el fin de mostrar al alumno las diferentes normas aplicables en el diseño de un sistema de calidad; control estadístico del proceso en el que se proporciona al alumno la habilidad para la selección, manejo e interpretación de las herramientas estadísticas, inspección y muestreo en la que se diseñan planes de muestreo aplicables a diferentes situaciones empresariales

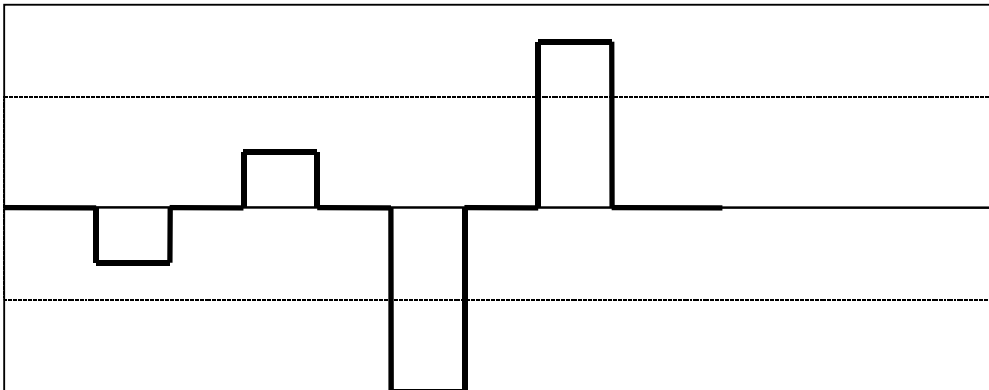
Saber hacer en la práctica (10 hrs.)

Emplear las herramientas estadísticas para controlar la actividad crítica del proceso clave, desarrollar graficas y establecer procedimientos de inspecciones a lotes de producción mediante el uso de las tablas militar estándar para definir la aceptación y rechazo de un lote de producción

CONTROL ESTADÍSTICO DEL PROCESO

El instrumento clave del control estadístico del proceso (SPC por sus siglas en inglés) es la gráfica de control inventada por Walter Shewhart, en la década de los años 1920. Esta tiene como propósito alertar a los operadores e ingenieros sobre los cambios en el proceso de manufactura. En momentos determinados, se toma una muestra de mediciones del producto o del proceso de manufactura y se calcula un parámetro estadístico de la muestra de estas mediciones, un promedio o fracción defectuosa, por ejemplo:

El parámetro estadístico de la muestra se traza en una gráfica en la que el eje y es el parámetro estadístico de la muestra y el eje x es alguna medida de tiempo, hora del día o tamaño de lote, por ejemplo. Si el parámetro estadístico de la muestra queda fuera de una banda definida por los límites de control superior e inferior, significa que ha ocurrido un cambio en el proceso de manufactura, de modo que los ingenieros y los operadores deberán identificar y corregir los problemas.



Los límites de control son líneas punteadas. La línea central muestra el promedio general en este proceso de manufactura.

LA HIPOTESIS DE CONTROL ESTADISTICO Y SU EFECTO SOBRE LA CAPACIDAD DEL PROCESO

Todas las predicciones estadísticas se apoyan en la hipótesis de que la población sea estable. En un sentido estadístico, una población estable es la que es repetible, y, por lo tanto, esta libre de causas no habituales de variación; es decir, una población que está en estado de control estadístico. El estadístico insiste, con razón, en que ésta es una condición previa para poder hacer predicciones. Simultáneamente, el ingeniero de fabricación insiste, también con razón, en que las condiciones del proceso (avances, velocidades, etc.) estén totalmente definidas.

En la práctica surge frecuentemente un problema. Un análisis inicial por gráficos de control indicará a menudo que el proceso está fuera de control estadístico. (Puede estar, o no cumpliendo las especificaciones del producto).

El peligro de retrasar el análisis es que las causas identificables pueden no ser nunca eliminadas del proceso y la indecisión mantendrá permanentemente la disputa interdepartamental de si la tolerancia es demasiado estrecha, o la fabricación demasiado descuidada.

Una buena manera de comenzar es representar gráficamente las medidas individuales frente a los límites de tolerancia. Esto puede revelar que el proceso puede cumplir las tolerancias del producto incluso habiendo causas identificables, pero es capaz de cumplir las tolerancias del producto, no hay problema. El estadístico hará notar oportunamente que un proceso con variación identificable es impredecible y que, por lo tanto, puede ocurrir cualquier cosa. Esto es cierto, pero al establecer prioridades para los esfuerzos de control de calidad, los procesos que cumplen tolerancias no necesitan considerarse altamente prioritarias.

Si un proceso está fuera de control y las causas no pueden eliminarse económicamente, pueden calcularse la desviación tipo y los límites de tolerancias natural (incluyendo los puntos fuera de control). Estos límites estarán inflados, porque el proceso no está funcionando de manera óptima. Además, la inestabilidad del proceso implica que la predicción será solo aproximada.

CAUSAS DE VARIACIÓN ASIGNABLES Y AL AZAR.

Cuando el proceso opera normalmente, las estadísticas de la muestra varían debido a causas fortuitas, aunque caen dentro de los límites de control con una probabilidad alta. Por lo general, muchas causas fortuitas afectan un proceso, cada una de las cuales contribuye en pequeña medida al resultado. Cuando en un proceso operan sólo causas fortuitas podemos decir que el proceso está bajo control.

Los procesos de manufactura también están sujetos a causas asignables, las causas de cambio identificables en un proceso. Las causas asignables pueden ser, por ejemplo, los lotes defectuosos de materia prima, los errores del operador y las máquinas descalibradas. Cuando las causas asignables operan en un proceso, decimos que el proceso está fuera de control.

Las gráficas de control sirven como una alarma que activa un sistema de retroalimentación. Para cerrar el ciclo de retroalimentación, debe existir un procedimiento para identificar las causas asignables y que consiste en instrucciones técnicas, como la especificación de un calibrador, así como en instrucciones organizacionales, como el puesto y el nombre del individuo responsable bajo ciertas circunstancias.

Los límites de control en una gráfica de control se calculan de acuerdo con la variabilidad del proceso cuando ésta se encuentra bajo control. No se basan en las especificaciones del producto. Los límites de control pueden acercarse más, sólo cuando las medidas muestran una menor variación debido a los cambios en el diseño del producto o a las mejoras en el proceso.

ERRORES DE TIPO I Y II

Hay dos tipos de errores asociados con el SPC. El error de Tipo I, o falsa alarma, ocurre cuando una estadística de la muestra cae fuera de los límites de control cuando, en realidad, no existe alguna causa asignable. La falsa alarma proviene de un error de muestreo: es decir, el proceso está bajo control, pero la muestra seleccionada es muy poco representativa.

Las gráficas de control del proceso se han diseñado para minimizar la posibilidad de una falsa alarma, a un rango del 0.3%, con el fin de reducir al máximo las búsquedas innecesarias de causas asignables o los paros de producción. La elección de los límites de control determina principalmente la probabilidad de que ocurran falsas alarmas.

El error de Tipo II, asociado con el SPC, ocurre cuando una estadística de la muestra cae dentro de los límites de control cuando, en realidad, el proceso está fuera de control. Algunos o todos los artículos producidos podrían tener una calidad deficiente mientras que la condición fuera de control pasaría desapercibida. Por supuesto, es muy probable que la condición fuera de control se detecte en el siguiente punto de muestreo. Este tipo de error también es consecuencia de un error de muestreo.

En la mayoría de las gráficas de control existe, por lo general, mucho mayor posibilidad de errores de Tipo II que del Tipo I, entre un 10 y un 20%. Para reducir la probabilidad del segundo tipo de error, es necesario incrementar el tamaño de la muestra que se emplea para calcular cada estadística de la muestra; mientras que para minimizar las consecuencias de este tipo de error hay que muestrear con mayor frecuencia.

SELECCIÓN DE LA MUESTRA.

Para el SPC, las muestras deben provenir de una subpoblación homogénea; es decir, las mediciones provienen de los productos que se han sometido, a las mismas condiciones del proceso, a los mismos operarios y a las mismas máquinas. Por ejemplo, si un producto se ensambla en dos líneas paralelas, resulta mejor mantener una gráfica de control independiente para cada línea que promediar las mediciones de ambas líneas en una gráfica de control común.

Para seleccionar el número y la ubicación de las gráficas de control en un proceso de manufactura, hay que llegar a un acuerdo entre dos objetivos. Por un lado, es

mejor tomar muestras de subpoblaciones homogéneas; por el otro, resulta pesado y costoso tomar muchas mediciones y manejar muchas gráficas de control. A menudo, existen limitantes que ayudan a la selección, por ejemplo, en muchos procesos existen sólo unos cuantos puntos en los cuales las características del producto o del proceso pueden medirse de una manera fácil y rápida.

SELECCIÓN DEL NÚMERO DE MUESTRAS PARA LA GRÁFICA P INICIAL

Para evaluar la elección de m , el número de muestras empleadas para construir la gráfica de control inicial, calcule un intervalo de confianza del 95% para la fracción defectuosa estimada del proceso:

Si este intervalo resulta demasiado amplio, aumente m .

LA GRÁFICA DE CONTROL; ALGUNOS CONCEPTOS ESTADÍSTICOS.

No existe tal cosa como la constancia en la vida real. Pero, hay una cosa llamada sistema de causa constante. Los resultados producidos por un sistema de causa constante suelen variar y, en la práctica, pueden variar en una banda ancha o en una banda estrecha. Varían pero pueden mostrar una característica importante llamada estabilidad ¿Por qué aplicar los términos constante y estabilidad en un sistema de causas que produce resultados que varían? Porque el mismo porcentaje de estos resultados variables recae entre cualquier par de límites hora tras hora, día tras día, siempre y cuando siga funcionando el sistema de causa constante. La distribución de los resultados es la que es constante o estable. Cuando un proceso de manufactura se comporta como un sistema de causa constante, cuando la inspección produce resultados que muestran estabilidad, se dice que está bajo control estadístico.

La gráfica de control indicará si el proceso está o no bajo control estadístico. W.E. Deming.

LA NECESIDAD DE ENTENDER LOS PRINCIPIOS ESTADÍSTICOS.

Aunque se ha hecho un gran trabajo de control estadístico de calidad por personas que sólo tenían una vaga idea de los principios en que se basa la gráfica de control, la experiencia ha demostrado que la carencia de un entendimiento claro de estos principios puede llevar a ciertos errores costosos que, por los demás, se podrían haber evitado. Pero, pocos de los muchos ingenieros, personal de producción, supervisores de inspección que emplearán las técnicas de control estadístico de calidad, tendrán que participar con el adelanto de las fronteras de los conocimientos teóricos. Por tanto, en la teoría expuesta en este capítulo y en siguientes, se enfatizará un enfoque intuitivo en vez de un enfoque puramente matemático. En gran parte de la teoría expuesta se emplea aritmética básica con una ayuda, debes en cuando, del álgebra. Pero, el lector debe estar advertido de que las pruebas matemáticas que respaldan las explicaciones intuitivas suelen frecuentemente ser muy complejas.

Los métodos, definiciones y ejemplos siguientes se destinan a ilustrar el uso de la teoría estadística en el trabajo de control de calidad y a estimular la imaginación del lector, al sugerirle oportunidades equivalentes en la industria en que trabaja.

INTERPRETACIÓN DE LAS GRÁFICAS DE CONTROL

Los datos de la muestra trazados en la gráfica de control alertan sobre algún cambio en el proceso al exhibir un patrón no aleatorio, aun cuando todos los puntos de la muestra caigan dentro de los límites de control. Por ejemplo, un número desproporcionado de puntos sobre la línea central podría indicar un incremento en la media del proceso. Si en cada cinco puntos hay una elevación, esto podría señalar algún problema sistemático.

La prueba de la corrida descrita en la referencia 8 es sencilla y útil para detectar los patrones no aleatorios. Cuente el número de puntos sobre la línea central y el número por debajo de la misma.

GRÁFICAS DE CONTROL PARA ATRIBUTOS Y VARIABLES.

Las gráficas de control se clasifican ya sea como de atributos o de variables. En las gráficas de atributos, entre ellas, la gráfica P, la gráfica C y la gráfica U, los datos son números enteros, como el número de defectos o de piezas defectuosas. Una pieza defectuosa es inaceptable; en tanto que una pieza con uno o varios defectos, como una superficie pintada que muestre unas cuantas burbujas pequeñas, puede aceptarse perfectamente. En las gráficas de variables, tales como la gráfica \bar{x} y la gráfica R, los datos son, por ejemplo, mediciones continuas de una dimensión.

Cuando se cuentan las piezas defectuosas o los defectos para las gráficas de atributos, a menudo, es posible notar la razón por la que un artículo es defectuoso o el tipo de defecto que se presentó. Entonces, puede construirse una gráfica de Pareto para identificar los tipos de defectos más importantes; asimismo, puede emplearse un diagrama de espina de pescado para rastrear las causas de los defectos.15

Prueba de aleatoriedad - Prueba de corrida

s	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
6	3														
7	4	4													
8	4	4	5												
9	4	5	5	6											
10	5	5	6	6	6										
11	5	5	6	6	7	7									
12	5	6	6	7	7	8	8								
13	5	6	6	7	8	8	9	9							
14	5	6	7	7	8	8	9	9	10						
15	6	6	7	8	8	9	9	10	10	11					
16	6	6	7	8	8	9	10	10	11	11	11				
17	6	7	7	8	9	9	10	10	11	11	12	12			
18	6	7	8	8	9	10	10	11	11	12	12	13	13		
19	6	7	8	8	9	10	10	11	12	12	13	13	14	14	
20	6	7	8	9	9	10	11	11	12	12	13	13	14	14	15

s = casos de un lado del promedio 1

r = casos del otro lado del promedio J_r siempre se toma como el número más pequeño de los casos; s como el mayor

GRÁFICAS P PARA LA FRACCIÓN DEFECTUOSA.

Las gráficas P son gráficas de atributos que se emplean cuando cada artículo producido puede clasificarse como defectuoso o no defectuoso. Las gráficas P pueden aplicarse, por ejemplo, al controlar los procesos que producen recipientes de vidrio, ensambles y circuitos integrados.

La estadística que se traza en una gráfica P es la fracción defectuosa de la muestra. Cuéntese el número de piezas defectuosas X en una muestra de n artículos. La fracción defectuosa de la muestra es x/n .

Para construir una gráfica P, suponga que el número de piezas defectuosas en una muestra de tamaño n tiene una distribución binomial. Suponga que el resultado de cada artículo, defectuoso o no defectuoso, es independiente de todos los demás y que para cada artículo la probabilidad de que éste sea defectuoso es p.

Para establecer la línea central y los límites de control de una nueva gráfica de control, obtenga los datos iniciales de partida, diseñe una gráfica de control inicial y revísela varias veces hasta que sea correcta. Enseguida se proporcionan los pasos:

PASO 1. Para la gráfica de control inicial, tome m muestras, cada una de tamaño n . Denote el número de piezas defectuosas en las muestras m como X_1, X_2, \dots, X_n .

PASO 2. Calcule una estimada para la fracción defectuosa del proceso, con base en todos los datos iniciales, un total de artículos:

$$\bar{p} = \frac{\sum (X_j)/n}{m} = \frac{1}{mn}$$

PASO 3. Calcule la línea central (LC), el límite de control superior (LCS), y el límite de control inferior (LCI) de la gráfica P, como sigue:

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

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

n es el tamaño de la muestra y 3 es el percentil 99.87 en la distribución normal estándar. Si LCI es negativo, tómelo como 0. Las llamadas gráficas de control tres-sigma son las más comúnmente usadas.

PASO 4. Construya la gráfica P y trace las fracciones defectuosas de la muestra m $X_1/n, X_2/n, \dots, X_n/n$. Investigue los puntos que caen fuera de los límites de control. Si no encuentra causas imputables, utilice la gráfica P, y detecte y quite los errores del proceso hasta que esté controlado. Si encuentra causas imputables revise la gráfica P.

PASO 5. Revise la gráfica de control eliminando las fracciones defectuosas de la muestra que están fuera de los límites de control para los cuales se han identificado causas imputables. Regrese al paso 2, considerando que n es el tamaño de la muestra, pero que el número de muestras, m , se ha reducido.

Selección del tamaño de la muestra para una gráfica P. Evalúe la elección de un tamaño de muestra n , de acuerdo a los dos criterios que se dan más adelante, así como a las consideraciones económicas. Un criterio consiste en elegir una n tal que el LCS sea positivo; para gráficas de control tres-sigma,

Otro criterio consiste en elegir una n tal, que exista una probabilidad del 50% de detectar un cambio de magnitud A en una fracción defectuosa del proceso; para las gráficas de control tres-sigma,

DEFINICIONES RELACIONADAS CON LAS DISTRIBUCIONES DE FRECUENCIA.

Una distribución agrupada de frecuencia de un conjunto de observaciones es una disposición que muestra la frecuencia de la ocurrencia de los valores de la variable en clases ordenadas.

- El intervalo a lo largo de la escala de medición, de cada clase ordenada se llama una celda.
- La frecuencia de cualquier celda es el número de observaciones en esa celda.
- La frecuencia relativa de cualquier celda es la frecuencia de esa celda dividida entre el número total de observaciones.

Las distribuciones de frecuencia, a menudo, constituyen una base para actuar.

Una distribución relativa de frecuencia para cualquier calidad de un producto manufacturado, constituye una imagen útil de como ha variado la calidad en el pasado. Algunos valores se relacionan con la especificación de la característica de calidad y sus límites de tolerancia; otras, con la actuación en el proceso y otras más con la planeación de los procedimientos para inspección y aceptación.

GRÁFICAS C Y U PARA EL NÚMERO DE DEFECTOS.

Las gráficas C y U son gráficas de atributos que se emplean cuando la calidad se mide contando el número de defectos de un artículo. Entre los ejemplos se incluyen el número de partículas de polvo en una muestra de un producto químico en estado líquido y el número de raspaduras en la pintura de algún producto.

El proceso iterativo para la construcción y revisión de gráficas C y U es el mismo que para la gráfica P. Por lo tanto, proporcionamos las fórmulas en las siguientes secciones sin repetir el procedimiento iterativo.

Para construir una gráfica C, tome m muestras iguales de material y denote el número de defectos como D1, D2,..., Dm.

Para construir una gráfica U, tome m muestras de material, cada una de n unidades y denote el número de defectos como D1, D2,..., Dm. Calcule una u estimada para el número medio de defectos por unidad del proceso.

Para seleccionar el tamaño de muestra para una gráfica C o U, presentamos dos criterios. El primero consiste en elegir una n tal que el LCS sea positivo. Para las gráficas de control tres-sigma $\sim > 32/u$ El segundo es elegir n tal que exista un 50% de probabilidad de detectar un cambio de magnitud A en el número medio de defectos por unidad del proceso. Para las gráficas de control tres-sigma, sea $n > (3/A)2u$.

GRÁFICAS X Y R PARA VARIABLES.

Las gráficas x se usan para controlar la dimensión media de artículos producidos en un proceso, mientras que las gráficas R se usan para controlar la desviación estándar. (La R significa rango.) Estas gráficas se emplean conjuntamente.

Suponemos que todas las mediciones realizadas cuando el proceso está bajo control son independientes y que se distribuyen normalmente con la misma desviación media y estándar. Además, suponemos que la media y la desviación estándar son independientes. Para emplear una gráfica \bar{x} mida una muestra de n artículos en el momento necesario. Trace el promedio de la muestra en la gráfica y el rango de la muestra en la gráfica R. Si las mediciones son X_1, X_2, \dots, X_n , entonces, para la muestra, el promedio de la muestra es

$$\bar{X}_j = \sum \frac{X_i}{n}$$

y el rango de la muestra R_j es la diferencia entre la medida más grande y la más pequeña de la muestra n. El procedimiento iterativo para construir estas gráficas es el mismo que se describió con anterioridad.

Para construir las gráficas \bar{x} y R, debe obtenerse una tabla de factores para construir las gráficas de control de variables disponibles en la mayoría de los textos sobre control de calidad. Tome m muestras, cada una de n medidas, y denote los promedios de la muestra como $\bar{X}_1, \bar{X}_2, \dots, \bar{X}_m$, y los rangos de la muestra como R_1, R_2, \dots, R_m . Calcule un estimado \bar{x} para la media del proceso.

Un error común consiste en confundir los límites de control con las especificaciones. Recuerde que los puntos trazados en la gráfica de control son los promedios de n mediciones. Las especificaciones se refieren a una pieza

V**Implantación de un sistema de aseguramiento de calidad conforme a los requisitos de las normas internacionales ISO****Objetivo particular de la unidad**

Evaluar un sistema de aseguramiento de calidad conforme a los requisitos de las normas internacionales ISO

Habilidades por desarrollar en la unidad

Elaborar diversos tipos de gráficas para el CEP, así como efectuar la interpretación estadística de los datos de un proceso productivo. Se iniciará en el diseño de experimentos como herramientas para la calidad y elaborará procedimientos para llevar a cabo muestreos de aceptación, así como los planes de muestreo y de inspección.

I.4 IMPLANTACION DE UN SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD CONFORME A LOS REQUISITOS DE LAS NORMAS INTERNACIONALES ISO**Saber en la Teoría (5 hrs.)**

Conocer en que consiste la norma ISO 9000 y su historia a través de los años, para hacer un análisis de las ventajas y los problemas que se pueden ocasionar si no se aplica correctamente en: diseño, desarrollo, producción, instalación y servicio

Saber hacer en la práctica (10 hrs.)

Que el que el alumno utilice la aplicación de los principios y metodología, para mejorar la calidad de los sistemas productivos de micro y pequeñas empresas.

Explicar las normas ISO – 9000, su vocabulario, la gestión y el aseguramiento de la calidad y los beneficios de la norma para la organización y para el consumidor

ISO 9000

Conforme la calidad se convierte en un enfoque cada vez más importante de los negocios en todo el mundo, diversas organizaciones han desarrollado normas y guías. Términos como administración de la calidad, control de la calidad, sistema de calidad y aseguramiento de la calidad adquieren significados diferentes ya veces conflictivos de una nación a otra, dentro de un mismo país, e incluso dentro de una rama industrial. Conforme la comunidad europea se fue dirigiendo hacia el acuerdo de libre comercio europeo, que entró en vigor a finales de 1992, la administración de la calidad se convirtió en un objetivo estratégico clave. A fin de estandarizar los requerimientos de calidad de las naciones europeas dentro del mercado común, y para aquellos que desean hacer negocios con estas naciones, una oficina especializada de normas, la International Organization for Standardization (IOS) fundada en 1946, y compuesta por representantes de los organismos nacionales de normas de 91 naciones, adoptó en 1987 una serie de normas de calidad por escrito. Éstas se conocen como las normas ISO 9000 y fueron revisadas en 1994. El IOS usó un procedimiento único para adoptar el prefijo "ISO" en la identificación de las normas. ISO es un término científico, que significa igual (como en las líneas isotermas de un mapa meteorológico, que muestran temperaturas iguales) por lo que las organizaciones que se certifican bajo la norma ISO 9000 se aseguran de tener una calidad igual a la de sus iguales. Las normas han sido adoptadas en Estados Unidos por el American National Standards Institute (ANSI) con el apoyo y cooperación del American Society for Quality (ASQ). Las normas estadounidenses fueron identificadas oficialmente como serie ANSI/ ASQC Q9000-1994, pero comúnmente se conocen como ISO 9000. Las normas están reconocidas por aproximadamente 100 naciones, incluyendo Japón. En algunos mercados del extranjero, las empresas no comprarán nada de proveedores que no estén certificados. Por tanto, el cumplimiento de estas normas se está convirtiendo en un requisito para tener competitividad internacional. Las normas tienen el propósito de aplicarse a todo tipo de negocios, incluyendo la electrónica, los productos químicos, y servicios como cuidados a la salud, banca y transporte.

La familia ISO 9000 de normas internacionales es distinta a la idea tradicional de lo que es una norma. No son normas de ingeniería para medición, terminología, métodos de prueba o especificación de los productos; son normas de los sistemas de calidad que guían el desempeño de una empresa con necesidades específicas en áreas de diseño / desarrollo, producción, instalación y servicio. Se basan en la premisa de que ciertas características genéricas de las prácticas administrativas pueden ser motivo de normalización, y que un sistema de calidad bien diseñado, bien implementado y cuidadosamente administrado da confianza en que los resultados satisfarán las expectativas y las necesidades de los clientes. Las normas prescriben la documentación para todos los procesos que afectan a la calidad, y sugieren que su cumplimiento a través de auditorías conduce a una mejora continua. Por lo tanto, las normas tienen cinco objetivos:

1. Lograr, mantener y buscar mejorar continuamente la calidad de los productos (incluyendo los servicios) en relación con las necesidades.

Mejorar la calidad de las operaciones, para satisfacer continuamente las necesidades declaradas e implícitas de clientes e interesados.

Dar confianza a la gerencia general ya otros empleados de que se están cumpliendo los requerimientos de calidad y de que la mejora está ocurriendo.

Dar confianza a clientes ya otros interesados de que se están satisfaciendo las necesidades de calidad en el producto entregado.

Dar confianza de que se está cumpliendo con los requerimientos del sistema de la calidad.

Estructura de las normas ISO 9000

Las normas definen tres niveles de aseguramiento de la calidad:

Nivel 1 (ISO 9001) proporciona un modelo para el aseguramiento de la calidad en empresas que diseñan, desarrollan, producen, instalan y dan servicio a productos.

Nivel 2 (ISO 9002) proporciona un modelo de aseguramiento de la calidad para empresas ocupadas sólo en producción e instalación.

2. Nivel 3 (ISO 9003) aplicable a empresas ocupadas únicamente en inspección y prueba final.

Dos normas adicionales, la ISO 9000 y la ISO 9004, definen los elementos básicos de un sistema completo de aseguramiento de la calidad, y sirven de guía para la aplicación del nivel apropiado. ISO 9000 describe los principales conceptos del aseguramiento de la calidad, como objetivos y responsabilidades de la calidad, expectativas de los interesados, idea de un proceso, papel de los procesos en un sistema de calidad, papel de la documentación y de la capacitación en apoyo a la mejora de la calidad, y cómo aplicar las diferentes normas. ISO 9004 es una guía para el desarrollo e implementación de un sistema de calidad; examina en detalle cada uno de los elementos del sistema de calidad y puede ser utilizada para fines de auditoría interna. Juntas, estas cinco normas se conocen como la serie ISO 9000.

Las normas están enfocadas a 20 requerimientos clave. Para ilustrar el alcance de los requerimientos, veamos el primero, responsabilidad gerencial. Las normas requieren que:

La empresa establezca, documente y publique sus políticas, objetivos y su compromiso con la calidad.

3. La empresa designe un representante con autoridad y responsabilidad para implementar y mantener los requerimientos de la norma.

4. La empresa proporcione recursos adecuados para administrar, realizar el trabajo y verificar actividades, incluyendo auditorías internas de la calidad.

La empresa efectúe una verificación y revisión interna del sistema de la calidad. Estas revisiones deberán tomar en consideración los resultados de auditorías

internas sobre calidad, eficiencia, defectos e irregularidades de la gerencia, soluciones a los problemas de la calidad, implementación de soluciones anteriores, manejo de productos que no cumplen, resultados de las herramientas estadísticas de calificación, y el impacto de los métodos de calidad sobre los resultados reales.

A continuación se presenta un breve resumen de los requerimientos básicos para los elementos restantes de ISO 9001.

Sistema de calidad. La empresa debe redactar y mantener un manual de calidad que cumpla con los criterios del estándar aplicable (9001, 9002 o 9003), que define el cumplimiento de los requerimientos; implementar con eficacia el sistema de la calidad y sus procedimientos documentados, y preparar planes de calidad para determinar la forma en que se cumplirán los requerimientos.

Revisión de contrato. La empresa debe revisar los contratos para evaluar si los requerimientos están definidos adecuadamente y si existe la capacidad para cumplir con los mismos.

Control de diseño. La empresa debe verificar el diseño del producto, para asegurar que se están cumpliendo con los requerimientos, y que hay instalados procedimientos de planeación de diseño y de cambio en el mismo. Esto incluye planes para cada actividad de diseño y desarrollo, definición de interfaces organizacionales y técnicas, validación de resultados contra requerimientos de entrada de diseño, y la implementación de los procedimientos de verificación y validación de los diseños.

Control de documentos y datos. La empresa debe establecer y mantener procedimientos para controlar documentación y datos mediante aprobaciones, distribuciones, modificaciones y cambios.

Compras. La empresa debe tener procedimientos para asegurar que los productos adquiridos cumplen con los requerimientos. Esto incluye la evaluación de subcontratistas, la producción de documentos de compras claramente redactados y revisar los productos comprados.

Control de productos suministrados por el cliente. Deberán establecerse procedimientos para verificar, almacenar y mantener los artículos proporcionados por los clientes. **Identificación y capacidad de rastreo de los productos.** La empresa deberá identificar y rastrear los productos durante todas las etapas de la producción, entrega e instalación.

Control de los procesos. La empresa debe efectuar los procesos de producción en condiciones controladas. Los procesos deben documentarse y vigilarse, y los trabajadores deben utilizar el equipo aprobado y tener criterios especificados de calidad en su trabajo.

Inspección y prueba. La empresa debe mantener un registro de todas las etapas de inspección y prueba, a fin de verificar que los requerimientos se cumplan. Esto incluye la inspección de recepción en el proceso y al final, así como inspección y pruebas.

Control de equipo de inspección, de medición y de prueba. La empresa debe establecer procedimientos para controlar, calibrar y mantener equipo utilizado que demuestren la conformidad con los requerimientos.

Control de productos que no cumplen. Deben existir procedimientos que aseguren que la empresa evita un uso inadvertido de un producto que no cumple. Esto incluye la forma en que se revisan los productos que no cumplen, y la reinspección de productos reparados o retrabajados.

Acción correctiva y preventiva. La compañía deberá investigar causas de falta de cumplimiento y actuar, tanto para corregir problemas como para evitarlos en el futuro. La acción correctiva incluye manejar las quejas de los clientes, investigar las causas de la falta de cumplimiento, y la aplicación de los controles apropiados. La acción preventiva incluye la detección, análisis, eliminación de posibles causas de falta de cumplimiento y la iniciación de planes preventivos.

Manejo, almacenamiento, empaque, conservación y entrega. La empresa debe desarrollar procedimientos para manejar, almacenar, empaquetar, conservar y entregar correctamente los productos.

Registros de control de calidad. La empresa debe identificar, recolectar, indizar, archivar y almacenar todos los registros relacionados con el sistema de calidad.

Auditorías internas de la calidad. La empresa debe establecer un sistema de auditorías internas para verificar si sus actividades cumplen con los requerimientos y para evaluar la eficiencia del sistema de calidad.

Capacitación. La empresa debe establecer procedimientos para identificar necesidades de capacitación y proporcionarla a todos los empleados que lleven a cabo actividades que afectan la calidad.

Servicio. La empresa debe desarrollar procedimientos para asegurar que se lleva a cabo el servicio tal y como se requiere en sus contratos con los clientes.

Técnicas estadísticas. Los procedimientos deberán identificar técnicas estadísticas utilizadas para controlar los procesos, los productos y los servicios y la forma en que se implementan.

El ISO requiere que todas las normas publicadas se revisen de manera periódica. Muchos de los cambios de la revisión de 1994 fueron mejoras en el lenguaje, como aclarar que un "producto" era "herraje, software, materiales procesados o servicios" reduciendo el enfoque a la manufactura de las normas (una universidad en Inglaterra obtuvo el registro ISO en 1994; Surgical Focused Care, clínica ortopédica en Nueva York, recibió su registro en 1996; y un lugar de recreo en esquíes francés se registró en 1997). El conjunto actual de normas completo se puede adquirir a través de la American Society for Quality (<http://www.asq.org>).

Implementación y registro

La implementación de ISO 9000 no es una tarea fácil. Es inútil decir que es esencial el apoyo de la gerencia general. También es importante tener empleados bien capacitados, ya que estarán aplicando los procedimientos y ocupándose de los detalles. Los gerentes y supervisores generalmente requieren capacitación para comprender las normas mismas, y prever preguntas que un auditor externo podría efectuar. Muchas empresas empiezan estableciendo un comité de guía con representantes de la producción, del aseguramiento de la calidad, de compras, de ingeniería y de otras funciones. El comité puede coordinar tareas de proyecto, como la recolección de procedimientos existentes, su revisión y corrección, si

fuera necesario. También hay disponibles varios paquetes de software para ayudar a las organizaciones. otros pasos clave son:

Establecer una política de calidad.

Desarrollar un proceso de acción correctiva para supervisar y controlar faltas de cumplimiento.

Redactar los procedimientos de control de los documentos. Generalmente, como punto de partida, hay disponibles instrucciones de trabajo.

Para cada elemento ISO, llenar, revisar y aprobar los borradores detallados de los procedimientos.

Completar el manual de calidad que consolida todos los procedimientos.

Capacitar a todos los empleados en la política de calidad de la empresa y en los procedimientos de auditoría.

Llevar a cabo auditorías internas.

Prepararse para la auditoría de registro.

Las normas ISO 9000 originalmente tenían el propósito de ser de naturaleza de asesoría, y de ser utilizadas para situaciones de contrato entre dos interesados (entre cliente y proveedor) y para auditoría interna; sin embargo, rápidamente evolucionaron a criterios para empresas que deseaban "certificar" su administración de la calidad, o para obtener "registro" a través de un auditor independiente, por lo general un laboratorio o alguna otra oficina de acreditación (conocido como el certificador). Este proceso se inició en el Reino Unido. En vez (de que un proveedor estuviera auditado en el cumplimiento respecto a normas por cada cliente, el registrador certifica a la empresa, y esta certificación es aceptada por todos los clientes de dicho proveedor.

El proceso de certificación incluye la revisión de documentos por el certificador de los documentos del sistema de la calidad o del manual de la calidad; una evaluación previa, que identifica una falta de cumplimiento posible en el sistema de calidad y en la documentación; una evaluación, hecha por un equipo de dos o tres auditores, del sistema de la calidad y su documentación, así como la vigilancia o una reauditoría periódica, a fin de verificar que se siguen las prácticas y sistemas registrados. Durante la evaluación, los auditores podrían hacer preguntas tales como (utilizando responsabilidad gerencial, como ejemplo): ¿existe una política documentada sobre la calidad? ¿Se han definido objetivos gerenciales de calidad? ¿Se han transmitido y explicado políticas y objetivos en todos los niveles de la organización? ¿Cómo se han documentado las descripciones de puestos para personas que administran o llevan a cabo trabajos que afectan a la calidad? ¿Están disponibles descripciones de funciones que afectan a la calidad? ¿Ha designado la gerencia a una persona o grupo de personas con autoridad para evitar la falta del cumplimiento en productos, identificar y registrar problemas de la calidad y recomendar soluciones? ¿Qué medios utilizan para verificar las soluciones?

Cada tres años se requiere una recertificación. Cada localización -no la empresa completa- debe obtener su certificación individual. El solicitante debe cubrir todos los costos, por lo que el proceso puede resultar bastante costoso. Una auditoria de registro puede costar desde \$10,000 hasta más de \$40,000, en tanto que el costo interno de documentación y capacitación puede exceder de \$100,000.

Perspectivas de ISO 9000

Existe mucha incompreensión de lo que realmente es ISO 9000. Las normas no especifican medida alguna de desempeño de la calidad; la empresa establece los niveles específicos de calidad del producto. Las normas únicamente exigen que el proveedor tenga instalado un proceso verificable, para asegurar que produce de manera consistente lo que dice que producirá, y dar confianza a clientes y gerencia de la empresa de que se están siguiendo ciertos principios de sana administración. Las normas destacan documentar el cumplimiento de los sistemas de calidad en relación con el manual de calidad de la empresa y con los requerimientos establecidos del sistema de la calidad. Como explicó un asesor, "documentélo y hágalo como lo documentó. Si se mueve, capacítelo, si no se mueve, calíbrelo". Un proveedor puede cumplir las normas y, aun así, fabricar un producto de mala calidad -siempre y cuando lo haga consistentemente! Además, ISO 9000 no toma en consideración actividades como, por ejemplo, el liderazgo, la planeación estratégica o la administración de relaciones con el cliente. Después de haber leído los párrafos que anteceden, no llegue a la conclusión de que estas normas no son útiles; aportan un conjunto de prácticas comunes sanas para los sistemas de aseguramiento de la calidad, y son un excelente punto de partida para empresas sin un programa formal de aseguramiento de la calidad.

Muchas empresas encuentran que sus sistemas actuales de calidad ya están cumpliendo la mayoría de las normas. Para aquellas empresas, en las primeras etapas de sus programas formales de calidad, las normas obligan a una disciplina de control necesaria, antes de que puedan perseguir con seriedad una mejora continua. Los requerimientos de auditorías periódicas refuerzan el sistema de calidad declarado, hasta que éste se hace parte de la empresa misma. Las rigurosas normas de documentación ayudan a las empresas a descubrir problemas y a mejorar sus procesos.

En DuPont, por ejemplo, ISO 9000 ha recibido el crédito por incrementar entregas a tiempo de 70 a 90%, reducir el tiempo del ciclo de 15 a 1.5 días, incrementar el rendimiento inicial de 72 a 92% y reducir el número de procedimientos de prueba en un tercio. Sun Microsystems, en su planta de Milpitas, fue certificada en 1992, y los gerentes creen que esto ha ayudado a entregar una mejor calidad y servicio a los clientes. En Canadá, Toronto Plastics, Ltd., redujo los defectos desde 150,000 por millón a 15,000 por millón, después de un año de implementación ISO. Por lo tanto, el uso de ISO 9000 como base de un sistema de la calidad puede mejorar la productividad, reducir los costos e incrementar la satisfacción del cliente.

Además de mejorar la operación interna, las razones de mayor importancia por las cuales las empresas buscan la certificación ISO 9000 incluyen:

El cumplimiento de obligaciones contractuales. Algunos clientes ahora requieren certificación a todos sus proveedores. Aquellos proveedores que no busquen el registro finalmente perderán clientes.

Cumplir con reglamentaciones comerciales. Muchos productos vendidos en Europa, como, por ejemplo, el equipo terminal para telecomunicaciones, los dispositivos médicos, los aparatos domésticos a gas, los juguetes y los productos para la construcción, requieren certificación del producto para garantizar la seguridad. A menudo, es necesaria la certificación ISO para obtener la certificación del producto.

El mercadeo de productos en Europa. ISO 9000 es ampliamente aceptada en las naciones que comprenden la unión europea. Se está convirtiendo en un requisito de hecho para efectuar negocios dentro de la región comercial.

Obtención de una ventaja competitiva. Muchos clientes utilizan el registro ISO como base de selección de sus proveedores. Empresas que no lo tuvieran pueden quedar en desventaja en el mercado.

A principios de 1993 sólo aproximadamente 550 localizaciones empresariales en Estados Unidos estaban certificadas. En comparación, en el Reino Unido se habían certificado 20,000 empresas. Al llegar 1997, Estados Unidos tenía más de 12,000 registros, aunque Europa tenía más de 200,000. Sin embargo, ISO 9000 ha sido objeto de bastante controversia. Muchos están ahora cuestionando su utilidad.¹⁶ La unión europea ha solicitado se reduzca la insistencia en el registro ISO 9000, citando el hecho de que las empresas están más preocupadas por "pasar la prueba" que por enfocar sus energías a procesos de calidad. Se están debatiendo nuevas políticas de calidad.

El gobierno australiano ha dejado de solicitar el registro ISO 9000 para contratos del gobierno. El Business Review Weekly de Australia observó que en negocios pequeños y medios, su reputación sigue deteriorándose. Algunos negocios pequeños han quedado prácticamente destruidos por la tarea de implementar costosos y oficiosos sistemas de aseguramiento de la calidad ISO 9000 que tienen muy poca relación con su negocio". Ciertamente, resultará interesante observar lo que ocurre en el futuro cercano.

Guía de Prácticas

Prácticas de la unidad 1

PRÁCTICA No. 1

Fecha	Grupo		
No de alumnos por práctica	No. de alumnos por reporte		
Nombre y firma del profesor			
Nombre (s) del alumno (s)			
Tiempo estimado	1	Hrs	Calificación

1. Objetivo.

Identificar las actividades de aseguramiento de la calidad y de control de calidad que se pueden presentar en una empresa, con el fin de diferenciarlas y comprender el concepto mismo

2. Materiales y/o equipos.

Hojas blancas, lápiz, pluma y borrador

3. Desarrollo general.

- 1.- formar equipos de 2 personas
- 2.- revisar el objetivo del ejercicio y observar la lista proporcionada por el profesor
- 3.- colocar una A si es una actividad de aseguramiento de calidad

LISTA DE ACTIVIDADES

- a) Facturar pagos a empleados
- b) Colocar etiquetas o tarjetas de identificación de los materiales una vez que se han inspeccionado
- c) Definir y documentar la política de calidad de la empresa
- d) Realizar auditorias a proveedores
- e) Calibración y ajuste de equipos de medición
- f) Formación de equipos para prever problemas de calidad
- g) Realización del plan de calidad

- h) Revisión de la maquinaria en el taller de herramientas
- i) Proceso de pago a materia prima
- j) Capacitación del personal en cuanto a uso de técnicas estadísticas
- k) Seguimiento al CEP

4. Resultados y conclusiones de la práctica por parte del alumno.

Prácticas de la unidad 1

PRÁCTICA No. 2

Fecha				Grupo
No de alumnos por práctica			No. de alumnos por reporte	
Nombre y firma del profesor				
Nombre (s) del alumno (s)				
Tiempo estimado	2	Hrs	Calificación	

1. Objetivo.

Utilizar el Diagrama de Pareto como una forma especial de gráfico de barras verticales que ayuda a determinar que problemas resolver y en que orden.

2. Materiales y/o equipos.

Hojas blancas, lápiz, pluma y borrador

3. Desarrollo general.

Selecciona un problema empresarial del cual puedas utilizar los siguientes puntos para resolverlo

- Colectar los datos en la hoja de registro/verificación
- Construir los ejes "x" y "y".
- Determinar en "y" el total de errores de cero a 100%
- Construir una barra de causa o error, comenzando por la mayor.
- Trazar la línea acumulativa.
- Identificar claramente las barras.
- Anotar fecha, período y responsable de los diagramas.

4. Resultados y conclusiones de la práctica por parte del alumno.

Prácticas de la unidad 1

PRÁCTICA No. 3

Fecha				Grupo
No de alumnos por práctica			No. de alumnos por reporte	
Nombre y firma del profesor				
Nombre (s) del alumno (s)				
Tiempo estimado	2	Hrs	Calificación	

1. Objetivo.

Identificar el conocimiento adquirido en teoría sobre las filosofías de calidad

2. Materiales y/o equipos.

Hojas blancas, lápiz, pluma y borrador

3. Desarrollo general.

Describe las frases sobre calidad que nos menciona cada uno de los teóricos destacados en la materia:

4. Resultados y conclusiones de la práctica por parte del alumno.

Prácticas de la unidad 1

PRÁCTICA No. 4

Fecha	Grupo		
No de alumnos por práctica	No. De alumnos por reporte		
Nombre y firma del profesor			
Nombre (s) del alumno (s)			
Tiempo estimado	3	Hrs	Calificación

1. Objetivo.

Clasificar las responsabilidades de calidad que se proporcionan, de acuerdo a las subdivisiones de la organización del área de calidad

2. Materiales y/o equipos.

Hojas blancas, lápiz, pluma y borrador

3. Desarrollo general.

Analizar cada una de las responsabilidades marcadas en el listado, colocar una **CP** si es una responsabilidad que pertenece a la subfunción de control de producto, una **IC** si pertenece a ingeniería de calidad y una **IE** si es de ingeniería del equipo informativo

- 1.- Definir las características de calidad y los parámetros de proceso a controlar
- 2.- Definir el sistema de identificación, mantenimiento y calibración del equipo de medición
- 3.- seleccionar el equipo de medición para cada característica de calidad del producto
- 4.- Planear el sistema de calidad de la empresa
- 5.- Seleccionar la norma de calidad bajo la cual se va a trabajar en la empresa
- 6.- Realizar las inspecciones y pruebas al producto en proceso, producto terminado y materia prima
- 7.- Planear las auditorías internas al sistema de calidad
- 8.- Definir objetivos y metas de calidad
- 9.- Dar seguimiento a las gráficas de control
- 10.- Proporcionar capacitación al personal
- 11.- Diseñar los dispositivos de medición que se incorporarán al proceso
- 12.- Dar seguimiento a las acciones correctivas y preventivas que se generan.

4. Resultados y conclusiones de la práctica por parte del alumno.

Prácticas de la unidad 2

PRÁCTICA No. 1

Fecha	Grupo		
No de alumnos por práctica	No. De alumnos por reporte		
Nombre y firma del profesor			
Nombre (s) del alumno (s)			
Tiempo estimado	2	Hrs	Calificación

1. Objetivo.

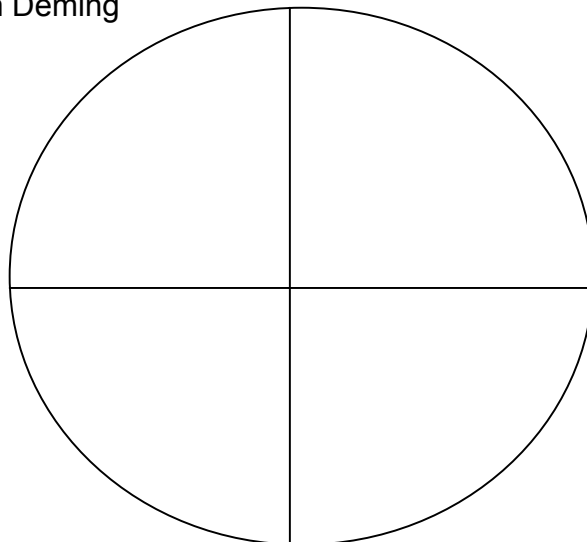
Establece los pasos que se siguen para buscar la mejora de cualquier actividad o proceso

2. Materiales y/o equipos.

Hojas blancas, lápiz, pluma y borrador

3. Desarrollo general.

Establece los pasos que se siguen para buscar la mejora de cualquier actividad o proceso según Deming



4. Resultados y conclusiones de la práctica por parte del alumno.

Prácticas de la unidad 2

PRÁCTICA No. 2

Fecha				Grupo
No de alumnos por práctica			No. De alumnos por reporte	
Nombre y firma del profesor				
Nombre (s) del alumno (s)				
Tiempo estimado	1	Hrs	Calificación	

5. Objetivo.

Identificar el proceso de adecuación de la calidad según la filosofía de Juran

6. Materiales y/o equipos.

Hojas de práctica, lápiz, pluma y borrador

7. Desarrollo general.

Coloca en cada bloque del esquema el nombre según corresponda de acuerdo con Juran

8. Resultados y conclusiones de la práctica por parte del alumno.

Prácticas de la unidad 2

PRÁCTICA No. 3

Fecha	Grupo		
No de alumnos por práctica	No. de alumnos por reporte		
Nombre y firma del profesor			
Nombre (s) del alumno (s)			
Tiempo estimado	2	Hrs	Calificación

1. Objetivo.

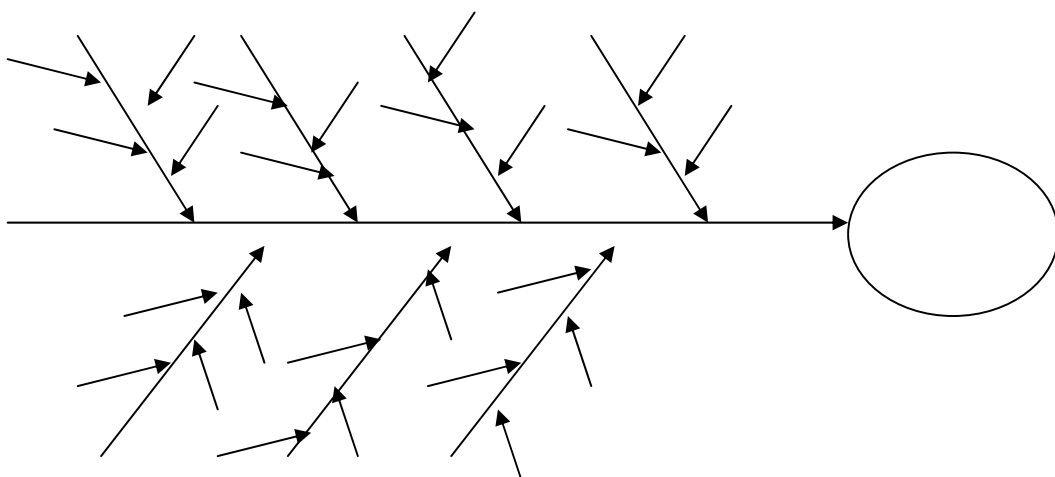
Presentar un problema educativo o laboral en el cual se utilice el esquema de pescado

2. Materiales y/o equipos.

Hojas de práctica, lápiz, pluma y borrador

3. Desarrollo general.

De acuerdo al problema planteado desarrolla el esquema de pescado donde se identifiquen las vertientes según la filosofía de Ishikawa



4. Resultados y conclusiones de la práctica por parte del alumno.

Prácticas de la unidad 2

PRÁCTICA No. 4

Fecha				Grupo
No de alumnos por práctica			No. de alumnos por reporte	
Nombre y firma del profesor				
Nombre (s) del alumno (s)				
Tiempo estimado	1	Hrs	Calificación	

1. Objetivo.

Identificar el conocimiento adquirido en la teoría sobre las 5s

2. Materiales y/o equipos.

Hojas de práctica, lápiz, pluma y borrador

3. Desarrollo general.

Anota la descripción de las 5s y su aplicación dentro del desarrollo laboral.

4. Resultados y conclusiones de la práctica por parte del alumno.

Prácticas de la unidad 3

PRÁCTICA No. 1

Fecha	Grupo		
No de alumnos por práctica	No. de alumnos por reporte		
Nombre y firma del profesor			
Nombre (s) del alumno (s)			
Tiempo estimado	1	Hrs	Calificación

1. Objetivo.

Analizar los diferentes elementos que conforman cada una de las filosofías, compararlas a fin de obtener ventajas y desventajas de las mismas, que podrán guiar a la empresa en el proceso de desarrollo del "sistema de calidad"

2. Materiales y/o equipos.

Hojas blancas, lápiz, pluma y borrador

3. Desarrollo general.

Formar equipos para desarrollar el cuestionario y las conclusiones

CUESTIONARIO:

¿Cuál es la importancia del estudio de las diferentes filosofías de calidad?

¿Cuál de las filosofías considera es difícil de llevar a la practica y porque?

¿Ejemplifique el ciclo de mejora continua, para una actividad académica?

¿Cómo repercuten los valores culturales en México, para la aplicación eficiente de cualquiera de las filosofías

4. Resultados y conclusiones de la práctica por parte del alumno.

Prácticas de la unidad 3

PRÁCTICA No. 2

Fecha				Grupo
No de alumnos por práctica			No. de alumnos por reporte	
Nombre y firma del profesor				
Nombre (s) del alumno (s)				
Tiempo estimado	3	Hrs	Calificación	

1. Objetivo.

Definir las funciones y responsabilidades para las áreas de calidad, analizar las estructuras organizacionales y resaltar las ventajas y desventajas de las mismas

2. Materiales y/o equipos.

Hojas blancas, lápiz, pluma y borrador

3. Desarrollo general.

Integrar equipos, identificar las tareas de calidad que se generan en cada proceso productivo, analizar el organigrama considerando la actividad de la empresa y en especial la política de calidad de la misma

PLANTEAMIENTO

Caso 1. Empresa RBXX

La empresa RBXX es una empresa transnacional que forma parte de un grupo. Actualmente tiene cerca de 200 empleados y se dedica a producir resortes mecánicos (resorte de válvula, para clutch, para bomba de aceite, etc) mismos que en su mayoría son exportados, sus principales clientes son: Ford, Nissan, Chrysler, Caterpillar, Pioneer entre otros. La empresa ha recibido diferentes premios que sus mismos clientes le han otorgado, como reconocimiento a la calidad de su producto, entre los que destacan el Q1 (Ford), Maestro en calidad, cero defectos y excelencia en calidad (Nissan Mexicana). La empresa esta constituida por siete áreas mismas que se muestran en la figura 1. Su política de calidad es: "Ofrecer productos libres de defectos, que satisfagan los requerimientos del cliente. Además buscamos estar entre los mejores en el ramo y dentro del mercado nacional, de manera que se formemos las bases para entrar al mercado internacional".

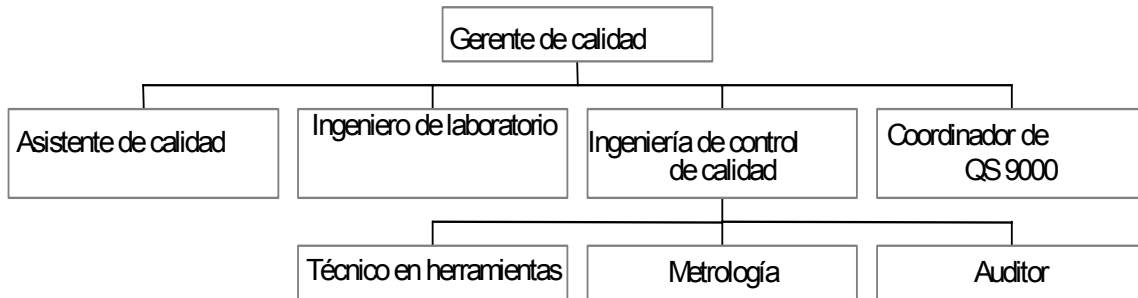
Los principales departamentos de producción son:

- 1) Mantenimiento y taller mecánico: en este departamento se encuentran 25 máquinas herramienta aproximadamente, su función es fabricar refacciones para la maquinaria de la planta, así como dispositivos y herramental para los departamentos de producción.
- 2) Enrolladoras: aquí se inicia la fabricación de los resortes. La materia prima que llega en rollos se transforma en uno de los productos. En este departamento existen aproximadamente 25 máquinas que mediante dispositivos mecánicos de levas enrollan los resortes. Existen alrededor de 10 características a checar en este departamento, que se controlan mediante gages, indicadores, micrómetros, etc. Es la fase inicial de un resorte y si no se controlan las características, el resultado será un resorte defectuoso, cuya falla no se eliminará en ningún otro proceso.
- 3) Hornos: al deformar el material dentro de su estructura, a nivel microscópico se generan micro grietas, si el resorte se usa así, estas se agrandan provocando la rotura del mismo. Para que esto no suceda los resortes después de enrollarlos tienen que pasar al horno.
- 4) Esmeriles: Consta de nueve máquinas esmeriladoras dedicadas a diferentes tipos de resorte. En este proceso se da el acentamiento al resorte y el 85% de las características que tendrá finalmente: altura sólida, escuadrez, perpendicularidad, grueso de puntas, etc.
- 5) Segundas operaciones: en este departamento se llevan a cabo operaciones finales como:
 - a) Prueba de carga del resorte
 - b) Verificación de carga por medio de báscula
 - c) Revisiones 100% en largo libre
 - d) Dobleces de puntas
 - e) Empaque de resortes especiales
 - f) Retrabajos
- 6) Troqueles: en el se realizan los dampers exteriores para resortes de válvula.
- 7) Pintura: Cuenta con dos áreas: cabina para pintura por aspersion y máquina Ronsy para pintura por inmersión. Ambas utilizan una pintura especial. En este departamento se identifican tanto el resorte para clutch como el de compresión ligera.
- 8) Almacén de materia prima. En el se encuentra acomodado el material que viene en rollos cuya procedencia es en su mayoría extranjera.
- 9) Almacén de herramientas y refacciones: en esta área se resguardan las herramientas que utilizan los departamentos de producción, así como las refacciones que el departamento de mantenimiento emplea en sus reparaciones.
- 10) Almacén de producto terminado: en esta área se empacan y etiquetan todos los resortes producidos según el cliente lo solicite, además de prepararlas para el embarque.
- 11) Laboratorio metalúrgico: se dedica a la inspección de la materia prima , haciendo diferentes pruebas que los clientes especifican. Cuenta con equipos muy exactos para pruebas y mediciones.

12) Oficina de control de calidad: revisa todas las características requeridas por el cliente y certifica que el producto se encuentre dentro de especificaciones. Si es así se envía al cliente de lo contrario se rechaza el producto y se envía al departamento que origino el defecto.

El organigrama de la empresa se presenta a continuación:

Organización en RB XX



DESARROLLO

ÁREA	FUNCIÓN	RESPONSABILIDADES

VENTAJAS	DESVENTAJAS

4. Resultados y conclusiones de la práctica por parte del alumno.

Prácticas de la unidad 3

PRÁCTICA No. 3

Fecha	Grupo		
No de alumnos por práctica	No. de alumnos por reporte		
Nombre y firma del profesor			
Nombre (s) del alumno (s)			
Tiempo estimado	4	Hrs	Calificación

1. Objetivo.

Seleccionar la norma de calidad aplicable a cada una de las empresas que se describen a continuación.

2. Materiales y/o equipos.

Práctica de caso proporcionada por el profesor Y Notas de clase

3. Desarrollo general.

Integrar equipos. Revisar y analizar minuciosamente las características de cada empresa, seleccionar la norma de calidad aplicable y justificar su respuesta

Empresa: "Resortes XX"

La empresa RBXX es una empresa transnacional que forma parte de un grupo. Actualmente tiene cerca de 200 empleados y se dedica a producir resortes mecánicos (resorte de válvula, para clutch, para bomba de aceite, etc.) mismos que en su mayoría son exportados, sus principales clientes son: Ford, Nissan, Chrysler, Caterpillar, Pioner entre otros. La empresa ha recibido diferentes premios que sus mismos clientes le han otorgado, como reconocimiento a la calidad de su producto, entre los que destacan el Q1 (Ford), Maestro en calidad, cero defectos y excelencia en calidad (Nissan Mexicana). Su política de calidad es ofrecer productos libres de defectos, que satisfagan los requerimientos del cliente. Además buscar estar entre los mejores en el ramo y dentro del mercado nacional, de manera que se formen las bases para entrara al mercado internacional.

Empresa: "MC Plásticos de México"

Es una empresa dedicada a la manufactura del plástico, la cual fabrica una variedad de envases de plástico para otras empresas cosméticas y artículos para el hogar, que a su vez producen para el consumidor final. Por ejemplo MC, Plásticos de México puede proporcionar tapas de plástico decoradas para pintura de zapatos, para que el cliente lo integre al proceso productivo.

Entre sus productos destacan estuches de sombras, lápices labiales y enseres domésticos. Entre sus principales clientes destacan: Ponds de México, Cosméticos Corporación S. A. de C. V., distribuciones domésticas S.A: DE C.V., Jhonson & Jhonson. La empresa esta comprometida con la producción y productos de calidad, por lo que esta implantado su sistema de calidad, basado en las ISO 9000. Su política de calidad es Generar a nuestros clientes una ventaja competitiva, proporcionándole productos de calidad certificada. Fabricando de acuerdo a especificaciones y estándares, a precios competitivos, y un nivel de servicio de calidad con tecnología de punta".

Empresa "Textil Britos S. A. de C. V.

Dedicada al confeccionamiento y producción de ropa de mezclilla, es una empresa cuyo producto tiene reconocimiento en el mercado, lo que se refleja en una alta demanda. Para cubrir su demanda se ve en la necesidad de formar un grupo de maquiladores, entre los cuales destaca la empresa SIMAR S.A.

SIMAR S.A.

Fabrica principalmente overoles para uso industrial y cuenta con un área de 400 metros cuadrados; cuenta con 56 operadores, 16 repartidores de material y 4 administrativos. Actualmente no tiene un sistema de calidad y la política de calidad que maneja la empresa, aunque no esta documentada, es "satisfacer los requerimientos de nuestros clientes".

Empresa: "Servicar S. A. de C. V."

Es una empresa que se dedica a ofrecer servicios de capacitación en mantenimiento de calderas industriales y comerciales, así mismo ofrece el servicio de mantenimiento a calderas complementado con estudios para detectar o establecer el nivel de emisiones de contaminantes. Cuenta con aproximadamente con 25 personas más tres administrativas. Esta comenzando a documentar su forma de trabajo para poder ganar más clientes.

4. Resultados y conclusiones de la práctica por parte del alumno.

Prácticas de la unidad 3

PRÁCTICA No. 4

Fecha	Grupo		
No de alumnos por práctica	No. de alumnos por reporte		
Nombre y firma del profesor			
Nombre (s) del alumno (s)			
Tiempo estimado	2	Hrs	Calificación

1. Objetivo.

Desarrollar una gráfica de tolerancias naturales con una media del proceso.

2. Materiales y/o equipos.

Hojas blancas, lápiz, pluma y borrador

3. Desarrollo general.

Supongamos que en un proceso se han inspeccionado 25 muestras de 5 unidades cada una y que un análisis del gráfico de control demuestra que hay control estadístico tanto en el gráfico de medias como en el de recorridos. Del análisis se han obtenido los siguientes datos:

$$\bar{X} = 14.34 \quad \bar{R} = 0.39$$

La Desviación tipo puede calcularse así:

$$s = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{0.39}{2.326} = 0.168$$

Supongamos que la especificación fuera 14.40 ± 0.45

Los límites de tolerancia natural son $\pm 3 \times 0.168 = \pm 0.51$. Como ± 0.51 es un intervalo mayor que ± 0.45 , se deduce que este proceso no es capaz de cumplir las tolerancias. Los límites de tolerancia natural de ± 0.51 representan lo mejor que puede conseguir el proceso, porque está funcionando un estado de control estadístico (sin causas identificables de variación).

La dimensión media es ligeramente más baja que el valor nominal deseado. Por lo tanto, el porcentaje defectuoso total se reducirá si el proceso se centrarse en un valor medio de 14.40. Incluso si esto se consigue se seguirán produciendo unidades defectuosas, puesto que la variación del proceso es mayor que el intervalo de tolerancia. En esta situación hay tres posibilidades de acción:

1. Reducir la desviación tipo. Como el proceso está en un estado de control estadístico, las causas identificables de variación han sido eliminadas. Por lo tanto, para reducir la desviación tipo se requiere un cambio fundamental del proceso, como sería una revisión general de la maquinaria, un cambio de materiales, etc.
2. Aumentar las tolerancias del producto.
3. Soportar la situación y estar preparado para producir cierto número de unidades defectuosas.

Representar gráficamente esta situación

4. Resultados y conclusiones de la práctica por parte del alumno.

Prácticas de la unidad 4

PRÁCTICA No. 1

Fecha	Grupo		
No de alumnos por práctica	No. de alumnos por reporte		
Nombre y firma del profesor			
Nombre (s) del alumno (s)			
Tiempo estimado	2	Hrs	Calificación

1. Objetivo.

Identificar la aplicación de las siete herramientas de apoyo en el desarrollo de la calidad

2. Materiales y/o equipos.

Hojas blancas, manual de practicas, lápiz, pluma, borrador y calculadora

3. Desarrollo general.

Anota cuales son las **7 H B**

4. Resultados y conclusiones de la práctica por parte del alumno.

Prácticas de la unidad 4

PRÁCTICA No. 2

Fecha	Grupo		
No de alumnos por práctica	No. de alumnos por reporte		
Nombre y firma del profesor			
Nombre (s) del alumno (s)			
Tiempo estimado	2	Hrs	Calificación

4. Objetivo.

Desarrollar una gráfica de tolerancias naturales con una media del proceso.

5. Materiales y/o equipos.

Hojas blancas, manual de practicas, lápiz, pluma, borrador y calculadora

6. Desarrollo general.

Si se tienen los siguientes datos que muestra un registro del número de defectos de pintura por unidad para el equipo de escritorios metálicos que se pintan siguiendo un proceso de inmersión. Los defectos son de todos los tipos concernientes a los defectos de pintura, tal como burbujas y manchas. El diagrama c resultante se muestra en la GRÁFICA SIGUIENTE. Si los puntos hubieran caído fuera de los límites de control, una investigación para determinar si existe una causa asignable. Las causas asignables en este ejercicio podrían ser los cambios en la viscosidad de la pintura, la mezcla, las temperaturas de secado, etc. Los límites de control tanto preliminares como revisados, así como el valor medio se determinan como se muestra a continuación. También los diagramas c con límites variables de control debidos a la variación en la magnitud de la muestra pueden calcularse como se hizo para los diagramas p.

Registro del número de defectos de pintura por unidad para el equipo de escritorios metálicos pintados por inmersión:

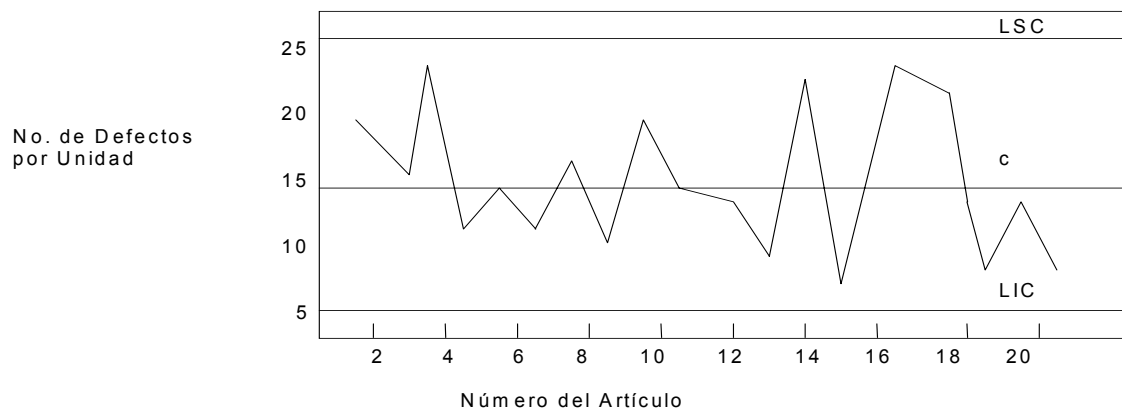
Núm. del Artículo	Núm. de defectos por Unidad	Núm. del Artículo	Núm. de defectos por Unidad	
1	19	11	13	
2	16	12	10	
3	23	13	22	
4	11	14	05	
5	15	15	23	
6	12	16	22	
7	17	17	14	
8	11	18	06	
9	20	19	13	
10	15	20	06	
Total				293

$$\bar{c} = \frac{293}{20} = 14.65 \dots \text{Defectos. por. unidad}$$

$$S_c = \sqrt{\bar{c}} = \sqrt{14.65} = 3.83$$

$$LSC = \bar{c} + 3 S_c = 14.65 + 3 \times 3.83 = 26.14$$

$$LIC = \bar{c} - 3 S_c = 14.65 - 3 \times 3.83 = 3.16$$



4. Resultados y conclusiones de la práctica por parte del alumno.

Prácticas de la unidad 4

PRÁCTICA No. 3

Fecha				Grupo
No de alumnos por práctica			No. de alumnos por reporte	
Nombre y firma del profesor				
Nombre (s) del alumno (s)				
Tiempo estimado	2	Hrs	Calificación	

1. Objetivo.

Medir variables, estándares y capacidades en los procesos de producción.
Desarrollar una gráfica de tolerancias naturales con una media del proceso.

2. Materiales y/o equipos.

Cuadernos de apuntes. Manual de practicas y calculadora

3. Desarrollo general.

1. Indique y describa las etapas de la certificación, describiendo acciones y resultados correspondientes a cada etapa

Etapas de la certificación				
Etapa	Concepto	Acción	Días promedio	resultado

4. Resultados y conclusiones de la práctica por parte del alumno.

Prácticas de la unidad 4

PRÁCTICA No. 4

Fecha				Grupo
No de alumnos por práctica			No. de alumnos por reporte	
Nombre y firma del profesor				
Nombre (s) del alumno (s)				
Tiempo estimado	3	Hrs	Calificación	

1. Objetivo.

Que el alumno identifique sus clientes principales, para que a partir de este, pueda identificar los requisitos del mismo y la forma en los cumple. A partir de esta información el alumno tendrá que plantear la mejora, a través del empleo del ciclo Deming.

2. Materiales y/o equipos.

Hojas blancas, lápiz, pluma y borrador

3. Desarrollo general.

1. Identifica un producto, servicio, actividad o proceso que realices y de la cuál sea responsable, de preferencia académica
2. Realiza un listado de tus clientes para esa actividad, producto o servicio
3. Elige uno de los clientes
4. Escribe las especificaciones del producto, servicio, actividad o proceso que le proporcionas al cliente elegido.
5. Entrevista al cliente e identifica el cumplimiento de dichas especificaciones
6. Analiza las desviaciones que se presentaron
7. Efectúa el plan de mejora

4. Resultados y conclusiones de la práctica por parte del alumno.

Prácticas de la unidad 5

PRÁCTICA No. 1

Fecha	Grupo		
No de alumnos por práctica	No. de alumnos por reporte		
Nombre y firma del profesor			
Nombre (s) del alumno (s)			
Tiempo estimado	3	Hrs	Calificación

1. Objetivo.

Medir el conocimiento adquirido en la teoría por medio de un cuestionario

2. Materiales y/o equipos.

Hojas blancas, lápiz, pluma y borrador

3. Desarrollo general.

Cuestionario ISO 9000

1. Que significa ISO?
2. ¿Quién y en donde se inventaron las normas de administración de la calidad?
3. ¿Quién necesita la norma?
4. enliste la familia de las normas ISO
5. ¿Dónde se aplica la norma ISO 9001?
6. ¿Dónde se aplica la norma ISO 9002?
7. ¿Dónde se aplica la norma ISO 9003?

4. Resultados y conclusiones de la práctica por parte del alumno.

Prácticas de la unidad 5

PRÁCTICA No. 2

Fecha				Grupo
No de alumnos por práctica				No. de alumnos por reporte
Nombre y firma del profesor				
Nombre (s) del alumno (s)				
Tiempo estimado	4	Hrs	Calificación	

1. Objetivo.

Medir el conocimiento adquirido en la teoría por medio de un cuestionario

2. Materiales y/o equipos.

Hojas blancas, lápiz, pluma y borrador

3. Desarrollo general.

Cuestionario QS 9000

¿Cuáles son los puntos que se contemplan en la norma QS 9000?

¿Cuáles son las reglas para poder documentar QS 9000?

¿Qué contiene el manual de calidad?

4. Resultados y conclusiones de la práctica por parte del alumno.

Bibliografía

- 1 Escribir el Nombre del libro o manual
 Escribir el Nombre del autor
 Escribir la Editorial
 Escribir la Edición

- 2 Escribir el Nombre del libro o manual
 Escribir el Nombre del autor
 Escribir la Editorial
 Escribir la Edición

- 3 Escribir el Nombre del libro o manual
 Escribir el Nombre del autor
 Escribir la Editorial
 Escribir la Edición

Etc, etc.