

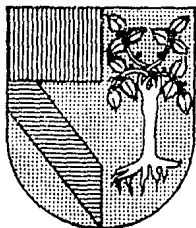
308917

# UNIVERSIDAD PANAMERICANA

42  
205

ESCUELA DE INGENIERIA

Con estudios incorporados a la Universidad Nacional Autónoma de México



## SISTEMAS DE CONTROL DE CALIDAD PARA LA FABRICACION DEL CRAYON EXTRA GRUESO TIPO ELEFANTE

T E S I S

DUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
AREA: MECANICA ELECTRICA

P R E S E N T A  
CARLOS BORROMEIO SALCIDO MARQUEZ

DIRECTOR : ING. RODOLFO DE J. BRAVO DE LA PARRA

MEXICO, D. F.

1993

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## INDICE

<b>INTRODUCCION</b>	<b>i</b>
<b>CAPITULO 1</b>	<b>1</b>
<b>JUSTIFICACION DEL SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD APLICADO EN LA PRODUCCION.</b>	
1.1 Calidad.	2
1.2 Control de calidad.	4
1.3 Sistema de control de calidad.	8
1.4 Justificación económica.	9
1.5 Justificación de producción.	11
<b>CAPITULO 2</b>	
<b>DEFINICION DEL OBJETO DEL CONTROL DE CALIDAD.</b>	
2.1 Introducción.	18
2.2 Objetivo dentro de la fábrica.	19
2.3 Aptitud para el uso.	22
2.4 Planeación de la calidad.	31
2.5 Producción.	35
2.6 Costos de la calidad.	40
<b>CAPITULO 3</b>	
<b>REQUISITOS DE LA CALIDAD, TECNICOS Y ESTETICOS.</b>	
3.1 Introducción.	48
3.2 Diseño.	49
3.3 El plan de regulación.	55
3.4 Norma de comparación.	57
3.5 Dirección General de Normas (D.G.N.)	58
3.6 Estándar A.N.S.I. para crayón.	68
<b>CAPITULO 4</b>	
<b>ALTERNATIVA DE LOS MEDIOS TECNICOS APLICADOS AL CONTROL DE CALIDAD EN LAS ETAPAS DE PRODUCCION.</b>	
4.1 Inspección.	
4.2 Muestreo por atributos.	91
4.3 Muestreo por variables.	96
4.4 Cartas de control.	98

## CAPITULO 5

### CRITERIOS DE LA ALTERNATIVA OPTIMA Y SELECCION DE LOS MEDIOS.

5.1 Necesidad de calidad.	116
5.2 Procesos de selección.	117
5.3 Planteamiento del caso.	124
5.4 Criterio del método del Valor Presente (V.P.N.)	127
5.5 Criterio del método de la Tasa Interna de Rendimiento (T.I.R.)	133
5.6 Selección de los medios.	138

## CAPITULO 6

### SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD.

6.1 Clases de defectos.	140
6.2 Plan de control de calidad.	143
6.3 Capacitación.	149
6.4 Círculos de calidad.	154
6.5 El jefe de la inspección.	155
6.6 Sistema de control de calidad.	157

## CAPITULO 7

### PROCEDIMIENTOS ESTADISTICOS DE CONTROL DE CALIDAD.

7.1 Procedimientos estadísticos de las cartas de fracción rechazado p.	165
7.2 Procedimientos estadísticos en el área de recepción de materia prima.	173
7.3 Procedimientos estadísticos en el área de producción.	173
7.4 Procedimientos estadísticos en el área de empaque.	175
7.5 Registros de control de calidad.	176

## CONCLUSIONES

I

## BIBLIOGRAFIA

184

# **INTRODUCCION**

Las cartas de control de Shewart son una importante herramienta del control de calidad estadístico. La aparente simplicidad de las cartas llama la atención a los ingenieros, gente de producción e inspectores a tener un nuevo punto de vista. Este nuevo punto de vista se explica con el siguiente enunciado :

" La calidad de manufactura del producto siempre está sujeta a cierta cantidad de variación dentro de un patrón estable; es inevitable. Las razones de variación fuera del patrón estable se podrá descubrir y corregir. " (1)

El poder de la técnica de Shewart recae en la habilidad de separar estas causas asignables de la variación de la calidad. Esto hace posible diagnosticar y corregir los problemas de producción trayendo consigo un aumento considerable en la calidad de producción, reducción en los desperdicios y reprocesos por medio del conocimiento de las causas asignables y su solución.

(1) Cfr., Grant, Leavenworth, *Statistical Quality Control*, Ed. McGraw Hill, 4 ed., p.1.

Antes de comenzar la producción se debe de decidir lo que se fabricará, después como se va a manufacturar el producto, para terminar revisando si el producto que se elaboró es lo que se pretendía.

Se pueden agrupar todas las cuestiones que tengan relación con la fabricación de un producto en función de tres variables: especificaciones, producción e Inspección.

El control de calidad estadístico se presenta como un conjunto de herramientas capaces de influenciar las decisiones de las funciones de especificación, producción o Inspección.

Las cartas de control proveen de información de tres asuntos principalmente para tener una base de la acción a tomar; éstas son : la variabilidad básica de la característica de calidad, consistencia en el desarrollo de las operaciones y el nivel promedio de la característica de calidad.

La variabilidad es inevitable, no existe proceso que de artículos iguales. La cantidad de esta variación básica dependerá en varias características del proceso de producción como las máquinas, los materiales y los operadores.

Un mérito de las cartas de control es que nos indica cuando dejar un proceso en paz y cuando tomar cartas en el asunto y corregir el problema. La eliminación de las causas asignables de una fluctuación errática se describe como poner el proceso bajo control y es responsable de muchas de las disminuciones de costos que resultan de la aplicación del control de calidad estadístico.

Cuando la carta de control muestra que el proceso se tiene bajo control a un nivel satisfactorio y con límites de variabilidad adecuados, se puede asegurar que el producto cumple con las especificaciones.

Aun cuando la introducción de la inspección de proceso por producto, se debe hacer notar que el objeto directo del control estadístico de la calidad es presentar una nueva herramienta para realizar la inspección de proceso más efectivamente. La información obtenida por el proceso de inspección realizada por los inspectores o por operadores; a veces mal

interpretada, la usan para hacer frecuentes cambios en el proceso. Este frecuente ajuste afecta negativamente al proceso ya que aumenta la variabilidad en lugar de disminuirla.

La estadística es un método útil para sacar conclusiones de datos numéricos. Se puede decir que la estadística se basa en las leyes de los números grandes y en la teoría matemática de la probabilidad. En este sentido es en el que se utiliza en la expresión de calidad estadística.

Existen cuatro niveles diferentes de entender el control estadístico de calidad.

El primer nivel de entenderlo se basa en la matemática de la carta de control, tablas de muestreo y su relación con las demás herramientas de análisis de datos que se han desarrollado por estadísticos matemáticos. Una persona a este nivel debe poder leer literatura de la estadística sin dificultad y está familiarizado con esta literatura. Personas con este nivel entienden los programas de control de calidad.

El segundo nivel es tener un conocimiento y un entendimiento general de los principios de los diferentes tipos de cartas de control y tablas de muestreo. Necesita de personas que entiendan porque este método funciona, como interpretar los resultados y como decidir que método usar en cada caso particular.

El tercer nivel es el de un amplio entendimiento de los objetivos y usos posibles del control de calidad estadístico, aun cuando este entendimiento no sea suficientemente detallado y preciso que permita la supervisión cercana del trabajo de control de calidad estadístico. Este tipo de entendimiento es particularmente beneficioso para los niveles de la dirección.

El cuarto nivel es solo para el uso de una o más técnicas por medio de reglas establecidas y aplicadas en los procesos para inspectores, operadores y algunas gentes del personal.

Dentro de este trabajo se encuentra la necesidad de conocer los niveles dos, tres y cuatro. El dos para saber que alternativas son las más favorables para el control de calidad dentro de la planta. El nivel tres para que la dirección sepa vigilar e identificar si el proyecto va dentro de parámetro adecuado, y el cuarto para poder capacitar a la gente para lograr tener un sistema de control de calidad estadístico.



# **CAPITULO 1**

# JUSTIFICACION DEL SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD APLICADO EN LA PRODUCCION.

## 1.1 Calidad :

La calidad es una filosofía moderna que nació en los Estados Unidos de Norteamérica, la cual llegó a su esplendor durante la Segunda Guerra Mundial. Esta se utilizó en la fabricación de armamento además de otros artículos, y sirvió para ganar la guerra.

Era tan importante que se le tomó como secreto de guerra. Inglaterra, además de adoptar el control de calidad, adoptó las normas y estándares norteamericanos de la producción de armamento.

Después de la guerra fue exportada esta filosofía a otros países, principalmente al Japón en donde fue aceptada, asimilada y desarrollada. Actualmente es Japón el que dicta las bases de control de calidad. El desarrollo dentro de este país fue rápido y eficaz.

La calidad se basa en normas y especificaciones por cada producto, las cuales deben de conocerse, aprenderse y aplicarse en su fabricación, para que ésta sea correcta. Hay diferentes tipos de calidad, como por ejemplo, de liderazgo, de regulación gubernamental, etcétera.

También las definiciones de calidad cambian dependiendo del autor; por lo que podremos decir que su definición es subjetiva, por ejemplo Juran nos dice que la calidad es :

"Para el usuario, la calidad es la aptitud para el  
uso, no la conformidad con las especificaciones." (1)

La definición intrínseca que nos dan a conocer es que la calidad es hacer las cosas bien desde el punto de vista del ingeniero (técnico) y del consumidor (estético).

La calidad comienza por la idea, la cual es establecida por la dirección. Los ingenieros y su equipo son los encargados de traducir la idea en planes , especificaciones, ensayos y finalmente la producción.

(1) Cfr., Juran, J.M., Manual de control de calidad, España, Ed. Reverte, 1987, (2 ed.), p.40.

La calidad se da desde la dirección, que se encarga de la planeación de la calidad, esto se debe de llevar por etapas para finalizar en la calidad estadística.

Con esto podemos ver que la calidad es una filosofía; no un mero concepto, que además de ser basto por poderse hablar desde la calidad de un producto o un proceso, podemos hablar hasta de la calidad de fabricación o de la fábrica en sí.

Lo que podemos ver es que la calidad no es una moda sino una necesidad tanto en sus aplicaciones dentro de las plantas como en los servicios; en los cuales se realizan y se llevan a cabo; logrando tener productos mejores gracias a una filosofía que no cuesta más que trabajo eficiente, para lo cual es indispensable el orden y tener un buen criterio para realizar mejor el trabajo.

Las normas y estándares nos ayudan con sus especificaciones para saber como hacer bien las cosas, éstas deben de ser una regla dentro de los procesos para que los artículos llenen los requisitos.

## **1.2 Control de calidad :**

Entre los años 1965 y 1985, debido a su gran preocupación, la mayoría de las empresas Norteamericanas, empezaron a usar el concepto de control de calidad, Estados Unidos se enfrentó a una competencia creciente dentro de sus fronteras y con el extranjero, como consecuencia de las relaciones económicas entre países que competían con mejores productos de mejor calidad y menor costo. A la cabeza de los países competidores se encontraban Alemania y Japón, este último representa, en la década de los 80's, la idea de gran calidad a un

bajo precio. Para defenderse, todos los países de occidente han incrementado sus esfuerzos en el área de control de calidad con el objeto de mejorar la calidad, la productividad y los costos.

Se denomina control de calidad al conjunto de técnicas y procedimientos de que se sirve la dirección para orientar, supervisar y controlar todas las etapas mencionadas hasta la obtención de un producto de la calidad deseada. El control de calidad no es solo papeleo, ni una serie de fórmulas estadísticas y de tablas de aceptación y control, ni el departamento responsable del control de calidad. Para una dirección bien informada, el control de calidad representa una inversión que, como cualquier otra, debe producir rendimientos adecuados que justifiquen su existencia. Todos los miembros de una empresa son responsables del control de calidad. Sea cual sea el trabajo que desarrollen una persona o una máquina, es ésta, la que se encargará con mayor eficacia de controlar la calidad o de informar de la imposibilidad de alcanzar la calidad deseada para que se adopten medidas correctivas.

Practicar el control de calidad, es desarrollar, diseñar, manufacturar y mantener un producto de calidad que sea el más económico, el más útil, y siempre satisfactorio para el consumidor.

Los consumidores no siempre estarán satisfechos con un producto que cumpla con las normas de calidad.

Los fabricantes deben estudiar las opiniones y requisitos de los consumidores y tendrán que tomarlas en cuenta al diseñar, manufacturar y vender sus productos. Al desarrollar un nuevo producto, el fabricante preverá los requisitos y las necesidades de los consumidores.

Hacer el control de calidad significa emplear el control de calidad como base, luego hacer el control integral de costos, precios y utilidades, y por último controlar la cantidad, es decir, el volumen producido de ventas y existencias, así como las fechas de entrega.

Para entender bien que es control de calidad tendremos que dividirlo por partes y empezaremos por control dando una pequeña explicación y enfoque de sus alcances.

Industrialmente se le toma como la fijación de normas, plazos de entrega según programa, gastos de acuerdo a los presupuestos, calidad conforme con las especificaciones. El proceso a través del cual establecemos y cumplimos las normas lo llamamos frecuentemente "control". Este proceso se conforma de una serie universal de etapas que, cuando las aplicamos a problemas de calidad son los siguientes :

1. Seleccionar lo que se va a regular.
2. Elegir la unidad de medida.
3. Establecer valores nominales o estándares.

(Especificaciones de características de calidad.)

4. Crear un dispositivo de medición en la unidad de medición.
5. Realizar la medición real.
6. Interpretar las diferencias entre lo real y lo estándar.
7. Tomar una decisión y actuar sobre la diferencia.

La serie de etapas precedentes, son el proceso de regulación, por el cual controlamos cualquier cosa, por lo que queremos decir que si sabemos regular podemos llegar a controlar.

Cuando aplicamos un proceso de regulación a la resolución de problemas de calidad del producto le llamamos control de calidad. Este término tiene también otros significados y son esenciales unos de otros.

Podemos decir que control de calidad es el proceso que se encarga de la regulación por medio del cual podemos y tratamos de llegar a medir la calidad real comparandola con las normas y estándares y controlando la diferencia.

Por una parte, el control de calidad es la inspección del producto por medio del cual se pueden captar los cambios y tratar de regularlos para llegar a la estabilidad del proceso, siempre tratando de que el departamento de control de calidad tenga bajo control la inspección regular de las herramientas, tratando así de saber y estar seguro de que el producto sale con la calidad esperada.

El control de calidad es un área a la que uno puede dedicarle todo el tiempo y aun así no entendería completamente debido a que es muy complicada y variada, en donde para conocerla a fondo se necesita conocer completamente las máquinas, saber como se manejan el proceso y saber enfocar bien el trabajo de cada gente. Estos tres factores son los de mayor importancia dentro de este departameto ya que para poder regular y tener bajo control un proceso es básico saber como se comporta la maquinaria con la que se trabaja, el material que se alimenta y por último el más importante de los factores, la gente.

Los dispositivos de control de calidad son aquellos que nos ayudan a medir y regular un proceso; gracias a ellos tenemos el control del proceso. Son estos los que usamos para llenar las tablas de control, y por medio de los resultados que nos den controlar las máquinas. Una parte

importante del control de calidad se refiere a ellos como parte fundamental para la Inspección y control del proceso.

### **1.3 Sistemas de control de calidad :**

El sistema de control de calidad es aquel que se encargará de controlar integralmente una serie de departamentos por medio de dispositivos de medición y grupos de personas que se encargan de regular los procesos dentro del departamento.

Los sistemas de control de calidad en la industria son indispensables ya que gracias a ellos podemos controlar todo el sinnúmero de departamentos dentro de la planta.

Los sistemas de calidad pueden ser tan complejos como el proceso necesite, al igual en su sencillez, todo esto mientras el producto cumpla con la especificaciones y necesidades del cliente, y también dentro de las necesidades de la fábrica.

Estos sistemas deben ser dinámicos debido al cambio constante que tiene nuestro mundo actual en el que las necesidades cambian constantemente.

El control de calidad y, en si, los sistemas, tienen como propósito subir la eficiencia dentro de la industria además de tener su fin económico, que es el de bajar costos por medio de hacer productiva cada área dentro de la planta y persigue también, un fin social que es la educación de la gente con la que se trabaja.

Finalmente el sistema de control de calidad sirve como director y ordenador de los diferentes departamentos, además de dirigir la interacción entre ellos.



Los sistemas de control son interactivos, tratan de hacer mejor las cosas en cada intento aprendiendo los detalles en que se debe de fijar la gente en cada iteración y conociendo como mantenerlos bajo control para así producir productos que cumplan con las especificaciones y las necesidades de los consumidores.

#### 1.4 Justificación económica :

Actualmente México tiene una carestía de control de calidad, debido a la deficiencia competitiva que venía afectando a nuestro país por casi un cuarto de siglo. En este tiempo se cerraron las fronteras para proteger al mercado interno que temía a los productores extranjeros; los cuales eran mejores y ofrecían más que los nacionales. Los productores de los bienes nacionales, después del cierre de nuestras fronteras se durmieron y en lugar de preocuparse por entregar mejores bienes hicieron todo lo contrario, presentaron peores productos cada vez. Había muchos productos que eran monopolios, no tenían competencia por lo que no tenían nada de que preocuparse, así que entregaban malos bienes a altos precios y baja calidad y la gente aún así los compraba por la necesidad de ellos.

Debido a la tranquilidad de mercado que tenían los fabricantes, estos no se preocupaban por invertir en sus plantas para tener mejores productos para competir en el mercado. Esta falta de competencia y gran tranquilidad que tenía la industria hizo que todos los sistemas productivos de las plantas fueran ineficientes y poco competitivos, hasta que llegó la amenaza de la apertura comercial, principalmente con nuestros vecinos del norte.

La apertura comercial que provocó el Tratado de Libre Comercio vino a empeorar la situación, ahora tendrían que competir con potencias productoras que siempre se estuvieron preocupando por entregar productos de calidad a bajo costo, con el fin de ser competitivos y así salir adelante en el ataque de mercados cada vez más exigentes. Todo esto ha sido un incentivo a la producción de calidad ya que en nuestro país no existía el concepto de competencia con los grandes productores, ya que se sentían con el poder para entregar productos malos, sin importarles sus clientes.

La apertura ha hecho que la industria tome consciencia y motivo a siempre ser mejores y buscar tener sistemas más eficientes de control de calidad y de querer saber un poco más sobre las necesidades de sus clientes.

Debido al panorama competitivo actual, se encuentra muy en voga el control de calidad dentro de la industria.

Primero, al pensar en control de calidad, se pensaría que saldría más caro meter en control de calidad los procesos que hacerlos como siempre se han hecho, lo cual es un gran error, ya que el control de calidad lo que hace es enseñar a hacer los procedimientos de una manera más eficiente.

Aunque la mayoría de los grandes industriales ya la han adoptado, los pequeños tienen miedo de adoptarla por razones económicas mientras que les conviene porque les ahorrará y generará dinero.

Los costos dentro de las industrias bajan mientras que la calidad de producción sube. Por ejemplo, los costos de fabricación bajan debido a que se hacen más eficientemente y sin desperdicio los artículos, y el producto sale bien desde la primera vez; no necesita ser reprocesado.

El tener un sistema de calidad aplicado a la producción mostrará no sólo estas ventajas sino muchas otras de las que hablaremos a lo largo de este trabajo.

### 1.5 Justificación de producción :

La producción es la actividad de conformar artículos, por medio de materiales y componentes básicos, empleando procesos, máquinas y herramientas. La producción es la parte más amplia de la fabricación que incluye también la planeación de la fabricación.

Lo que distingue a las operaciones de producción es que modifican directamente las características de los productos, como su composición, su forma, etcétera.

La producción es una actividad de calidad donde intervienen muchas decisiones, empezando la aprobación de la preparación, en la cual se tiene que saber acoplar las máquinas, herramientas, material, etcétera, de acuerdo con las especificaciones, para saber si podemos tomar la decisión de arrancar el proceso y que el producto salga con las características adecuadas. Una vez que arranca el proceso, es necesario hacer controles periódicos que nos indiquen si el producto sale conforme con las especificaciones para saber cuando parar el proceso y cuando dejarlo continuar. A esta decisión se le conoce como aprobación del funcionamiento. La última decisión, es la aprobación del producto, ésta se toma cuando el producto está terminado y se revisa para ver si está dentro de los parámetros de las especificaciones. Estas tres decisiones se les conoce con el nombre de aprobación del proceso.

El control de calidad trata de capacitar a la gente en la toma de decisiones, haciendo al operador autocontrolable. Para que un operario sea autocontrolable se le debe de capacitar en tres puntos:

- 1) Medios para saber que hacer.
- 2) Medios para saber que está haciendo.
- 3) Medios para controlar lo que está haciendo.

Si el operario cumple estas tres condiciones está en situación de autocontrol y es responsable de los resultados.

El conocimiento de lo que se debe hacer empieza por dar a conocer al operario lo que hace a un producto ser adecuado para el uso, mientras más conozca esta idoneidad, menos necesitará de especificaciones ya que entenderá en que puntos consiste que un artículo sea de calidad.

Las especificaciones del producto se usan para sustituir el conocimiento de la adecuación para el uso.

Al operario se le debe dar información clara de las especificaciones, aclarando cuales son las esenciales, explicando para que sirven éstas en el producto, todo esto motiva a la participación de la gente.

En la producción se necesita dar clasificaciones de las características según su importancia, explicando la razón de ser de éstas, al operario.

Cuando las especificaciones no brindan una información clara, se recurre al empleo de la norma formulada por la gente de la dirección o por los ingenieros y en última instancia las establecerán los inspectores y operarios.

La producción es un proceso de capacitación continua sobre máquinas, herramientas, utillaje, especificaciones, normas, etcétera. Mientras se tenga en las plantas gente capacitada, se llegará a tener mejores procesos, una mejor inspección y menor número de piezas defectuosas, menores devoluciones, menor reproceso y el nivel de calidad subirá.

Los gráficos de control son una herramienta útil para conocer la variación normal de una máquina, saber cuando cambiar de herramienta, cuando dar mantenimiento preventivo, alertar de que se han tomado mal las pruebas, y cuando se necesita ensanchar las tolerancias dentro del proceso. En una palabra, conocer a fondo las causas y efectos del proceso, para manufacturar artículos que cumplan con las especificaciones y necesidades del cliente. Estos gráficos nos ayudarán a detectar problemas dentro del proceso y por medio de la interpretación, a conocer que parte del proceso solucionar.

Los gráficos de control, junto con la capacitación, dan conocimiento de lo que se está haciendo por medio de la observación, las mediciones propias del proceso por medio de instrumentos, las mediciones realizadas por el operario, y las mediciones realizadas por el inspector.

La comunicación de lo que sucede es muy importante para la producción, por lo que es de gran interés tener una buena retroinformación entre inspección y producción. Los medios para cerrar el circuito de retroinformación pueden ser de varias maneras dependiendo de las relaciones que se lleven en planta y puede ser cerrado el circuito por un inspector, por un operario, un capataz e impersonalmente por medio de señales como gráficas, tablas, luces, etcétera.

Los criterios que se toman para una buena retroinformación a los operarios son: que pueda ser leída de una hojeadá, referirse a los puntos importantes, a los defectos controlables por los operarios, suministrar señales inmediatas y orientar a la acción correctiva.

El control de calidad por medio de la inspección, realizada por la observación, medición y registro del comportamiento de las características del proceso y conformidad del producto con las especificaciones, brindan información de la relación que existe entre producto y proceso, ya que el producto es el resultado de las operaciones del proceso. Cuando las unidades de producto son medidas secuencialmente, se permite saber dos tendencias, la calidad de las piezas y las del proceso durante el tiempo que fueron producidas. La curva de los resultados de los ensayos realizados en orden progresivo se convierte en una curva de la tendencia del proceso. La gráfica de control tradicional se sirve de este principio para descubrir los cambios del proceso, y ponerlo bajo control, analizando las variables del proceso, en el orden de fabricación, se podrá medir las características del producto.

El conocimiento del proceso de fabricación tiene como resultado un decremento en defectos, reproceso, material desperdiciado y un incremento en el conocimiento del proceso que da como resultado un mayor control y a la larga una alta producción.

En la producción se necesita saber la capacidad de los procesos, máquinas, herramientas, de alcanzar una determinada calidad, esto se hace por medio de estudios de la capacidad del proceso y los lotes de prueba. Después continúa el problema con mantener estas capacidades.

Para mantener estas capacidades es necesario tener un buen programa de mantenimiento de máquinas y herramientas. Este mantenimiento es de suma importancia para producir artículos de calidad. Se debe de conocer el número de horas que necesitará mantenimiento y en que proporción se van desgastando las herramientas en función del tiempo, para saber cuando cambiarlas y darles servicio.

El personal de producción como el capataz, el preparador o el operador, se les puede confiar el control de las herramientas.

El personal lleva registro del desgaste de la herramienta cada vez que hace una inspección.

En la aprobación de la preparación del control de las herramientas, se realiza verificando el producto al inicio de la siguiente operación, esto representa una desventaja, por lo que se trata de hacer antes, calibrando las herramientas.

Los sistemas de control se basan en programas de verificación que dependen de la utilización de las máquinas y herramientas, representados por el volumen de producción, del número de trabajos realizados, del tiempo de utilización, etcétera.

En los procesos complejos, el programa se hace complejo por lo que algunos aspectos se controlan, mensualmente, semanalmente, diariamente, etcétera.

La solución de fallos es la actividad de restablecer el buen funcionamiento de un proceso que se ha salido de control. Esta actividad se encarga de localizar la falla adversa que hizo al proceso salirse de control, para suprimirla y regresar al funcionamiento normal.

El proceso de solución de fallos sigue una secuencia de actividades para el éxito:

1) Descubrir las señales de fallos por medio de :

a) Observación de los operarios, capataces o inspectores.

b) Datos de los instrumentos de control de proceso.

c) Información externa. (rechazos por inspección, departamentos dentro del proceso o reclamaciones de clientes).

2) Estudiar y describir las señales para que la gente

que se dedica a encontrar las causas tengan

información.

3) Formular hipótesis sobre las causas.

4) Analizar y valorar las hipótesis mediante el

razonamiento lógico, la observación detallada,

etcétera.

5) Identificar la causa o causas del cambio adverso por

medio del análisis.

6) Actuar para suprimir la causa para restaurar el

funcionamiento normal.

El control de calidad abarca desde la recepción del material, todos los procesos de conformado, hasta el uso del cliente; quién califica finalmente si el producto es apto para el uso.



# **CAPITULO 2**

# DEFINICION DEL OBJETO DEL CONTROL DE CALIDAD.

## 2.1 Introducción.

El control de calidad tiene como objeto la superación de procesos y personas dentro de la empresa para proporcionar bienes o servicios.

La principal tarea del control de calidad es el de controlar y mantener dentro de parámetros determinados las características del producto, del proceso y de los materiales, para presentar así bienes que sean adecuados para su fin.

El control de calidad es una modalidad moderna, se inició en los años treinta de este siglo, también lo llamamos control de calidad estadístico y fue aplicado a la industria por medio del cuadro de control ideado por el Dr. W. A. Shewhart en los Laboratorios de la compañía Bell.

La Segunda Guerra Mundial sirvió como catalizador de la aplicación en diferentes industrias dentro de los Estados Unidos cuando los diferentes sistemas productivos eran inadecuados para satisfacer los requerimientos de la etapa de semiguerra que se vivía. Pero el descubrimiento de que sí lo utilizaban obtenían artículos militares a bajo costo y gran producción.

Se produjeron normas de guerra para la fabricación de armamento que luego fueron exportadas a Inglaterra, que fue hogar de la estadística moderna basado en el trabajo de E.S.

Person y R.A. Fisher.

Por la introducción del control de calidad estadístico en la industria Norteamericana durante la guerra se obtuvieron productos satisfactorios en términos cuantitativos, cualitativos, económicos, y el desarrollo de avances tecnológicos. Se dice que el desarrollo del control de calidad estadístico ayudó a ganar la guerra y que algunos métodos estadísticos investigados y empleados por los aliados fueron tan eficaces que se tomaron como secreto de guerra.

## 2.2 Objetivos dentro de la fábrica.

El objetivo del control de calidad es de hacer mejor los procesos de producción dentro de la fábrica con el fin de elaborar mejores productos para los usuarios y subir el grado de eficiencia dentro de las operaciones, reduciendo o eliminando el reproceso y el deshecho, y así bajar costos, ganando clientes satisfechos.

La empresa para la cual se realizó el estudio de control de calidad de crayones extra grueso tipo elefante, es Química Urbina S.A de C.V. . Esta empresa se dedica a producir artículos para oficina y escuelas como crayón normal, crayón elefante, acuarelas, colores pastel, gises, plastilina, crayón metálico, entre otros.

El problema en esta empresa, en que se enfocará este trabajo se encuentra dentro de la fabricación del crayón extra grueso tipo elefante. La fabricación del crayón elefante se divide en tres áreas: la primera de recepción de materia prima, la segunda, la de producción del crayón, y la última, la de empaque del crayón o final.

El área de recepción de materias primas tiene que hacer pruebas de toxicidad a los materiales, como la parafina y los aditivos colorantes que se usan en la elaboración del crayón, si estos materiales no son aceptados, se devuelven a los proveedores del material.

El área de producción del crayón elefante presenta problemas de alto reproceso debido a defectos en la preparación de la mezcla, la cual si no se cuidan las proporciones de parafina con aditivo colorante, el crayón no pintará bien y necesitará ser reprocesado para encontrar la mezcla adecuada del crayón que pinte bien.

La segunda característica de calidad, es el colado de la mezcla en los moldes del crayón, el cual, si no se realiza bien, los crayones presentarán gran cantidad de porosidades que además de no ser buenos en la presentación reducen la fuerza de quiebre del crayón y la mayoría se reprocesa.

La tercer característica de calidad es la fuerza de quiebre. Esta fuerza es la que hace que el crayón no se rompa al pintar con él, es un requisito que debe de cumplir el crayón.

La última área es la de empaque, en la cual primero se etiqueta el crayón con la marca. En este paso, el defecto que existe es que se tienen que reetiquetar todos los crayones que su etiqueta esta fuera de posición, y aquellos que su etiqueta no se pegó bien al crayón. El siguiente paso una vez que el crayón ha sido etiquetado, es el de empacarlos en cajas de doce colores diferentes o en bolsas de seis crayones de diferentes colores.

La característica de calidad más importante en esta etapa del proceso es la que presenta las cajas de crayones, consiste en la repetición de crayones del mismo color, y en las bolsas o paquetes de seis, en que algunas no se presentan bien cerradas.

El objetivo dentro de esta industria es diseñar un sistema de control de calidad para la producción de crayón extra grueso tipo elefante para que regule y controle la cantidad de defectos, encuentre las causas de los defectos dentro de sus procesos y minimice estos fallos, a través de los medios más adecuados.

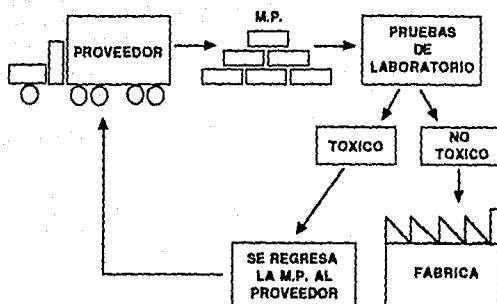


Fig. 2.1 Procesos de recepción de materia prima.

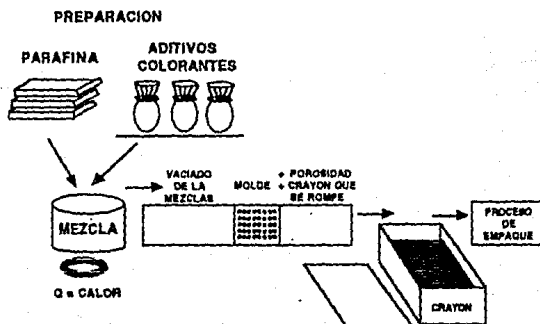


Fig. 2.2 Proceso de producción.

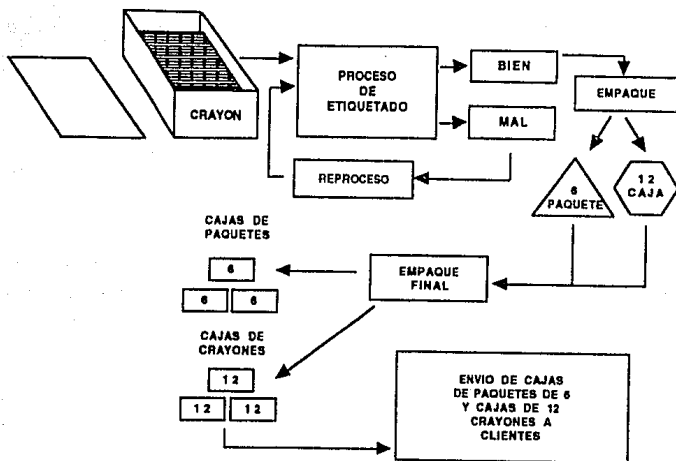


Fig. 2.3 Proceso de empaque.

### 2.3 Aptitud para el uso.

La aptitud para el uso es el resumen de todas las características que un producto debe de satisfacer para ser beneficioso para el cliente. Es un compromiso que tienen todas las instituciones humanas de suministrar productos que respondan a las exigencias o necesidades generales del usuario en precio y plazo de entrega. Cuando los bienes y servicios satisfacen las necesidades generales del usuario se dice que son comerciales o vendibles.

Popularmente se le da a la aptitud para el uso el nombre de calidad, este concepto universal es aplicable a todo bien o servicio y es juzgado por el cliente, no vista, pero si medida por el fabricante, comerciante o reparador.

### 2.3.1 Características de calidad.

Las características de calidad se clasifican en varios parámetros de la aptitud para el uso como calidad de diseño, calidad de conformidad, las habilidades y el servicio post-venta, los cuales nos ayudan a entender más la naturaleza e interrelación de las principales fuerzas económicas implicadas y definir con exactitud las necesidades de los clientes.

La calidad de diseño se basa en las necesidades ya sean básicas como de confort y otras de opulencia; tomando estas cualidades como base del desarrollo de productos que cumplan con las expectativas de calidad esperadas.

Los diferentes niveles de excelencia de los productos varían en base de los deseos y el poder económico. El grado es el término técnico que nos dice el nivel de calidad relacionado a un nivel de aptitud para el uso y el poder económico.

La calidad de diseño es un término técnico compuesto por tres fases separadas de una progresión común de actividades. Estas fases son la calidad de investigación de mercado, la calidad de concepto, y la calidad de especificación.

La calidad de investigación de mercado es la identificación de lo que constituye la aptitud para el uso, para el usuario.

La calidad de concepto es el conjunto de características pretendidas en el producto que responden a las necesidades del mercado.

Por último, la calidad de especificación es la transformación de la idea elegida en un conjunto detallado de especificaciones que, si se ejecutan correctamente, cumplirán las necesidades del usuario.

La calidad de conformidad es lo bien con que cumple el producto con el diseño.

Las habilidades son tres factores que se relacionan porque tienen que ver en los productos para larga duración y son la disponibilidad, la fiabilidad y la mantenabilidad. Estas

habilidades que están ligadas entre sí son vitales para la aptitud para el uso.

La disponibilidad es la extensión de tiempo que el usuario puede asegurar que su bien estará en estado operativo.

La fiabilidad es la probabilidad de que el producto haga sin fallas una operación específica bajo condiciones dadas durante un período especificado de tiempo.

La fiabilidad está determinada por la calidad de diseño. La fiabilidad intrínseca es la que se alcanza por el diseño, aunque ésta es menor por el medio no previsto durante su uso, fallas en la calidad de conformidad y falta de mantenimiento.

Se usa el nombre de fiabilidad operativa para distinguir la fiabilidad alcanzada de la intrínseca.

La mantenibilidad es debida a la necesidad de los productos de larga vida de ser conservados por medio de servicios continuos. El mantenimiento se realiza de dos maneras, el preventivo y el no programado.

El mantenimiento preventivo o programado se lleva a cabo por medio de ensayos y controles con los cuales detectamos las fallas potenciales, servicio programado, cambios de refacciones, y revisiones planeadas.

El mantenimiento no programado es en caso de fallo y su finalidad es encontrar la falla y restablecer el buen funcionamiento de la máquina.

El término de mantenibilidad es la facilidad con que puede hacerse el mantenimiento.

La efectividad del mantenimiento está muy relacionada con la tecnología base, es decir, el diseño para un fácil acceso, reemplazamiento modular, instrumentos especiales para un fácil diagnóstico de las causas de la falla, herramientas especiales de reparación, información técnica sobre el producto y su uso. Se considera parte del mantenimiento dar esta tecnología base.

Poder abastecerse de las refacciones es muy importante en la efectividad del mantenimiento. Este tipo de apoyo se le conoce como apoyo logístico que se considera como parte de la disponibilidad.



Los especialistas dividen mantenibilidad en dos clases: la inspeccionabilidad que es la facilidad de hacer inspecciones y servicios programados y la reparabilidad, que es la facilidad de restablecer el servicio después de la falla.

El servicio post-venta es un parámetro que se usa para los bienes de larga duración con la necesidad de ser reparados y mantenidos. La capacidad de tener un buen servicio de asistencia depende del productor; el cual debe proporcionar, a los clientes de servicios claros e inequívocos, adecuada capacidad en equipos de reparación y suministro de piezas de repuesto y rápida respuesta a las llamadas de servicio.

Las características distintivas de este parámetro es que son actividades que se realizan después de la venta, no antes, se realizan por organizaciones especiales de servicio, no fábricas. Usualmente se maneja por el contacto informal y contractual directo con el cliente.

		1--CALIDAD DE	
		1 INVESTIGACION	
1-----CALIDAD DE	-----1	DE MERCADO.	
1 DISEÑO.		1--CALIDAD DE CONCEPTO.	
1		1--CALIDAD DE	
1		1 ESPECIFICACION.	
1			
1		1--TECNOLOGIA.	
1---CALIDAD DE	-----1	--MANO DE OBRA.	
1 CONFORMIDAD.		1--DIRECCION.	
APTITUD	1		
PARA -----1		1..FIABILIDAD.	
EL USO.	1--DISPONIBILIDAD.	-----1..MANTENIBILIDAD.	
1		1..APOYO LOGÍSTICO.	
1			
1		1..FRONTITUD.	
1---SERVICIO	-----1	..COMPETENCIA.	
POST-VENTA		1..INTEGRIDA.	

Esq. 2.1 Parámetros de la aptitud para el uso.(1)

La calidad o aptitud para el uso, se encuentra en los productos o servicios, lo que se considera difícil es pasar de las necesidades a definir características y propiedades de cada elemento que lo conforma; para esto se ayuda la calidad de especificaciones que son la calidad sustituta.

La calidad sustituta está formada por propiedades de los materiales, su funcionamiento bajo ciertas condiciones, etcétera, que nos permiten medir si un bien cumplirá con su fin.

### **2.3.2 Función de calidad.**

Es necesario conocer lo que es aptitud para el uso para saber que hay una serie de actividades independientes en una progresión lógica para el logro de cualquier bien o servicio; este proceso lo llamamos función de calidad. La función de calidad es el conjunto completo de actividades a través de las cuales se alcanza la aptitud para el uso.

La función de calidad es todos los pasos que se siguen para satisfacer una necesidad y comprende la investigación de mercado, el desarrollo de la idea, diseño del producto, definición de las especificaciones, planeación para la fabricación, compras, desarrollo de proveedores, servicio post-venta.

### **2.3.3 Pasos para alcanzar la calidad.**

Lo primero que se necesita es averiguar y conocer las necesidades y partes de las características que hacen a un producto ser un producto de calidad. Se les debe informar a los operarios lo que se quiere obtener dándoles información por medio de cursos en los cuales se

les forma y califica para que entiendan lo que hace de un producto ser idóneo para el uso.

Las especificaciones del producto se usan para sustituir el conocimiento de la aptitud para el uso; se toman algunas medidas preventivas cuando se usan para definir el conocimiento de lo que se debe hacer.

- Facilitar información inequívoca.

Es difícil para las personas saber que hacer cuando no se entiende lo que se quiere, esto se hace más complicado cuando las normas, los manuales, las características de inspección y las órdenes verbales no son claras. Por lo cual cuando más conflictiva es la información, menos se entienden los requisitos.

- Facilitar información sobre la importancia.

Se trata de informar al empleado acerca de las características y requisitos de las especificaciones valorándolas.

- Explicar el porqué.

Responder al porqué aclara dudas, hace la participación de la gente y la motiva, responde a la pregunta de para qué sirve, agranda el conocimiento de lo que se debe hacer, añade interés y vida a las especificaciones frías y permite que sea más clara la clasificación de las características por orden de importancia.

La explicación del porqué surge de la investigación que se desarrolla cuando tenemos un producto que no cumple con las propiedades y las reclamaciones de los clientes. Las decisiones se toman basándose en la aptitud para el uso.

- Facilitar normas.

Es el adiestramiento que se da a las personas para que sean más capaces en su trabajo; se da por medio de cursos de capacitación.

### 2.3.4 Especificaciones del proceso.

Las especificaciones del proceso se dan para controlar una operación que es parte del proceso de formado de un producto, como en ésta al operario no le sirven las especificaciones ni las características, se le dan parámetros con los que puede medir si el proceso se está llevando bien, como pueden ser la revisión de las herramientas o medidores de presión. Lo que el operario debe de hacer dentro del proceso no siempre queda bien explicado; por lo que se dan los principales aspectos en los que puede haber confusiones.

Estos son :

- Confusión de las tolerancias de control de proceso con las de aceptación del producto.

Esta confusión es ocasionada porque las tolerancias en el proceso pueden ser iguales o diferentes a las que tendrá el producto terminado o las características y propiedades que se miden para el proceso son diferentes que las que tendrá el producto terminado. Ver tabla (1).

- Confusión cuando se introducen gráficos de control en procesos.

Los gráficos de control de calidad tienen como finalidad monitoriar los procesos para poder apreciar los cambios que ocurren dentro del proceso; para así saber cuando tomar decisiones para el cambio.

Las especificaciones son las que nos ayudan a hacer estos gráficos gracias a la frecuente revisión de las piezas que se comparan contra un patrón.

La tabla (2) ilustra el efecto sobre el operario de producción cuando se realiza el control.

tabla (2.1)

## Costo del proceso de aceptación del producto.(2)

Finalidad de las tolerancias	1 Facilitar una base para tomar decisiones del proceso.	1 Facilitar una base para tomar decisiones del producto.
Tolerancia tomada en :	1 Especificaciones del proceso.	1 Especificaciones del producto.
Especificaciones elaboradas normalmente por :	1 Depto. de ingeniería del proceso.	1 Depto. de diseño del producto.
Tolerancias afectan a instrumentación :	1 Condiciones del proceso. 1 Parte integral del proceso.	1 Condiciones del producto 1 Cualidades del producto.
Medición de comprobación de concordancia.	1 Depto. de producción para tolerancias indicativas. 1 Depto de inspección las obligatorias.	1 Depto. de inspección.
Decisión de la existencia de concordancia tomada por :	1 Depto. de producción para tolerancias indicativas, Depto. de inspección para las obligatorias.	1 Depto. de inspección.
Desviación de la especificación autorizada por :	1 Depto. de Producción tolerancias indicativas, Depto. ingeniería de procesos para las obligatorias.	1 Depto. inspección tolerancias no funcionales, Depto lto para funcionales

(2) Cfr., Op. cit., Supra, p. 273

tabla (2.2)

## Fuentes de información del operario.(3)

Tipos de información o decisiones necesarias.	1 Antes de los gráficos de control, responsable de cumplir especificaciones producto	1 Antes de los gráficos de control, operador responsable de cumplir especificaciones proceso	1 Después de la implantación de gráficos de control.
Información que debería hacer el proceso.	1 del proceso	1 del producto	1 del gráfico de control.
Información que hace en realidad	1 instrumento regula proceso o inspector	1 mediciones de producto	1 del gráfico de control.
Decisión de ajuste en base a la diferencia.	1 experiencia operario	1 experiencia operario	1 del gráfico de control.
Decisión de amplitud de ajuste que necesita proceso	1 experiencia operador	1 experiencia operador	1 de la experiencia del operario.

- Confusión entre tolerancias del proceso obligatorias y las indicativas.

Las tolerancias obligatorias se establecen para garantizar el buen funcionamiento de un producto que cumpla con la aptitud para el uso y se facilite su comercialización, sea más alta su fiabilidad y en todo aquello que haga que un bien sea apto.

Las tolerancias indicativas son aquellas que tienen que ver con el proceso y los métodos usados para hacer un producto, aunque tienen que ver con la aptitud para el uso pueden realizarse de diferentes maneras, usualmente se usa la que convengan al proceso.

(3) Cfr., Op. cit., Supra, p.274.

## 2.4 Planeación de la calidad.

### 2.4.1 Introducción.

La planeación de la calidad es el proceso por medio del cual se prepara y se organiza la función de calidad para lograr los objetivos trazados durante su desarrollo.

La planeación comienza al establecer un objetivo claro y acaba con el desarrollo de la idea en listas de acciones, un cuadro de fechas y otros elementos de planeación. Esta queda completa cuando las fuerzas operativas están listas para la ejecución del plan.

Los objetivos de calidad por naturaleza son interdepartamentales por lo que deben estar coordinados y pueden ser de mejora o control.

Para realizar la planificación de la calidad de principio a fin se deben de conocer las políticas generales de la empresa, las exigencias de calidad de los clientes, el concepto de aptitud para el uso y también una lista de actividades del modo de lograr la aptitud para el uso. Cuando los proyectos son muy grandes se diseñan de manera que permitan determinar cuando un departamento ha terminado su trabajo o una actividad importante para permitir una revisión de los resultados y decidir si se pasa a la fase siguiente. Es importante contar con un diagrama de flujo que muestre la sucesión de actividades necesarias para alcanzar la aptitud para el uso y simplificar las necesidades de asignar responsabilidades, identificar necesidades de coordinación y realimentación. Una descomposición detallada de las actividades y acciones a hacer en cada fase, una tabla de fechas que muestre su inicio y final de la actividad en forma gráfica, asignación de responsabilidades con su actividad que ha de realizar y controles que aseguren que las actividades se terminaron a tiempo.

#### 2.4.2 Control de la planeación.

Dentro de la planeación necesitamos controlar variables; las cuales se miden por medio de los circuitos de realimentación llamado mecanismo universal. El circuito se basa en una norma establecida como patrón que sirve como base de medición y valor a controlar por medio de un sensor, que registra el valor real y un comparador que mide y compara lo real con la norma, cuando existe una diferencia entre lo real y lo normalizado en una cantidad mayor a la tolerancia dispuesta, se establecen los medios para restablecer el funcionamiento dentro de los límites adecuados.

Tecnológicamente, existen muchos aspectos a controlar entre ellos, el proceso, características de calidad de los componentes, unidades, sistemas, elementos de documentación, medidas.

A nivel dirección unos ejemplos son los costos de calidad y la aptitud para el uso.

Para poder tener una buena planeación y control se debe conocer bien el desarrollo de la fabricación de un producto. En esto nos ayudan los diagramas de flujo con los que podemos entender un sistema; ya que está dividido en sus etapas de elaboración, sus departamentos, procesos, en una palabra, de materia prima a producto terminado. El diagrama de flujo puede ser general como particular.

El proceso de control tiene estaciones de control que sirven como sensores o comparadores para detectar variaciones en las características de calidad, estas estaciones se encuentran en zonas en que el producto es cambiado de lugar antes de una operación costosa e irreversible, en variables del proceso dominantes y después de la realización de un aspecto crítico de la calidad del producto.

Es importante definir el trabajo, esto es, definir cual es el trabajo que se debe hacer para tener control, como decidir las características de calidad y qué instrumentos utilizar, saber qué



datos registrar, qué normas utilizar para su comparación, qué límites y desviaciones permitir y qué hacer en caso de que no se cumpla la norma.

Definir quién tiene la responsabilidad de los procesos, es fundamental, ya que algunos procesos sólo necesitan un inspector o verificador y algunos otros necesitan el auxilio de un ingeniero.

La retroinformación se usa para saber que hacer y como controlar; se obtiene por la observación personal de las condiciones en el lugar de control, de los instrumentos, resúmenes verbales y registros e informes.

La auditoría o fiscalización es el último de los pasos de control. Es un instrumento que se usa en la planeación para saber si todos los demás instrumentos están siendo utilizados como se pretende.

#### **2.4.3 Planeación para la fabricación.**

En la planeación para la fabricación el objetivo es la parte de la función de la calidad que tiene que ver con la producción. La planeación se realiza por asesores interdepartamentales, departamentales, supervisores de producción y personal involucrado en la producción.

La mejora de la calidad es un proceso continuo en el que se revisan los planes de fabricación de nuevos productos y procesos, su diseño, sus modificaciones y análisis. La planeación de proyectos se caracteriza por la formación de estructuras especiales en la organización, con importantes responsabilidades en la actividad de planeación y coordinación de la fabricación y de otras funciones.

En los proyectos de cambios de rutina participa la planeación interdepartamental en desarrollar un procedimiento maestro que se encarga de coordinar el trabajo de los departamentos. Una vez

que ha sido definido el procedimiento se desarrolla la planeación departamental, este procedimiento se usa repetidamente como un elemento que coordina los procesos entre sí.

Los procesos industriales toman una de las tres formas básicas de producción que afectan a la planeación, como son el departamento autónomo, el árbol de montaje y el montaje en progresión. El departamento autónomo consiste de un proceso de recepción de materiales por un lado y salida de producto terminado por el otro, todo dentro de un departamento independiente.

La planeación es realizada por un miembro del departamento en cuestión, no por un miembro del departamento de planeación. En el departamento autónomo, cuando es muy chico, la planeación es hecha por el supervisor y a veces por los obreros. Un caso de estos es el taller de herramientas.

Dentro de la industria el árbol de montaje es un proceso muy familiar ya que es muy utilizado en las industrias mecánicas, electrónicas, electrodomésticas y automotriz principalmente. Aquí las entradas aparecen como raíces que son los diferentes proveedores o departamentos que fabrican partes y componentes, que alimentan las partes y componentes a un departamento de subensamble, en donde las piezas son colocadas y contadas por otros departamentos.

El árbol de montaje necesita dos tipos de planeación diferentes; la interdepartamental para las grandes operaciones y los departamentales.

El montaje en progresión esta formado por múltiples departamentos ordenados secuencialmente con proveedores por departamento; en cada departamento se hace una operación que contribuye al resultado final.

La planeación aquí es interdepartamental y departamental, la interdepartamental se hace externa al proceso y la departamental interna.

Para poder asignar la planeación departamental se debe de conocer que el encargado tenga conocimientos tecnológicos para desarrollar esta tarea, como son saber leer e interpretar

las especificaciones, los pedidos de los clientes, los planes interdepartamentales y demás documentos informativos. Además se requiere conocer las máquinas, herramientas, instrumentos y otros elementos suficientes para conocer y decidir que planeación necesitamos para poder cumplir con las normas de calidad, costo y plazo de entrega.

El desarrollo de la planeación tiene como finalidad conocer la información de los procesos y productos, saber los criterios en base a los cuales se toman las decisiones, evaluaciones de las características a controlar, anotar y clasificar los resultados, todos estos pasos llevan a poder tener una normalización, es decir, un manual en el cual podemos saber si el producto o proceso esta bajo control de calidad.

## 2.5 Producción.

La producción es la actividad por medio de la cual obtenemos productos a partir de sus materiales y partes componentes como del trabajo tanto mental como físico de la gente.

La producción es una de las partes más amplias de la fabricación que incluye también la planeación de la fabricación.

Existe una diferencia entre lo que es producción y lo que es el departamento de producción. Por costumbre, el departamento de producción lleva más asuntos de los que abarca producción, las tareas complementarias del departamento varía en función de la empresa de acuerdo con varios factores como son: la complejidad del producto y del proceso, volumen de producción, filosofía de la dirección, formación de los capataces y tradición nacional.

La complejidad del producto o proceso se relaciona a la necesidad de gente capacitada ya que, cuanto más compleja sea la actividad, se necesitan más técnicos.

El volumen de producción es una variable tecnológica de la producción en serie en donde, debido a la sofisticación del equipo se derogan las actividades de análisis y toma de

decisiones a los ingenieros, no a los supervisores.

En muchas empresas la filosofía de la dirección ha sido el empleo del sistema Taylor que separa a la planeación de la ejecución. En estas compañías se concedía poca participación en las actividades del control de calidad al departamento de control de calidad.

La formación de capataces en cuestiones técnicas y de gestión es otro factor que influye en la empresa a ensanchar el campo de sus responsabilidades.

Las responsabilidades sobre la calidad a nivel de fábrica es escena de innumerables decisiones importantes y se trata de conocer quien es el indicado para tomarlas. Los principales tipos de decisiones y acciones son la aprobación de la preparación y del funcionamiento del producto.

La aprobación de la preparación es tomar la decisión de arrancar un proceso una vez que se han revisado las máquinas, herramientas, utillaje y materiales apropiados, ajustados de forma que el producto cumpla con las especificaciones.

La aprobación del funcionamiento es el que evalúa y decide si se detiene o se continúa con el proceso una vez que se revisan las unidades y se checa si están saliendo con las especificaciones requeridas.

La aprobación del producto se evalúa una vez que el producto está terminado para saber si está conforme con las especificaciones.

Las dos primeras aprobaciones tienen que ver con el proceso, mientras que la tercera tiene que ver con el producto. La aprobación de la preparación se encarga al departamento de producción y algunas veces al de inspección. La aprobación del funcionamiento se encarga al departamento de producción y la aprobación del producto la realiza el departamento de inspección usualmente.

La responsabilidad individual se designa por los directivos o por una matriz de responsabilidades en las que los obreros se proponen y votan para ocupar cargos.

### 2.5.1 La retroinformación.

La retroinformación es muy utilizada en producción, usualmente entre inspección y producción; el primero tomando mediciones y el segundo tomando decisiones y actuando.

Existen varios métodos para cerrar el circuito de información, pero estos dependen de la tecnología y del tipo de relaciones humanas.

El circuito cerrado por el inspector se usa cuando la dirección no confía en los operarios, así que hace que el inspector se encargue de decidir cuándo detener una máquina o proceso en caso de falta de conformidad con las especificaciones. Este método provoca grandes fricciones entre el departamento de inspección y el de producción, por lo que no es conveniente.

En la retroinformación personal a operarios el inspector solo toma mediciones del funcionamiento de la máquina y comunica al operador cuando se necesita hacer un cambio en base a los resultados que haya obtenido.

En la retroinformación personal al capataz se le comunica, por medio del inspector directamente los cambios y resultados y no a los operarios debido a indicación previa del capataz o del sindicato.

La retroinformación impersonal es una manera de comunicarse con el operario sin tener que dar órdenes, es despersonalizar la comunicación.

Cuando el producto está saliendo con defectos, y estos han sido detectados, se necesita tener una retroinformación inmediata que haga parar el proceso o máquina. A esto se le conoce como la oportunidad de la retroinformación.

Uno de estos casos es cuando hay máquinas múltiples que producen artículos de manera independiente, el problema era como saber cuál era la que estaba parada para arreglarla, por lo que se hizo un sistema por medio del cual se suplía lo más rápido. Un ejemplo

es por medio de señales luminosas que se prendían cuando la máquina necesitaba un ajuste.

En las grandes líneas de montaje la retroinformación se puede llevar a cabo por medio de un cuadro colocado en la línea de montaje de manera que se vea en toda la zona. El cuadro es una matriz, de manera vertical pone las horas y horizontalmente representa los defectos en el montaje. Cada hora son registrados los resultados de la inspección, de tal manera tenemos el número de fallas por hora de cada tipo de defecto.

El uso de gráficas de control es una manera de retroinformación, en estos se ponen la mediana, porcentaje de unidades defectuosas, suma total y características importantes del producto y del proceso. Cuando inspección y producción se organizan para registrar los datos en una hoja se logra que se conozcan mejor los datos disponibles y así perfeccionar más sus decisiones; es muy común en la aprobación de la preparación.

En la transmisión de la retroinformación por medio de gráficas se tiene cuidado en elegir un tipo que sea consistente con la responsabilidad derogada al operario de producción. Para lograr la congruencia es necesario tener presente la responsabilidad del operario, usando para ello un diagrama que indique los datos a tomar.

La información que se retroalimenta a los operarios es fundamental ya que por una parte está el operador de inspección que mide las características del producto y, por el otro, el operador de producción que evalúa y modifica las variables del proceso. La interrelación de inspección con producción es básica ya que uno le comunica al otro si los cambios fueron buenos para que saliera mejor el producto y en que consistió. A los operarios se les da conocimientos de la relación que existe entre las variables del proceso con las características del producto después, ellos por la práctica y la experiencia van aprendiendo y se cuida que las unidades de medida para el producto y el proceso sean iguales.

Los criterios que se deben de tomar cuando se desea una buena retroinformación a los operarios tienen las siguientes características: pueden ser leídas de una hojeada, tratan los puntos importantes, indican los defectos controlables por el operario, dan señales inmediatas y

dirigidas a acciones correctivas. La información que se proporciona a los operarios es con la finalidad de capacitar y es fácil, rápida y segura. Los gráficos complejos, el lenguaje complicado, letra pequeña, es causa de malas interpretaciones.

La retroinformación hecha para los capataces se hace en forma de resumen; en los cuales se indica la producción de unidades y el número de piezas defectuosas para que ellos sepan que proceso atender.

Los resúmenes se presentan de diversas formas como acumulación de rechazos, de matriz, de análisis de Pareto o análisis de datos e informes por computadora.

La acumulación de rechazos se basa en presentar datos junto con muestras de deshecho como retroinformación.

El resumen en forma de matriz es una hoja con columnas y renglones, en las columnas van los nombres de los defectos y en los renglones los nombres de los operadores. En cada casilla se puede poner también en la esquina superior derecha las piezas producidas y en la inferior izquierda el número de rechazos y se puede hacer por semana, día o mes.

El análisis de Pareto es en el que se presentan solo los procesos que han tenido más número de piezas defectuosas, para reducir al mínimo los detalles, pero con más eficacia.

El análisis de datos e informes por computadora se usa en fábricas muy grandes y con muchas personas. Se alimentan los datos e información a la computadora y ésta los analiza y ordena, generando los informes. Estos informes son a corto plazo, en los que se ponen los defectos que se producen de forma esporádica y acumulación de producto sin reparar y también se hacen a largo plazo para identificar los fallos crónicos de calidad.

La auditoría se realiza para conocer los planes, ver cómo se cumplen estos y revisar si se alcanza con ellos el nivel de calidad requerido. Los auditores pueden ser directivos de producción, inspectores o auditores externos.

La producción de calidad tiene como fin conocer los procesos desde las causas de los

fallos, hasta las soluciones que se tomaron para tener un producto que cumple con los requisitos y especificaciones por medio de la retroinformación.

## **2.6 Costos de la calidad.**

### **2.6.1 Introducción.**

El objetivo de los costos de calidad es evitar gastos extras en el conjunto de actividades por medio de las cuales alcanzamos la aptitud para el uso de los productos.

Los programas de mejora son proyectos de inversión de los que se espera un cierto rendimiento. El propósito de los programas es estimar los costos de calidad en un momento dado para poder en el futuro compararlo y ver si se ha avanzado y usar la información como justificación de programas de mejora de la calidad y reducción de costos. También se usan para medir los costos de la calidad, los que son publicados con el fin de estimular a los directores a emprender la correcta acción. Un programa de costos de calidad consiste en tres fases, la primera es la fase de venta, sirve para detectar una situación crónica en los costos de calidad que puede mejorarse económicamente, la segunda es la fase de proyecto, en la que se observa la mejora y, por último, la fase de control nos da los datos necesarios para el control del nuevo nivel mejorado.



### 2.6.2 Clases de costos de la calidad.

Las clases de costos de la calidad se dividen en costos por fallos internos, costos por fallos externos, costos de valoración y costos por prevención.

Los costos por fallos internos son en los que se incurre si existe algún defecto en el producto antes de ser vendido, de los que forman parte los deshechos, trabajos de reelaboración, doble ensayo, tiempo de paro, pérdida de rendimiento por falta de control y gastos por disposición que son los que determinan si los productos no conformes son utilizados decidiendo su disposición.

Los costos por fallos externos son aquellos defectos detectados una vez vendido el producto al cliente. Estos costos incluyen la atención de las reclamaciones, material devuelto, gastos de garantía y venta de producto degradado a un menor precio.

Los costos de valoración es en el que se incurre para descubrir en que condición está el producto en el primer repaso. Está formado por la inspección de recepción, inspección y ensayo en los procesos, mantenimiento de la precisión del equipo de ensayo, materiales y servicios consumidos y evaluación de existencias.

Los costos de prevención se producen para mantener los costos de fallo y valoración en un mínimo. Las clases principales son la de planeación de la calidad, revisión de nuevos productos, adiestramiento, control de procesos, obtención y análisis de datos de calidad, informes de calidad y proyectos de mejora.

### **2.6.3 Obtención de datos del costo de la calidad.**

Los costos de la calidad se llevan contablemente por medio de cuentas, éstas son una herramienta para distinguir que departamento o proceso atender para disminuir la cantidad de defectos o problemas.

Los datos de costos de la calidad se usan para estimar el potencial de mejora (primera fase), o para mantener y controlar el nivel de costos de la calidad.

Los datos de costos de la calidad se pueden conseguir de distintas fuentes como las cuentas establecidas, componentes de cuentas o subcuentas, registros básicos contables de la calidad por departamento, por estimación, creación de registros temporales.

Todos estos datos nos sirven como instrumentos de medición que detectan oportunidades de mejorar la calidad.

### **2.6.4 Determinación del valor óptimo.**

El progreso de la fase de proyecto no tiene un fin definido, por lo que la gente se siente con necesidad de conocer cuando pasar a la fase de control. Si se cambia a la fase de control, las normas son muy relajadas y servirán para que haya pérdidas evitables si se llega a esta conclusión con retraso, el trabajo del proyecto va por camino poco beneficioso.

Las empresas para descubrir la manera para alcanzar el nivel óptimo de costos, emplean datos de costos de calidad del mercado, utilizan el proceso presupuestario regular o establecen relaciones entre las distintas clases de costos de la calidad.

Los datos del mercado sobre costos de calidad se basan en conocer el nivel de las demás empresas, de costos de la calidad. No da buenos resultados debido a la diferencia en características de las diferentes industrias en sistema de contabilidad, de dirección, proceso,

etcétera.

El proceso presupuestario se lleva a cabo controlando a lo largo del tiempo los costos de la calidad por medio del proceso regular presupuestario.

Los presupuestos son de gastos de inspección, gastos de prevención, normas de fallos basadas en datos históricos. Este método hace perpetuar bajos niveles de producción porque no hay una señal de alarma cuando los costos actuales son peores que los anteriores.

El punto débil del proceso presupuestario no es solamente el uso de normas históricas dudosas, sino también diversos elementos del costo de la calidad que no conducen a la optimización del total. Los elementos interrelacionados son los que se usan para optimizar las distintas clases de gastos respecto al total.

Las relaciones de las distintas clases de costos utiliza el análisis de las relaciones entre clases de costos de la calidad; necesarios para alcanzar la aptitud para el uso. Estos son costos de prevención y verificación, costos de fallos por defectos.

El costo de prevención y verificación es una curva que crece asintóticamente desde el origen que es el 100% de defectos, hasta el infinito que representa un producto 100% conforme o bueno.

El costo de fallo es debido a la existencia de defectos, es una recta que es cero cuando no hay defectos y crece en función de los defectos hasta ser infinito cuando hay 100% de defectos. (Ver gráfica 1).

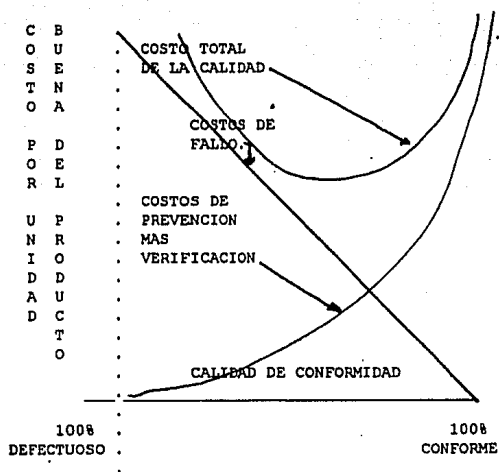
La nariz de la curva de costos totales de la calidad o mínimo, tiene significado y se usa prácticamente, esta parte de la curva se divide en tres zonas que pueden identificarse por el tipo de costo que componen los costos totales de la calidad.

La zona de mejora de la calidad es la porción izquierda de la curva y nos indica que los costos de fallo representa más del 70% de los costos totales, mientras el de prevención se encuentra por debajo del 10%, esto indica que se pueden realizar muchas mejoras que pueden beneficiar a la empresa.

La parte derecha de la nariz de la curva se le conoce como zona del perfeccionismo y se caracteriza por el hecho de que los costos de verificación excedan a los costos de fallo. En esta situación, los proyectos de mejora tienen como finalidad descubrir y eliminar los costos indebidos por medio de programas como el de estudiar si el exceso de verificación se paga por el número de defectos encontrados y ver cual es la verificación debida, revisar si las normas de calidad son las que se necesitan para tener un producto conforme, averiguar si se puede reducir la inspección por medio del control de la capacidad del proceso, manteniendo ordenada cronológicamente la producción, mientras tanto comprobar las decisiones a fin de reducir los costos de inspección.

La zona central, llamada zona de indiferencia, se caracteriza por el hecho de que aproximadamente la mitad de los costos de calidad son de fallo, mientras que los de prevención fluctúan entre el 10% de los costos de calidad.

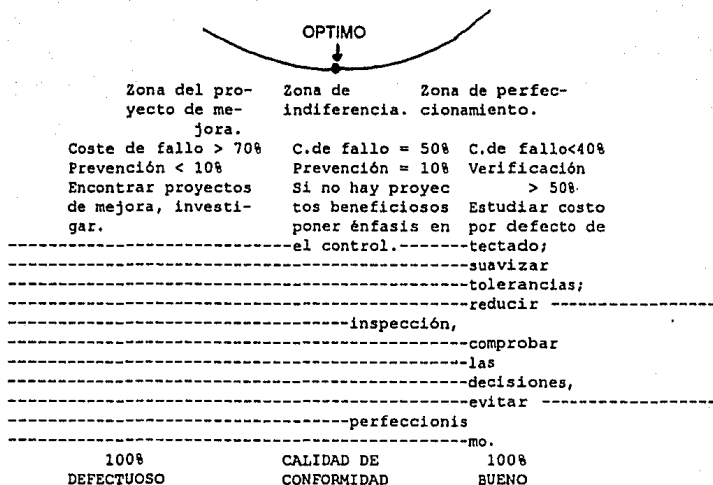
(Ver gráfica 2).



GRAFICA 2.1

Curva para determinar el costo óptimo de la calidad.

**CURVA DEL COSTO**  
**TOTAL DE LA CALIDAD**



**GRAFICA 2.2**

Nariz de la curva de costos totales de la calidad.

# **CAPITULO 3**

# REQUISITOS DE LA CALIDAD, TECNICOS Y ESTETICOS.

## 3.1 Introducción.

La calidad es un proceso de mejora continua que está regida por varias variables que tienen como fin conocer las necesidades de los clientes, para así, entregar productos aptos para el uso.

Una parte importante de este proceso de mejoramiento tiene que ver con los requisitos necesarios para elaborar bienes de calidad.

Para conocer estos requisitos se empieza por hacer investigaciones de mercado que nos digan que necesita el cliente, como le gustaría que fuera y que propiedades tendría.

Una vez que se sabe lo que se quiere, se pasa a interpretar y desarrollar la idea hasta que toma forma y puede dibujarse el concepto. Empezamos aquí la etapa de diseño que necesita conocer y comprender normas según el producto que se desea.

La fabricación utiliza los diseños y los transforma en especificaciones que ayudan a los operadores del proceso a entender lo que se quiere obtener y como quiere el ingeniero que salgan las partes del producto.

Las especificaciones son interpretaciones de los diseños que muestran características,



propiedades, tolerancias y todo lo que sea necesario para obtener un producto de calidad.

Los procesos de producción se rigen por las especificaciones para saber si una operación estuvo bien realizada, dependiendo si se cumplieron las especificaciones que se pedían, en función a ellas se evalúa si una pieza se acepta o se rechaza.

Los requisitos de la calidad se dividen en dos, los que son obligatorios y los que agradan al cliente, los técnicos y los estéticos respectivamente.

### 3.2 Diseño.

Diseñar es formular un plan para satisfacer una necesidad determinada.

El diseño tiene como propósito obtener mediante una acción determinada o por medio de la creación de objetos, un resultado final.

El diseño es un proceso utilizado para desarrollar la solución de un problema por medio de la combinación de principios, medios y productos.

Se utiliza para obtener soluciones nuevas de productos viejos que sean más eficientes o para el desarrollo de artículos enteramente nuevos. Es un proceso sistemático y disciplinado .

Las etapas del diseño son de análisis y síntesis, están formuladas por la identificación del problema, ideas preliminares, perfeccionamiento, análisis, decisión y realización.

Identificación del problema es la primera etapa, que involucra el conocimiento del problema por medio de datos recolectados por medio de investigaciones de mercado y cuestionamientos acerca del problema a resolver. Una vez que se entienden los requisitos se pasa a la siguiente etapa.

Ideas preliminares. Con el conocimiento de los requisitos, se acumulan maneras de solucionar el problema por medio de bosquejos, los cuales se deben guardar con comentarios para profundizar en los diseños preliminares.

Las ideas preliminares se pueden obtener por diferentes métodos como reuniones de intercambio de ideas y investigación de las soluciones existentes.

**Perfeccionamiento del problema.** Se escogen las mejores ideas preliminares para desarrollarlas y perfeccionarlas. Los bosquejos se dibujan a una escala que permita su análisis, la determinación de dimensiones críticas, cálculo de áreas y volúmenes que afecten al diseño. Se toman en cuenta relaciones espaciales, los ángulos entre planos y todas las características físicas del diseño que determinen su manufactura.

**Análisis.** Estudia las normas y estándares que cumplirá el diseño. Es la etapa del proceso de diseño que utiliza más conocimientos de Ingeniería y científicos.

El análisis revisa los mejores diseños para determinar las características propias de cada uno en lo que respecta a funcionalidad, resistencia, costo y atractivo comercial.

Se construyen modelos a escala para establecer las relaciones entre partes móviles, la apariencia exterior y para evaluar otras características del diseño.

**Decisiones de la selección del mejor diseño** en base a cualidades. En esta etapa se escoge la mejor solución del problema en cuanto a diseño, características y propiedades.

**Realización,** es la última etapa del proceso de diseño, en la que se preparan los planos, normas y especificaciones para la construcción del producto.

Los Ingenieros utilizan sus conocimientos de dibujo técnico para interpretar y traducir los diseños y datos al lenguaje del fabricante. Los operarios reciben instrucciones completas y detalladas para la manufactura de cada parte con la precisión adecuada. Los planos de trabajo deberán ser suficientemente detallados y explícitos.

El diseño se basa en normas o estándares y en las necesidades del usuario para satisfacer los requerimientos. Es un proceso de prueba y error que intenta llegar a conocer todas las características, propiedades y especificaciones que hacen de un producto ser adecuado para el uso.

Las decisiones más grandes que se hacen a lo largo de un proyecto son cuatro: el desempeño,

el tiempo, el costo y el riesgo.

El desempeño es la parte del diseño que debe poseer un nivel adecuado de capacidad operacional o los recursos gastados en él, serían perdidos. El proceso de diseño debe siempre generar especificaciones adecuadas y satisfactorias, para probar el desempeño de los prototipos y unidades de producción.

El tiempo. En las primeras etapas del proyecto se pone énfasis en estimar exactamente el tiempo que tomará terminar las tareas y ponerlas en un calendario para asegurarse de que sobra tiempo para completar el trabajo. En la etapa de producción el parámetro del tiempo se enfoca en poner y cumplir los rangos de la producción, y en la etapa operacional se fija en la confiabilidad, mantenimiento y refacciones.

El costo es importante para determinar que es viable en un diseño ingenieril. Mantener los costos y recursos dentro de límites aprobados es una de la funciones principales de administrar el proyecto.

El riesgo está en cualquier cosa nueva. Se establecen niveles adecuados de riesgo para cada parámetro de desempeño, tiempo, costo, y se deben de monitorear durante todo el proyecto.

El diseño se basa en el conocimiento de necesidades, consulta de estándares o normas, las describe en especificaciones y forja con todo esto un producto útil para el usuario. Este proceso no acaba, es continuo y siempre busca encontrar mejores maneras de hacer las cosas con mejores materiales, mejores características de uso, con todas las innovaciones tecnológicas.

### **3.2.1 Especificaciones.**

Especificación es : "el enunciado concreto del conjunto de condiciones que debe satisfacer un producto, un material o un proceso, incluyendo si es necesario, los métodos que permitan

determinar si tales condiciones se cumplen". (1)

En el proceso de diseño, la parte más difícil es establecer especificaciones que cumplan con las necesidades que se quieren satisfacer, esto se logra definiendo y determinando las metas a alcanzar.

La definición de las especificaciones se logra por medio de sus elementos :

- Enunciar la necesidad.
- Objetivos y metas.
- Restricciones.
- Criterios de evaluación.

Las especificaciones son componentes de un documento normalizado por medio del cual se informa cuales son los requisitos que debe de cumplir un producto para estar bien hecho y ser seguro.

El núcleo de las especificaciones son las características esenciales y tolerancias. También podemos encontrar características de fiabilidad, mantenibilidad, disponibilidad, seguridad, etcétera.

El trabajo en el desarrollo de especificaciones para los diferentes productos se ha simplificado por la normalización de materiales, componentes, procesos, ensayos, etcétera.

Las descripciones y las especificaciones del producto son documentos técnicos que detallan la mejor capacidad técnica para lograr el diseño del producto.

Los programas de planeación de calidad se emplean por conocer y redactar las especificaciones de calidad para cada producto. Se indica no solo el nivel que debe alcanzar cada atributo, sino también las variaciones o tolerancias permitidas y el método de medición y muestreo que se usará para comprobar el cumplimiento de la especificación.

Folleto de la Dirección General de Normas (DGN) de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI).

Las especificaciones de calidad de productos pueden tener como base las normas nacionales, internacionales, o de organizaciones, institutos o asociaciones.

### **3.2.2 Normas o estándares.**

La definición de norma : "Es el resultado de un estudio particular de normalización, aprobado por una autoridad reconocida". (1)

"Una norma es un conjunto de especificaciones para piezas, materiales o procesos establecidos con el fin de lograr la uniformidad, eficacia, eficiencia y una calidad especificada". (2)

Un objetivo importante de la norma es que fija límites al número de términos en las especificaciones y regula los tipos de herramientas, tamaños, formas, variedades, etcétera.

(1) Cfr. ,Folleto de la Dirección General de Normas.

(2) Cfr.SHIGLEY, Joseph, E., Diseño en Ingeniería Mecánica., Ed. McGraw Hill, 4 ed., p. 10.

### 3.2.3 Regulación gubernamental de la calidad.

La regulación de la calidad ha tenido un largo proceso basado en organismos que han establecido y aplicado normas de calidad. Algunos de estos organismos han sido los propios

gobiernos nacionales, estatales o locales, otros han sido sociedades profesionales, asociaciones industriales, organizaciones de normalización, laboratorios independientes, etcétera. Estos grupos de gente, ya sea por delegación del poder político o por su gran experiencia, tienen un nivel que los faculta para desarrollar programas de regulación.

Bases para la regulación.

La regulación de la calidad se a desarrollado para servir fines determinados :

- Metrología.

Todas las actividades organizadas, especialmente las tecnológicas, implican la necesidad de unidades normalizadas de medidas, son tan básicas que se usan internacionalmente, como el sistema inglés y el sistema internacional o métrico que es el estandarizado.

- Intercambiabilidad.

El segundo nivel de normas es el que se encarga de hacer que los componentes de elementos industriales posean las mismas características y dimensiones, que puedan funcionar con el mismo voltaje y corriente eléctrica. Su aplicación es una necesidad económica.

- Definición tecnológica.

Un tercer conjunto de normas se han hecho para definir propiedades de materiales, procesos, productos, ensayos, etcétera. Se encargan de realizar el desarrollo de esta norma organizaciones creadas por la sociedad, interesadas en el avance tecnológico. Su cumplimiento es generalmente voluntario, los imperativos económicos conducen a un alto grado de aceptación y utilización de estas normas.

- Seguridad y salud de los ciudadanos.

Son de principal interés para los gobiernos políticos, dar un mayor énfasis en la regulación de estas normas. Unos ejemplos son, en buques, aviones, etcétera. Otras afectan a los riesgos por fuego, explosión, alimentos, medicamentos, productos químicos, etcétera.

También se regulan las licencias de los ingenieros, físicos, pilotos de líneas aéreas, etcétera.

Algunas de las normas de seguridad también son exigidas por organizaciones que no son gubernamentales. Todas estas normas de seguridad y salud son de carácter obligatorio.

### 3.3 El plan de regulación.

Una vez que se descubre un nuevo asunto que implica calidad, se desarrollan una serie de pasos, que se explican a continuación.

- El reglamento.

La ley es la que define el propósito de la regularización y productos o servicios a ser regulados.

-El administrador.

Se le dan poderes para establecer normas y darles seguimiento viendo que sean respetadas.

Con este propósito está dotado de medios para tomar decisiones y poder aplicar sanciones en materias que afecten a las industrias reguladas.

- Las normas.

El administrador puede crear normas o adoptar normas industriales, estableciéndolas con el poder que tiene. Las normas no sólo son de productos, sino también de materiales, procesos, ensayos, etcétera.

- Laboratorios de ensayo.

Los laboratorios de ensayo independientes tienen que ser calificados, para poder realizar ensayos, por criterios establecidos por la administración. La administración tiene el poder de

expedir certificados a los laboratorios que los cumplan. Algunas veces cuenta con sus propios laboratorios de ensayo.

- Ensayos y evaluación.

En este punto hay una gran variación debido a que para algunos realizar ensayos previos y evaluarlos es un prerrequisito para salir al mercado, como es el caso en todos los productos que sean de seguridad y salud. Algunos organismos hacen hincapié en la vigilancia, esto es, revisar el plan de control del fabricante y su cumplimiento. Otros organismos insisten en el muestreo y el ensayo o prueba final de producto.

- El sello o marca.

Los productos regulados tienen un sello o marca que atestigua que cumple con la norma, una vez que sellan de aprobado los ensayos de evaluación y se ha comprobado que el sistema del fabricante es adecuado. El reglamento siempre prevé sanciones cuando se usa la marca o sello sin haber cumplido los requisitos.

- Sanciones.

El organismo regulador posee amplios poderes para hacer cumplir la ley, como :

Investigar fallos del producto y reclamaciones del usuario.

Inspeccionar los procesos del fabricante y sus sistemas de control.

Ensayar productos en cada fase de distribución.

Devolver productos ya vendidos a los usuarios.

Revocar el derecho de los fabricantes a sellar o aplicar la marca.

Informar a los usuarios de las deficiencias.

Publicar órdenes de suspensión y anular pedidos.



### 3.4 Norma comparativa.

La norma de comparación se lleva a cabo comparando y evaluando la pieza contra un patrón con el que se evalúan los resultados. El patrón que se toma como norma suele ser generalmente de datos históricos con los que se evalúa si la calidad mejoró o empeoró.

La cuantificación de los datos históricos se realiza de la recolección de resultados de los meses anteriores. A esta cantidad de meses se le llama período base. Se elimina del período base toda observación anormal y una vez depurada, los resultados del período se toma como base de comparación.

Como norma de comparación se toma de vez en cuando la cantidad del mercado. En este caso los planes de auditoría realizados para el producto de la competencia deberá ser el mismo que el usado en este producto.

En la norma de comparación se deben de entregar dos tipos de informes a los auditores, estos son :

Informes de desviaciones hechos al mismo tiempo que se detectan los defectos.

Resúmenes mensuales de las características por unidad y su clasificación.

El sistema de control debe poner las normas o patrones con los que se compararán los resultados.

Las normas en los planos técnicos son proyectados además de agregar los materiales de las partes, el proceso y el producto. También se ponen normas sobre la utilización del material y su mano de obra.

Las normas históricas sirven para comparar los resultados actuales con los del pasado. Otra norma es la de mercado que nos muestra lo que hacen los demás frente a problemas similares.

El nivel de calidad de la competencia es la norma del mercado, es la norma usual a utilizar cuando se evalúa el propio nivel de calidad.

La última norma es el plan que se rige por los presupuestos y programas, está basado en criterios racionales usados una vez que han sido revisados los datos de entrada técnicos, históricos y de mercado.

La dirección se inclina especialmente por las comparaciones de mercado como norma para juzgar varias fuentes de datos como son :

Cientes que compran productos de la competencia.

Laboratorios que publican ensayos comparativos.

Asociaciones comerciales con bancos de datos.

Organismos de control de la administración.

Estudios de sociedades profesionales.

### 3.5 Dirección General de Normas (D.G.N.)

La Dirección General de Normas forma parte de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI).

Las normas que expide la D.G.N. son de importancia para el industrial que es el productor y debe acatarlas y del público que es el consumidor porque los protegen.

Una producción de calidad, apegada a las normas establecidas, propicia el auge del comercio interior y del comercio exterior, en consecuencia reduce las importaciones aumentando las exportaciones.

La normalización de productos es importante para tener procedimientos seguros y confianza en los productos. Un producto está normalizado cuando las materias primas empleadas y el método de producción son los indicados por la norma de la S.E.C.O.F.I.

El productor una vez cumplido los requisitos pedidos por la norma podrá usar el Sello Oficial de Garantía, que asegura al comprador que el producto reúne todos los requisitos de calidad especificados.

El origen de la D.G.N. tiene sus raíces desde el 15 de marzo de 1857 cuando el Presidente Ignacio Comonfort expidió el decreto con el que se adoptaba el sistema métrico decimal como unidad de medidas, por sus fundamentos científicos y facilidad de manejo.

En enero de 1943, el antiguo Departamento de Pesas y Medidas se transforma en lo que hoy es la Dirección General de Normas, con el fin de eleborar lo más pronto posible las normas industriales destinadas a reglamentar la producción. Simultáneamente con la fundación de la D.G.N. se creó el Departamento de Normalización, encargado de averiguar, estudiar, discutir, formular y aprobar las normas que rigen la calidad, el funcionamiento y el lenguaje técnico industrial al que se apegan los productos industriales.

La función de este departamento ha sido la realización de trabajos técnicos e investigaciones económicas y sociales además de estar en contacto con productores y consumidores para comprobar que su acción esté de acuerdo con la realidad de los dos sectores. Aunado a este esfuerzo ha estado el de coordinarse con organismos tanto nacionales como internacionales en el estudio de normalización y metrología.

El Gobierno Mexicano instituyó a la D.G.N. como único organismo capacitado de normalización industrial, basado en el objetivo primordial de estar en contacto con la iniciativa privada para unificar criterios en la elaboración de especificaciones sobre productos industriales y fijar patrones que garantizarán los requisitos exigidos por los sectores de amplio consumo nacional.

Los proyectos de normas industriales se vieron reforzados, desde el punto de vista legal, con la expedición de la Ley de Normas Industriales el 31 de diciembre de 1945. Esta Ley sentó las bases en el contacto con los organismos internacionales de normalización que fue publicada en el Diario Oficial el 11 de febrero de 1946.

La Dirección General de Normas es miembro de la Organización Internacional de Normalización (I.S.O.), de la Comisión Panamericana de Normas Técnicas (C.O.P.A.N.T.) y representa al Gobierno Mexicano en la Comisión de Codex Alimentarios, creada en 1962 por la Organización de Naciones Unidas; también representa a México en organismos afines de otros países.

### 3.5.1 Funciones de la Dirección General de Normas

Las funciones de la D.G.N. son

- Normalizar los productos industriales, a fin de garantizar una calidad sostenida en la que confíen el consumidor nacional y el extranjero.
- Otorga la autoridad para el uso del Sello Oficial de Garantía, a productos sujetos a Norma Oficial de Calidad.
- Revisa sistemáticamente los instrumentos de pesar y medir para asegurar que su uso sea correcto y para evitar posibles fraudes en grande o pequeña escala.
- Estudia e investiga permanentemente la realidad nacional para hacer factibles los patrones que establecen las normas y para lograr su renovación, bien por exigencias del consumidor o por avances técnicos industriales.
- Vigila la fabricación y uso de los instrumentos de pesar y medir.
- Proteger los intereses del público consumidor mediante una labor permanente de orientación y supervisión.
- Opina sobre la aplicación de sanciones y multas en casos de infracciones o falta de cumplimiento a los reglamentos establecidos.
- Establece resoluciones o acuerdos con instituciones internacionales afines y asiste y participa en las reuniones convocadas por dicho organismo.

" El Reglamento Interior de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 16 de marzo de 1989, determina que la Dirección General de Normas, entre otras, tendrá la atribución de formular, aprobar, expedir, revisar, difundir y comprobar el cumplimiento de las normas y especificaciones de información sobre normas nacionales o extranjeras". (3)

(3) Op.cit.,Supra.,(1)

La Secretaría de Comercio y Fomento Industrial cuenta con una Subsecretaría de Industria e Inversión Extranjera de la cual forma parte la Unidad de Administración de la Dirección General de Normas.

### 3.5.2 Marco Jurídico

La Dirección General de Normas fundamenta sus actividades en disposiciones legales que forman parte del Marco Jurídico, éstas son :

- Ley Federal de Metrología y Normalización.
- Ley Federal de Protección al Consumidor.
- Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica.
- Ley de Inversiones y Marcas.
- Decreto sobre el Arreglo de Lisboa relativo a la protección de las denominaciones de origen y su registro Internacional.
- Decreto sobre el Acuerdo de Obstáculos Técnicos al Comercio (GATT).
- Reglamento de la Ley sobre Pesas y Medidas.
- Reglamento de la Distribución de Gas.
- Reglamento de la Ley de la Industria Eléctrica.
- Reglamento de Instalaciones Eléctricas.
- Reglamento del Artículo 32 de la Ley General de Normas y de Pesas, relativo al uso de Sello Oficial de Garantía.
- Reglamento de Taxímetros para automóviles de alquiler.
- Decreto que establece el Sistema Nacional de Calibración.
- Disposiciones Conexas.

La Secretaría de Comercio y Fomento Industrial cuenta con una Subsecretaría de Industria e Inversión Extranjera de la cual forma parte la Unidad de Administración de la Dirección General de Normas.

### 3.5.2 Marco Jurídico

La Dirección General de Normas fundamenta sus actividades en disposiciones legales que forman parte del Marco Jurídico, éstas son :

- Ley Federal de Metrología y Normalización.
- Ley Federal de Protección al Consumidor.
- Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica.
- Ley de Inversiones y Marcas.
- Decreto sobre el Arreglo de Lisboa relativo a la protección de las denominaciones de origen y su registro Internacional.
- Decreto sobre el Acuerdo de Obstáculos Técnicos al Comercio (GATT).
- Reglamento de la Ley sobre Pesas y Medidas.
- Reglamento de la Distribución de Gas.
- Reglamento de la Ley de la Industria Eléctrica.
- Reglamento de Instalaciones Eléctricas.
- Reglamento del Artículo 32 de la Ley General de Normas y de Pesas, relativo al uso de Sello Oficial de Garantía.
- Reglamento de Taxímetros para automóviles de alquiler.
- Decreto que establece el Sistema Nacional de Calibración.
- Disposiciones Conexas.

### 3.5.3 Uso de la norma industrial.

Existen dos tipos de normas, las heredadas que provienen de la costumbre y la tradición y las planeadas que son resultado de un acuerdo organizado.

En la normalización Industrial se trata con dos tipos de normas.

En todo trato comercial la relación se hace por medio de especificaciones que deben de satisfacer a ambas partes, productor y consumidor.

El productor, por su lado, dirá que su producto cumple con las características de calidad que le hacen cumplir con las especificaciones, por el otro el consumidor exigirá que las especificaciones satisfagan sus necesidades.

En toda transacción hay dos partes, el consumidor y el productor, si pudieramos ponerlos ante una mesa de trabajo para fijar características de los productos y con eso conseguir que se simplifiquen los pedidos del consumidor y se reduzcan las variedades producidas por el fabricante, se lograría beneficiar a ambas partes ya que se pediría solo producto fabricado conforme a una norma acordada. El productor ya no tendrá que hacer un producto especial para cada cliente, sino uno sólo para todos.

Esta estandarización o reducción de la variedad de artículos, satisface las necesidades de los consumidores y ofrece una ventaja para el fabricante en una gran disminución de costos por la reducción en la variedad de herramientas, materiales y empleo de obreros capacitados. Esto trae como consecuencia reducir el tiempo de producción y disminución de almacenaje provocando productos de mejor calidad a un menor costo. Estos beneficios encadenados en el ámbito nacional trae como consecuencia una ventajosa situación, que en un futuro hará una economía más sana.

Estos efectos, cuando son de carácter Internacional entre productores y consumidores de diferentes países, se obtiene como resultado la ampliación de mercados.

### **3.5.4 Niveles de normas.**

Existen tres niveles de normas, el primero es el empresarial, se le da este nombre por ser elaborada dentro de la compañía. Son de tipo estrictamente para fines internos. Como ejemplo, pueden establecerse normas dimensionales de las herramientas de corte; normas de diseño, métodos de pruebas de producto.

La norma nacional es elaborada por grupos directamente interesados en las especificaciones de un producto, organismos comerciales, institutos técnicos y de investigación y por representantes de interés general.

El tercer nivel es el internacional donde representantes de varios países coordinan la coincidencia de diversas normas nacionales.

En México por el gran desarrollo de la industria, el nivel normalizador más importante es el nacional, que se preocupa por quitar las barreras formadas por la diversidad caótica de técnicas que obstruyen el desarrollo de la industria nacional.

La Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial es el organismo encargado de coordinar los diferentes sectores interesados en la elaboración de normas.

### **3.5.5 Clasificación de las Normas Oficiales Mexicanas.**

La Ley Federal sobre Metrología y Normalización publicada el 26 de enero de 1988 clasifica a las normas en dos, normas de cumplimiento obligatorio y normas oficiales mexicanas no obligatorias.

Las normas no obligatorias o opcionales son las que satisfacen los requisitos que establezca la Secretaría para que las solicitudes obtengan la autorización para el uso en sus productos, del



**Sello Oficial de Garantía.**

El Artículo 61 establece que las Normas Oficiales Mexicanas son de cumplimiento obligatorio cuando sean publicadas en el Diario Oficial de la Federación y trate de:

I Instrumentos de medición, patrones de medida con sus métodos de medición y calibración.

II Métodos de prueba de comprobación oficial.

III Términos, expresiones, abreviaturas, símbolos, diagramas o dibujos expresados en lenguaje oficial, comercial o industrial.

IV Tallas de prendas de vestir y calzado.

V Productos y servicios de cumplimiento obligatorio de normas oficiales de conformidad.

VI Productos que sean materia prima o parte de productos finales de cumplimiento de norma obligatoria.

VII Procesos, productos, servicios de los que dependa la seguridad o salud de las personas.

VIII Equipo para el uso, manejo de gasolina como energético en medicina o en usos industriales.

IX Materiales, dispositivos, máquinas y aparatos destinados a la generación, conducción, transformación, abastecimiento y utilización de la energía eléctrica.

X Productos y procesos contaminantes.

El Artículo 62 declara que podrá ser de cumplimiento obligatorio, con la intervención, en su caso, de las dependencias competentes, las normas oficiales mexicanas que tengan relación con :

- I Productos alimentos y bebidas de consumo humano y envases, envolturas, empaques que puedan ser tóxicos.
- II Productos y servicios de exportación.
- III Productos, procesos o servicios que usan energéticos o recursos naturales, que deba evitarse el desperdicio.
- IV Proceso, productos y servicios cuando sean solicitados.
- V Descripción de emblemas o símbolos para denotar que fue hecho en México.
- VI En general productos o servicios de cualquier clase cuando sean de necesidad pública.

Las resoluciones relativas a las declaratorias de que trata este artículo serán de cumplimiento obligatorio a partir de la fecha en que salgan publicadas en el Diario Oficial, este mismo procedimiento tendrá validez para cuando se decida que la norma deja de ser de cumplimiento obligatorio.

El Artículo 65 estipula que las Normas Oficiales Mexicanas no obligatorias son referencias técnicas para evaluar y determinar la calidad de productos o servicios de que se trate, particularmente para la protección y orientación de los consumidores.

El Artículo 51 de la Ley de Metrología y Normalización da a conocer la forma como se harán del conocimiento público las normas :

- I Las obligatorias serán publicadas íntegramente en el **Diario Oficial de la Federación.**
- II Los títulos de los demás se publicarán en el **Diario Oficial de la Federación** y su versión completa en la

### 3.5.6 Catálogo de Normas Oficiales Mexicanas.

El Catálogo de Normas Oficiales Mexicanas sigue un orden numérico-alfabético en forma creciente, en la que se designa con una letra la rama de actividad a la que pertenece, el número con el que se identifica y año en que se formuló.

La fecha de publicación es de especial atención, ya que con ella se puede localizar dentro del Diario Oficial de la Federación en la cual aparece con un dato relativo a carácter de la norma, en el cual se indica si es obligatoria o no.

RAMA	LETRA
INDUSTRIA TEXTIL	A
PROTECCION DEL AMBIENTE	AA
PRODUCTOS SIDERURGICOS	B
PRODUCTOS Y EQUIPOS PARA USO MEDICO, HOSPITALES Y LABORATORIOS	BB
MATERIALES DE CONSTRUCCION	C
APARATOS DE CONTROL Y MEDICION	CH
VEHICULOS	D
PLASTICOS Y SUS PRODUCTOS	E
PRODUCTOS PARA EMPAQUE Y EMBALAJE	EE
PRODUCTOS ALIMENTICIOS	F
PRODUCTOS ALIMENTICIOS NO INDUSTRIALIZADOS PARA USO HUMANO	FF

PRODUCTOS FARMACEUTICOS	G
PRODUCTOS METAL-MECANICOS SOLDADA Y RECUBRIMIENTOS METALICOS	H
INDUSTRIA ELECTRONICA	I
INDUSTRIA ELECTRICA	J
PRODUCTOS QUIMICOS	K
PRODUCTOS DE LA REFINACION Y DESTILACION DEL PETROLEO	L
PRODUCTOS QUIMICOS PARA USO FINAL	M
EQUIPOS Y MATERIALES PARA OFICINA Y ESCUELAS	N
EQUIPOS DE USO GENERAL EN LA INDUSTRIA Y AGRICULTURA	O
INDUSTRIA DEL VIDRIO	P
PRODUCTOS Y EQUIPO PARA USO DOMESTICO	Q
INDUSTRIAS DIVERSAS	R
SEGURIDAD	S
HIGIENE INDUSTRIAL	SS
PRODUCTOS DE HULE	T
PINTURAS, BARNICES Y LACAS	U
BEBIDAS ALCOHOLICAS	V
PRODUCTOS DE METALES NO FERROSOS	W

**EQUIPOS PARA MANEJO Y USO**

DE GAS L.P. Y NATURAL.	X
INDUSTRIA AGROPECUARIA	Y
NORMAS BASICAS Y SIMBOLOS	Z
INFORMACION COMERCIAL	ZZ

La norma para el crayón debería de encontrarse en la letra "N" de equipos y materiales para oficina y escuela, pero encontramos que aún no existe una Norma Oficial Mexicana para el crayón, por lo que recurrimos al centro de información y encontramos una norma de la J.I.S. (Japanes Industries Standards) para crayones y una de la A.N.S.I. (American National Standad Institute). Este último estándar fue el que se utilizó para conocer los requisitos necesarios que debe de cumplir el crayón para que sea de buena calidad.

**3.6 Estándar A.N.S.I. para crayón.**

El Estándar Nacional Americano implica un acuerdo entre los que se preocupan por sus alcances. El Estándar Nacional Americano tiene la intención de servir como guía para ayudar al productor, consumidor y público en general. La existencia de un estándar no prohíbe, aún cuando haya aprobado el estándar o no, de manufacturar, comercializar, comprar, o usar productos, procesos, o procedimientos que no sean conformes con el estándar. Los estándares nacionales americanos se sujetan a revisiones periódicas.

### 3.6.1 Propósito.

El propósito de este estándar es establecer un tamaño reconocido nacional, tipo de empaçado, y requerimientos de calidad para crayón de uso en escuelas, oficinas, hogares y cualquier otro lugar y proveer a los productores, distribuidores y usuarios con una base común de entendimiento de las características del crayón.

### 3.6.2 Alcance.

Este estándar provee de requisitos para las dimensiones, materiales, fuerza con que se quiebra, características, toxicidad, propiedades de trabajo, y empaçado de los crayones. Se dan métodos para hacer pruebas para determinar la resistencia y la uniformidad del color en el pintado.

### 3.6.3 Definiciones.

Colores básicos. El espectro de colores: rojo, naranja, amarillo, verde, azul, púrpura.

Desmoronar. El desprendimiento de partículas de crayón que puede ocurrir cuando se deja una marca.

Caja plegable. Caja que tiene lengüetas en la parte superior e inferior que cuando se insertan en la parte delantera aseguran el contenido.

Caja con bisagra (o contenedor). Caja que tiene una cubierta que forma parte integral de la caja y que si se columpia hacia atrás muestra el contenido.

**Agentes inertes de refuerzo.** Substancias que contribuyen en las características de trabajo sin alterar el color del crayón.

**Intenso.** Se refiere a la fuerza del color .

**Caja Compuesta.** Es una caja que consta de dos partes, una charola y una cubierta o tapa.

**Textura de marcado.** El apoyo del crayón cuando se aplica sobre papel.

**Presión moderada.** La presión normal aplicada por un niño cuando usa el crayón.

**Condiciones normales de trabajo.** Se refiere a la intensidad de uso y manejo del crayón, oponiéndose al abuso intensional.

**Amontonar.** Cuando se deja una marca con el crayón, se producen diferentes profundidades del tono del color.

**Autoridad reconocida en toxicidad humana.** Persona con licencia para practicar medicina, teniendo experiencia, privada o institucional de medicina con énfasis en toxicidad clínica.

### **3.6.4 Requisitos.**

**Generales.** Cualquier crayón que se crea representar este estándar deberá cumplir con todos los requisitos especificados aquí.

**Dimensiones y fuerza de quiebre.** Los crayones deberán tener las dimensiones que muestra la tabla 1. La fuerza de quiebre deberá probarse de acuerdo con el punto 3.5.5 inciso 1 y deberá ser como los que muestra la tabla 1.

**Materiales.** Los crayones deberán ser hechos de los materiales especificados en la tabla 2 y deberán ser manufacturados de manera que asegure el acatamiento de los requisitos de este estándar.

**Toxicidad.** Las fórmulas para crayones deberán ser evaluadas por una autoridad en toxicología humana. Ningún material usado en el crayón deberá estar presente en suficiente

cantidad para ser tóxico o que cause una lesión al cuerpo humano como resultado de un manejo o uso prevenible, incluso el ingerir grandes dosis como un paquete completo de ocho crayones de cuarenta gramos, o múltiples dosis pequeñas conteniendo el equivalente a un gramo diario indefinidamente.

**Características y propiedades de trabajo.** Los pigmentos del crayón deberán ser mezclados con las ceras y uniformemente distribuidas para dar un color uniforme e intenso.

Los crayones deberán estar libres de arena o cualquier sustancia extraña que pueda perjudicar las propiedades de trabajo.

Los crayones deberán tener una textura de marcado que de un color parejo con presión moderada sin rasgar. Deberá haber un mínimo de desmoronamiento cuando el crayón pinte en papel periódico bajo condiciones de trabajo normales.

El color borrado deberá ser suave y uniformemente distribuido, con un mínimo de rayado. Los colores deberán mezclarse fácilmente entre ellos.

- Crayones moldeados. Este crayón no debe romperse, torcerse o derretirse bajo fuerzas moderadas de presión o fricción. El color debe ser igualmente intenso de la punta y parte posterior y debe resistir el agua.

- Crayones moldeados duros. Los crayones moldeados duros deberán tener mayor resistencia a romperse, torcerse, y derretirse que los crayones moldeados. Deberán tener también menos desmoronamiento y escamamiento que los crayones moldeados, deberán dar una distribución pareja e intensa de color, y durarán más que un crayón moldeado en igualdad de uso.

- Crayones moldeados lavables. Tienen las mismas características y propiedades de trabajo que los crayones moldeados, menos que no resisten agua y que cualquier marca hecha con ellos en superficies no porosas podrá ser removida con un mínimo esfuerzo.

- Crayón comprimido. Este crayón deberá ser compactado bajo presión y tendrá una mayor resistencia a romperse, derretirse, desmoronarse y escamarse que crayones moldeados. Deberán dar una distribución uniforme intensa de color y deberán durar más que los crayones



moldeados bajo idénticas situaciones de uso.

- Crayones de aceite de pastelina (pastel).\_ Este crayón tiene una textura de marcado suave que da un color uniforme sin rayar. Cuando se aplica húmedo con un vehículo de petróleo como aceite de linaza o trementina, se pueden alcanzar efectos con el aceite en los colores.

Uniformidad del color.\_ Los crayones deberán ser de colores uniformes de acuerdo a lo determinado en el procedimiento de prueba descrito en el punto 3.5.5 inciso 2 y deberá cumplir o exceder los requisitos.

Color.\_ Los colores básicos deberán ser intensos. Deberán mezclarse fácilmente con blanco o negro para dar matices o sombras.

Empaquetado.\_ El empaquetado debe ser como se especifica en la tabla 3. Crayones individuales pueden venir envueltos o sin envolver. Si vienen envueltos, cada crayón deberá tener una etiqueta impresa o coloreada indicando el color del crayón y deberá tener el nombre de la compañía.

Cada crayón pastel deberá tener una cubierta protectora para proporcionar un manejo limpio.

### 3.6.4 Procedimientos de prueba.

Fuerza de quiebre.\_ La fuerza de quiebre del crayón debe de probarse como sigue :

Quite la etiqueta del crayón.

A una temperatura ambiente de 21 grados centígrados apoye el crayón en una posición horizontal usando dos barras de un cuarto de pulgada de diámetro separadas entre sí una distancia de dos y media pulgadas entre centros.

Gradualmente aplique la carga de prueba especificada en la tabla 1 en dirección vertical en el centro del crayón usando otra barra de un cuarto de pulgada de diámetro. Mientras varios métodos se pueden utilizar para medir la carga aplicada, se debe poner cuidado en asegurar que

la carga se aplique directamente al crayón.

Uniformidad del color.\_ La uniformidad del color del crayón será probado como sigue :

Remueva la etiqueta de seis crayones para cada color que se quiera probar y rómpalos en dos partes iguales.

En una hoja blanca de papel cartulina marque dieciocho cuadros de dos por dos pulgadas para cada color que se pruebe.

Para cada uno de los seis crayones de un color particular, llene un cuadro con la punta del crayón, uno con el centro del crayón y la última área con la parte posterior del crayón ; con dos de los seis crayones use presión ligera, con otros dos presión moderada y con los últimos dos use fuerte presión. Repita este procedimiento para cada color que quiera probar.

Examine las áreas por rayas de color.

Por lo menos cuatro cuadros en cada categoría de la prueba (punta, centro, parte posterior) deben de estar libres de rayas de color, debe ser uniforme.

TABLA 3.1

Clasificación de tamaños, dimensiones y fuerza.

Tipo de Crayón	Clasificación de tamaño	Dimensión mínima.		Fuerza mínima de quiebre.	
		(in)	(mm)	(lb)	(kg)
Moldeado	Longitud Regular	2 3/4	70X11	4	1.81
	Regular	3X5/16	76X 8	2	0.917
	Grande	4X7/16	102X11	3.5	1.587
Moldeado Duro	Regular	3 1/2	89X 8	4	1.81
	Grande	4X7/16	102X11	8	3.629
Moldeado lavable	Regular	3X5/16	76X 8	3	1.361
	Grande	4X7/16	102X11	4.5	2.041

TABLA 3.2

Materiales para el crayón.

Tipo de Crayón	Materiales
Moldeado	Ceras y pigmentos insolubles en agua
Moldeado en duro	Ceras y derivados de la cera, pigmentos y agentes inertes de refuerzo.
Moldeado lavable	Ceras o sus derivados solubles y no solubles en agua, pigmentos y agentes inertes de refuerzo

TABLA 3.3

Empacado de tamaño regular del crayón.

Tipo de crayón	Tipo de empaque	Número de piezas para paquete estándar.
Moldeado	Caja doble, abisagrado o deslizante.	6,8,12,16,24,,32,48,64, 80.
Moldeado duro	Caja doblable, abisagrada o deslizante.	8,16.
Moldeado lavable	Caja doble.	8,12,16.

Traducción del estándar A.N.S.I.(American National Standards Institute) 2356.1-1981.para crayones.

# **CAPITULO 4**

## **ALTERNATIVAS DE LOS MEDIOS TECNICOS APLICADOS AL CONTROL DE CALIDAD EN LAS ETAPAS DE PRODUCCION.**

### **4.1 Inspección.**

Las empresas manufactureras antes de la revolución Industrial eran pequeños talleres en donde el maestro dirigía y formaba a los aprendices supervisando su trabajo de diferentes maneras, una de ellas se parece a la del control de calidad en la supervisión del proceso y la inspección del producto, esta supervisión paraba cuando demostraba el aprendizaje aptitudes para la elaboración de productos de calidad.

Los talleres crecieron y se le imposibilitó al maestro atender todos los asuntos, por lo que se crearon departamentos especializados supervisados por ayudantes. El capataz, uno de los ayudantes, se encargó de supervisar a los trabajadores en el control de calidad hasta que creció el número de trabajadores tanto que el capataz no fue suficiente. Para resolver este problema se creó el puesto de inspector que tenía responsabilidad de juzgar la idoneidad para el uso o la conformidad con las especificaciones.

En la revolución Industrial proliferan las empresas de fabricación que tenían muchos talleres de producción. Los inspectores eran responsables ante el capataz que carecía de formación técnica, su conocimiento era debido a la gran experiencia trabajando los materiales,

los procesos y los productos que no habían cambiado con el transcurso de los años. Todo esto terminó con la primera guerra mundial, en la que tuvieron que encargarse de elaborar nuevos productos con lo que los capataces tuvieron grandes problemas por su falta de formación técnica, esto los impedía realizar una rápida transición.

Estos problemas dieron como resultado la aparición del departamento de control de calidad de inspección en donde se abogaba por independizar a los inspectores, se les tomó de la dependencia de los capataces de producción y se les puso a cargo de los capataces de inspección, en donde solo se dedicaban a inspeccionar, por último, se dió una supervisión idónea que fue el inspector en jefe.

La inspección se divide en tres :

Inspección de material de compras. El material que entra se reúne en un punto central de recepción en el cual se lleva la inspección. La aplicación de la inspección de los materiales de los proveedores es mejor porque se lleva un procedimiento de inspección normalizada.

Inspección de procesos. Los inspectores se les encuentra esparcidos entre departamentos de producción.

Una medida centralizadora consiste en someterlos a la autoridad de un inspector en jefe de procesos sin modificar la dispersión espacial. Con el crecimiento de las fábricas se han hecho múltiples departamentos de inspección de procesos paralelos a los departamentos de producción correspondientes.

Inspección de producto terminado. Se le conoce también con el nombre de inspección final. En este departamento existen diferentes modalidades, una es la de tener la responsabilidad de un inspector en jefe y la otra es la separación de las pruebas funcionales de las demás formas de inspección (calibrado, visual, etcétera).

Generalmente cuando sea muy importante el producto en función de la seguridad personal, será más probable que las pruebas funcionales dependan de la alta dirección ya sea directamente o por algún otro medio diferente al de fabricación.

En las industrias dedicadas a procesos ha habido una separación entre las pruebas críticas, es decir, aquellas que afectan la seguridad, la integridad estructural o el rendimiento funcional y la inspección de los aspectos estéticos y cualidades no críticas. Las pruebas críticas son responsabilidad del laboratorio y dependen de un director técnico, mientras que las no críticas las realizan inspectores de producción.

En las fábricas de productos múltiples existen diferentes formas de organizar la inspección del proceso y la final. Una consiste en crear escalas jerárquicas por producto, cada uno depende en gran parte del grado en que los procesos sean únicos de determinados productos.

Esq. 4.1 Tipos de organizaciones de inspección

INSPECTOR EN JEFE

---

INSPECTOR DE PROVEEDORES	INSPECTOR DE PROCESOS	INSPECTOR FINAL
-----------------------------	--------------------------	--------------------

LABORATORIO DE RECUPERACION  
MEDICIONES.

A) Inspección Central.

ALTA DIRECCION

---

DIRECTOR TECNICO	DIRECTOR DE FABRICACION
------------------	-------------------------

---

DESARROLLO DE PRODUCTOS	LABORATORIO	DESARROLLO DE PRODUCCION DE PROCESOS
----------------------------	-------------	--

INSPECCION

B) Inspección Industrial de Proceso.

INSPECTOR EN JEFE

---

INSPECTOR JEFE

INSPECTOR JEFE

DE PROCESOS

FINAL

---

INSPECTOR	INSPECTOR	INSPECTOR
JEFE DEL	JEFE DEL	JEFE DEL
PROCESO A	PROCESO B	PROCESO C

---

INSPECTOR	INSPECTOR	INSPECTOR
JEFE DEL	JEFE DEL	JEFE DEL
PRODUCTO X	PRODUCTO Y	PRODUCTO Z

C) Inspección Organizada por Funciones.

INSPECTOR JEFE

---

INSPECTOR JEFE	INSPECTOR JEFE	INSPECTOR JEFE
DEL PRODUCTO X	DEL PRODUCTO Y	DEL PRODUCTO Z

---

INSPECTORES	INSPECTORES	INSPECTORES	INSPECTORES
DEL PROCESO	FINALES DEL	DEL PROCESO	FINALES DEL
	PRODUCTO X		PRODUCTO Z

---

INSPECTORES	INSPECTORES
DEL PROCESO	FINALES DEL
	PRODUCTO Y

D) Inspección Organizada por productos.



La Inspección tiene como fin la evaluación de la calidad por medio de la comparación de sus características con un patrón. A la evaluación le llamamos el acto de inspección y consta de las siguientes operaciones :

1. Interpretación de la especificación.
2. Medición de las características de calidad.
3. La comparación de los dos anteriores.
4. Juicio de conformidad.
5. Destino de los casos conformes.
6. Destino de los casos no conformes.
7. Registro de los datos obtenidos.

El principal objetivo o fin de la inspección es la determinación de si los productos cumplen con las especificaciones con la finalidad de aceptar o rechazar el producto.

La inspección por muestreo de aceptación cumple con la clasificación de lotes de producto según sean estos aceptables o rechazados por medio de los resultados de un muestreo.

La inspección de recepción se le realiza al material comprado a otra empresa.

La inspección del proceso cuando se lleva a cabo entre dos departamentos de la empresa.

La inspección final se hace para asegurarnos que los productos que salen estén bien y lleguen con las características de calidad al cliente.

La inspección detallada al 100% se realiza para clasificar el producto en piezas malas y buenas, dando los resultados al productor.

Para determinar si el proceso experimenta cambios se hace un muestreo de control con cartas de control de Shewhart en las que se comparan promedios de muestras con límites estadísticos detectando causas significativas de variación.

En la determinación de si un proceso se acerca a los límites de la especificación, se usa el

control de límites estrechos con el que se comprueba si la tendencia de cambio dentro del proceso es tal que exista el peligro de que resulte un producto defectuoso. Este análisis se realiza por medio de gráficos en los que se comparan las medidas de unidades del producto con los límites de la especificación.

Cuando valoramos la calidad del producto se le da el nombre de auditoría del producto y se hace con el fin de tener un registro de la calidad del producto. Se ponderan en mayor o menor importancia los defectos por su gravedad y los resultados se representan gráficamente en factores de ponderación por unidad.

Si queremos valorar la exactitud de los inspectores, se realiza un control de inspectores para medir la eficiencia de los inspectores en detectar defectos y se saca la exactitud del inspector por el cociente de los defectos detectados y los que deberían ser detectados.

Se toma la precisión de los instrumentos de medición para cuantificar la capacidad del instrumento de reproducir sus lecturas en condiciones iguales, y se realiza repitiendo la verificación tomada con un instrumento sobre la misma unidad de producción, algunas veces se toma la medida con otro instrumento.

Para garantizar la información sobre el diseño del producto se hace la prueba de clasificación con la que se evalúa y se da un juicio de la capacidad de servicio del producto.

La medición de la capacidad del proceso sirve para cuantificar la variación del proceso. Estos son los procesos de medición más utilizados.

#### **4.1.1 Planeación de la inspección.**

Conforme aumenta la complejidad de elaboración de los productos, se divide la tarea de inspección en varios departamentos, en los cuales, se tienen inspectores con conocimiento

parcial del fin que debe cumplir el producto. La planeación de la inspección hace posible el desarrollo de esta compleja operación preparando planes escritos, en los que se indica lo que se necesita inspeccionar y cómo.

De la situación de trabajo depende la persona que debe de planearlo, ésta debe de conocer las características y especificaciones del producto final para poder desarrollar el plan de inspección acorde con el producto. Cuando el desarrollo del plan se le encarga a uno de los miembros de inspección, se le exige una propuesta para ser aceptada por el supervisor antes de que se utilice. También debe determinar las instrucciones de inspección, instrumentación, estimar los costos, diseño de espacios y lugares de trabajo, documentación.

El diagrama de flujo se hace para ver los diferentes materiales, sus componentes y procesos que nos llevan simultáneamente al producto final y se realiza llevando a cabo unas encuestas y observaciones en los distintos centros de inspección tomando datos. Para simplificar estos datos se utilizan símbolos.

Operación 

Espera 

Transporte 

Almacenamiento 

Inspección 

Actividad combinada 

Los criterios que se utilizan para saber los puntos de inspección son :

- En donde haya movimiento de mercancía de una empresa a otra. (Inspección de recepción).

- Antes de empezar una operación costosa o irreversible. (Inspección de proceso).

- Al acabar el producto. (Inspección Final).

Algunas veces las operaciones del proceso necesitan la creación de estaciones de inspección que obligan a patrullar bastas zonas mientras que otras se pueden dominar sin la necesidad de puntos de inspección entre un departamento y otro.

Todo inspector debe saber cada uno de los puntos de inspección y se le darán los

conocimientos que le falten como :

- La misión concreta del punto de inspección, que es la comprobación de las cualidades.
- Saber el modo de determinar si la unidad del producto es conforme a la norma o no.
- Modo de determinar si es aceptable o no un lote del producto. (criterios de lotes).
- Que hacer con los productos conformes y los que no.
- Como llevar los registros.

La lista de características es aquella que el planificador debe hacer para cada punto de inspección en donde se asientan las características de calidad que se deben comprobar :

- Necesidad de la aptitud para el uso.
- Especificaciones del producto y proceso establecidas por los ingenieros.
- Pedidos de clientes con modificaciones en las especificaciones.
- Normas del sector, empresa o demás fuentes generales.

La interpretación de las especificaciones se hace ya que la información que contiene no es completa y el inspector necesita para su comprensión :

- Que se le aclaren los términos usados.
- Dando información complementaria de los puntos de

la especificación.

- Poniendo las características por orden de gravedad.
- Facilitar muestras.
- Revisando la claridad de la especificación en general.

La instrucción de inspección escrita es el resultado de la planeación y en ella se encuentran redactados una serie de procedimientos en los siguientes documentos :

- Procedimiento de inspección y ensayo.

Este plan se hace a la medida para una componente o un producto. Empezar por enumerar las características que han de comprobarse, el método de comprobación y el instrumento que se debe utilizar, pudiéndose incluir la clasificación de las características por orden de importancia, tolerancias y criterios relativos a la pieza, lista de normas aplicables, secuencia de operación de inspección, su frecuencia de inspección, tamaño de muestra, número aceptable de defectos, criterios de aceptación de lote y sellos de los inspectores cuando han aceptado una pieza.

Este procedimiento es muy aceptado en la industria, empresas fabricantes de sistemas complejos o frecuentes cambios de diseño.

-Procedimiento de inspección volante.

Se usa con los tipos de inspección de procesos en los cuales los puntos de inspección no necesitan separadamente que el inspector se dedique únicamente a su proceso. La solución es agrupar todos los puntos y tenerlos bajo una inspección volante, es decir, tomar a una persona encargada de todos los puntos agrupados de inspección.

Interdepartamentalmente, la inspección volante afecta a ámbitos de producción e inspección y se informan los resultados a los departamentos de producción, inspección y control de calidad. Consecuentemente el planeador atenderá a que los departamentos colaboren en el diseño del procedimiento.

El muestreo de trabajo es un principio útil en la inspección volante, este muestreo obliga a los inspectores a visitar al azar los diferentes puntos de inspección evaluándolos, finalmente se analizan los resultados que sirven como base de acción de los supervisores.

- Procedimiento de aceptación de los productos acabados.

Existen varios niveles de productos acabados dentro de la producción, puede ser de un proceso de salida y aunque para una empresa, cualquiera de estos puede ser un producto complejo, son niveles donde se realiza una aceptación de productos acabados.

Los procedimientos de inspección de aceptación se organizan de forma que los defectos se

detecten cuando pasa éste a niveles superiores de montaje y acabado, por último se establecen pruebas que permitan descubrir deficiencias no advertidas en etapas anteriores.

Dentro de las líneas de montaje y verificación la planeación se hace para todo un equipo de inspección y ensayo que a veces se posesionan en una zona independiente a la que se envía el producto y al terminar se retira, en otras se realiza en la línea de montaje colocándose las zonas de inspección entre zonas de producción.

La planeación de estas actividades de los equipos necesita la estrecha colaboración de todos los que realizan la circulación del trabajo.

En la planeación de los datos de inspección es necesario establecer los datos que se recogen en cada punto a inspeccionar, algunas veces es suficiente con los informes de inspección, en caso de productos terminados se acompaña con un documento especial de ensayo. El planeador es el encargado de prever la documentación precisa para llevar el registro de la distribución de frecuencias, diagramas de control, etcétera.

Un criterio valioso es separar la planeación de la inspección y de la ejecución siempre que se haga correctamente, si la planeación es insuficiente, sube la probabilidad de que se produzcan fallos catastróficos en los productos, en cambio si es excesivo, se producen costos injustificados y aumentan las fricciones internas. Un sano equilibrio se logra por medio de la reevaluación periódica de las fuerzas en conflicto, análisis de las señales de alarma, como son un aumento de costos de personal o los roces interdepartamentales.

#### **4.1.2 Inspección de aceptación de producto.**

Los inspectores son los encargados de la toma de decisiones de si el producto es conforme

o no con la norma por lo que se hacen ciertas distinciones.

- La naturaleza del producto.

Puede tomar el producto múltiples formas, para efecto de la inspección, la toma de decisiones de la conformidad con la norma se puede optar por :

1) unidades de producto.

2) lotes de producto.

Las unidades discretas de producto.

Por unidades discretas de producto se entiende que tomamos entidades independientes de producto para elaborarse, probarse y usarse. Esta actividad se simplifica gracias al conocimiento previo del modo de utilizar el producto.

Por parte de una masa única, se entiende que se trata con muestras de lotes o de procesos continuos. El producto se elabora en forma de una masa aglutinada de la que se toma una muestra para ensayar, pudiéndose usar de varios modos que no siempre son predecibles en el momento de la prueba.

- La naturaleza de los lotes del producto.

Es usual inspeccionar el producto para decidir su conformidad con la norma en forma de lote. El lote clásico es una suma de unidades de producto elaborado en un sistema común de causas. Cuando se realiza este ideal, el lote tiene la uniformidad intrínseca propia del sistema común de causas. Conforme se cumpla este ideal, influirá sobre el enfoque de aceptación del producto y en particular sobre el tipo y alcance del muestreo.

El lote clásico sale de una máquina operada por un obrero que hace solo un lote de materiales y está controlado estadísticamente.

Cuando se toman decisiones precisas y económicas en materia de aceptación de producto, se hace manteniendo el orden, es decir, tener el producto separado en lotes identificables en relación con una causa común y en función de las variaciones que presenten los procesos con el tiempo, por último, se mantiene la secuencia temporal en la que se elaboran las distintas partes

del lote.

La pérdida del orden de elaboración es una pérdida de algún dato previo relativo a la uniformidad intrínseca del producto.

Existen productos que por su fluidez natural los hace homogéneos, esta homogeneidad hace que tome una característica de lote clásico que lo hace fácil de identificar en relación con el proceso de muestreo.

Los elementos del producto, (unidades discretas y muestras) tienen dos tipos de lotes equivalentes :

Lotes como conjunto de unidades. Están formados por unidades de producto regidos por las especificaciones, en la producción continua los lotes se conforman de una cantidad arbitraria de producción.

Lotes como parte de una masa. Son aquellos que pueden proceder de un único lote de materiales. Dentro de la producción continua, el concepto de lote se basa en un criterio arbitrario como una tonelada, un día de producto.

- Criterios de aceptación del producto.

Los criterios que se emplean para juzgar la conformidad del producto con la norma se diferencian según se trate de unidades o de lotes de unidades discretas o continuas.

Criterios aplicables a unidades discretas.

Los criterios se utilizan para juzgar la conformidad de las unidades discretas con la norma, se encuentran en las especificaciones del producto y en interpretaciones complementarias dadas por la planeación de la inspección. Los planeadores de la inspección se sirven de conceptos de unidad discreta, ya que elaboran, prueban y usan como tal unidad. Como siempre, se puede conocer el uso del producto, por lo que se aprovecha para desarrollar criterios posteriores que permitan juzgar la conformidad con la norma.

Criterios aplicables a las muestras.

A los productos hechos en masa les suele faltar coherencia entre la elaboración, pruebas y



uso que es característica de las unidades discretas de producto. Los criterios para juzgar la conformidad de la muestra con las especificaciones deben tomarse después de saber el uso para el cual será empleado y haber discutido las necesidades entre las partes afectadas. Como esto ocurre, se trabaja mucho en el desarrollo de normas sectoriales que definan las muestras y se tome decisión de como probar.

Criterios aplicables a los lotes de conjuntos de unidades discretas.

El criterio que se toma, se determina a partir de la formación de los lotes, el tamaño de las muestras y el número aceptable de defectos que se elabora en la planeación de la inspección.

Criterios aplicables a lotes de productos en masa.

El criterio para estos productos se establece basándose en las características del criterio anterior y trata cada muestra como una unidad discreta del producto, es frecuente poner los límites de la masa del producto por medio de uno de los siguientes procedimientos:

- 1) Establecer tolerancias alrededor del valor promedio.
- 2) Especificando un valor máximo para la desviación tipo.

Cuando se establecen los límites de estas formas, los datos de las distintas muestras se agrupan para juzgar su conformidad con la norma.

Criterios de muestreo aplicables a los lotes.

Son dos factores principales los que se toman como guía para la elaboración de planes de muestreo aplicables a la aceptación de lotes.

- 1) Alcance de los conocimientos que pueden obtenerse de fuentes distintas del propio muestreo.
- 2) Los principios estadísticos que rigen el muestreo por atributos y por variables.

#### **4.1.3 Verificación en los puntos de inspección.**

Cada departamento suele contar con sus propios inspectores aunque algunas veces los

inspectores dependen del departamento de producción o la inspección se realiza por operadores de producción.

- Inspección de recepción.

Las expectativas que se hagan de los proveedores, dependen directamente de la planeación de control de calidad que se haya hecho. En algunas ocasiones no hay prácticamente una inspección de recepción más para efectos de identificación, en otros casos, cuando el producto que se adquiere es convencional, se compra bajo la condición de que supere la inspección de recepción destinada a controlar la calidad del proveedor.

La área de recepción está destinada a las relaciones con el proveedor tales como recibir material, su pesaje, el recuento y el almacenamiento. El volumen y el tonelaje nos sirve para saber si la partida completa entra en la zona de recepción o sólo una muestra o muestras, dándose automáticamente a los inspectores copias de los pedidos con sus especificaciones que se archivan por nombre del proveedor.

Es importante, un conocimiento previo de la capacidad del proceso, del orden de fabricación, por lo que los planes de muestreo se basan en la toma de muestras aleatorias y a menudo grandes por medio del empleo de tablas. La aleatoriedad es un problema para las partidas grandes ya sea a granel o no, aunque siempre debe tratarse de hacer un acuerdo con el proveedor.

- Inspección de proceso.

Sirve a la realización de dos fines simultáneos :

- 1) Facilitar datos para tomar decisiones acerca del producto. ¿Cumple con las especificaciones ?
- 2) Facilita datos para tomar decisiones sobre el proceso. ¿Continuar o parar el proceso?

Debido a la interrelación de variables del producto y del proceso, su inspección implica la observación de variables de ambos, por su dependencia las observaciones son importantes para

el personal de producción e inspección.

- Inspección de la preparación. Es aquella que cuando la preparación es la correcta y el proceso es estable, todo el lote es correcto dentro de ciertos límites de tamaño. Por lo que se puede decir que la aceptación de la preparación en cantidad importante, es preciso formalizar la inspección de la preparación para que continúe el proceso.

La inspección volante se usa para procesos que no se mantienen estables a lo largo de la elaboración del lote, por lo común se utiliza el muestreo periódico a medida que progresa y técnicas estadísticas.

Los numerosos planes que se aplican actualmente son variaciones de los siguientes cuatro tipos :

1) Conservación del orden de fabricación por medio de un sistema de realimentación.

Es cuando una máquina deposita el producto en una charola de donde el operario de producción recoge y vacía periódicamente en recipientes mayores, uno de las piezas de desecho, otro de piezas dudosas y otro de piezas buenas. Cuando llega el inspector volante comprueba las últimas piezas elaboradas y basándose en la comprobación, destina el contenido de las bandejas. Solo él puede decidir el destino de la charola y solo él puede enviar productos a la caja buena. El contenido del cajón de piezas rechazadas pasa a un clasificador que decide entre tres destinos, al departamento de desechos la chatarra, al departamento de producción piezas a reparar y operaciones siguientes las piezas buenas.

2) Método similar al anterior, pero diferente en que los datos de las últimas piezas hechas se pasan a una carta de control. Si el proceso se mantiene bajo control, son aceptados todos los productos hechos después de la anterior comprobación.

3) El producto acumulado se somete a un plan de muestreo aleatorio y se acepta o no en función de los criterios de muestreo.

4) Las variables del proceso se comparan con la especificación del mismo y es aceptado en caso de conformidad de aquél. Se restringe el método a casos en que debe haber una

comprobación directa del producto en etapas posteriores.

- Inspección por lotes.

Procedimiento de aceptación lote por lote. Se realiza una vez que el departamento de producción ha acabado sus operaciones. En algunas ocasiones se transporta el producto hasta una zona especial en donde espera su oportunidad a ser inspeccionado. El muestreo es aleatorio por lo que se usan tablas.

La ventaja de la inspección por lotes, es que reduce la congestión en las máquinas y nos informa el departamento responsable mientras que los inconvenientes es el mayor volumen de material manipulado, el mayor espacio ocupado, pérdida del orden de la producción y la dificultad de determinar la responsabilidad individual.

#### 4.2 Muestreo por atributos.

El muestreo por atributos es aquel que se realiza por medio de la clasificación del producto en buen o mal estado y es evaluado como aceptable o no.

Las ventajas y desventajas del muestreo comparada con una inspección al 100% son :

- 1) Somete sólo una parte del producto a inspección, es económico.
- 2) Se daña menos el producto al inspeccionarlo.
- 3) Se requiere de menos inspectores.
- 4) Mejora el trabajo de inspección al tomar decisiones lote a lote y no pieza a pieza.
- 5) Se pueden aplicar ensayos destructivos.
- 6) Rechazos de lotes completos no solo unidades

defectuosas con el fin de motivar para la mejora.

**Desventajas :**

- 1) Hay riesgo de aceptar lotes malos y rechazar lotes buenos.
- 2) Exige planeación y documentación extra.
- 3) La muestra proporciona menos información del producto que una inspección al 100%.

Las principales suposiciones de los planes de muestreo son que :

- 1) Los inspectores siguen el plan de muestreo .
- 2) La inspección se hizo sin errores humanos de los requisitos exigidos.

La clasificación de los defectos según su gravedad se usa en los planes de muestreo para fijar los criterios de juzgar la conformidad del lote con las especificaciones, en proporción del número de defectos admitidos en la muestra. Como los defectos cambian en respecto a su grado de gravedad, los planes de muestreo deben tomar en cuenta estas diferencias :

Un plan metódico para clasificar los defectos según su gravedad se estructura de forma que

- 1) Usar un plan de muestreo separado para cada nivel de calidad. (muestras grandes para defectos críticos y chicas para defectos menores.)
- 2) Usar un plan de muestreo común en donde los defectos admitidos varían para cada nivel de gravedad. ( No admitir defectos críticos pero si algunos menores).
- 3) Usar criterios que se puedan fijar en proporción del número de defectos por cada cien unidades, de manera que el número admitido cambie para cada nivel de gravedad.
- 4) Usar criterios que se basen en deméritos por unidad. Los deméritos encontrados se

convierten en una escala basada en un sistema de clasificación.

Si no existe un plan metódico de clasificación de los defectos según su gravedad, entonces se consideran igualmente importantes en la inspección por muestreo. La clasificación de los defectos por su gravedad se usa cuando los lotes no se ajustan a las especificaciones y se vuelven a revisar juzgándose si se pueden utilizar.

En la formación de lotes se debe tener en cuenta que influye en la calidad de salida y en el aspecto económico de la inspección, por lo tanto se establecen reglas a la formación de lotes :

- 1) No mezclar productos de fuentes diferentes a menos de tener la evidencia de que la variación de lote a lote es tan pequeña para ser ignorada.
- 2) No acumular productos a lo largo de períodos de tiempo prolongado para formar lotes.
- 3) Utilizar la información de la capacidad del proceso y de inspecciones anteriores para formar lotes.
- 4) Formar lotes lo más grande que sea posible que se ajusten a los criterios anteriores, esto hace que los costos del muestreo sean menores.

#### 4.2.1 Diferentes tipos de muestreo.

Plan de muestreo simple.

El plan de muestreo simple se basa en la decisión de aceptar o rechazar un lote con el resultado de la inspección de un grupo único de unidades tomadas del lote.

La aceptación o rechazo de todo lote se basa en el tamaño del lote, tamaño de la muestra tomada. A continuación se compara el número de piezas rechazadas con las especificaciones en la tabla de muestras, si es mayor se rechaza, sino se acepta.

#### Plan de muestreo doble.

En los planes de muestreo doble se toma una muestra inicial pequeña de la que se revisan las piezas y se toma la decisión de aceptación o rechazo en base al número de piezas rechazadas. Si el número de unidades rechazadas es grande, se toma una segunda muestra que se extrae, examina y se evalúa, si la mayoría de las muestras son aceptadas se acepta el lote, en caso contrario se rechaza. En caso de haber pasado en la primera muestra, se revisa menor número de unidades.

#### Plan de muestreo múltiple.

En este tipo de plan es usual examinar una, dos o varias muestras más pequeñas de n piezas hasta llegar a una decisión de aceptación o rechazo.

Para juzgar la conveniencia de cualquier tipo de plan se deben considerar los siguientes factores :

- 1) Número medio de piezas examinadas.
- 2) Costos administrativos.
- 3) Información obtenida con respecto a la calidad del lote.
- 4) Aceptabilidad del plan respecto a los fabricantes.

Cuando el costo de la inspección de cada pieza es muy importante, la reducción del número de piezas evaluadas puede justificar el uso de un muestreo múltiple aunque éste sea más complejo y el costo administrativo elevado. Por el contrario, se puede preferir el muestreo simple si el costo de formación de personal, manejo y manipulación de las piezas es apreciable. Ha sido demostrado que los planes de muestreo dobles son fáciles de usar en muchas condiciones, su costo es bajo y psicológicamente es aceptable tanto para el productor como el comprador.

Se recomienda el uso de bandejas especiales y hojas de datos diseñadas para hacer el muestreo para simplificar el trabajo del inspector.

Tabla 4.1

Las ventajas y desventajas se muestran en la siguiente tabla

CARACTERISTICAS	MUESTRA SIMPLE	MUESTRA DOBLE	MUESTRA MULTIPLE
ACEPTABILIDAD	Psicológicamente pobre por dar una posibilidad de admitir el lote.	Psicológicamente aceptable por dar dos posibilidades de admisión	No concluyente.
PIEZAS EXAMINADAS POR LOTE	Mayor número	10 al 15% menos que el simple (No siempre)	30% menor que el doble (No siempre)
COSTO ADMINISTRATIVO.	El menor.	Mayor que el simple	El mayor
INFORMACION DEL NIVEL DE CALIDAD DEL LOTE.	La mayor	Menor que el simple.	La menor.

La selección del método empleado para escoger la muestra influye mucho en los resultados del muestreo. En el muestreo de aceptación la muestra debe ser representativa del lote.

Se usan dos métodos, el de estratificación cuando el



Inspector sabe como se formó el lote y el aleatorio cuando no sabe.

### 4.3 Muestreo por variables.

La inspección de muestreo por variables es la que evalúa según una escala de medida el producto para conocer la calidad de un lote, a veces muy grande por medio de la examinación de un número pequeño de muestras.

Las especificaciones sirven para clasificar el producto en unidades defectuosas y correctas.

Los planes de muestreo por atributos se utilizan para obtener datos discretos de una inspección por especificaciones, contando con una comparación del número de unidades defectuosas en la muestra contra un número de aceptación con el que se determina su aceptabilidad del lote.

El muestreo por variables se utiliza cuando se quiere reducir considerablemente el tamaño de la muestra, cuando el interés principal es comprobar el nivel del proceso más que en determinar el porcentaje de unidades defectuosas.

Ambos planes de muestreo implican la comparación contra un estadístico calculado en base a una muestra del producto teniendo un valor de aceptación o valor límite con el que se determina la disposición del lote.

Los muestreos por variables se usan para la inspección de unidades de la muestra para descubrir defectos o para controlar el proceso.

Los muestreos por atributos se aplican usualmente en base a un porcentaje de unidades defectuosas, están pensados para controlar el porcentaje de producto defectuoso o que no se ajusta a las especificaciones. Este muestreo por variables tiene una sensibilidad superior a los de atributos, pero necesita que se conozca la curva de distribución de las mediciones individuales y que ésta sea estable. La distribución se utiliza para traducir la proporción de

unidades defectuosas en valores de parámetros del proceso como es la media, tipo de desviación para ser controlados.

Los planes por variables también se usan para controlar parámetros del proceso a niveles determinados, como cuando las especificaciones están enfocadas a la media del proceso.

Los riesgos y parámetros de un muestreo son normalizados ya que intervienen mucho en la relación de productor y comprador, que llevan a cabo muestreo de aceptación y de rechazo, en los cuales se pueden aceptar lotes malos y rechazar lotes buenos.

El riesgo del vendedor se designa por " $\alpha$ " y muestra la probabilidad de rechazar un lote bueno con el plan de muestreo. En algunos planes el riesgo esta fijo en un valor y en otros es variable. El riesgo se pone con un número que indica la clase de buena calidad.

Nivel de calidad aceptable (N.C.A.) es el porcentaje máximo de unidades defectuosas o el número máximo de defectos por cada cien piezas, para efectos del proceso se puede utilizar como media. En el plan de muestreo el riesgo del vendedor debe ser bajo para que la calidad sea igual o mejor que el N.C.A.

El riesgo del comprador es beta ( $\beta$ ) y significa la probabilidad de aceptar un lote malo con el plan de muestreo. El riesgo es acompañado por un número que define el porcentaje de unidades defectuosas tolerado en el lote.

Porcentaje de unidades defectuosas tolerado en el lote (P.D.T.L.) es el nivel de piezas defectuosas que se considera insatisfactorio y en consecuencia, ha de ser rechazado por el plan de muestreo.

La curva característica (C.C) es una gráfica que muestra la fracción de unidades defectuosas del lote en función de la probabilidad de que el plan de muestreo acepte el lote.

#### **4.4 Cartas de control.**

##### **4.4.1 Definición de control de procesos.**

El proceso es el conjunto de máquinas, herramientas, métodos, materiales y hombres que por medio de su combinación se logra obtener productos de calidad.

El control es un proceso de gestión por medio del cual se fijan y se hacen cumplir las normas. El dispositivo básico de control es el circuito de realimentación de la información, que sirve para descubrir cambios adversos, identificar las causas de estos cambios y tomar medidas para actuar y eliminar las causas.

Se han desarrollado herramientas estadísticas para el control del proceso con las cuales cerramos el circuito de realimentación y cuantificamos sus elementos.

##### **4.4.2 Concepto de carta de control.**

El objetivo final de todo proceso es hacer que se produzcan artículos conformes con las especificaciones. Esto se obtiene planeando la fabricación. El control de los procesos tiene como fin, sacar el mayor provecho posible de los procesos haciéndolos que se desarrollen a un nivel de rendimiento previsto. El mejor método es la gráfica o carta de control.

Una carta de control de los procesos de fabricación es una herramienta que nos muestra los datos registrados del funcionamiento del proceso y en

donde se calculan límites dentro de los cuales deben estar los datos registrados. Los datos de funcionamiento son conjuntos de mediciones tomadas de la secuencia natural de producción preservando su orden.

Las cartas de control sirven para descubrir causas asignables de la variación del proceso.

Las variaciones del proceso se pueden deber a dos tipos de causas, las asignables que son causas específicas que se pueden investigar y las causas aleatorias que se deben al azar exclusivamente. Lo ideal en un proceso es que estén las causas aleatorias que representan el mínimo de variación posible. Cuando un proceso no presenta causas asignables, sino sólo causas aleatorias, se dice que está bajo control estadístico. Un proceso que se encuentra bajo control no sólo está realizando el mejor trabajo posible sino también otros beneficios marginales.

La descripción de las causas aleatorias consiste de varias causas individuales, una causa da como resultado una variación minúscula, pero muchas causas en conjunto producen una variación sustancial. Ejemplos de ellos son las variaciones humanas al fijar los indicadores de control, la vibración de las máquinas, la variación ligera de las materias primas.

La variación aleatoria no puede quitarse económicamente del proceso por lo que cuando solo hay variaciones aleatorias, el proceso tiene un funcionamiento óptimo, si se producen artículos defectuosos hay que introducir un cambio básico en el proceso o revisar las especificaciones con el objeto de disminuir el número de unidades defectuosas. Una observación que caiga dentro de los límites de control de variación aleatoria nos indica que no se debe ajustar el proceso.

Cuando sólo se presentan variaciones aleatorias, el proceso es lo suficientemente estable para usar procedimientos de muestreo para predecir la calidad de la producción total o para hacer estudios del proceso para optimizar.

La descripción de una causa asignable, es que consiste de una o pocas causas individuales que pueden dar como resultado una variación importante. Ejemplos de estos es un error del operador, un ajuste del proceso incorrecto, o un lote de materia prima defectuosa.

La variación asignable se puede detectar y por lo general la acción emprendida para eliminarla se justifica económicamente. Cuando existe dentro del proceso variables asignables, es cuando el proceso no trabaja de manera óptima.

Usualmente cuando tenemos una observación fuera de los límites de control del proceso, esto significa que hay que investigar y corregir el proceso.

Cuando el proceso no es lo suficientemente estable por causa de variaciones asignables, no se puede usar procedimiento de muestreo con objeto de hacer predicciones.

La obtención de estos beneficios básicos y marginales es lo que hace tan útil la identificación y eliminación de las causas de variación asignables, este es el objeto principal y esencial de las cartas de control.

Los límites dentro de la carta de control se eligen para distinguir las causas de variación aleatoria de las asignables. Estos límites se calculan a partir de las leyes de la probabilidad en donde la variación aleatoria, que es sumamente improbable, se debe no a causas aleatorias sino a variaciones asignables.

Cuando las variables de un proceso se salen de los límites, nos damos cuenta de que se ha metido una variable asignada y se debe investigar y corregir. Las variaciones aleatorias dentro de los límites de control nos indican que el proceso es estable y bajo control.

Las cartas de control para descubrir las causas de variación asignable adoptan dos formas, para conocer si un proceso desconocido esta bajo control se le llama control sin ninguna norma, y para determinar si un proceso conocido continua

en estado de control, se conoce como control con norma dada. Los pasos para implementar estas cartas son muy similares pero difieren en las fórmulas para calcular los límites de control, en los símbolos utilizados para los estadísticos y en algunos conceptos del significado.

La mayor parte de las cartas de control se basan en la media más menos tres veces la desviación tipo del estadístico usado, esto significa que el 99.7% de los valores registrados en la carta caeran dentro de los límites de control y serán causas aleatorias de variación, mientras que el 0.3% serán causas asignables o falsas alarmas si solo son causas aleatorias.

Las cartas de control que se usan para medias muestrales se dibujan en orden cronológico y si caen dentro de los límites se dice que el proceso está en estado de control estadístico.

Cuando se dice que un proceso está en estado de control estadístico, nos dice que los valores registrados caen dentro de los límites y que son debidos a causas aleatorias, no implica esto que el producto se ajuste a las especificaciones. Por el contrario, un proceso que no esté bajo control puede ajustarse a las especificaciones.

El objetivo final del proceso es producir productos que sean adecuados para el uso para el que se les destine.

Algunas veces resulte más económico mantener un proceso bajo control como el medio de cumplir con las especificaciones del producto, otras es más económico trazar gráficas de control como medio para mantener el proceso bajo control.

#### **4.4.3 Interpretación de las cartas de control.**

Lo primero que se debe hacer es revisar si en la carta hay puntos o disposiciones poco usuales, es decir, no aleatorias. Se colocan los gráficos de

control y se ponen una encima de la otra, de manera que la media y el recorrido de la muestra, estén sobre la misma línea vertical. Se busca si una de ellas, ambas o ninguna indica falta de control para una muestra determinada. Si un punto cae fuera de estos límites provisionales de control, es evidente que la muestra fuera de control no procede del mismo sistema de causas que las otras.

Si una media muestral cae fuera de los límites, indica que ha habido un cambio general que afecta a todas las piezas. Se revisa el registro mantenido durante la recopilación de datos para ver si hubo cambios para el subgrupo correspondiente, que puedan ser la razón de la causa, como cambio de material, de proceso o algún otro factor que explicará el punto fuera de control.

Si un recorrido muestral se encuentra fuera de los límites, es señal de que la uniformidad del proceso ha cambiado. Si se utiliza el tiempo como base para formar los subgrupos, esto muestra un cambio en los factores humanos, mecánicos o materiales que afectan la variabilidad.

Además de revisar los puntos fuera de los límites, se debe buscar una serie de puntos situados a un mismo lado de la línea de control.

#### 1. Longitud de serie. Cuando es larga nos indica una falta de aleatoriedad.

Indicadores de falta de aleatoriedad son :

2 de 3 puntos sucesivos a más de 2 desviaciones tipo.

4 de 5 puntos sucesivos a más de 1 desviación tipo.

8 puntos sucesivos a un mismo lado de la línea central.

2. Cantidad de series sobre la línea central. Pocas series sobre la línea central indican falta de aleatoriedad. Es crucial el conocimiento técnico del proceso para deducir las causas que motivan los defectos y poder poner solución a estos para eliminarlas.

#### 4.4.4 Diseño de una carta de control.

Para diseñar una carta de control se siguen ciertos pasos :

A) Elegir la característica que se va a controlar.

1. Asigne mayor prioridad a las características que presenten más fallos en la actualidad, esto se puede hacer mediante un análisis de pareto.
2. Identifique las variables y condiciones del proceso que contribuyen a las características del producto final para así definir las aplicaciones potenciales de la carta, desde las materias primas, etapas intermedias del proceso, hasta las características finales.
3. Escoja las características que aporten la clase de datos necesarios para diagnosticar los problemas. Los datos por atributos proporcionan información resumen, pero también se pueden necesitar datos por variables como complemento para diagnosticar las causas y determinar la acción de seguir.
4. Localizar el punto más próximo a la iniciación del proceso de producción en donde se pueden hacer pruebas para tener información de las causas asignables, para que la carta pueda servir como instrumento detector y



señal de alarma para prevenir la aparición de unidades defectuosas.

B) Elegir el tipo de carta de control.

C) Decidir la línea central que se va a usar y la base de cálculos para los límites. La línea central puede ser la media de valores anteriores o puede ser una línea central estándar.

Los límites se suelen fijar usualmente a más menos tres desviaciones tipo, aunque se pueden escoger cualquier otro múltiplo para riesgos estadísticos diferentes. El riesgo de tres desviaciones tipo es muy pequeño, por lo general menor de tres entre mil de buscar fallos que no existen o un riesgo mayor de pasar por alto fallos cuando estos realmente existen.

Cuando se escoge un límite a dos desviaciones tipo se tendrá un riesgo mayor de incurrir en fallos cuando estos no existen, mientras que disminuye el riesgo de pasar por alto fallos cuando en verdad existen. En conclusión, es bueno tener límites de control muy cerrados cuando el costo de buscar fallos es bajo y será conveniente tener límites de control mayor o igual a tres desviaciones tipo cuando el costo de buscar por fallos es muy elevado.

D) Elegir un subgrupo racional. Un subgrupo racional es un conjunto de datos anotados en la carta de control cronológicamente, que corresponden con las unidades inspeccionadas. Los subgrupos racionales deben de ser de tal manera que las unidades tengan la máxima probabilidad de que los subgrupos se diferencien. Los principales puntos a tomar en cuenta para elegir subgrupos racionales son :

1. Lotes de los cuales se escogen los subgrupos. Los lotes de los que se obtienen los subgrupos deben de formarse en condiciones análogas de manera que las unidades sean tan parecidas como sea posible. El orden

de elección de los distintos lotes se puede fijar de distintas formas:

a) Según la causa de variación sospechada. Un lote esta compuesto de piezas fabricadas a través de un único sistema de causas. Este sistema de causas puede

ser el operador, las máquinas, diferentes turnos, materiales, condiciones de proceso, etcétera.

b) Por iguales cantidades de producto producido. Es especialmente útil para descubrir cambios continuos.

c) A intervalos de tiempo iguales. Es muy útil para descubrir causas que varían con el tiempo.

d) Sin identificar lotes solo tomando subgrupos de unidades a un mismo intervalo de tiempo o cantidades de unidades regulares. Este método es el más fácil de administrar, pero es el que da menos información si el proceso está fuera de control. Como no hay lotes se pierde el orden y se complica la acción correctiva a aplicar. El esfuerzo se debe de centrar en garantizar que los miembros de los subgrupos se hagan bajo las mismas condiciones de proceso.

2. Composición y frecuencia del subgrupo. Las cartas de control del proceso tratan de estar formadas por subgrupos de unidades consecutivas en el orden de producción para que los límites se calculen de variaciones aleatorias y sean lo suficientemente

sensibles a los cambios del proceso.

La decisión de la frecuencia debe tomar en cuenta el valor de los datos obtenidos frente al costo de formar estos subgrupos.

Las siguientes conclusiones son de la frecuencia de muestreo para una carta de control y la necesidad de descubrir cambios en el proceso para minimizar el costo global :

a) Cuando un cambio en la media del proceso genera una tasa elevada de pérdidas en proporción del costo de inspección, es mejor tomar grupos chicos con mucha

frecuencia, que grupos grandes con poca frecuencia.

b) Cuando el costo unitario de inspección es caro, es mejor tomar subgrupos pequeños a intervalos grandes y

límites de control estrechos.

3. Tamaño de subgrupo. El tamaño del subgrupo es el que

marca la amplitud de los límites de control y por ello,

es la que decide la máxima variación que puede ocurrir sin descubrirse. La sensibilidad de una carta para

descubrir cambios de diferentes grados con distintos

tamaños de subgrupos se puede definir por medio de su curva característica.

E) Preparar el sistema para recoger estos datos. La

carta de control, como es una herramienta de uso habitual tiene que ser sencilla y fácil de usar. Las mediciones deben simplificarse y no tener errores. Por eso se diseñan instrumentos que pueden registrar al mismo tiempo que miden. Los registros de datos se diseñan para ser más fáciles y sencillos de usar, y deben guardarse dentro de cubiertas protectoras para que no se degraden.

F) Calcular los límites de control y dar instrucciones específicas de los resultados y las acciones a tomar por los diversos miembros del personal de producción.

#### 4.4.5 Tipos de cartas de control.

##### 1) Carta $\bar{X}$ y R.

Este tipo de carta de control se utiliza en procesos de máquina dominante. El uso eficaz de la información contenida en una serie de mediciones está en el empleo de un par de gráficas, una que muestre los valores de  $(\bar{X})$  y otra que muestre los valores del recorrido (R) que es el valor máximo de R menos el valor mínimo.

La gráfica de los valores de  $\bar{X}$  indica cuando han ocurrido cambios de tendencia central por factores como desgaste de las herramientas, variaciones de la temperatura, un lote de material diferente dureza, o un método diferente usado por el operario. En cambio la gráfica de valores de R nos muestra cuando ha tenido lugar un cambio significativo en la uniformidad del lote. Estos cambios pueden ser causados por falta de mantenimiento de las máquinas, cojinete desgastado, portaherramienta flojo, suministro irregular de refrigerante, sujeción inadecuada del material, irregularidad de piezas recibidas de una operación previa, falta de concentración del operario.

Los límites a utilizar para la medias de los subgrupos

son :

$$\bar{X} \pm 3\sigma_x = \bar{X} \pm 3\sigma' / n$$

donde:

$\sigma_x$  = desviación tipo de la población de medias de los subgrupos.

$\sigma'$  = desviación tipo de la población de valores individuales.

$n$  = número de valores de cada subgrupo.

Es mejor utilizar en la práctica los recorridos muestrales porque simplifica los cálculos al no tener que evaluar la desviación tipo.

Se miden los valores de pequeños subgrupos y se sacan las medias ( $\bar{X}$ ) y recorridos (R) de subgrupos constantes semejantes entre sí. La cantidad de subgrupos preferentemente es de veinticinco. Finalmente se calcula la media total  $\bar{X}$  y el recorrido medio  $\bar{R}$ .

Los límites de control vienen dados por las fórmulas :

ESTADISTICO	LIMITE SUPERIOR	LIMITE INFERIOR
MEDIAS	$\bar{X} + A_2 \bar{R}$	$\bar{X} - A_2 \bar{R}$
RECORRIDO	$D_4 \bar{R}$	$D_3 \bar{R}$

TABLA 23-2. Comparación de algunas cartas de control

Medida estadística dibujarla	Media $\bar{X}$ y recorrido $R$ Media $\bar{X}$ y desviación tipo $\sigma$ $\bar{X}$ individual Suma acumulada $\sum(X - R_0)$	% de unidades defectuosas $p$ Cantidad de unidades defectuosas $np$	Defectos por unidad $u$ Cantidad de defectos $c$
Tipo de datos requeridos	Datos de variables (valores medidos de una característica)	Datos de atributos (cantidad de unidades defectuosas del producto)	Datos de atributos (cantidad de defectos por unidad de producto)
Campo general de aplicación	Control de características individuales	Control de la fracción global de unidades defectuosas del proceso	Control del número global de defectos por unidad
Ventajas significativas	<ol style="list-style-type: none"> <li>Permite la máxima utilización de la información disponible a partir de los datos</li> <li>Proporciona información detallada sobre la media y la variación del proceso para controlar las dimensiones individuales</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Los datos necesarios están generalmente disponibles, procedentes de registros de inspección</li> <li>Todo el personal lo entiende con facilidad</li> <li>Proporciona una imagen global de la calidad</li> </ol>	Las mismas ventajas que la gráfica $p$ , pero proporciona también una medida del grado de gravedad del defecto
Desventajas significativas	<ol style="list-style-type: none"> <li>No se entiende a menos que se proporcione la formación adecuada. Puede haber confusión entre los límites de control y los límites de tolerancia</li> <li>No se puede usar con datos del tipo "pasa-no pasa"</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>No proporciona información detallada para controlar las características individuales</li> <li>No reconoce diferentes graduaciones de defectos en las unidades del producto</li> </ol>	No proporciona información detallada para controlar las características individuales

109

TABLA 23-4. Resumen de las características de una carta de control para media y dispersión

Problemas típicos en los que puede aplicarse:

- Ajuste a las especificaciones de una característica numérica
- Desajuste de un proceso
- Problemas de montaje provocados por los componentes a acoplar
- Datos caros o difíciles de obtener

Características representadas en los gráficos:

Media  $\bar{X}$  y recorrido  $R$  o desviación tipo  $\sigma$

Fórmulas para los límites de control:

Medias:  $\bar{X} \pm A_1 \bar{R}$  o  $\bar{X} \pm A_2 \sigma$

Recorridos:  $D_4 \bar{R}$  y  $D_3 \bar{R}$

Desviaciones tipo:  $B_3 \bar{R}$  y  $B_4 \bar{R}$

Tamaño de los subgrupos:

Para recorridos de los subgrupos,  $n$  suele valer 4 ó 5. Si  $n$  es superior a 10, la desviación tipo debe reemplazar al recorrido.

Algunos modelos de trazados corrientes

Movimientos cíclicos hacia arriba y hacia abajo

Ejemplos de significado (ver ref. 5)  
Gráfica  $\bar{X}$ : efectos estacionales del entorno, rotación de operarios

Gráfica  $R$ : programas de mantenimiento, fatiga de los operarios

Tendencias en una dirección

Gráfica  $\bar{X}$ : desgaste de las herramientas, deterioro del baño electrolítico

Gráfica  $R$ : homogeneidad de las materias primas (mejor o peor)

Concentración de puntos consecutivos en varios valores diferentes

$\bar{X}$ : cambio de máquina, operario, material o preparación

$R$ : igual

Correlación entre las gráficas  $\bar{X}$  y  $R$

Si las medias tienden a moverse en la misma dirección que los recorridos, la población está segregada positivamente (la cola larga corresponde al lado superior). Un movimiento en la dirección opuesta significa sesgo negativo.

Algunas precauciones:

1. Investigar los puntos fuera de control en la gráfica de recorridos antes de interpretar la gráfica para medias

2. Determinar el tipo de distribución de las mediciones individuales antes de comparar la variabilidad del proceso con las especificaciones (no se debe dar por supuesta la distribución normal)

Supuestos acerca de la distribución estadística:

1. Las medias de los subgrupos de una población bajo control siguen la distribución normal

2. Los factores de las cartas de control ( $A_1, D_4, D_3$ , etc.) dan por supuesta una población normal de individuos, pero desviaciones moderadas son aceptables

Control de Calidad de Juran y Gryna, tablas 23-2, p.724 y 23-4, p.727.

2) Cartas de control para fracción de unidades

defectuosas  $p$ .

Es una carta para el control de atributos que consiste en la razón del número de ocurrencias que presenta algún atributo determinado y el número total de elementos que componen un subgrupo. A esto se le denomina habitualmente como fracción de unidades defectuosas  $p$ .

La prueba de fracción de unidades defectuosas se suele utilizar para pruebas "pasa, no pasa" o cuando se utiliza una escala determinada de mediciones. El valor  $p$  es la fracción de valores que caen fuera de los límites. La gráfica de control  $p$ , da buenos resultados en procesos supermecanizados como en los predominantemente manuales.

La fracción de unidades defectuosa se pueden usar con una, dos o más características de calidad consideradas colectivamente. Para entender esto, hay que hacer la distinción entre defecto y una unidad defectuosa. Un defecto es una característica que no cumple con los requisitos, mientras que una unidad defectuosa es un elemento que contiene uno o más defectos.

Las líneas de control para muestras de tamaño  $n$  son :

	LINEA CENTRAL	LINEA DE CONTROL
CARTAS DE CONTROL PARAL $p$	$\bar{p}$	$\bar{p} \pm 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$

La " $p$ " nos indica que es el número de unidades defectuosas en todas las muestras, dividida entre el número total de unidades que hay en todas las muestras y  $n$  es el número de unidades en cada subgrupo. Cuando las muestras sean de tamaño igual o casi igual, se puede usar el tamaño medio de la muestra  $n$ .

Cuando sea posible, el tamaño de la muestra debe tender a ser grande como para que el hecho de que no se encuentre ningún defecto sea significativo de una mejora con respecto a la norma. Esto necesita que el muestreo sea  $n$  mayor

a

$(g - gp)p$  unidades donde  $n$  es el número de unidades en el subgrupo y  $p$  es la fracción media de unidades defectuosas.

Las gráficas de control para  $p$  es más efectiva cuando las muestras son grandes, mayores de 50, o cuando se esperan cuatro o más unidades defectuosas. Cuando  $p$  es pequeña, menor a 0.10, la fórmula del límite de control se puede simplificar a  $\bar{p} \pm 3\sqrt{\bar{p}/n}$ .

Tabla 23-8 del Manual de control de calidad/Juran.

Tabla 23-8. Resumen de cartas de control para atributos

Problemas típicos en los que puede aplicarse:

Para informar a todos los niveles de dirección acerca de los niveles de calidad globales

Problemas en los que es difícil hacer una medición numérica

Problemas en los que hay que agrupar juntos varios tipos de defectos

Características representadas en los gráficos:

Fracción de unidades defectuosas  $\bar{p}$

Cantidad de unidades defectuosas  $n\bar{p}$

Defectos por unidad  $\bar{u}$

Cantidad de defectos  $\bar{c}$

Fórmulas para los límites de control:

Fracción de unidades defectuosas: 
$$\bar{p} \pm 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

Cantidad de unidades defectuosas: 
$$n\bar{p} \pm 3 \sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$$

Defectos por unidad: 
$$\bar{u} \pm 3 \sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

Cantidad de defectos: 
$$\bar{c} \pm 3 \sqrt{\bar{c}}$$

Tamaño de los subgrupos:

Gráfica  $\bar{p}$ :  $n > 50$  o  $n\bar{p} > 4$

Gráfica  $n\bar{p}$ :  $n > 50$  o  $n\bar{p} > 4$

Gráfica  $\bar{u}$ : 1 o más (pero el tamaño de los subgrupos ha de ser constante)

Gráfica  $\bar{c}$ : 1 o más (pero el tamaño de los subgrupos ha de ser constante)

(Cuanto mejor sea la calidad mayor ha de ser el tamaño de los subgrupos necesarios para detectar la falta de control)

Algunos modelos de trazados corrientes:

Movimientos cíclicos hacia arriba y hacia abajo

Tendencias en una dirección

Ejemplos de significado

Cambios regulares en los proveedores

Tendencia mala debida al desgaste de las herramientas,

mayor rigor en los requisitos exigidos. Tendencia buena

debida a un aumento de pericia, relajamiento de los requisitos exigidos

Algunas precauciones:

1. Tener cuidado con un tamaño de subgrupo pequeño, en una gráfica  $\bar{p}$ : los límites de control tienden a ampliarse

y señalar que el proceso está bajo control

2. Interpretar cuidadosamente, cuando un punto refleja varias características: un proceso bajo control puede deberse a que las características buenas sirven de contrapeso a las malas. Dibujar gráficas separadas si es posible.

Supuestos acerca de la distribución estadística:

Gráfica  $\bar{p}$ : binomial

Gráfica  $n\bar{p}$ : binomial

Gráfica  $\bar{u}$ : Poisson

Gráfica  $\bar{c}$ : Poisson



## 3) Cartas de control para cantidades de unidades

defectuosas  $np$ .

La carta de control para la cantidad de unidades defectuosas es lo mismo que una carta  $p$ , solo que en ésta las unidades dentro de las muestras son contantes, de un tamaño  $n$ .

Las fórmulas para las líneas de control son :

	1 LINEA CENTRAL	1 LINEAS DE CONTROL
CARTA DE CONTROL $np$	$n \bar{p}$	$n\bar{p} \pm 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$

Cuando la  $p$  es pequeña, los límites de control se simplifican a  $n\bar{p} \pm 3\sqrt{n\bar{p}}$ .

4) Carta de control para defectos por unidad  $u$ .

La carta de control  $u$  es de máxima utilidad cuando en el proceso aparecen varios defectos independientes en una unidad de producto. Usualmente se usan en montajes complejos.

Las líneas de control para un tamaño  $n$  de muestra son :

	1 LINEA CENTRAL	1 LIMITES DE CONTROL
CARTA DE CONTROL $u$	$\bar{u}$	$\bar{u} \pm \sqrt{\bar{u}/n}$

En donde  $u$  equivale al número total de defectos de todas las muestras entre el número total de unidades en todas las muestras, es decir, los defectos por unidad en el conjunto completo de resultados de las pruebas. Los límites de control

se calculan por separado para cada tamaño de muestra manteniendo constante el valor de  $u$ .

#### 5) Carta de control para la cantidad defectos $c$ .

La carta de control para defectos en una muestra es similar a la carta  $u$ , pero ésta se utiliza cuando la cantidad de la muestra es constante en su tamaño. Es de mucha utilidad cuando la cantidad de defectos por unidad es grande, pero el porcentaje correspondiente a un sólo defecto es chico. Es de gran ayuda para solucionar defectos físicos como irregularidades en la superficie, imperfecciones, picaduras en productos extensos como hilo, alambre, papel, textiles, o materiales laminados. La probabilidad de que en estos aparezca una imperfección en un punto es muy pequeña, mientras la probabilidad de que aparezcan es muy grande.

Las fórmulas para la línea central y límites de control son :

	LINEA CENTRAL	LIMITE DE CONTROL
CARTA DE CONTROL PARA $C$	$\bar{c}$	$\bar{c} \pm 3\sqrt{\bar{c}}$

En esta carta,  $c$  representa el número total de defectos encontrados en todas la muestras, entre el número promedio de defectos por muestra.

Tabla 23-1 y 14 del Manual de control de calidad./ Juran.

Causas aleatorias (casuales)	Descripción	Causas asignables
Consiste en muchas causas individuales		Consiste en una o en pocas causas individuales
Una causa aleatoria da como resultado una variación mínima (pero muchas causas aleatorias que actúan simultáneamente producen una variación total sustancial)		Una causa asignable puede dar como resultado una variación importante
Como ejemplos se pueden citar: la variación humana al fijar los indicadores de control, la ligera vibración de las máquinas, la ligera variación de las materias primas		Como ejemplos se pueden citar: un error del operario, un ajuste incorrecto, o un lote de materia prima defectuosa
	<i>Interpretación</i>	
La variación aleatoria no puede eliminarse del proceso económicamente		La variación asignable puede detectarse; por lo general está justificada económicamente la acción emprendida para eliminar las causas
Cuando sólo hay variaciones aleatorias, el proceso tiene un funcionamiento óptimo; si se producen unidades defectuosas hay que introducir un cambio básico en el proceso o revisar las especificaciones con objeto de reducir el número de unidades defectuosas		Si existe variación asignable el proceso no funciona de manera óptima
Una observación dentro de los límites de control de variación aleatoria significa que no se debe ajustar el proceso		Una observación fuera de los límites de control suele significar que hay que investigar y corregir el proceso
Cuando sólo hay variación aleatoria, el proceso es lo suficientemente estable como para usar procedimientos de muestreo para predecir la calidad de la producción total o para hacer estudios de optimización de proceso (por ejemplo: OPEV)		Cuando hay variación asignable, el proceso no es lo suficientemente estable como para utilizar procedimientos de muestreo con objeto de hacer predicciones

Si se usan estos factores para especificar los valores futuros esperados para el proceso, entonces se designan simplemente esas mismas cantidades como valores «normales», sustituyendo la barra por el símbolo «prima», de manera que:

$$\begin{aligned} \text{Media esperada o «normal»} &= \bar{X}' \\ \text{Fracción de unidades defectuosas esperada o normal} &= p' \\ \text{Cantidad de defectos esperada o normal} &= c' \end{aligned}$$

Si los datos anteriores no son precisamente iguales a la norma deseada, pueden fijarse aún límites de control basados en la norma deseada, pero solo si existe evidencia o alguna razón verdadera para creer que puede lograrse el valor normal.

Estos valores normales son para todo el material que se ha de fabricar, es decir, que son valores deseados para la población. Como el recorrido teóricamente esperado en una población normal es infinitamente amplio, es necesario adoptar alguna otra medida como norma para la dispersión. La medida  $\sigma'$  que es igual a  $R/\bar{d}_2$  o a  $\bar{s}/c_4$ , es la que se usa habitualmente.

La tabla 23-14 incluye una lista completa de valores y límites de control.

TABLA 23-14. Factores de las cartas para control con respecto a una norma dada\*

Si, para el proceso controlado	Entonces, en una carta para mantener el control según una norma dada							
	La línea central estará en	La línea límite inferior estará en	La línea límite superior estará en					
La media es $\bar{X}$	$\bar{X}$ (ahora llamada $\bar{X}'$ )	$\bar{X}' - A\sigma'$	$\bar{X}' + A\sigma'$					
La fracción de unidades defectuosas es $\bar{p}$	$\bar{p}$ (ahora llamada $p'$ )	$p' - 3\sqrt{\frac{p'(1-p')}{n}}$	$p' + 3\sqrt{\frac{p'(1-p')}{n}}$					
La cantidad de defectos es $\bar{c}$	$\bar{c}$ (ahora llamada $c'$ )	$c' - 3\sqrt{c'}$	$c' + 3\sqrt{c'}$					
La cantidad de unidades defectuosas es $n\bar{p}$	$n\bar{p}$ (ahora llamada $np'$ )	$np' - 3\sqrt{np'(1-p')}$	$np' + 3\sqrt{np'(1-p')}$					
La desviación tipo es $\bar{\sigma}$	$\bar{\sigma}$ (ahora llamada $\sigma'$ )	$B_1\sigma'$	$B_2\sigma'$					
El recorrido es $\bar{R}$	$\bar{R}$ (ahora llamado $d_2\sigma'$ )	$D_1\sigma'$	$D_2\sigma'$					
<i>n</i>	<i>A</i>	<i>c</i> <sub>2</sub>	<i>B</i> <sub>1</sub>	<i>B</i> <sub>2</sub>	<i>d</i> <sub>2</sub>	<i>D</i> <sub>1</sub>	<i>D</i> <sub>2</sub>	<i>n</i>
2	2.121	0.5642	0	1.843	1.128	0	3.656	2
3	1.732	0.7236	0	1.858	1.693	0	4.358	3
4	1.500	0.7979	0	1.808	2.059	0	4.698	4
5	1.342	0.8407	0	1.756	2.326	0	4.918	5
6	1.225	0.8686	0.028	1.711	2.534	0	5.078	6
7	1.134	0.8882	0.105	1.672	2.704	0.205	5.203	7
8	1.061	0.9027	0.167	1.638	2.847	0.387	5.307	8
9	1.000	0.9139	0.219	1.609	2.970	0.546	5.394	9
10	0.949	0.9227	0.262	1.584	3.078	0.687	5.469	10

\* En el Apéndice CC, hay tablas más completas para *A*, *B*<sub>1</sub>, *B*<sub>2</sub>, *D*<sub>1</sub> y *D*<sub>2</sub>, así como gráficas que muestran los valores para los factores correspondientes a las cartas para *p* y *c*.

# CAPITULO 5

## **CRITERIOS DE LA ALTERNATIVA ÓPTIMA Y SELECCIÓN DE LOS MEDIOS.**

### **5.1 Necesidades de calidad.**

Las necesidades de calidad se dividen principalmente en tres áreas, recepción, preparación y producción, empaque.

En cada área de la empresa se necesita controlar y evaluar características de calidad para que la elaboración del crayón salga bien, conforme con las especificaciones. Cada área es un paso en la obtención de un producto de calidad, por eso es básico conocer las especificaciones de la que se encargará el área, la inspección que se llevará, la carta de control con la cual evaluará y regulará, por medio de un estudio de las herramientas de calidad que nos proporcionará un mayor conocimiento de las materias primas, procesos y obtención de producto terminado adecuado al uso.

Primero se describirá el área de recepción de materias primas, en donde se analizan químicamente los componentes de la parafina y de los aditivos colorantes para que estos no sean tóxicos, ya que esto es un requisito crítico dentro de la elaboración del crayón.

La segunda etapa dentro de la fabricación del crayón tipo elefante, es la de producción que se divide en dos procesos, el primero es el de la preparación de la mezcla de parafina

derretida con aditivo colorante y el siguiente es el de la colada de la solución dentro de un molde en donde una vez solidificada se vacía y se obtiene el crayón. En esta área se presentan dos características de calidad, el de la preparación de la mezcla de parafina con aditivo colorante, en donde si la proporción no es la correcta y se vierte en el molde, se desperdiciará tiempo de colado, solidificado, probado y se tendrá que reprocesar. La segunda característica de calidad es el colado, el cual si no se realiza bien, el crayón saldrá con porosidades, si ésta se presenta en cantidades elevadas reducirá la resistencia o fuerza de quiebre y la presentación no será la deseada.

El área de producción del crayón elefante está formada por tres unidades contenedoras de mezcla y tres moldes para crayón elefante con capacidad de cuarenta cavidades. Cada una trabaja con colores diferentes con un tiempo mínimo entre coladas de quince minutos con la utilización de intercambiadores de calor para enfriar el molde, y un tiempo normal de media hora sin utilizar intercambiadores.

El área final de empaque es donde se etiqueta el crayón, empacándose posteriormente en bolsas de seis crayones o en cajas de doce crayones.

La necesidad de calidad en el área de empaque se divide en dos, uno el pegado de etiquetas al crayón, se realiza tanto manualmente como por medio de una máquina etiquetadora y los crayones se presentan con etiquetas colocadas fuera de posición o con falta de adhesivo.

La segunda necesidad de calidad es al empacar el crayón dentro de bolsas de seis crayones no se presenta bien cerrado y las cajas de doce crayones que deberían ser de diferentes colores, vienen repetidos.

## **5.2 Procesos de selección.**

El proceso de selección consta de varios pasos que nos llevan a tomar las mejores

decisiones del problema. Estos pasos nos llevan a Identificar las alternativas, medir las consecuencias cuantificables, las no cuantificables, analizar las alternativas y controlar las alternativas seleccionadas.

Identificar las alternativas, es identificar los diferentes cursos de acción que se pueden tomar para llegar a tomar una decisión, con la cual podemos resolver el problema de manera óptima generando el mejor número de alternativas viables.

Las consecuencias cuantificables se evalúan una vez que se tienen alternativas a analizar, de éstas se deben de cuantificar todas aquellas que puedan evaluarse. Los proyectos de inversión, una vez generadas las alternativas con las cuales se pueden realizar los proyectos, se deben de tratar de expresar en términos monetarios las consecuencias de las alternativas. Es importante distinguir claramente los resultados relevantes.

Las consecuencias no cuantificables son todas aquellas que no se pueden medir en términos monetarios. Aunque estos factores relevantes no son cuantificables, se deben tomar en cuenta en el análisis antes de tomar una decisión. Por lo general se seleccionan las alternativas más benéficas monetariamente hablando siempre y cuando no pesen más los factores imponderables.

El análisis de las alternativas es un procedimiento general que ayuda a seleccionar la mejor alternativa. Al analizar los proyectos se debe tomar en cuenta ciertas consideraciones, como el tamaño del proyecto, los diferentes métodos de análisis : empírico y cualitativos. Los primeros dan diferencias subjetivas, mientras que los segundos usan técnicas numéricas para visualizar mejor las diferencias entre alternativas.

El control de la alternativa seleccionada proporciona procedimientos para seguir y controlar los proyectos de inversión asegurando el logro de metas fijadas y permiten la mejora del proceso de planeación, eliminando estrategias que conducen a un objetivo no planeado y no deseado.

En el seguimiento y control de la inversión se emiten reportes periódicos durante la vida

de la inversión y al término de ésta. Los reportes que se emitan, servirán para cambiar la dirección del proyecto o establecer medidas correctivas que encausen al proyecto a los objetivos planeados y eviten que se repitan.

### 5.2.1 Estudios económicos en ingeniería.

Los estudios económicos de la calidad son mucho más difíciles que los realizados en inversiones industriales de activos, esto es, por la dificultad de expresar en términos monetarios el efecto particular de una decisión de calidad. Otra de las dificultades es que los contadores no identifican como costos aquellos que tienen que ver con desechos y reproceso.

Aunque algunas decisiones de calidad se hacen intuitivamente, esto puede resultar muy caro, por lo que se deben evaluar los elementos en unidades, en que se puedan evaluar todos los elementos, es decir, en dinero. Además, por medio de la intuición se puede llegar a conclusiones contrarias de calidad.

Los siguientes puntos nos dan una estructura para hacer estudios económicos.

- 1) Las decisiones están basadas en alternativas bien definidas y sus méritos evaluados.
- 2) Las decisiones se deben basar en las consecuencias de las diferentes alternativas.
- 3) Antes de establecer procedimientos de la formulación del proyecto y evaluación, es básico saber el punto de vista que se va a adoptar.
- 4) Al comparar alternativas, se desea que las consecuencias se expresen en términos tan medibles como sea práctico. (en números).



- 5) Las diferencias de las alternativas sean relevantes en su comparación.
- 6) Mientras sea práctico las decisiones se deben de tomar por separado.
- 7) Es conveniente tomar un criterio de evaluación o varios.
- 8) El principal criterio a aplicar al escoger las alternativas es seleccionar, con el objetivo de utilizar lo mejor posible los recursos limitados.
- 9) Aún cuando la estimación de las consecuencias monetarias para elegir entre diferentes alternativas sea incorrecta, siempre es preferible contar con un segundo criterio que refleje la falta de confianza con las estimaciones del futuro.
- 10) Decisiones entre las alternativas de inversión, deben de dar peso a cualquier diferencia en la consecuencia esperada que no sea expresada en dinero, al igual que las consecuencias que sí.
- 11) Usualmente hay efectos secundarios que tienden a desacreditar cuando se hacen decisiones individuales. Para considerar adecuadamente los efectos secundarios, es necesario examinar la interrelación entre las decisiones antes de tomar una decisión individual.

### **5.2.2 Consecuencias generales de decisiones de calidad.**

Los estudios de calidad conforme con las especificaciones, se pueden relacionar con la cantidad y el tipo de inspección, métodos de producción y objetivos de márgenes de seguridad usados en el diseño de las especificaciones. Los estudios para guiar estas decisiones, dividen las consecuencias económicas de las decisiones en tres clases generales, estas consecuencias son costos de producción, costos de aceptación y costos de producto insatisfactorio.

La expresión de costos de la producción se refiere a los costos en que incurre la producción de un artículo. Las diferentes especificaciones de diseño requieren diferentes materiales, diferentes habilidades del trabajador, diferente tiempo de trabajo y diferentes máquinas. Esta clase general de costo incluye el costo de reproceso, unidades de deshecho y gastos de producción.

Los costos de aceptación incluyen los costos de prueba e inspección y administración del programa de aceptación.

La expresión costos de producto insatisfactorio tiene que ver con los costos de aceptación de producto que en realidad es insatisfactorio. En este sentido la palabra costo, se interpreta como la reducción de los ingresos con un incremento en los gastos. Se reconoce que algunos de los artículos que técnicamente son defectuosos en el sentido de no ser conforme con las especificaciones, no son necesariamente insatisfactorios para el propósito para el cual fueron hechos, sino que no cumplen con un margen de garantía de la especificación. Estos costos son los más difíciles de evaluar.

### **5.2.3 Decisiones económicas de inspección.**

Algunas veces no es económico tener inspección, otras tener 100% de inspección es lo

más económico, sin embargo algunas otras veces es mejor tener una inspección por muestreo que en dado caso podría resultar más conveniente que los dos anteriores. El objetivo es seleccionar la cantidad y tipo de inspección que minimizará la suma de costos de producción, costos de aceptación y de producto insatisfactorio que influyen en decisiones respecto a la inspección.

Con este punto de vista en mente, es bueno hacer notar que ciertas condiciones son favorables respecto a no tener inspección, tener 100% de inspección o inspección por muestreo.

Cuando el producto es consistentemente satisfactorio para el propósito deseado, lo más económico es no tener inspección, ya que no hay costo de producto insatisfactorio que se pueda reducir por inspección, ni tampoco existen costos de producción como reproceso o deshecho que puedan ser reducidos por medio del diagnóstico en cartas de control estadístico o mediante presión al proceso para mejorar, cuando se rechaza el producto. En este caso, cuando el costo del producto insatisfactorio por unidad de producto es tan reducido, hace que la inspección del producto no sea económica. Otro caso es cuando se descubre producto insatisfactorio pero se elimina en las subsecuentes operaciones de producción, es más barato tolerar un porcentaje moderado de este producto que quitarlo por muestreo.

Cuando se somete el producto y se encuentra que es consistente en calidad pero casi siempre se encuentra un porcentaje substancial de producto insatisfactorio, la mejor alternativa, económicamente hablando es la inspección al 100%. Mientras más alto sea el porcentaje de producto insatisfactorio sometido y mientras el costo del producto insatisfactorio por unidad sea alto, serán más favorables las condiciones para preferir una inspección al 100%, contra no tener inspección.

Los estudios económicos sobre la cantidad y tipo de inspección reconocen que los esquemas de inspección por muestreo reducen los costos de productos insatisfactorios de dos maneras, una es rechazando o arreglando los lotes relativamente malos haciendo la proporción de artículos insatisfactorios menor que la proporción de artículos sometidos a inspección. La otra

es reduciendo el número de unidades insatisfactorias sometidas. La inspección por muestreo mejora la calidad del producto por medio del diagnóstico de las causas de los problemas de la calidad y ejerciendo presión para mejorar el proceso. La mejora de la calidad del producto puede reducir los costos de la producción, fundamentalmente los de reproceso y desechos.

Si la contribución de la inspección por muestreo para mejorar la calidad se elimina, se pueden tomar las siguientes proposiciones. El área de uso económico del muestreo es donde el producto sometido es lo suficientemente bueno para que el no tener inspección sea más económico que 100% de inspección y donde los productos son lo suficientemente malos, para que convenga tener inspección al 100% más que no tener inspección.

Las siguientes son generalidades de estudios económicos realizados sobre la inspección de la aceptación.(1)

1) La comparación de alternativas económicas de planes de inspección de aceptación se hacen asumiendo la calidad que se espera del producto sometido a aceptación.

2) En general, al mejorar el nivel de la calidad de las piezas sometidas y su consistencia aumenta, se vuelve económico la utilización de esquemas de aceptación para tener menos inspección. Esta es una de las razones de llevar un historial de calidad y hacer revisiones periódicas de los procedimientos.

3) En cualquier propuesta de cambios de procedimientos de aceptación, es insuficiente tomar sólo los costos de aceptación, se debe también considerar la influencia del cambio en los costos de producción y en costos de producto insatisfactorio.

4) Lo más importante en algunos esquemas de muestreo de aceptación es su contribución al mejoramiento de la calidad de unidades sometidas a inspección por medio de diagnosticar los problemas de calidad y en otras ejercer presión para la mejoría de la calidad. Este mejoramiento de la calidad reduce los costos de la producción reduciendo los costos de desechos y reprocesos. También tiende a aminorar los costos de producto insatisfactorio. A la larga permite reducciones en los costos de aceptación.

### 5.3 Planteamiento del caso.

La Industria Química Urbina S.A. de C.V. tiene el proyecto de implementar el control de la calidad para la producción de crayón extra grueso tipo elefante.

Para analizar el proyecto se tomó como base el costo de producción del crayón extra grueso. El costo de producir una unidad de crayón es de doscientos pesos de los cuales el sesenta por ciento del costo es de materias primas y recepción, de los cuales veinte por ciento se le atribuyen a las pruebas de recepción y el diez por ciento a devoluciones de recepción.

El treinta por ciento del costo de producir un crayón lo representa el área de producción, de la cual, los errores de la preparación de la mezcla equivalen al veinte por ciento, el mal colado del molde el treinta y el veinte por ciento corresponde al crayón que sale mal o se rompe al vaciar.

El área de empaque representa el diez por ciento del costo del crayón y está constituido por errores de etiquetado que representan el treinta por ciento de este costo y un diez por ciento

de errores de empaçado.

Se evaluará la necesidad de la inspección, la cantidad de inspección y la carta de inspección que se utilizará.

Se tomarán tres alternativas de inspección :

1) 100% de inspección.

En el área de recepción las pruebas de toxicidad las seguirá llevando a cabo el Ingeniero químico encargado de la planta.

En el área de producción se necesitará de dos personas que se capacitarán en la inspección y las cartas de control.

El área de empaçado se capacitará a una persona nueva como inspector que se encargará de realizar el adiestramiento del personal en como realizar la inspección, y llevará las cartas de control.

El costo por persona extra en las áreas se toma como un salario mínimo, es decir, cuatrocientos mil pesos mensuales.

2) Inspección por muestreo.

Se necesita un inspector volante que se encargue de las áreas de producción y empaque, que contará con una capacitación en muestreo de artículos de las dos áreas. El costo del inspector volante será de un salario mínimo al mes.

3) No tener inspección.

Esta es la base del análisis, la conveniencia de seguir fabricando como hasta ahora, o cambiar para tener una producción mejor en cuanto que se conozcan las causas de los defectos y se buscarán soluciones para resolver éstas, conociendo mejor el proceso.

Cada plan de inspección llevará su carta de control que tendrá un valor de veinticinco mil pesos.

La inversión de implantar un sistema de control de calidad se calcula en diez millones de pesos (10,000,000.00 M/N) que incluye cursos de capacitación, equipo de inspección, manejo de

cartas de control.

La TREMA (Tasa de rendimiento mínima) que se seleccióno es de un 20% anual o de 1.53% mensual, mientras que la del banco es aproximadamente de un 13% anual o 1.02% mensual.

TABLA 5.1

COSTO DEL CRAYON

COSTO DE MATERIALES Y RECEPCION. 60%		COSTOS DE PRODUCCION. 30%			COSTOS DE EMPAQUE. 10%	
PRUEBAS 10%	DEVOLU - - CIONES. 30%	MEZCLA MAL. 20%	COLADO MAL. 30%	CRAYON MAL. 20%	ETIQUETA DO MAL. 30%	EMPACA - - DO MAL. 10%
921,600.00	1'843,200. 0	921,600.00	1'382,400. 0	921,600.00	460,800.00	153,600.00
2'764,800.00		3'225,600.00			614,400.00	

COSTO TOTAL MENSUAL ACTUAL DE LOS DEFECTOS

6'804,800.00

Estas tablas representan el costo de los defectos

dentro de las tres áreas de la fabricación del crayón produciendo a toda su capacidad un total de 78,800 crayones de colores mensuales.

**DISMINUCION DE COSTOS DE LOS DEFECTOS  
ESTIMADOS CON LA INSPECCIÓN**

PRUEBAS 5%	DEVOLU - - CIONES. 5%	MEZCLA MAL. 5%	COLADO MAL. 10%	CRAYON MAL. 5%	ETIQUETA MAL. 10%	EMPACA - - DO MAL. 5%
460,800.00	460,800.00	230,400.00	460.800.00	230,400.00	153,600.00	76,800.00
<p><b>COSTO TOTAL DE DEFECTOS MENSUAL POR MEDIO DE LA INSPECCION.</b></p> <p><b>2' 073, 600.00</b></p>						

#### 5.4 Criterio del método del valor presente (V.P.N.)

El método del valor presente es uno de los criterios económicos más ampliamente usados en proyectos de inversión para su evaluación y consiste en determinar la equivalencia en el tiempo cero de los flujos de efectivo que en el futuro genera un proyecto comparando esta equivalencia con el gasto inicial. Si la equivalencia es mayor que el gasto inicial, es recomendable que el proyecto sea aceptado.

La fórmula utilizada para los flujos generados por un proyecto de inversión para evaluar el valor presente es la siguiente :

$$VPN = S_0 + \sum_{t=1}^n \frac{S_t}{(1+i)^t}$$

en donde :



VPN = Valor presente neto.

$S_0$  = Inversión inicial.

$S_t$  = Flujo de efectivo neto del periodo  $t$ .

$n$  = Número de periodos de vida del proyecto.

$i$  = Tasa de recuperación mínima atractiva.(TREMA)

La selección de proyectos mutuamente exclusivos se realiza por medio del método de valor presente de inversión total en el cual el objetivo es la selección de entre las alternativas, aquella que maximice el valor presente. Las normas de utilización de este criterio son determinar el valor presente de los flujos de efectivo que genera cada alternativa y escoger aquella que tenga el valor presente neto máximo.

TABLA 5.2

Cuadro de las alternativas

	100% DE INSPECCION.	INSPECCION POR MUESTREO.	NO TENER INSPECCION.
INVERSION.	-- 10'000,000.00	-- 10'000,000.00	-----
VIDA DEL PROYECTO.	12 meses.	12 meses.	12 meses.
TIEMPO PARA ALCANZAR LA ESTIMACION.	2 meses.	4 meses.	Imposible alcanzarla
AHORRO NETO POR MES AL ALCANZAR LA ESTIMACION.	PERDIDAS POR DEFECTOS POR DEFECTOS DOS DE INSPECCION 6'604,800.00 -- 2'073,600.00 -- 800,000.00 -- 100,000.00 ----- 3'631,200.00	DEFECTOS MENSUALES MENSUALES ESTIMACION -- CARTAS DE 6'604,800.00 -- 2'073,600.00 -- 400,000.00 -- 100,000.00 ----- 4'031,200.00	LES -- PERDIDAS MADOS -- SUELCONTROL. -- 6'604,800.00 0.00 0.00 ----- 0.00 ----- -- 6'604,800.00

Nota: los sueldos de los inspectores están estimados como un sueldo mínimo, o sea, aproximadamente 400,000.00 pesos o 400N\$.

Nota: Los 10'000,000.00 que se toman como inversión inicial son debidos a :

- Investigación del problema de control	= 4'000,000.00
- Capacitación de la gerencia	= 2'000,000.00
- Capacitación de la gente de planta	= 1'500,000.00
- Capacitación de los inspectores	= 1'500,000.00
- Dispositivos de control de calidad	= 1'000,000.00
	<hr/>
INVERSION INICIAL TOTAL	= 10'000,000.00

En la evaluación de las tres alternativas se tomó una TREMA del 20% anual o del 1.53% mensual :

1) 100% de inspección.

La inversión inicial es de diez millones y se tarda para alcanzar los costos de defectos estimados dos meses más el salario mínimo de dos inspectores y la utilización de las cartas de control, esto representa dos flujos negativos en los primeros dos meses después de los cuales se ahorran en costos de defectos tres millones seiscientos treinta y un mil doscientos pesos mensualmente por diez periodos.

3'631,200.00  
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

---

-8'604,800.00  
-10'000,000.00 -900,000.00

---

-7'504,800.00

$$\text{VPN} = -10'000,000.00 - \sum_{t=1}^2 \frac{7'504,800.00}{(1+0.0153)^t} + \sum_{t=3}^{12} \frac{3'631,200.00}{(1+0.0153)^t}$$

$$\text{VPN} = 10,000,000.00 - 14'672,024.00 + 32'434,352.00$$

$$\text{VPN} = 7'762,327.40$$

## 2) Inspección por muestreo.

La inspección por muestreo tiene una inversión inicial de diez millones y toma para alcanzar los costos de defectos estimados cuatro meses en los que además de las pérdidas por costos de los defectos está el salario de un inspector y las cartas de control.

4'031,200.00  
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

---

-6'604,800.00  
-10'000,000.00 - 500,000.00

---

-7'104,800.00

$$\text{VPN} = -10'000,000.00 - \sum_{t=1}^4 \frac{7'104,800.00}{(1+0.0153)^t} + \sum_{t=5}^{12} \frac{4'031,200.00}{(1+0.0153)^t}$$

$$\text{VPN} = -10'000,000.00 - 27'364,559.54 + 28'361,869.76$$

$$\text{VPN} = -9'002,689.79$$

## 3) No Inspección.

Al no tener inversión no hay gastos para aminorar la cantidad de defectos por lo cual las pérdidas por defectos se conservan durante todo el año.

0 1 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

---

-6'604,800.00

$$VPN = - \sum_{t=1}^{12} \frac{6'604,800.00}{(1+0.0153)^t} = -71'907,443.59$$

## Conclusión:

Las conclusiones que podemos obtener del análisis de las alternativas de inspección es que no tener un plan de inspección puede resultar a veces muy caro, debido a que si no se conocen y monitorean las causas de los defectos, no se pueden proponer soluciones para evitarlos.

El muestreo en la inspección es un plan diseñado para los casos en que el programa de inspección conoce muy bien los problemas de las fallas y nivel del número de defectos es muy bajo y controlado. En nuestro caso no ha existido un programa previo de inspección con el que se haya tenido constancia de las causas y soluciones de los defectos, por lo cual, no es recomendable el uso de este programa por muestreo, ya que toma gran cantidad de tiempo encontrar las causas de los defectos.

La inspección del 100% de los artículos es la mejor manera de producir mejores productos de calidad conociendo la fuente de las causas de los defectos en el menor tiempo posible.

El método de valor presente neto (VPN) al evaluarlo nos muestra que el no tener inspección es la alternativa menos deseable, posteriormente nos da a conocer que la inspección por muestreo presenta un VPN negativo y tampoco es la alternativa a seleccionar, finalmente la alternativa de la inspección al 100% presente un VPN positivo indicándonos que es la mejor opción.

### 5.5 Criterio del método de la tasa interna de rendimiento (TIR).

En cualquier criterio de decisión se necesita tener alguna clase de índice, medida de equivalencia, o base de comparación con la capacidad de distinguir y resumir las diferencias de importancia existentes entre las alternativas de inversión.

La base de comparación es un índice que contiene y representa información sobre la serie de ingresos y egresos a que da lugar una oportunidad de inversión.

La tasa interna de rendimiento (TIR) es un índice de rentabilidad ampliamente utilizado, se define como la tasa de interés que reduce el valor presente, el valor futuro, o el valor anual equivalente de una serie de ingresos y gastos a cero, es decir, que satisface las siguientes ecuaciones :

$$(1) \sum_{t=0}^n \frac{St}{(1+i)^t} = 0 \quad \text{Presente dado un futuro. (St)}$$

$$(2) \sum_{t=0}^n St(1+i)^{(n-t)} = 0 \quad \text{Futuro dado un presente.}$$

$$(3) \sum_{t=0}^n St(P/F, i, t)(A/P, i, n) = 0 \quad \text{Valor anual equivalente.}$$

de donde :

$$(P/F, i, t) == P = F \frac{1}{(1+i)^t}$$

$$(A/F, i, t) == A = P \left( \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right)$$

$S_t$  = flujo de efectivo neto del periodo  $t$ .

$n$  = Vida de la propuesta de inversión.

El significado de la tasa interna de rendimiento en términos económicos es el porcentaje o la tasa de interés que se gana sobre el saldo no recuperado de una inversión.

Este método necesita calcular la tasa de interés "i" que satisface las ecuaciones (1),(2),(3) comparándola contra una tasa de recuperación mínima atractiva (TREMA) y si es "i" mayor que TREMA conviene aceptar el proyecto.

En conclusión, el significado fundamental de la TIR es:

"La tasa de interés ganada sobre el saldo sin recuperar de una inversión, de manera que el saldo al final de la vida de la propuesta es cero". (1)

El método de la TIR (tasa interna de rendimiento) para proyectos mutuamente exclusivos utiliza dos principios :

- Cada incremento de inversión debe ser justificado, es decir, mientras una alternativa sea de mayor inversión será mejor y más atractiva, siempre y cuando, la tasa interna de rendimiento del incremento en la inversión

sea mayor que la TREMA.

- Solamente se puede comparar una alternativa de menor inversión con una de mayor inversión, siempre que la de menor esté justificada.

El criterio de selección que utiliza este método es escoger el proyecto de mayor inversión para el cual todos los incrementos de inversión fueron justificados. Se hace notar que el método de la TIR, si se selecciona la alternativa con la TIR mayor podrá conducir a decisiones subóptimas. El criterio de decisión trata de maximizar la cantidad de dinero en términos absolutos, no la eficiencia de su utilización.

El criterio de selección que utilizamos en el método de la TIR, nos pide determinar la tasa interna de rendimiento del incremento de inversión, por cualquiera de las siguientes alternativas :

- Encontrar la tasa de interés que haga iguales los valores anuales de las dos alternativas.
- Encontrar la tasa de interés que hace iguales los valores presentes de las dos alternativas.
- Encontrar la tasa de interés que hace cero el valor presente del flujo de efectivo neto de la diferencia entre dos alternativas.

Los casos a considerar son los de tener 100% de inspección, tener inspección por muestreo y se descartará la alternativa de no tener inspección, poniendo en su lugar si el incremento de inversión está justificado. La TREMA que se utilizará es igual a 1.53% mensual y para poder estar justificado un proyecto, la tasa de interés deberá ser mayor a TREMA.



Se verá si se justifica cada alternativa individualmente y por último se evaluará si se justifica el incremento de la inversión

TABLA 5.3

INVERSION MENSUAL	INSPECCION 100%. A	INSPECCION POR MUESTREO. B	INCREMENTO EN LA INVERSION. B - A
0	-- 10'000,000.00	-- 10'000,000.00	0
1	-- 7'504,800.00	7'104,800.00	400,000.00
2	-- 7'504,800.00	7'104,800.00	400,000.00
3	3'631,200.00	7'104,800.00	-- 10'736,000.00
4	3'631,200.00	7'104,800.00	-- 10'736,000.00
5	3'631,200.00	4'031,200.00	400,000.00
6	3'631,200.00	4'031,200.00	400,000.00
7	"	"	"
8	"	"	"
9	"	"	"
10	"	"	"
11	"	"	"
12	"	"	"

A) Inspección 100%.

$$-10'000,000.00 - 7'504,800.00 \left( \frac{(1+i)^2 - 1}{i(1+i)^2} \right) + \frac{3'631,200.00}{(1+i)^3} \left( \frac{(1+i)^{10} - 1}{i(1+i)^{10}} \right) = 0$$

$$i = 0.1458 ; i = 14.58\% > TREMA = 1.53$$

Se justifica.

B) Inspección por muestreo.

$$-10'000,000.00 - 7'104,800.00 \left( \frac{(1+i)^4 - 1}{i(1+i)^4} \right) + \frac{4'031,200.00}{(1+i)^5} \left( \frac{(1+i)^8 - 1}{i(1+i)^8} \right) = 0$$

$$i = 0.1144 ; i = 11.44\% > TREMA = 1.53\%$$

Se justifica.

B - A) Incremento en la inversión.

$$\frac{400,000.00}{(1+i)} + \frac{400,000.00}{(1+i)^2} - \frac{10'736,000.00}{(1+i)^3} - \frac{10'736,000.00}{(1+i)^4} + \frac{400,000.00}{(1+i)^5} \left( \frac{(1+i)^8 - 1}{i(1+i)^8} \right) = 0$$

$$i = 4.18 ; i = 418\% > TREMA = 1.53\%$$

Esto nos indica que se justifica el incremento entre el proyecto A y B. La alternativa más conveniente es la que tenga la mayor TIR de los casos A y B, por lo que se acepta el proyecto A sobre el B, es decir, es mejor el proyecto de tener 100% de inspección.

### **5.6 Selección de los medios.**

Se seleccionó la carta de control p, independientemente de las ventajas de las cartas de control por variables, por limitarse sólo a una pequeña fracción de las características de calidad especificadas para productos manufacturados. Una de estas limitaciones es que hay cartas de control por variables, que las características de calidad sólo se pueden observar como atributos, este es el caso del crayón que sólo se puede clasificar como conforme o no conforme con las especificaciones.

La carta de control p se seleccionó de entre las alternativas por ser la más apropiada para la inspección del crayón en todas sus fases de fabricación, además de representar un beneficio, al ser los costos de recolectar datos por atributos más económico que hacerlo por variables y ser mejores para la administración al proveerla de información histórica de la calidad por medio de los registros y reportes del control de calidad.

# **CAPITULO 6**

## **SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD.**

### **6.1 Clases de defectos.**

Algunos defectos son más serios que otros, para conocer la seriedad de los defectos necesitamos compararlos contra unos parámetros que nos indiquen la clase de defecto que es.

Las clases de defectos se catalogan en cuatro que son :

#### **Clase A**

**Defectos muy serios.**

**Parámetros :**

- Dará unidades totalmente insatisfactorias para proporcionar servicio.
- Causará seguramente falla en la unidad de servicio que no se puede corregir.
- Sujeto a causar lesiones personales o daño del del producto.

**Clase B**

Defectos serios.

Parámetros :

- Probable pero no seguramente cause fallas de operación de la unidad en servicio.
- Causará seguramente problemas en fallas de operación.
- Causará seguramente un aumento en el mantenimiento y decremento de la vida.

**Clase C**

Moderadamente serios.

Parámetros :

- Probablemente causará fallas de la unidad en servicio.
- Puede causar problemas de naturaleza menos seria que fallas de operación.
- Puede causar un incremento de mantenimiento o disminución de la vida.
- Defectos mayores de apariencia, acabado o hechura.

**Clase D**

Defectos no serios.

Parámetros :

- No causará fallas de operación de la unidad de servicio.
- Defectos menores de apariencia, acabado o hechura.

Los defectos dentro del proceso de fabricación del crayón extragruoso se encuentran dentro de las áreas de recepción, producción y empaque.

El área de recepción de materia prima tiene dos defectos muy serios clase A en la parafina y los aditivos colorantes, por tener posibilidad de producir daños personales a los clientes en caso de ser ingeridos siendo los materiales tóxicos.

Los defectos dentro del área de producción son tres, el de la preparación de la mezcla, la cual, si no es adecuada, dará crayones que no pinten adecuadamente. El defecto de la porosidad en el crayón que reduce la resistencia al quiebre y no dan buena apariencia al producto, por último, el defecto de la fuerza de quiebre que debe tener el crayón para que no se rompa fácilmente. El defecto de la preparación de la mezcla es serio clase A, el del colado o la porosidad es no serio clase D y el defecto de la fuerza de quiebre es serio clase B.

El área final o de empaque, presenta dos defectos, el de etiquetado mal, que consiste en pegar fuera de posición las etiquetas y etiquetas que no se pegaron bien en el crayón y los defectos de empaque, que consisten en cajas de doce crayones con colores repetidos cuando deberían ser distintos y paquetes o bolsas de plástico de seis crayones mal cerradas. Estos son errores clase D que no se deben disculdar, ya que son muy importantes en la presentación del producto al público.

Ahora que se han explicado la clase de defectos, se puede apreciar la mayor

importancia de algunos en cuestión de uso y la importancia de otros en cuestión de presentación del producto en el mercado.

Cabe subrayar, que todos estos defectos son defectos que se deben de tratar de minimizar, sino es eliminar dentro del proceso de producción por medio de las causas que los originan, para poder regularlas.

Aunque todos son defectos, se clasifican por importancia de seriedad para dar mayor importancia a aquellos que son más serios para la empresa y el público para alcanzar la aptitud para el uso del producto.

## **6.2 Plan de control de calidad.**

El plan de control de calidad se divide en tres áreas de la fabricación que son la recepción de la materia prima, la producción de los crayones y el empaque final. En estas áreas, el plan de control de calidad, se enfocará en minimizar los problemas y defectos que tengan que ver con la elaboración del crayón extragrueso tipo elefante.

### **6.2.1 Area de recepción de materia prima.**

En el área de recepción de materia prima se encarga de recibir y asegurar que los materiales no sean tóxicos.

El plan de control de calidad dentro de esta área se basa en el conocimiento de los proveedores, la confiabilidad de sus productos, el tiempo de entrega y tomar en consideración el costo del material.

Para hacer que el proveedor se preocupe por el tipo de material que entrega, se negociará con todo proveedor que presente su material con una prueba de laboratorio certificada



que comprometa al proveedor en cuanto a la calidad de su producto de no ser tóxico.

A los proveedores nuevos, presentarán el certificado junto con el producto y se les realizará la prueba interna de toxicidad, ( en cualquiera de los dos casos) una vez pasada la prueba se les realizará en forma aleatoria para asegurar la buena calidad del material. En cualquiera de los dos casos, si la prueba no es satisfactoria, se devolverá el producto.

La carta de control de fracción rechazada tipo p se usará para llevar un control por proveedor de material, en la que se anotará la fecha de inicio de entregas, tipo de material, certificado de laboratorio, si se le realizaron pruebas y si éstas fueron satisfactorias o no con la fecha de entrega y la cantidad de material entregada.

La carta de control nos indica el número de fracción rechazada, entre más pequeño sea este número, el proveedor será más confiable y viceversa.

Los resultados que se esperan dentro de esta área son un mayor conocimiento de los proveedores y sus productos, reducción del número de pruebas internas de laboratorio para determinar la toxicidad del material y erradicar, sino disminuir, las devoluciones de pedidos de material que resulta ser tóxico.

Económicamente representa beneficios el no tener que hacer pruebas de laboratorio de inspección a todos los proveedores siempre, sino basándonos en el conocimiento del proveedor y de su confiabilidad, además de un certificado de que el material no es tóxico.

El segundo beneficio económico es el motivar a los proveedores a comprometerse con los estándares de calidad exigidos, al pedir que no se acepte material sin un certificado de que la prueba de laboratorio compruebe que el material es conforme a las especificaciones, para no tener que perder tiempo inspeccionando material no conforme y tenerlo que devolver al proveedor por no ser apto.

### **6.2.2 Área de producción.**

El plan de control de calidad dentro del área de producción consta de de tres puestos de

inspección, dos de los cuales están formados por un miembro de producción y un inspector. El tercero está constituido sólo por un inspector. Estos tres puestos se encuentran ubicados dentro del proceso de producción, uno al comienzo, el de la preparación de la mezcla, uno en medio, el del colado de la mezcla, y uno al final, el de la resistencia o fuerza de quiebre del crayón.

#### 6.2.2.1 La preparación de la mezcla.

La preparación de la mezcla se realizará por una persona de producción encargado de poner los bloques de parafina dentro de los contenedores a derretir, posteriormente agregando aditivo colorante de manera que quede una mezcla homogénea. Un inspector que se encargará de tomar una muestra del contenedor cuando la mezcla esté homogénea por medio de un dispositivo formado por dos cilindros de media pulgada de diámetro con tapas en la parte inferior. Los cilindros con las muestras se enfriarán en agua y una vez solidificados, se les quitarán las tapas y se sacarán las barras de crayón con las que se realizarán las pruebas de pintado.

La prueba de pintado consiste en pintar sobre papel cartulina con seis cuadros marcados de dos por dos pulgadas cada cuadro. El primer crayón se partirá a la mitad y con la parte frontal se pintará fuertemente en el primer cuadro, en el segundo cuadro se pintará con la parte central del crayón con una presión normal, y en el último, se pintará con la parte posterior suavemente, este mismo proceso se seguirá con el segundo crayón en la hilera inferior de cuadros.

Los resultados obtenidos en los cuadros se compararán contra un patrón que tendrá el inspector que aprobará la preparación de la mezcla si cuatro de los seis cuadros son homogéneos y sin rayaduras serán aceptados al compararlos contra el patrón. Esta prueba nos indica si las cantidades de parafina y aditivo colorante son las correctas y se encuentra mezclada homogéneamente la solución.

En caso de ser rechazada la prueba, el inspector indicará al operador de producción que la mezcla no es la indicada, mostrándole por qué por medio de las pruebas. El operador ajustará la mezcla y una vez homogénea avisará al inspector para que tome otra muestra.

El inspector se encargará de tomar las cantidades de parafina y aditivo colorante de la mezcla, los resultados de la prueba, si se rechaza, indicar por qué y el número de muestras que se tomaron para tener bien la preparación.

El inspector es responsable de asegurarse que las cantidades de parafina y aditivo colorante agregadas por el operador son las indicadas, que la mezcla de la preparación es homogénea antes de tomar la muestra y de guardar las cantidades y pruebas por mezcla con el color y número de mezcla anotado al reverso de la prueba.

Una vez dada la aprobación de la preparación por el inspector, el operador podrá proseguir a colar la preparación. El operario es encargado de limpiar el contenedor cuando se necesite cambiar de color.

#### **6.2.2.2 Colado de la mezcla.**

El colado de la mezcla se realizará conjuntamente con el operador de producción y el segundo inspector. El operador de producción se ocupará de vaciar la mezcla dentro del molde para crayón, mientras el inspector revisará como se vació la mezcla dentro del molde. Para esto el inspector tendrá una hoja con cuarenta cavidades dibujadas en forma de círculos en las que marcará por zonas como se realizó la colada.

El inspector, una vez colados los moldes, se encargará de revisar el burbujeo y cualquier anomalía anotándola en la parte posterior de la hoja la cantidad de crayones rechazados por alta porosidad, si hay alguna relación entre la forma de colar y la elevada porosidad, si hay, se anotará en la hoja y se le comunicará al operador.

El operador de producción es el encargado de limpiar el molde de crayones una vez

vaciado.

### **6.2.2.3 Fuerza de quiebre del crayón.**

El inspector de la preparación de la mezcla también se encargará de realizar la prueba de resistencia o fuerza de quiebre a los crayones.

La prueba de fuerza de quiebre se realiza con la ayuda de un dispositivo formado por barras de un cuarto de pulgada. Dos barras largas paralelas entre sí, a una distancia de dos y media pulgadas, unidas por otras dos barras soldadas en los extremos y otros cuatro puntos de soldadura a la mitad para sostener al crayón. La tercer barra larga se encontrará exactamente en medio de las dos anteriores y tiene soldado un peso de de 1.81 kg. que es la fuerza mínima de quiebre para esta categoría de crayón.

El dispositivo se ha calculado así para que la prueba sea no destructiva para aquellos crayones que sean conformes con las especificaciones del estándar para crayones grandes moldeados de un mínimo de 11mm de diámetro.

Los crayones que no cumplan con el estándar, se podrán reprocesar.

El inspector anotará la cantidad de crayones defectuosos.

El inspector se encargará de recolectar la información de los tres puestos y llenará una hoja que contiene la aprobación de la preparación, número de defectos de porosidad, número de defectos de quiebre, total del defectos, número de mezcla, número de molde, color.

### **6.2.3 Area de empaque.**

El área de empaque está formada por tres gentes, una que se encarga de etiquetar los crayones por medio de una máquina etiquetadora de crayones y revisa que las etiquetas estén

bien colocadas y pegadas a los crayones. Las otras dos personas se encargan de empaclar en cajas de doce crayones o paquetes de seis crayones de diferentes colores revisando que las cajas de doce sean de diferentes colores y los paquetes estén bien cerrados.

#### 6.2.3.1 Etiquetado.

La persona encargada de esta sección, revisará que la máquina etiquetadora esté en buenas condiciones de uso, contando con la cantidad de adhesivo indicado y etiquetas. Una vez que se ha asegurado que la máquina etiquetadora está en perfectas condiciones, se procederá a etiquetar el crayón. Cuando se termine de etiquetar el crayón o cuando la máquina necesite detenerse para abastecerse de adhesivo, etiquetas o alguna falla, se aprovechará para revisar el etiquetado de los crayones, separando los que están bien etiquetados de los que no, poniéndolos en cajas distintas.

Los crayones aceptados pasarán a la sección de empaque, mientras los rechazados por tener pegada la etiqueta fuera de lugar o hacerle falta adhesivo a la etiqueta y no estar bien pegada, se reprocesarán. El reproceso consiste en quitarle a los crayones las etiquetas para volverse a etiquetar.

La separación de producto aprobado y no conforme se hará después de cargar la máquina con adhesivo, etiquetas y haberla dejado trabajando.

La persona encargada de la sección, anotará la razón de paro, número de crayones etiquetados, número aceptado, también será responsable de avisar y reportar al ingeniero de planta o inspector en jefe, cuando la máquina necesite mantenimiento. El ingeniero de planta revisará la cantidad total de crayones etiquetados desde el último mantenimiento y lo apuntará junto con la fecha en los reportes, con la finalidad de tener un mantenimiento preventivo.

### **6.2.3.2 Empacado.**

La sección de empacado, formado por dos gentes, se encargará de colocar los crayones de diferentes colores dentro de las distintas presentaciones, caja de cartón doblable para doce crayones y paquete de plástico transparente de seis crayones.

La persona encargada de llenar las cajas con doce crayones de diferentes colores, las alineará con la lengüeta superior abierta, para que una vez revisadas, las aceptadas sean guardadas dentro de cajas de cartón y las rechazadas se separen para ser reprocesadas.

Una vez llenadas y alineadas la persona procederá a revisar que los paquetes de seis crayones estén bien cerrados. Los paquetes mal cerrados los separará para ser reprocesados, mientras los aceptados se guardarán dentro de cajas de cartón. Anotará en una hoja especial, la cantidad de paquetes inspeccionados, cantidad defectuosos con la fecha.

La segunda persona es responsable de llenar los paquetes con seis crayones de diferentes colores y después de cerrarlos dejándolos en posición para la revisión final. Cuando termine inspeccionará las cajas de doce crayones, revisando si existe alguna con colores repetidos. Estas se separarán para ser corregidas, mientras que las que fueron aceptadas, se cerrarán y guardarán dentro de cajas de cartón listas para embarque. Anotará en una hoja especial la cantidad de cajas inspeccionadas y la cantidad defectuosa con la fecha. Todos los paquetes o cajas revisadas se anotarán en la hoja del día, toda esta información la deberán de entregar al ingeniero de planta al final de la jornada.

### **6.3 Capacitación.**

El ingeniero de planta es el jefe de la inspección y se encarga de recolectar la información de inspección de cada departamento. El es encargado de coordinar la producción

con el plan de inspección.

En cuanto a la producción, es responsable de programar la producción conforme a la demanda.

El jefe de inspección negociará con los proveedores el certificado de laboratorio de material no tóxico tanto para la parafina como los aditivos colorantes, la cantidad, el precio, y el plazo de entrega avisando que el transporte no podrá irse mientras el material no sea inspeccionado, en caso de que no cumpla con las especificaciones el mismo transporte lo devolverá.

Dentro del área de recepción se llevará un registro de la confiabilidad del proveedor conforme al plan, que será archivado y revisado para las compras posteriores.

En el área de producción se encargará de revisar los controles, fijándose en la cantidad del número de defectos. Los límites de control de las cartas se sacarán con los resultados de la primera semana. Estos se establecerán cada semana sacando uno al final del mes.

El área de empaque entregará al final de cada jornada, dos reportes, uno del número de crayones etiquetados y los reprocesados o defectuosos, el segundo que será de número de cajas y paquetes empacados y los reprocesados o defectuosos de cada uno. Se calculará los límites de los gráficos por semana y mensualmente, tomándose como base de comparación del progreso logrado o para investigar por causas de los defectos.

El ingeniero de planta se encargará de dar una hora de capacitación en las áreas de producción y empaque, en las que se tratarán cuestiones técnicas del proceso, causas de los errores y si se encontró la solución de los problemas. Se debe de llevar un registro con los asuntos tratados, causas, soluciones y metas para la semana. Cada semana se revisará si se alcanzó la meta trazada, y sino, se verá por qué motivándose a la gente a la participación y al compromiso de alcanzar la siguiente meta.

La capacitación de los dos nuevos inspectores de la calidad de producción correrá a cargo del ingeniero de planta o jefe de inspección. Es una capacitación básica enfocada a distinguir entre piezas buenas y malas, realización de pruebas y registro de los resultados.

El primer inspector se encargará de la inspección de la preparación y la fuerza de quiebre, en los que trabajará con dispositivos para realizar las pruebas. Para enseñar el desarrollo de la prueba de aceptación de la preparación el jefe de inspección mostrará hojas con cuadros pintados por crayón, haciendo notar los cuadros aprobados por ser homogéneos y sin rayaduras y los defectuosos. Explicará al inspector como se realiza la prueba con dos trozos de crayón que se deberán partir a la mitad, posteriormente se dibujará sobre una hoja de cartón con seis cuadros de dos por dos pulgadas cada cuadro.

El primero de los tres cuadros de la hilera superior deberá ser pintado fuertemente con la punta, el segundo normalmente con la mitad del crayón, y el tercero suavemente con el extremo posterior del primer crayón. Se repetirá el mismo procedimiento con el segundo crayón en la hilera inferior. Se le indicará que con que cuatro de los seis cuadro sean homogéneos y sin rayaduras como las mostradas, se aceptará la preparación, anotando en la parte posterior de la hoja la fecha, el número de mezcla, número de molde, número de intentos para que la preparación quedara bien, indicándole al operador que la preparación está aceptada. En caso de no ser aceptada, se le hará notar al operador que no se acepta, diciendole por qué, falta de color, falta de homogeneidad, etcétera.

El ingeniero de planta mostrará al inspector el contenedor de la preparación, indicándole cuando la mezcla es homogénea. Se le indicará que no debe tomar muestras hasta que la mezcla sea homogénea.

Se le mostrará el dispositivo de prueba y como se debe utilizar. El primer paso es sumergir el dispositivo en la mezcla homogénea hasta que se llenen los cilindros, después, extraerlo y sumergirlo en agua esperando hasta su solidificación. Con el crayón solidificado, remover las tapas del dispositivo y extraer las barras de crayón con las cuales se realizará la prueba de aceptación de la preparación.

La fuerza de quiebre de la cual también es encargado el inspector, consiste también de un dispositivo. El ingeniero de planta le mostrará con usar el dispositivo que está formado con barras de un cuarto de pulgada en forma de rectángulo que en la parte central cruzan otras dos



barras para la ubicación del crayón y una barra con un peso de 1.81kg en el centro del lado corto del rectángulo.

Al inspector se le enseñará como realizar la prueba con el dispositivo, primero poner el crayón dentro de las barras para su ubicación, después poner la barra con el peso sobre el crayón, si el crayón no se rompe se quita y se acepta colocándose en la caja de crayón aceptado. El crayón que se rompe se pone en la caja de crayones defectuosos para reprocesarse. Al final del lote, se anota en una hoja especial el número de defectos, número de mezcla y de molde con la fecha.

El segundo inspector se encargará de la prueba de porosidad. Se le capacitará en distinguir los crayones con exceso de porosidad, media y baja porosidad. Se le indicará que no se aceptarán los crayones con exceso de porosidad, poniéndose dentro de una caja para crayones defectuosos para después llevarlos a ser reprocesados. Los crayones con media y baja porosidad, se aceptarán y podrán pasar a la prueba de fuerza de quiebre.

El ingeniero de planta le enseñará a usar el control de la prueba que consta de cuarenta círculos divididos en cinco hileras de ocho. Cada círculo representa una cavidad del molde y se presentan numerados. Mostrará el ingeniero al inspector, a la hora de ser colada la preparación, en los detalles que debe de fijarse indicándole que debe de anotar la forma en que se colo el molde, el comportamiento del molde al solidificar la mezcla como burbujeo o cualquier anomalía que se presente. Todas estas anotaciones deberán quedar anotadas en la parte posterior del control con la fecha y número de mezcla, número de molde y el número de piezas defectuosas.

El inspector de la preparación y la fuerza de quiebre se encargará de recolectar las hojas de control por molde y las entregará al ingeniero de planta.

El jefe de inspección instruirá al personal del área de empaque sobre las modificaciones y nuevos controles que se llevarán. La persona encargada de etiquetar el crayón se le explicará que antes de utilizar la máquina etiquetadora, se debe revisar que esté en buenas condiciones de funcionamiento, se abastezca con la cantidad adecuada de adhesivo y etiquetas. Posteriormente se pondrán los crayones y se procederá a etiquetarlos.

Se le explicará a la persona que cuando la máquina tenga que detenerse para reabastecerla o se descubre un mal funcionamiento, se aprovechará la ocasión para revisar y separar los crayones bien etiquetados de los etiquetados fuera de posición o con falta de adhesivo, estos se acumularán en la caja de defectuosos y deberán de quitárseles las etiquetas dejándolos listos para ser reprocesados, después de haber llevado los crayones aceptados a la sección de empaque. En caso de paro por mal funcionamiento, avisará inmediatamente al ingeniero de planta para que reparen la máquina y después revisará y separará los crayones buenos de los defectuosos.

La persona de etiquetado llevará un control en el cual anotará la fecha, el número de ciclo, la razón de paro (abastecimiento o fallo) la cantidad de crayones etiquetados y el número de defectuosos por ciclo de preparación de la máquina etiquetadora, arranque y paro.

Las personas de la sección de empaque se encargan de empaquetar los crayones dentro de cajas para doce crayones o paquetes de seis crayones de diferentes colores. El ingeniero adiestrará a cada persona individualmente. La persona encargada de empaquetar las cajas, el ingeniero le mostrará como debe dejar alineadas las cajas con la lengüeta superior abierta para facilitar la inspección y empaque posterior. Se le señalará que cuando haya acabado de empacar los crayones dejándolos alineados para la inspección, pasará a revisar los paquetes de seis crayones separando los que estén mal cerrados o defectuosos y empacando dentro de cajas de cartón los aceptados. Cuando termine anotará la fecha, número de revisión, cantidad de paquetes revisados y cantidad de rechazados.

La persona encargada de empaquetar y cerrar las bolsas de seis crayones, dejará alineados los paquetes para su posterior inspección listas para el empaque final en cajas de cartón. Cuando haya acabado de empaquetar y cerrar, procederá a inspeccionar las cajas plegables con doce crayones revisando si existen algunas con colores repetidos, estas cajas serán separadas para su corrección. Las cajas aceptadas se cerrarán las lengüetas y se empacarán dentro de cajas de cartón para su embarque.

Finalmente, el ingeniero le enseñará una hoja de control donde deberá anotar la fecha,

número de revisión, cantidad empacada, cantidad rechazada.

Al final del día la persona encargada de etiquetar recogerá los controles y los entregará al jefe de la inspección.

#### 6.4 Círculos de calidad.

Los círculos de calidad los dirigirá el jefe de inspección que es el responsable de monitoriar el progreso dentro de las tres áreas.

Las sesiones de los círculos de calidad se tomarán por área y tendrán una duración de una hora, en la cual, el inspector en jefe mencionará la meta que se fijó, los fallos que se tuvieron, como se solucionaron, el progreso alcanzado y se fijarán las nuevas metas para la siguiente semana, además de dar una a largo plazo, por ejemplo, lo que se espera al final del mes. En caso de que el progreso dentro del área sea bueno, se alentará a seguir así y tratar de superarlo, en caso contrario, se aplicará presión al área para superarse.

El inspector en jefe tratará de hacer que la gente se involucre en la resolución de las dificultades del área, promoviendo la participación de todos los miembros en la elaboración de mejoras, clasificación de los proyectos de mejora por su importancia, tomándolas en consideración para su elaboración y utilización dentro del área, realizando aquellas que sean viables. Todo esto es muy importante para la motivación de los grupos para hacer el mejor esfuerzo en conseguir las metas trazadas y en la generación de buenas ideas para la resolución de dificultades, ya que ellos tienen más experiencia en su trabajo.

El inspector en jefe, por medio del círculo de calidad instruirá y capacitará tanto a inspectores como al grupo, en la finalidad de las cartas de control, su uso y el cálculo de los límites de control y lo que representan. También los instruirá en las clases de defectos del área y en los que estos afectan, tanto interna como externamente.

Con esto se busca que el personal entienda que su trabajo es importante.

### 6.5 El jefe de inspección.

El jefe de inspección se encarga de la recepción de la materia prima, llevar las cartas de control de confiabilidad por proveedor, negociar la entrega de certificados de laboratorio de no toxicidad y hacer que se guarde bien el material.

Area de producción.

Se encargará de revisar los registros en las cartas de control de la área de producción.

TABLA 6.1

PROGRAMA DE MEJORA  
AREA DE PRODUCCIÓN

SEMANA	1 PREPARACIÓN		1 COLADO		1 CRAYON SALE		1 TOTAL	
	1 x MOLDE		1 x MOLDE		MAL x MOLDE		1 CRAYONES	1 DEFECTUOSOS
	1		1		1		1	x MOLDE
1	1	2	1	3.6	1	2.4	1	6
2	1	1.5	1	3.0	1	1.8	1	4.8
3	1	1.5	1	3.0	1	1.8	1	4.8
4	1	1.0	1	2.4	1	1.2	1	3.6
5	1	1.0	1	2.0	1	1.0	1	3.0
6	1	0.8	1	1.8	1	0.8	1	2.6
7	1	0.8	1	1.6	1	0.8	1	2.4
8	1	0.6	1	1.2	1	0.6	1	1.8
	1		1		1		1	

En el área de producción el jefe de inspección estará alerta revisando los controles para que estos vayan de acuerdo al programa de mejora, al que se espera llegar dentro de los primeros dos meses o ocho semanas. Si los logros obtenidos no se ajustan a los del programa, dentro del círculo de calidad de producción se mencionará aplicando presión al logro de la meta trazada para la siguiente semana. Si los logros van de acuerdo al programa, se motivará al seguimiento y mejoramiento de las metas.

La preparación por molde indica el número de intentos que se hicieron para tener lista la

preparación para ser colada. El colado mal por molde, indica el número de crayones que presentaron con exceso de porosidad y se rechazaron. El crayón que sale mal por molde, son aquellos que se rompieron por mal manejo o que no pasaron la prueba de la fuerza de quiebre.

El total de crayones defectuosos es el que tendrá que monitoriar el inspector en jefe tratando de lograr que el promedio por semana tienda al programado.

Al finalizar el plazo de los dos meses, si se ha alcanzado la meta programada, se trabajará para mantener el nivel alcanzado, sino se ejercerá presión sobre el área para alcanzarlo y mantenerlo.

**TABLA 6.2**  
PROGRAMA DE MEJORA  
AREA DE EMPAQUE

1	SEMANA	1	ETIQUETADO	1	EMPAcado	1	EMPAQUETADO	1
1		1	MAL DE 40	1	MAL DE 10	1	MAL DE 20	1
1		1	CRAYONES	1	CAJAS	1	BOLSAS	1
1	1	1	3.6	1	1.2	1	1.2	1
1	2	1	3.0	1	1.0	1	1.0	1
1	3	1	2.4	1	1.0	1	1.0	1
1	4	1	1.8	1	0.8	1	0.8	1
1	5	1	1.2	1	0.8	1	0.8	1
1	6	1	0.6	1	0.7	1	0.7	1
1	7	1	0.5	1	0.7	1	0.7	1
1	8	1	0.4	1	0.6	1	0.6	1
1		1		1		1		1

En el área de empaque, el inspector en jefe revisará los registros de las cartas de control para que vayan conforme al programa de mejora.

El jefe de inspección de acuerdo a los resultados obtenidos semanalmente motivará al grupo ejerciendo presión cuando no hayan alcanzado la meta y felicitará al grupo animándolos a la superación, si se obtuvieron las metas.

Presentará semanalmente el jefe de inspección un reporte con los resultados obtenidos dentro de las tres áreas con los descubrimientos de las causas de los defectos y las anomalías

que se presenten durante el periodo.

#### **6.6 Sistema de control de calidad.**

El sistema de control de calidad se basa en la dirección que se encarga de la planeación de la fabricación de acuerdo a la demanda y al monitoreo de progreso y desarrollo del programa de calidad para decidir el curso del proyecto de control de calidad.

La segunda parte del sistema es el jefe de inspección representado por el ingeniero de planta encargado del abastecimiento de las materias primas para la fabricación dependiendo del reporte de demanda del producto generado por la dirección. Se encarga también de revisar los registros de controles de las áreas calculando los límites de control y estableciendo si van de acuerdo con el programa de mejora propuesto. Primeramente informará a la dirección el desarrollo semanal del programa de mejora.

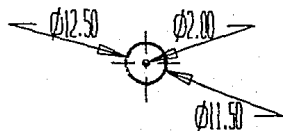
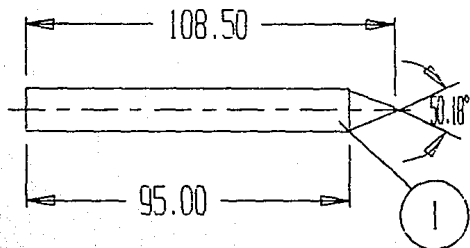
Dirigirá semanalmente una hora de círculo de control de calidad por área, en donde se establecerán metas por periodo revisando las anteriores, anomalías presentadas durante el periodo, soluciones de la causa de los defectos y causas de defectos no encontradas.

Los inspectores de producción son importantes, ya que por medio de ellos se conocerán las causas y se encontrarán soluciones. El operario de producción al preparar y llevar registro de la preparación de la mezcla para disminución de preparaciones rechazadas, el mejoramiento y cuidado al colar el molde, la buena limpieza de los contenedores cuando se cambia de color y la limpieza del molde después de haberlo vaciado.

El personal del área de etiquetado, dividido en la persona encargada de etiquetar el crayón por medio de la máquina etiquetadora, al revisar que la máquina se encuentre en circunstancias para operar y separar los crayones buenos y reprocesar los malos. Las personas que empaican cajas y bolsas y se cambian para inspeccionar. Finalmente las tres personas llevan un registro de la cantidad revisada y la reprocesada o defectuosa.

El sistema de control de calidad se basa en la retroinformación de los inspectores y personal al jefe de inspección por medio de cartas de control de calidad que revisa y registra para conocer si se ajusta a las metas de calidad y reporta los resultados a la dirección con los hallazgos de las causas y soluciones de defectos.

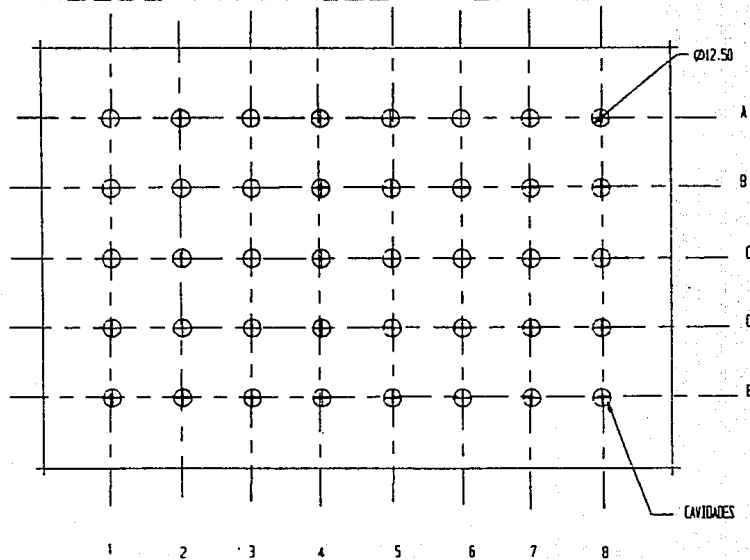
La dirección informará al jefe de la inspección sobre el programa de fabricación del período, notificando si existe un cambio en el programa de mejora.

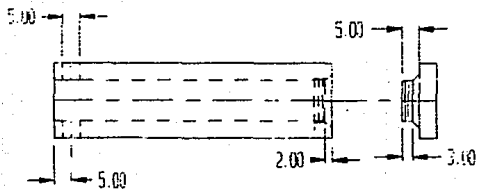
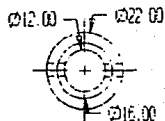
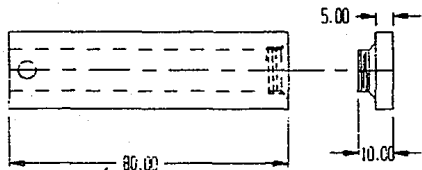


DEFINICIÓN DE LOS MATERIALES:		
1	PISTÓN	Para mayor información ver especificación: 2
1	MATERIALES CALIBRANTES	Para mayor información ver especificación: 3
Fecha:	27.11.72	Escala: 1:1 Dimensiones en: mm.
Diseño:	Jos. Luis B. Salcedo Harguez	
Revisó:	Dr. Pedro Boscá	
Aprobó:	Dr. Pedro Boscá	
PLANO 1: CRAYÓN (LAPIZ DE CERA).		



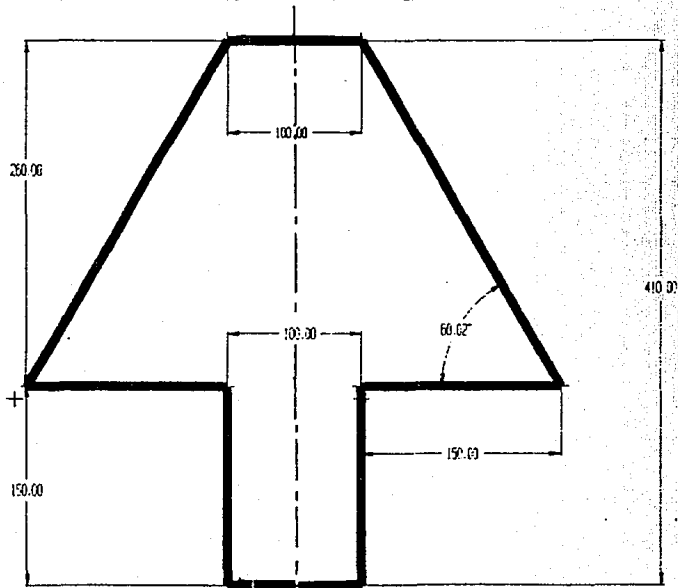
# MOLDE PARA COLAR CRAYONES.

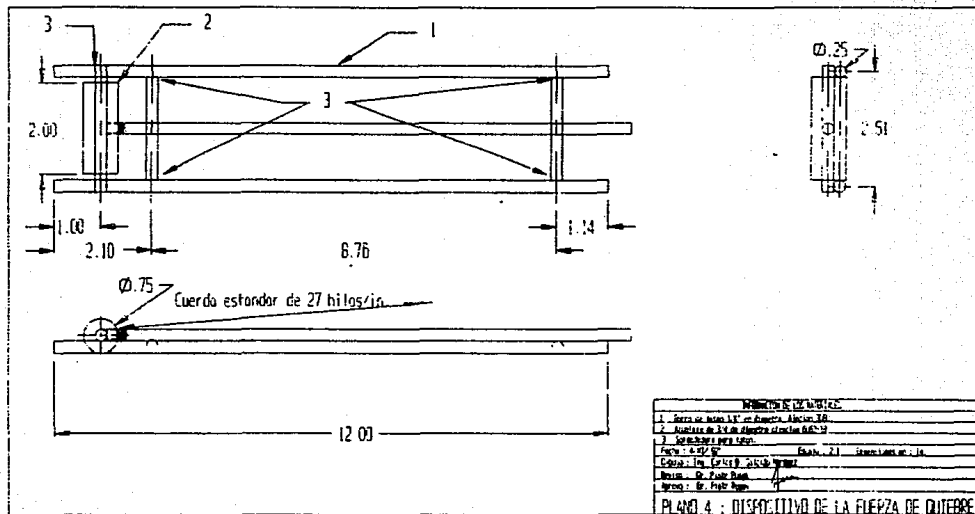




INDICACIONES DEL MATERIAL	
Fecha:	26-X-92 letrada: lll/lin mm
DIBUJE:	Ing. Carlos E. Salcedo M
Periso:	DR. PIDIP RIVERA
Aprobado:	DR. PIDIP RIVERA
Dispositivo de C.C. para la mezcla.	

# GANCHO PORTA TUBOS TOMA MUESTRAS DE CRAYON.





# CAPITULO 7

## PROCEDIMIENTOS ESTADÍSTICOS DE CONTROL DE CALIDAD.

### 7.1 Procedimiento estadístico de las cartas de fracción rechazado $p$ .

La carta de control de fracción rechazada  $p$ , también conocida como fracción defectuosa, puede usarse para características de calidad que se observan como atributos o características medidas por dispositivos de pasa o no pasa. Siempre y cuando el resultado de la inspección clasifique individualmente a cada artículo como aceptado o rechazado, una sola carta  $p$  se podrá aplicar a una o varias características de calidad.

La fracción rechazada  $p$ , se define como el cociente del número de artículos no conformes encontrados en la inspección o serie de inspecciones y el número total de artículos inspeccionados. La fracción rechazada se expresa casi siempre como una fracción decimal.

El porcentaje rechazado es cien por  $p$  ( $100p$ ), es decir, cien veces la fracción rechazada  $p$ . Para los cálculos de control de calidad, es necesario usar la fracción rechazada. Para graficar y presentar los resultados al personal, a la dirección, es conveniente presentar la fracción en porcentaje.

Los límites de control de la carta  $p$  se calculan a más menos tres desviaciones estándar

por lo normal, con estos límites de tres sigma ( $3\sigma$ ) la probabilidad de encontrar un punto que caiga fuera de los límites es muy poco usual.

La media o valor esperado es  $p$  y su desviación estándar es  $\sqrt{p(1-p)/n}$ . Los límites para tres sigma de la carta  $p$  son:

$$\text{Límite Superior (LS)} = p + 3\sqrt{p(1-p)/n}$$

$$\text{Límite Inferior (LI)} = p - 3\sqrt{p(1-p)/n}$$

Los límites para tres sigma de la carta  $np$  son:

$$\text{Límite Superior (LS)} = p + 3\sqrt{np(1-p)/n}$$

$$\text{Límite Inferior (LI)} = p - 3\sqrt{np(1-p)/n}$$

Cuando se usa  $p$  con el subfijo  $o$  ( $p_o$ ) se refiere al valor estándar escogido para los propósitos de la carta de control.

En casos donde el valor estándar no se usa, el valor observado  $p$ , es el que se usa. Este valor se usa para calcular los límites de prueba.

En algunas cartas de control, los límites a más, menos tres sigma, en lugar de angostar o ensanchar los límites se usan así por cuestiones económicas entre los costos por buscar causas asignables cuando no existen y el costo de buscarlas cuando existen. Aunque en la mayoría de los casos, los límites con tres sigma son los mejores, existen casos especiales en donde el uso de límites más angostos de dos sigma son convenientes. La necesidad de límites más angostos surge del uso de la carta  $p$  como un instrumento de presión de la calidad ejercida por la dirección.

Los pasos necesarios para tener una carta de control de la fracción rechazada  $p$  son los siguientes:

I Decisiones para la preparación de la carta de control.

A. Determinar el propósito de la carta  $p$ .

Aplicada a la inspección al 100%, la carta puede tener los siguientes propósitos.

1. Descubrir la proporción de los artículos no conformes .
2. Atraer la atención de la dirección de los cambios del promedio del nivel de calidad.
3. Descubrir puntos fuera del límite superior de control para identificar y corregir las causas.
4. Descubrir puntos fuera del límite inferior de control que puedan indicar un relajamiento en el estándar de inspección o una mejora en la calidad que puede hacerse consistentemente.
5. Para sugerir lugares en donde se puede usar cartas de X y R ( media y rango) para diagnosticar problemas de calidad.

B. Selección de las estaciones de inspección y de las características de calidad tabuladas.

Comúnmente las cartas de control p se aplican en estaciones de inspección donde se revisan diferentes características de control. En estos casos se toma una decisión entre tener una sola carta de control o muchas. La solución más común es tener una sola carta de control pensando que cualquier investigación de las causas de los rechazos llevará a revisar los datos de la hoja de registro de la inspección.

En todos los casos, la determinación de cual de las estaciones de inspección debe usar cartas p, se basa en la consideración de si el logro de todos los propósitos tendrá un efecto en los costos suficientemente favorable para justificar el gasto de mantener la carta.

C. Decisión sobre la selección de subgrupos.



La carta de control de la fracción rechazada usa la base más natural para seleccionar un subgrupo racional que es el orden en que la producción se desarrolla.

Cuando la producción no es continua, una alternativa satisfactoria es considerar cada orden de producción como un subgrupo.

En todas las cartas de control, la selección de los subgrupos se hace de manera que minimiza la posibilidad de variación entre subgrupos.

#### D. Elección entre cartas $p$ o $np$ .

La elección entre las técnicas de datos de las cartas de control por atributos, se basa particularmente en la conveniencia en la interpretación de la carta.

Cuando el tamaño del subgrupo varía, la carta de control debe mostrar la fracción rechazada o porporción rechazada, en lugar del número de rechazos, es decir, usar una carta  $p$ .

Cuando el tamaño del subgrupo es constante, se puede usar la carta para el número de rechazos, esta carta de control se le llama  $np$  o  $pn$ .

#### E. Decisiones sobre el cálculo de los límites de control.

Las cartas de control  $p$  para tamaño de subgrupo variable tiene la necesidad de calcular los límites para cada subgrupo o usar un método aproximado por medio de límites de control basados en el promedio del tamaño de los subgrupos. La variación de los límites influye en el costo del cálculo de los límites, explicar la razón de la variación de los límites al personal.

Cuando la variación de los límites es inevitable, es mejor hacer que toda la gente se haga a la idea de que los límites de control varían conforme al tamaño del subgrupo, en lugar de tener límites de control que varían algunas veces y otras no.

#### F. Formas para registrar los datos de la carta.

Las formas contienen espacios para toda la información que es esencial para preparar la carta de control. La información acerca de una no conformidad particular observada se puede tomar en una hoja de registro que muestre los artículos inspeccionados y el número de artículos rechazados.

## II Comenzar la carta de control.

Pasos esenciales de una carta de control.

A. Registrar los datos de cada subgrupo del número inspeccionado y número rechazado.

Cualquier suceso que pueda ser una pista para explicar los puntos fuera de control o cambios en el nivel de calidad se deberán anotar en la hoja de registro como nota suplementaria.

B. Calcular la  $p$  de cada subgrupo.

$$p = \frac{\text{número de rechazados en el subgrupo}}{\text{número inspeccionado del subgrupo}} = \frac{np}{n}$$

C. Calcular  $\bar{p}$ , el promedio de la fracción rechazada.

$$\bar{p} = \frac{\text{número total de rechazos durante el periodo}}{\text{número total inspeccionado durante el periodo}} = \frac{\sum np}{\sum n}$$

Mientras sea práctico, se prefiere por lo menos tener datos de veinticinco subgrupos antes de calcular  $\bar{p}$  y establecer los límites de control.

D. Calcular los límites de control para cada subgrupo basado en el promedio observado de la fracción rechazada  $\bar{p}$ .

E. Graficar cada punto cuando se obtenga. Grafique los límites de control tan pronto se calculen fijándose si el proceso se presenta en control.

III Continuar la carta de control.

A. Seleccionar la fracción rechazada estándar ( $po$ ).

La carta  $p$  no solo es una prueba para la presencia o ausencia de causas asignables de variación, también es una base de juicio para saber si el nivel de calidad se encuentra dentro del deseado.

Cuando la carta  $p$  se usa para establecer un nivel de calidad estándar, se espera que los puntos caigan fuera de los límites de calidad por dos razones, (1) la existencia de causas asignables de variación o (2) la existencia de un nivel de calidad diferente del estándar asumido ( $po$ ).

B. Cálculo de los límites de control.

Una vez que se ha establecido el valor estándar ( $po$ ), se evalúan los límites de control normalmente a tres sigma, o dos sigma cuando la dirección elija límites más cerrados.

C. Graficar los puntos y los límites.

Tan pronto como se obtengan los datos, se podrá graficar los límites y los puntos en la carta de control.

Es preferible omitir en las gráficas que se le presenten al personal dentro de la planta los límites inferiores de control, porque es casi imposible explicar al personal como puntos de mejor calidad que la estándar esperada, pueden clasificarse como fuera de control.

Es importante en la carta de control  $p$  unir los puntos que representan los subgrupos sucesivos por líneas para la interpretación de la carta. La asistencia de las líneas nos muestran las tendencias y a saber interpretarías, son tan importantes como la interpretación de los límites de control.

D. Interpretación de la falta de control.

Ocasionalmente, pueden existir cambios erráticos del nivel de calidad en algún subgrupo aunque la calidad se mantenga en la fracción rechazada estándar (po).

#### E. Revisión periódica de (po).

La fracción rechazada estándar, se debe revisar de vez en cuando, puede hacerse de vez en cuando, a intervalos irregulares cuando haya evidencias que justifiquen el cambio. Cuando se usan muchas cartas p, es mejor asegurar una revisión periódica estableciendo un período regular de revisión.

Cuando existe una evidencia del decremento en el promedio del porcentaje rechazado y es claro que la disminución refleja un mejoramiento en la calidad real en lugar de ser un relajamiento en la inspección, es una buena idea cambiar (po) a un mejor nivel, esto es un incentivo a mantener el proceso dentro del nuevo nivel de calidad. En caso contrario, cuando existen evidencias sostenidas de un pobre nivel de calidad, el ingeniero debe forzar a no tener que cambiar (po) a un pobre nivel de calidad. Una revisión para un cambio de un mayor (po) no se debe hacer sin evidencia de que el cambio es inevitable, que con la misma atención a la calidad que antes, el porcentaje rechazado aumentará. Algunos cambios de este tipo es tener los límites de la especificación más cerrados, adecuar los límites existentes para los inspectores. El valor de (po) no se debe de incrementar solo en base a un nivel de calidad pobre resultado de una disminución en la atención a la calidad por parte del personal de producción.

#### IV Reportes y acciones basadas en las cartas de control.

##### A. Acciones para poner un proceso bajo control a un nivel satisfactorio.

A corto plazo, el mejoramiento de la calidad, es el resultado de enfocar la atención del personal en el nivel de calidad y no tanto en el de los límites de control. A la larga, el incremento de la calidad se atribuye al uso de la carta p para concentrar la atención en las causas

asignables, indicadas por puntos que salen fuera del límite superior de control.

Frecuentemente, el descubrimiento y corrección de las causas asignables de una calidad pobre, son trabajos técnicos. En estos casos no ayuda aplicar presión al detectar puntos fuera de control, sino ayudar a localizar la causa. Por eso es importante tener un ingeniero o un técnico especialista listo para dar soporte técnico en casos de detección de fallas.

Los puntos fuera del límite inferior de control pueden representar fallas de inspección y puede indicar la necesidad de presentar un mejor estándar de inspección o tener mejores inspectores. En otros casos, valdrá la pena examinar por las razones que hicieron que la calidad del subgrupo saliera superior al estándar. El conocimiento de estas razones ayudará para tener incrementos de calidad permanentes.

B. Revisión del diseño y especificaciones en relación a la capacidad del proceso de un producto.

Cuando la fracción rechazada dentro del proceso es muy alta para ser satisfactoria y no se puede reducir más por medio de las cartas de control, la situación solo se puede mejorar por medio de cambios fundamentales. Los cambios fundamentales pueden estar en el diseño del producto, en la especificación o en un cambio en el proceso por medio de nuevo herramental o nueva maquinaria. Los estudios de cambios fundamentales necesita la colaboración de representantes de diseño, producción e inspección.

C. Información a la dirección acerca del nivel de calidad.

En algunas cartas de control, solo se ponen el número de piezas rechazadas sin poner el número de piezas inspeccionadas. Esto es una imposibilidad para comparar el nivel actual de la calidad con algún otro en el pasado. La ventaja de la carta p, es que registra tanto el número de piezas rechazadas como de inspeccionadas, para presentar la información a la dirección acerca del nivel de calidad actual y de sus cambios.

En plantas en donde existen varios departamentos con cartas de control p, es recomendable llevar una carta de control por departamento y el número inspeccionado para

presentarlas a la dirección que no tiene tiempo de examinar cada carta de control.

### **7.2 Procedimientos estadísticos en el área de recepción de materia prima.**

Los procedimientos de control de calidad en el área de recepción de materia prima, se llevará por medio de una carta de control  $p$ . Se tendrá una carta de control  $p$  de fracción rechazada por cada proveedor, en donde se anotarán las veces en que se ha pedido material y cuantas de estas veces ha sido rechazado por no ser conforme con las especificaciones. El cociente del número de veces que se ha rechazado el material y la cantidad de veces que se les ha pedido dará  $p$ , la fracción rechazada que significa en este caso, que entre más tienda a cero, el proveedor será más confiable.

En el registro llevado por proveedores se anexará además de las cartas de control, el certificado del laboratorio, el precio del material, el plazo de entrega con la fecha.

El plan para esta área es el de llegar de los costos actuales de devoluciones y pruebas a los estimados dentro del plazo de los dos meses reportando el progreso a la dirección. La dirección supervisará y monitoriara por medio de registros, aplicando presión sobre el ingeniero de planta cuando haga falta.

### **7.3 Procedimientos estadísticos en el área de producción.**

El procedimiento estadístico de control de calidad del área de producción se basa en un registro de control de calidad por cada uno de los tres moldes. El registro se le pondrá la fecha y número de molde. Por cada mezcla el inspector de la preparación pondrá el número de preparaciones necesarias para que la mezcla quedara bien, el inspector de colado la cantidad de

crayones con exceso de porosidad, es decir, de defectuosos y el inspector de la fuerza de quiebre, el número de crayones defectuosos que no pasaron la prueba.

Se aplicarán límites a dos sigma ( $2\sigma$ ) para presionar al grupo a la obtención de las metas. Una vez alcanzada la estimación se usarán los límites normales de tres sigma ( $3\sigma$ ) y el inspector en jefe deberá revisar que los resultados semanales estén conforme a la tabla 1 elaborada según la fórmula para el número de subgrupos constantes de cuarenta crayones equivalente a la capacidad de un molde. Se usó para los límites las siguientes fórmulas :

$$\text{Límite Superior (LS)} = np + 2\sqrt{np(1-p)}$$

$$\text{Límite inferior (LI)} = np - 2\sqrt{np(1-p)}$$

TABLA 7.1

SEMANA	PREPARACION	COLADO	CRAYON SALEL	TOTAL			
	POR MOLDE	POR MOLDE	MAL x MOLDE	DEFECTUOSO			
	C	LS	LI	C	LS	LI	FOR MOLDE
1	1	14.761	0	13.617	22.101	2.415.4	1 0 16 110.511.5
1	2	11.513	9.01	0	13.016	3.310	11.814.421 0 14.81 8.510.7
1	3	11.513	9.01	0	13.016	3.310	11.814.421 0 14.81 8.510.7
1	4	11.012	9.71	0	12.415.4	1011.213.351	0 13.617.221 0
1	5	11.012	9.71	0	12.014.761	1011.012.971	0 13.016.331 0
1	6	10.812	5.71	0	11.814.421	1010.812.571	0 12.615.721 0
1	7	10.812	5.71	0	11.614.071	1010.812.571	0 12.415.4 1 0
1	8	10.612	1.41	0	11.213.5	1010.612.131	0 11.814.421 0
1	1	1	1	1	1	1	1 1 1 1

Los resultados de los subgrupos se graficarán diario por molde.





### **7.5 Registros de control de calidad.**

Los registros de control de calidad para las cartas p se llevarán por cada área de fabricación llevandose uno por sección o defecto y otro general de los defectos en el área.

Los registros por sección o defecto tendrán anotaciones de las causas de fallos o defectos que se hayan presentado y si se halló la solución. Los registros generales sólo deberán llevar la cantidad inspeccionada en cada ocasión y el número de defectos de las diferentes características de calidad o en el caso del área de empaque de las diferentes presentaciones de empaque y etiquetas mal pegadas.

Las hojas de los registros son las siguientes :

## REGISTRO DEL AREA DE RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA

PROVEEDOR : \_\_\_\_\_

MATERIAL : \_\_\_\_\_ DESDE : \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Pedido No.	Cantidad	Precio/ Fecha	Plazo	Certifi- cado.	Aceptar =A Rechazar=R
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					

## REGISTRO GENERAL DEL AREA DE PRODUCCION

MOLDE No. \_\_\_\_\_

FECHA : \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Mezcla No.	Preparación / Intentos	Colado / Porosidad	Fza. de quiebre
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			

## REGISTRO DEL AREA DE PRODUCCIÓN

COLADO DEL MOLDE

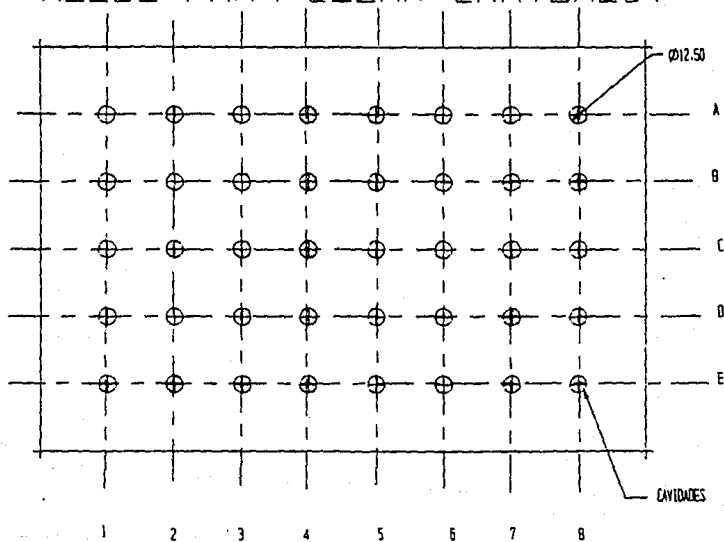
MOLDE No. \_\_\_\_\_

FECHA : \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

MEZCLA No. \_\_\_\_\_

COLOR : \_\_\_\_\_

## MOLDE PARA COLAR CRAYONES.



## REGISTRO DE LA PRUEBA DE APROBACION DEL CRAYON

CUADROS ACEPTADOS : \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

MOLDE: \_\_\_\_\_ COLADA No. \_\_\_\_\_ DEFECTOS: \_\_\_\_\_

## REGISTRO DE LA PRUEBA DE LA FUERZA DE QUIEBRE

MOLDE No. \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Colada No.	No. de piezas probadas.	Piezas aceptadas.	% aceptado.
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			

## REGISTRO DEL AREA DE EMPAQUE

ETIQUETADO DEL CRAYON

FECHA : \_\_/\_\_/\_\_

Orden No.	Cantidad de crayón.	Número defectuoso.	Razón de paro.
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			

## REGISTRO DEL AREA DE EMPAQUE

EMPAQUE DE CRAYONES EN CAJAS DE 12 O PAQUETES DE 6

CAJA ( ) PAQUETE ( ) FECHA : \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Orden No.	Cantidad Revisada	Cantidad defect.	P	LS	LI	Notas.
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						



# CONCLUSIONES

El estudio realizado en la planta de la compañía Química Urbina S.A. de C.V. se encontró que debido a las carencias en las características de calidad en el crayón extra grueso, se justifica desarrollar un sistema de control estadístico de la calidad aplicado en la fabricación del crayón.

El desarrollo de el sistema se basó en los costos históricos y los porcentajes de reprocesos dentro de cada área. Se encontró que el área de producción es la que presentaba la mayor cantidad de no conformidades con las especificaciones.

Para la resolución del caso que se presentó se propusieron tres alternativas para desarrollar el sistema, una basada en el 100% de inspección, otra de inspección por muestreo y la tercera, como base de referencia en cuanto al costo de no tener inspección.

La evaluación de estas tres alternativas por medio de los métodos de valor presente neto (VPN) y tasa mínima de rendimiento (TIR), concluyen que la mejor opción es contar con una inspección al 100%.

Basándonos en los requisitos técnicos y estéticos de la calidad y debido a la falta de noción del control de calidad dentro de la fábrica, se optó por las cartas de control p como medio de registrar los niveles de calidad dentro de las áreas de la fabricación de el crayón.

El plan de control estadístico se apoyó en la capacitación como medio de adiestrar al personal e inspectores sobre la técnica de las cartas de control p y np. Se propuso que se continuaran estos cursos dentro de los círculos de calidad como medio de instrucción,

adiestramiento, información y motivación. Los círculos se realizarán una hora por semana cada área impartiendo los el jefe de inspección.

El sistema de control de calidad estadístico pretende encontrar los tipos de fallos que generan la falta de conformidad con las especificaciones, generar soluciones para los fallos y llevar un registro de estos. En cuanto más se conozcan los fallos y mejor se sepan regular, se tendrá un mejor control del producto.

Las cartas de control ayudan a encontrar lugares donde sería mejor el empleo de otro tipo de carta de control, si se necesitan cambios en el diseño dentro del proceso, cambios en las especificaciones, cambios en el proceso para alcanzar el nivel de calidad deseado.

En conclusión, el empleo de un sistema de control de calidad estadístico beneficiará a la empresa porque terminará con gente más preparada, conocerá y resolverá las dificultades en los procesos, contará con un registro histórico del control de calidad y hacer que la producción del crayón de colores extra grueso tipo elefante dé un mayor rendimiento y se desarrolle más eficientemente. La conclusión que se da, de emplear el 100% de inspección, es el más benéfico para el caso particular de esta empresa en donde no ha existido un sistema de control de calidad en la manufactura, por lo cual se necesita saber el comportamiento de los errores y defectos en la manufactura, éste es un primer paso en la implementación de un sistema de calidad. Se debe hacer notar que aunque dentro de este estudio se da como una primera alternativa para alcanzar el sistema óptimo que sería el no tener inspección, esto se da después de un conocimiento profundo de los sistemas de producción y a veces del cambio de sistemas de producción para alcanzar esto que para algunas personas parecerá una utopía, es muy real y con estos sistemas se trabaja hoy en día en el mundo.

Hoy en día, cuando la preocupación de nuestra nación es el tratado de libre comercio, tendremos que conocer más a fondo esto que es el control de calidad y los sistemas para llegar

a tener cero defectos. Recordemos que todo ésto es paulatino: 100% de inspección para conocer nuestros procesos, muestreo por variables o por atributos, para llegar por fin a casi no tener inspección y finalmente no tener inspección.

## BIBLIOGRAFIA :

ISHIKAWA, Kauro, ¿Qué es control de calidad?, (Margarita Cardenas), México, Editorial Norma S.A., 1986.

CROSBY, Phillip B., La calidad no cuesta, (Ing. Ind. Octavio Diaz Garcia de León), México, Compañía Editorial Continental S.A. de C.V., (6ta ed.), 1990.

JURAN/GRYNA, Quality planning and analysis, E.E.U.U., McGraw Hill Inc., (2da. ed.), 1980.

JURAN/GRYNA/BINGHAM JR., Manual de control de calidad, (José María Vallhonrad Bou), Barcelona, Editorial Reverté S.A., (2da ed.), 1987.

BERTRAND L. Hansen/PRADESHAR M. Gitare, Control de calidad teoría y aplicaciones.

DEMING, W. Edwards, Calidad, Productividad y Competitividad.

COSS BU, Raul, Análisis y evaluación de proyectos de inversión., México, Editorial Limusa S.A. de C.V., (2da ed.), 1986.

LOCK/SMITH, Como gerenciar la calidad total., estrategias y técnicas., (Jesús Villamizar Herrera), Colombia, Legis Editores S.A., 1991.

SHIGLEY/MITCHELL, Diseño en ingeniería mecánica., (Francisco Paniagua Bocanegra), México, Libros McGraw Hill de México S.A. de C.V., (3ra ed.), 1985.