

perder en una noche. Este problema se trata ampliamente con el pretexto de la fiabilidad y formando parte integrante del control de calidad. Es especialmente importante con los artículos caros y con los bienes durables.

El número de años para el que se garantiza que cada producto desempeñará sus diversas características de comportamiento debe aclararse durante la etapa del diseño de la calidad por ser parte de la política de la empresa.

- (c) Se tienen que especificar los métodos de almacenamiento, etc. Cuando se define la vida de un producto es necesario especificar los métodos de almacenamiento, los de inspección y mantenimiento, los de uso, los del suministro de piezas, los del servicio post-venta, etc. Éstos deben estar redactados de manera sencilla y comprensible en el manual de operación del producto. Es responsabilidad del fabricante, especialmente con las máquinas e instrumentos de medida, proporcionar los detalles de inspección y mantenimiento (i.e., los métodos del mantenimiento preventivo) equivalentes a las normas de control de equipos. Cuando los usuarios del producto sean aficionados se tiene que crear una organización de servicios con estaciones de servicio y técnicos de servicio para que se pueda realizar fácilmente la inspección y el mantenimiento periódicos. Los artículos cuya calidad pueda deteriorarse fácilmente durante la distribución, i.e., durante el transporte, en los almacenes o en los mayoristas o minoristas, requieren un control de calidad del empaquetado y la provisión de métodos e instalaciones para el almacenamiento. Además, la garantía de calidad es imposible sin un suministro a largo plazo de recambios.
- (d) La variación en el tiempo de vida tiene que ser pequeña. No es suficiente con que un producto tenga una vida larga sin más; de hecho, es más importante minimizar la variación del tiempo de vida, especialmente con los productos que avanzan rápidamente tales como los televisores. Por ejemplo, está claro que las personas organizarían un jaleo si los tubos de sus televisores duraran solamente un mes, pero no tiene mucho sentido darles una duración de cien años. Va más con el interés del cliente que éste pueda comprar un televisor a un precio razonable y con una duración de cinco a diez años que tener que pagar un riñón por un aparato que durará un siglo.

A veces el tiempo de vida y el comportamiento también están inversamente relacionados. Por ejemplo, bajo ciertas condiciones, si se hace que una bombilla brille más, se puede reducir su vida, mientras que si se hace más tenue, puede alargarla. El equilibrio entre la duración y el comportamiento también se tiene que decidir, como parte de la política y consultando con el cliente.

También puede haber una variación amplia entre los tiempos de vida de productos individuales. Por ejemplo, un cojinete puede desgastarse a los tres meses mientras que otro del mismo tipo puede durar todo un año. Cuando hay una variación tan grande el usuario no sabe cuándo sustituir el producto y está incómodo y desconfiado porque es imposible adivinar cuándo es probable que falle. Las cosas serían mucho más sencillas para el usuario si se supiera que todos los cojinetes fallarán después de unos 200 10 días, puesto que entonces sería suficiente sustituirlos todos el día 190. En otras palabras, todo producto tiene que tener un tiempo de vida adecuado que no debe variar mucho.

- (e) Se tiene que llegar a un equilibrio entre los tiempos de vida de los diferentes componentes. En los productos que consisten en montajes de diversas piezas surge la cuestión del equilibrio y la variación entre los tiempos de vida de las diferentes piezas y las características del comportamiento. Por ejemplo, puede constituir una cualidad superflua el que ciertas piezas tengan tiempos de vida más largos que los de una determinada pieza crítica. Una nevera no hará de nevera si se rompen las bisagras de su puerta o pierde el aislamiento aunque su mecanismo refrigerador todavía funcione. Claro está que tiene que haber recambios disponibles para las piezas de vida corta, tal como se explicó más arriba.

(3) Acciones que se han de acometer cuando se entrega una unidad defectuosa a un cliente

Como se ha explicado antes, los productos defectuosos aparecen en varias etapas del proceso de fabricación y venta, pero aquí me gustaría hablar de la acción que hay que acometer, desde el punto de vista de la garantía de calidad, cuando un cliente descubre un producto defectuoso. Esto es lo mismo que el procesado de las reclamaciones (ver las secciones 1.4.1 y 6.14). Como se ilustra en la Figura 4.2, está claro que tenemos que descubrir las insatisfacciones y quejas latentes así como hacer frente a las manifiestas.

- (a) Rapidez y sinceridad. Sea lo que sea lo bueno y lo malo de la situación, el cliente se siente insatisfecho, y lo más importante es adoptar una actitud consciente y analizar la reclamación sin demora.
- (b) Reposición inmediata. Es importante sustituir inmediatamente el producto defectuoso por uno bueno, pero es erróneo pensar que la garantía de calidad termina aquí. Se tiene que identificar la causa del defecto y se tienen que llevar a cabo las modificaciones para prevenir su reparación descritas en el punto (i) más adelante, para asegurarse de que no se vuelve a entregar a los clientes la misma clase de producto defectuoso.

- (c) Pago de una compensación, si está especificado en el contrato. En Japón los contratos no contienen casi nunca cláusulas de penalización que especifiquen lo que sucedería si se incumple el contrato. Se tienen que hacer esfuerzos por hacer que los contratos sean más claros y más racionales.
- (d) Periodo gratuito de reparación. Puesto que, naturalmente, los costes de la reparación gratuita están incluidos en el precio del producto, es necesario revisar si se debe utilizar ese dinero para que, en primer lugar, sea menos probable que se estropee el producto, o hacer que el producto tenga una calidad ligeramente inferior y que se repare fácilmente.
Según el producto, puede ser ventajosa, desde el punto de vista de los costes, la adquisición de tecnología de reparación y el servicio al cliente para sustituir submontajes completos o los productos cuando fallan y ocasionan reparaciones en masa en vez de reparar los productos uno a uno. Esto ha alcanzado mucha importancia con la reciente y extendida adopción de piezas electrónicas. Otra posibilidad podría ser eliminar el periodo de reparaciones gratuitas y cobrar todos los servicios post-venta y vender el producto a un precio más bajo.
- (e) Provisión de la asistencia técnica. Con muchos productos, especialmente los de consumo durables actuales de larga vida, se tiene que proveer una red de asistencia técnica para atender a los productos cuyo comportamiento se haya deteriorado o que se hayan estropeado después del periodo de reparaciones gratuitas, para llevar a cabo las comprobaciones del mantenimiento preventivo y para suministrar piezas de recambio.
- (f) Relaciones públicas y provisión de manuales del usuario que establecen las normas de uso. Una causa corriente de que los productos se estropeen o no den todo su rendimiento es el mal uso. Para evitarlo hace falta que las empresas proporcionen manuales del usuario que detallen los métodos de uso que sean leídos y seguidos; también hace falta que el diseño de la calidad tenga en cuenta el posible mal uso. Esto también está muy relacionado con la responsabilidad civil por el producto explicada en la sección 6.6.
- (g) Preparación de las normas de inspección periódica para el mantenimiento preventivo. Con frecuencia los productos no se suministran con ellas y, a veces, aun cuando se proporcionen, el intervalo de inspección es demasiado corto, bien porque falta confianza en el producto, el mantenimiento es demasiado complicado y demasiado difícil de llevar a cabo, o se necesitan habilidades especiales para dar el servicio y se dispone de demasiados pocos talleres de asistencia técnica o de personal bien entrenado. Un problema concreto en Japón es que, aunque existan tales normas, las personas tienen la mala costumbre de no seguirlas y suelen esperar a que un producto se estropee antes de hacer nada al respecto. Aunque

pueda haber problemas porque las normas de mantenimiento sean demasiado detalladas y los costes de mantenimiento demasiado elevados, hay que hacer esfuerzos en relaciones públicas para advertir del hecho de que el mantenimiento periódico a la larga beneficia al consumidor. En el pasado le ha costado arrancar a este tipo de esfuerzo en las relaciones públicas.

La posibilidad de dar servicio a los productos debe evaluarse durante las etapas de diseño y fabricación del prototipo, e introducir modificaciones si se descubren problemas. Cuando no se puede convencer a los usuarios de que realicen el mantenimiento necesario a pesar de todos estos esfuerzos, o bien tienen que diseñarse sus productos para que la inspección y el mantenimiento sean sencillos o innecesarios, o bien el fabricante tiene que adoptar medidas activas para enviar a sus propios técnicos a que den el servicio a sus productos.

- (h) Suministro de repuestos a largo plazo. La vida de un producto varía considerablemente según cómo se use y si está bien mantenido; pero el asegurarse de que se dispone de repuestos durante un periodo de tiempo relativamente largo es una parte importante de la garantía de calidad. Una empresa que no suministre recambios para las piezas desgastadas o rotas de los modelos lanzados el año anterior es un ejemplo típico de organización que no practica la garantía de calidad. Tal como se mencionó en la sección 6.1, se tiene que adoptar una política de que haya un suministro de piezas durante toda la vida. Sin embargo, si no se tiene cuidado, la cantidad de capital e interés retenido en las piezas en stock puede hincharse hasta unas proporciones enormes y también pueden inflarse los gastos administrativos. Cuando se lanzan nuevos productos se tiene que dar una debida consideración a la normalización de las piezas, los costes y la prestación de servicios.
- (i) Medidas para prevenir la reparación de reclamaciones. Éstas son exactamente las mismas que las medidas para la prevención de la reparación de problemas explicadas en la sección 1.5.3. Querría volver a hacer hincapié aquí en que el enfoque antiguo de no hacer más que sustituir un producto defectuoso por uno bueno, repararlo gratis o comprobarlo y arreglarlo en un taller de asistencia técnica no hace nada por mejorar la garantía de calidad. El punto crucial de la cuestión es si la información obtenida de estas acciones es retroalimentada o no a los lugares que la necesitan. Por excelentes que sean las reglamentaciones sobre el tratamiento de las reclamaciones de una empresa, se quedarán en agua de borrajas a menos que este tipo de información esté adecuadamente ordenada y se informe de ella al lugar necesario en el momento necesario, y se acometan acciones para la prevención de la reparación de los problemas. La información

recogida por los talleres de asistencia técnica y de reparaciones, e.g., datos sobre la duración de las piezas y los modos de fallo, constituye una valiosa información para mejorar la fiabilidad. Claro está que esta información tiene que someterse al análisis de Pareto, y la acción para prevenir la reaparición de los problemas tiene que ser llevada a cabo hasta llegar a una conclusión positiva.

6.5 Fiabilidad

Las Normas Industriales Japonesas definen dos términos que significan fiabilidad: "shinraisei" y "shinraido". La primera es: "La capacidad de un artículo para realizar una función determinada bajo unas condiciones definidas y durante un periodo de tiempo definido", mientras que la segunda es: "La probabilidad de que un artículo realice una función determinada bajo unas condiciones definidas y durante un periodo de tiempo definido". Sin embargo, desde el punto de vista del sentido común, la fiabilidad es una cuestión de si un producto se puede comprar con confianza y ser usado con confianza durante un periodo de tiempo largo.

La fiabilidad es así una característica de calidad y alcanzarla es una actividad de garantía de calidad. En esta sección querría explicar la fiabilidad como si fuera un aspecto de la garantía de calidad.

La diferencia entre la fiabilidad como característica de calidad y las características de calidad normales es que hace hincapié en las diferentes condiciones de uso y en el factor tiempo, y que hace falta mucho tiempo y dinero para medirla. A menudo también es difícil o imposible de ensayar.

Esto significa que se tienen que llevar a cabo ensayos de fiabilidad bien planificados en todos los pasos del desarrollo de un nuevo producto, desde la etapa de diseño en adelante, para las piezas, los submontajes y el producto completo. Igualmente, mientras se están controlando satisfactoriamente los procesos y llevándolos al estado de control, la información del mercado debe ser retroalimentada con habilidad y acometerse acciones de prevención contra las causas próximas y básicas de la no fiabilidad. Cuando Shewhart empezó a practicar el control de calidad estadístico dijo que la posibilidad de predicción y la fiabilidad están determinadas por el control y que el estado controlado estadísticamente es básico para la fiabilidad.

Históricamente la fiabilidad se convirtió en un problema por las cuatro razones siguientes:

- (1) Los productos (por ejemplo, los cables telefónicos) empezaron a necesitar tiempos de vida más largos.
- (2) Las condiciones de uso se hicieron más duras.

- (3) Los tiempos de desarrollo de nuevos productos se hicieron más cortos.
- (4) Aumentó la cantidad de productos que utiliza números muy elevados de piezas. Los productos de más de un millón de piezas tales como los cohetes espaciales, los bastidores de ordenadores y las plantas químicas complejas que tienen sistemas de control automático intrincados no funcionarán correctamente si tienen una proporción de piezas defectuosas de incluso una parte por millón. Las proporciones de defectos tienen que mantenerse incluso por debajo de este bajísimo nivel.

Si un cohete tiene 1,300.000 piezas y la proporción de piezas defectuosas es de una parte por millón, la probabilidad de que despegue con éxito si el fallo de una sola pieza hiciera que se estrellara es:

$$\left(1 - \frac{1}{1,000,000}\right)^{1,300,000} \approx 0,27$$

La probabilidad de éxito es, por tanto, del 27%; i.e., de media, sólo 27 de 100 cohetes despegarán con éxito. Un ejemplo más sencillo podría ser el de un producto con 100 piezas y una proporción de piezas defectuosas del 1%. En este caso la probabilidad de éxito es:

$$\left(1 - \frac{1}{100}\right)^{100} \approx 0,37$$

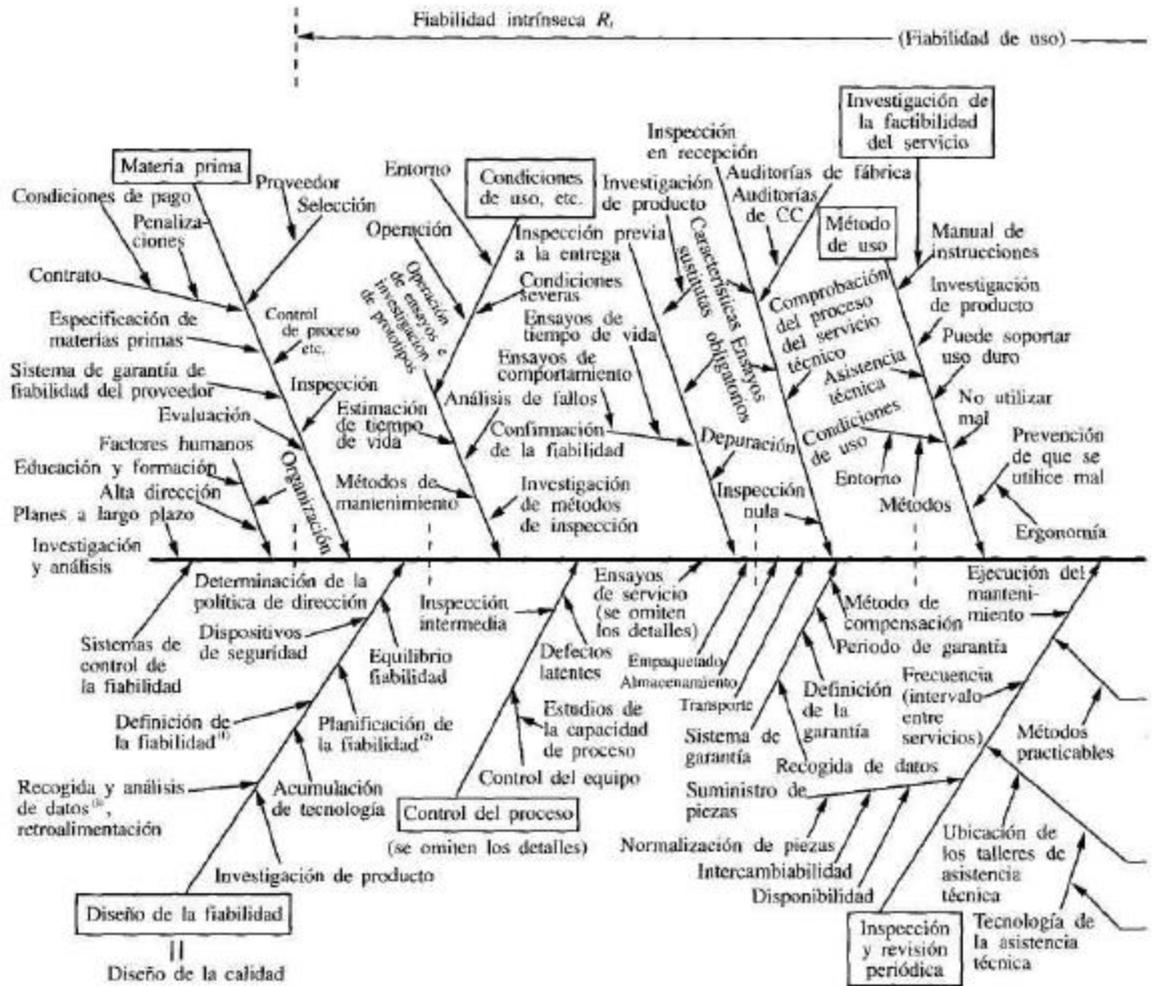
i.e., del 37%. Con sólo diez piezas, la probabilidad de éxito será:

$$\left(1 - \frac{1}{10}\right)^{100} \approx 0,904$$

o del 90% aproximadamente. Como indican estos ejemplos, es imposible hacer mecanismos complejos muy fiables con piezas o diseños convencionales, lo que significa que tenemos que pensar en reducir las proporciones de piezas defectuosas a niveles bajísimos o en introducir la redundancia en el diseño (i.e., incluir circuitos de reserva, piezas en espera, etc.). Esto ha ocasionado la competencia entre diferentes países y empresas para aumentar la fiabilidad. Los problemas de la fiabilidad avanzada deben estudiarse en trabajos especializados. Aquí me gustaría considerar la fiabilidad desde el punto de vista básico y del sentido común.

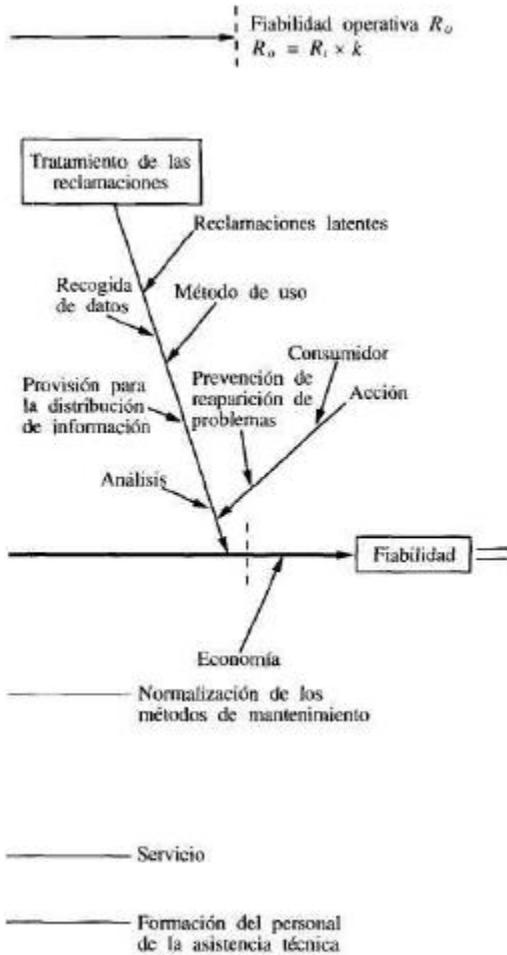
Desde el punto de vista del consumidor o usuario, podemos empezar por dividir la fiabilidad en los tres tipos siguientes:

- (1) Fiabilidad antes de la compra: esta es la fiabilidad de una empresa determinada, i.e., si los clientes consideran que sus productos son siempre buenos y creen que los pueden comprar con confianza.



- (1) Para cada elemento de la fiabilidad en el extremo derecho de las flechas.
- (2) Planes individuales para la garantía de la fiabilidad relativa a (1).
- (3) Recogida y análisis de datos relativos a los consumidores y a (1) y (2).
Esto también sirve para las flechas principales.

Figura 6.3: Diagrama de causa y efecto para la fiabilidad



Alta fiabilidad, fiabilidad comúnmente esperada.

Fiabilidad de piezas y sistemas.

Fiabilidad de productos, precios, equipos, la propia empresa, el país de origen de la empresa, etc.

Fiabilidad antes, en el momento de, y después de la compra.

La calidad del producto es consistente; los productos se pueden comprar y usar con confianza.

Sentimiento de confianza.

Ausencia de variación en los productos.

Comprar un producto no es jugar a las apuestas.

La fiabilidad es predecible.

El diseño es sencillo.

Vida del producto: 1) Vida adecuada; no hay cambios en el comportamiento o la capacidad del proceso, no hay cambios en la calidad. Definición de la vida del producto.

2) Pequeña variación en la vida del producto.

3) Duraciones equilibradas.

Fracción de unidades defectuosas pequeñísima.

Inspección: 1) Inspección del 100%; inspección automatizada.

2) Ensayos bajo condiciones severas.

3) Ensayos acelerados.

Fallos:

1) Cero fallos.

2) Los fallos son fáciles de detectar y de corregir.

3) Costes de reparación bajos.

4) Criterios claros de enjuiciamiento; educación y formación.

Cero anomalías y artículos anómalos.

No hay interacciones, se pueden utilizar en cualquier parte.

Redundancia: 1) Circuitos y dispositivos en espera.

2) Recambios.

Factores de seguridad, coeficientes y tolerancias.

Funciones protectoras y dispositivos de seguridad.

Método de uso: 1) Soporta hasta un uso duro.

2) Diseño a prueba de fallos.

3) Manual de instrucciones, empaquetado, no utilizar de manera irrazonable.

4) Técnicos de ventas e instructores.

Sistema de garantía.

Inspección y revisión periódica, servicio post-venta:

1) Mantenimiento gratuito.

2) Normalización, educación y formación en métodos de mantenimiento (inspección y revisión periódica).

3) Intervalo largo entre mantenimientos, mantenimiento sencillo.

4) Mantenimiento realizado conforme a las normas.

5) Costes bajos de inspección y mantenimiento.

Suministro de piezas:

1) Piezas fácilmente disponibles.

2) Piezas disponibles durante un periodo de tiempo ilimitado (aun cuando el producto se haga obsoleto).

3) Normalización de piezas.

Empaquetado, almacenamiento, transporte.

Avances técnicos (equilibrio entre la fiabilidad y la obsolescencia).

Pocos cambios en modelos.

Estabilidad de precios.

Credibilidad de la empresa:

1) La empresa es solvente.

2) Publicidad no exagerada.

3) Pronunciamientos verbales del *staff* de ventas.

- (2) Fiabilidad en el momento de la compra: si un producto es bueno en el momento de su compra, y si sus características son inicialmente satisfactorias.
- (3) Fiabilidad después de la compra: si un producto se puede utilizar durante mucho tiempo con tranquilidad.

Los diversos factores que crean la fiabilidad están ilustrados en el diagrama de causa y efecto de la Figura 6.3.

Por supuesto que el análisis estadístico de los datos es importante, pero es bien evidente que no se puede obtener una fiabilidad elevada sin combinar estrechamente la tecnología específica con el control de calidad, mejorar los materiales y las piezas individuales y reducir sus proporciones de defectos a casi cero, y asegurarse de que los procesos están en el estado controlado.

Terminología de la fiabilidad

Aquí me gustaría explicar brevemente algunos de los términos utilizados en fiabilidad (ver JIS Z 8115-1981).

Fiabilidad intrínseca, R_i , es la fiabilidad incorporada a un elemento a través del diseño, la fabricación, los ensayos y otros procesos. Cuantitativamente es el valor de referencia o predicho de la fiabilidad fijado en la etapa de diseño, o el valor de la característica de la fiabilidad obtenido en los resultados de los ensayos de fiabilidad (ver la Figura 6.3).

Fiabilidad operativa, $R_o = R_i \times k$, es la fiabilidad de un artículo en operación o en uso, k es un coeficiente que depende de las condiciones de uso y mantenimiento. Normalmente, $k < 1$ (ver la Figura 6.3).

Fiabilidad de uso es un término que no está incluido en las Normas Industriales Japonesas, y es la parte de la fiabilidad intrínseca incorporada a un artículo por medio de los ensayos, etc. Es parte de la fiabilidad intrínseca en sentido amplio.

Tiempo medio entre fallos, TMEF, es el tiempo medio operativo entre fallos sucesivos.

Fallo inicial o primero es un fallo que sucede en una etapa relativamente precoz, después del primer uso, como consecuencia de fallos en el diseño o en la fabricación, o de la inadecuación al entorno en el que se usa el producto.

Fallo aleatorio o por azar es la rotura esporádica que sucede entre la etapa de los fallos iniciales y la de los fallos por desgaste.

Fallo por desgaste es la rotura que aumenta con el tiempo, como consecuencia de la fatiga, el desgaste o el deterioro.

Vida útil es el periodo durante el cual se puede utilizar convenientemente un producto antes de que la tasa de fallos alcance un nivel inaceptable y ya no sea posible su funcionamiento económico.

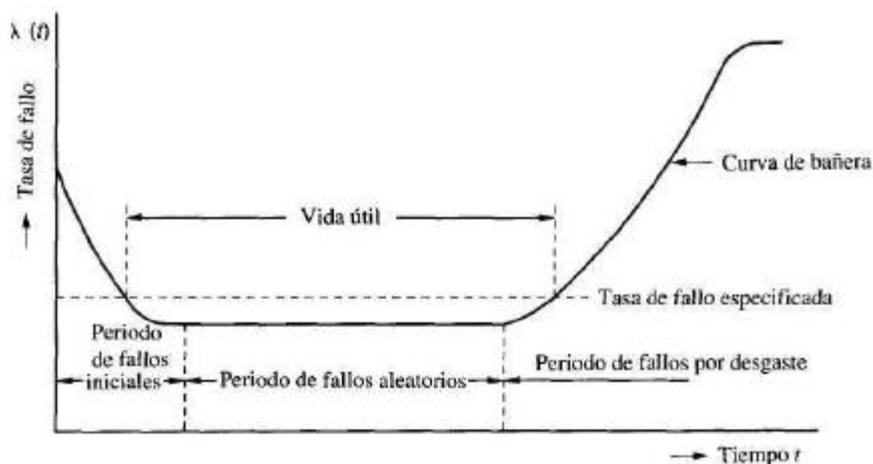


Figura 6.4: Los fallos y su terminología

Fallo gradual es el fallo en el cual las características se deterioran gradualmente con el tiempo y que puede ser predicho por medio de la inspección o la vigilancia.

Fallo súbito es la rotura que sucede inesperadamente y no se puede predecir por medio de la inspección o la observación.

Mantenibilidad es la probabilidad de mantenimiento de un artículo, que se termina bajo condiciones especificadas y durante cierto periodo de tiempo.

Fallo es la pérdida de capacidad de un artículo para realizar una función determinada.

Tasa de fallo es la frecuencia de fallos de un artículo durante un periodo de tiempo continuo en el que el artículo ha funcionado normalmente hasta cierto instante.

Redundancia es la provisión de elementos estructurales adicionales o medios para conseguir una función determinada, para asegurarse de que el sistema en conjunto no falla aunque falle uno de los componentes.

Redundancia paralela es la redundancia en la cual todos los elementos estructurales están conectados funcionalmente en paralelo.

Redundancia de reserva es la redundancia en la cual los elementos constituyentes redundantes se mantienen a la espera, hasta que se conecten cuando el elemento constituyente primario falle.

La Figura 6.4 muestra la relación entre los fallos iniciales, los fallos aleatorios y los fallos por desgaste. Debido a su forma, esta curva se llama curva de bañera. También se parece a las etapas de la vida humana: los fallos iniciales representan la mortalidad infantil como consecuencia de una condición congénita o la falta de resistencia; los fallos aleatorios representan la muerte durante la adolescencia o la primera etapa de la madurez como consecuencia de los

accidentes de tráfico, las enfermedades infecciosas, etc.; mientras que los fallos por desgaste representan la muerte debida a la vejez.

6.6 La Garantía de Calidad y la responsabilidad social (responsabilidad civil por el producto, y daños ambientales ocasionados por el producto)

En relación con la garantía de calidad es necesario considerar la seguridad de los consumidores (la ausencia de riesgo de que un producto ocasione lesiones, enfermedad, muerte, incendio, explosión, etc.), y los trastornos ambientales (gases de escape, ruidos, vibraciones, radiación electromagnética, materiales de desecho, etc.) ocasionados por los productos. Es responsabilidad social de las empresas poner en práctica un programa de garantía de calidad fiable, pero también deben preparar planes de contingencia en caso de un posible litigio. Estas cuestiones se tienen que tratar con muchísimo cuidado, ya que conciernen no sólo a las empresas individuales sino también a industrias completas y al público en general. Esto significa que hay que volver a respetar la humanidad como punto de partida y a garantizar la calidad desde el punto de vista de sus efectos sobre la sociedad.

Puesto que muchos de los problemas de los daños ambientales y los trastornos ocasionados por los productos son cuestiones de sentido común, no se tratarán aquí.

(1) ¿Qué es la responsabilidad civil por el producto?

Me gustaría explicar aquí brevemente la responsabilidad civil por el producto (RCP), puesto que Japón es una sociedad en la que, tradicionalmente, los problemas se han resuelto por medio de discusiones bilaterales y el concepto de responsabilidad civil por el producto no es familiar. La responsabilidad civil por el producto implica consideraciones legales, y las empresas japonesas, especialmente las que exportan a los Estados Unidos y a otros países, deben colocar a expertos en RCP en sus departamentos de garantía de calidad o jurídicos, con objeto de estudiar la cuestión en profundidad e idear estrategias adecuadas. Remito a los lectores a los muchos trabajos especializados publicados sobre este tema⁶.

6

Recomiendo los tres libros siguientes. como introducción a este tema: *Purodakuto Raiabiritü - Seihin Sekinin Mondai o Saguru* (Acometida del Problema de la Fiabilidad del Producto). ed. Kaoru Ishikawa. JUSE Press. 1973: *Seihin Sekinin Jidai no Hinshitsu Hvoii* (Un Buen Sistema para Designar la Calidad en la Era de la RP). ed. Shiøeru Mizuno. JUSE Press. 1974: *Hinshitsu Hosho Gaidobukku* (Guía de Garantía de Calidad). ed. Tetsuichi Asaka y Kaoru Ishikawa, c. 18, "*Hinshitsu to Shakaiteki Sekinin*" (La Calidad y la Responsabilidad Social), JUSE Press, 1974.

La responsabilidad civil por el producto se refiere a la responsabilidad del vendedor de reparar las lesiones corporales o los daños a la propiedad sufridos por el consumidor final de un producto defectuoso vendido. Como ya he mencionado, se dice que Japón es una sociedad en la que los problemas se resuelven más con discusiones personales que con litigios, y los juicios son relativamente raros. Sin embargo, ha habido incidentes tales como los del asunto de la talidomida, el asunto Kanemi y el del "hisso-miriku jiken" [Nota del traductor al inglés: el asunto del Kanemi fue un incidente, en 1968, en el cual murieron 126 personas después de ingerir aceite de cocina contaminado con PCB; el último fue otro incidente de envenenamiento, en 1955, en el cual murieron 126 bebés y más de otros mil fueron afectados por beber leche en polvo contaminada con arsénico], así como problemas con coches defectuosos, envenenamientos alimentarios, etc.

Se dice que Norteamérica es una sociedad pleitista, consciente de los contratos, en la cual las personas están muy dispuestas a llevar sus litigios ante los tribunales. Los pleitos de responsabilidad civil por el producto han aumentado espectacularmente, especialmente a partir de la segunda mitad de 1961, y el total ha alcanzado ya más de un millón. La cuantía de las indemnizaciones también ha aumentado, llegando algunas de ellas a los siete millones de dólares. Se dice que una razón de ello es que Norteamérica tiene muchos abogados que empezaron a buscar trabajo activamente con la RCP alrededor de 1960, cuando se redujo la necesidad de sus servicios en los casos de accidentes de automóviles. Otra razón es que el trabajo con la RCP es un buen negocio para ellos, ya que pueden recibir entre el 30% y el 50% de la recompensa en un juicio a su favor. Los fabricantes y los distribuidores japoneses tienen, por tanto, que mirar con ojos nuevos sus estrategias de prevención de la responsabilidad civil por sus productos, no sólo cuando exportan a Norteamérica y otros países, sino también por ser una cuestión de responsabilidad social. Para conseguirlo, tienen que dar los tres pasos principales siguientes:

- (1) No expedir productos (incluyendo materiales publicados), o emitir publicidad, o articular promesas de comportamiento que puedan ocasionar reclamaciones por RCP.
- (2) Para protegerse contra posibles reclamaciones, recoger los datos que demuestren que los productos no son defectuosos.
- (3) Contratar un seguro de garantía de RCP en previsión de que suceda lo peor. Recientemente, sin embargo, las primas para este tipo de seguro se han ido por las nubes en los Estados Unidos, y se han puesto en la lista negra a algunas empresas, médicos y otros, en especial las líneas de trabajo de alto riesgo, y se les ha negado el seguro. Algunos médicos han renunciado incluso a asistir en los partos o a realizar operaciones debido a las enormes sumas que se conceden por daños.

Sin ponerme demasiado técnico, me gustaría empezar por describir algunos breves ejemplos de reclamaciones de responsabilidad civil por el producto que han sucedido en los Estados Unidos.

Primer caso: las tiendas norteamericanas "hágalo-usted-mismo" venden muchas escaleras para pintar en casa. Un fabricante pensó que sería más fácil hacer el trabajo de pintura si sus escaleras estuvieran provistas de una plataforma sobre la que se pudiera apoyar el bote de pintura. Sin embargo, una persona apoyó los pies en esta plataforma, que se dobló bajo su peso y la hizo caer al suelo, ocasionándole lesiones graves. Puso un pleito contra la empresa, sosteniendo que la escalera no llevaba ninguna advertencia de que era peligroso ponerse sobre la plataforma. Los tribunales fallaron a favor del demandante, y se condenó al fabricante de las escaleras a pagar los daños porque no había provisto una nota adecuada de aviso.

Segundo caso: un cliente provocó un incendio y se quemó su casa al llenar una estufa con gasolina en vez de kerosene. Puso un pleito contra el fabricante, sosteniendo que la estufa no llevaba instrucciones que advirtiera a la gente de no utilizar gasolina. El fabricante perdió el caso porque, aunque había una nota en el tapón del depósito de fuel de la estufa instruyendo a los usuarios a llenar el depósito con keroseno, el aviso no decía que no se debía utilizar gasolina.

Tercer caso: hace unos años, el vidrio endurecido utilizado en el parabrisas delantero de cierto modelo de coche se cambió por vidrio laminado de seguridad. Un vendedor vendió uno de estos coches a un cliente afirmando que el nuevo parabrisas era "totalmente seguro". Sin embargo, el propietario del coche se quedó ciego cuando se cayó la pala de un camión que iba delante y aplastó el parabrisas del coche. El propietario puso un pleito contra el fabricante porque el vendedor había dicho que el parabrisas era totalmente seguro. El fabricante perdió el caso. Los vendedores jamás deben utilizar expresiones como "totalmente seguro", y las empresas deberían recoger listas de tales expresiones tabú.

Cuarto caso: un fabricante de motocicletas puso un cartel publicitario que mostraba a una hermosa muchacha, que llevaba unos pantalones con vuelo, montada en una de sus motocicletas. Resultó que los pantalones con vuelo como aquel eran peligrosos para ir en moto; la firma tuvo mucho trabajo para retirar todos los carteles. El uso de semejante cartel constituiría una prueba de que la empresa decía que era seguro montar con la ropa mostrada. Se tiene que tener mucho cuidado con el contenido de los materiales publicitarios.

Quinto caso: un estudiante tuvo un pequeño accidente cuando se dirigía en coche a la ciudad universitaria en el que hubo involucrado otro vehículo. Su coche se hizo poco daño y nadie fue herido. Al llegar a la universidad, se fue a ver inmediatamente a un catedrático especializado en responsabilidad civil por el producto y le preguntó si podría reclamar una compensación. El

catedrático le dijo que sólo podía reclamar el coste de las reparaciones, pero el estudiante, aparentemente, sugirió que podría ir a ver a su médico, conseguir una nota que dijera que había sufrido un golpe y reclamar la compensación por el sufrimiento mental y la pérdida del salario de diez días de trabajo parcial. A veces se pueden tramitar así reclamaciones fraudulentas de RCP.

Sexto caso: un trabajador fue lesionado por una máquina hecha por cierto fabricante. Esta máquina no tenía ningún dispositivo de seguridad para prevenir que sucediera ese tipo concreto de accidente, mientras que las máquinas de otros fabricantes, sí. Se puso una reclamación contra el fabricante basada en que no se había puesto ningún dispositivo de seguridad, y el veredicto fue en contra del demandado. La sofisticación de los dispositivos de seguridad que se deben incluir en las máquinas se decide según el nivel de tecnología y la concienciación social dominante en ese momento. Esto es, claro está, una cuestión de grado, puesto que si se tratara de hacer un coche perfectamente seguro, por ejemplo, resultaría un producto que costaría millones de dólares. El profesor norteamericano J. M. Juran dijo una vez con enfado que poner en los coches almohadas antichoque y muchos dispositivos de aviso como consecuencia de las campañas de Ralph Nader y otros significaría simplemente que los consumidores tendrían que comprar un producto más caro, y que sería mucho más eficaz hacer que fuera obligatorio el uso de los cinturones de seguridad y prohibir la bebida mientras se conduce.

Estos seis casos probablemente dan una idea general de los problemas implicados en la RCP. Incluso en los Estados Unidos están surgiendo movimientos para la revaluación de los litigios por RCP.

(2) Terminología legal relativa a la RCP

La terminología legal es siempre algo problemática, pero aquí me gustaría dar unas breves explicaciones de algunos de los términos utilizados en el campo de la RLP.

Negligencia es no realizar el cuidado considerado normalmente necesario en una situación particular; en un proceso por negligencia, el demandante tenía que demostrar que el demandado había sido negligente. Sin embargo, posteriormente se adoptó el principio de responsabilidad por producto defectuoso en los litigios de RCP, y el peso de la prueba caía en que el fabricante demostrara que no había habido negligencia y que el producto no había sido defectuoso. Éste fue un avance tremendamente significativo para la prevención de la responsabilidad civil por el producto.

La *garantía post-venta* puede ser explícita o implícita. La garantía explícita o actual surge cuando el vendedor de un producto hace algunas declaraciones sobre el producto. Existe una garantía explícita si tales afirmaciones hacen que el comprador compre el producto. Los ejemplos incluyen el garantizar que un producto es "totalmente seguro", "completamente eficaz", "seguro",

etc. La garantía implícita es la garantía de que un producto de una marca determinada es adecuado para su fin habitual cuando se vende en el mercado abierto. Este concepto de garantía se hizo común en los Estados Unidos en los años treinta.

*Responsabilidad civil causal*⁷ es el término utilizado para expresar el concepto de que los fabricantes tienen una responsabilidad que tiende a la responsabilidad por producto defectuoso, independientemente de la presencia o ausencia de un contrato. En otras palabras, el demandante en un pleito por RCP sólo tiene que demostrar (1) que la lesión o el daño fue consecuencia del producto; (2) que hay un daño importante asociado al producto; y (3) que el defecto ya existía cuando el producto salió del control del fabricante. Este precedente judicial se estableció en 1944, y luego se estableció el principio de responsabilidad civil causal en 1966, basándose en que los costes de las lesiones resultantes de productos defectuosos deberían ser soportados por los fabricantes que pusieran tales productos en el mercado, en vez de las personas lesionadas, que son impotentes para protegerse a sí mismas. Esto provocó un aumento tremendo de los pleitos de RCP.

Japón tiene varias definiciones legales relacionadas con la RCP, tales como la responsabilidad por agresión (Ley Civil, Artículo 709) y la responsabilidad por garantía (Ley Civil, Artículo 570).

La prevención de la responsabilidad civil por el producto expresa el hecho de que, en vista de lo anterior, se tienen que adoptar medidas defensivas. Igual que con el CCT, todo el mundo tiene que ser educado en la importancia de la prevención de la responsabilidad civil por el producto (PRCP), desde los departamentos de planificación y de diseño, pasando por los departamentos de desarrollo, compras, fabricación, garantía de calidad, el departamento de PRCP, y el de ventas y servicios, hasta los subcontratistas y concesionarios. Todo el mundo debe participar en la concepción y puesta en práctica de medidas defensivas, y se deben dar los pasos siguientes:

- (1) Para asegurarse, en primer lugar, de que no surgen problemas de RCP, el fabricante puede realizar las siguientes acciones: investigar detenidamente la seguridad y el posible mal uso de los productos con el fin de eliminar los fallos de diseño. Comprobar que todos los productos son, por lo menos, tan seguros como cualquier producto comparable del mercado. Colocar las piezas que puedan dar lugar, con mucha probabilidad, a reclamaciones de RCP (e.g., las piezas de seguridad de los coches) en una categoría especial, realizar análisis de fiabilidad y fallos, investigar la seguridad de estas piezas durante la vida del producto, y realizar los ensayos adecuados (los problemas de RCP suceden normalmente unos

7

"Strict liability" en inglés; también responsabilidad por producto defectuoso. (*N. de los T.*)

años después del primer lanzamiento del producto). Fabricar los productos haciendo uso de procesos que tengan una capacidad amplia y un control de procesos estricto, e idear medidas a prueba de fallos sólidas. Someter las piezas adquiridas a una calidad estricta y a la garantía de fiabilidad. Suministrar productos que tengan unos avisos fácilmente comprensibles sobre los posibles peligros o malos usos. Comprobar cuidadosamente los manuales de operación, catálogos, manuales de servicio, procedimientos de mantenimiento, carteles publicitarios y otros materiales escritos, fotografías e ilustraciones, desde el punto de vista de la RCP. Indicar claramente cómo usar las medidas de seguridad del producto y los primeros auxilios a adoptar en caso de lesión. Idear métodos para asegurarse de que el usuario no pueda perder las instrucciones de operación o los avisos cuando use el producto. Advertir al *staff* de ventas de que no haga afirmaciones exageradas, y preparar listas de palabras y frases prohibidas. Cuando se suministren materiales escritos respecto al producto en otras lenguas, especialmente en inglés, deben ser comprobados por un abogado cuyo idioma nativo sea el inglés.

- (2) Contratar seguros de RCP.
- (3) Prepararse para los litigios: preparar evidencias que demuestren que los productos carecen de defectos. Investigar métodos para retirar rápidamente los productos defectuosos. Guardar los datos sobre los ensayos de seguridad y fiabilidad realizados durante el desarrollo de los nuevos productos, incluyendo los métodos y los resultados. Asegurarse de que los planos corresponden al producto real. Almacenar los datos sobre el control de procesos por lotes, y preparar las pruebas de que el trabajo se está realizando de acuerdo con las normas de trabajo. Guardar los datos de las inspecciones (de las inspecciones en recepción, las intermedias, las previas a la entrega, y las inspecciones de los concesionarios) para cada lote de producto. A veces, esto significa realizar inspecciones con fines de prevención de la responsabilidad civil por el producto, incluso cuando no sean necesarias para garantizar la calidad. Dedique una cuidadosa atención a recoger otros tipos de datos de garantía de calidad.

Hemos consultado con abogados japoneses sobre el problema de quién debería pagar la compensación de las reclamaciones surgidas por piezas adquiridas o por una inspección inadecuada previa a la entrega por parte de los concesionarios, y la conclusión fue que el fabricante debe aceptar, probablemente, toda la responsabilidad de pagar las compensaciones si se han elaborado los contratos apropiados entre los subcontratistas, el fabricante y sus concesionarios. En tales situaciones el fabricante debe, claro está, contratar un seguro de RCP, y los subcontratistas y concesionarios deben soportar parte del coste de las primas.

6.7 ¿Qué es la inspección?

El término "inspección" se utiliza comúnmente, con bastante ligereza, con varios significados, pero en control de calidad la función de inspección está definida de la siguiente manera en las Normas Industriales Japonesas:

La inspección consiste en juzgar si un artículo individual es defectuoso o no, comparando el resultado de un ensayo realizado por un medio u otro con un criterio de calidad, o juzgando si un lote particular es aceptable o rechazable, comparando el resultado de un ensayo con un criterio de aceptabilidad.

Los términos "medida", "ensayo" e "inspección" se confunden a menudo. En control de calidad, los ensayos y las medidas sólo significan medir algo y obtener datos, y se distinguen estrictamente de la inspección. Fuera de Japón la palabra "inspección" se utiliza con varios significados, lo que ha introducido confusión en la práctica del CC.

Como ya debería estar claro, el propósito de la inspección es garantizar la calidad. Sin embargo, como se explicó en la sección 6.3, aunque la inspección es un paso de la garantía de calidad, no es más que una pequeña parte de la función de garantía de calidad. La función de inspección a que nos referimos aquí no es del dominio exclusivo del departamento de inspección, y tampoco el departamento de inspección debería ocuparse solamente de la inspección. En otras palabras, como se explicará con más detalle en la sección 6.12, las cuestiones de lo que es la inspección y lo que el departamento de inspección debe hacer deben considerarse por separado.

Está claro en el principio básico del control de calidad (que la calidad se incorpora al producto en el diseño y el proceso, no a través de la inspección) que no se pueden hacer productos buenos y baratos con la inspección, independientemente de lo estricta que pueda ser. En particular, la inspección es incapaz de producir productos fiables. Los productos defectuosos no se convierten inmediatamente en buenos con la inspección, y tienen que reprocesarse o desecharse, lo que aumenta los costes. Esto no sólo no es rentable para el productor sino que también es caro para el comprador, quien, en última instancia, tiene que soportar estos costes.

Igualmente, incluso si los gráficos de control de un proceso demuestran que está en estado de control, esto no constituye una garantía de la calidad. Es necesaria la inspección previa a la entrega incluso cuando el proceso está en estado controlado si la capacidad del proceso, i.e., el producto, no satisface las especificaciones.

Como se ha explicado más arriba, el control de un proceso y la inspección son funciones diferentes. No tenemos que olvidar jamás que la acción realizada sobre un proceso debe estar basada en las normas de trabajo y en los límites de control, mientras que la acción realizada sobre los productos o los lotes de productos deben depender de los criterios de inspección.

6.8 Tipos de inspección

Las inspecciones pueden llevarse a cabo por varios métodos, y clasificarse de varias maneras. Cuando se lleva a cabo la garantía de calidad es necesario revisar ocasionalmente los planes de inspección e investigar qué clase de inspecciones deberían llevarse a cabo en cada etapa del proceso de fabricación.

(1) Clasificación según el número de artículos inspeccionados

- (a) Inspección del 100% (cribado): en este tipo de inspección se comprueban individualmente todas las unidades de producto para separar las piezas buenas de las malas. Puesto que en este tipo de inspección los errores cometidos por el inspector son generalmente altos, el proceso de inspección tiene que ser analizado y controlado haciendo uso del enfoque del control del proceso, estratificando el producto según prioridades, y volviendo a verificar el trabajo de inspección por medio de un muestreo. A menudo, la inspección del 100% es una inspección sensorial que requiere un control constante de los criterios de inspección.
- (b) Inspección por muestreo: la inspección por muestreo a que nos referimos aquí es la basada en la teoría estadística; no significa simplemente comprobar muestras sacadas al azar como se hacía frecuentemente en el pasado. Es el tipo de inspección en la cual se examina una muestra de producto, con objeto de tomar una decisión sobre la acción que se ha de acometer con un lote completo de producto. Hay varios tipos de inspección por muestreo.
- (c) Inspección de comprobación: este tipo de inspección es para comprobar cambios grandes en los niveles de calidad, con muestras pequeñísimas. En la mayoría de los casos no se realiza para acometer acciones con un producto sino que se utiliza con fines de control, junto con el control del proceso, o para comprobar el trabajo normal de inspección.
- (d) Inspección cero: no hace falta ninguna inspección para un proceso que está en estado controlado y que todos los productos satisfacen las normas de calidad.

(2) Clasificación según la etapa del flujo del producto

- (a) Inspección en recepción: este tipo de inspección se lleva a cabo para asegurarse de que se compran los materiales conformes con las especificaciones, y para evitar que materiales no conformes entren en el proceso. Sin embargo, es difícil comprar económicamente materiales conformes tan sólo haciendo uso de este tipo de inspección, y los contratos de compra deben ser racionalizados, y los proveedores, cuidadosamente seleccionados, o se deben elegir métodos de inspección que estimulen a los

proveedores a poner en práctica la garantía de calidad y el control de calidad. El enfoque más eficaz consiste en hacer hincapié en el control de calidad del proveedor.

- (b) Inspección intermedia: este es el tipo de inspección llevada a cabo entre procesos, para decidir si un producto o lote puede pasar del proceso anterior al siguiente. También se conoce como "inspección de proceso". La toma de medidas con objeto de suministrar información a un proceso también se conoce a veces como inspección de proceso, pero tales actividades no tienen la verdadera función de la inspección y sería mejor llamarlas "ensayos de proceso" o "medidas de proceso", aunque puedan ser una de las responsabilidades del departamento de inspección.
- (c) Inspección del producto: este tipo de inspección es para decidir si se debe aceptar o rechazar un producto terminado. A menudo, es idéntica a la inspección previa a la entrega, y también se le puede llamar "inspección final". Se combina con la inspección previa a la entrega cuando un producto terminado se expide sin más modificaciones.
- (d) Inspección previa a la entrega: este tipo de inspección se utiliza para decidir si, en el momento del envío, un producto cumple la calidad certificada, si satisfará al cliente, y si se debe enviar o no. Generalmente, es difícil conseguir una garantía de calidad racional solamente con la inspección previa a la entrega; también hace falta un buen control del proceso. Cuando se realiza separadamente de la inspección del producto, la inspección previa a la entrega se centra en los defectos críticos, los defectos graves y las características que pueden sufrir cambios durante el almacenado. Es mejor disponer las cosas para que la inspección por muestreo sea suficiente para esto.
- (e) Inspección durante la entrega: es la inspección llevada a cabo en el momento en que un producto se entrega a un cliente.
- (f) Inspección del producto almacenado: ésta es la inspección llevada a cabo con el producto que ha estado almacenado durante largos periodos de tiempo. Las características a inspeccionar dependerán del tiempo de almacenado.
- (g) Inspección de auditoria: ésta es la inspección para comprobar y diagnosticar si la garantía de calidad y la inspección normal están funcionando normalmente. Generalmente, la lleva a cabo el departamento de garantía de calidad.
- (h) Inspección por terceras partes: ejemplos de éstas incluyen las inspecciones para exportación y otras inspecciones realizadas por el gobierno, y las inspecciones por empresas privadas de inspección, y asociaciones o grupos de consumidores. Este tipo de inspección se lleva a cabo con bienes de consumo generales, bien para la protección de los consumidores o como procedimiento arbitral imparcial para evitar la publicidad exagerada.

da y la competencia desleal. Japón todavía está retrasado respecto a otros países en la introducción de esta clase de sistema.

(3) Clasificación según los detalles de la inspección

- (a) Inspección de autorización/formal: ésta es una inspección para decidir si un prototipo o un nuevo producto entregado por primera vez tiene la capacidad requerida. Este tipo de inspección se utiliza principalmente para inspeccionar la calidad del diseño y la capacidad de proceso.
- (b) Inspección del comportamiento: ésta es una inspección para comprobar si un artículo tendrá el comportamiento requerido.
- (c) Inspección de duración: ésta es una inspección para comprobar si algo puede comportarse según lo requerido durante un periodo largo de tiempo. También podría describirse como inspección de la Habilidad. A menudo las inspecciones de los tipos (b) y (c) no son más que ensayos.
- (d) Inspección severa: ésta es una inspección bajo condiciones severas, y se utiliza principalmente para inspeccionar la fiabilidad.
- (e) Inspección a través de las características sustitutas.
- (f) Inspección analítica (inspección precisa): en las inspecciones para determinar si un producto debiera aceptarse o rechazarse, la inspección se termina tan pronto como se ve que es rechazable una de las muchas características de calidad a inspeccionar; las demás características no se examinan. Los datos de esta clase de inspección no se pueden utilizar para el análisis real de procesos y la mejora. Igualmente, la inspección por muestreo se termina a veces tan pronto como se hayan encontrado suficientes artículos defectuosos para hacer que el lote sea rechazable. Con objeto de que los datos de la inspección sean útiles para el análisis y el control, se tienen que obtener los datos de todas las características de todos los artículos. Este tipo de inspección exhaustiva se llama "inspección analítica". Debido a lo anterior, muchos datos de las inspecciones convencionales tienen el problema de que no se pueden utilizar satisfactoriamente para el análisis y el control. La inspección analítica también es necesaria para ajustar la rigidez de la inspección.

(4) Clasificación según el método de enjuiciamiento utilizado

- (a) La inspección por variables es la inspección en la cual se juzga basándose en las variables.
- (b) La inspección por atributos es la inspección en la cual los artículos del producto se comparan con galgas, muestras estándar, especificaciones, etc., y los productos individuales se juzgan como buenos o malos, o se les asignan diferentes grados.

(5) Clasificación según que los artículos inspeccionados sean utilizables o no

- (a) La inspección destructiva es la inspección en la cual la medición o el ensayo destruye el producto. Con este tipo de inspección, claro está, es imposible la inspección del 100%.
- (b) La inspección no destructiva es la inspección en la cual el producto no es destruido por la medición o el ensayo.

(6) Clasificación según el lugar de la inspección

- (a) La inspección centralizada es la inspección en la cual se recogen los productos en un punto determinado para su inspección.
- (b) La inspección itinerante es la inspección en la cual los inspectores se desplazan y hacen la inspección en diferentes sitios. Conforme avanza el CC este tipo de control va siendo sustituido gradualmente por la inspección autónoma o la comprobación del proceso.

(7) Clasificación según que el proveedor se pueda elegir o no libremente

- (a) Cuando no hay elección del proveedor: en la inspección entre procesos en una fábrica, la inspección previa a la entrega o la inspección en recepción de los materiales de un subcontratista que ha sido designado, no se puede elegir al proveedor. Esto también sirve para la inspección de las piezas, maquinarias y equipos hechos a medida. En tales casos, los lotes aceptables se envían o aceptan tal como están, mientras que los lotes rechazables tienen que ser sometidos a un cribado del 100%, reprocesados, usados con fines diferentes, degradados o desechados. En tales casos, en vez de depender exclusivamente de la inspección, es mucho más eficaz asegurarse de que el proveedor practique un buen control de procesos.
- (b) Cuando se elige al proveedor: con las inspecciones en recepción llevadas a cabo por empresas ordinarias o agencias gubernamentales que no compran a proveedores especificados, generalmente hay un amplio abanico de proveedores y fabricantes especialistas. En este caso es necesario llevar a cabo investigaciones preliminares concienzudas de la fiabilidad de los proveedores y de las prácticas de control de calidad, además de adoptar planes de inspección que permitan el examen de los resultados y que se seleccione a aquellas empresas capaces de suministrar lotes aceptables en el estado controlado. Entonces debe ajustarse como convenga la rigidez de la inspección.

Cuando se compra, generalmente es mejor disponer las cosas para que se pueda adoptar el método (b), siempre que los proveedores se puedan estudiar y elegir racionalmente. En muchos casos se adopta el método (a) debido a que existe una relación especial entre el proveedor y el comprador, aun cuando comprar según el método (b) sería más beneficioso.

6.9 ¿Qué es la inspección por muestreo?

En esta sección explicaré los principios generales de la inspección por muestreo basada en la teoría estadística. Sin embargo, con la inspección por muestreo generalmente es difícil garantizar un porcentaje de unidades defectuosas inferior al 1% en un lote, y es especialmente difícil garantizar los que tengan porcentajes inferiores al 0,1% o del orden de ppm. Por esta razón, aparte de una pequeña cantidad de inspecciones destructivas, la inspección por muestreo no se utiliza mucho en Japón actualmente. Sin embargo, la explicaré brevemente aquí ya que forma parte de los conocimientos básicos del control estadístico de calidad.

6.9.1 Errores de muestreo

Pensemos en un lote que consta de 1.000 piezas, 100 de las cuales son defectuosas, i.e., un lote que tiene un porcentaje de unidades defectuosas del 10%. Si de este lote se saca al azar una muestra de 10 unidades⁸. ¿qué clase de resultado obtendremos?⁹ El sentido común nos dice que la muestra puede contener entre 0 y 10 unidades defectuosas. Las probabilidades de que una muestra contenga unos números específicos de unidades defectuosas se muestran en la Tabla 6.1.

Suponiendo que queramos rechazar los lotes que tengan un porcentaje de unidades defectuosas del 10% o superior (a este valor se le llama porcentaje tolerado de unidades defectuosas en el lote¹⁰), adoptamos un plan de muestreo en el cual sacamos una muestra de 10 unidades de cada lote y aceptamos el lote si la muestra no contiene ninguna unidad defectuosa (en la inspección por

8

Todas las observaciones siguientes se refieren a muestras sacadas al azar de lotes completos. Las tablas de la inspección por muestreo se calculan usualmente bajo la suposición de que las muestras son perfectamente aleatorias y proceden de lotes completos.

⁹ En la siguiente explicación supondremos una inspección adecuadamente controlada y sin errores de inspección.

¹⁰ En inglés, LTPD ("lot tolerance percent defective". En lugar de esta expresión se utiliza algunas veces el término "nivel de calidad límite" (en inglés, LOL (limiting quality level)). Véase "GLOSSARY OF TERMS USED IN THE MANAGEMENT OF QUALITY". EOQC GLOSSARY COMMITTEE. European Organization for Quality. Sixth Edition, junio 1989, pp 103 y 737. (*N. de los T.*)

Tabla 6.1: Probabilidad de que aparezcan unidades defectuosas en una muestra ($N = 1.000$, $P = 10\%$, $n = 10$)

Número de unidades defectuosas en la muestra	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
Probabilidad	0,35	0,39	0,19	0,06	0,01	-	-	-	-	-	-	1,00

- Los guiones representan probabilidades pequeñísimas

muestreo esto se expresa por « ≤ 10 , a (ó c)=0¹¹), pero lo rechazamos si la muestra contiene una o más unidades defectuosas (i.e., si $r=1$). Aunque hagamos esto, se aceptarán aproximadamente el 35% de los lotes que tengan un porcentaje de unidades defectuosas del 10%. Los errores de muestreo de este tipo son inevitables con la inspección por muestreo.

En este ejemplo hay una probabilidad del 35% de que se acepten los lotes que tienen un porcentaje de unidades defectuosas igual al porcentaje tolerado (10%), en contra de los deseos del cliente; esta clase de error se llama "riesgo del consumidor".¹² El riesgo del consumidor, expresado por β es la proporción de lotes "malos" aceptados, i.e., la probabilidad (35%) de que sean aceptados. La probabilidad de aceptar lotes con un porcentaje de unidades defectuosas superior al porcentaje tolerado será inferior a β

Consideremos ahora la situación en la cual un lote de 1.000 piezas que tiene un porcentaje de unidades defectuosas del 5% llega para su inspección. Si el porcentaje tolerado es del 10%, el productor puede pasar este lote, pero ¿qué sucederá si seguimos utilizando el mismo plan de muestreo, con $n=10$ y $a=0$? Como puede verse en la Tabla 6.2, este lote se rechazará con una probabilidad del 100%-60%=40%. En otras palabras, el lote puede ser rechazado

Tabla 6.2: Probabilidad de que aparezcan unidades defectuosas en una muestra ($N = 1.000$, $P = 5\%$, $n = 10$)

Número de unidades defectuosas en la muestra	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
Probabilidad	0,60	0,32	0,07	0,01	0,001	-	-	-	-	-	-	1,00

¹¹ En la inspección por muestreo a es el "número de aceptación", mientras que $a + 1$ o r es el "número de rechazo". A veces se utiliza c en vez de a .

¹²

Esto es equivalente al error de tipo I, el tipo de error de "despiste".

aunque debería ser aceptado. Este tipo de error¹³ se llama "riesgo del productor",¹⁴ expresado por α , y, en este caso, $\alpha = 40\%$.

Como indican los ejemplos anteriores, estos dos tipos de error son inevitables cuando sacamos una muestra de un lote y la utilizamos para decidir si se acepta o se rechaza el lote. En este caso podemos reducir α con el fin de reducir β , o aumentar α con el fin de reducir β . Para reducir ambas, α y β , podemos aumentar n . Sin embargo, esto incrementará los costes de inspección. Por tanto, tenemos que identificar el plan de muestreo óptimo a partir de los aspectos técnicos y económicos, teniendo en cuenta la calidad que deseamos recibir, la calidad que deseamos garantizar y las diversas probabilidades y políticas de gestión implicadas.

Como queda claro en la explicación anterior, la inspección por muestreo se realiza con objeto de aceptar o rechazar un lote, basándose en una muestra sacada de él.

La explicación anterior se refiere al muestreo por atributos, pero sirven las mismas consideraciones para el muestreo por variables cuando se tiene en cuenta la distribución.

6.9.2 Curvas características de los planes de muestreo¹⁵

Por bien que pueda estar controlado un proceso, el porcentaje de unidades defectuosas en los lotes de productos expedidos o aceptados está sometido a la dispersión, y no es infrecuente que varíe, por ejemplo, entre el 35% y el 10%. La Figura 6.5 muestra la probabilidad de que sea aceptado o rechazado un lote para diferentes valores del porcentaje de unidades defectuosas en el lote, p , y para diferentes valores de n y a . Estas curvas se llaman "curvas características de un plan de muestreo" o curvas "CO" (característica operativa).

La figura muestra que cuando se utiliza un plan de muestreo con $n=10$ y $a=0$, como en el ejemplo anterior, la probabilidad de aceptar un lote que tenga un porcentaje de unidades defectuosas del 5% es de 60% (la distancia entre la curva característica y el eje horizontal, o la lectura sobre el eje vertical de la izquierda), mientras que la probabilidad de rechazar este lote es del 40% (la distancia entre la curva y el eje horizontal superior, o la lectura sobre el eje

¹³

Esto es equivalente al error de tipo II, el tipo de error "impulsivo".

¹⁴ Cuando el nivel de calidad aceptable (NCA) ha sido fijado, esta es la probabilidad de rechazar un lote que tenga la calidad NCA. Ver una explicación del NCA en la sección 6.9.5.

¹⁵ En inglés "operating characteristic curves (OC curves)". Véase "Glossary of Terms Used in the Management of Quality". EOQC Glossary Committee. European Organization for Quality. Sixth Edition. Junio 1989, p 737. (*N. de los T.*)

vertical de la derecha). Por tanto, estas curvas son útiles para ver la situación general que se da cuando se utiliza un plan de muestreo determinado.

El muestreo con un n pequeño -e.g., sacar una muestra de un artículo y dejar pasar el lote si esta muestra es buena (i.e., utilizar un plan de muestreo con $n=1$, $a=0$)- está justo en el extremo opuesto del espectro del cribado del 100% de todo el lote¹⁶. Conforme aumenta n , la pendiente de la curva característica aumenta gradualmente y mejora la capacidad de detección del plan de muestreo. También se puede ver que las características de inspección difieren considerablemente con curvas características que tienen la misma relación entre el número de aceptación y el tamaño de la muestra (e.g., $a/n=1/10$) pero diferentes tamaños muestrales (e.g., $n=10$, $a=1$, y $n=50$, $a=5$). Para el mismo valor de n la curva CO se desplaza hacia la derecha al aumentar a .

La curva característica está más o menos decidida si el número de piezas a inspeccionar, n , y el número de aceptación, a , o el número de rechazo, r , están fijados. Si no se consideran los factores económicos, cuanto más pendiente tenga la curva característica, más eficaz será la inspección, puesto que esto reduce la incidencia de los dos tipos de error. En el caso ideal -e.g., cuando queremos aceptar lotes con un porcentaje de unidades defectuosas del 3% o inferior, y rechazar los lotes con un porcentaje de unidades defectuosas mayor del 3% -la curva CO debe ser una perpendicular como la línea A de la Figura 6.5. Esto sólo puede conseguirse llevando a cabo una inspección del 100% totalmente carente de errores.

Se debe observar la distinción entre los términos "inspección de aceptación" e "inspección de entrada". El término "inspección de aceptación" se utiliza a menudo para describir una inspección por muestreo cuyos resultados se utilizan para aceptar o rechazar lotes. El término puede utilizarse, así pues, para cualquier tipo de inspección en la cual se aceptan o rechazan lotes, e.g., inspección de entrada, inspección intermedia entre procesos o inspección de expedición. La inspección de aceptación y la de entrada se pueden confundir fácilmente, pero aquí se utilizan los términos en su sentido estricto aunque el uso del primero se ha evitado todo lo posible.

6.9.3 Calidad media de salida (CMS)¹⁷

Cuando la inspección se realiza según un plan de muestreo adecuado, las curvas características explicadas en la sección anterior indican que la proba-

¹⁶

La inspección por muestreo con $n = 1$ es todavía significativa cuando el porcentaje de unidades defectuosas del lote varía mucho, e.g., entre el 0% y el 100%.

¹⁷ En inglés, "average outgoing quality" (AOQ). Véase "Glossary of Terms Used in the Management of Quality". EOQC Glossary Committee. European Organization for Quality. Sixth Edition. Junio 1989, p. 737. (*N. de los T.*)

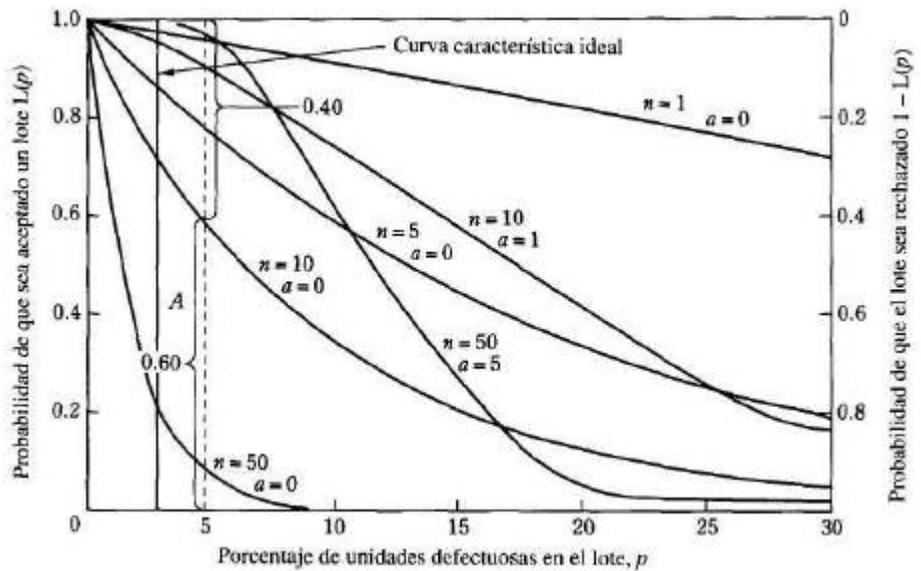


Figura 6.5: Ejemplos de curvas características

bilidad de rechazar lotes que tengan un porcentaje bajo de unidades defectuosas es pequeña, mientras que la probabilidad de rechazar lotes que tengan un porcentaje alto de unidades defectuosas es grande. Esto significa que la calidad media de los lotes aceptados expedidos durante un periodo largo de tiempo será mayor que la calidad media de los lotes previos a la inspección.

Se debe recordar que si se presenta para la inspección de muestreo una sucesión de lotes con un porcentaje de unidades defectuosas del 3%, el porcentaje medio de unidades defectuosas de los lotes aceptados no cambiará, aunque el 20% de los lotes sean rechazados y desechados. En otras palabras, si el porcentaje de unidades defectuosas de los lotes no cambia mucho, la inspección por muestreo sola no reducirá mucho el porcentaje de unidades defectuosas y, por tanto, no es muy significativa.

La diferencia entre las calidades promedios antes y después de la inspección aumenta conforme aumenta el número de piezas inspeccionadas, n ; en otras palabras, aumenta la pendiente de la curva característica. La capacidad de un plan de muestreo para distinguir si un lote es o no aceptable depende principalmente de n , y tiene poca relación con el tamaño del lote, N . Por ejemplo, cuando se inspecciona una muestra de 50 piezas, habrá pocas diferencias

Tabla 6.3: Método para calcular la CMS
(Inspección por muestreo con cribado; $N = 100, n = 5, a = 0$)

Porcentaje de unidades defectuosas antes de la inspección (%)	Porcentaje de lotes aceptados (%)	Porcentaje de lotes rechazados (%)	Método de cálculo	CMS (%)
5	77	23	$5\% \times 0,77 + 0\% \times 0,23$	3,9
10	59	41	$10\% \times 0,59 + 0\% \times 0,41$	5,9
15	44	56	$15\% \times 0,44 + 0\% \times 0,56$	6,6
20	33	67	$20\% \times 0,33 + 0\% \times 0,67$	6,6
25	24	76	$25\% \times 0,24 + 0\% \times 0,76$	6,0
30	17	83	$30\% \times 0,17 + 0\% \times 0,83$	5,1
40	7,8	92,2	$40\% \times 0,078 + 0\% \times 0,922$	3,1
50	3,1	96,9	$50\% \times 0,031 + 0\% \times 0,969$	1,6
60	1,0	99,0	$60\% \times 0,010 + 0\% \times 0,990$	0,6
70	0,2	99,8	$70\% \times 0,002 + 0\% \times 0,998$	0,2

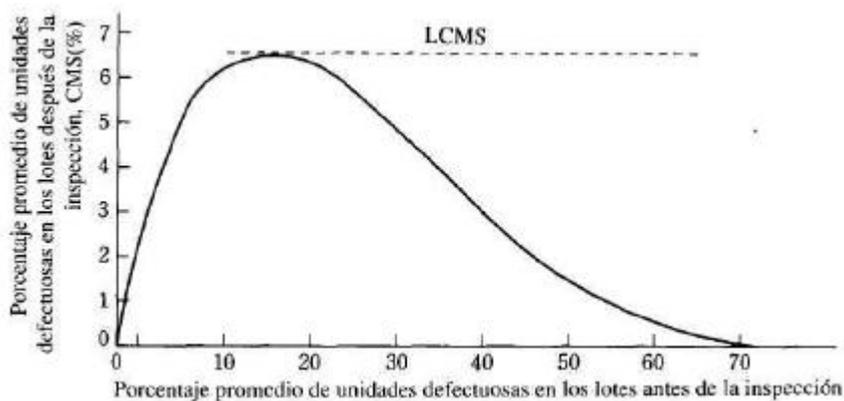


Figura 6.6: Fracción de unidades defectuosas en los lotes antes de la inspección, y la CMS (Inspección por muestreo con cribado; $n = 5, a = 0$)

entre las probabilidades de aceptar el lote del que se ha tomado la muestra tanto si el tamaño del lote es de 1.000 ó 2.000, siempre que los porcentajes de unidades defectuosas de los lotes sean iguales. Solía creerse que el tamaño de la muestra debería ser proporcional al del lote, e.g., la relación entre el tamaño de la muestra y el del lote debería ser $1/20$. Sin embargo, a menudo esto es insatisfactorio, ya que supondría cambiar n junto con el tamaño del lote, y, como indica la Figura 6.5, variaría mucho la capacidad del plan para detectar lotes inaceptables.

El porcentaje medio de unidades defectuosas en lotes de productos después de la inspección, durante un periodo de tiempo largo, mencionado antes, se llama "calidad media de salida" o CMS. Como se ha señalado antes, la CMS mejorará (i.e., la media de los porcentajes de unidades defectuosas disminuirá), incluso con una inspección por muestreo normal, cuando el porcentaje de unidades defectuosas de los lotes entrantes varía mucho, y mejorará todavía más si los lotes rechazados se someten a un cribado del 100%, y sólo se deja pasar a los buenos productos.

Ejemplo: si se utiliza un plan de muestreo con $n=5$ y $a=0$ para lotes de tamaño $N=100$, la CMS se puede calcular como se indica en la Tabla 6.3 si los lotes rechazados se someten a un cribado del 100% y se sustituyen los productos defectuosos por otros buenos. Si se dibuja la CMS frente al porcentaje de unidades defectuosas del lote antes de la inspección, p , se obtiene una curva como la mostrada en la Figura 6.6. Esta curva de la CMS ilustra una de las características de la inspección por muestreo con cribado, que se explica más adelante, y es que la CMS tiene un valor máximo. Este límite superior (i.e., el valor máximo posible del porcentaje medio de unidades defectuosas) se llama límite de la calidad media de salida (LCMS¹⁸; ver la sección 9.6.5).

6.9.4 Tipos de inspección por muestreo

Las investigaciones de H. F. Dodge y H. G. Romig de Bell Telephone Laboratories, a principios de los años treinta, hicieron salir a la inspección por muestreo de los viejos tiempos de las muestras y decisiones tomadas a la buena de Dios, y la introdujeron en la nueva era de la inspección por muestreo basada en la estadística. A continuación se publicaron muchos tipos diferentes de planes de inspección por muestreo para satisfacer a diferentes aplicaciones, pero aquí me gustaría clasificar solamente a los más importantes, mostrados en la Tabla 6.4. Les ruego acudan a trabajos especializados pertinentes para ver los detalles de estos planes.

(1) Clasificación según el método de decisión

- (a) En la *inspección por muestreo por variables* las decisiones se basan en variables.
- (b) En la *inspección por muestreo por atributos* las decisiones se toman basándose en el número de unidades defectuosas o de defectos.

18

En inglés. AOQL (average outgoing quality limit). Véase "Glossary of Terms Used in the Management of Quality". EOQC Glossary Committee. European Organization for Quality. Sixth Edition. Junio 1989, p. 737. (*N. de los T.*)

(2) Clasificación según el método de realizar la inspección

- (a) La *inspección por muestreo basada en las características operativas* es la inspección llevada a cabo según un plan de muestreo particular en el que los lotes de producto se aceptan o rechazan simplemente según que cumplan o no los criterios del plan. Ilustra la filosofía básica de la inspección por muestreo y se utiliza para diseñar otros diversos planes de inspección más complejos, pero casi nunca se utiliza sin modificar.
- (b) La *inspección por muestreo con cribado* es la inspección realizada según un plan de muestreo particular en el que los lotes de producto que satisfacen los criterios de aceptación se aceptan tal como están, mientras que los lotes que no satisfacen estos criterios se someten a un cribado del 100%. Este método se utiliza en las inspecciones previas a la entrega, en las inspecciones intermedias entre procesos y en las inspecciones en recepción en las que no se puede seleccionar al proveedor. También es posible restringir el cribado del 100%, esto es, aplicarlo sólo a algunos lotes.
- (c) En la *inspección por muestreo con ajuste*, primero, la inspección se lleva a cabo según el método normal (i.e., se realiza la inspección por muestreo normal basada en las características operativas). Luego se analizan los datos de la inspección, y el procedimiento de inspección se hace más estricto para los proveedores que obtienen unos resultados malos, o se relaja (e.g., reduciendo el tamaño muestral) para los proveedores que obtienen buenos resultados. Generalmente, la rigidez de la inspección se clasifica en tres grados: normal, estricta y reducida. Sin embargo, la rigidez de la inspección también podría ajustarse en cualquier punto, entre la inspección cero, la inspección de lotes alternos y la inspección de comprobación, hasta la inspección del 100%. Este método se utiliza en las inspecciones de entrada en las que se puede seleccionar a los proveedores, y es una forma conveniente de motivarles para que practiquen el control de calidad.

Los tres métodos anteriores son eficacísimos cuando se utilizan de la manera siguiente: la inspección por muestreo basada en las características operativas se puede utilizar alguna vez para inspeccionar los lotes adquiridos. Sin embargo, los métodos (b) y (c) se utilizan generalmente con más frecuencia. La inspección por muestreo con cribado se utiliza principalmente para las inspecciones previas a la entrega, las inspecciones entre procesos y la inspección en recepción cuando no se puede elegir al proveedor.

- (d) La *inspección por muestreo para la producción continua* se utiliza para inspeccionar los productos producidos continuamente, conforme éstos se desplazan por una cinta transportadora. Su fin es mantener por debajo de

Tabla 6.4: Planes de muestreo

Método de ensayo	Tipo	Plan de muestreo típico	Tipo	Método posible	Año	
Por atributos	Inspección por muestreo en las características operativas	JIS Z 9002	Simple	$p_0, \alpha; p_1, \beta$	1956	
		JIS Z 9009	Secuencial	$p_0, \alpha; p_1, \beta$	1962	
		Tablas de Paul Peach	Simple, doble o secuencial	$p_0, \alpha; p_1, \beta$	1947	
	Inspección por muestreo con cribado	JIS Z 9008	Simple	PTUDL o LMCS	1956	
		Tablas Dodge-Romig	Simple o doble	PTUDL o LMCS	1944	
	Inspección por muestreo con ajuste	JIS Z 9011	Simple	p_c (fracción crítica de unidades defectuosas)	1963	
		MIL-STD 105D (ISO 2859)	Simple, doble o múltiple	CMS, nivel de inspección (3 o 4)	1963	
		JIS Z 9015			1974	
		MIL-STD 1235A			1980	
	Inspección por muestreo para la producción continua	JIS z 9008	—	—	LMCS (con productos individuales como unidades certificadas por la inspección)	1957
Dodge CPS-1		—	—	"		
" CPS-2		—	—	"	1951	
" CPS-3		—	—	"		
Por atributos	Inspección por muestreo basada en características operativas	JIS Z 9003 (σ conocida)	Simple	$p_0, \alpha; p_1, \beta$	1979	
		JIS Z 9004 (σ desconocida)	Simple	σ	1955	
		JIS Z 9010	Secuencial	$m_1, \alpha; m_2, \beta$	1979	
	Inspección por muestreo con ajuste	MIL-STD 414 (ISO 3951)	Simple	Simple	NMS, nivel de inspección (5)	1957
			Simple	Simple	"	1980
		Especificaciones NTT para la inspección por muestreo y por atributos	Simple	Simple	" (3)	1952

cierto valor (el LCMS) al porcentaje medio de unidades defectuosas del producto que pasa por el puesto de inspección. Al principio, el producto se somete a una inspección continua del 100%; ésta se interrumpe y se introduce la inspección por muestreo a intervalos fijos cuando el número de unidades defectuosas cae por debajo de cierto valor especificado. Si se vuelve a encontrar un número especificado de unidades defectuosas, se restituye la inspección del 100%. El plan de muestreo de lotes alternos, llamado SKSP-1, se aplica al esquema de inspección anterior para lotes completos y no para productos individuales.

(3) Clasificación según el número de inspecciones realizadas

Las inspecciones también se pueden clasificar según el número de etapas acometidas cuando se inspecciona un lote.

- (a) La *inspección por muestreo simple* es la inspección en la que la disposición de un lote se decide de acuerdo con una única muestra de n artículos, e.g., 10 piezas.
- (b) La *inspección por muestreo doble* es la inspección en la que la decisión de aceptar o rechazar un lote se puede diferir hasta que se haya tomado una segunda muestra. Primero se inspecciona una muestra de n_1 artículos (e.g., 5), y el lote se acepta si el número de unidades defectuosas de la muestra es igual o menor que a_1 (e.g., 1), y se rechaza si el número de unidades defectuosas es igual o mayor que r_1 (e.g., 3). Si el número de unidades defectuosas es mayor que a_1 pero menor que r_1 (i.e., 2 en este ejemplo), se inspecciona una segunda muestra de n_2 artículos (e.g., 10), y el lote se acepta si el número total de unidades defectuosas en la primera y la segunda muestra juntas (i.e., en una muestra de $n_1 + n_2 = 15$ artículos en este ejemplo) es igual o menor que $a_2 = r_1 - 1$ (2 en este ejemplo), y se rechaza si es igual o mayor que r_1 (3 en este ejemplo).
- (c) La *inspección por muestreo múltiple* es similar al método de muestreo doble, pero se pueden inspeccionar hasta k muestras sucesivas, donde $k > 2$. Si $k = 4$, por ejemplo, la inspección se lleva a cabo como se indica en la tabla siguiente:

Número de la muestra	Número de unidades inspeccionadas (n_i)	Total acumulado de unidades inspeccionadas	Número de aceptación (a_i)	Número de rechazo (r_i)
1	50	50	1	6
2	50	100	3	8
3	50	150	7	11
4	50	200	13	14

- (d) La *inspección por muestreo secuencial* es similar al muestreo múltiple, en el sentido en que los productos se ensayan individual y sucesivamente, o en grupos secuenciales de n artículos y en cada paso, los resultados acumulados se comparan con el número de aceptación, a_i , y el número de rechazo, r_i . Un lote es aceptado si el total acumulado del número de unidades defectuosas es igual o menor que el número de aceptación, y es rechazado si es igual o mayor que el número de rechazo. Si cae entre los dos, se toma otra muestra y se sigue el ensayo.

Cuando se comparan los cuatro esquemas anteriores, generalmente se ve que el tamaño medio de las muestras (TMM¹⁹) es menor en el muestreo secuencial y va aumentando conforme pasamos al muestreo múltiple, al muestreo doble y al simple. Sin embargo, puesto que los métodos múltiple y secuencial son más complicados, los muestreos simple o doble pueden ser más convenientes para el objetivo particular de los métodos de inspección y muestreo utilizados.

6.9.5 Nivel de la calidad y disposición de los lotes después de la inspección

La inspección por muestreo se realiza con el fin de acometer acciones con respecto a los lotes de un producto. Un lote aceptado se deja pasar tal como está, pero un lote rechazado se puede tratar de una de las maneras siguientes:

- (1) Se puede devolver al proveedor el lote completo.
- (2) El lote se puede someter a un cribado del 100%, se separan los artículos defectuosos, se reparan o se sustituyen por otros buenos, y luego se puede dejar pasar el lote.
- (3) Se puede devolver el lote al proveedor, quien tendrá que llevar a cabo un cribado del 100%, reprocesar o sustituir los productos defectuosos y volver a someter el lote a inspección. Cuando se hace esto, el cribado y el reproceso se tienen que controlar y vigilar con especial cuidado, ya que, con frecuencia, un lote rechazado que se haya sometido un número suficiente de veces a inspecciones por muestreo acabará por ser aceptado aunque no se haya llevado a cabo ningún reproceso.
- (4) El lote puede ser enviado a chatarra.
- (5) Se puede degradar el lote y reducir su precio.

El método de disposición, tal como se ha descrito más arriba, se tiene que especificar en las normas o dejar claro en el momento de la firma de los contratos, y luego se tiene que seguir fielmente. Si no se acometen acciones con los productos, los lotes o los precios, la inspección se convierte en un ejercicio sin sentido.

Si se hace lo anterior, ¿qué sucederá al porcentaje de unidades defectuosas del producto que pasa la inspección? Uno de los fines de la inspección por muestreo es mantener el porcentaje de unidades defectuosas por debajo de cierto valor. El porcentaje medio de unidades defectuosas de salida (la CMS)

19

En inglés, ASN (average sample number). Véase "Glossary of Terms Used in the Management of Quality". EOQC Glossary Committee. European Organization for Quality. Sixth Edition. Junio 1989, p. 737. (*N. de los T.*)

se explicó en la sección 6.9.3, pero también se tienen que considerar otros factores, e.g., los requisitos de calidad del comprador, la política del expedidor con respecto al nivel de calidad que quiera garantizar, cómo disponer de los lotes rechazados, etc. En muchos casos, se considera primero el promedio del proceso, \bar{p} , y luego se fijan uno o dos de los parámetros siguientes: NCA²⁰, PTUD, LCMS, $p_0 - \langle$ ó $p_1 - \textcircled{R}$, ó p_{0-50} . Éstos se explican brevemente más abajo.

El *nivel de calidad aceptable* (NCA) es la calidad inferior que se puede aceptar (i.e., el porcentaje máximo de unidades defectuosas). Es un nivel de calidad que se utiliza a menudo en las inspecciones en recepción, y es el valor promedio del nivel máximo de unidades defectuosas que el comprador está dispuesto a aceptar, con vistas al propósito para el cual se vaya a utilizar la materia prima. A veces se determina según las capacidades del proveedor. Por ejemplo, es satisfactorio fijar un NCA del 2% e idear un plan de muestreo adecuado cuando se compra con continuidad a proveedores cuyo porcentaje de unidades defectuosas medio de su proceso es aproximadamente del 1,5%. Sin embargo, habrá una probabilidad mayor de rechazar los lotes de proveedores cuyo porcentaje de unidades defectuosas medio de su proceso sea de 2% o mayor, y, consecuentemente, este plan de muestreo eliminará a tales firmas. Como indica la Tabla 6.4, en la inspección por muestreo con ajuste, se fija el NCA y el plan de muestreo se ajusta según el porcentaje de unidades defectuosas medio de las muestras observadas, \bar{p} , (MIL-STD-105D).

El *porcentaje tolerado de unidades defectuosas* (PTUD) es el límite inferior del intervalo de valores del porcentaje de unidades defectuosas del lote que debería rechazarse preferentemente. El riesgo del consumidor, \textcircled{R} es la probabilidad de aceptar un lote con un porcentaje de unidades defectuosas igual o mayor que el PTUD. Cuando los lotes que pasan la inspección se van a utilizar tal como están en el siguiente proceso o por el consumidor, se puede elegir un plan de muestreo de acuerdo con los valores especificados del PTUD y de \textcircled{R} . En tales casos se utiliza, a menudo, la inspección por muestreo con cribado (ver la Figura 6.7).

El *límite de la calidad media de salida* (LCMS) es el peor valor posible de la calidad media de salida (CMS) de los lotes que han pasado la inspección por muestreo; en otras palabras, es el límite superior del porcentaje de unidades defectuosas del producto de salida.

Como indica la Figura 6.6, la CMS de los lotes que han pasado tiene un valor máximo por encima del cual ya no puede ser peor; este límite "peor" se llama LCMS. Cuando un plan de muestreo se basa en el LCMS, también se tienen que tener en cuenta la fracción media de unidades defectuosas y los

20

En inglés, AQL (Acceptable Quality Level). (N. de los T.)

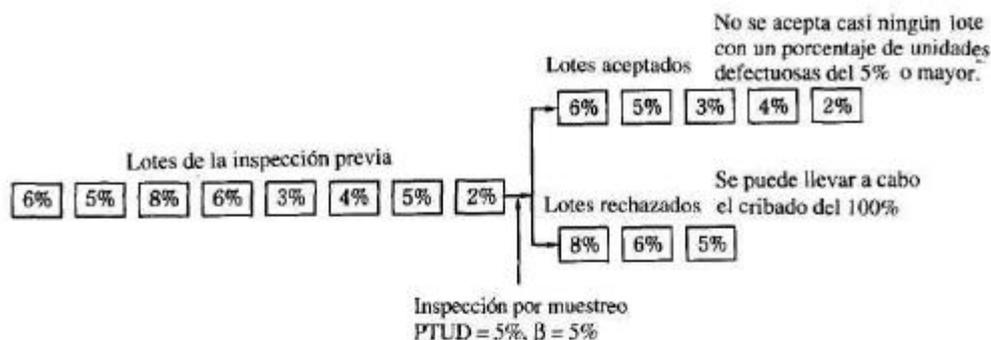


Figura 6.7: Ejemplo de inspección por muestreo basada en el PTUD

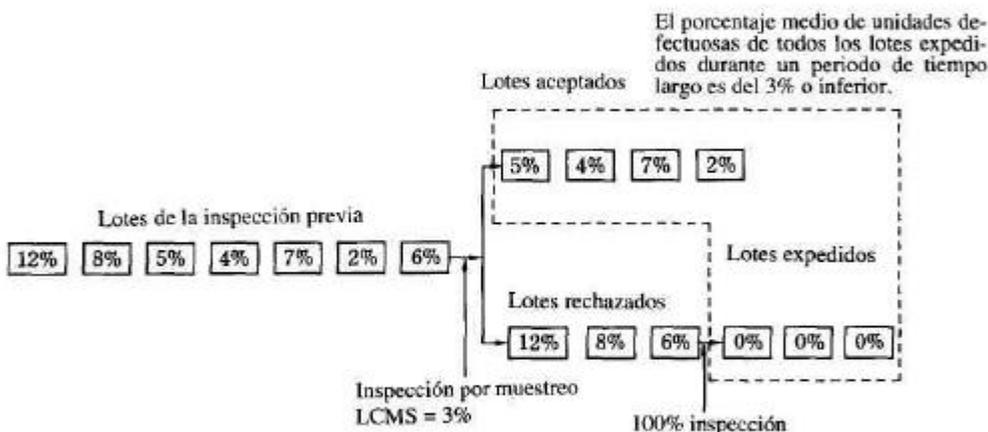


Figura 6.8: Inspección por muestreo basada en el LCMS

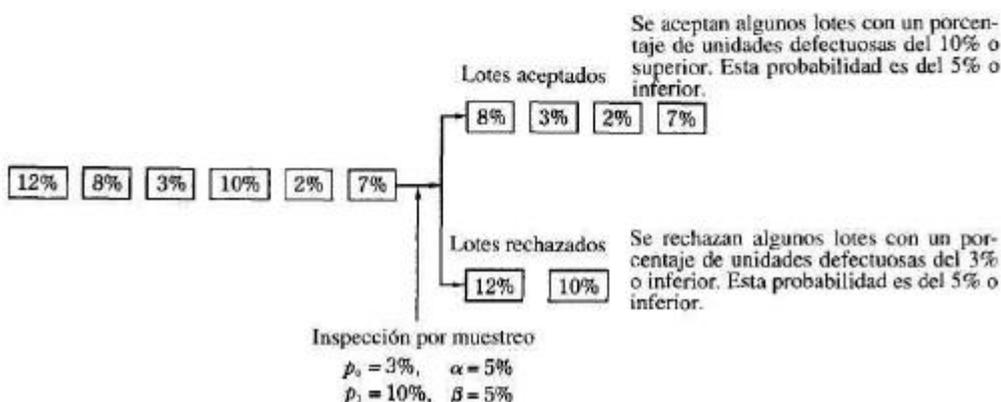


Figura 6.9: Ejemplo de inspección por muestreo basada en $p_0, \alpha; p_1, \beta$

costes de inspección. Este límite se utiliza con frecuencia para la inspección por muestreo con cribado y para la inspección por muestreo para la producción continua, i.e., para la inspección entre procesos o para la inspección previa a la entrega en las que los lotes son desglosados en unidades individuales (ver la Figura 6.8). Las tablas de Dodge-Romig para la inspección por muestreo son unos planes de muestreo muy conocidos indexados según el PTUD y el LCMS. Se utilizan a menudo para la inspección entre procesos o para la inspección previa a la entrega cuando no se puede seleccionar al proveedor. Estos planes se basan en la premisa de que todas las unidades defectuosas detectadas, o se reprocessan o se sustituyen por productos no defectuosos (ver la Figura 6.8).

En el método del $p_0 - \langle, p_1 - \textcircled{R}$, el plan de muestreo se elige fijando el porcentaje de unidades defectuosas, p_1 de los lotes que se quieren rechazar, la probabilidad L_{p1} = (el riesgo del consumidor) de aceptar tales lotes, el porcentaje de unidades defectuosas, p_0 , de los lotes que se quieren aceptar, y la probabilidad $1-L_{p0}$ = (el riesgo del productor) de rechazar tales lotes. A menudo se fijan estos parámetros cuando se hace uso de la inspección por muestreo basada en las características operativas (ver la Figura 6.9).

El $p_{0.50}$ es un método en el cual el plan de muestreo se basa en la "calidad indiferente", $p_{0.50}$, la calidad que tiene una probabilidad de aceptación del 50% exactamente.

Qué nivel elegir entre los anteriores depende de factores tales como el propósito de la inspección, las condiciones que rijan los lotes que se están inspeccionando, y la política de la empresa. Esta cuestión se tiene que investigar y discutir detenidamente, puesto que es el punto clave en cuanto a la inspección se refiere.

6.10 ¿Inspección del 100% o inspección por muestreo?

Para garantizar un producto perfecto, hace falta la inspección del 100%, a menos que el proceso esté en estado controlado y tenga un índice de capacidad, C_p , de por lo menos 1,67. Sin embargo, la inspección del 100% realizada por seres humanos tiene mucha tendencia a padecer errores, y alrededor del 10%-30% de los productos se identifican equivocadamente como si no tuvieran defectos cuando son defectuosos, o viceversa. La inspección del 100% se lleva a cabo por guardar las formas en muchas industrias japonesas, pero, en la mayoría de los casos, se verá que los lotes comprobados después de haber pasado la inspección contienen un número elevado de unidades defectuosas, mientras que en la bandeja de unidades defectuosas se verán artículos no defectuosos. Para garantizar un porcentaje de unidades defectuosas de cero con

la inspección del 100% realizada por seres humanos, el proceso de inspección se tiene que repetir cuidadosamente siete u ocho veces; esto hace que sea carísimo. Puesto que las máquinas pueden realizar la inspección con más exactitud que las personas, el proceso de inspección debería automatizarse. Pero incluso los equipos para las inspecciones automáticas tienen problemas de fiabilidad y están sujetos a errores, y para que sean absolutamente seguros, es necesario comprobar los resultados de esta inspección o hacer pasar el producto dos veces. Además, la inspección del 100% es imposible con los productos que sólo pueden ensayarse destructivamente.

Según el tipo de producto o la característica particular que se inspecciona, el paso de un pequeño porcentaje de unidades defectuosas puede no ocasionar ningún daño importante durante el uso del producto. La cuestión cuando se hace la inspección es, pues, qué es mejor: la inspección del 100%, la inspección por muestreo o no hacer ninguna inspección. Esta cuestión es un problema económico, y su solución requiere una visión global de la necesidad de la garantía de calidad. Junto con la automatización de la inspección se tiene que considerar lo siguiente:

(1) ¿Cuándo es necesaria la inspección del 100%?

- (a) La inspección del 100% es necesaria cuando el paso de una sola unidad defectuosa causaría problemas, e.g., cuando un defecto es crítico y puede poner en peligro la vida humana, o cuando el envío de un solo producto defectuoso tendrá un gran impacto bien económicamente o bien desde el punto de vista de la credibilidad. Se debe observar, sin embargo, que no tiene mucho sentido llevar a cabo la inspección del 100% que está diseñada para eliminar completamente las unidades defectuosas si el producto puede convertirse en defectuoso durante el transporte.
- (b) Cuando el producto es valiosísimo, e.g., aviones completos, barcos, grúas, coches, etc.
- (c) Cuando no se puede comprobar el funcionamiento del producto hasta que está montado: en este caso, la inspección del 100% se debe llevar a cabo después del montaje.
- (d) Cuando los lotes preparados para su envío contienen artículos defectuosos, en principio, la inspección previa a la entrega debería ser una inspección del 100%.

(2) ¿Cuándo es ventajosa la inspección del 100%?

- (a) Cuando la inspección del 100% se puede llevar a cabo con facilidad y fiabilidad (e.g., comprobar si funcionan las bombillas) o cuando se puede utilizar un equipo fiable para el cribado automático.

- (b) Cuando el tamaño del lote es pequeño y no hay ninguna ventaja económica en llevar a cabo la inspección por muestreo.
- (c) Cuando el porcentaje medio de unidades defectuosas es muchísimo mayor que el porcentaje de unidades defectuosas permitidas.

(3) ¿Cuándo es ventajosa la inspección por muestreo?

- (a) Cuando la inspección del 100% es imperfecta.
- (b) Cuando hay muchas características a inspeccionar.
- (c) Cuando los costes de inspección son elevados.
- (d) Cuando se desea garantizar la calidad de los lotes de producto en un porcentaje de unidades defectuosas determinado.
- (e) Cuando se desea motivar a un productor para que eleve la calidad y practique el control de calidad.
- (f) Para las inspecciones de entrada.

Los productos adquiridos, en principio, deben ser sometidos a una inspección por muestreo o se deben aceptar sin hacer ninguna inspección, y la inspección del 100% debe ser llevada a cabo por el proveedor.

(4) ¿Cuándo es necesaria la inspección por muestreo?

- (a) En la inspección destructiva.
- (b) Para los análisis químicos.
- (c) Cuando la inspección del 100% es imposible debido al volumen de productos que pasan por ella.
- (d) Cuando el comprador no puede fiarse de la garantía de calidad del proveedor.

(5) ¿Cuándo es aceptable la inspección cero?

La inspección cero sólo es aceptable cuando el proceso es estable y está en estado controlado, y:

- (a) Cuando se puede concluir que todas las características del producto satisfacen completamente las especificaciones y que todos los productos son buenos, e.g., cuando el proceso está en estado controlado y tiene un índice de capacidad, C_p , de 1,67 o superior.
- (b) Cuando el porcentaje de unidades defectuosas del lote es netamente mejor que el porcentaje de unidades defectuosas permitido. Sin embargo, aunque así sea, es mejor realizar inspecciones ocasionales como comprobación.

6.11 ¿Control de los procesos o inspección?

La pregunta de si la prioridad se debería dar al control de proceso o a la inspección se puede responder simplemente, como se explicó en las secciones 1.3 y 6.3, diciendo que el control del proceso debe llevarse a cabo siempre, mientras que la inspección sólo debe llevarse a cabo cuando sea necesario.

(1) ¿Cuándo es innecesaria la inspección?

La inspección no tiene que llevarse a cabo cuando un proceso está en estado controlado y su producto cumple cómodamente la calidad certificada (generalmente, cuando $C_p=1,33$, $1,67$ o más).

(2) ¿Cuándo es innecesario el control de proceso?

El control de proceso jamás es innecesario. Claro que es posible espaciar o cancelar ciertas medidas de la calidad o el trazado de los gráficos de control cuando se han preparado unas buenas normas de trabajo, se ha efectuado una educación concienzuda, el proceso está bien controlado, y el estado controlado ha permanecido durante un periodo largo de tiempo, pero el control del proceso todavía se tiene que continuar.

(3) ¿Cuándo no es ventajoso practicar la garantía de calidad a través de la inspección?

La respuesta es, sorprendentemente, a menudo. He aquí algunos ejemplos:

- (a) Cuando es política de la empresa no entregar jamás un solo producto defectuoso. Prácticamente se aplica lo mismo cuando se desea mantener el porcentaje de unidades defectuosas garantizado en un nivel bajísimo.
- (b) Cuando la fiabilidad, especialmente la durabilidad y otros factores que afectan a la vida del producto, es importante.
- (c) Cuando los costes de inspección son elevados.
- (d) Cuando hay mucha variación en el producto, o cuando los errores de medida o de muestreo son grandes.
- (e) Cuando la inspección es destructiva.

En estas situaciones, a menudo es antieconómico garantizar la calidad a través de la inspección, y puede ser mejor adoptar uno de los siguientes enfoques:

- (i) Dar prioridad al control del proceso,
- (ii) Centrarse en mejorar técnicamente el proceso,
- (iii) Utilizar piezas y diseños más fiables.

- (iv) Bajar el nivel de la calidad certificada si la tecnología existente lo hace inevitable.

6.12 El Departamento de Inspección

6.12.1 Las obligaciones del Departamento de Inspección

Como se mencionó en la sección 6.7, la función de inspección y las obligaciones del departamento de inspección (i.e., el trabajo que debe hacer el departamento de inspección) se deben considerar por separado, puesto que, a menudo, surgen confusiones cuando se discuten sin haber sido claramente distinguidas primero. Veamos primero, por tanto, brevemente los diversos tipos de trabajo que realizan los departamentos de inspección.

- (1) El departamento de inspección toma medidas en los lotes de materias primas, de productos casi acabados y de productos acabados, compara las medidas con criterios establecidos, con el fin de juzgar si se acepta o se rechaza cada lote, y decide la disposición de cada lote según unos procedimientos normalizados. Ésta es la verdadera función de la inspección y puede ser necesario hacer que sea obligación del departamento de inspección. Se tiene que tener mucho cuidado en asegurarse de que los inspectores y el departamento de inspección no introducen subjetividades. Si un proceso mejora, si la calidad del producto es capaz de satisfacer ampliamente las especificaciones, y si el proceso sigue en el estado controlado durante un periodo largo de tiempo, se puede relajar la severidad de la inspección, se pueden combinar procesos separados de inspección, o se puede sustituir la inspección por una simple comprobación o ser abolida totalmente, reduciendo así la carga de trabajo del departamento de inspección. El departamento de inspección estará más ocupado si un proceso se sale de control y es incapaz de satisfacer las especificaciones, puesto que, entonces, la inspección tendrá que hacerse más estricta. A causa de ello, el departamento de inspección también tiene que vigilar los gráficos de control de los puestos de trabajo y seguir los datos de los procesos.
- (2) El departamento de inspección toma medidas en artículos individuales (materias primas, productos casi acabados, productos acabados, etc.), compara los resultados con criterios establecidos, decide aceptar o rechazar cada artículo, y separa los defectuosos. Esta obligación consiste en realizar la inspección del 100% y eliminar las unidades defectuosas individuales. Sin embargo, al extenderse el CCT por una empresa, ésta debe instaurar un sistema de control e inspección autónomos y hacer que el

departamento de producción sea responsable de inspeccionar los productos casi acabados y acabados. Si el departamento de inspección hace este trabajo, los que están en planta saben que aquel separará cualquier unidad defectuosa en vez de ellos, independientemente de las que produzca; serán apáticos respecto a la calidad y se fijarán sólo en la cantidad. La retroalimentación de la información también tardará más, haciendo que el control sea más difícil. La inspección del 100% debe, por tanto, llevarse a cabo en planta, donde reside la responsabilidad de la garantía de calidad, y los datos obtenidos en la inspección deben usarse luego para el control del proceso. También se tiene que realizar la inspección de comprobación, puesto que hay mucha tendencia a que la inspección del 100% tenga errores.

- (3) El departamento de inspección toma medidas en materias primas, productos casi acabados y acabados, y proporciona los datos obtenidos a los departamentos que los necesitan. Al industrializarse más los procesos de fabricación, hay un aumento de la división de tareas dentro de las fábricas, y a veces se pone a los inspectores a cargo de tomar y anotar las medidas, mientras que los operarios ya no las toman, o bien las toman pero no anotan los resultados. El tomar y anotar medidas, sin embargo, es realmente responsabilidad del puesto de trabajo, y es mejor asignar a los inspectores a otros deberes y pasar al control autónomo bajo la supervisión de personas que comprueban los procesos y que son responsables de su vigilancia. Si el departamento de inspección es responsable de tomar las medidas, el puesto de trabajo no puede obtener directamente la información sobre la calidad del producto; el departamento de inspección tiene que suministrar esta información al puesto de trabajo antes de que pueda ser utilizada para el control de proceso. Con esta estructuración, el departamento de inspección es responsable del servicio de suministrar información para el control de proceso. Algunas cuestiones que se han de observar cuando se hace esto son:
 - (a) El departamento de inspección es un proveedor de información y, en principio, no tiene autoridad para acometer acciones respecto a un proceso.
 - (b) Los datos suministrados al puesto de trabajo tienen el fin de controlar y analizar el proceso, no de inspeccionar el producto. Puesto que estos fines son diferentes, es necesario revisar si los datos de la inspección que se están tomando son realmente adecuados para el control o el análisis de proceso. Los datos se van a utilizar en el puesto de trabajo para controlar los procesos y eliminar las causas de los defectos, y se tiene que tener cuidado en que el énfasis no se desplace hacia el uso

- de tales datos para la disposición o el reproceso de las unidades defectuosas, confundiendo así el control con la inspección.
- (c) Cuando se suministran datos para el control de un proceso, el departamento de inspección tiene la obligación de asegurarse de que los datos estén bien estratificados y se suministren con prontitud.
 - (d) Los datos se pueden suministrar de dos maneras: se pueden suministrar a planta tal como están y las personas responsables del control en los puestos de trabajo los representan en los gráficos de control, o el personal de inspección los puede representar en los gráficos de control expuestos en los puestos de trabajo e informar a las personas responsables cuando se ponga de manifiesto una anomalía. Usualmente, el primer método es mejor. Si se adopta el segundo, el personal de inspección debe estar adscrito a los puestos de trabajo como comprobador del proceso.
- (4) La tarea de empaquetado se puede asignar al departamento de inspección con objeto de reducir los costes, pero se tiene que tener cuidado cuando se haga, puesto que la atención se distraerá de la inspección y se prestará al empaquetado, y la inspección se puede convertir en un procedimiento a la buena de Dios. Normalmente, este trabajo debería ser asignado al departamento de producción.
 - (5) Cuando los inspectores son responsables de representar los puntos en los gráficos de control deben ponerse inmediatamente en contacto con el departamento de producción cuando un proceso muestra una anomalía o cuando el número de unidades defectuosas aumenta súbitamente, pero, generalmente, el departamento de inspección no debe actuar respecto a un proceso, aconsejar dicha actuación o dirigir la búsqueda de las causas. Sin embargo, se le puede dar autoridad al departamento de inspección para que detenga un proceso cuando se cumplan determinados criterios como resultado de una inspección realizada según las normas de trabajo del departamento de inspección, siempre que estas normas hayan sido perfeccionadas y se haya acordado esto con el departamento de producción.
 - (6) Desde el punto de vista del CC, el tratamiento de las reclamaciones es una tarea importante y de mucho alcance, y debería, si es posible, ser asignada al departamento de garantía de calidad o al de control de calidad.
 - (7) La auditoría de los productos desde el punto de vista del consumidor es obligación del departamento de garantía de calidad, el grupo de GC o del departamento de control de calidad, y, normalmente, es mejor no asignarla al departamento de inspección.

- (8) Puesto que la verdadera función del departamento de inspección es realizar la inspección según las normas de inspección, al igual que planta, necesita pocos técnicos. Las obligaciones de los técnicos del departamento de inspección consisten en servir de enlace con otros departamentos e investigar, preparar, mejorar y controlar los métodos de medida, las normas y los criterios de inspección.
- (9) El departamento responsable de preparar y terminar varios planes y normas relacionadas con la inspección es diferente según la organización de la empresa, pero es, probablemente, uno de los siguientes:
- (i) El departamento técnico,
 - (ii) El departamento de control de calidad,
 - (iii) El departamento de inspección.
- Conforme se desarrolla gradualmente el control de calidad y se racionaliza la organización, el departamento de inspección puede proponer las normas de inspección, pero no debe aprobarlas formalmente; esto debe hacerlo el departamento técnico, el de control de calidad o el de garantía de calidad.
- (10) El control de la inspección es siempre trabajo del departamento que realiza la inspección. El control de la inspección consiste en controlar los métodos y las normas de inspección, y la misma tarea de la inspección, así como los instrumentos de medida, los calibres y herramientas. Controlar los métodos de inspección significa alterar la severidad de las inspecciones (a reducida, normal o estricta) siempre que sea necesario. Una vez se haya acumulado suficientes datos sobre la inspección, es mejor disponer que este ajuste sea realizado automáticamente por medio de ordenadores u otros medios.
- El control de las normas de inspección se hace exactamente de la misma manera que el control de las normas de trabajo.
- Controlar la tarea de inspección consiste, obviamente, en controlar el proceso de inspección, y es una de las obligaciones más importantes de los directores y supervisores de los departamentos que hacen la inspección.

6.12.2 Errores a los que son susceptibles las inspecciones y el Departamento de Inspección

Ya que he explicado las funciones del departamento de inspección, ahora me gustaría decir algunas palabras de aviso sobre las equivocaciones corrientes que se cometen en relación con éstas. La extensión del CCT ha mejorado

recientemente las cosas en Japón, pero otros países todavía caen en las trampas mencionadas más abajo.

- (1) Es fácil que el departamento de inspección se olvide de su principal obligación, i.e., realizar el trabajo de inspección según las normas de inspección. Aunque los directores de inspección deben dirigir el trabajo de la inspección (incluyendo el muestreo, las medidas y los ensayos), a veces no crean o no hacen funcionar los sistemas adecuados para controlar el proceso de inspección. Podríamos llegar a decir que si las normas de trabajo de la inspección están preparadas convenientemente y la inspección se lleva a cabo de acuerdo con ellas, cualquier unidad defectuosa que llegara a expedirse no sería responsabilidad de los inspectores sino de los departamentos que terminaron y aprobaron las normas.
- (2) A veces no se ha investigado lo suficiente el efecto de un plan de inspección determinado sobre el proceso siguiente o sobre el cliente. Por ejemplo, la abolición de la inspección de entrada es un regalo para el departamento de inspección, pero el proceso puede seguir produciendo muchas unidades defectuosas, y las reclamaciones de los clientes mantenerse al mismo nivel aunque se realice la inspección previa a la entrega. En tales casos, no se está retroalimentando la información sobre las unidades defectuosas y las reclamaciones, ni se está utilizando ésta para racionalizar las normas de inspección.
- (3) Puede que no haya una definición clara de lo que constituye un lote, y se forman lotes mixtos con materiales que deberían mantenerse separados.
- (4) Aunque se debe actuar sobre los productos individuales o los lotes como resultado de la inspección, a veces no se hace lo que está establecido en las normas, o se aceptan los lotes a capricho de los inspectores. En el peor caso, puede que no haya normas que rijan la disposición de los lotes. Tampoco es correcto que los directores del departamento de producción o los directores de sección tomen estas decisiones por propia iniciativa. A veces no se pone ningún límite a los envíos y se expiden lotes defectuosos.
- (5) Aunque el departamento de inspección es responsable de suministrar los datos a utilizar para el control y análisis de procesos, a veces lo olvida y sólo comunica al departamento de producción los lotes o productos rechazados. No se hace suficiente investigación sobre qué clases de datos facilitarían el control y análisis de los procesos. En el peor de los casos, al departamento de inspección no le interesa suministrar tales datos y no realiza inspecciones analíticas.

- (6) Puede que los técnicos de inspección se olviden de su verdadera tarea inspeccionadora y se ocupen exclusivamente de la inspección estadística por muestreo.
- (7) Se deben seleccionar planes de inspección que fomenten el control de procesos (e.g., MIL-STD-105D); no hacerlo es una equivocación.
- (8) La inspección se debe ajustar con flexibilidad para cada proceso, utilizando varios planes de inspección que se acomoden a las condiciones dominantes, y teniendo en cuenta las consideraciones económicas. Sin embargo, las personas se sienten obligadas, a menudo, a utilizar los planes de inspección convencionales publicados, o acometen las cosas al revés, seleccionando el plan de inspección según el número de inspectores disponibles. Puede que también dejen de relajar o hacer más estricta la inspección cuando sea necesario.
- (9) A veces se hace más estricta la inspección cuando se reciben reclamaciones, y luego se vuelve a relajar cuando ha pasado algo de tiempo, y se pueden cambiar los criterios de inspección según los caprichos pasajeros del *staff* de inspección. También pueden ser cambiados arbitrariamente a petición del departamento de ventas. Las normas de calidad son vitalmente importantes y deben ser tratadas en la política de la empresa. Es muy irregular dejar que el departamento de inspección o el de ventas, o individuos como los inspectores, alteren estas normas a discreción propia. La normalización y el control son tan importantes en la inspección como en el control de procesos.

6.13 Las normas de inspección y cómo establecerlas

Puesto que la inspección es una forma de trabajo, necesita normas de trabajo. Hay varios tipos de normas de trabajo de inspección, e.g., normas experimentales, normas para las medidas, normas para el control de instrumentos, normas para el control de plantillas y herramientas, normas para el muestreo, normas de inspección, reglamentaciones de la puesta en práctica de la inspección, reglamentaciones del control de las normas de inspección, etc. Estas normas se clasifican de diferentes maneras por las distintas industrias y empresas; aquí prefiero centrarme en algunas cuestiones importantes relacionadas con la inspección que se tienen que incluir en las normas.

(1) Cuestiones que se tienen que especificar en las normas de inspección

Como mínimo las normas de inspección deben hacer lo siguiente:

- (a) Definir claramente las reglas para los lotes y cómo se deben componer.
- (b) Especificar claramente las unidades de muestra, las unidades certificadas por la inspección y las unidades de producto que se ha de medir o ensayar. También se deben especificar las diferencias o relaciones entre ellas, si es preciso.
- (c) Cuando se especifiquen los métodos de muestreo, definir no sólo los tamaños de las muestras sino también los métodos específicos para recoger las mismas.
- (d) Definir los elementos que se han de inspeccionar, su grado de importancia (mayor, menor o leve), el orden en que se vayan a inspeccionar, y los métodos de medida y ensayo que se han de utilizar. Especificar si se va a llevar a cabo o no la inspección analítica.
- (e) Establecer unos criterios de inspección claros para los productos individuales y para los lotes de productos. Asegurarse de que no haya incoherencias entre los valores del diseño, las calidades certificadas y los criterios de inspección. Asegurarse de que estos son racionales y, especialmente en los ensayos sensoriales, asegurar la claridad proporcionando muestras límite y criterios de inspección para cada muestra de ensayo, y prescribir comprobaciones periódicas.
- (f) Definir claramente los métodos mediante los cuales se debe disponer de las unidades defectuosas individuales y los lotes rechazados, y definir quién es responsable de hacerlo. A menudo, la disposición o la aceptación especial de los lotes rechazados y los productos defectuosos se hace a discreción de los directores de departamento o de fábrica, pero es mejor normalizarlo en la medida de lo posible.
- (g) Normalizar las cuestiones relativas al destino y la circulación de los informes de la inspección, especialmente la rapidez con que se debe hacer esto, y, si es preciso, normalizar los métodos para utilizar los registros de las inspecciones, e.g., para ajustar los planes de inspección o para el control o análisis de procesos.
- (h) Si es preciso, especificar los métodos para utilizar la información de las reclamaciones, del departamento de garantía de calidad, del proceso siguiente, etc., cuando se revisen las normas de inspección.
- (i) Especificar los métodos para comprobar y controlar el trabajo de inspección.

(2) Selección de los planes de inspección

Como no hay suficiente espacio en este libro para describir todos los métodos para elegir los planes de inspección, me limitaré a explicar el procedi-

miento básico y su filosofía. El orden dado más abajo se puede invertir, según sea la situación concreta.

- (a) Decidir el propósito de la inspección. El propósito debe decidirse en línea con la política de la empresa después de investigar la forma en que el producto es utilizado por el proceso siguiente o por el consumidor, las pérdidas económicas que surgirían de la producción de productos o lotes defectuosos, y los posibles daños causados por la pérdida de confianza. Considerar la relación entre las características verdaderas (su comportamiento) y las sustitutas, y la división del trabajo de inspección (características y métodos de inspección) entre el departamento de producción y el de inspección, y asegurarse de que la inspección no se duplique innecesariamente.
- (b) Realizar análisis estadísticos de los datos del pasado. Si es preciso, recoger y analizar datos recientes. Los gráficos de control son utilísimos cuando se hace esto.
- (c) Decidir la unidad de garantía. Esta decisión es especialmente importante en la producción de materiales a granel.
- (d) Preparar gráficos de proceso de inspección y de garantía de calidad. Considerando el flujo de materiales, decidir la ubicación de los puestos de inspección y crear un plan de inspección que cubra la inspección de entrada, la inspección intermedia entre procesos, la inspección final, la inspección previa a la entrega, etc., que especifique los puntos en los cuales se debe detener el flujo de varios tipos de unidades defectuosas. Usualmente es mejor realizar la inspección en los procesos previos siempre que sea posible. Además, decidir qué inspecciones van a ser llevadas a cabo por el departamento de producción, y cuáles por el de inspección, y si hace falta la inspección por patrullas (itinerante) o centralizada.
- (e) Fijar las unidades de muestreo y de medida.
- (f) Decidir las características de calidad que hay que inspeccionar y el orden en que van a ser inspeccionadas. Seleccionar los métodos de medida y de ensayo. Cuando los planos indiquen muchas dimensiones, decidir cuáles de éstas van a ser inspeccionadas y quién va a hacerlo.
- (g) Fijar los criterios de inspección para cada característica de cada producto individual.
- (h) Decidir los niveles de calidad requeridos. En la inspección por muestreo, por ejemplo, decidir si los lotes se han de juzgar de acuerdo con el NCA, el PTUD, el LMCS, el $(p_0, p_1, \langle, \textcircled{R})$, o $p_{0.50}$ - Puesto que es importantísimo elegir uno de éstos y decidir el nivel en el que fijarlo, es necesario estudiar e investigar concienzudamente el propósito de la inspección (ver la sección 1 anterior) junto con los aspectos económicos de la inspección

por muestreo, el control de proceso y la disposición de los artículos defectuosos y los lotes rechazados.

- (i) Decidir cómo van a estar compuestos los lotes. Es mejor estratificar el producto con objeto de hacer que los lotes individuales sean lo más uniformes posible.
- (j) Decidir si se va a adoptar la inspección del 100%, la inspección por muestreo, la inspección cero, la inspección por variables, por atributos, etc.
- (k) Si se elige la inspección por muestreo, decidir lo siguiente:
 - (i) El plan de muestreo (n_i , a_i , r_i , etc.).
 - (ii) Los criterios para juzgar si se aceptan o rechazan los lotes,
 - (iii) El método para tomar las muestras (que sea todo lo concreto posible).
- (l) Decidir el método de disponer de los lotes aceptados y rechazados, y los artículos. Por muy cuidadosamente que se hayan fijado los criterios, la inspección es prácticamente inútil a menos que estos métodos de disposición estén claros. Decidir también cómo se va a indicar que los lotes y artículos están aceptados y rechazados.
- (m) Establecer un sistema para controlar el trabajo de inspección.
- (n) Decidir cómo se ajustará la inspección. Si es preciso, fijar los criterios para pasar de la inspección cero a la inspección de comprobación, la reducida, la normal, la estricta y la inspección del 100% para cada característica de inspección.
- (o) Establecer los métodos para revisar las normas de inspección. Por ejemplo, decidir cómo se retroalimentarán los datos de la inspección o la información del proceso previo, el siguiente, las reclamaciones, los estudios de mercado, etc., y por quién, cuándo y según qué procedimientos se revisarán las normas de inspección.
- (p) Decidir el estilo, el circuito de circulación y el método de uso de los impresos para los informes de las inspecciones, cuándo se deben rellenar, y quién debe hacerlo. Recuérdese que los directivos de alto nivel no deberían tener que ver los datos excesivamente detallados.

6.14 El tratamiento de las reclamaciones y la aceptación especial de un producto

6.14.1 ¿Qué son las reclamaciones?

El tratamiento de las reclamaciones ya se ha explicado en las secciones 1.4.1 y 6.4, pero, puesto que es un aspecto tan importante de la garantía de calidad, se resume aquí.

(1) Tipos de reclamaciones:

- Reclamaciones sobre la calidad y el servicio.
- Reclamaciones sobre la cantidad.
- Reclamaciones sobre las fechas de entrega.
- Reclamaciones sobre el precio.
- Reclamaciones que implican dinero.
- Reclamaciones que no implican dinero.
- Reclamaciones reales.
- Reclamaciones ocultas.
- Elección equivocada del producto.
- Entrega de un producto equivocado.
- Mal funcionamiento, mala reparación, mala opinión.
- Producto defectuoso.
- Reclamaciones sobre productos individuales.
- Reclamaciones sobre lotes de productos.
- Reclamaciones sobre la calidad de diseño.
- Reclamaciones resultantes de una mala inspección.
- Reclamaciones resultantes de un mal proceso de producción.
- Reclamaciones resultantes de que las piezas adquiridas son malas.
- Reclamaciones resultantes de un servicio post-venta malo.
- Reclamaciones resultantes de unos métodos de venta malos.

(2) Problemas del manejo de las reclamaciones: algunas advertencias

Ahora me gustaría explicar algunos problemas relativos a las reclamaciones y su manejo, y dar algunos consejos generales desde el punto de vista del CCT.

- (a) A menudo, los departamentos de ventas y las organizaciones para la distribución presumen de resolver las reclamaciones de la forma menos

dolorosa posible, creyendo que es mejor no destapar cualquier cosa que pueda causar problemas. Esto no hace más que mantener a las reclamaciones por debajo de la superficie y conduce a que no se actúe de ninguna forma.

- (b) En CC, se hacen esfuerzos positivos para sacar a la luz las insatisfacciones de los clientes y las molestias que sufren, poner de manifiesto las reclamaciones ocultas y eliminar sus causas. Usualmente, esto supone un aumento del número de reclamaciones cuando se inicia una campaña de CC en toda la empresa (ver la Figura 4.2).
- (c) Algunas empresas redactan reglamentaciones para el manejo de las reclamaciones y pasan por las formalidades cuando se reciben aquellas, pero aún padecen los problemas siguientes:
 - (i) Sólo se recibe información sobre las reclamaciones que implican dinero.
 - (ii) No se hace ningún esfuerzo por sacar a la superficie las reclamaciones ocultas.
 - (iii) Las opiniones de las personas que quieren reclamar no llegan a las personas de la empresa que realmente deberían escucharlas.
- (d) A menudo no se tratan las reclamaciones con suficiente cuidado y consideración, especialmente al final de la cadena en que la empresa se encuentra con el cliente. Si las reclamaciones no se tratan hábil y satisfactoriamente, se convertirán en problemas de responsabilidad civil por el producto.
- (e) Algunas empresas aún adoptan la actitud de que si se recibe una reclamación, es suficiente con sustituir el artículo causante por otro nuevo.
- (f) El tratar con el aspecto monetario de las reclamaciones a menudo dura demasiado, y la retroalimentación en forma de información sobre la reclamación e información sobre la calidad puede ser lentísima.
- (g) Se puede dedicar demasiado tiempo y esfuerzo en reclamaciones banales que, por alguna razón, han llegado a oídos de la alta dirección.
- (h) No todas las reclamaciones están justificadas. Es importante comprobar cuidadosamente las circunstancias de las reclamaciones. Por ejemplo, el número de reclamaciones se multiplica en periodos de recesión. En las reclamaciones sobre piezas, realmente las piezas sólo son culpables en la décima o la centésima parte de los casos.
- (i) Se debe examinar el número, los detalles y el grado de la gravedad de todas las reclamaciones. Si éstos caen dentro de ciertos límites, la calidad es saludable.
- (j) El hecho de que no se reciban reclamaciones no indica necesariamente que la calidad sea satisfactoria. Realmente, es una señal de peligro. Signi-

- fica que no se está recibiendo información sobre las reclamaciones y que los clientes se han resignado a la mala calidad.
- (k) Cuanto más alto sea el precio de un producto, es más probable que se reciban reclamaciones sobre él. Las personas no se quejan tanto de los artículos baratos; simplemente se guardan para sí las reclamaciones y dejan de comprar la mercancía.
 - (l) Las organizaciones de ventas y de distribución a veces tienen los problemas siguientes:
 - (i) No desean poner de manifiesto las reclamaciones ocultas ni de dar pasos positivos para hacerlo.
 - (ii) Carecen de los conocimientos sobre el producto y técnicos necesarios para comprender las reclamaciones y recoger información que sea útil para acometer acciones.
 - (iii) Emplean a pocos técnicos de ventas o a ninguno. Los técnicos de ventas son una necesidad absoluta, especialmente para los productos básicos,
 - (m) Puede que no haya un sistema para que los departamentos relacionados con el de ventas recojan activamente información sobre la calidad,
 - (n) Algunas empresas tienen demasiada prisa, y, equivocadamente, ordenan a los departamentos de diseño que adopten modificaciones siempre que se recibe una reclamación.
 - (o) En CC, el proceso siguiente es su cliente. Esto significa que un número muy elevado de reclamaciones deberían surgir dentro de la misma empresa, entre diferentes departamentos. También se tienen que controlar las reclamaciones internas formulando reglamentaciones para su manejo, del mismo modo que se manejan las reclamaciones externas.

6.14.2 Tratamiento de las reclamaciones

Se debe investigar el tratamiento de las reclamaciones y se debe ejecutar fielmente teniendo en cuenta los dos aspectos siguientes:

— *El aspecto externo* -dejar satisfecho al cliente: esto requiere rapidez, sinceridad, prevención de la reparación de problemas, e investigación sólida.

— *El aspecto interno*, que abarca:

- (1) La prevención de la reparación de problemas:
 - (a) eliminar el síntoma,
 - (b) eliminar la causa inmediata,
 - (c) eliminar las causas básicas.

- (2) El manejo del lado contable: instituir un sistema de contabilidad.
- (3) Disposición de los productos sobre los que ha habido reclamaciones.

El tratamiento del aspecto externo de las reclamaciones se explicó en la sección 6.4, y el tratamiento del aspecto interno, especialmente la prevención de la reaparición de problemas, se explicó en la sección 1.5.3. Para reiterar, sin embargo, el manejo fiable de las reclamaciones, se deben adoptar las siguientes medidas:

- (1) Formular reglamentaciones para el manejo de reclamaciones y dibujar un diagrama de flujo para el mismo.
- (2) Diseñar impresos estándar para los informes y enumerar los elementos a investigar para cada producto. Éstos deben incluir el nombre del producto, las circunstancias de la reclamación, las condiciones de uso, el lugar de uso, el nombre de la persona que investigue la reclamación, el nombre del usuario, la fecha en que se dio el fallo, la fecha de terminación del informe, el historial del producto (fecha de fabricación, número de lote, etc.), la fecha en que se recibió el producto, el método de transporte, la cantidad, el precio, los detalles técnicos de la reclamación, el método de inspección utilizado por el receptor del producto, los criterios de inspección, las causas aparentes, las medidas de emergencia adoptadas, la medida de prevención, las causas aparentes, si se devolvió o no el artículo defectuoso, etc.
- (3) Establecer una sección especial de reclamaciones.
- (4) Decidir quién va a cribar las reclamaciones y va a notificar a los departamentos responsables de tratarlas, y cómo se va a hacer esto. Es mejor poner a cargo de esto al departamento de garantía de calidad.
- (5) Designar a un departamento para que esté a cargo de preparar las estadísticas sobre las reclamaciones, informar a la alta dirección, y hacer recomendaciones a otros departamentos. También aquí es mejor hacer que el departamento de garantía de calidad sea responsable de esto.
- (6) El departamento de garantía de calidad debe asegurarse de que se gire adecuadamente alrededor del ciclo de control del manejo de las reclamaciones, desde la recepción y el registro de una reclamación, pasando por cada paso de su manejo (especialmente la prevención de la reaparición del problema), hasta su solución final.

6.14.3 Aceptación especial de un producto

La aceptación especial, o "tal como está", significa dejar pasar especialmente a artículos que no han pasado la inspección de materias primas, la intermedia o la previa a la entrega. Algunas razones posibles para permitir la aceptación especial son:

- (i) Porque las especificaciones son demasiado estrictas,
- (ii) Porque son irrazonables la calidad diseñada o los planos,
- (iii) Porque la capacidad del proceso es insuficiente,
- (iv) Porque el control del proceso es inadecuado.
- (v) Porque las características de calidad no se clasificaron adecuadamente en orden de importancia (mayor, menor, o leve).

La razón más corriente es que las especificaciones son demasiado estrictas y no habrá ningún efecto sobre la calidad o el coste si los artículos que fallaron se aceptan tal como están. Si sucede esto, normalmente ello indica que hay irrationalidades en las especificaciones y en otras normas, o, como se menciona más abajo, se permite porque un producto no se convierte súbitamente en inutilizable cuando no se cumple un cierto valor especificado. De hecho, la aceptación "tal como está" es, probablemente, más común que lo contrario, y el problema es cómo controlarla.

Generalmente, es suficiente con observar las precauciones siguientes:

- (1) Estratificar la aceptación "tal como está" en varios niveles. Por ejemplo, puede que no haya ninguna objeción a aceptar especialmente artículos con defectos leves, pero, en principio, es inaceptable aceptar artículos con defectos críticos o mayores (si las especificaciones se han elaborado sobre una base racional). También se tienen que añadir ciertas condiciones a la aceptación "tal como está". Algunos ejemplos podrían ser usar un artículo después de secarlo, o limitar su uso a un fin particular. Tales condiciones deben ser establecidas por el departamento responsable de ordenar su aceptación tal como está.
- (2) Se deben establecer reglas estándar para la aceptación "tal como está", haciendo que sea innecesario pedir el permiso del director del departamento o del director de fábrica cada vez.
- (3) Puesto que la aceptación "tal como está" es un tipo de experimento, se deben registrar adecuadamente los detalles, y se deben hacer las disposiciones necesarias para que se tomen datos estratificados que permitan el seguimiento de los resultados. El análisis de los resultados puede que haga posible la relajación de las especificaciones.
- (4) Se deben idear medidas para prevenir la reaparición de los problemas de la aceptación "tal como está".
- (5) La posibilidad de la aceptación "tal como está" surge porque las especificaciones tienen valores definidos. Por ejemplo, un artículo con una longitud máxima especificada de 10,00 mm puede aún ser utilizable aunque su longitud sea de 10,01 mm. Sin embargo, puede que sea más difícil de usar, y se debe considerar la introducción de cláusulas penalizadoras junto con la aceptación "tal como está".

- (6) Hay que tener mucho cuidado con la aceptación "tal como está", puesto que su uso imprudente afectará adversamente a la concienciación en calidad de los empleados.
- (7) Si es preciso, se debería establecer un comité para la aceptación "tal como está".

6.15 Conclusiones

Puesto que la garantía de calidad es el alma del CCT, así como su *raison d'être*²¹, tenemos que seguir practicándola mientras fabriquemos y vendamos productos. La mera inspección no es garantía de calidad, pero es necesaria mientras se sigan produciendo unidades defectuosas. Desgraciadamente, en muchos casos todavía se necesita la inspección.

También tenemos que recordar que el trabajo de inspección tiene que ser controlado, igual que el trabajo de planta. Se deben observar los puntos siguientes, especialmente con la inspección del 100% y la sensorial:

- (1) Acoplar los niveles de inspección a los requisitos del cliente.
- (2) Proveer muestras límite en vez de muestras estándar.
- (3) Racionalizar las normas de inspección.
- (4) Controlar cuidadosamente la inspección, tratándola como si fuera una clase de proceso. Por ejemplo, comprobar si el cribado se está llevando a cabo adecuadamente sacando muestras de los grupos de productos buenos y malos y preparando gráficos de control.
- (5) Comparar la información de la inspección con los datos de CC y las reclamaciones.

Mientras practiquemos el control de calidad, tenemos que garantizar la calidad por medio de muchas clases de actividades así como de la inspección. El control de calidad que no garantice realmente la calidad es control de calidad sólo de nombre.

21

En francés en el original. (*N. de los T.*)

La puesta en práctica sistemática del Control de Calidad Total

7.1 El Control de Calidad Total

Tal como he puesto de relieve repetidamente, el control de calidad total se tiene que poner en práctica sistemáticamente por toda la empresa conjuntamente con la dirección del personal, el control de costes, el control de beneficios y el control del volumen de producción y la programación de las entregas. Para conseguirlo, todos los empleados tienen que comprender bien los temas explicados en los seis primeros capítulos de este libro, mientras que la alta dirección tiene que examinar la historia de su empresa y las circunstancias presentes, establecer unas directrices claras para la política, y ejercer su sabiduría e ingenio para efectuar el CCT.

Este libro trata principalmente de los detalles de la puesta en práctica del CCT, i.e., sus aspectos técnicos; para una explicación de los aspectos directivos de la puesta en práctica sistemática del CCT, remito a los lectores a mi libro *TQC towa Nanika? - Nipponteki Hinshitsu Kanri* (What is Total Quality Control? - The Japanese Way, edición revisada y ampliada, JUSE Press, 1984; traducción al inglés por David J. Lu, Prentice-Hall, Inc. 1985)¹. En este capítulo final me limitaré a resumir algunos de los principios rectores.

1

Hay traducción al castellano: *¿Qué es el control total de calidad? La modalidad japonesa*, ed. Norma, 1986. (N. de los T.)

7.2 La organización del CCT

Al igual que los progresos técnicos y la racionalización industrial, el CCT es imposible sin la racionalización organizativa. Puesto que el CCT es una actividad global que requiere la participación de todos los departamentos y todos los empleados de una empresa, son esenciales los pasos siguientes:

- (1) Los propietarios y la alta dirección tienen que definir claramente la política.
- (2) La organización tiene que ser racionalizada, y la autoridad y la responsabilidad tienen que ser aclaradas.
- (3) El ámbito de la delegación de la autoridad y los métodos para controlar esto tienen que ser investigados con especial detenimiento.
- (4) Se puede establecer un sistema de cooperación recordando que una organización no existe para el beneficio de los individuos sino para el funcionamiento fluido de la empresa.
- (5) Debe ser aclarado el esquema organizativo para la dirección interfuncional así como, claro está, para la dirección intradivisional.
- (6) Se tienen que trazar distinciones claras entre el personal de línea y el de *staff*. Se tiene que restringir el comportamiento irrazonable por parte del personal de línea y de *staff*, lo que es un problema particular en Japón. El proceso siguiente del *staff* (i.e., su cliente) es la línea.
- (7) La dirección tiene que tratar de adoptar un enfoque más científico, designar libremente al personal técnico a departamentos administrativos, y viceversa, según se precise.

El contacto entre el productor y el consumidor reside en la base del control de calidad. Esto significa que, en el futuro, la rotación del personal entre los departamentos de ventas, materiales y control de costes, junto con la asignación de técnicos con talento a estos departamentos, será indispensable para las empresas.

Para poner en práctica adecuadamente el control de calidad, es necesario, finalmente, establecer una oficina de fomento del CCT, un departamento de control de calidad o de garantía de calidad que se dedique exclusivamente a las actividades del CC. Sin embargo, puede que sea mejor empezar por asignar la responsabilidad del CC a un departamento de *staff* próximo a la alta dirección (e.g., el departamento de planificación, el técnico, el de inspección, el de estudios o de explotación) además de su trabajo habitual. Conforme se vaya extendiendo firmemente el CC por toda la empresa y se establezca una atmósfera que lo fomente, se debe establecer una oficina para el fomento del CCT u otra organización, y aumentar gradualmente su autoridad. El establecí-

miento de esta organización desde el principio puede producir un resultado opuesto al deseado, puesto que tiende a dar la impresión equivocada de que el CC es reserva exclusiva de esta organización, creando así unos intereses locales e impidiendo el desarrollo del CC. Cualquier departamento puede ser responsable de promocionar el CC al principio, pero se debe hacer saber a todas las personas de la empresa. Claro está que cuando un grupo de la alta dirección piensa igual y el presidente de la empresa está dispuesto a dar un buen empujón, la oficina para el fomento del CCT debería ser establecida como un departamento de *staff* presidencial desde el principio.

(1) Los deberes del CCT y el departamento de Control de Calidad

El departamento que está en el centro del fomento del CCT tiene varios deberes, incluyendo los siguientes:

- (A) El fomento y administración del CCT:
 - (i) trabajo del *staff* de la gestión de la política,
 - (ii) planificación y ejecución de la educación y formación en CC,
 - (iii) trabajo de planificación, ejecución y fomento como secretariado de auditoría de CC de alta dirección,
 - (iv) fomento de las actividades de los círculos de CC,
 - (v) estudiar y asistir al fomento intradepartamental del CCT,
 - (vi) fomentar el CCT por todo el grupo (subcontratistas, organizaciones distribuidoras y empresas filiales),
 - (vii) relaciones y cooperación con las actividades externas de CC.
- (B) Garantía de calidad:
 - (i) actuar como un centro de garantía de calidad,
 - (ii) actuar como un centro procesador de reclamaciones,
 - (iii) actuar como un centro para la garantía de calidad en el desarrollo de nuevos productos, posiblemente incluyendo el control de costes del desarrollo de nuevos productos y el control de los progresos realizados.
 - (iv) realizar auditorias de calidad,
 - (v) realizar inspecciones en recepción, intermedias, previas a la entrega, y otras,
 - (vi) ejercer autoridad ocasionalmente para detener la expedición de productos existentes y nuevos.
- (C) Trabajo del *staff* de CC:
 - (i) actuar como *staff* general, prestando ayuda y consejo sobre los problemas de calidad al presidente de la empresa, a los directores de departamentos de la oficina central, a los directores de fábrica, de sucursales, etc.

- (ii) proporcionar un servicio de garantía de calidad a todos los departamentos,
- (iii) asistir al fomento del CC para organizaciones tales como las de subcontratistas, distribuidoras, y empresas filiales, y promover la garantía de calidad en todo el grupo.

Todos los deberes anteriores se pueden asignar a una única oficina de fomento del CCT o, en empresas muy grandes, se puede compartir el trabajo entre tres organizaciones diferentes, e.g., una oficina de fomento del CCT, un departamento de garantía de calidad y un departamento de inspección, o dos organizaciones si el departamento de inspección forma parte del departamento de garantía de calidad. Si se hace esto, los deberes enumerados en (A) deben ser llevados a cabo principalmente por la oficina de fomento del CCT, mientras que los enumerados en (B) y (C) (excepto la inspección) deben ser realizados por el departamento de garantía de calidad. La inspección debe ser un trabajo de línea para el departamento de inspección.

El trabajo de la oficina de fomento de CCT y del departamento de garantía de calidad consiste principalmente en deberes de *staff* general y de *staff* de servicio.

(2) ¿Quién debe ponerse a cargo del fomento del CCT?

Usualmente, se pone a las personas que saben mucho de métodos estadísticos a cargo del control de calidad, pero esto es una equivocación. A partir de ahora todos los empleados tendrán que aprender los métodos estadísticos para tener la cualificación básica para mantener su empleo, y está mal, e incluso puede ser perjudicial, poner a personas a cargo del fomento del CCT o del CC simplemente porque conocen estos métodos o han empezado a investigarlos un poco antes que los demás. Aprender a utilizar las herramientas estadísticas no es más que adquirir unos conocimientos básicos que faltaban en el pasado.

Las personas a cargo de fomentar el CCT son aquellas que son responsables de ponerlo en práctica en su puesto determinado, e.g., los encargados y supervisores de puestos de trabajo, los directores de sección, de departamento, de fábrica, de sucursales, directores, el presidente de la empresa, etc.

(3) Selección del personal para el departamento de fomento del CCT

En las empresas que están a punto de introducir el CCT, el personal del fomento del CCT es responsable de difundir los conceptos y los métodos del CCT y del CC, y de educar a las personas para estos, así como de fomentar su puesta en práctica. Puesto que estarán en el centro del fomento y puesta en

práctica del CCT, es importante seleccionar a las personas que tengan todas las cualificaciones siguientes posibles:

- (a) *Experiencia*: el *staff* debe tener por lo menos tres años de experiencia de trabajo en un departamento de línea tal como el de planta o una sucursal, y debe tener amplios conocimientos técnicos prácticos. Si es posible, deben tener experiencia en la construcción y dirección de fábricas, oficinas, etc. El conocimiento de las técnicas estadísticas es conveniente pero no esencial, puesto que éstas se pueden aprender más adelante.
- (b) *Personalidad*: el *staff* debe ser bien aceptado dentro de la empresa, y debe ser cooperativo y diplomático en el mejor sentido. No debe dejarse llevar por especulaciones idealistas e hipótesis sin fundamento, sino que debe basar sus conclusiones en una apreciación no distorsionada de los hechos. Deben ser personas incansables y trabajadoras y no ser ni temperamentales ni intolerantes.
- (c) *Complejión física y emocional*: deben ser física y mentalmente resistentes.

Puede que la empresa no tenga a nadie que cumpla perfectamente estas condiciones, pero la alta dirección debe seleccionar a aquellos que estén más cerca para que formen el *staff* de la oficina de fomento del CCT. Se deben designar a las personas que tengan una experiencia variada, y el *staff* para el fomento del CCT debe trabajar unido para complementar los puntos fuertes y los débiles de cada uno y satisfacer los requisitos anteriores en conjunto.

Es especialmente importante la selección de la persona que esté al frente del departamento para el fomento del CCT, desempeñe el papel director en la oficina de fomento del CCT, presida el grupo de estudio del CCT o tenga cualquier otro cargo de autoridad durante la introducción del CCT. Si se selecciona a la persona equivocada, o hace las cosas de la manera equivocada, se retrasará mucho la puesta en práctica total del CCT. Esto ha sucedido frecuentemente hasta en Japón. Claro que esto también es cierto en todas las situaciones; sólo las mejores personas deben ser puestas a cargo de los departamentos nuevos importantes.

El personal de la oficina de fomento del CCT también debe incluir una o dos personas que tengan unos conocimientos superiores de las técnicas estadísticas. Actualmente en Japón las fábricas y los departamentos grandes exigen por lo menos uno o dos expertos estadísticos, quienes también pueden ser formados después de su designación. El personal de inspección al estilo antiguo es, a menudo, inadecuado para el *staff* de las oficinas de fomento del CCT o de los departamentos de garantía de calidad.

(4) Comités de CCT o CC

El comité de CCT o CC desempeña el papel principal en la puesta en práctica y el fomento del control de calidad en la empresa y sus fábricas cuando se introduce el CC por primera vez, y se tiene que tener mucho cuidado con su organización y dirección. El que se forme un comité de CCT o de CC es una cuestión que se decidirá sola espontáneamente cuando la empresa o su alta dirección decida la clase de punto de vista desde el cual quiere fomentar el CCT. Son posibles los siguientes tipos de organización:

I. Comité empresarial:

- a) Presidente: presidente o vicepresidente (el número 1 ó 2 de la empresa).
- b) Miembros: directivos o directores de departamentos a cargo de las ventas, la producción, la tecnología, las compras, la contabilidad, el personal y el control de calidad, junto con los directores de fábrica.
- c) Secretario: director del departamento de control de calidad o director de sección.

II. Comité de fábrica o de sucursal:

- a) Presidente: director de fábrica o director de sucursal.
- b) Miembros: directores de departamento, o directores de sección donde sólo haya un departamento (debe ser incluido el *staff* técnico y el administrativo).
- c) Secretario: director del departamento de control de calidad o director de sección.

En las fábricas o sucursales con departamentos y secciones muy grandes cada departamento debe establecer un comité departamental y varios subcomités según las líneas de los ejemplos anteriores. Estos comités deben empezar por considerarse a sí mismos como grupos educativos, y deben reunirse periódicamente (por lo menos una vez al mes) para discutir los puntos enumerados a continuación:

- (1) Finalización de los programas de fomento del CCT o del CC, incluyendo los programas de educación y normalización.
- (2) Asuntos relacionados con la gestión de la política.
- (3) Metas para la calidad, niveles de calidad, fabricación de prototipos, etc., para los nuevos productos.
- (4) Problemas importantes de calidad, normas de calidad y metas.
- (5) Elementos de calidad prioritarios para análisis.

- (6) Problemas en áreas individuales y manejo de reclamaciones y quejas.
- (7) Informes sobre la eliminación de las anomalías de los procesos.
- (8) Otras cuestiones importantes relativas al control de calidad, e.g., establecimiento de comités de dirección interfuncionales, o suspensión de envíos de producto.
- (9) Actividades de los círculos de CC y actividades de los equipos de CC.

Además, se pueden adoptar, según se precise, grupos y secretariados para el fomento del control de calidad, comités de dirección interfuncionales, equipos de CC, sistema del "director a cargo", etc.

7.3 Programas de fomento del CCT

(1) Programas de CCT a largo plazo

Cuando se fomente el CCT, se tiene que fijar un programa a largo plazo (por ejemplo, un plan a cinco años) dentro de la política de dirección. También es importante hacer que el programa forme parte integrante del plan empresarial a largo plazo de la empresa. Las empresas japonesas han tenido, durante mucho tiempo, planes de beneficios, ventas y producción a largo plazo pero han fracasado ostensiblemente en incluir en ellos programas de calidad a largo plazo. Si los programas de calidad no se unifican con otros planes empresariales, el CCT y la dirección serán considerados como entidades separadas y las personas caerán fácilmente en la ilusión de que el CCT es algo aparte de su trabajo normal cotidiano. El CCT tiene que ser una parte inseparable de los deberes rutinarios de todo el mundo. En un programa de CCT a largo plazo se deben incluir los siguientes puntos:

- (i) Gestión de la política (nota: la gestión de la política está incluida cuando el CCT se pone en práctica en su sentido amplio).
- (ii) Planes para el desarrollo de nuevos productos y la eliminación de productos obsoletos.
- (iii) Programas para la mejora de la calidad.
- (iv) Programas para la garantía de calidad (en sentido amplio).
- (v) Educación para el CC y programas de formación, planes de organización y personal.
- (vi) Planes de promoción de la normalización (materiales y reglamentaciones).
- (vii) Planes para la subcontratación, las compras y las materias primas,
- (viii) Planes para las ventas, la distribución, el servicio y los consumidores.
- (ix) Planes para el fomento de las actividades de los círculos de CC.

(2) Programas de educación y formación (ver la sección 1.6.7)

La educación y la instrucción de todos los empleados es una parte vital del fomento del control de calidad. Sin ellas el control de calidad se convertiría simplemente en un pasatiempo para un grupo selecto de personas. La educación de la mano de obra debe tener los siguientes fines:

- (a) Hacer que la calidad sea cosa de todos.
- (b) Asegurarse de que todo el mundo comprende la nueva filosofía del control de calidad (calidad y control; ver, por ejemplo, las secciones 1.4 y 1.6).
- (c) Hacer que todo el mundo comprenda el enfoque estadístico (ver la sección 2.2).
- (d) Permitir que todo el mundo capte la filosofía y los métodos de las actividades de los círculos de CC (ver la sección 1.10).

Sin embargo, puesto que las personas que están en diferentes niveles de la organización necesitan saber cosas diferentes, la educación tiene que acomodarse a los diferentes grados, como se indica más abajo (la palabra "filosofía" que figura más abajo se refiere a las cuatro filosofías de calidad, control, métodos estadísticos y actividades de los círculos de CC):

- (i) La alta dirección necesita fundamentalmente comprender la filosofía (ver los Capítulos 1 y 2).
- (ii) Los directivos medios tienen que comprender la filosofía, el uso de los gráficos de control, y algunas técnicas estadísticas (todo este libro).
- (iii) Los técnicos generales deben comprender la filosofía más las técnicas estadísticas introductorias, incluyendo los gráficos de control
- (iv) Los técnicos de alto nivel, al igual que los ingenieros generales, necesitan comprender la filosofía y las técnicas estadísticas, pero sus conocimientos de las últimas deben estar a un nivel ligeramente superior.
- (v) Los administrativos deben comprender, por lo menos, lo mismo que los directores medios, y algunas personas tienen que llegar hasta el nivel de los técnicos de alto nivel.
- (vi) Los supervisores de los puestos de trabajo deben comprender la filosofía y las siete herramientas del CC, si es posible tanto como los técnicos generales.
- (vii) Los trabajadores deben, inicialmente, comprender la filosofía y algunas de las siete herramientas del CC; posteriormente deben comprender las siete.
- (viii) Los estadísticos deben estar bien versados en las técnicas estadísticas avanzadas, el diseño de experimentos, la investigación operativa, la investigación de marketing, etc.

La educación puede ser más eficaz si se invita a expertos del exterior para que dirijan programas de formación, o se envíe a las personas a seminarios externos, pero, al final, todo depende de los esfuerzos de las personas que están a cargo del control de calidad dentro de la empresa. La forma como se introduzca es especialmente importante, como lo es el seguimiento adecuado.

Se deben preparar y programar por adelantado programas educativos de tres o cinco años para todos los niveles anteriores. Si es posible, todos los empleados deben haber terminado su educación en el último año. Igualmente, puesto que la masa laboral cambia continuamente, estos programas educativos se tienen que proseguir mientras exista la empresa. Los programas educativos y los de asignación de personal deben estar relacionados, y el historial educativo de cada persona debe ser incluido en su historial personal. Este historial educativo debe ser tenido en cuenta cuando se examine la organización y la designación de su *staff*. Las actividades de los círculos de CC son eficacísimas para hacer esto.

(3) Programas de normalización

Las siguientes cuestiones tienen que ser acometidas en los programas de normalización de la organización:

- (i) Cómo deben clasificarse las diferentes normas y qué sistemas de normalización se deberían establecer.
- (ii)Cuál es la fecha tope para completar cada norma.
- (iii) Se tienen que preparar las reglamentaciones de control para las normas, y especificar los impresos y los métodos para rellenarlos.

Ver en las secciones 1.5.2 y 5.4 las clases de elementos a incluir en las normas y reglamentaciones.

La denominación de las normas se puede elegir libremente según la costumbre de la empresa. Algunos ejemplos podrían ser "reglamentaciones", "especificaciones", "procedimientos" u "órdenes". Las normas básicas de una empresa son sus cláusulas de constitución; las demás normas se formulan alrededor de éstas. Las normas particular e íntimamente relacionadas con la calidad incluyen los tipos descritos más adelante. Hay casi un número infinito de diferentes tipos de normas y de maneras de clasificarlas, pero, en principio, es mejor empezar por preparar el mínimo número de normas eficaces y practicable, e ir agregando las demás conforme sea necesario.

- (1) Normas de calidad de productos, i. e., normas que regulan la calidad de los procesos individuales: normas para los productos finales e intermedios. Las normas para el muestreo, las medidas y los ensayos pueden o incluirse en éstas o dejarlas aparte.

- (2) Normas de calidad de materias primas, i. e., normas que regulan la calidad de todos los tipos de materiales adquiridos, materiales suplementarios, piezas, etc. Éstas pueden incluir las reglamentaciones para hacer los pedidos, los plazos de entrega y el manejo de materiales.
- (3) Normas de métodos de ensayo, normas de métodos de medida, normas de control de medidas, normas de métodos de muestreo, normas de inspección, planes de inspección estándar. Normas de inspección tales como las regulaciones de la puesta en práctica de la inspección, los métodos de ensayo, los métodos de medida y los de muestreo pueden escribirse separadamente (en cuyo caso, las normas de los productos individuales indicarán qué norma de inspección se tiene que usar), o pueden ser incluidas en las normas de productos individuales. Las reglamentaciones de la puesta en práctica de la inspección son una clase de normas de trabajo para la inspección y deben especificar la combinación de métodos de inspección a utilizar. Deben incluir los criterios de inspección, el manejo de las unidades defectuosas, la disposición de los lotes no conformes y una descripción de la responsabilidad y la autoridad en cuestiones tales como la aceptación "tal como está".
- (4) Normas técnicas (incluyendo la tasa de producción estándar, la cantidad estándar para una unidad de producto, el rendimiento estándar, etc.), las normas de diseño, las de la tecnología de diseño, y las reglamentaciones para el desarrollo de nuevos productos.
- (5) Normas de trabajo, instrucciones de trabajo, directrices de trabajo, normas de control. En sentido amplio, las normas de trabajo especifican lo que cada empleado debe hacer. Además de tratar con el trabajo rutinario realizado en planta, deberían incluir también, por tanto: las normas del trabajo de inspección (reglamentaciones de la puesta en práctica de la inspección), las normas de muestreo, medidas y trabajos del análisis de ensayos, la preparación de los documentos para contratos, el control de las medidas, el manejo de las reclamaciones, la gestión de ventas, el control de stock, los estudios de mercado, la información de la calidad, las normas para controlar los procesos por medio de los gráficos de control, el control de equipos, planta y máquinas, el control de calibres y herramientas, los experimentos de fábrica, la gestión de la seguridad e higiene, la gestión de la educación, la formación y las habilidades, el control del transporte y del volumen de producción, el control de la mano de obra, el control de presupuestos, el control de costes, la dirección del personal, la administración, los impresos estándar para toda clase de informes, vales, etc., y las normas de trabajo para organizarlos y archivarlos.

- (6) Normas organizativas, regulaciones de los comités (para los comités de control de calidad y de nuevos productos). Las normas organizativas especifican los deberes y el trabajo estándar de los empleados de alto nivel (e.g., desde el nivel de *staff* hasta el de director) y del personal administrativo. A veces, se llama a estas normas "descripciones de trabajo" o "directrices de gestión". Su propósito particular es delegar la autoridad y aclarar las relaciones entre diferentes niveles de la jerarquía organizativa.
- (7) Normas para la gestión de la política y la transmisión de información, normas para el control de artículos, y normas para el sistema de información.
- (8) Reglamentaciones del control de normas.

Para que sea eficaz el uso de los tipos anteriores de normas es necesario especificar el método para controlar cada norma. Las normas que hacen esto se llaman reglamentaciones del control de las normas. Deben especificar lo siguiente:

- Quién debe formular las normas, cuándo y de qué manera, y de quién se tiene que obtener la aprobación; quién va a preparar los borradores de los programas educativos, cuándo se va a hacer esto y de quién se tiene que buscar la aprobación para las revisiones.
- Cómo se van a archivar, organizar, difundir, revisar y comprobar las normas.

Las normas deben prepararse de acuerdo con la política de dirección, con el fin de alcanzar objetivos específicos. Su preparación es deber de los técnicos y los especialistas administrativos. En principio, la normalización sólo empieza a hacer progresos realmente después que se hayan decidido la política de gestión y los objetivos. La normalización superflua que tiene objetivos poco claros puede transformarse fácilmente en una normalización porque sí.

(4) Programas de racionalización organizativa y de dirección interfuncional

Conforme proseguimos con la normalización y el control de calidad, acabaremos por enfrentarnos con el problema de la racionalización organizativa. Por tanto, es mejor decidir por adelantado cuándo comenzar a acometer esto. Dado el estado actual de muchas empresas, puede ser difícil crear la organización ideal en un corto lapso de tiempo, especialmente en las áreas de producción, tecnología, inspección y control. Probablemente sea mejor preparar un programa que proceda gradualmente.

Aunque los departamentos individuales puedan estar muy bien organizados, tradicionalmente las empresas japonesas exhiben una fuerte tendencia a crear intereses locales, con unos enlaces interfuncionales debilísimos. Por tanto, es una buena idea, simultáneamente a la introducción del CC, establecer comités de dirección interfuncionales (e. g., para garantía de calidad, desarrollo de nuevos productos, beneficios, costes, volumen de producción, ventas, personal, subcontratación y empresas filiales), idear y expedir un programa para construir un sistema de dirección interfuncional.

Puesto que los intereses locales suelen aparecer en todas las áreas de la sociedad humana, a continuación se exponen algunas ideas que pueden servir para romperlo:

- (a) La responsabilidad de deshacer el regionalismo reside en la alta dirección.
- (b) Fundamentalmente, el establecimiento de contactos horizontales es deber de los directivos medios, los jefes de sección y los directores de departamento.
- (c) Todos los empleados deben comprender, y actuar de acuerdo con, la idea de que "el proceso siguiente es su cliente".
- (d) Se deben crear comités interfuncionales para aclarar los deberes y las responsabilidades de cada función y establecer relaciones interfuncionales.
- (e) Se debe delegar ampliamente la autoridad a equipos de CC, y se debe hacer un uso total de las actividades de los círculos de CC.
- (f) Se deben formar círculos de CC conjuntos y hay que asegurarse de que se mantienen activos.
- (g) Se pueden formar pequeñas unidades de gestión tales como el sistema de divisiones.

7.4 Control de los diseños

Puesto que el control del diseño se tocó en la explicación de los sistemas de garantía de calidad, en las secciones 1.6.2 y 6.3, y también se dieron algunas máximas pertinentes en la sección 1.1.2 (5), aquí explicaré sólo los puntos principales.

La planificación, el diseño, la fabricación de prototipos y la evaluación no son dominio exclusivo del departamento de diseño. Deben ser llevados a cabo en grupos o equipos que incluyan a otro personal relacionado. El diseño significa hacer realidad los planes para el producto que se decidieron en la empresa.

El trabajo de diseño es la producción, en pequeño volumen y gran variedad, de los productos que son los planos, y, por tanto, debe comenzar desde el

punto de vista del cliente. Los planos sólo deben prepararse después de que se hayan comprobado cuidadosamente las condiciones de uso, se haya realizado la investigación del producto, y se hayan investigado los métodos de producción y las capacidades de proceso.

La preparación de los planos va acompañada inevitablemente de equivocaciones y un incremento de la variedad de piezas requeridas. Para obviar esto, debemos fomentar la normalización de los diseños y de las piezas, así como eliminar los errores en los planos, hacer más estricto el sistema para comprobar los mismos, erradicar los cambios en planos y diseños, y preparar planos que permitan que los productos se fabriquen sin ajustes.

El uso de las herramientas del CC tales como el análisis de Pareto y las hojas de comprobación ayudarán a ello, y debemos pensar en la fabricación de prototipos como si fuera un experimento y hacer uso de los métodos de diseño de experimentos. Los métodos estadísticos también son útiles para determinar las tolerancias y los factores de seguridad.

7.5 El control de las materias primas, de subcontratistas, y el CCT para las pequeñas y medianas empresas

(1) Control de subcontratistas

Una media del 70% (entre el 50% y el 85%) de los costes de la producción industrial japonesa se gasta en materias primas, piezas y procesos. No hay modo de producir buenos productos si los materiales, las piezas o los procesos son malos, y por esto las grandes empresas de Japón unieron sus fuerzas con las fábricas subcontratadas y otras pequeñas y medianas empresas para fomentar el CCT a partir de finales de los años sesenta en adelante. Esto ha permitido que la industria produzca productos de alta calidad a unos precios razonables, reducir la cantidad almacenada de piezas y ganar en la competencia mundial. También se han formado asociaciones cooperativas y otros grupos, y los compradores y los vendedores se han hecho aliados.

En contraste, la proporción de los costes de producción debidos a las materias primas, piezas y procesos en algunos países es ligeramente superior al 50%, menos que en Japón. Esto es porque los proveedores se consideran como enemigos en los que no se puede confiar, y las piezas adquiridas tienen unas proporciones altas de defectos. Como consecuencia, las cantidades de piezas almacenadas son altas, con unos cargos correspondientes elevados debidos a los intereses.

Ejemplo: la empresa A tiene la siguiente política básica para promover y desarrollar a los subcontratistas:

1. No compramos a empresas que no suministren a otros fabricantes. En el futuro, limite la proporción de productos que nos suministre a un máximo del 50% de su producción total.
2. No compramos a empresas que no nos manifiesten sus opiniones y sugerencias.
3. Puesto que estamos adoptando un sistema de compras garantizadas (un sistema de compras de inspección nula), someta sus provisiones a la garantía de calidad adecuada.

El control de calidad total significa pensar en la calidad del subcontratista, la cantidad, los plazos de entrega y el control a largo plazo. Cuesta tiempo conseguir buenos subcontratistas.

(2) Los diez principios del Control de Calidad para los compradores y los vendedores

Para racionalizar la relación entre compradores y vendedores, y para mejorar la garantía de calidad, en 1960 se formularon los siguientes diez principios del control de calidad (titulados "Los diez principios para las relaciones comprador-proveedor desde el punto de vista del control de calidad"); algunos se revisaron en 1966:

Introducción: tanto el comprador como el proveedor deben practicar sinceramente los diez principios siguientes, al mismo tiempo que promueven un espíritu de confianza mutua, cooperación y tolerancia, y el sentido de responsabilidad social:

- (i) El comprador y el proveedor son responsables de comprender los sistemas de calidad del otro, y de trabajar juntos para poner en práctica el control de calidad.
- (ii) El comprador y el proveedor deben conservar su autonomía individual al mismo tiempo que respetar la independencia del otro.
- (iii) El comprador es responsable de presentar sus requisitos al proveedor de forma que el proveedor comprenda claramente lo que debe fabricar.
- (iv) Antes de empezar cualquier transacción comercial, el comprador y el proveedor deben redactar y firmar los contratos adecuados que cubran cuestiones tales como la calidad, la cantidad, el precio, las fechas tope de entrega y las condiciones de pago.

- (v) El proveedor es responsable de garantizar que los materiales suministrados tengan la calidad que satisfaga al comprador durante su uso. También es responsable de suministrar los datos objetivos necesarios para confirmar esto, a su requerimiento.
- (vi) Cuando se redacte el contrato, el comprador y el proveedor deben decidir los métodos de evaluación que sean satisfactorios para ambas partes.
- (vii) Cuando se prepare el contrato, el comprador y el proveedor deben decidir los métodos y procedimientos para solucionar amistosamente las discrepancias.
- (viii) El comprador y el proveedor deben dar la debida consideración a los puntos de vista del otro, e intercambiar la información necesaria para cada parte, para el control de calidad.
- (ix) Para asegurar una relación fluida, tanto el comprador como el proveedor deben, en todo momento, gestionar adecuadamente las actividades empresariales tales como los pedidos, la producción, la planificación de inventarios, la administración y la organización.
- (x) En sus transacciones comerciales, tanto el proveedor como el comprador deben siempre tener en cuenta el interés del consumidor final.

La Tabla 7.1 resume la relación entre el proveedor y el comprador en garantía de calidad. Se puede considerar que la relación del CC es más avanzada conforme pasa del primer paso al octavo de la tabla. No hay que obsesionarse con la idea de comprar con inspección nula y dejar de llevar a cabo la inspección cuando realmente hace falta.

Tabla 7.1: Relación de Garantía de Calidad entre el proveedor y el comprador

	Proveedor		Comprador	
	Producción	Inspección	Inspección	Producción
1.	-	-	-	Inspección del 100%
2.	-	-	Inspección del 100%	
3.	-	Inspección del 100%	Inspección del 100%	
4.	-	Inspección del 100%	Inspección por muestreo o de verificación	
5. Inspección del 100% (inspección autónoma)		Inspección por muestreo	Inspección por muestreo o de verificación	
6. Control (control autónomo)		Inspección por muestreo	Inspección de verificación o inspección cero	
7. Control		Inspección por verificación	Inspección de verificación o inspección cero	
8. Control		Inspección cero	Inspección cero	

(3) Diez puntos para su lista de comprobación del AV

El análisis del valor (AV) es útil para controlar las materias primas. A continuación hay una lista de comprobación utilizada por General Electric²:

- (i) ¿Añade valor el uso de la materia prima?
- (ii) La materia prima ¿vale lo que cuesta para esa aplicación particular?
- (iii) ¿Hay alguna pérdida intrínseca en forma de materia prima?
- (iv) ¿Se puede disponer de algo más apropiado?
- (v) ¿Hay forma de hacerlo más barato?
- (vi) ¿Se puede utilizar un artículo estándar?
- (vii) ¿Se puede utilizar la materia prima con un plan adecuado al volumen de producción?
- (viii) ¿Es adecuado el coste cuando se compara con los costes totales de materiales, costes de mano de obra, costes indirectos y beneficios?
- (ix) ¿Hay proveedores más fiables o más baratos?
- (x) ¿Hay alguien que compra el mismo material más barato?

(4) Criterios para seleccionar a los proveedores desde el punto de vista del CC³

Los puntos siguientes se refieren a las fuentes externas y las compras:

- (a) ¿Se ha establecido una política básica? ¿Pretende funcionar como fabricante especialista o como grupo industrial? ¿Se han de seleccionar a los proveedores actuales o se tienen que desarrollar unos nuevos?
- (b) Ver los "Diez Principios de las Relaciones Comprador-Proveedor" descritas en el área de la sección 7.5 (2).
- (c) Para clasificar a los proveedores se tienen en cuenta los siguientes criterios: organización y grado de desarrollo del control de calidad y de la garantía de calidad; habilidades y cualidades personales de la alta dirección; nivel de dirección empresarial; independencia; estado financiero; nivel técnico; estado del equipo; número de años durante los que se han mantenido relaciones con anterioridad; seriedad; utilización de subcontratistas; relaciones entre la mano de obra y la dirección; grado de cooperación (para cumplir las fechas tope de entrega); precio.
- (d) ¿Las compras se van a hacer por medio de una auditoría de CC o de la inspección?
- (e) Clasificar las piezas (e.g., A, B, C, D) y cambiar convenientemente el sistema de pedidos.

²

Nota del editor de la versión inglesa: Puesto que es una traducción del japonés, puede que las palabras no se correspondan exactamente con las del original.

³ Kaoru Ishikawa, *Hinshitsu Kanri* (Control de Calidad), vol. 15 (1964), n° 8, p. 567 (en japonés).

- (f) Algunas empresas japonesas tienen una estrategia de compras internacional desde finales de los años cincuenta, y actualmente la mayoría de las empresas han empezado a comprar y subcontratar fuera de Japón. ¿Tiene la empresa en consideración la capacidad para hacer esto, y ha desarrollado a las personas con las habilidades requeridas?
- (g) La selección de proveedores se debe revisar periódicamente. En la revisión se debe tener en cuenta lo siguiente:
- Educación del proveedor: educación en grupos (por iniciativa propia); comités; grupos de cooperación; equipos de CC conjuntos; círculos de CC; grupos de estudio de CC y visitas mutuas; recomendaciones individuales, sistemas de sugerencias; ajuste de la inspección; sistemas de primas y penalizaciones; racionalización de los contratos; cancelación de los contratos con los proveedores inadecuados; reducciones planificadas de precios.
 - Sistemas de pedidos y entrega: entrega a fecha fija; entrega a día fijo; entrega a granel; pedidos de cantidades fijas; pedidos a periodo fijo; pedidos planificados; compras al contado.
 - Sistemas de control del almacén de producto acabado.
 - Sistemas de compras: sistema de estimación; sistema de subastas públicas; sistema de subastas privadas; negociación individual.
 - ¿Son necesarios los ensayos conjuntos?
 - Racionalización de contratos.
 - ¿Quién decide si se van a fabricar las piezas en casa o se van a comprar fuera, y cuándo y cómo se hace esto?
 - Fuentes externas para los productos acabados; si hay que fabricarlos en casa, pedirlos a un proveedor externo, hacer de fabricante de equipos originales, fabricar en el extranjero, etc.

(5) Los diez mandamientos para las pequeñas y medianas empresas

- (i) El público volverá la espalda a un negocio que no aporte nada a la sociedad.
- (ii) Desarrollar y favorecer a las personas promocionables, racionalizar la selección de personal y apartar de la alta dirección a las personas ineficaces.
- (iii) Establecer relaciones constructivas y cooperativas entre la mano de obra y la dirección, y hacerse responsable de los empleados y sus familias.
- (iv) Desarrollar la conciencia de la alta dirección en el control de calidad y la mejora, concentrarse en el desarrollo de nuevos productos, y convertirse en un fabricante especialista.

- (v) Dominar el enfoque estadístico, basar las políticas y los planes en los datos estadísticos, y hacer uso de los estudios de mercado. Conocer los procesos y las capacidades de fabricación de su propia empresa.
- (vi) No depender exclusivamente de pedidos de una sola empresa. Conservar la independencia y no aceptar más del 50% de los pedidos a una empresa; si es posible, reducir este número al 20% o menos,
- (vii) No poseer demasiados activos fijos o inversiones excesivas en equipo; esto puede conducir a la falta de activos o a una liquidez insuficiente cuando haga falta.
- (viii) Por las mismas razones, controlar cuidadosamente los inventarios y las ventas a crédito.
- (ix) No depender de mano de obra barata.
- (x) Evitar costumbres empresariales irracionales tales como la falta de entusiasmo o de liderazgo por parte de la alta dirección, la ignorancia, el manejo indeciso de los problemas, la falta de experiencia, el reparto excesivo de beneficios, inversión insuficiente en educación, falta de desarrollo del personal, y no seleccionar y designar a personas competentes.

(6) Control de la entrega

Las siguientes son recomendaciones a tener en cuenta además del control de las materias primas y de los subcontratistas:

- (a) Definir claramente lo que significa la entrega, fijar fechas tope específicas, y asegurarse de que todo el mundo participa del espíritu para cumplir esas fechas tope.
- (b) Definir claramente lo que significa no cumplir una fecha tope o hacer una entrega incorrecta. Fechas tope irrazonables y retrasos en la emisión de los planos o las materias primas son causas frecuentes de no cumplir los plazos de entrega. El comprador o contratista es responsable entre el 60% y el 70% de los problemas en las relaciones entre el proveedor y el comprador y de que haya demasiados lotes malos o unidades defectuosas y entregas incorrectas, mientras que el proveedor o subcontratista tiene sólo entre un 30% y un 40% de responsabilidad.
- (c) Hacer uso del análisis de Pareto.
- (d) Suministrar a los proveedores la retroalimentación de la información de la calidad.
- (e) Comprobar los cambios en la calidad de los artículos suministrados, las capacidades de los procesos, los lotes malos y los productos defectuosos.

- (f) Examinar el porcentaje de unidades defectuosas después de la inspección en recepción y decidir si se debería cambiar el método de inspección en recepción o el proveedor.

7.6 Control de los equipos, control de calibres y herramientas, y control de las medidas

La filosofía que hay detrás de estos tres tipos de control es básicamente la misma (ver las secciones 1.6.4 y 1.6.6).

- (1) Históricamente, los métodos de control de equipos empezaron con un plan para reparar los equipos porque se habían estropeado; esto evolucionó al mantenimiento preventivo para evitar que aquellos se estropearan. El acontecimiento siguiente implicó el asegurarse de que los equipos mantienen y mejoran sus capacidades de proceso; el acontecimiento más reciente ha sido centrarse en mejorar la fiabilidad de los equipos por medio del MPT.
- (2) Para realizar los estudios de capacidades de los procesos, se tiene que decidir quién es responsable de la investigación, del mantenimiento y la mejora. El mantenimiento preventivo desaparecerá si no se es consciente de la precisión dinámica, la precisión estática, y del enfoque estadístico.
- (3) Las consideraciones que implican las normas de inspección y mantenimiento para los equipos e instrumentos de medida son: ¿Quién las va a preparar, el fabricante? Y ¿se dispone de la tecnología de inspección requerida?
- (4) Si hay paradas frecuentes después de la inspección y el mantenimiento, hay que preguntarse si son adecuadas las normas operativas de los ensayos.
- (5) ¿Qué departamento es responsable del control de equipos? ¿El puesto de trabajo utiliza el equipo de forma irrazonable y no lleva a cabo el mantenimiento periódicamente? Es imposible una mejora desde la raíz si tan sólo se obliga a las personas a que cumplan órdenes. ¿Qué hay del control del almacén de las piezas de recambio?
- (6) Se tiene que llevar a cabo el control según prioridades.
- (7) ¿Cómo son las normas de renovación de equipos? Se pueden mejorar considerablemente las capacidades de proceso de los viejos equipos. Las personas tienden a invertir más de lo necesario en equipos nuevos y en instalar innecesariamente instrumentos de medida. Antes de comprar un equipo, preguntarse si es realmente necesario. No sirve tratar de amorti-

zar los costes por medio de las desgravaciones de impuestos; los progresos técnicos reducirán el valor del equipo mucho más rápidamente.

- (8) ¿Hay normas de trabajo adecuadas para utilizar los equipos, calibres y herramientas, e instrumentos de medida?
- (9) Es totalmente erróneo asumir que se esté poniendo en práctica el control sólo porque se estén llevando a cabo el mantenimiento y la calibración periódicos. Ajustar y reparar equipos que se han estropeado es gestionar las crisis; es lo mismo que cerrar la puerta del establo cuando el caballo ya se ha escapado.
- (10) ¿Qué hay del control de la fiabilidad?
- (11) ¿Es la inversión en equipos realmente necesaria desde los puntos de vista del control de costes, de la capacidad de proceso y de la capacidad de fabricación? Con un control adecuado se puede aumentar la capacidad de fabricación entre un 50% y un 100%, y la variación de un proceso se puede reducir fácilmente a la mitad o la tercera parte de su valor original.
- (12) ¿Se están verificando adecuadamente los resultados de la inversión en equipos? Asegurarse de que las personas no escapan a sus responsabilidades gastando los presupuestos para inversiones o utilizando los equipos pero sin verificar los resultados.
- (13) ¿Está firmemente establecido el control de los errores?
- (14) Antes de automatizar o introducir robots asegurarse de que se llevan a cabo el análisis y control adecuados del proceso, y que se preparan gráficos de proceso de control de calidad eficaces.

7.7 El CCT en marketing, ventas y servicio post-venta

A continuación se expone una lista de algunos defectos corrientes de los departamentos convencionales de marketing, desde el punto de vista del CCT:

- (1) No se dan cuenta de que marketing es el inicio y el final del CCT.
- (2) Creen que marketing y el CCT no están relacionados y, por tanto, ignoran el CCT y el CC.
- (3) Carecen de los datos sobre los factores subyacentes a por qué algunos productos se venden bien y otros no.
- (4) El cliente es el rey, pero muchos reyes son ciegos. Es tarea del *staff* de ventas educar correctamente a los clientes sobre los productos, pero a veces el propio *staff* carece de suficientes conocimientos sobre los productos y trabajan fiados únicamente en la "intuición, experiencia y audacia".

- (5) Su *staff* no es diferente del *staff* de ventas de los distribuidores o mayoristas.
- (6) Sus políticas y planes son ambiguos y no están bien difundidos. No se hace ningún esfuerzo para vender según los planes de ventas.
- (7) Sólo aceptan los pedidos fáciles y evitan los difíciles.
- (8) No perciben la garantía de calidad y carecen de sentido de la responsabilidad.
- (9) No saben nada de la gestión o la investigación de líneas de productos de alta calidad.
- (10) Carecen de sentido para vender productos de mejor calidad a precios más altos.
- (11) No se dan cuenta de que marketing es redundante cuando se vende a precios de saldo. Debemos vender por la calidad.
- (12) Carecen de sensibilidad para asegurarse un beneficio.
- (13) Creen que todo es de color de rosa mientras aumenten las ventas.
- (14) Aplican tácticas de ventas bajo presión sin tener en cuenta los posibles problemas de pago, centrándose en los números de las ventas y olvidándose de las tasas de interés.
- (15) Tienen pocos técnicos de ventas o ninguno en absoluto, y el *staff* de ventas carece de educación en el producto y técnica.
- (16) Tienen demasiado interés en vender modelos especiales y se olvidan de las ventas de las versiones estándar.
- (17) No están interesados en vender artículos que producen pérdidas según los procedimientos formales de contabilidad de costes.
- (18) No conocen lo suficiente los detalles de los pedidos.
- (19) Ignoran las capacidades de los procesos, las capacidades de fabricación y las condiciones de fábrica.
- (20) No piensan en la empresa como un todo.
- (21) Ignoran los costes y los activos líquidos.
- (22) No tienen ni idea de actuar como antenas de la empresa para recoger información de la calidad en el mercado, y carecen de la habilidad para hacerlo.
- (23) No son de fiar (en cuanto a la calidad, el precio y la entrega).
- (24) Su publicidad a menudo es exagerada y susceptible de padecer problemas por la responsabilidad civil de los productos. No estudian la responsabilidad civil de los productos.
- (25) Su servicio previo a la venta es inadecuado y carecen de la idea de que están vendiendo un servicio.
- (26) El servicio post-venta es inadecuado; no se debe vender un producto si no se dispone de servicio para él.

- (27) No saben cómo controlar los inventarios de productos, y no realizan un análisis de Pareto adecuado basado en la calidad, la cantidad y el precio.
- (28) No tienen mucha idea de los estudios de mercado y no saben cómo realizarlos.
- (29) No investigan las clases de organizaciones para la distribución a través de las cuales es mejor vender, y no proporcionan a las organizaciones para la distribución la suficiente educación en el CCT y desarrollo.
- (30) No estudian con suficiente detenimiento a los compradores y consumidores.
- (31) No proporcionan la conexión adecuada con la propaganda y la publicidad.
- (32) Su propaganda y publicidad no tienen el espíritu del CCT.
- (33) Carecen de valor para no seguir vendiendo los productos obsoletos.
- (34) Suministran un servicio y una garantía de calidad insuficiente para los productos que ya no se venden.
- (35) Sostienen que las ventas son imposibles a menos que se lancen nuevos productos, mientras que se olvidan de sus propias responsabilidades en la planificación de nuevos productos.
- (36) Aceptan pedidos sin considerar si se pueden servir realmente los artículos.
- (37) No conocen el manejo de las reclamaciones al estilo del CCT.
- (38) A menudo sus datos de ventas no se pueden utilizar para el análisis porque están agrupados y no están estratificados convenientemente.
- (39) Sus manuales operativos (incluyendo los métodos de uso y mantenimiento), catálogos, listas de piezas, etc., no están basados en el enfoque del CC.

Se pueden deducir algunas ideas para practicar el CCT en el departamento de marketing poniendo en práctica lo contrario de muchas de las equivocaciones anteriores. Brevemente resumidas, éstas son:

- (1) Ser capaz de hacer de ojos y oídos de su organización recogiendo información del mercado y de los consumidores.
- (2) Preparar planes de ventas para cada producto considerando las cantidades y los beneficios, así como los valores de venta. Vender los productos y cobrar de acuerdo con estos planes.
- (3) Disponer de información técnica sobre los productos y sus métodos de uso, y proporcionar servicios técnicos o llevar a cabo experimentos conjuntos para que los consumidores puedan hacer las elecciones apropiadas y que usen los productos correctamente.
- (4) Tomar los pedidos convenientemente, utilizando el enfoque del CC. Aclarar el grado que es importante garantizar para cada producto, así como su método de uso, condiciones de uso, periodo de garantía, i.e.,

aclarar los requisitos de los consumidores y preparar los contratos apropiados.

- (5) Estimular a los consumidores a que compren las versiones estándar en vez de los modelos especiales.
- (6) Proporcionar consejos y retroalimentación de las clases de nuevos productos y mejoras de la calidad necesarios.
- (7) Inculcar afición a vender calidad, y vender artículos de alta calidad a precios más altos.
- (8) Analizar estadísticamente grandes cantidades de datos.
- (9) Preparar un sistema de contabilidad independiente para marketing.

7.8 El CCT y la organización distribuidora

Aunque una empresa produzca productos de buena calidad, no podrá garantizar la calidad de estos productos y la fabricación no procederá con fluidez si el control de calidad de las organizaciones distribuidoras de la empresa es malo. La calidad de los productos primarios -e.g., textiles, plásticos, productos metálicos, etc.-, ganada a duras penas, se perderá si su procesado (incluido en la distribución en su sentido más amplio) es malo. El efecto es especialmente perjudicial para las pequeñas y medianas empresas. Hasta los fabricantes de productos primarios están siendo obligados a pensar en garantizar su calidad hasta después de haber sido convertidos en productos finales. También con las mercancías generales el mal control de stocks conducirá al deterioro de los productos, a niveles mayores de stocks defectuosos y a devoluciones más frecuentes. La aparición de productos defectuosos también puede hacer que se pierdan oportunidades valiosas de venta. Además, si se carece de conocimientos del producto, se venderán productos inadecuados a los clientes y esto conducirá a que haya reclamaciones y quejas. Los clientes no estarán satisfechos si los ensayos del producto en el momento de la venta, la inspección previa a la venta, la instalación y otros servicios son malos, y resultará imposible vender productos en el futuro si el servicio post-venta es insatisfactorio.

En relación con lo anterior son importantes las siguientes recomendaciones:

- (1) Educar a las organizaciones distribuidoras (e.g., empresas comerciales, agentes, mayoristas y minoristas) en el CC.
- (2) Asegurarse de que los distribuidores están muy versados en la filosofía de proveerse de productos de buena calidad, vender productos de buena

calidad y garantizar la calidad (incluyendo el servicio post-venta) incluso después de la compra.

- (3) Seleccionar cuidadosamente las organizaciones distribuidoras.
- (4) Un transporte, empaquetado, almacenamiento y control de stocks insatisfactorios por parte de los distribuidores no sólo hará imposible la garantía de calidad sino que también pondrá en peligro los negocios de su empresa. Asegurarse de que se controlan íntimamente todos estos aspectos.
- (5) Educar concienzudamente a los distribuidores en el manejo de las reclamaciones. Muchos distribuidores no conocen el enfoque del CC para manejar las reclamaciones y no adoptan medidas para prevenir la repetición de problemas cuando se recibe una queja; usualmente, su procedimiento normal no es más que pedir excusas y ofrecerse a sustituir el artículo defectuoso.
- (6) Asegurarse de que los distribuidores llevan a cabo las verificaciones adecuadas previas a la entrega cuando pasen los artículos al cliente, además de realizar una inspección cuidadosa en recepción.

7.9 Control de la Investigación y el Desarrollo

Nos encontramos ahora en una era de intensa competencia en el desarrollo de nuevos productos, pero es imposible que haya buenos productos y un buen desarrollo de los mismos sin una investigación eficaz. La historia del huevo de Colón parece oportuna en relación con la investigación y el desarrollo. Colón tenía un sueño y lo realizó. Las personas a menudo hacen listas de ideas y planes para nuevos productos y luego pasan a evaluar estas ideas, pero estas evaluaciones no son mucho de fiar. Las ideas que hayan pasado por esta clase de proceso evaluador producirán resultados corrientes y molientes. Cuando surge una idea debería probarse sin dudarle puesto que las ideas realmente buenas sólo emergen en un proceso de tanteos. Es importante crear una cultura corporativa en la cual no se tenga miedo de fracasar y en la que se puedan poner en práctica libremente las ideas. Una empresa con tal atmósfera producirá nuevos productos buenos en abundancia y nueva tecnología. Las siguientes son unas orientaciones importantes para controlar la investigación y el desarrollo:

- (1) Dividir la investigación en diferentes categorías (investigación básica, investigación aplicada, investigación del desarrollo, investigación de los servicios, investigación de productos, investigación a corto plazo, investigación a medio plazo, investigación a largo plazo e investigación "urgente") e idear sistemas para controlar éstas. La investigación básica debería

tener un amplio rango de temas y un presupuesto abierto. (Actualmente casi ninguna empresa japonesa practica la investigación básica.) Los otros tipos de investigación deberían tener unos temas, objetivos, metas, organizaciones, programas y calendarios adecuadamente establecidos y controlados.

- (2) Decidir si la investigación se va a hacer dentro de casa o contratarla fuera, comprar patentes, cazar cabezas de otras empresas o fusionarse con otras empresas. Determinar quién tiene que decidir esto.
- (3) Preparar un sistema que minimice la necesidad de la investigación "urgente", de última hora y no planificada.
- (4) Crear una cultura corporativa en la que no se tenga miedo de fracasar y en la que se puedan poner en práctica libremente las ideas.
- (5) Determinar cómo se van a decidir los temas, fines y metas.
- (6) Llevar a cabo las actividades en equipos. Disponer que las personas se reúnan en grupos de proyectos conforme sea preciso.
- (7) Seleccionar activamente e intercambiar al personal de investigación.
- (8) Fomentar el desarrollo de personas creativas con ideas.
- (9) Desarrollar las capacidades científicas y para el análisis estadístico de las personas, y la capacidad para escribir informes de las investigaciones que sean fácilmente comprensibles por la alta dirección. Las personas deben aceptar sin reparos las evaluaciones ocasionales durante el curso de la investigación.
- (10) Estar dispuesto a decidir cuándo suspender cierta línea de investigación y tener la determinación de hacerlo.
- (11) Recordar que la investigación es una inversión a largo plazo.
- (12) Fortalecer los departamentos de servicios internos de los laboratorios de investigación (?) (administración, control, recursos bibliográficos, investigación, ensayos, equipos, análisis y medidas).
- (13) Utilizar herramientas estadísticas, la técnica del TPER, etc.
- (14) La investigación de los desarrollos debe empezar en un frente amplio e estrechándose gradualmente (le llamo "investigación en forma cónica") en vez de empezar en un punto y avanzar en línea recta ("investigación bien perfilada"). Se deben diseñar experimentos que demuestren el efecto de la variación sobre varios factores.
- (15) No olvidar la investigación de productos.
- (16) Normalizar los métodos para evaluar los resultados de la investigación y para asignar recursos.

No surgirán productos ni tecnología verdaderamente nuevos de la clase de organización en la que la alta dirección acumula críticas sobre los fallos y casi no alaba los éxitos; sólo se producirán productos y tecnología de imitación.

Menos del 5% de las ideas tienen éxito en su forma original, pero, al final, una idea tendrá éxito si somos lo suficientemente valientes como para pasar por el largo proceso de los tanteos, modificando la idea después de cada fallo. Debido a esto creo que es mejor designar como jefe de un laboratorio de investigación y desarrollo a una persona sensata que venga del departamento de ventas de la empresa en vez de alguien que haya empezado a trabajar como científico o ingeniero.

7.10 Auditorias de la calidad

Una auditoría de calidad es una especie de procedimiento diagnóstico en el cual se comprueba la propia calidad tomando muestras de los productos y servicios dentro y fuera de la empresa, y realizando varios experimentos con ellos con el fin de ver si su calidad es buena o no y los consumidores están satisfechos. He aquí algunas observaciones sobre la realización de las auditorias de calidad:

- (1) Cuando se pone en práctica el control de calidad y la garantía de calidad es esencial formar un departamento de auditorias de calidad o de garantía de calidad que informe directamente a la alta dirección. A este departamento se le debe dar libertad total de acción y autoridad adecuada para llevar a cabo las auditorias de calidad. Por ejemplo, debe ser posible que visite y obtenga datos de cualquier parte de la empresa así como que esté autorizado para suspender los envíos de productos cuando sea preciso.
- (2) El departamento de garantía de calidad debe estar libre de cualquier responsabilidad respecto al diseño, la producción, los costes o las programaciones.
- (3) Es conveniente instituir un programa para desarrollar especialistas de la calidad ("Sr. Calidad"), y promover a las personas con experiencia en la investigación de desarrollos, ventas y marketing, servicios, diseño, producción, CC e inspección.
- (4) No es bueno poner simplemente un nuevo tablón de anuncios en el departamento de inspección; el propio departamento tiene que sufrir un cambio total de actitud.
- (5) Las reclamaciones y la información de la calidad procedente de dentro y de fuera de la empresa debe poderse recoger con facilidad y comunicarla directamente al departamento de garantía de calidad. Si es preciso, se debe comprar la información sobre la calidad.

- (6) El departamento de garantía de calidad debe participar en la evaluación de la planificación, el diseño, la fabricación de prototipos, la producción, el almacenamiento y la calidad de mercado de los nuevos productos.
- (7) Todos los demás departamentos deben actuar bajo el asesoramiento del departamento de garantía de calidad.
- (8) El departamento de garantía de calidad debe estar autorizado para suspender la fabricación de prototipos, la producción, los envíos o las ventas de productos según sea necesario.
- (9) El departamento de garantía de calidad debe estar autorizado para preparar paneles de ensayos y realizar los ensayos de muestras.
- (10) Las auditorías de calidad de los productos primarios deben ser realizadas por medio de evaluaciones de calidad y de la garantía de calidad de los fabricantes secundarios y de los productos que ellos fabrican.
- (11) Las auditorías de calidad deben llevarse a cabo desde el punto de vista del consumidor.
- (12) Se deben perfeccionar y normalizar gradualmente los métodos para realizar las auditorías de calidad (incluida la fiabilidad).
- (13) Las auditorías de calidad deben llevarse a cabo periódicamente con los propios productos de la empresa y con los de la competencia, y se deben preparar informes con recomendaciones de actuación.
- (14) Se debe proveer el equipo necesario para realizar evaluaciones.
- (15) Siempre que se lleve a cabo una evaluación se tiene que preparar un informe escrito.

7.11 Auditorías de Control de Calidad y auditorías de CCT

Una auditoría de control de calidad consiste en examinar los procesos y métodos por medio de los cuales se está llevando a cabo el control de calidad, señalando los puntos débiles, asesorando sobre los métodos para corregirlos, y adoptando las medidas adecuadas. Cuando el ámbito de una auditoría de CC es todavía más amplio, que abarca a toda la empresa, se le llama auditoría de CCT. Los presidentes de las empresas llevan a cabo auditorías de CCT para ver el CCT en su sentido amplio, i.e., ver la gestión de la empresa como un todo.

Las auditorías de CC se pueden clasificar como sigue:

(1) Auditorías de CC por personas ajenas a la empresa

- (i) Auditorías de proveedores hechas por compradores (e.g., las Fuerzas Armadas de los Estados Unidos, la Fuerza de Autodefensa Japonesa, La Corporación Nipona de Telégrafos y Teléfonos, los Ferrocarriles Japoneses, y otras corporaciones públicas y privadas).

- (ii) Auditorías con fines de certificación, e.g., la marca JIS, el certificado ASME, etc.
- (iii) El examen de CCT para el Premio Deming y la Medalla de Control de Calidad Japonesa,
- (iv) Auditorías de CC o CCT hechas por consultores.

De los cuatro tipos anteriores de auditorías, sólo la tercera es exclusiva de Japón. Las otras se llevan a cabo en muchos otros países. Con los dos primeros, especialmente cuando las personas que realizan la auditoría no son expertos y carecen de experiencia en poner en práctica el CC, y cuando la organización que está siendo auditada adopta la actitud de que todo va bien mientras el cliente compre los productos u obtenga la calificación que quiere, todo el trabajo del CCT puede acabar fácilmente en un ejercicio sobre el papel en el que el departamento de CC está ocupado produciendo montones de documentos pero sin hacer ningún CC real. Cuando una empresa se somete a una auditoría externa es mucho mejor utilizarla como oportunidad para promover el CC y el CCT dentro de la junta (directiva (?)), llevar a cabo una revisión eficaz y significativa del CC y, por tanto, obtener resultados útiles.

(2) Auditorías internas de CC

- (i) Auditorías de CC o CCT del presidente.
- (ii) Auditorías de CC o CCT por jefes de departamento,
- (iii) Auditorías de CC por el *staff* de CC.
- (iv) Auditorías de CC mutuas (e.g., por un proceso y el siguiente).

Las auditorías internas son raras fuera de Japón. La auditoría del presidente en particular es casi desconocida en otros lugares porque los presidentes de las empresas extranjeras saben poco del CC. Las empresas japonesas que realizan correctamente el CCT celebran auditorías presidenciales a intervalos de tiempo regulares y alcanzan resultados excelentes por medio de esta práctica. Si la auditoría presidencial y otras auditorías de CC llevadas a cabo por el *staff* de la empresa se hacen con habilidad, se pueden obtener los beneficios significativos siguientes:

- (a) Las personas sometidas a la auditoría están estimuladas por ella, y sus actividades de CC y de garantía de calidad reciben un empujón. Las actividades del CCT tienden a ir en ciclos, a veces van hacia arriba y a veces se estereotipan, y es bueno revisar la situación de vez en cuando para asegurarse de que el CCT sigue firme sin fracasar.
- (b) Mejoran las relaciones dentro de la empresa. Normalmente la alta dirección y los directores de alto nivel tienen pocas oportunidades de reunirse cara a cara con los directores de sección, los supervisores y los trabaja-

dores que están al final de la cadena de mando, y de escuchar sus opiniones. Las auditorías de CC son, por tanto, una buena ocasión para que escuchen lo que estas personas tienen que decir y llegar a conocer la verdadera situación.

- (c) Las auditorías de CC son una oportunidad excelente para que la alta dirección descubra lo que realmente pasa en la empresa. Normalmente, la alta dirección sabe muy poco de la situación real. La persona que más aprende con una auditoría presidencial es el propio presidente, y, a menudo, las auditorías muestran a los presidentes exactamente en qué baja forma están sus empresas, y convierten a la alta dirección en líderes celosos del CC.
- (d) Si se hace que los directores de departamento y de sección y el *staff* asistan a estas auditorías, descubrirán cosas sobre otros departamentos de la empresa y podrán ver las cosas desde una perspectiva más amplia. Esto les debe permitir crecer personalmente y es útil para promover la siguiente generación de directores.
- (e) Si la alta dirección va a realizar auditorías de CC, tiene que comprender el CC. La auditoría presidencial es, por tanto, una buena ocasión para que la alta dirección estudie el CC y experimente de qué va.

(3) Observaciones sobre la ejecución de una auditoría presidencial de CC

- (a) El presidente siempre tiene que liderar el grupo auditor. Sin embargo, su delegado puede ocupar su puesto si es absolutamente necesario.
- (b) El grupo auditor debe incluir no sólo al director que esté a cargo del departamento que se está auditando sino también a los directores que estén a cargo de otros departamentos, al director responsable del CC y a otro *staff* de CC. Los jefes de departamento y de sección deben asistir según haga falta. También es una buena idea invitar a un consultor externo de CC para que asista al principio.
- (c) Los fines de la auditoría deben estar claros.
- (d) Una auditoría de CC debe abarcar el control de calidad en su sentido amplio pero debe centrarse todo lo posible en la calidad. El ámbito de una auditoría de CCT es algo más amplio.
- (e) Las auditorías de CC deben llevarse a cabo desde el punto de vista de la empresa en conjunto y a largo plazo.
- (f) Se deben cubrir todos los departamentos y todos los lugares del negocio. Además, las auditorías deben extenderse fuera de la empresa a compras, ventas y marketing, y a otras actividades externas.
- (g) La auditoría presidencial debe ser incluida en el programa de control de calidad de la empresa como una actividad anual. El programa, el equipo

Tabla 7.2: Lista de comprobación de las auditorías de Control de Calidad (para el Premio Deming)

Elemento	Punto de comprobación
1. Política	(1) Políticas de dirección, calidad y control de calidad. (2) Métodos para establecer las políticas. (3) Adecuación y coherencia de las políticas. (4) Uso de herramientas. (5) Difusión e impregnación de las políticas. (6) Verificación de las políticas y su grado de puesta en práctica. (7) Relación con los planes a largo y corto plazo.
2. La organización y su dirección	(1) Autoridad y responsabilidad claras. (2) Delegación adecuada de la autoridad. (3) Cooperación entre diferentes departamentos. (4) Actividad de los comités. (5) <i>Uso del staff</i> . (6) Uso de las actividades de los círculos de CC (grupos pequeños). (7) Auditorías de control de calidad.
3. Educación y difusión	(1) Programas educativos y sus resultados. (2) Concienciación en calidad, concienciación en control, grado de comprensión del control de calidad. (3) Educación y grado de impregnación del enfoque estadístico y sus métodos. (4) Identificación de resultados. (5) Educación de subcontratistas y de otras organizaciones externas. (6) Actividades de los círculos de calidad (grupos pequeños). (7) Sugerencias para mejorar.
4. Recogida, comunicación y utilización de la información	(1) Recogida de la información de fuera de la empresa. (2) Transmisión de la información entre departamentos. (3) Velocidad de la transmisión de la información (uso de ordenadores). (4) Organización de los datos, análisis estadístico y su utilización.
5. Análisis	(1) Selección de los problemas y temas importantes. (2) Adecuación de los métodos analíticos. (3) Uso de las herramientas estadísticas. (4) Relación con la tecnología específica. (5) Análisis de la calidad y análisis de procesos. (6) Uso de los resultados analíticos. (7) Positividad de las sugerencias para mejorar.

auditor y el ámbito de la auditoría deben ser anunciados por adelantado (tan pronto como sea posible pero, en cualquier caso, por lo menos dos meses por adelantado). Es muy útil la preparación adecuada de una auditoría; sin embargo, cuando hay tendencia a hacer que las cosas parezcan que están bien sólo para la auditoría, o cuando el CCT ha impregnado en un alto grado a la organización, es mejor examinar las cosas en su estado normal sin que haya mucha preparación.

(h)

En algunos casos, es una buena idea especificar los elementos que tienen prioridad para ser auditados.

Elemento	Punto de comprobación
6. Normalización	(1) Sistemas de normas. (2) Métodos para establecer, revisar e interrumpir las normas. (3) Trazado de registros cuando se establecen, revisan e interrumpen las normas. (4) Contenido de las normas. (5) Uso de los métodos estadísticos. (6) Acumulación de la tecnología. (7) Utilización de las normas.
7. Control	(1) Sistemas de control para los costes de calidad y los relacionados, cantidades, etc. (2) Puntos de control y elementos de control. (3) Uso del enfoque estadístico y las herramientas estadísticas tales como los gráficos de control. (4) Contribución de las actividades de los círculos de CC (grupos pequeños). (5) Estado de las actividades de control. (6) Estado de control.
8. Garantía de Calidad	(1) Procedimientos para el desarrollo de nuevos productos. (2) Despliegue de la calidad y análisis, fiabilidad, revisiones de diseño. (3) Seguridad, prevención de la responsabilidad civil por productos. (4) Control de procesos y mejora. (5) Capacidad de procesos. (6) Medidas e inspección. (7) Control de equipos, subcontratación, compras y servicios. (8) Sistema de garantía de calidad y su auditoría. (9) Uso de herramientas estadísticas. (10) Evaluaciones y auditorías de calidad. (11) Estado de la garantía de calidad.
9. Resultados	(1) Medida de los resultados. (2) Resultados tangibles: calidad, servicio, plazo de entrega, coste, beneficio, seguridad, entornos, etc. (3) Resultados intangibles. (4) Acuerdo entre los resultados previstos y los reales.
10. Planes futuros	(1) Concreción e identificación del <i>statu quo</i> (2) Estrategias para superar los puntos débiles. (3) Planes futuros de promoción. (4) Conexión con los planes a largo plazo.

- (i) Aunque el término "auditoría de CC" es de uso general, la palabra "auditoría" tiene un ligero sabor a inspección, y pudiera ser mejor adoptar un nombre diferente tal como "cursillo de CC para la alta dirección". Es importante crear una atmósfera relajada en la que la alta dirección esté abierta a todas las opiniones y todo el mundo aúna sus mentes para pensar en la mejor manera de mejorar el control de calidad global de la empresa.
- (j) Todos los miembros del equipo auditor deben redactar un informe con sus opiniones y consejos. Los miembros del equipo deben estar informados de antemano de la necesidad de este informe, y se les deben dar impresos

normalizados para los informes, listas de comprobación, etc. Los mismos miembros del equipo se beneficiarán de hacer esto.

- (k) Los informes individuales deben ser estudiados críticamente, y se debe preparar el impreso del informe de la auditoría que indique claramente los elementos que requieren que se tomen medidas respecto a ellos. Se deben enviar copias al comité central de control de calidad, al departamento auditado y a los departamentos relacionados.
- (l) Para las auditorías de CC es mejor que no haya una organización permanente sino que se formen equipos auditores según hagan falta,
- (m) No se deben dar por supuestos las reglamentaciones y los procedimientos. Es importante examinar si se han formulado bien y si se están aplicando sistemáticamente en la actualidad. Uno de los fines de las auditorías de CC es identificar el *statu quo*.
- (n) Se debe verificar si se han puesto en práctica las recomendaciones de la auditoría anterior.
- (o) Las recomendaciones deducidas de cada auditoría deben incorporarse prontamente a los planes de control de calidad de la empresa.
- (p) Es necesario ver por debajo de los adornos que se hayan preparado para la auditoría y ver cómo se realiza el trabajo rutinario. El mejor tipo de investigación empieza en un punto y va profundizando cada vez más sacando las cosas a la luz, una detrás de otra como si se tirara de una cereza que arrastra a otras.
- (q) Las auditorías deben llevarse a cabo con una actitud amistosa y sin concepciones previas.
- (r) Las recomendaciones deben ser positivas y constructivas. Una auditoría no consiste en resaltar los detalles nimios o los puntos débiles y atornillar a las personas. La celebración de una auditoría debe ser como cuando un médico hace un diagnóstico, cura una enfermedad y consigue un paciente sano.
- (s) El departamento sometido a la auditoría debe informar sobre un tema determinado, explicando la política presente, los resultados obtenidos, los problemas remanentes, la política futura y los requerimientos a la oficina central y a otros departamentos.
- (t) Una auditoría no consiste simplemente en sentarse alrededor de una mesa y hablar: hay que descubrir en qué consiste el trabajo diario visitando el puesto de trabajo, hablando con los supervisores, encargados y operarios, observando el trabajo que se hace, y examinando los documentos y los datos.
- (u) Es mejor auditar funciones individuales así como departamentos individuales.

- (v) Puesto que las auditorías de calidad se ocupan del control de calidad, lo natural es que se haga hincapié en que los productos que se fabrican tengan una calidad que satisfará a los consumidores y les agradarán tanto que seguirán comprándolos, y en si la garantía de calidad es suficiente. Sin embargo, las actuaciones deben dirigirse no a los propios productos sino al trabajo que los produce, i.e., el proceso. En pocas palabras, el fin de una auditoría es utilizar la calidad como indicador para juzgar si una empresa está bien gestionada o no.

En la Tabla 7.2 se da una lista de comprobación para una auditoría de control de calidad, como referencia.

7.12 Gestión de la política

La filosofía de la gestión y sus métodos se explicaron en la sección 1.5, y en realidad es suficiente proceder tal como se explicó allí. Sin embargo, como es lo usual en la gestión empresarial, se han hecho famosas diversas expresiones, e.g., "gestión por objetivos", "gestión de la política", "gestión de prioridades", "gestión rutinaria", etc., y me gustaría dar mi opinión sobre ellas.

Puesto que la gestión es imposible sin política y objetivos, todo lo que tenemos que hacer realmente es gestionar adecuadamente. Si hablamos de gestión por objetivos, gestión de la política, etc. existe el peligro de que los altos ejecutivos definan los objetivos y la política sin más y luego no hagan más que exhortar a las personas para que traten de trabajar más duro, cayendo en la trampa de gestionar por exhortaciones en vez de científicamente. Por esto, el concepto de gestión por objetivos, que en un tiempo estuvo de moda en los Estados Unidos, ha caído ahora en desgracia. Una razón por la que utilicé el diagrama de causa y efecto y expliqué la filosofía de la gestión en seis pasos en la sección 1.5.2 fue que quería hacer hincapié en la necesidad de pensar en el proceso (segundo paso). Sin embargo, creo que la gestión empieza con el establecimiento de la política, y, puesto que el término "gestión de la política" suena bien, me gustaría utilizarlo aquí en el sentido de "gestión que empieza con la política". Debemos empezar por establecer la política y luego proceder a girar alrededor del ciclo de control en el orden descrito en la sección 1.5.2

Como explicaré más adelante, los planes a largo plazo y los anuales se deciden de acuerdo con la política a largo plazo y anual, y los elementos incluidos en éstas se pueden clasificar como aquellos que se van a llevar a cabo prioritariamente y los que se van a llevar a cabo rutinariamente. Si utilizamos los términos "gestión de la política", "gestión de prioridades", y "gestión rutinaria", creo que deberíamos utilizar los términos de la forma siguiente:

- *Gestión de la política* es la gestión que empieza con la política.
- *Gestión de prioridades* acomete los elementos de gestión que deben ponerse en práctica prioritariamente por los departamentos individuales o por la empresa en general.
- *Gestión rutinaria* es la gestión que no es de una prioridad pero que debe llevarse a cabo de manera natural y rutinaria (en relación con el QCDS) por los departamentos individuales o por la empresa en general.

Ver más abajo y las subsecciones (1) y (2) de la sección 1.5.2 los métodos para decidir la política, establecer los planes y los objetivos y metas.

Las políticas, planes y objetivos se deciden generalmente en el orden siguiente: (1) política de la empresa; (2) política a largo plazo; (3) política anual; (4) política para un periodo contable; (5) política mensual. Luego, (1) planes a largo plazo; (2) planes anuales; (3) planes para un periodo contable; (4) planes para bloques móviles de un determinado número de meses; (5) planes mensuales.

La política anual de una empresa es su política para el primer año de su política a largo plazo, y su plan anual es el plan para el primer año de su plan a largo plazo. Las políticas y planes a largo plazo deben revisarse anualmente. Usualmente, un plan a largo plazo debe abarcar los cinco años siguientes, pero si es preciso puede abarcar los diez o quince años siguientes, mientras que un plan a medio plazo abarca los tres o cinco años siguientes.

Algunas de las ventajas de establecer políticas y planes a largo plazo son:

- (i) El proceso de crear estas políticas y planes es intrínsecamente valioso.
- (ii) Proporciona a la dirección una visión a largo plazo y hace que los empleados miren hacia el futuro.
- (iii) Simplifica la formulación de los planes a corto plazo.
- (iv) Permite la formulación de planes de acción para cada año del plan a largo plazo.
- (v) Crea un marco y una visión para el funcionamiento de la empresa.
- (vi) Proporciona un patrón a la vida de la organización y conduce al desarrollo de nuevos productos.

A continuación se expone una lista de algunas de las prioridades que se deben tener en cuenta cuando se preparen las políticas y planes a largo plazo:

- Todas las decisiones de gestión deben referirse al futuro.
- Las políticas y planes a largo plazo deben estar expresadas en términos de objetivos (calidad, beneficio, cantidad, capital, mano de obra). Sólo deben empezar a considerarse los métodos (tecnología y equipo) después de que se hayan fijado los objetivos.

- Hacemos políticas y planes a largo plazo con objeto de ejecutar el trabajo con fluidez durante largos periodos de tiempo, no para poder trabajar lentamente.
- Las políticas y planes (tanto a largo plazo como anuales) deben ser expresados generalmente como una combinación de palabras (concepto) y metas numéricas. Las palabras o los números solos no son suficiente.
- Debemos formular procedimientos específicos para establecer las políticas y los planes (normas para revisar los planes a largo plazo, reglamentaciones para la gestión de políticas, etc.).
- Se tiene que proporcionar suficiente información para establecer las políticas y los planes, su lógica tiene que estar clara, y se tiene que llevar a cabo el análisis adecuado.
- Se tiene que verificar el ciclo de control para ver si se está dando vueltas a su alrededor de forma inteligente, teniendo en cuenta las políticas y los planes previos y los resultados de poner éstos en práctica. Los problemas residuales de un periodo previo deben ser incluidos en las políticas y planes para el periodo siguiente.
- La información y las previsiones para fijar las políticas jamás son perfectos. Podemos considerar que nuestra gestión es científica si está basada en datos que son completos en un 70%-95%; con menos de esto, es acientífica. Los directivos y otras personas que ocupan cargos de autoridad tienen que hacer conjeturas audaces para cubrir el 5%-30% que falta.
- Las políticas y los planes tienen que ser específicos y concretos, y las personas tienen que disponer de un medio para evaluar sus progresos. ¿Están éstos suficientemente relacionados con los elementos de control? ¿Se han decidido los puntos realmente importantes (gestión de prioridades)?
- ¿Están las políticas y los planes de CC totalmente integrados en las políticas y planes de gestión? ¿Se ha asentado firmemente la política del CC?
- ¿Se han desplegado las políticas por todos los niveles de la organización? ¿Son satisfactorios los métodos para el despliegue y la comunicación de las políticas? ¿Se hace más específica la política conforme se va hacia abajo por la organización? ¿Se realizarán las políticas de alto nivel si se ponen en efecto las políticas y los planes del nivel más bajo? ¿Están las políticas de los superiores y sus subordinados suficientemente relacionadas? ¿Es coherente la política en toda la organización?
- ¿Están las políticas bien formuladas y son coherentes con la autoridad y la responsabilidad?
- El establecimiento de políticas de tipo túnel (autoritaria, de arriba a abajo) es inútil. La política de cada nivel debe respetar la autonomía de ese nivel e incluir sus propias ideas.

- ¿Está suficientemente tenido en cuenta el ámbito de autoridad de cada nivel y se le ha dado suficiente independencia? ¿Han aprobado los superiores las políticas y los planes de sus subordinados?
- ¿Es firme la política o cambia de día a día? ¿Se ha establecido un sistema de gestión de política, y se lleva a cabo constantemente la gestión de política?
- El despliegue de la política no tendrá éxito el primer año que se inicie; irá mejorando gradualmente al ir apareciendo los puntos débiles, al tener varios fallos y se adopten las medidas para evitar que se repitan.

7.13 Conclusión

En conclusión, me gustaría volver a hacer hincapié en los puntos siguientes:

- (1) El control de calidad debe ser fomentado por medio de la cooperación de todos los empleados de una empresa, trabajando juntos para hacer lo que se debe hacer. No es sólo el trabajo de la oficina de fomento del CCT, del departamento de control de calidad, del *staff* de control de calidad o de otras personas u organizaciones que lleven las palabras "control de calidad" en sus nombres.
- (2) El entusiasmo, el empuje y el liderazgo de la alta dirección, especialmente del presidente de la empresa, son absolutamente indispensables para lograrlo.
- (3) El control de calidad no debe practicarse sólo porque está de moda. Su fin es racionalizar la industria, establecer tecnologías y permitir que las empresas desarrollen la capacidad de asegurarse beneficios y superen la competencia internacional por medio de la calidad en vez de por medio de unas prácticas comerciales desleales tales como el "dumping". El CC tiene que continuar durante la vida de una empresa.
- (4) Si el control de calidad se practica con interés, el dinero gastado en él se puede recuperar en cuestión de meses o días. Sin embargo, si se cometen equivocaciones como las descritas en la sección 1.1.3, se intenta sólo a medias, o la alta dirección no toma la iniciativa, será difícil recuperar los costes y el CC no durará.

El CCT real es una revolución total respecto al enfoque antiguo de la gestión. Significa que la alta dirección y los directores medios, técnicos, administradores y todos los demás empleados, así como las empresas filiales, tienen que trabajar juntos como si fueran un equipo para comprender la filosofía del

control de calidad estadístico, tomarle el gusto al CCT, ponerlo en práctica y construir una organización de gestión eficaz. Esto racionalizará todos los puestos de trabajo y todos los tipos de trabajo, así como las empresas individuales y la industria en general. Aumentará la exportación de productos y tecnología, lo que elevará globalmente el nivel de vida.

Actualmente algunos productos japoneses tienen demasiado éxito y ello ha conducido a fricciones comerciales internacionales. Junto con la revalorización del yen y la feroz persecución de Japón montada por los nuevos países industrializados, esto significa que las empresas japonesas se enfrentan a un periodo difícil en el cual tiene que cambiar otra vez de piel. Con la práctica del CCT, el CCTE y el CCTG tienen que reformar sus estructuras y organizaciones, desarrollar nuevos productos y capear el temporal. Mientras tanto, los japoneses están ayudando a revitalizar las naciones adelantadas de Occidente difundiendo la filosofía y los métodos japoneses del control de calidad. También estamos ayudando a que los países en desarrollo sean más fuertes aún. Creo que si todos los países fomentaran la especialización internacional y se unieran a la competencia internacional en calidad practicando el CC, el resultado sería la paz mundial. Yo estoy fomentando el CC y el CCT con la esperanza de que todos los pueblos del mundo sean felices.

Índice

- Acción, 56, 198, 319, 321-322, 341-342
- Aceptación especial (tal como está), 428-430
- Actividades de los Círculos de CC, 86, 240
- Actividades de los equipos de CC, 241
- Ajuste, 58, 189, 312-313, 361-363
- Análisis de la calidad, 27
- Análisis de los procesos, 275
- Análisis del valor (AV), 315, 446
- Análisis estadístico, 264
- Análisis y mejora por medio del uso de los conocimientos puestos en común, 249
- Anomalía de un proceso, 323-324
- Arreglo permanente, 60
- Atributos, 129

- Calidad, 17-39
- Calidad estadística, 35
- Calidad media de salida (CMS), 402-405, 410-412
- Capacidad de los procesos, 144
- Capacidad de producción, 260
- Característica de control, 53
- Características de calidad, 25, 54, 327
- Características intermedias, 344

- Características sustitutas, 25, 344
- Causas, 47
- Causas asignables, 120, 266
- Causas de azar, 120
- Causas de las anomalías, 58, 349-351
- Causas evitables, 120
- Celdas, 153-155
- Ciclo de Deming, 22
- Cinco "emes", 61-62, 253
- Comprobación de resultados, 276
- Confusión, 248
- Confusión de los fines con los medios, 225
- Control, 40, 91, 221, 312
- Control de calidad, 1, 5, 18, 90
- Control de calidad japonés, 12
- Control de calidad por toda la empresa (CCTE), 2, 12
- Control de calidad por todo el grupo (CCTG), 4, 63
- Control de calidad total (CCT), 10, 89
- Control de la entrega, 448
- Control de la Investigación y el Desarrollo, 454
- Control de la producción, 311
- Control de las materias primas, 443
- Control de las medidas, 73-74, 283, 449

- Control de los diseños, 442
 Control de los procesos, 311,415
 Control de subcontratistas, 443
 Control estadístico de la calidad (CEC), 17,60
 Correlación, 148-150, 267-271, 305-309
 Criterios para seleccionar a los proveedores desde el punto de vista del CC, 446
 Curtosis, 130
 Curva de Pareto, 139
 Curvas características de los planes de muestreo, 401
- Daños ambientales ocasionados por el producto, 388
 Datos, 113-117, 129, 244, 263-264, 422-424
 Datos correspondientes, 297
 Deming, Dr. W. E., 11
 Desarrollo de nuevos productos, 63-65, 369, 370
 Desviación estándar, 124, 132, 158
 Diagnóstico de Control de Calidad (Auditoría), 91-92,457
 Diagnóstico de la calidad (Auditoría), 91-92,456
 Diagrama de causa y efecto, 46, 252-255,384-385
 Diagrama de dispersión, 145
 Diagrama de Pareto, 139
 Diez principios del Control de Calidad para los compradores y los vendedores, 444
 Diferencia entre las fracciones de unidades defectuosas, 300
 Dirección basada en que el hombre es fundamentalmente bueno, 49
 Dirección basada en que el hombre es fundamentalmente malo, 49
 Dirección interfuncional, 437,441-442
 Diseño de la calidad, 313
 Dispersión, 131, 157
- Distribución, 123-125, 130, 160-161
 Distribución continua, 130
 Distribución de frecuencias, 132-134
 Distribución discreta, 130
 Dodge, H. F., 405
- Educación, 49, 74, 96,438
 Educación y formación, 49,438
 El CCT en marketing, 450
 El CCT en ventas, 450
 El CCT y la organización distribuidora, 453
 El proceso siguiente es su cliente, 23
 Elementos de control, 339
 Enfoque estadístico, 109, 112
 Ensayos sensoriales, 29, 282, 422
 Entrega, 451-452
 Equipo de trabajo, 239
 Equipos de proyectos, 239
 Error, 150-153,281-282, 399
 Error del tipo I, 124, 293,400
 Error del tipo II, 125,401
 Escala R, 302, 305
 Especificaciones, 316
 Espina de pescado, 253
 Estadístico, 120
 Estado controlado, 121, 187
 Estándares (normas), 1, 28, 314, 326-338
 Estimación insesgada de la varianza de la población, 132
 Estratificación, 55, 128, 191, 232-233, 285,287
 Experimento en fábrica, 272
 Experimentos con bolas, 176
- Factores clave, 47
 Fallo, 387
 Fiabilidad, 127, 151-152, 283, 382, 386
 Filosofía de "el cliente es lo primero", 367
 Frecuencia acumulada, 160
 Frecuencias acumuladas relativas, 160
 Fuera de control, 187

- Garantía de Calidad, 62, 366-370, 382, 433
- Garantía post-venta, 391
- Gestión de la política, 437,463
- Gestión por objetivos, 463
- Gestión rutinaria, 464
- Gráfico de anomalías, 266
- Gráficos, 233
- Gráficos de control, 54-55,122, 163-166, 177, 181, 182, 184, 200, 359
- Gráficos de control de proceso, 255
- Gráficos de los procesos de CC, 255, 317
- Herramientas estadísticas, 109-112
- Hipótesis, 293
- Hipótesis nula, 294
- Histograma, 117-119
- Historia de los datos y de los lotes de productos, 128
- Historial de CC, 278
- Hoja de comprobación, 142-143
- Informe de anomalías, 266
- Informe del estado del CC, 278
- Informes, 278
- Inspección, 53, 312, 374, 394-399, 402,412-424
- Inspección analítica, 143, 233, 397, 422
- Inspección cero, 395,414
- Inspección de aceptación, 402
- Inspección de comprobación, 395, 406, 417
- Inspección del cien por cien (cribado), 395,412,430
- Inspección destructiva, 398,414
- Inspección no destructiva, 398
- Inspección por muestreo, 395, 399-414
- Inspección por muestreo con cribado, 410
- Inspección severa, 397
- Interacción, 248
- Investigación de los productos, 25, 27
- Juran, Dr. J. M., 11
- Límite de la calidad media de salida (LCMS), 410-412,423-424
- Línea de regresión, 309
- Línea divisoria, 302
- Lista de comprobación, 52, 344, 460-461
- Los fines y los medios de la dirección empresarial, 84
- Mantenimiento periódico, 381
- Mantenimiento preventivo (MP), 73, 380,449
- Mantenimiento productivo total (MPT), 262
- Manuales de los usuarios, 380
- Más mejoras (seguir mejorando), 271, 276
- Media, 156-157,294-295
- Media aritmética, 131
- Mediana, 131,200, 267, 303-304
- Medida, 280-283, 394,423
- Mejora, 76-79, 221-229, 275-276, 312
- Metas de calidad, 316
- Metas obligatorias, 341
- Muestra, 114
- Muestra límite, 422
- Muestreo, 284-292, 399-401
- Muestreo aleatorio, 119, 286-288,399
- Negligencia, 391
- Nivel de calidad aceptable (NCA), 410,423-424
- Nivel de control, 314, 339, 345
- Nivel de significación, 126,293
- Normalización, 46
- Normas de calidad, 314, 317, 327
- Normas de control, 351
- Normas de diseño, 330
- Normas de la tecnología del diseño, 330
- Normas de trabajo, 326-338
- Normas Industriales Japonesas, 28

- Normas (estándares) provisionales, 271
 Normas técnicas, 326
 Número de aceptación, 400, 401-402, 408
 Número de rechazo, 400, 402,408
- Organización, 238,432
 Organización Europea para el Control de Calidad (EOQC), 10
- Papel de los ejecutivos, 93
 Papel probabilístico binomial, 300-302, 304
 Período de aseguramiento, 366
 Período de garantía post-venta, 366
 Planes a largo plazo, 437, 464
 Población, 114-116
 Población finita, 116
 Población infinita, 116
 Política a largo plazo, 464
 Política de objetivos, 45
 Porcentaje tolerado de unidades defectuosas en un lote (PTUD), 399-400, 410-412,423
 Precisión, 151-152
 Premio Deming, 11
 Prevención de la reparación de problemas, 60, 198
 Principio de excepción, 51
 Probabilidad, 122
 Probabilidad de aceptar o rechazar un lote, 401-402
 Proceso, 259
 Punto de comprobación, 52, 339, 343-344,460-461
 Puntos de control, 53, 339, 344-345
- Racha, 187
 Reclamaciones, 21, 234, 425
 Reclamaciones latentes, 234
 Recorrido, 131
 Recorrido móvil, 204
 Redondeo, 170
- Redundancia, 383, 387
 Relación de Garantía de Calidad entre el proveedor y el comprador, 445
 Renovación de equipos, 449
 Responsabilidad civil causal, 392
 Responsabilidad civil por el producto, 388-389
 Revisión del diseño (RD), 371
 Riesgo del consumidor, 400, 410
 Riesgo del productor, 401, 412
 Romig, H. G., 405
- Servicio, 374
 Sesgo, 151-152
 Shewhart, Dr. W. A., 9
 Sistema de la Garantía de Calidad, 62-66, 370
 Sistema de sugerencias, 227, 232, 250-251
 Sistema del director de proyectos, 239
 Sistema del director responsable, 243
 Sistema del técnico de proyectos, 239
 Sistema del técnico responsable, 243
 Sociedad Americana para el Control de Calidad (ASQC), 9, 14
 Sociedad Japonesa para el Control de Calidad (JSQC), 14
 Subgrupo, 190-191
 Suma de los cuadrados, 118
 Suministro durante toda la vida, 381
- Tabla de contingencia 2x2, 303
 Tabla de distribución F, 296
 Tabla de la prueba de los signos, 299
 Tablas de Dodge-Romig para la inspección por muestreo, 412
 Tácticas para lograr avances, 245
 Tamaño medio de las muestras (TMM), 409
 Tasa de paso directo (tasa de unidades sin ajustes), 33-34, 69
 Tecnología, 81-84
 Tecnología patentada, 247

Término de corrección, 131, 158
Tiempo de vida, 377
Tipo de error de despiste, 125,400
Tipo de error impulsivo, 125, 401

Unidades de garantía, 28
Unidades defectuosas, 375

Unidades defectuosas crónicas, 234
Unidades defectuosas ocultas, 234
Unión de Científicos e Ingenieros Ja-
poneses (JUSE), 10

Variables, 130, 302
Varianza, 132,309