



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

A LOS ASISTENTES A LOS CURSOS

Las autoridades de la Facultad de Ingeniería, por conducto del jefe de la División de Educación Continua, otorgan una constancia de asistencia a quienes cumplan con los requisitos establecidos para cada curso.

El control de asistencia se llevará a cabo a través de la persona que le entregó las notas. Las inasistencias serán computadas por las autoridades de la División, con el fin de entregarle constancia solamente a los alumnos que tengan un mínimo de 80% de asistencias.

Pedimos a los asistentes recoger su constancia el día de la clausura. Estas se retendrán por el periodo de un año, pasado este tiempo la DECFI no se hará responsable de este documento.

Se recomienda a los asistentes participar activamente con sus ideas y experiencias, pues los cursos que ofrece la División están planeados para que los profesores expongan una tesis, pero sobre todo, para que coordinen las opiniones de todos los interesados, constituyendo verdaderos seminarios.

Es muy importante que todos los asistentes llenen y entreguen su hoja de inscripción al inicio del curso, información que servirá para integrar un directorio de asistentes, que se entregará oportunamente.

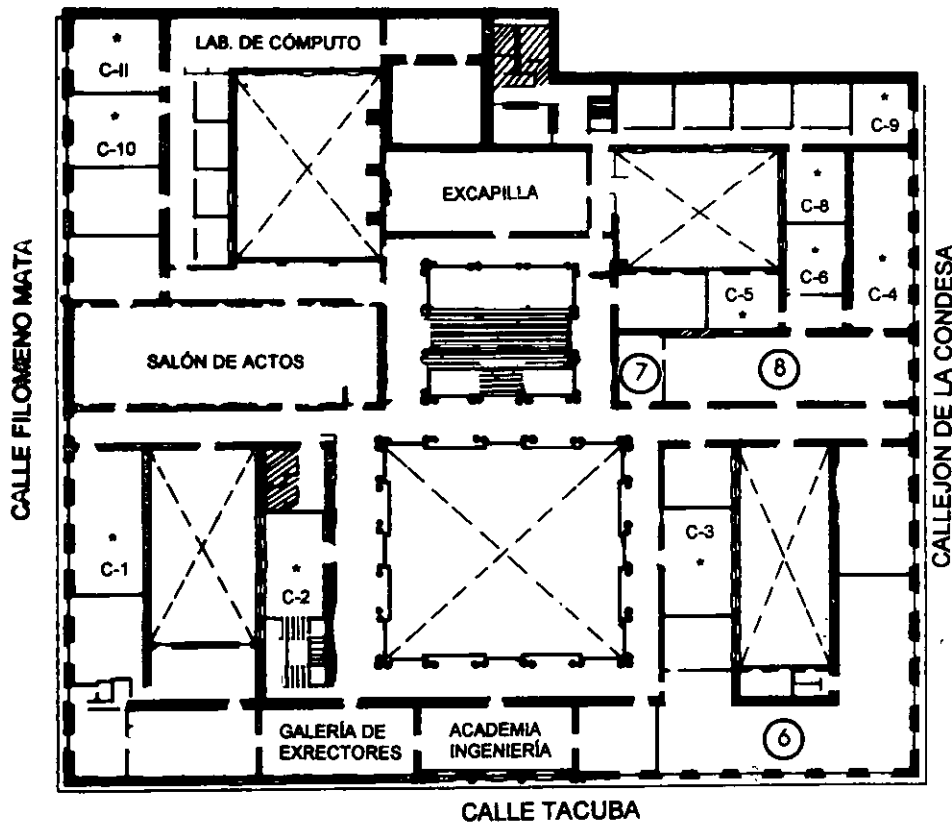
Con el objeto de mejorar los servicios que la División de Educación Continua ofrece, al final del curso deberán entregar la evaluación a través de un cuestionario diseñado para emitir juicios anónimos.

Se recomienda llenar dicha evaluación conforme los profesores impartan sus clases, a efecto de no llenar en la última sesión las evaluaciones y con esto sean más fehacientes sus apreciaciones.

Atentamente

División de Educación Continua.

PALACIO DE MINERÍA



1er. PISO

GUÍA DE LOCALIZACIÓN

1. ACCESO
2. BIBLIOTECA HISTÓRICA
3. LIBRERÍA UNAM
4. CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN "ING. BELNO MASCANZONI"
5. PROGRAMA DE APOYO A LA TITULACIÓN
6. OFICINAS GENERALES
7. ENTREGA DE MATERIAL Y CONTROL DE ASISTENCIA
8. SALA DE DESCANSO

SANITARIOS

* AULAS

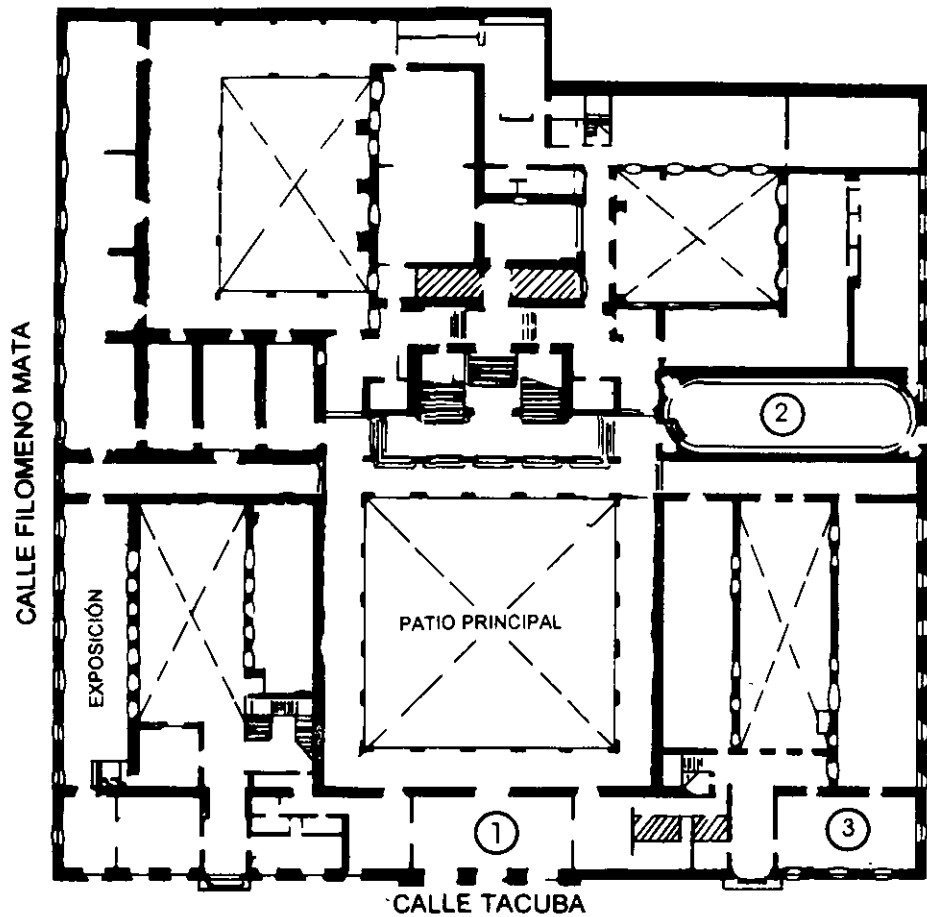


DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERÍA U.N.A.M.
CUCOS ABIERTOS

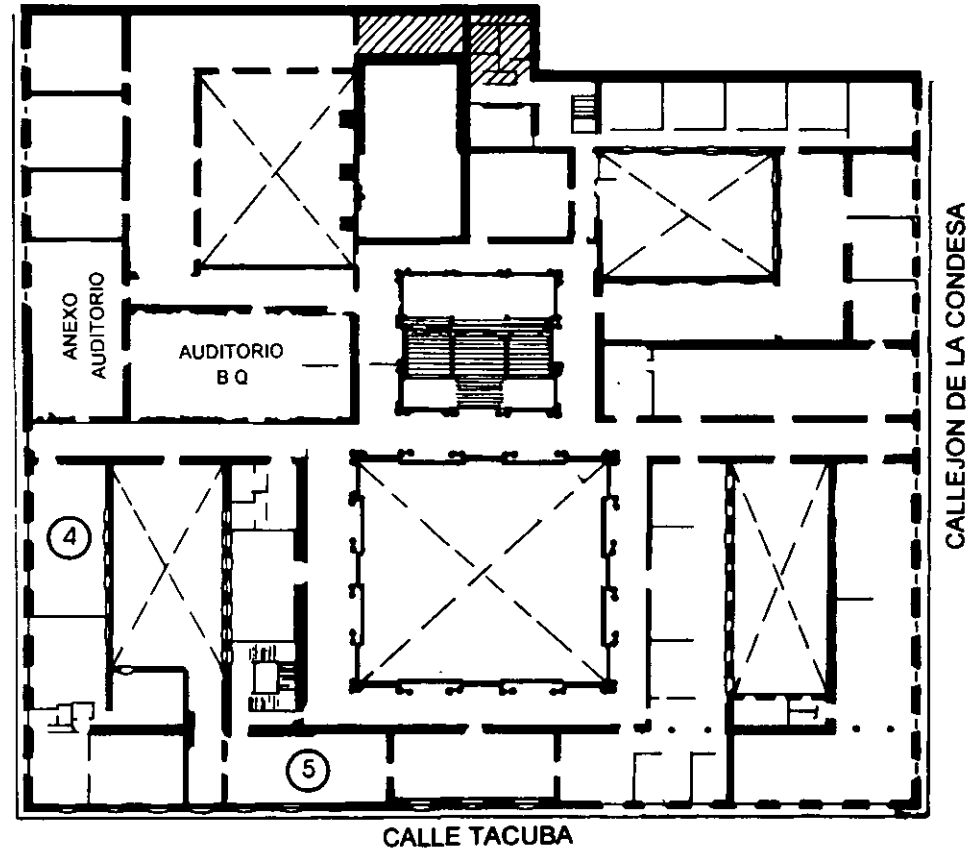
DIVISIÓN DE EDUCACION CONTINUA



PALACIO DE MINERIA



PLANTA BAJA



MEZZANINNE



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

COORDINACIÓN DE EDUCACIÓN A DISTANCIA

CURSO ANÁLISIS Y CONTROL DE CALIDAD

*DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNAM*

LICONSA. PLANTA TLÁHUAC





**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSO

ANÁLISIS Y CONTROL DE CALIDAD

Ing. Ing. Perla Fernández Reyna

9 al 13 de noviembre de 1998

hgc/JVR/AMB

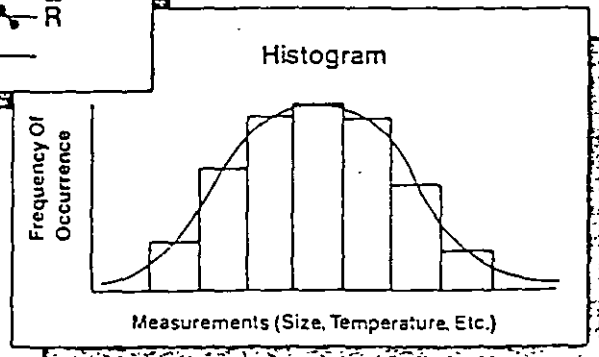
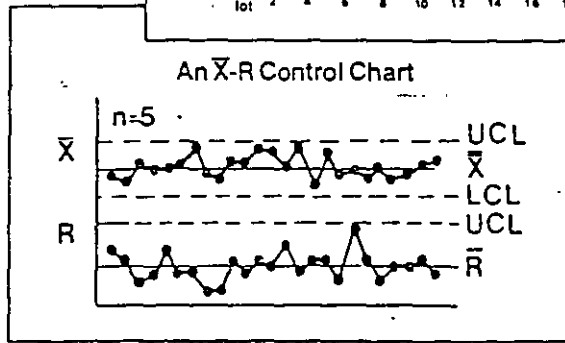
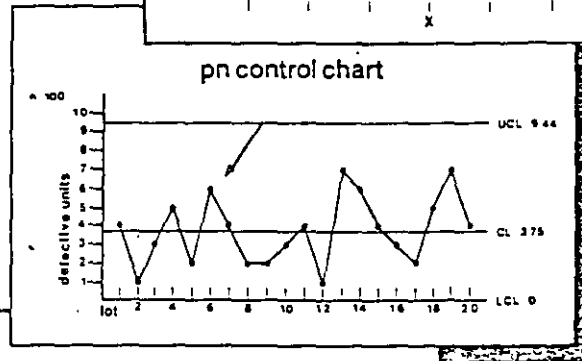
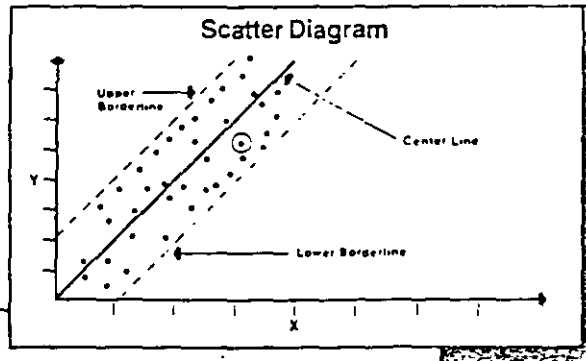


CONTROL ESTADISTICO DE PROCESO

TABLA DE CONTENIDO

Tabla de Contenido	III
Prólogo	IX
Prefacio y reconocimientos	XI
Introducción	1
—1 Recolección de datos	1.1
Presentación	1.15
Examen	1.27
Problema	1.29
2 Muestreo	2
Presentación	2.13
Examen	2.25
Problema	2.27
3 Distribución de Frecuencias	3.1
Presentación	3.13
Examen	3.27
Problema	3.29
4 Estratificación	4.1
Presentación	4.7
Examen	4.17
Problema	4.19
5 Cartas de Control por Variables	5.1
Presentación	5.23
Examen	5.37
Problema	5.39
6 Cartas de Control por Atributos	6.1
Presentación	6.15
Examen	6.25
Problema	6.27
7 Diagramas de Dispersión	7.1
Presentación	7.11
Examen	7.25
Problema	7.27

STATISTICAL PROCESS CONTROL



RIEKER
Management Systems

Statistical Methods for Quality Improvement

STATISTICAL PROCESS CONTROL

First Edition, Revision 1 (April 1985)

January 1986 Printing

© 1984 Rieker Management Systems

All rights reserved. No part of this document may be reproduced by any means without the express permission of Rieker Management Systems, Los Gatos, CA 95030.

P R O L O G O .

El Control Estadístico del Proceso (SPC) es un método para controlar las variables en un proceso. La meta más bien es la prevención del defecto o error, que meramente la detección (después de acontecido). El SPC involucra el uso de los análisis estadísticos a fin de evaluar y cumplir con el proceso primario. Estas técnicas identifican la existencia de causas "comunes" o "especiales" que afectan el cumplimiento del proceso. Las causas comunes son inherentes al proceso, a las variaciones, a la interacción de la gente, máquinas, materias primas, etc. Mientras que las causas especiales se deben a alguna irregularidad que provenga de la inestabilidad operacional.

Entendiendo esta distinción y conociendo la aplicación del SPC se hace posible - primero eliminar las causas especiales logrando una condición estable y segundo, determinar el camino en el que se continúe la reducción de la variación que pueda darse.

Solo bajo estas circunstancias se puede predecir el nivel de calidad siendo encaminado a la interminable demanda de una calidad más alta.

El SPC es más efectivo si es parte de una Dirección Total del Sistema de Calidad. Un programa completo incluye la participación de cada uno de la organización con la consecuencia de una conciencia en el aspecto de la calidad. El Control Estadístico de Proceso puede ser usado separado o conjuntamente con los Círculos de Control de Calidad y participación sistemática de la Dirección. Estos componentes SPC, QCC y SFM con sus propios canales de comunicación y enlaces muy a menudo carecen de una conexión con los sistemas de calidad siendo requeridos por un Sistema Total de Dirección de Calidad.

PREFACIO Y RECONOCIMIENTOS

El Control Estadístico de Proceso (SPC) fué desarrollado para proporcionar los instrumentos y las habilidades a fin de mejorar la productividad y calidad de los servicios y productos de su organización. Muchas de las características de calidad no pueden asegurarse solo por inspección. Se debe poner énfasis en el análisis de los procesos y el control de procesos, es decir, -- cartas de control y otros instrumentos estadísticos. El SPC puede ayudarle a hacerlo.

Este manual no se diseñó como libro de texto, sino más bien como instrumento entrenador, el cual puede ayudar a hacer su trabajo más fácil y satisfactorio. Cada sección se presenta en cuatro partes. La primera parte establece los objetivos de la sección; éstos apuntan lo que deberá lograrse al completar dicha sección.

La segunda parte es una definición y una afirmación de porque un instrumento en particular es importante en el Control Estadístico de Proceso. Algunas de éstas explicaciones son un poco más extensas que otras, pero ninguna difícil de entender.

Se incluyó en esa parte de cada sección, instrucciones que pueden ser seguidas paso a paso usando un caso determinado.

La tercera parte de esta sección es la presentación de una narrativa. Esta -- presentación hará posible que usted sea capaz de seguir los programas que ahí se muestran, o bien analizarlos con datos posteriores.

En la cuarta y última parte de cada sección son expuestas preguntas y problemas, no son exámenes en sentido estricto, pero se diseñaron para ayudarle a reconocer la información importante presentada en cada sección.

Todas las herramientas presentadas en este manual son importantes en el Control Estadístico del Proceso. Haga lo posible por cubrir todos ellas y después de tener alguna experiencia usando todas las técnicas se dará cuenta de como se complementan unas con otras constituyendo el método estadístico básico para un mejoramiento de calidad.

Este trabajo se debe en gran parte a Wayne S. Rieker. Quiero también expresar mi apreciación a quienes contribuyeron en este manual: Robert E. Lucas, P.E., William L. Newman y Joseph R. Parker por su contribución sustancial al contenido y formato de estos materiales, a los especialistas de la Dirección de -- Sistemas Rieker por sus sugerencias y retroalimentación; a Diane Taylor quien me asistió en la preparación de este manuscrito; a Charlotte Monros por su la bon sugerencia de la producción de este materia l.

JAMES P. CLARK
Director de Investigación
y Servicios de Datos
Sistema de Dirección Rieker

CONTROL ESTADISTICO DEL PROCESO.

INTRODUCCION:

Es una labor de dirección sentar las bases para el Control Estadístico del Proceso que incluye la creación de una "Conciencia de Calidad" a través de toda la organización, W. Edwards Deming dice que : "Cada persona en la compañía debe aprender los conocimientos esenciales de la estadística del control de calidad, no solo para resolver un problema sino también para su localización y más aún saber sus causas, sin embargo no es suficiente tener algún éxito esporádico."

El Control Estadístico del Proceso es un término generalmente usado para describir el concepto y la metodología del análisis estadístico comprobando : (1) que determinada actividad ya sea una operación, paso, acción, producción total o series similares, que se encuentre en un estado predecible y (2) Desarrollar la habilidad para mantener esa actividad en ese estado.

El Control Estadístico del Proceso deberá operarse en un contexto global que involucre a cada persona de la organización. El SPC es un vehículo, el cual responde a temas de calidad expuestos por Deming, Juran, Crosby y Feigenbaum.

Entender como trabaja un sistema significa que podemos manejarlo con realismo y que podemos hacerle cambios; así que el sistema será tan efectivo como nosotros lo hagamos efectivo. Los Sistemas deben de poderse controlar desde la dirección. Consecuentemente, la dirección debe desarrollar y exponer los conceptos críticos requeridos para que sean útiles los métodos estadísticos y además maximicen la capacidad organizacional.

Esos conceptos críticos se destacan en seguida. Sin ellos no puede haber un proceso o sistema que se acerque efectivamente al control de calidad.

- 1.- La dirección debe afanarse en la prevención de los defectos en vez de la detección de ellos.
- 2.- Al margen de lo natural, no hay nada tan invariable como el desempeño operacional. Hay dos situaciones normales:
 - (a) El mejoramiento del desenvolvimiento operacional.
 - (b) El deterioro del desenvolvimiento operacional.

- 3.- El mejoramiento de la productividad y la calidad son inseparables. Todos los factores reelevantes que indican una mejor calidad se basan en la mejor producción. El mejoramiento de la producción y el de la calidad son recíprocos.
- 4.- Un esfuerzo determinado y continuo debe ser incorporado dentro de la práctica directiva. Un "nivel aceptable de calidad" (AQL) no puede seguir siendo aceptado.
- 5.- La importancia de la calidad no puede ser delegada, entendida o asumida, sino que debe ser comprendida a través de el entrenamiento de todos los empleados, desde los ejecutivos hasta el componente de la fuerza de trabajo.
- 6.- El sistema de control o proceso es la única forma en que la calidad se define en términos predecibles. Las muestras tomadas de lotes producidos bajo condiciones indefinidas no pueden proveer una información precisa respecto a la calidad de esos lotes.
- 7.- Todos los recursos usados en el proceso o sistema deben venir de fuente -- fidedigna. La evidencia estadística de calidad debe proveerse con cada recurso, en el sentido de tener confianza en la calidad del proceso de producción.
- 8.- Sólomente el análisis estadístico usando técnicas estadísticas comprobadas puede proporcionar evidencia de la calidad necesaria que es aceptable por el cliente. El análisis más exitoso de los datos es aquel en el cual las técnicas gráficas, basadas en la teoría aplicable, es usada para establecer, cuando la salida del proceso viene de una fuente estable, o no y cuando está dentro de los requisitos especificados.
- 9.- Las causas especiales o asignables son responsables de condiciones inestables. Estas causas son usualmente son operaciones orientadas y pueden ser corregidas a nivel de operador. (Deming estimó que un 15% de todas las causas son causas especiales).
- 10.- Las causas comunes o de oportunidad son aquellos que resultan de las variaciones del sistema, para corregir esas variaciones se requiere de cambios físicos en el sistema o proceso. (Deming estimó que el 85% de todas las causas son causas comunes).
- 11.- La demanda de los clientes por la calidad del producto obliga a que no se entreguen productos defectuosos y solo se debe aceptar la evidencia estadística de la calidad dada.

- 12.- Vendedores y proveedores, ambos interna y externamente necesitaran instrumentar programas de control de proceso. La responsabilidad con el cliente es capacitar a vendedores y proveedores. Solamente si los vendedores estan capacitados pueden mostrar la evidencia de calidad de su producto.

Vamos a trabajar en estos puntos.

El concepto básico del Control Estadístico del Proceso indica usando señales estadísticas la necesidad de acciones que mejoran el desarrollo del -- proceso de producción casi en su totalidad. Se puede aplicar en cualquier área donde se efectúe el trabajo, donde se exhiban variaciones en el proceso y en donde se desee que ese trabajo o proceso mejore.

El deseo de mejorar va de la mano con la estrategia de poner énfasis en la prevención más que en la detección, ya que después de hacer esto último - la inspección habría sido dudosa e ineficiente puesto que la producción ya fué antieconómica, siendo mucho más efectivo en primer término una estrategia de prevención a fin de evitar desperdiciar una producción de inciertos buenos resultados. Esta estrategia se ejemplifica con la frase: "Hacerlo - bien desde la primera vez".

Un sistema de control de proceso es en esencia la retroalimentación de un sistema. Existen elementos claves en el sistema: El proceso es el conjunto de personas, equipo, materiales, métodos y medio ambiente, los cuales trabajan interrelacionadamente a fin de producir buenos servicios (proceso de producción). El desarrollo fundamental del proceso depende de como ha sido diseñado, construido y operado. El sistema es útil si se toma en cuenta su retroalimentación a fin de mejorar el desarrollo de ese sistema.

Cuando se captura e interpreta correctamente la información sobre el proceso de producción o su retroalimentación; indica ya sea su procesamiento o - si necesita algún cambio. Si la acción se juzga conveniente, no solo debe ser conveniente sino también oportuna, tomando todas las ventajas de la retroalimentación capturada (datos) durante la operación del proceso.

Existe una diferencia entre acción sobre el procedimiento y acción sobre - el proceso de producción.

Acción en el procedimiento: Está orientada al futuro siendo convenientes acciones apropiadas y oportunas que previenen la producción de un proceso -- de la que no hay ciertas especificaciones. Este tipo de acción teóricamente puede ser tomada de algunos componentes integrales del sistema. Los --- efectos de esas acciones deberán ser registradas para acciones posteriores, si es que el análisis de retroalimentación indica que un cambio en el proceso será requerido posteriormente.

Acción a la salida del proceso de producción. Es después de ser realizado el proceso de producción, es decir, que envuelve la detección de lo previamente producido, en el proceso fuera de especificaciones. Con un muestreo de aceptación sería muy tarde detectar cualquier efecto inherente a la calidad del producto que ya fué producido. En este sentido si no se conocen consientemente las necesidades de los clientes resultaría costoso separar, rehacer y/o fragmentar la operación de trabajo en partidas que están fuera de especificaciones. Este es un esfuerzo comprometido con la productividad y calidad del programa que debe continuarse hasta que el proceso -- haya sido corregido o hasta que las especificaciones del producto hayan sido modificadas. Obviamente la inspección a la salida del proceso de producción es un pobre sustituto del "hacerlo bien a la primera vez".

El uso efectivo de los datos generados a partir de la observación del proceso es necesario para entender el concepto de variabilidad.

La variación es parte de la naturaleza, no hay dos cosas, productos o características exactamente iguales. Uniformidad no existe porque cualquier proceso contiene muchas fuentes de variación. Mientras las tolerancias de un proceso se hacen más exigentes, más difícil es controlar las variaciones que naturalmente existen dentro del proceso.

Tres tipos de variación pueden describirse: Periódicas, de tendencias o interdependientes. Además, pueden haber combinaciones de estos tres tipos, consecuentemente los períodos de tiempo y las condiciones en las cuales la retroalimentación (datos y mediciones) se obtienen, afectan la cantidad total de variación representada en la retroalimentación. Como ejemplos de causas de variación que ocurren en largos períodos son, herramientas mal calibradas, máquinas desajustadas, cambios de ambiente, envejecimiento de materiales y cambios en métodos y procedimientos.

Para manejar cualquier proceso hacia la reducción de variaciones se requiere rastrear éstas hasta sus fuentes y tratar esas variaciones allí. Hacer esto requiere la comprensión de la diferencia entre causas especiales ---- (asignables, operacionales) y las causas comunes (del sistema o naturales).

Las causas comunes son las que se refieren a las variaciones dentro de un proceso que está en control estadístico. Estas causas ocurren al usar durante la operación del proceso y no pueden ser aisladas como causas únicas definidas. Las simples técnicas estadísticas indicarán la extensión de las causas comunes de variación. Usualmente el trabajo directivo es mejorar -- las causas comunes, también otra gente conectada directamente con el proce

Usualmente solo un pequeño porcentaje de la mayoría de los problemas de -- proceso pueden ser corregidos por aquellos que están conectados cerca de -- la operación. La mayoría son solamente corregidos por acciones del Gerente sobre el sistema. Deming y Juran, han observado que la proporción de pro-- blemas corregibles por los trabajadores de línea, es alrededor del 15%, -- Ellos dicen que la acción del Gerente es requerida para corregir el otro -- 85% de los problemas. Esto desde luego varía con la naturaleza del proceso y el grado de responsabilidad del sistema en manos de los trabajadores de línea. Lo importante no es el porcentaje de división entre Gerente y traba-- jadores, sino el reconocimiento de que el sistema cuenta con un gran por-- centaje de problemas. Solamente por el análisis estadístico pueden los pro-- blemas ser sorteados y tomar las acciones apropiadas por los responsables de cambios del sistema.

Estas causas de variación del sistema resultan en defectos cuando la varia-- ción excede las tolerancias requeridas en la especificación. La corrección de estos defectos requiere de continuar el refinamiento de la naturaleza -- operativa del proceso. Esto podría venir de refinamientos en la precisión tecnológica, reducción en la variación de los materiales usados, contratar operadores capacitados a través de entrenamientos, la descripción de proce-- dimientos de operación claros, lenguaje preciso y control en las condicio-- nes ambientales.

Causas asignables o especiales de variación Son todas aquellas que no son inherentes al sistema, sino que ocurren como un resultado de la operación del sistema.

Estas causas operacionales más usualmente ocurren como un resultado del ni-- vel de destreza de los operadores, la fuente de materiales que se está --- usando, las herramientas usadas, los procedimientos que se siguen, las con-- diciones físicas del ambiente cuando el proceso es operado. Las causas ope-- racionales de variación usualmente requieren alguna acción local. A menos que ó hasta que todas estas causas operacionales de operación sean identi-- ficadas y corregidas, éstas continuarán teniendo un efecto impredecible en la salida del proceso y por lo tanto impidiendo que el proceso sea lleva-- do a un estado estadísticamente controlado.

La medición de la salida del proceso es también una posible fuente de error en la descripción del comportamiento del proceso. El uso de un aparato de medición y su calibración debe chequearse para prevenir sesgos en la descrip-- ción del comportamiento del proceso. El procedimiento de medición también debe ser verificado en su consistencia en la medición. Los errores en medi-- ción son causas especiales que pueden despistar la representación del com-- portamiento del proceso.

El objetivo del sistema de control estadístico de proceso es el permitir-- nos hacer decisiones correctas acerca de las acciones que afectan el proce-- so. No debe olvidarse el impacto económico de tales decisiones. Podría us-- ted no necesitar tolerancias tan cerradas como se están tratando de conse-- guir.

Un proceso es considerado que está en control estadístico cuando las únicas causas de variación son las causas comunes. Deming decía que "Un estado de control estadístico no es un estado natural para un proceso de manufactura, sino un logro al que se llega, por la eliminación de cada una de las causas especiales de variación excesiva, con un esfuerzo determinado".

La primera función, entonces, de un sistema de control de proceso es proporcionar una retroalimentación del comportamiento del proceso. El comportamiento del proceso es la descripción del proceso cuando una secuencia de muestras es tomada y una característica particular (atributo o variable) es medida y graficada en una carta estadística apropiada.

Esta retroalimentación proporciona información adelantando inferencias --- acerca de la estabilidad del proceso o en su capacidad. Existe estabilidad en el proceso cuando un patrón predecible de comportamiento estadístico estable se demuestra en una secuencia de observaciones hechas y graficadas --- en las cartas apropiadas con todas las reglas de interpretación satisfie--- chas.

Capacidad o capacidad inherente del proceso es la amplitud de variación que puede ocurrir en un patrón predecible de un proceso estable. La capacidad operacional del proceso es determinada por la manera en que el proceso es operado, con respecto a como estos patrones predecibles que satisfacen los requisitos especificados.

EN RESUMEN: Para lograr el control estadístico del proceso, el proceso de be primero alcanzar estabilidad de proceso por la identificación y eliminación de todas las causas operacionales de variación. Esto permite la predicción del comportamiento del proceso. El siguiente paso es asegurar la salida para determinar la capacidad del proceso. Y cuando se necesite tomar las acciones necesarias sobre las causas de variación del sistema para eliminar todos los defectos causados por el sistema.

Después, el proceso deberá estar sujeto a una investigación sin fin para buscar mejoras que disminuyan la amplitud de variación mientras se monitorea el proceso, para asegurar que esta en un estado de control estadístico.

Las leyes matemáticas de la probabilidad, que son la base para el control estadístico de proceso no necesitan ser estudiadas profundamente para el que use las herramientas del SPC. Estas herramientas incluyen técnicas analíticas como muestreo, distribución de frecuencias, cartas de control y diagramas de dispersión. En medio de estas herramientas las cartas de control son el caballo de batalla del SPC y por lo tanto en este manual se enfoca el uso de cartas de control. El Dr. Shewhart de los laboratorios Bell, desarrolló esta poderosa pero simple herramienta para identificar drásticamente las causas comunes y las especiales. Aunque hay varios tipos de cartas de control, todas tienen el mismo uso básico: (1) asegurar con evidencia dada cuando el proceso ha sido operado en control estadístico y señalar la presencia de causas especiales de manera que las acciones correctivas puedan ser tomadas; (2) Como una operación para mantener el control estadístico, monitoreando la salida nominal que será la base de medición

De esta manera el control estadístico de proceso y su mejoramiento es un procedimiento interactivo, repitiéndose las tres fases de recolección de datos; cálculo de las bases de interpretación de datos para el control estadístico; y cuando el proceso está dentro de control estadístico, interpretarlo para que continúe estable. Los datos continuos de este proceso interactivo le permite a uno monitorear el proceso, contraer los límites especificados y por lo tanto constantemente mejorar la capacidad (capabilidad) del proceso.

SECCION 1

COLECCION DE DATOS.

A. OBJETIVO de esta sección

1. Entender los tres objetivos básicos de la colección de datos.
2. Aprender a resolver problemas, tomando la decisión en base a la colección de datos.
3. Ser capaz de hacer observaciones de los errores, recolectar datos, y reducir la información estadística.
4. Explicar la importancia de la información en cuanto a datos dentro del control estadístico del proceso.
5. Conocer los seis pasos básicos para la colección de datos.
6. Conocer la diferencia entre variables y atributos.

B. CONTENIDO de esta sección.

Página

- ¿Qué es la colección de datos?.	1 - 2
- ¿Qué tipos de datos se pueden coleccionar?	1 - 3
- Complementación de datos	1 - 4
- Algunos problemas sobre los datos por variables	1 - 4
- ¿Qué importancia tiene la correcta colección de datos?	1 - 4
- Dos tipos de errores que se cometen en la colección de datos	1 - 6
- ¿Cómo es la recopilación de datos?.	1 - 8
- Tipos de hojas de chequeo	1 - 8
- Guía para la preparación de la colección de datos	1 - 10
- Cartas y Gráficas	1 - 11
- Cartas y Estadística	1 - 11
- El principio de Pareto	1 - 12
- ¿Porqué es usado el Diagrama de Pareto?.	1 - 12
- Resumen	1 - 13
- Presentación narrativa	1 - 14
- Examen	1 - 20
- Problema	1 - 20

SECCION 1

COLECCION DE DATOS

¿QUE ES LA COLECCION DE DATOS?.

En una organización el propósito de las mediciones en los datos recopilados no solamente satisface los requerimientos externos sino también suministra a la dirección la información necesaria para manejar el negocio. Esto significa el proveer información concreta que se utilizará como base para toma de decisiones y acciones que refuercen éstas. Como fué establecido en la introducción, el primer paso para lograr un control estadístico de proceso, es llevar al proceso mismo -- dentro de un estado de control estadístico identificando y eliminando las causas especiales de la variación de éste.

En este caso primeramente están los datos que usted está interesado en negociar, y el medir la calidad de los productos o servicios que se han producido. Como la calidad es monitoreada, los procesos y condiciones son valuados para determinar -- si deberán someterse a observaciones posteriores. A través de este proceso, los problemas de algunas áreas serán identificados, la recolección de datos y las acciones apropiadas serán tomadas.

Desde el punto de vista de calidad hay tres objetivos principales para utilizar -- la recolección de datos.

- 1.- Analizar un producto o proceso así como sus capacidades, estableciendo acciones para mejorar estas capacidades y eliminar los defectos.
- 2.- Proporcionar las bases para la ejecución de las acciones del control estadístico sobre un proceso o producto y mantener el estado de --- control.
- 3.- Inspeccionar partes o productos en lugar de aceptarlos o rechazarlos. Los datos obtenidos a través de la inspección son comparados con los requerimientos. Escandose en la comparación de partes o productos -- que son rechazados o aceptados, la inspección puede hacerse al 100% ó solamente un muestreo de unidades. (inspección por muestreo).

¿QUE TIPO DE DATOS SE PUEDEN RECOLECTAR?

Usted y su gente pueden estar de acuerdo, que mejorar la calidad requiere de la recolección de datos acerca del nivel de calidad que existe, pero el problema sigue existiendo; ¿Qué clase de datos se necesitan?

Los datos se pueden dividir en dos clases, atributos y variables.

DATOS POR ATRIBUTOS.

Los datos por atributos son cosas que solo se pueden contar y no medir. El número de piezas que fueron defectuosas son atributos. El número de defectos en una pieza es un atributo. Como se puede ver, los datos por atributos no nos dicen mucho, solo se cuentan pero no se miden. Se sabe que muchas piezas se miden con un calibrador "no pasa", pero no se sabe que tanto variaron del calibrador "pasa".

DATOS POR VARIABLES

Los datos por variables son algo que se recolecta midiendo (largo, ancho, tiempo, presión, temperatura, etc.) Los datos por variables dicen considerablemente más acerca del producto y nos dicen mucho más acerca de las causas de variación. Pero los datos por variables son generalmente mucho más costosos, consumen más tiempo, y son más difíciles de obtener. No nos sirve de mucho encontrar la pureza de una fundición de estaño si para cuando obtuvimos el dato, el acero ya está en estado sólido y laminado.

INTEGRIDAD DE LOS DATOS.

Otra consideración que debe hacerse al decidir que clase de datos hay que recolectar es la integridad de los datos. Si los datos van a ser analizados y se deben hacer cálculos, se necesitan suficientes datos completos para hacer esto. Por ejemplo, si se necesita volumen, la altura de una caja es lo único significativo, si también se recolectan datos acerca del ancho y la profundidad.

ALGUNOS PROBLEMAS CON LOS DATOS POR VARIABLES.

Algunas veces se encontrará con la necesidad de datos por variables pero existiran dificultades para medirlos. ¿Qué tan suave es suave? ¿Qué tan limpio es limpio? ¿Qué tan negro es negro?. Considere el humo negro emitido por la combustión de una muestra de material. Quizás el color mida la eficiencia de la combustión. ¿Cuántos matices de negro deben ser medidos?. O acerca de una industria que manufactura llantas, la viscosidad de la goma nórdica sin vulcanizar se utiliza para determinar si varias piezas de la llanta se moldearon juntas en una unidad. Se encontrarán muchas situaciones en las que no se obtendrán las mediciones de una variable fácilmente. ¿Qué se puede hacer? Aquí el buen juicio del ser humano interviene, pero hay formas de ayudarse. Los valores relativos pueden ser obtenidos del uso de muestras; por ejemplo, los diferentes matices del negro pueden ser comparados contra un número de pinturas que muestren diferentes matices de negro.

La suavidad puede ser juzgada con la comparación de algunos ejemplos del producto de diferentes suavidades. Así aunque no se pueda escribir el valor de una variable, se podrán obtener varias muestras de diferentes grados de variación. Hay que asegurarse que los métodos para recolectar datos están bien documentados, particularmente cuando hay que manejarlos solo con valores de juicio.

¿CUAL ES LA IMPORTANCIA DE DATOS CORRECTOS?.

Los datos correctos pueden dejar una acción benéfica relativa a la calidad, donde quiera que se hallen datos incorrectos puede haber una mala conducción, confusión y pueden tener efectos desastrosos en el control de calidad.

Las consecuencias de datos incorrectos pueden incluir acciones costosas tales como.

- 1.- Fragmentar un lote o partida de buenos productos porque los datos indican que estaban fuera de especificación.
- 2.- Reprocesar un producto que ya se encontraba dentro de especificación.
- 3.- Dejar que un producto defectivo llegue hasta el cliente y causarle costos extras y dejarlos no satisfechos.
- 4.- Regresar un producto comprado al vendedor por malo cuando, en realidad estaba bueno.
- 5.- O al revés aceptar el producto del vendedor cuando estaba defectuoso y dejar que intervinga en tu producto, y hacerlo defectuoso también.

Para asegurarse que los datos que se han recolectado son correctos hay que asegurarse que las instrucciones se entendieron, el entrenamiento fue dado, los instrumentos estaban en buenas condiciones de trabajo, y los datos registrados han sido preparados propiamente para que sean usados; los datos coleccionados deben responder estas dos preguntas.

- 1.- ¿Los datos recolectados revelan los hechos?
- 2.- ¿Están los datos arreglados y organizados como para presentar estos hechos?.

En orden de asegurar que los datos recolectados realmente revelan las condiciones reales, la precisión del método de recolección debe ser controlada, y si los datos son tomados de una muestra, entonces todos los requisitos de las técnicas de muestreo apropiadas deben ser llenados.

El más común mal uso de las técnicas de muestreo como una base en la predicción de características de toda la población, es la aceptación de que la población es un grupo de homogéneo producido por un proceso que está bajo control estadístico. Todas las proyecciones estadísticas hechas a partir de muestras parece que involucran la inclusión de tal requerimiento.

Después de que los datos son recolectados, normalmente serán organizados y proyectados de una manera, estadística. Se debe tener cuidado con la técnica estadística que se emplee, usar datos organizados que revelen los hechos y los presenten de tal forma, que una decisión correcta o la solución del problema sean posibles.

Dos puntos adicionales deben hacerse en lo referente a la recolección de datos.

- 1.- Siempre hacer lo posible para aprender algo de los datos. No partir de que hay que probar algo. No asumir que se sabe qué está pasando con el proceso, hay muchas variables que interactúan sutilmente aún en el más simple de los procesos.
- 2.- Siempre que sea posible, estar presente, para observar el ambiente y las condiciones físicas cuando los datos son recolectados; no hay --- buen sustituto; como dice un adagio "Estar viendo es mejor a que te lo platicuen".

DOS CLASES DE ERRORES HECHOS AL HACER LA RECOLECCION DE DATOS.:

Aún después de haber decidido sobre la forma apropiada de recolectar datos - hay dos errores básicos que se necesita sean evitados:

- 1) Error, al escoger las partidas de las cuales se obtendrán los datos.
- 2) El otro error al hacer las mediciones en las partidas una vez que han sido escogidas.

En la sección de muestreo describiremos los métodos apropiados para escoger las fuentes de donde se obtendrán los datos. En esta sección, se manejarán como - una segunda categoría. Un modo de referirnos a la segunda categoría será "Errores de observación; errores hechos en las mediciones o conteos de las partidas seleccionadas.

Los errores de observación pueden caer dentro de diferentes tipos. Para nuestros propósitos los dividiremos en las siguientes categorías.

- 1) Sesgo
- 2) Dispersión
- 3) No-reproductibilidad

ERRORES DE SESGO.

Si decimos que las mediciones están sesgadas, queremos decir que están desviadas o sesgadas en una dirección dada. Un ejemplo podría ser si la persona que está haciendo la medición tiene el hábito de siempre leer un instrumento sobre el lado mayor, o si prefiere leer números cerrados y no con sus decimales. Otra frecuente clase de sesgo será si un instrumento ha sido usado sin calibrarse o ajustarse y siempre leera muy alto, como si la escala estuviera varias libras por encima, en un calibrador para medir la presión en la llanta, o que esté leyendo varias libras de presión abajo del valor verdadero. Algunas veces el sesgo está referido como una "falta de exactitud".

Así cuando se estén tomando mediciones y éstas estén todas recorridas en una dirección dada a partir del valor verdadero nosotros tendremos errores de sesgo.

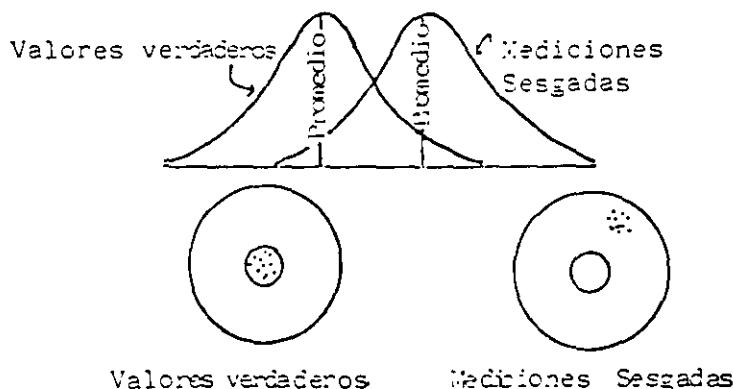


Figura 1.1.

Errores de sesgo

ERRORES DE DISPERSION

El siguiente tipo de errores de observación ocurren cuando las mediciones -- son tomadas alrededor del valor real de cierto modo en una distribución de frecuencia. Esto es, que varían del valor verdadero, algunas hacia arriba y otras hacia abajo. Estas no están sesgadas en una dirección dada. No estamos hablando acerca de la distribución de frecuencia de los productos, (ellos están ahí) pero con la diferencia de que estamos hablando acerca de las mediciones de estos productos, y no se están obteniendo el preciso valor verdadero de estas mediciones. -- Algunas veces este tipo de errores de observación es llamada "falta de precisión."

Este tipo de errores pueden ser causados por un instrumento de medición que no está diseñado para medir con la precisión que se está buscando. Por ejemplo, no se puede usar una regla ordinaria para medir longitudes de cientos de pulgadas o calibrar una escala en libras y onzas para leer un peso en gramos. El instrumento de medición debe ser lo suficientemente preciso para obtener lecturas con un nivel de tolerancia importante para el producto que se está midiendo.

Los errores de dispersión también ocurren si la persona que está haciendo -- las mediciones no tiene cuidado al tomar las lecturas o no sabe como usar el instrumento apropiadamente.

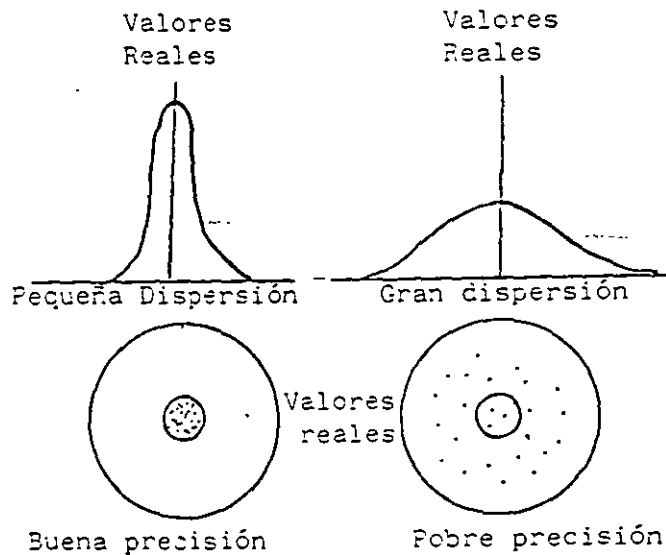


Figura 1.2 Errores de dispersión.

Errores de no-reproductibilidad:

La no-reproductibilidad se refiere a una condición donde, si tu tomas las -- mismas mediciones una y otra vez, y solo se obtienen diferentes lecturas o mediciones, es probablemente peor que no tener ningún dato. Si no se puede obtener repetidamente el mismo dato de una muestra no se tiene base para una decisión basada en esa muestra.

La no-reproductibilidad puede ser causada por la persona que está haciendo las mediciones, por el instrumento que está siendo usado para medir, o por el ambiente, bajo el cual la medición ha sido conducida.

Por ejemplo, como el calor causa expansión, se obtendrán diferentes valores si la medición de un producto se toma cuando hace frío o cuando hace calor.

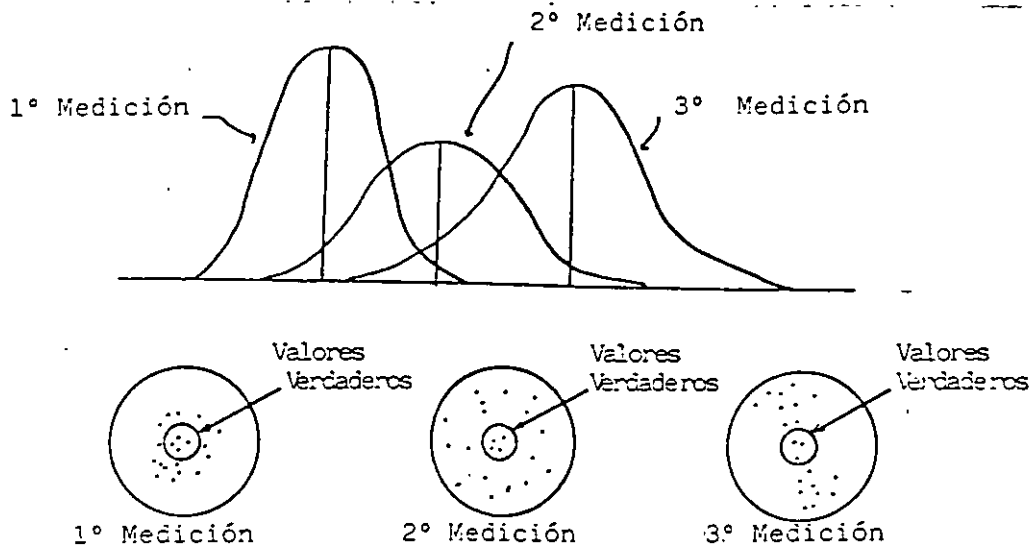


Figura 1.3. La no-reproductibilidad de errores.

Para resumir acerca de los errores de observación, como normalmente se van a basar las decisiones y acciones en los datos que se recolectan de una muestra, es de la mayor importancia que los datos sean exactos, precisos y repetibles como condiciones de garantía. Aprender algo acerca de los datos más que tratar de probar algo. Y, si es posible, estar físicamente presente cuando los datos son recolectados.

¿COMO SON RECOLECTADOS LOS DATOS?.

Los datos deben ser recolectados cuidadosamente y con precisión. Una herramienta poderosa de ayuda en este asunto es la Hoja de Revisión. Las hojas de revisión facilitan una revisión rápida o una calificación y están diseñados para enfatizar una secuencia particular de operación, o la ejecución de ciertas tareas dentro de un periodo de tiempo dado, o brindar atención a áreas problema que se encuentran bajo investigación. La función de una hoja de revisión es el proveer una técnica sistemática para hacer observaciones. El sistema puede ser el resultado de estudios estadísticos exhaustivos para determinar que será observado y qué formato es considerado ser el más útil.

Tres cosas se deben tener en mente cuando planeamos una hoja de revisión: (1) Entender completamente el propósito; (2) Categorizar la información que será recolectada; (3) Diseñar el formato para hacer lo más fácilmente posible el registro de los datos.

TIPOS DE HOJAS DE REVISION.

Tres diferentes clases de hojas de revisión son usadas para hacer registros de datos por atributos (contables), de datos medidos (variables), y de datos de localización.

HOJAS DE REVISION PARA REGISTROS.

Las hojas de revisión para registros son usadas para recolectar datos, medidos o contados. Se comenzará por describir el tipo de datos que se intenta recolectar. ¿Se van a contar, medir, localizar, o alguna otra cosa?. Cuántos datos se intentan recolectar? Si no se sabe ningún dato todavía, tratar de visualizar, el forma to que sería mejor para este propósito. Discutir que se necesita saber acerca de cada medición. Se necesita saber, ¿Quién lo va a recolectar? ¿De dónde proviene? ¿Cuándo fué recolectado? y ¿Qué hay acerca del tamaño, color, peso y otros atributos?. Cuando sabe que información necesitará, usted esta listo para construir - las hojas de Revisión de Registros.

HOJAS DE REVISION PARA PASAR LISTA.

Las hojas de revisión para pasar lista son usadas para monitorear donde hay una - serie de tareas que tienen que ser completadas. El pasar lista es útil cuando se esta aprendiendo como operar un equipo complejo o delicado, los supervisores tie- nen hojas para pasar lista así pueden recordar al revisar una área entera. Las ho- jas para pasar lista pueden ser desarrolladas para asegurar buenas inspecciones.

HOJAS DE REVISION PARA LOCALIZACION DE DEFECTOS.

Estas hojas de revisión son usadas para recolectar datos de localización. Típica- mente, son dibujos; ilustraciones, o mapas donde los datos son recolectados. Re- gistrando los datos de esta forma, a menudo simplifica la recolección de procesos y también ayuda a una mejor visualización de un problema.

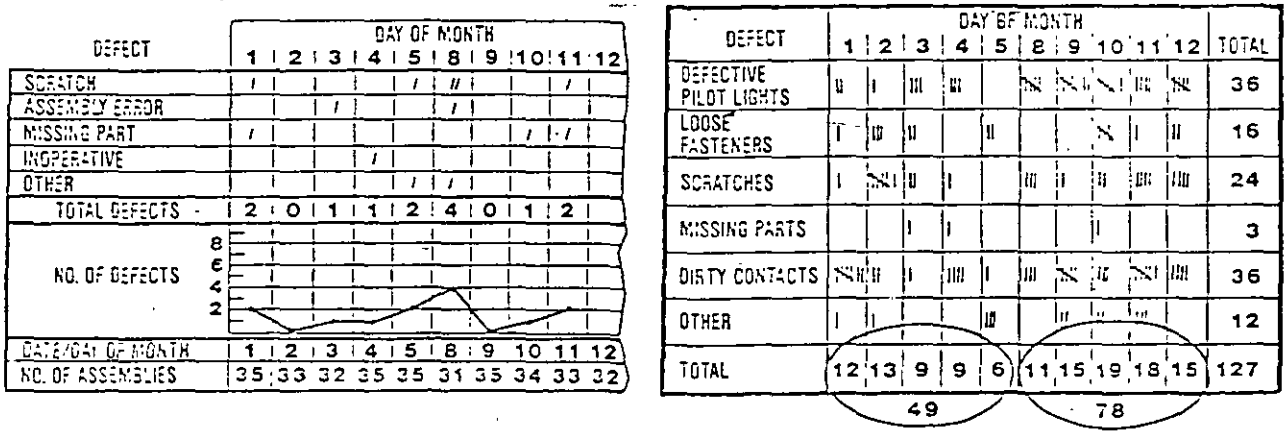


Figura 1.4. Hojas de revisión.

PREPARACION DE HOJAS DE REVISION: PASAR LISTA

Use esta lista para ayudarse a prepara Hojas de Revisión.

- 1.- ¿Los datos son históricos o nuevos?
- 2.- ¿Cuántos datos estarán involucrados? ¿Un centenar de puntos?, ¿Un millar de puntos?, ¿Un millón?.

- 3.- ¿Qué hojas de revisión deberán ser usadas: de registro, localización?
- 4.- ¿Estará en existencia la forma para hacer el trabajo?
- 5.- ¿Quién será responsable de la coordinación?
- 6.- ¿Cómo puede hacerse mejor la tabulación para evitar errores?
- 7.- Si la tabulación es interrumpida, ¿puede ser reestablecida sin errores?
- 8.- ¿Existe alguna ventaja al tener varios operarios tabulando poco tiempo, en lugar de tener a un operador por largo tiempo?
- 9.- ¿Qué etiquetas se necesitarán en las hojas de revisión?
- 10.- ¿Se requiere de algún entrenamiento?

PUNTOS EN LA PREPARACION PARA LA RECOLECCION DE DATOS.

En la preparación de la recolección de datos, es útil recordar algunos puntos.

- 1) Estar enterado del valor de los datos al hacer decisiones
- 2) Los datos son la base para decisiones substanciales
- 3) Datos correctos son un gran acierto; datos erróneos pueden ser desastrosos.

El propósito de los datos debe ser claramente entendido. Saber el propósito permite la mejor organización de los datos y hay que recolectar los datos con cuidado.

Recordar que estas observaciones están hechas para reducir estadísticas. Las estadísticas en turno, proporcionan la base para cartas de barras, gráficas, diagramas de Pareto y probabilidades de ocurrencia. En el análisis final, la inferencia estadística influenciará el plan de acción. El tiempo utilizado en una preparación apropiada puede ahorrar dinero, complicaciones y menos horas de largas corridas. Las siguientes preguntas deben ser respondidas durante el período de preparación:

- 1.- ¿Cuál es el propósito de la recolección de datos?
- 2.- ¿Han sido identificados los parámetros específicos de los datos?
- 3.- ¿Es este esfuerzo una duplicación innecesaria de algo que ya había sido hecho?
- 4.- ¿El esfuerzo ha sido adecuadamente coordinado con otras organizaciones afectadas?
- 5.- ¿Quién ha recolectado los datos?
- 6.- ¿Cuándo los datos deben ser recolectados?
- 7.- ¿Dónde deben originarse los datos?
- 8.- ¿Qué formas deben usarse?
- 9.- ¿Dónde deben retenerse los datos?
- 10.- ¿Cuánto tiempo deben guardarse los registros?
- 11.- ¿Cuánto tiempo toma reemplazar los mismos datos?
- 12.- ¿Quién es responsable de coordinar el esfuerzo?

- 13.- *¿Se requiere algún entrenamiento?*
- 14.- *¿Esta claramente entendido el propósito de la recolección de datos por todo el personal involucrado?*
- 15.- *¿A quién debe ser dirigido el reporte?*
- 16.- *¿Quién debe preparar el reporte final?*
- 17.- *¿Esta siendo coordinado el presupuesto autorizado para este esfuerzo?*

Con la preparación apropiada, la recolección de datos puede proporcionar los hechos significativos necesarios para tomar decisiones, resolver problemas y desarrollar objetivos. El juicio, sentido común y consenso son aún vitales para el proceso gerencial pero debe estar basado en datos.

CARTAS Y GRAFICAS.

Las cartas y las gráficas son extremadamente útiles y flexibles en la explicación interpretación y análisis de hechos numéricos. Las gráficas siguen la práctica normal de coordenadas (Vertical y horizontal), y por lo tanto proporcionan una interpretación común de los datos, además las más comunes son líneas, barras y gráficas de pastel. Cada una tiene un rasgo que se presta para una particular situación. Las gráficas encuentran su aplicación cuando existe una necesidad de mayor comunicación. Las tendencias, las comparaciones, el progreso y los controles sugieren el uso de gráficas.

CARTAS Y ESTADÍSTICA.

Se ha encontrado que agrupamientos connotados son útiles en el análisis de datos. Como resultado, los estadísticos han desarrollado métodos matemáticos para facilitar decisiones; y también facilitar la significación de las desviaciones de los valores deseados.

La aplicación de métodos estadísticos permite que las cartas al ser preparadas puedan diferenciar entre procesos en control y procesos fuera de control. Seguidamente en este manual se trataran las diferentes formas que estas cartas toman y como interpretar los dibujos que ellas retratan. Una unidad de medida que será frecuentemente usada es la desviación estándar. La desviación estándar permite hacer predicciones acerca de las proporciones a la salida de un proceso en que puede coerse al variar su desviación del valor deseado. Esto proporciona la capacidad de conocer lo que se espera sea aceptable o defectuoso de un producto.

EL PRINCIPIO DE PARETO

La principal función de las técnicas estadísticas, en el control y en el mejoramiento de la calidad, es la influencia que estas técnicas tienen en la dirección de la aplicación del tiempo, dinero y recursos para el mejor retorno de la inversión.

Vilfredo Pareto, un economista Italiano (1848-1923) estudió la distribución de la riqueza en el mundo y encontró una desigualdad significativa en esta distribución. Alrededor del final del siglo XIX, M.O. Lorz encontró una manera de describir esta distribución en forma gráfica.

La aplicación de este principio y su técnica gráfica se ha extendido desde entonces, principalmente J.M. Juran la divulgó en todas las áreas de medición cuantitativa y se ha convertido en la mejor herramienta para determinar, el punto de disminución del regreso de ganancias, contra la inversión en mejoras.

Brevemente el principio establece que en cualquier situación dada, siempre hay -- pocos problemas (usualmente 20% del total) que causan la mayoría de las pérdidas en calidad (usualmente 80% del total).

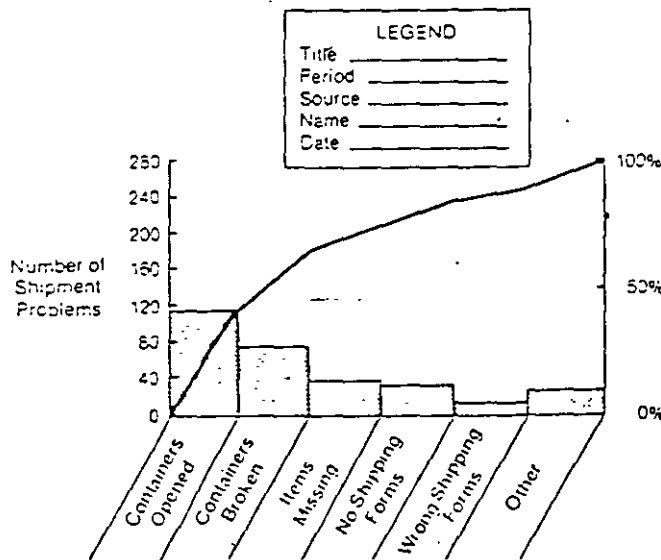


Figura 1.5. un diagrama de Pareto.

¿POR QUE SE USAN LOS DIAGRAMAS DE PARETO?

Los diagramas de Pareto son usados como una técnica. a) Para analizar un problema desde una nueva perspectiva; b) Para enfocar nuestra atención en problemas prioritarios; c) Para comparar cambios en los datos durante diferentes períodos de tiempo; y d) Para proporcionar una base para la construcción de una línea acumulativa.

Como una técnica de análisis, el simple proceso de ordenar datos, sugiere algo de importancia que podría de otra manera pasar desapercibido. El seleccionar la clasificación, tabular los datos, ordenarlos y construir el diagrama de Pareto, ha probado tener un propósito útil en la investigación de problemas.

"Primer lo Primero" es el pensamiento detrás del diagrama de Pareto. El diagrama apropiadamente construido debe sugerir que recursos pueden ser mejor usados direccionándolos al área del gran problema. La clase a la izquierda del diagrama -- y después proseguir a la derecha.

Conforme la calidad mejora, los datos del muestreo durante sucesivos períodos de tiempo deben reflejar este proceso. Una serie de diagramas de Pareto ilustrando cambio de datos, deben ser considerados para la muestra pictórica de -- este proceso.

Las líneas acumulativas son convenientes para contestar a preguntas como "¿Qué clase de defectos constituyen el 50% de todos los defectos?". Los diagramas de Pareto son útiles para organizar datos para la preparación de la construcción de la línea acumulativa.

Los diagramas de Pareto son usados, cuando la atención debe ser dirigida a problemas de una manera sistemática, y cuando recursos limitados están disponibles para resolver una gran diversidad de problemas. El diagrama de Pareto -- ayuda a jerarquizar qué debe ejecutarse primero.

El más exitoso análisis de datos es aquel en el cual se alternan técnicas gráficas con herramientas analíticas, cada paso sugiere en el análisis, cual debe ser el siguiente paso. Datos precisos y a tiempo son absolutamente esenciales, para el esfuerzo de llevar al proceso a un estado Control Estadístico.

DATA COLLECTION

© 1984 Rieker Management Systems Los Angeles, CA 90030

1. Esta presentación fué preparada por Rieker Management Systems y traducida al español - por Pro A Cali, S.A. de C.V., su propósito es el estudio de la recolección de datos, que es el aspecto clave en el control estadístico del proceso.

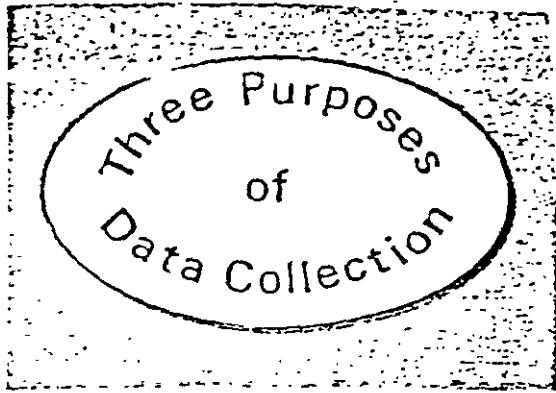
DATA COLLECTION



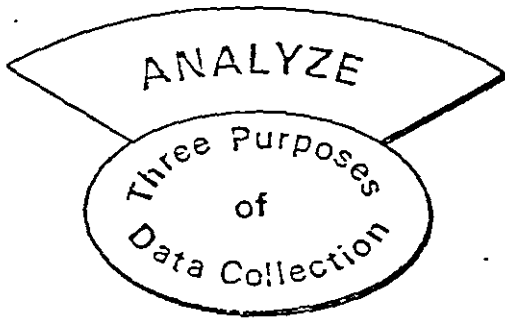
2. Los datos están variando alrededor de nosotros. Esta sección hará aumentar la comprensión sobre los tipos y propósitos de los datos, y hará ver la importancia de obtener datos correctos ya que son la base para la toma de decisiones y acciones.

WHY
COLLECT
DATA

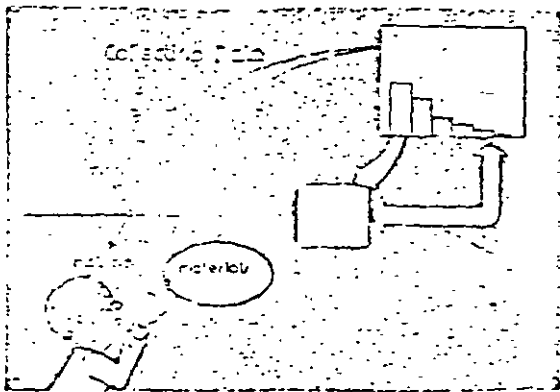
3. Todas las técnicas estadísticas involucran la recolección, disposición, y análisis de datos. Para tomar decisiones que afecten al proceso y sistemas estas deben estar basadas en los datos recolectados. Por lo cual es muy importante que los datos sean reales. Las decisiones basadas en datos erróneos pueden ser decisiones erróneas y desastrosas.



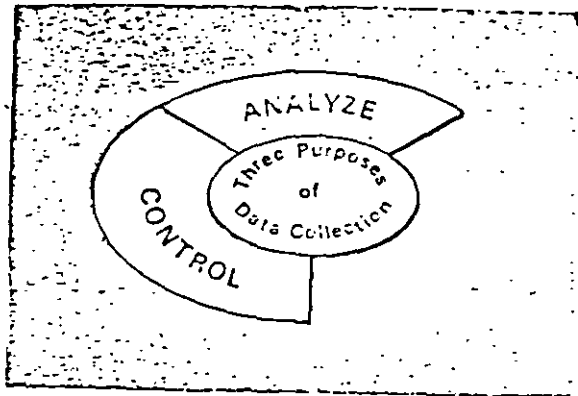
4. Podemos identificar al menos tres propósitos para la recolección de datos.



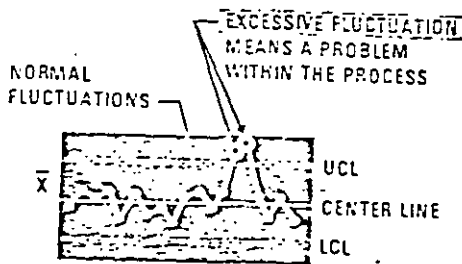
5. Lo primero es analizar un producto o un proceso así como sus capacidades para determinar como esta trabajando. Basandose en el análisis de los datos recolectados, usted puede tomar acciones para mejorar esas capacidades.



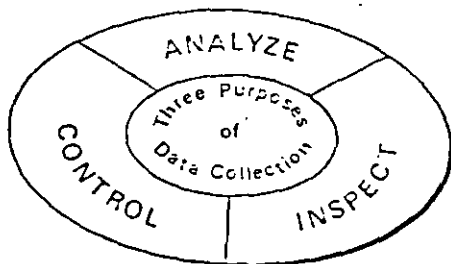
6. Por ejemplo puede usar los datos recolectados para identificar defectos mayores, determinar sus causas y tomar las acciones correctivas necesarias. Enumerar las causas en un diagrama causa-efecto puede ayudar a identificar las causas de los defectos y de este modo definir la manera efectiva de solucionarlos.



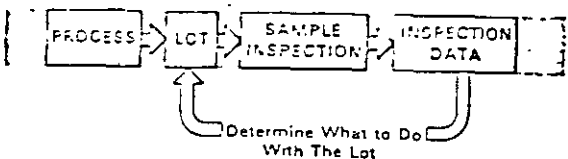
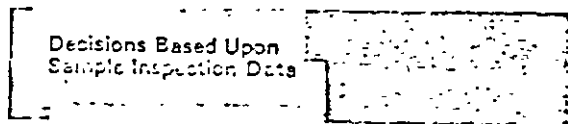
7. El segundo objetivo de la recolección de datos es el dar las bases para las acciones, para llegar a un estado de control estadístico sobre un proceso o producto. Midiendo la salida del proceso usted puede decir si el proceso esta dentro de control, saliéndose de control o si está ya fuera de control. Entonces usted puede ser capaz de tomar las acciones correctivas apropiadas para llevar al proceso nuevamente bajo control y mantenerlo ahí.



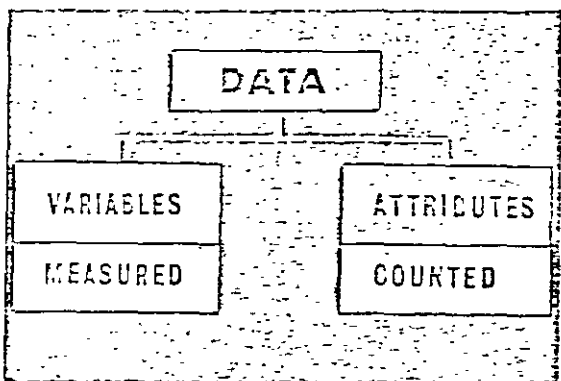
8. Por ejemplo; cuando una carta de control presenta una fluctuación (variación) como esta, se necesita hacer una investigación para encontrar las causas y tomar las acciones correctivas apropiadas.



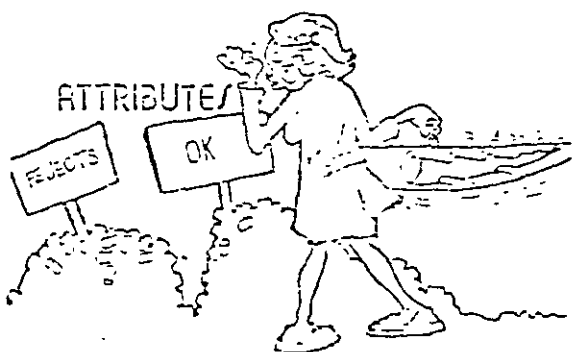
9. El tercer objetivo de la recolección de datos es el comparar las salidas del proceso con las especificaciones. El producto es aceptado o rechazado basándose en esta comparación. La inspección puede ser hecha a todas las unidades (Inspección 100%) o solo con una muestra de unidades. (inspección por muestreo).



10. En la inspección por muestreo, una muestra es tomada en lugar de inspeccionar cada -- producto. Después de dividir el producto -- en lotes, e inspeccionar una muestra de ca -- da lote. La muestra es comparada con las -- especificaciones. La determinación acerca -- de que hacer con el lote, está basada en -- los resultados de la muestra.



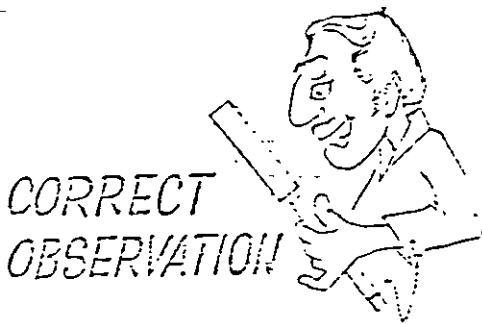
11. Podemos identificar dos tipos de datos --- atributos o datos contados, y variables ó datos medidos. Veamos las características de cada uno.



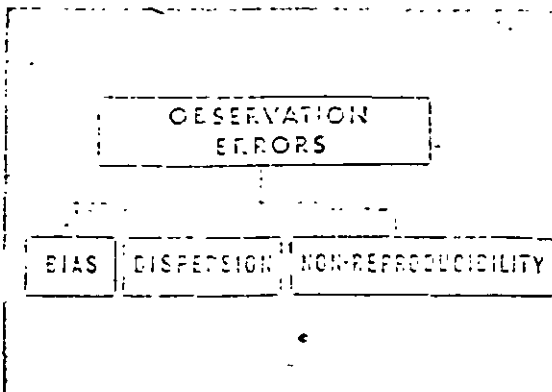
12. Datos por atributos son recolectados cuando se tiene que precisar si es "si" o "no" "pasa" "no pasa", "aceptado" o "rechazado" De este modo, si usted solo necesita saber si un artículo es "bueno" o "malo" entonces reúna los datos por atributos. Esto es, el número de aceptados contra el número de rechazados. Los datos por atributos son más fáciles y económicos de reunir; de tal manera, use -- datos por atributos cuando el trabajo lo -- requiera.



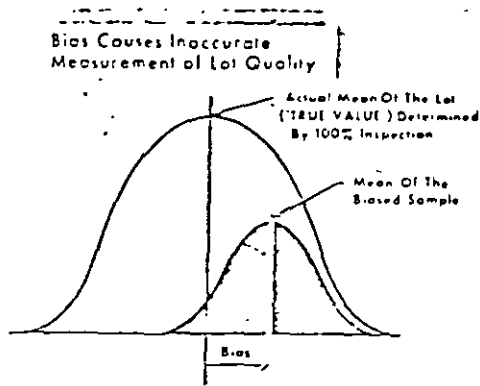
13. Datos por variables significa justamente - esto: diferenciar cuales medidas varían en cada unidad, una de la otra. De este modo los datos por variables, le provee de más información que los datos por atributos. - Tal información es frecuentemente necesaria para localizar las causas de un problema.



14. Los datos son de poco valor a menos que se tenga cuidado en la medición, conteo y proceso de registro, hay que observar procedimientos de observación correctos y asegurarse que lo que es observado es precisamente lo registrado. Algunos estudios han mostrado que las observaciones tienen solamente el 67% de precisión.



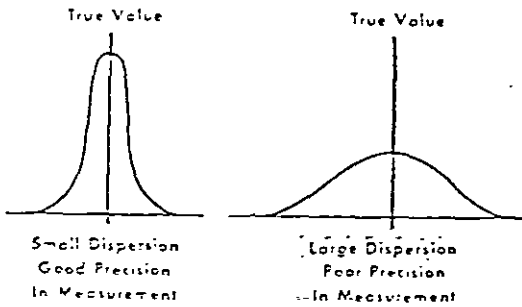
15. En errores de desviaciones tenemos tres categorías en lo que a recolección de datos se refiere. Estos son, sesgo, dispersión, y no-reproductibilidad; tomamos un caso de cada uno de ellos.



16. El sesgo es introducido cuando todas las observaciones son inexactas en la misma dirección. La distribución de la curva grande es la que presentaría el lote con una inspección al 100%, y la curva pequeña es el resultado de un muestreo sesgado tomado del lote.

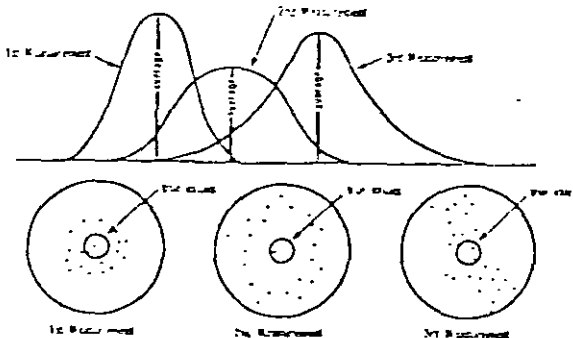
El sesgo nos da la inexactitud de los datos de acuerdo al promedio del lote. Esta muestra sesgada podría ser una decisión basada en datos incorrectos.

Variability of Measurement-Dispersion

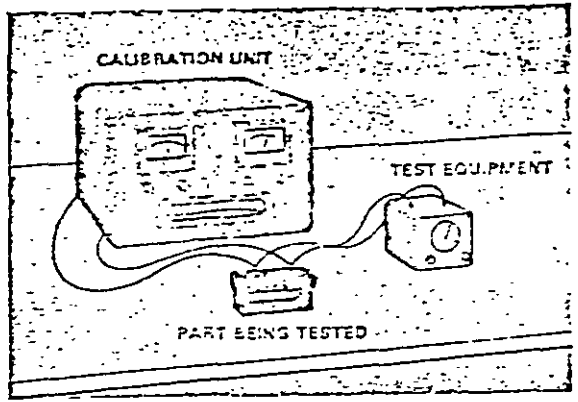


17. La dispersión es otro tipo de error en la observación, ocurre cuando el método para medir las observaciones no es preciso. La curva de distribución de frecuencia a la izquierda muestra que las mediciones tomadas están muy cerca del valor real. Hay una pequeña variación, dándonos una buena precisión. La curva de la derecha está muy abierta, significando que muchas de las mediciones cayeron a cierta distancia del valor real.

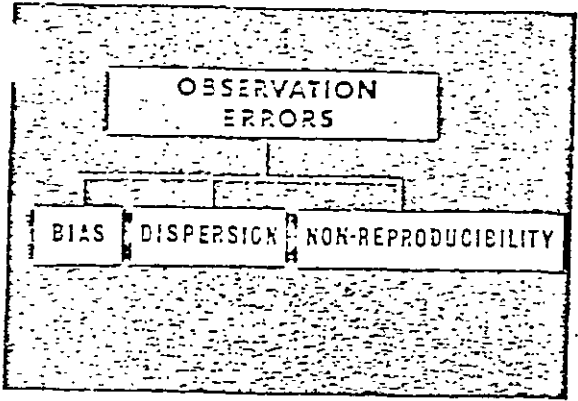
La mayor variación es causada, en una y otra curva, por un método impropio de medición o por la ejecución descuidada de la persona que recolecta los datos.



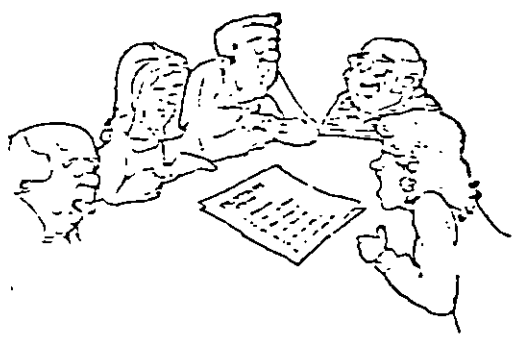
18. El tercer tipo de error de la observación no reproducible, es evidente, cuando los resultados de su medición no pueden ser repetidamente duplicados. Es imposible reproducir exactamente las mismas condiciones cada vez que recolecta datos, pero debe de tratar de mantenerlos dentro y en las condiciones lo más consistentemente posible. Es vital que use los mismos instrumentos de prueba, los mismos técnicas de medición los mismos procedimientos y el mismo medio ambiente. Al mantener todo esto consistente usted reduce las oportunidades para el error de no reproducibilidad en su recolección de datos.



19. Una posible razón para la no reproductibilidad pueden ser los instrumentos de medición o equipos de prueba, pueden fallar y dar diferentes lecturas para la misma parte cada vez que ésta se prueba.

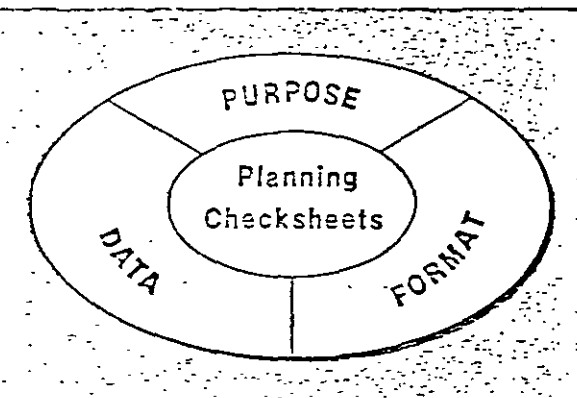


20. Vamos a resumir acerca de la toma de mediciones. Un error que puede ser hecho es -- mediciones sesgadas en una dirección dada. Un segundo es no ser cuidadoso en la obtención de mediciones precisas, y un tercero es tener alguna condición la cual produce una respuesta diferente cada vez que el -- mismo artículo es medido. Cualquiera de estos errores pueden causar decisiones pobres por la imprecisión de los datos.



21. Aún con este conocimiento usted no está -- realmente listo para comenzar a recolectar datos. usted debe dedicarle algún tiempo a discutir el desarrollo de un procedimiento para recolección de datos.

22. Una herramienta poderosa para ayudar a la recolección de datos es la hoja de revisión. Tres cosas deben tenerse en mente -- cuando planee un hoja de revisión. Entender perfectamente el objetivo, ser específico sobre como hacer la recolección de datos, diseñar el formato para facilitar el registro de los datos.

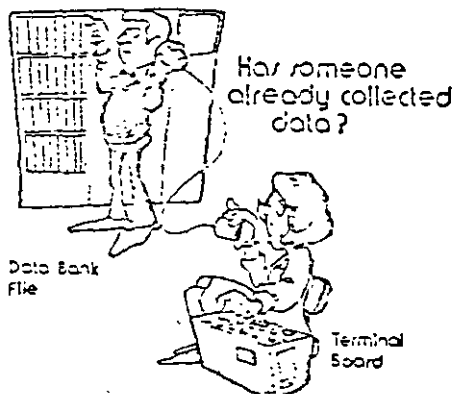


23. Las hojas de revisión facilitan la realización del chequeo o marcaje. Pueden ser diseñadas para enfatizar una secuencia particular de operaciones o la realización de actividades con ciertos periodos de tiempo o atraer la atención en áreas con problemas bajo investigación.

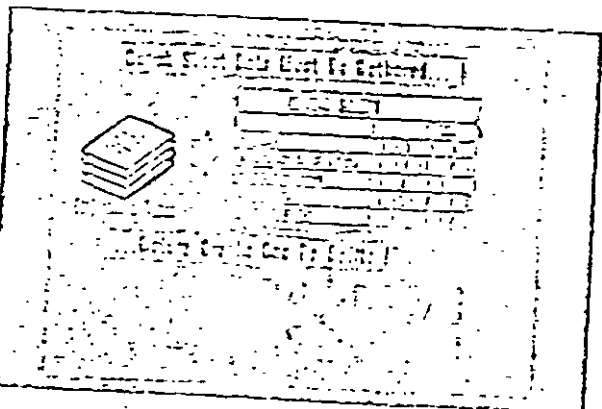
24. Los registros en las hojas de revisión son ampliamente usados en el control de proceso. Los datos por atributos y los datos -- por variables pueden ser recolectados usando este tipo de hoja de revisión. Algunas veces es bueno combinar una hoja de revisión con una gráfica, de tal manera que la corrida de los cálculos pueda ser hecha de acuerdo a como la carta se esta desarrollando.



25. Una hoja de revisión para pasar lista puede ser preparada como una guía para empezar a reunir datos. Normalmente debemos formular nos estas preguntas:
- ¿Cuál es el objetivo de los datos?.
 - ¿Qué tipo de datos debemos considerar?.
 - ¿Quién es el responsable?.
 - ¿En dónde puede ser hecha la tabulación para evitar error?.
 - ¿Cuándo es el tiempo adecuado para reunir datos?.

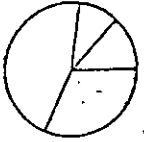


26. Antes de establecer por todas partes el -- gasto de mucho esfuerzo en la recolección de datos, hay que asegurarse que los datos no se pueden conseguir de otra fuente. Algunas veces existen datos que pueden --- servir para el propósito, sin comprender -- los objetivos.

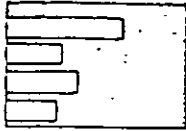


27. Datos nuevos tienen poco valor hasta que -- son organizados y presentados en alguna -- forma gráfica para que puedan ser analiza-- dos. El control estadístico del proceso, -- es un proceso iterativo que involucra, la recolección de datos, organizar y analizar los datos, tomar acción en el proceso y -- después repetir el ciclo.

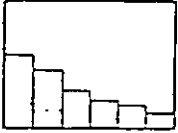
HOW ARE YOU GOING TO USE THE DATA?



Pie Chart?



Bar graph?

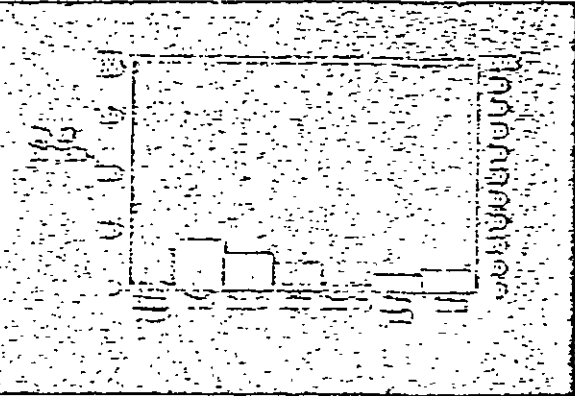


Pareto?



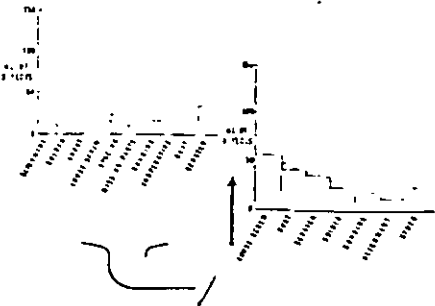
Histogram?

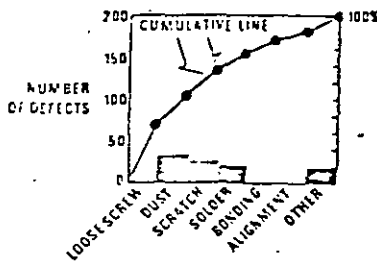
28. Juntando las maneras de graficar más comunes tenemos: gráfica de pastel, gráfica de barras, diagrama de Pareto e histograma. Cada una de ellas se usa para situaciones particulares. La intención del uso de datos sugiere el tipo de formato más beneficioso. En algunos casos puede ser necesario probar formatos diferentes.



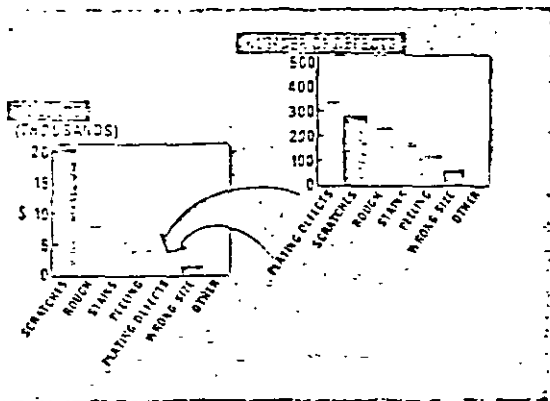
29. Un tipo de gráfica muy beneficiosa es el diagrama de Pareto. Este es especial para graficar columnas. Ellas son usadas para jerarquizar los problemas, y ver que problemas son atacados primero.

30. Como una técnica de análisis, el proceso simple de ordenar datos puede sugerirnos que existe alguna cosa de importancia que podría de otra manera pasar inadvertida. La selección de clasificaciones, la tabulación de datos en las hojas de revisión, el ordenado de los datos, y la construcción del diagrama de Pareto, han probado su útil servicio en el propósito de investigar problemas.



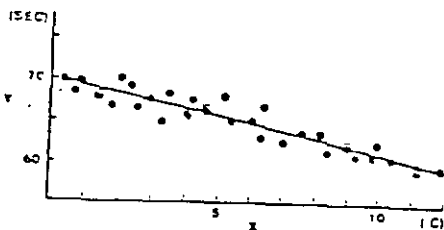


31. El diagrama de Pareto completado contiene mucha información. Como una gráfica de columnas, que nos dice acerca de los tamaños relativos de varios problemas. Como las columnas están en orden descendente, sabemos donde buscar el primer problema sobre el que vamos a trabajar.

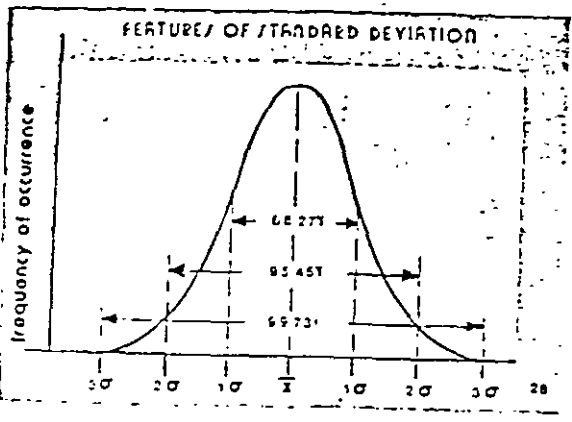


32. Donde sea aplicable hay que hacer referencia a pesos (\$) en vez de contar defectos, al construir el diagrama de Pareto. Las pérdidas de pesos asociadas con cada problema deben ser más importantes que una simple cuenta de "cuantos" defectos.

SCATTER DIAGRAM



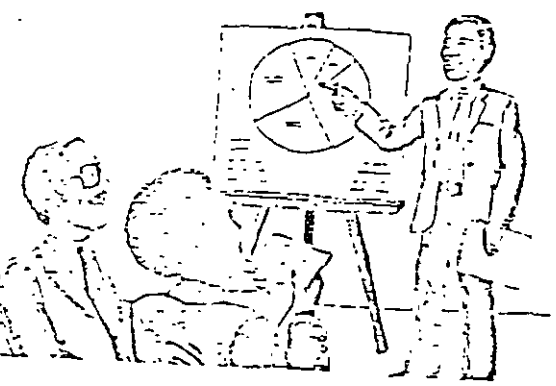
33. Las cortas y las gráficas son extremadamente útiles y flexibles para explicar, interpretar y analizar factores numéricos. Gráficas segundas de prácticas estandarizadas para coordenadas (vertical y horizontal), proporcionan una interpretación común de datos.



34. Los estadísticos han desarrollado métodos matemáticos para facilitar la interpretación de las desviaciones de significancia de los valores deseados. La aplicación de métodos estadísticos permite gráficas que pueden ser preparadas y que representaran procesos que estan dentro de control o fuera de control. La desviación estandar es una medida usada como una base para el cálculo de porcentajes de variancia a partir del valor promedio.

- PROCEDURE STEPS
1. SPECIFIC PURPOSE
 2. WHAT KIND OF DATA?
 3. DATA ALREADY AVAILABLE?
 4. WHO, WHERE, WHEN, HOW?
 5. REDUCE TO STATISTICS
 6. DECISION BASED ON DATA

35. En resumen, vamos a revisar los pasos en la recolección de datos.
- Determinar el propósito específico de obtener unos datos en particular.
 - Decidir que clase de datos van a ser recolectados.
 - Encontrar si los datos necesitados, pueden ser conseguidos rápidamente de otra fuente.
 - Decidir, quien, donde, cuando y como los datos serán recolectados.
 - Asegurarse que las observaciones serán reducidas a estadísticas y que éstas serán reflejadas apropiadamente.
 - Hacer una decisión o desarrollar un plan de acción basado en los resultados obtenidos de los datos.



36. Una función principal en las técnicas estadísticas de control y mejora de la calidad es la influencia que estas técnicas tienen en direccionar la aplicación de tiempo, dinero y otros recursos para una mejor respuesta en la inversión.

SECCION 2

MUESTREO.

A. OBJETIVOS de esta sección

- 1.- Describir que es el muestreo y porque es usado.
- 2.- Explicar los conceptos en los que se basa el muestreo.
- 3.- Capacitarlo para tomar una buena muestra
- 4.- Identificar situaciones donde no debe usarse el muestreo.
- 5.- Aprender donde y como usar el muestreo.

B. CONTENIDO de esta sección

Páginas.

Introducción	2 - 2
¿Por qué es valioso el muestreo?	2 - 3
¿Qué es muestrear?	2 - 3
Muestreo de inspección vs. muestreo de control estadístico de Proceso	2 - 4
W. Edwards Deming y el muestreo de inspección	2 - 4
Escogiendo muestras para el S.P.C.	2 - 4
La aplicación del muestreo de inspección	2 - 5
¿Qué es una muestra representativa?	2 - 5
¿Cuál es el significado de "población" en el muestreo?	2 - 6
Haciendo una población finita	2 - 6
¿Qué es una muestra aleatoria?	2 - 6
Uso de tabla de números aleatorios	2 - 8
¿Qué es una muestra estratificada?	2 - 9
Otros tipos de muestreo de inspección	2 - 9
La importancia del tamaño de la muestra	2 - 10
Como usar las tablas de muestreo	2 - 11
Resumen	2 - 11
Presentación narrativa	2 - 12
Examen	2 - 24
Problema	2 - 26

SECCION 2

MUESTREO

INTRODUCCION :

El término "muestreo" tiene una amplia variedad de significados para la gente, por ejemplo para un chef probar una receta o para un científico desarrollar un experimento. El propósito en ambos casos es formarse una opinión, o hacer algunas conclusiones acerca de la población total a partir de la muestra de donde fué tomada. En otras palabras, ¿El sabor de la sopa es correcto? o ¿Puede decir el científico que la mayor parte del producto terminado será como el de la muestra que se tomó durante el experimento?. El muestreo se usa en gran parte de nuestra vida diaria. Por ejemplo; al decidir que carro nuevo comprar, quizá manejaremos un modelo de demostración como muestra de que los otros carros son como el modelo. O decidiremos que hacer o que no hacer en una organización, grupo de gente o línea de productos, todo basado en una limitada exposición (muestra). Generalmente es imposible para nosotros tomarnos el tiempo y gastar los recursos necesarios para checar a toda la población que la muestra representa. Como se ve, la mayoría de las decisiones estan basadas en muestras.

Hasta los últimos treinta años, poca atención fué dada a los problemas de obtención de muestras representativas y cómo afirmar conclusiones de los resultados de las mediciones y/o el conteo de esas muestras. Las reglas para adquirir una muestra representativa no serían necesarias si cada persona o unidad de producto fueran exactamente iguales en todos los sentidos. Esta uniformidad absoluta no existe con la gente y es imposible de obtener en los productos. Si mides con precisión todas las dimensiones de cualquier grupo de productos comunes, se descubrirá que hay diferencias mínimas entre ellas y estarán desviadas muy poco de lo que hemos definido como el producto "standard", que es como esta especificado en los diagramas.

En este caso, la muestra que se escoge para medir o probar debe contener, tanto como sea posible, las mismas características que el grupo total, lotes o poblaciones que vayan a ser evaluadas. La muestra obtenida no será 100% representativa de la población total, pero siguiendo, las reglas del muestreo, la muestra obtenida será lo suficientemente cercana a la población total para afirmar conclusiones y hacer efectivas suposiciones acerca de la población total. Este será el propósito del muestreo.

El muestreo como una técnica, es la piedra angular en la cual el control estadístico del proceso esta fundado, así que es importante entender qué es el muestreo, como usarlo adecuadamente, y como puede ser una herramienta poderosa. Muchos libros se han dedicado al estudio del muestreo; un extensivo conocimiento estadístico y teórico se requiere para ser un experto en la materia. Obviamente, no se espera o se necesita tener este conocimiento tan profundo sobre el muestreo. Sin embargo, es necesario entender cuando usar el muestreo y los procedimientos propios a seguir. Fallar al usar los principios para tomar buenas muestras y medirlas adecuadamente dara como resultado decisiones erróneas basadas en muestra imprecisas. Sin embargo, siguiendo las reglas del muestreo, pueden ser alcanzadas conclusiones que tengan una alta probabilidad de ser unas "buenas decisiones".

¿POR QUE ES VALIOSO EL MUESTREO?

Si uno tiene la opción, de tomar una muestra en lugar de contar y/o medir cada unidad. Cuando la información estadística (datos) acerca de una gran cantidad de artículos es requerida, la información puede ser obtenida a costos reducidos a través de un plan bien diseñado de muestreo. Los ahorros resultan al completar el trabajo en menos tiempo y con menos horas de labor.

Costos Reducidos. - Si los datos son obtenidos de una pequeña fracción del total de la población, los gastos son menores, que si una medición completa fuera obtenida. Con grandes poblaciones, una muestra nos da suficiente precisión que es --- útil y que representa solo una pequeña fracción de la población. En los Estados Unidos, las más importantes encuestas llevadas a cabo por el gobierno, usa muestras de alrededor de 100,000 personas, alrededor de una persona por cada 1,500. En las encuestas usadas para reunir factores de apoyo en ventas y de política de comercialización para la investigación de mercado, deben ser empleadas muestras de solo algunas miles de personas.

Gran Velocidad. - Los datos pueden ser recolectados y sumados más rápidamente con una muestra que con la cuenta completa de toda la población. Esto es una consideración vital cuando la información se necesita urgentemente.

Datos más completos y precisos. Teniendo unas pocas partidas que medir o poca gente que entrevistar, se puede tomar más tiempo para asegurar que estén completos y precisos los datos que recolectamos. Por otra parte, existe menos probabilidad de cometer errores por monotonía como cuando tenemos el 100% de inspección.

Menos daño al producto. A menudo en el manejo y/o en la medición de un producto - cuando lo inspeccionamos en el proceso, ocurre algún daño. Al inspeccionar solo - una muestra, solo algunas partidas están sujetas a este posible daño.

¿QUE ES MUESTREAR?

Muestrear es el acto, proceso, o técnica de seleccionar una adecuada cantidad fraccional de una población larga y finita, sujetando esta muestra a inspección o análisis con el propósito de predecir las características de la población total. Para la inspección o análisis de la cantidad fraccional (muestra) se deben dar ciertas condiciones; ciertos factores pueden ser determinados y ciertas suposiciones son hechas acerca de la población total finita. Las muestras pueden ser tomadas de productos terminados o servicios; o pueden ser tomadas las muestras - de un proceso de producción en orden de aprender la naturaleza de la salida total del proceso de producción.

MUESTREO DE INSPECCION VS MUESTREO DEL CONTROL ESTADISTICO DEL PROCESO.

El muestreo es usado en una amplia variedad de aspectos dentro de la operación de una organización pero nos concentraremos aquí solo en dos muestreos de inspección y muestreo del control estadístico del proceso. El muestreo de inspección es usado para hacer conclusiones y hacer decisiones acerca de la aceptación, o rechazo, o reproceso, etc., de la población total (lote) de la muestra de donde fué sacada.

El muestreo del control estadístico del proceso es usado para monitorear un proceso y hacer decisiones acerca de que acciones deben llevarse a cabo dentro del proceso mismo.

W. EDWARDS DEMING Y EL MUESTREO DE INSPECCION.

El pensamiento expuesto por el Doctor Edwards Deming ha ocasionado algunas preguntas acerca de varios aspectos del muestreo por inspección. Como la publicación por el gobierno de E.U. de MIL-STD-105 (ver más adelante) es un logro militar, se ha convertido en una práctica común el seguir "ciegamente" este estandard sin ninguna consideración. Varios puntos estan a discusión.

- 1.- La aceptación o rechazo de un lote basado en las tablas MIL-STD-105 - sin ninguna prueba de que el lote fué producido por un proceso bajo - "Control Estadístico".
- 2.- El uso de planas de muestreo para la inspección dentro del proceso en lugar de aplicar controles estadísticos de proceso y sentido común en consideraciones económicas tales como donde inspeccionar y donde no.

El asumir que partes defectivas pueden estar en pruebas a nivel de -- ensamble y que la producción de partes esta bajo control estadístico, es simplemente un asunto de aritmética sacar el balance de el costo - de inspección de aquellas partes defectuosas que puedan llegar al ensamble final contra el costo del reemplazo a nivel de ensamble de la - producción por una decisión de no inspeccionar.

Si el costo medio de probar una o más partes es más alto que el costo promedio del reemplazo el procedimiento apropiado de acuerdo a Deming es inspeccionar 100%.

- 3.- La idea de aceptar un nivel de calidad dado con un O.K. en vez de tratar continuamente de mejorar los niveles de calidad.

ESCOGIENDO MUESTRAS PARA EL CONTROL ESTADISTICO DE PROCESO.

Aunque mucha de la mentalidad con respecto a la selección de la muestra es común entre el muestreo de inspección y el muestreo de SPC, con este último usted trata con una serie de muestras tomadas en un lapso de tiempo como base para decisiones.

Algunas consideraciones para establecer los planes de muestreo para el control de proceso incluyen.

- 1.- El tamaño de la muestra debe ser lo suficientemente grande para asegurar con una gran probabilidad que cualquier cambio en el proceso no va a pasar sin detectarse.
- 2.- Los especímenes en cada muestra deben representar la salida homogénea de la producción bajo las mismas condiciones; es decir: de una misma máquina, operador o línea de ensamble.
- 3.- Las muestras individuales deben provenir de un rango de variación lo más grande posible para que exhiba al proceso.
- 4.- La frecuencia de cada muestra debe considerar la naturaleza del proceso y su inherente posibilidad de variación con el tiempo, tal como cambios de herramientas, de químicos o ambientales.

LA APLICACION DE MUESTREO DE INSPECCION

La siguiente porción de esta sección pertenece primordialmente al tema de muestreo de inspección. Existen ejemplos donde el único camino práctico de inspeccionar un producto es por muestreo; esto es hay casos donde inspeccionar 100% no es práctico, estos ejemplos son:

- 1.- Pruebas destructivas; la inspección no es posible sin la destrucción química o física del producto.
- 2.- Al inspeccionar bienes de grandes longitudes; bobinas de cobre, película fotográfica, papel, textiles, etc. en los cuales es difícil desenrollar para inspeccionar.
- 3.- Inspección de grandes cantidades: Tornillos, tuercas, claros, papeles etc. Son productos hechos en grandes cantidades en donde no es práctico o económico la realización de una inspección 100%.

¿QUE ES UNA MUESTRA REPRESENTATIVA?

Una muestra representativa es una fracción de la población que contiene -- aquellas propiedades que van a ser chequeadas; existiendo en la misma proporción en toda la población. Si esta propiedad se refiere a defectos, una muestra representativa debe tener el mismo porcentaje de defectos como la población total de la cual se extrajo la muestra.

¿CUAL ES EL SIGNIFICADO DE POBLACION EN EL MUESTREO?

Una muestra representativa es una fracción de una población que tiene esos elementos distintivos que caracterizan la población, y existen en la misma proporción que si habláramos de la población total. Si estas características son defectos, en una muestra representativa tenemos el mismo porcentaje de defectos en la población total de la cual extrajimos esta muestra.

¿CUAL ES EL SIGNIFICADO DE "POBLACION" EN EL MUESTREO.

Una población puede ser definida simplemente como el grupo total de elementos de los cuales algunos factores y ciertas suposiciones necesitan ser determinadas. La palabra "Elementos" puede sugerir cosas que estén en el rango de partes defectivas, reportes sin discrepancia, automóviles, colegas juniors, líneas de impresión de las columnas de un periodico o eventos tales como, lanzar una moneda o pesar un objeto, o aún los intervalos de tiempo. La particular población de interés en cualquier sentido, depende de las preguntas de investigación que se han preguntado.

Consideremos el siguiente ejemplo:

¿Qué tan bien pueden leer los niños en nuestro estado?. En este caso, la población es "los niños en nuestro estado". Ahora suponemos que queremos las respuestas de nuestra encuesta. La dificultad inmediata, es que la población no está definida lo suficientemente precisa. ¿Qué queremos decir con niños?.

¿Queremos decir chicos y chicas que tienen 12,13,14 y 15 años así como algunos más jóvenes? ¿y aquellos que tienen 3 años o menos, o aquellos que están en instituciones para débiles mentales o los que están ciegos o sordos? Antes de poder responder la encuesta, se debe especificar la población en el detalle necesario en orden de excluir todos aquellos que no son de interés e incluir todos aquellos que son de interés. En este caso, por ejemplo se puede especificar como nuestra población todos aquellos que estén en 5° grado que no tengan dificultades visuales o auditivas serias, que hayan asistido regularmente a clases (excluyendo clases especiales por anomalías tales como gente de lento aprendizaje) en escuelas públicas y a partir de los 5 años. No se debe descuidar las condiciones por inclusión de la población.

Sin esta claridad, las conclusiones que se intentan, obtener acerca de la población serán ambiguas y dudosas.

HACIENDO LA POBLACION FINITA.

En la mayoría de las aplicaciones donde el muestreo es usado, la población acerca de la cual la información es deseada es finita. El número de gente en un pueblo, las máquinas en una fábrica, las partes similares en un embarque, el número de partidas producidas en un día, etc. Si la población total no es finita, debe de hacerse finita. Esto se hace arbitrariamente rompiendo la expansión de la población en grupos, lotes, segmentos, períodos de tiempo, etc. Después de hacer esto, la información puede obtenerse por conteo y/o mediciones en cada partida en un particular lote, segmento, etc; la información también puede ser seleccionada, o contada y/o midiendo una muestra tomada de un particular lote, segmento, etc., y después seleccionar y mostrar conclusiones acerca de todas las partidas, aunque no haya sido examinada cada una.

¿QUE ES UNA MUESTRA ALEATORIA?.

Una muestra aleatoria es aquella que fue seleccionada por un proceso cuyas demandas o implicaciones de cada unidad y cada combinación de unidades de la población tienen igual oportunidad de ser escogidas. El principio anterior del muestreo aleatorio es que cada una de las unidades de

La muestra contendrá todas las características de la población total. Dependiendo de la situación anterior, hay varios grados de dificultad para garantizar el haber obtenido una muestra aleatoria. Hay, sin embargo, herramientas estadísticas disponibles para ayudar. Una es una "tabla de números aleatorios" tales como los que se muestran en la figura 2.1. en la siguiente página.

Para usar la tabla es necesario precondicionar esos números para que sean asignables a la población entera. Usando la tabla, usted tiene que habilitar la partida a escoger con el correspondiente número que la tabla dice que se seleccione.

Hay muchas de estas tablas. La que se muestra aquí es de Donald B. Owen Manual de Tablas Estadísticas.

T, A P I F 0 0 Præfom Numbers*

1306	1159	5731	3955	5606	5054	6947	3597	1636	7510
0422	2431	0649	6055	5053	4722	6595	5044	9040	5121
6597	2022	6168	5060	8656	6733	6364	7649	1571	4329
7965	6541	5645	6243	7658	6903	9911	5740	7524	5520
7695	6937	0406	8894	0441	6135	9797	7255	5905	9539
5160	7851	8464	6789	3938	4197	6511	0407	9239	2232
2961	0551	0539	6258	7476	7565	5581	5771	5442	8761
1428	4153	4312	5445	4854	9157	9158	5218	1464	3654
3656	5642	4539	1561	7549	7520	2547	0756	1206	2033
6543	6799	7454	9052	6689	1946	2574	9356	0304	7945
9975	6080	7423	3175	9377	6951	6519	5257	8994	5532
4556	0956	7545	7723	8055	4948	2228	9583	4415	7065
3229	7065	6694	5168	3117	1586	0237	6160	9555	1133
8722	9191	3356	3443	0434	4566	4150	1224	6204	0937
1830	9120	6785	6382	2929	7089	5109	6742	2465	7025
2296	2952	4764	9070	6356	9192	4012	0618	2219	1109
3552	7052	3132	4519	9250	2456	0530	8472	2160	7046
5672	9207	7222	6494	6973	3545	6967	8490	5264	9821
1134	6324	6201	3792	5651	0538	4676	2064	0554	7996
1403	4497	7390	8503	8239	4236	8022	2914	4365	4529
3393	7025	3351	3553	2125	1021	6353	6413	5161	8583
1137	7396	3602	0060	7850	7626	0854	6565	4260	6220
7437	5198	6772	6927	5527	6851	2709	5992	7583	1071
8414	6820	9917	7238	9521	6073	6658	1250	9643	7761
8398	5224	2749	7511	5740	9771	7826	9533	3500	4553
0995	8935	2939	3092	2496	0359	0318	4697	7181	4035
6657	0735	9655	4017	6551	7292	5643	5064	1142	1297
8575	8369	7865	0190	9276	1709	4253	9346	4335	3769
8399	6702	0556	6425	7985	2979	4513	1970	1989	5105
6703	1024	2064	0353	6515	5502	1575	4171	6970	1201
4730	1653	9032	9555	0957	7366	0325	5178	7959	5571
8400	6534	3187	6658	1079	1450	6776	9583	7585	9998
3647	5002	6726	0577	4532	8238	7542	7804	8933	9475
6789	5197	8037	2354	9262	5497	0005	9386	1767	7981
2630	2721	2510	2185	6323	5679	4931	8536	6662	5566
1374	8625	1644	3342	1557	0762	6057	8011	2666	3759
1572	7625	9110	4409	0239	7059	8415	5537	2250	7292
9678	2877	7579	4935	0449	8119	6969	5583	1717	6719
0582	6781	3538	4090	3092	2565	6001	5446	9955	6007
0006	4205	2389	4365	1951	6156	7784	6256	3542	5603
4611	9561	7916	9305	2074	9462	0254	4527	9198	8974
1093	3784	4190	6332	1175	8399	9785	8584	6581	7194
3374	5545	6565	5519	3342	1676	2264	6014	5012	2458
3650	9676	1436	4374	4716	5348	8276	6235	6742	2154
7292	5749	7977	7602	9205	8599	5550	9537	4423	2330
2553	6319	2550	4026	3027	1708	5518	7034	7132	6903
1094	2009	6519	5676	7286	4882	9642	7235	8167	5366
0568	4002	0587	7165	1054	2006	7471	0640	4566	9554
5606	4070	5233	4039	6343	6685	5799	5521	9553	9458
6285	7537	1151	2500	5294	6492	1627	3572	1952	3025

* Adapted with permission from Donald B. Owen, "Handbook of Statistical Tables," Addison-Wesley Publishing Company, Inc., Reading, Mass., 1962. Courtesy of U.S. Atomic Energy Commission.

FIGURA 2.1. Tabla de números aleatorios.

Como el propósito aquí es solamente enterarlo de tales tablas y como se usan, solamente hemos incluido una porción de una tabla. Si usted no puede conseguir esa tabla, se puede substituir por el directorio telefónico completo; de una manera aleatoria y usando cualquier combinación de números. Tal como aparece en la página que escoja.

USANDO UNA TABELA DE NUMEROS ALEATORIOS.

Al usar la tabla mostrada en la figura 2.1, simplemente entre a ella escogiendo cualquier columna o cualquier dirección, seleccionando la secuencia de números, tal como usted puede escoger es extraer en la tabla en la fila 15 y moverse a través de ella; los números son 1330, 9120, 8785, 8382 y 2929. Estas son las muestras que seleccionarán entonces en la población, si usted solo necesita 2 o 3 dígitos, puede usar ya sea los primeros o los últimos dos o tres dígitos. Puede haber algunas complicaciones adicionales. Pero en vez de complicar la cuestión tratando de explicar éstas aquí, le sugerimos preguntar a su departamento de calidad para que le ayude con las tablas de números aleatorios.

QUE ES EL MUESTREO ESTRATIFICADO?

El muestreo estratificado es aplicable cuando grandes volúmenes están involucrados o cuando se tiene la sospecha que pueden existir diferencias en diferentes capas o estratos de la población, tal como la profundidad de un tubo o la muestra de una extracción de materiales (vea la figura 2.2.). Para hacer esto, la población se divide dentro de varias capas o estratos y se toman muestras, deben ser seleccionadas de una manera aleatoria y todas las otras reglas del muestreo deben seguirse.

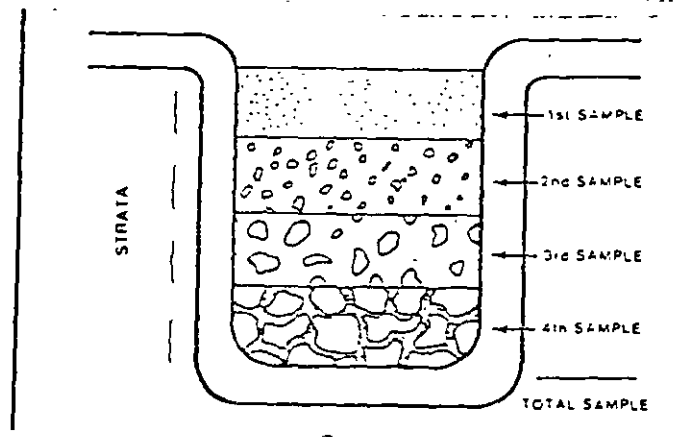


Figura 2.2. Muestreo estratificado.

Lo mismo que con una muestra aleatoria, el propósito del muestreo estratificado es estar seguro de que la muestra que está siendo recogida es representativa.

ALGUNOS OTROS TIPOS DE INSECCION POR MUESTREO.

Hay muchos otros tipos, estilos y calificativos para otras formas de muestreo diseñados para ajustar condiciones especiales. La mayor parte de éstos pretenden elevar la mejor información para las posibles decisiones con

aquí la decisión para aceptar o rechazar la población está basada en una sola muestra. Algunas compañías usarán "doble" o aún todavía "muestreo múltiple". En estos casos, si la primera muestra no es suficientemente buena para aceptarla, -- pero no tan mala como para rechazar el lote completo, tomarán muestras adicionales para reducir el riesgo de rechazar un lote bueno. Siempre hay algún grado de riesgo alrededor de una toma de decisiones sobre el total de la población, basada en los datos de solamente una muestra. Sin embargo, los planes de muestreo, es tán diseñados para reducir este riesgo mientras todavía sea económico.

LA IMPORTANCIA DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA.

Así como una selección aleatoria es importante en el muestreo, la determinación del tamaño de la muestra es igual de importante. Suponga que tenemos una caja llena con 1000 canicas, 100 de las cuales fueron negras y otras 900 fueron blancas -- si sacó 10 canicas al azar sin engañarse, teóricamente esperará obtener 9 canicas blancas y 1 negra. Esta es la probabilidad, aunque bien, este no es el caso. Una muestra de 10 tomada de una población 1000 no es suficientemente grande para dar un resultado confiable.

¿Qué tan grande se necesita hacer una muestra para que los resultados sean confiables? ¿Y cómo es que todas las muestras ofrecen una oportunidad? ¿Qué tan confiable es el resultado?

Hay fórmulas matemáticas para todo esto, pero también hay tablas disponibles para proporcionar las respuestas. Para entender como usar estas tablas, primero es necesario explicar que el gobierno de los Estados Unidos editó las normas militares (Military Standard) para definir y calcular el tamaño de muestra relacionada al tamaño del lote para dar niveles de calidad aceptables (AQL) variando los niveles o severidad de la inspección. Las normas militares consisten en varias tablas diseñadas para aplicaciones específicas. Su experto en calidad puede ser valioso para ayudarle a aprender sobre ellas. El siguiente ejemplo muestra como trabajar con las normas militares (Military Standard).

Figura 2 - 3 En la tabla se muestra las letras para tamaños de muestra bajo 3 diferentes niveles de inspección.

Lot or Batch Size			Special Inspection Levels				General Inspection Levels		
			S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
2	to	8	A	A	A	A	A	A	B
9	to	15	A	A	A	A	A	B	C
16	to	25	A	A	B	B	B	C	D
26	to	35	A	B	B	C	C	D	E
51	to	90	B	B	C	C	C	E	F
91	to	150	B	B	C	D	D	F	G
151	to	250	B	C	D	E	F	G	(H)
281	to	500	B	C	D	E	F	(H)	J
501	to	1200	C	C	E	F	G	J	K
1201	to	3200	C	D	E	G	(H)	K	L
3201	to	10000	C	D	F	G	J	L	M
10001	to	35000	C	D	F	(H)	K	M	N
35001	to	150000	D	E	G	J	L	N	P
150001	to	500000	D	E	G	J	M	P	Q
500001	and over		D	E	(H)	K	N	Q	R

Los niveles de inspección se dividen en:

- Inspección Estricta -- III
- Inspección Normal -- II
- Inspección Reducida -- I

La figura 2.4. proporciona el tamaño de muestra, (por una letra código dada); -- el número de partidas defectivas con las que se acepta el lote y el número de partidas defectivas con las que se rechaza. Todos éstos referidos a diferentes (AQL) (NIVELES DE CALIDAD ACEPTABLE).

Nivel	Código	Aceptación Número																											
		0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.40	0.50	0.60	0.80	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0	10	15	20	30	40	50	60	80	100	150	200
A	7	↓																											
		↓																											
		↓																											
B	10	↓																											
		↓																											
		↓																											
C	13	↓																											
		↓																											
		↓																											
D	17	↓																											
		↓																											
		↓																											
E	23	↓																											
		↓																											
		↓																											
F	32	↓																											
		↓																											
		↓																											
G	43	↓																											
		↓																											
		↓																											
H	55	↓																											
		↓																											
		↓																											
I	71	↓																											
		↓																											
		↓																											
J	91	↓																											
		↓																											
		↓																											
K	115	↓																											
		↓																											
		↓																											
L	150	↓																											
		↓																											
		↓																											
M	200	↓																											
		↓																											
		↓																											
N	270	↓																											
		↓																											
		↓																											
O	360	↓																											
		↓																											
		↓																											
P	480	↓																											
		↓																											
		↓																											
Q	630	↓																											
		↓																											
		↓																											
R	840	↓																											
		↓																											
		↓																											

- ↓ = Use first sampling plan below arrow. If sample size equals, or exceeds, lot or batch size, do 100 percent inspection.
- ↑ = Use first sampling plan above arrow.
- * = Acceptance number.
- = Rejection number.

FIGURA 2.4. Tabla militar estandar 105 D muestreo simple normal.

COMO USAR LAS TABLAS DE MUESTREO.

Usando las tablas MIL-STD-105D, suponemos que hay un lote de 300 unidades, usando el nivel de inspección II, la letra código H (Ver fig. 2.3.) Observando la figura 2.4. el tamaño de la muestra es de 50 unidades. Si el AQL de seccó es de 2.5%, entonces si encontramos 3 unidades defectivas en la muestra, se puede aceptar el lote, pero si hay 4 unidades defectivas, el lote será rechazado.

Como se puede comprobar, existen muchos grados de satisfacción en las tablas de muestreo, pero no debemos preocuparnos. Es suficiente aprender que para un tamaño de lote dado, un cierto tamaño de muestra es necesario si los datos de la muestra se consideran válidos.

RESUMEN.

Esta sección intenta mostrar varios caminos por los cuales el muestreo contribuye a las metas de alcanzar la más alta calidad posible y dar suficiente información para hacer útiles las muestras al aplicar las diferentes técnicas de este manual.

SAMPLING

1. Esta presentación ha sido preparada por --- Rieker Management System y traducida por -- Pro A Cali, S.A. de C.V. El objetivo es explicar que el muestreo es un requerimiento clave para el control estadístico de proceso y la inspección de los productos.

Sampling

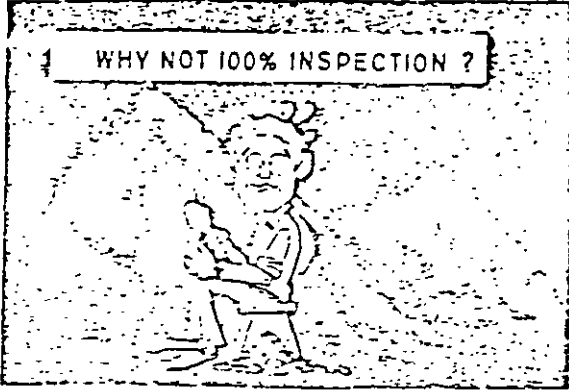


2. Básicamente, el muestreo usado en el control de calidad es una técnica para seleccionar una adecuada porción del total de la población; midiendo las características de esa muestra, a fin de tener las conclusiones sobre el total, como una base para tomar decisiones y acciones sobre la población o proceso por el cual fué producida.



3. Todos nosotros podemos identificar este proceso de muestreo. El muestreo es algo que cada uno hace a cada momento. Haga un olla de puchero y ¿qué ocurre invariabilmente antes de servirla a sus invitados? ¡Usted la prueba! O considere la práctica de probar - manejando muestras de diferentes carros antes de comprar uno nuevo. basándonos en este corto manejo, hacemos una suposición sobre el carro que podamos recibir de la fábrica.

1 WHY NOT 100% INSPECTION ?



4.

Cuando inspeccionamos los productos, ¿Por qué hacemos uso del muestreo en lugar de -- inspeccionar cada artículo?. Primeramente -- porque una inspección al 100% requiere considerablemente más tiempo y dinero. Por lo tanto, el costo de los productos podría ser incrementado a menudo innecesariamente.

Y cualquiera que piense considerar que un 100% asegura una perfecta precisión, puede tratar de contar y volver a contar la gran cantidad de tuercas de una máquina hasta -- que logre tener el mismo total 2 veces.

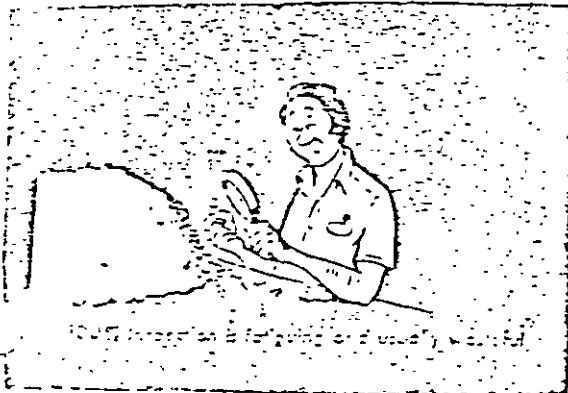
ADVANTAGES OF Sampling

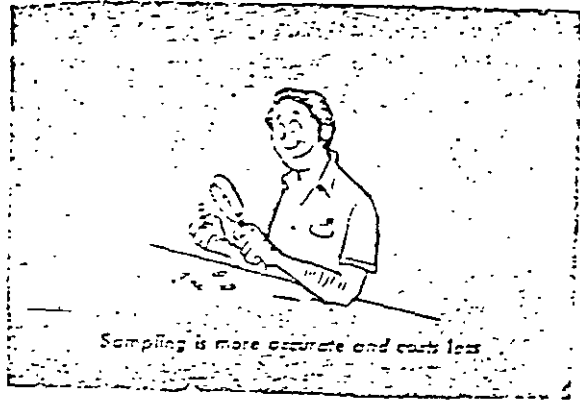
5.

El primero y más importante avance del muestreo es que es la única forma económicamente práctica de mantener un proceso en un estado de control estadístico y es solamente a través de esta estrategia de prevención -- que la última meta del control total de calidad puede ser realizado.

6.

Un avance del uso de la inspección por muestreo es que es mucho menos cansado y monótono para el operador. La inspección al 100% es fatigosa y usualmente desastrosa.



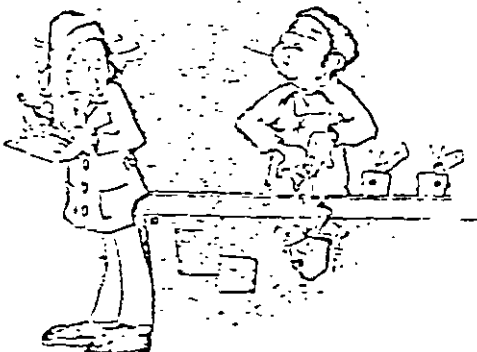


Sampling is more accurate and costs less

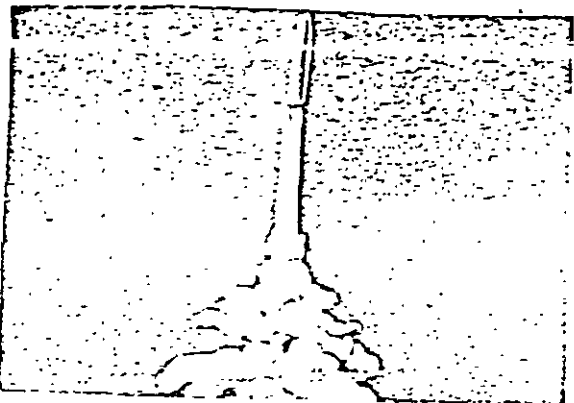
7. Porque la inspección por muestreo es menos cansada. Y es más precisa y en suma, los costos de ejecución son menores.



8. Otra ventaja de la inspección por muestreo es que hay menos probabilidad de daños al producto desde el manejo e inspección porque solamente una muestra esta sujeta a este procedimiento.



9. La inspección al 100% desanima a los operadores a tener cuidado de producir solamente buenos productos. Ellos pueden llegar a ser menos cuidadosos porque siempre hay alguien chequeando todo lo que ellos hacen.

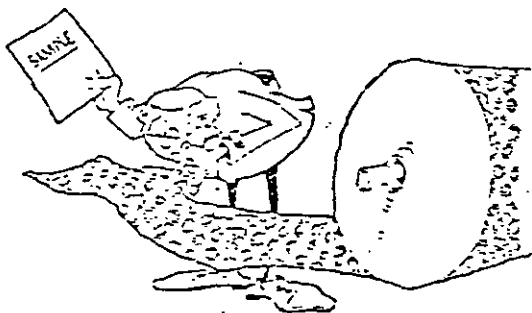


10.

En algunos casos el muestreo es la cosa más práctica de hacer. Por ejemplo, ¿Cómo puede determinarse que un misil trabajará como es ta planeado sin detonarlo o un cartucho de dinamita? o una caja de cerillos?

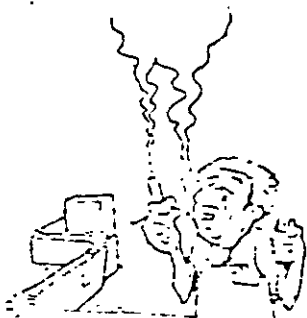
Si el total de la producción es probada nin gún artículo será entregado.

Entonces la única manera es realizar pruebas destructivas en muestras y de sus resultados, decidir si el balance de la producción es bueno o malo.



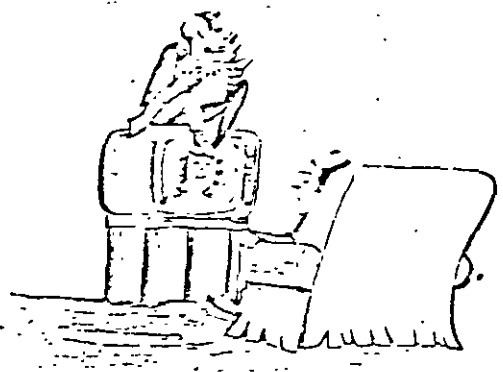
11.

Las técnicas de muestreo son también necesarias cuando la producción involucra grandes longitudes del producto, tales como la fabricación de flechas, rollos de alambre o película fotográfica, gomas, cinturones, -- etc. Aquí también solamente pueden ser cortadas e inspeccionadas, muestras.



12.

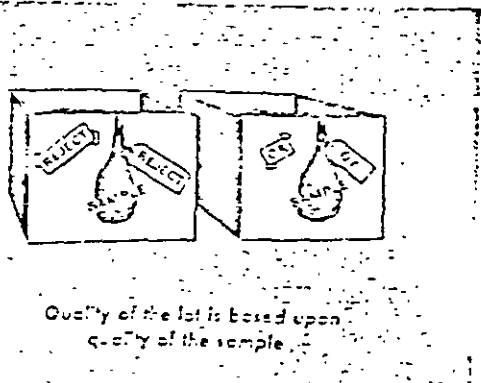
un tercer tipo de requerimiento de muestreo de la producción es el que involucra enormes cantidades de productos no muy caros tales como, tuercas, pernos o cigarrros. Los defectos pueden muy probablemente no ser críticos y un inspección al 100% es económicamente imposible.



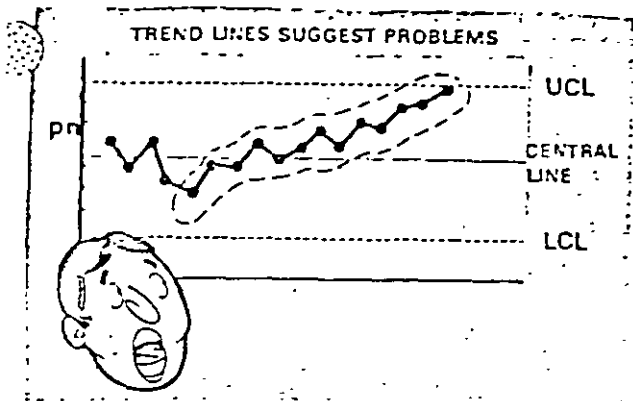
13. El muestreo puede ahorrar tiempo y dinero y dar resultados precisos. El servicio de rating de T.V. muestra un pequeño número de casas tomadas de los millones de familias en los Estados Unidos que tienen televisión. Los programas se continúan o se suspenden sobre la base de los resultados de estos muestreos. Datos muy precisos pueden obtenerse de muestras relativamente pequeñas, si se siguen los procedimientos adecuados.

LIMITATIONS

14. Sin embargo el muestreo tiene limitaciones. Veamos un par de éstas.



15. Con la inspección por muestreo una decisión de aceptación o rechazo de un lote completo está basada en la calidad de este muestreo. Si el lote no fue producido bajo condiciones estables, es probable que los ítems de la muestra sean erróneos y puedan constatar decisiones incorrectas y costosas.



16. Muestrear con el propósito de mantener un proceso en un estado de control estadístico, muestras invalidas pueden ocasionar acciones que sean innecesarias y pueden llevar al proceso dentro de un estado inestable.

PROCESS CONTROL SAMPLING

CONSIDERATIONS:

- ▷ Size of sample
- ▷ Selection of specimens
- ▷ Method of choosing sample
- ▷ Frequency of sampling

17. Por consiguiente, es importante seguir las reglas para tomar buenas muestras para asegurar resultados precisos. En las muestras para el control del proceso, además de precisar la medición de la muestra hay que considerar estos elementos.

- 1) Tamaño de la muestra
- 2) La selección de cada espécimen en la muestra.
- 3) El método para escoger cada muestra
- 4) La frecuencia de la toma de muestras.

DEFINITIONS

N : LOT SIZE

n : SAMPLE SIZE

18. Viendo ahora los pasos para la inspección por muestreo hay un par de símbolos a entender.

"N" (mayúscula) representa el tamaño del lote.

"n" (minúscula) representa el tamaño de la muestra para ser seleccionada del lote.

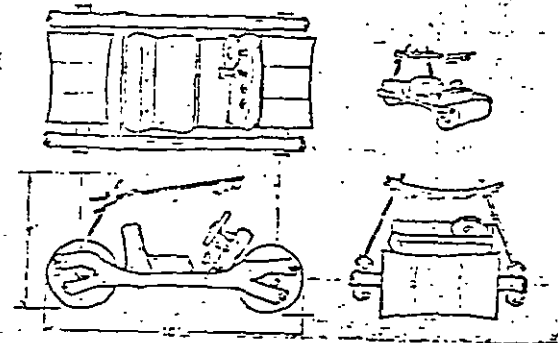
STEPS IN SAMPLING

- 1 REFER TO THE QUALITY REQUIREMENTS
- 2 FIND THE LOT SIZE (N)
- 3 DETERMINE THE SAMPLE SIZE (n)
- 4 TAKE REPRESENTATIVE SAMPLE
- 5 EXAMINE THE SAMPLE & DECIDE IF THE LOT IS OK

19. Aquí se tienen los pasos a seguir en la inspección por muestreo.

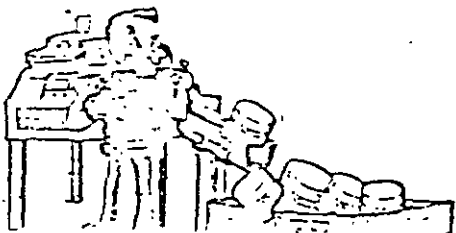
1. Referirse a los requerimientos de calidad.
2. Encontrar el tamaño del lote N (mayúscula).
3. Determinar el tamaño de la muestra n (minúscula).
4. Tomar una muestra representativa
5. Examinar la muestra y decidir si los requerimientos de calidad del lote - han sido encontrados.

REFER TO THE QUALITY REQUIREMENTS

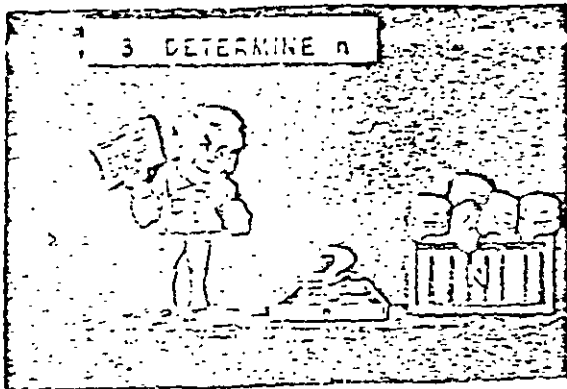


20. PASO 1.- Referirse a los requerimientos de calidad e informarse sobre ellos. Este dibujo de ingeniería muestra las muchas fuentes que tenemos para determinar las características de calidad -- que necesitamos. Esta información puede venir también desde las especificaciones de proceso, especificaciones militares o requerimientos del cliente.

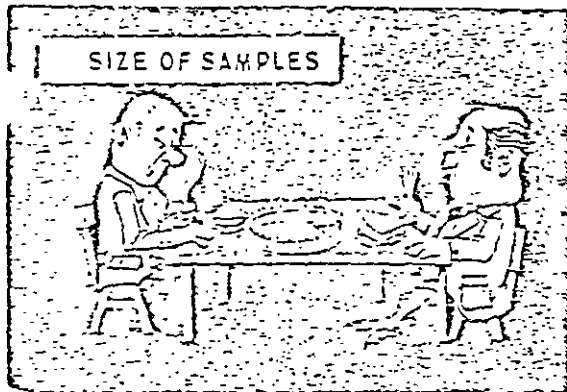
2 FIND THE LOT SIZE (N)



21. PASO 2.- Encontrar el tamaño del lote. Pueden ser solo algunas partes o pueden ser varios miles. Todas las unidades en el lote deben ser homogéneas, esto es, hechos con los mismos materiales y bajo las mismas condiciones.



22. PASO 3. Determinar el tamaño de la muestra. Las tablas de muestreo especifican que tan grande debe ser la muestra. Una muestra inadecuada incrementa el riesgo de que los resultados obtenidos no dan un cuadro real -- del lote.



23. ¿Cuándo es necesaria una muestra grande? Las tablas de muestreo están basadas en las leyes de la probabilidad. Ellas dan tamaños de muestra opcionales dependiendo hacia qué precisión se desee llegar en la predicción de la calidad del lote.

LOT SIZE	NO. OF PARTS REQ'D FOR SAMPLE NORMAL INSPECTION
500 — 1200	80
3200 — 10,000	200
35,000 — 150,000	500

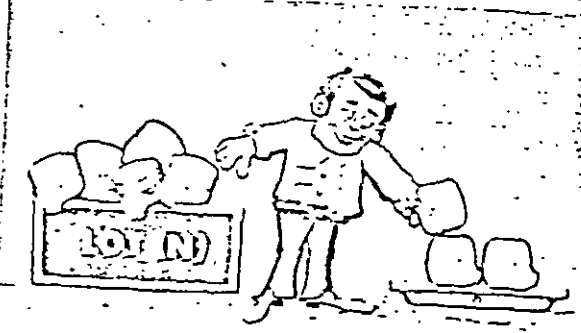
24. Usando este ejemplo de las tablas de la militar standard 105D para una inspección normal, se demuestra que se requiere un porcentaje significativamente pequeño del lote para la muestra y darnos un nivel de precisión adecuado.

Lot or Batch Size	Acceptance Level				General Inspection I		
	1/4	1/8	1/3	1/4	I	II	III
2-8	A	A	A	A	A	B	B
9-15	A	A	A	A	A	B	C
16-25	A	A	A	B	A	B	C
26-50	B	B	B	C	B	C	D

25.

Este es un extracto de una tabla de muestreo. De acuerdo a la variación de los niveles de inspección, las tablas de muestreo especifican el tamaño de las muestras para varios tamaños de lotes. Ellas también muestran la cantidad de rechazos que pueden estar en una muestra antes de ser rechazado el lote completo. Recuerde, sin embargo, que la aplicación de esta aproximación estadística para muestrear depende del conocimiento que se haya hecho del lote muestreado que fué producido en un proceso en un estado de "control estadístico".

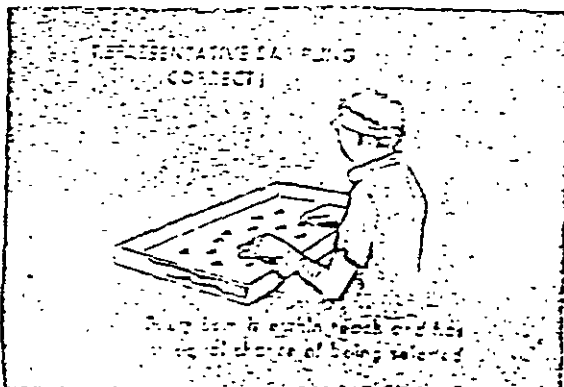
4 TAKE A REPRESENTATIVE SAMPLE



26.

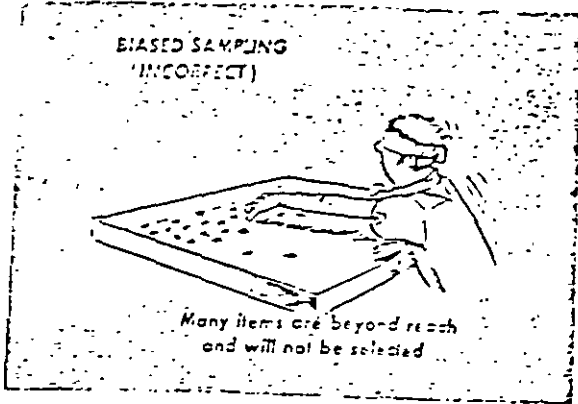
Paso 4. - Tome una muestra representativa del lote. Es importante que la precisión de las muestras retrate el cuadro correcto del lote.

Además, las muestras deben venir de varias partes del lote para ser representativas. Ellas deben ser seleccionadas al azar. La selección al azar es un factor crítico en el muestreo.

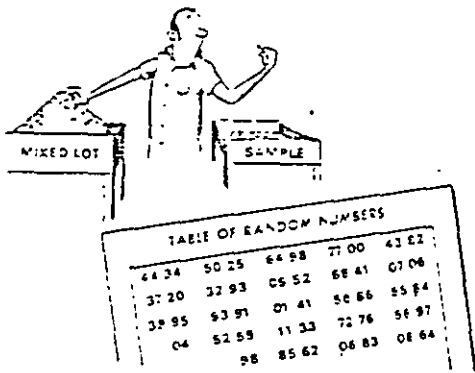


27.

Para que una muestra sea representativa y por lo tanto, seleccionada al azar, cada artículo debe tener igual oportunidad de ser seleccionado para la muestra.

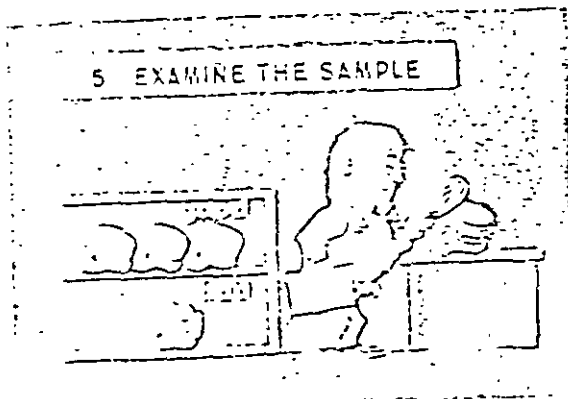


28. Esta figura muestra un ejemplo de una selección de una muestra la cual tendrá un "sesgo" esto es que algunos artículos -- tienen más probabilidades de ser seleccionados que otros.



29. Para ayudarlo en la selección de un muestreo al azar, han sido preparadas -- tablas, las cuales aseguran que las -- muestras fueron realmente escogidas al azar. Este manual incluye un ejemplo de las tablas de números random o aleatorios.

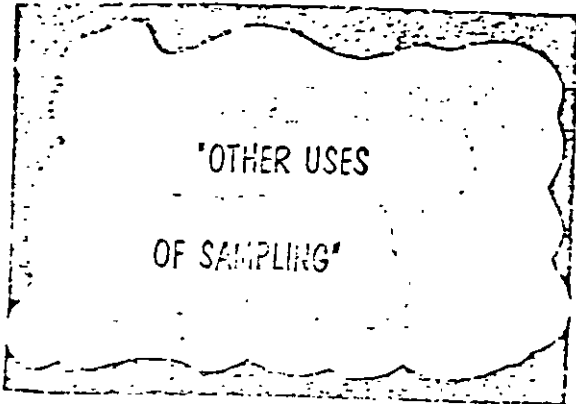
30.



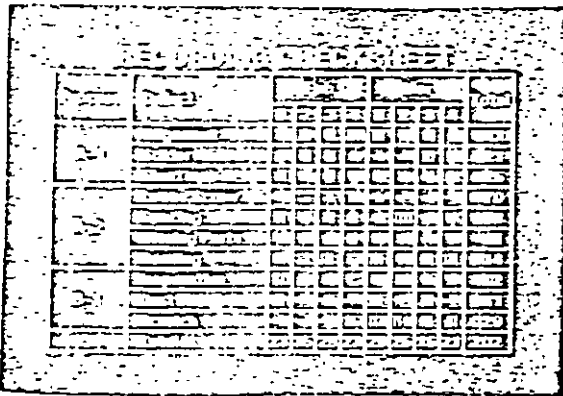
Paso 5.- Examine la muestra. Cada parte de la muestra debe ser inspeccionada contra el standard de calidad.

Separar las partes malas de las buenas, y decidir si los requerimientos de calidad del lote han sido encontrados. Asumiendo que la muestra fué seleccionada apropiadamente y que el lote fué producido bajo control estadístico, usted -- puede ahora predecir con exactitud las condiciones del lote total.

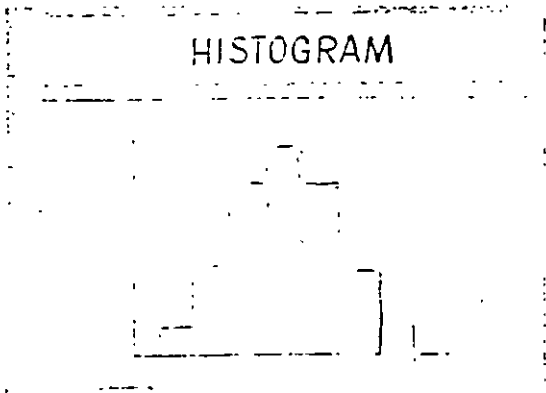
Esta técnica es llamada inspección por "muestreo simple". Hay muchas otras formas de inspección por muestreo, pero usted probablemente no estará interesado en éstas.



31. Hay un sin número de formas en las cuales se utiliza el muestreo en los esfuerzos de hacer mejoras en la calidad. Veamos algunos ejemplos.

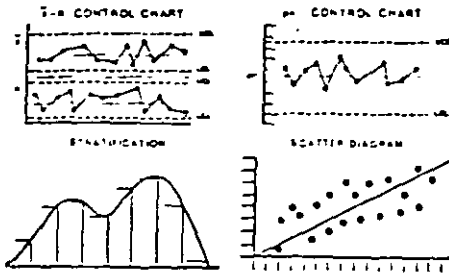


32. Las hojas de revisión en casi todos los casos serán derivadas del muestreo. En cualquier momento que usted tenga la oportunidad de recolectar datos está "tomando una muestra".



33. Los histogramas se usan para decidir de un modo u otro si un proceso está siendo operado bajo condiciones estables. Esto significa que estamos tomando una decisión sobre algo basado en la observación de las mediciones de una muestra.

OTHER OCCASIONS FOR
USING SAMPLING



34.

El muestreo es un elemento importante - en el control estadístico de proceso. Este proporciona las bases para la generación de datos los cuales son usados en el desarrollo de: las cartas de control \bar{X} - R, y pn, los diagramas de dispersión y estratificación y de todas las herramientas del control estadístico de proceso.

SECCION 2

EXAMEN - MUESTREO

_____ 1 El procedimiento utilizado para aceptar o rechazar un lote o un número de partes basadas solamente en la medición o pruebas de algunas partes de estos es llamado.

- a. Representativo
- b. Inspección por muestreo
- c. Inspección del lote
- d. Muestreo aleatorio

_____ 2 Las razones para que usemos el muestreo son:

- a. Mayor precisión
- b. Más barato
- c. Menor pérdida de tiempo
- d. En lugar de la pruebas destructivas
- e. Algunas veces es la única forma factible.

3.- Cuando las técnicas del muestreo estratificado se aplican, la población se divide dentro de varias _____ y se toman muestras de _____.

4.- Se puede caer en dos errores básicos al empezar el muestreo. Ellos son;

- a) _____
- b) _____

5. En el muestreo al azar es importante estar seguro de que todos los artículos en la muestra tienen una _____ de ser seleccionados.

Cierto Falso (Marque cada aseveración con cierto o falso)

_____ 6. Tomar siempre una muestra correctamente proporciona una información precisa acerca de una población.

_____ 7. Si el tamaño del lote aumenta, la proporción del muestreo requiere también de ser incrementado.

_____ 8. Para fin de tomar una decisión precisa basada sobre un muestreo, debe conocer el tamaño de la población total a ser juzgada.

_____ 9. El muestreo es una herramienta del control estadístico de proceso.

10.- Liste los pasos necesarios que se siguen en la inspección por muestreo.

- a. _____
- b. _____
- c. _____
- d. _____

EXAMEN - MUESTREO

1 El procedimiento utilizado para aceptar o rechazar un lote o un número de partes basadas solamente en la medición o pruebas de algunas partes de estos es llamado.

- a. Representativo
- b. Inspección por muestre
- c. Inspección del lote
- d. Muestreo aleatorio

2 Las razones para que usemos el muestreo son:

- a. Mayor Precisión
- b. Más barato
- c. Menor pérdida de tiempo
- d. En lugar de las pruebas destructivas.
- e. Algunas veces es la única forma factible.

3.- Cuando las técnicas del muestreo estratificado se aplican, la población se divide dentro de varias CAPAS O ESTRATOS y se toman muestras de CADA CAPA.

4. Se puede caer en dos errores básicos al empezar el muestreo. Ellos son:

- a) PREDISPOSICION EN LA SELECCION DEL MUESTREO
- b) MECION INADECUADA DE LA MUESTRA.

5. En el muestreo el azar es importante estar seguro de que todos los artículos en la muestra tienen una OPORTUNIDAD IGUAL de ser seleccionados.

Cierto Falso (Marque cada aseveración con cierto o falso)

<u> </u>	<u>X</u>	6. Tomar siempre una muestra correctamente proporciona una información precisa acerca de una población.
<u> </u>	<u>X</u>	7. Si el tamaño del lote aumenta, la proporción del muestreo requiere también de ser incrementado.
<u>X</u>	<u> </u>	8. Para fin de tomar una decisión precisa basada sobre un muestreo, debe conocer el tamaño de la población total a ser juzgada.
<u>X</u>	<u> </u>	9. El muestreo es una herramienta del control estadístico de proceso.

10.- Liste los pasos necesarios que se siguen en la inspección por muestreo.

- a. REFERIRSE A LOS REQUERIMIENTOS DE CALIDAD
- b. ENCONTRAR EL TAMAÑO DEL LOTE
- c. DETERMINAR EL TAMAÑO DE LA MUESTRA
- d. COMPARAR UNA MUESTRA REPRESENTATIVA
- e. EXAMINAR LA MUESTRA Y DECIDIR SI ESTA PUEDE

SECCION 2

MUESTREO

PROBLEMA:

Su compañía fabrica altavoces para un alto volumen de mercado de -- ventas.

Comunmente usted hace una inspección al 100% (probando todos los -- altavoces) en un punto en el proceso, donde el cono ha sido conectado mecánicamente y eléctricamente a la bobina para el habla, y ensamblado el soporte.

La inspección al 100% es cara y usted esta deseando poder ahorrar algo de dinero utilizando una técnica de muestreo, usted saca algunos datos de su producción reciente y reúne la siguiente información de entre sus más grandes vendedores. El alto volumen de estos artículos pueden tener el mayor impacto sobre su inspección presupuestada.

Modelo	Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre	
	Total	% Rechazo	Total	% Rechazo	Total	% Rechazo	Total	% Rechazo
K 120	1560	26.7	1812	19.9	787	22.6	333	26.1
LE 8T	1332	26.9	1562	27.7	1671	22.3	1038	17.7
122A	2920	14.7	2593	15.5	1159	7.9	1524	10.3
2213	4378	9.9	4947	14.7	5033	14.4	4911	29.7
LE 1114	2695	16.5	983	12.8	4265	9.0	1352	16.9

Figura 2.5 Datos seleccionados de los registros de producción.

Puesto que el modelo 2213 es su artículo de más alto costo, usted decide investigar las posibilidades para muestrear, en lugar de hacer una inspección al 100%.

Dado que está usando un AQL del 2.5% y los niveles de inspección normal, proceda a evaluar la situación.

S E C C I O N 3

DISTRIBUCION DE FRECUENCIA.

A. OBJETIVOS de esta sección.

1. Explicar el concepto de distribución de frecuencia.
2. Comprender la diferencia entre causas "comunes" y causas "especiales" de las variaciones.
3. Entender el significado de "causa común" y "causa especial".
4. Aprender como se usan los histogramas para presentar los datos.
5. Ser hábil para calcular la desviación estándar y aprender como esta es usada en el Control Estadístico de proceso.

B. CONTENIDO de esta sección

Página

Distribución de frecuencia y control Estadístico de proceso	3 - 2
Naturaleza de la variación	3 - 3
Factores que influyen las variaciones	3 - 5
El efecto de las causas comunes y especiales	3 - 6
Ejecución del Control Estadístico de Proceso	3 - 6
Capacidad de Proceso	3 - 6
Como construir un histograma	3 - 7
Otras formas de distribución	3 - 10
Como usar la tabla de raíz cuadrada	3 - 10
Presentación Narrativa	3 - 12
Examen	3 - 25
Problema	3 - 27

DISTRIBUCION DE FRECUENCIA

DISTRIBUCION DE FRECUENCIA Y CONTROL ESTADISTICO DE PROCESO.

El control estadístico de proceso es un proceso interactivo, repitiendo las 3 fases: la colección de datos, cálculo de las bases de los datos e interpretación de los datos. En casi todos los casos la interpretación de los datos requerirá algunas representaciones gráficas o arreglo de datos. Hay, por supuesto, un número de formas de representar los datos desde una simple hoja de revisión y gráficas hasta cartas de control y diagramas de dispersión.

En esta sección presentaremos la Distribución Normal de Frecuencia o histograma. Los atributos estadísticos de distribución de frecuencia, basados en las leyes de la probabilidad son el fundamento para lograr el Control Estadístico de Proceso.

La distribución de frecuencia y las cartas de control (que serán presentadas más tarde) están muy interrelacionadas y ambas técnicas serán llevadas a la práctica en Control Estadístico de Proceso. Es particularmente importante que usted tenga una buena comprensión de los conceptos y las mediciones de la distribución de frecuencia.

LA NATURALEZA DE LA VARIACION:

En cualquier parte del mundo que nos rodea hay diferencias o variaciones en las cosas que usamos diariamente, que normalmente pensamos que son exactamente idénticas o parecidas. Por ejemplo, cada vez que compra un kilo de frijoles en la tienda, cada peso será ligeramente diferente; barras de la misma marca de jabón diferirán en peso, tamaño y contenido químico, latas de la misma cerveza o botellas de vino diferirán en el propio sabor en ligeras diferencias en el proceso de fabricación. Cada regla de medición de 30cm variará si la medimos con completa precisión.

Algunas de estas diferencias son importantes y otras no lo son. Para el cliente, una misma diferencia en el peso de una barra de jabón probablemente no es importante, pero esto es importante para el fabricante porque si el promedio de los pesos de las barras está por arriba de lo especificado aunque sea en pequeñas cantidades, esto puede costarle muchos pesos extra en materia prima. Así mismo en el caso de variaciones en el sabor, probablemente los clientes no continúan comprando el producto ya que no es consistente.

Por lo tanto, es importante que el fabricante logre controlar su producto muy de cerca con el fin de obtener la consistencia de este.

Muchas formas estadísticas han sido desarrolladas para medir y comparar estas variaciones, para ayudar a controlar las características de calidad de los productos que están siendo producidos en nuestro mundo. Estas variaciones pueden ser clasificadas dentro de 3 categorías.

1.- VARIACIONES DENTRO DEL MISMO ARTICULO.

Ejemplos de esto están en cosas tales como una protuberancia en una pelota de basket, una pieza de porcelana con imperfecciones o una pieza de madera que es raspada.

Puesto que esta categoría de variaciones está dentro de un solo espécimen, no aplicamos las técnicas estadísticas de Distribución de frecuencia para su control.

2) Variaciones entre artículos producidos en un lote o al mismo tiempo.

Esto puede ser ilustrado por la comparación de pesos, tamaños u otras mediciones entre unidades que están justo cerca de cualquier otro producto que ha sido producido en un lote o corrida de producción, en la misma máquina - por la misma persona o grupo, al mismo tiempo.

Aquí, aplicamos las técnicas de Distribución de Frecuencia para ayudar a - determinar si las variaciones son dadas por "causas comunes" referidas a -- las leyes de las probabilidades dadas por las condiciones del entorno, bajo las cuales el lote fue producido, o si hay "causas especiales" de las variaciones.

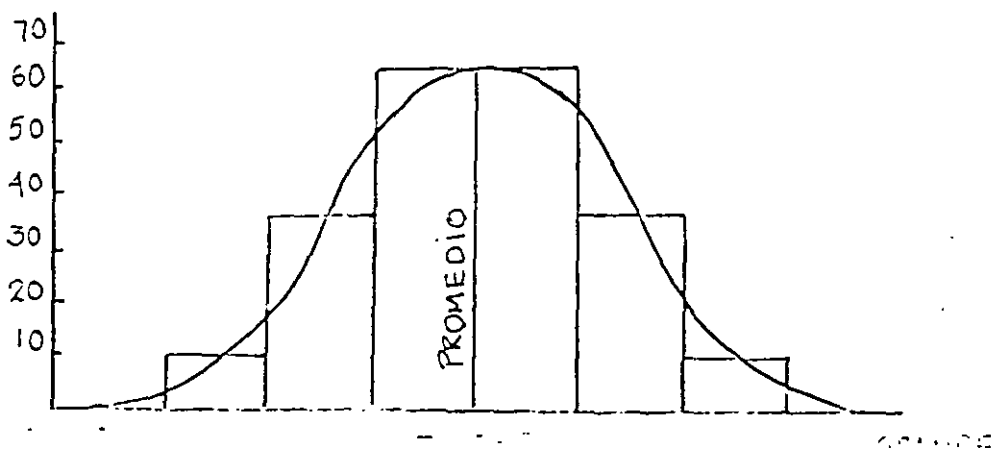
3) Variaciones entre artículos producidos en diferentes periodos de tiempo.

Aquí tenemos las más grandes posibilidades para variaciones, porque muchos elementos del proceso pueden ser no similares; es decir, diferentes máquinas de producción, personas o grupos de trabajo. Las técnicas de distribución de frecuencia pueden ser de mucha ayuda en el análisis estadístico de estas variaciones y nos da las pistas y sus causas.

El concepto de distribución de frecuencia dice que hay variaciones en los artículos de los cuales pensamos que son "similares", y que estas variaciones bajo condiciones normales y naturales, cuando las medimos, contamos y representamos gráficamente, formarán una curva que tiene la forma de una "campana".

El mayor número de mediciones ocurrirán en el promedio con un menor número en los lados más grandes y más pequeños ya sea a la izquierda o a la derecha del promedio. (ver figura 3-1)

FIGURA 3.1. Distribución Normal.



FACTORES QUE INFLUYEN EN LAS VARIACIONES.

Todos los elementos involucrados en un proceso son posibles causas de variaciones en la salida de ese proceso. Eso es porque estos mismos elementos, tienen estas - variaciones naturales. Un ejemplo puede estar en las materias primas del producto: Habrá variaciones en los minerales usados para hacer el metal, en la arena usada para hacer vidrio, en las semillas de café usadas para hacer café, -tc.

También las variaciones pueden darse en las máquinas o equipo usado en la operación del proceso. Además cada máquina tiene sus variaciones naturales de frecuencia, habrá diferencias entre dos máquinas diferentes que realicen el mismo proceso.

Otro origen de estas variaciones está en la gente que opera en el proceso. Aquí, también una persona creara un conjunto de variaciones naturales, y diferentes personas causarán todavía más variaciones. Habrá variaciones cuando una persona use una técnica de medición y más, cuando diferentes personas apliquen diferentes técnicas de medición.

Lo mismo se puede decir para las herramientas o instrumentos usados, el involucrar varios procesos, y los efectos en muchas situaciones del medio ambiente ocasionaran variaciones.

Para la mayoría de estos factores presentados, en una situación dada, lo más probable es que la causa de estas variaciones no sean "causas comunes". Cambios entre lotes de materias primas, paros o mantenimiento dado a las máquinas, o nuevos grupos de operarios no entrenados para el trabajo: Probablemente todas estas causas de variación darán una distribución de frecuencia que no se parecerá a la forma normal de "campana". Algunas de las formas llegan a ser los resultados que están mostrados y clasificados en la figura 3.2. Estas curvas anormales son una muestra de que hay "causas especiales u operativas" afectando el proceso.



FIGURA 3.2. Distribución de Frecuencia Anormales.

EL EFECTO DE LAS CAUSAS COMUNES Y ESPECIALES

Las causas comunes o naturales de las variaciones en un proceso son aquellas que son inherentes al sistema, tales como la capacidad de la maquinaria para retener una tolerancia, o las variaciones normales en el material. Las leyes de la probabilidad dictan que estas causas comunes exhibirán variaciones las cuales en volumen y cantidad varían alrededor del valor del promedio en un modo bastante predecible. La figura 3.3. es una representación gráfica de esta producción.

La desviación estándar es un término usado en la medición de esta variación. Note que para una curva normal el 68.27% de todos los sucesos estarán dentro de una vez la desviación standard, el 95.46% estará dentro de 2 veces la desviación -- standard, y el 99.73% estará dentro de 3 veces la desviación standard.

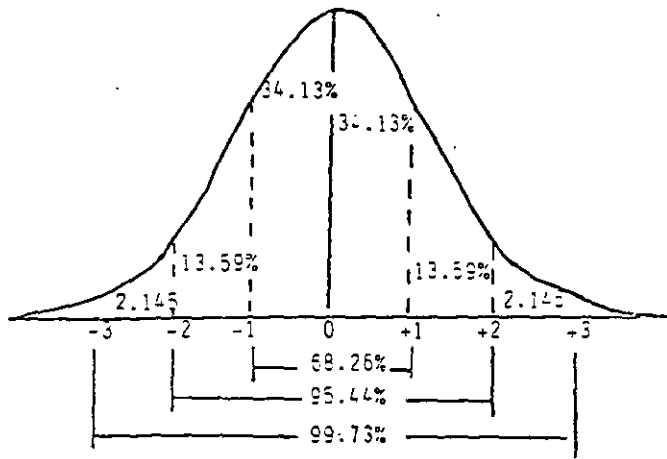


FIGURA 3.3. Desviación standard y la curva normal.

EJECUCION DEL CONTROL ESTADISTICO DE PROCESO.

Entonces en lugar de llegar a predecir la variabilidad de la salida del proceso y además controlarlo, usted primero debe remover todas las causas especiales de la -- variación. Cuando se haya hecho esto y el proceso este produciendo artículos que se -- muestren en la forma de una distribución normal de frecuencia se dice que el pro -- ceso esta en un "estado de control estadístico". Llevar el proceso a un estado -- estable es el primer paso en la aplicación del "Control Estadístico del Proceso".

Capacidad de Proceso

Otra manera en la cual el estado de control estadístico puede ser utilizado es en predecir el total de variación que el proceso mostrará usando el sistema existente. Esto quiere decir, las herramientas, el equipo, la gente, los materiales y -- cualquier otro factor involucrado, que sea una parte del proceso.

Para poder cambiar o incrementar la capacidad del proceso, se deben hacer cambios en el sistema.

La importancia de conocer la capacidad de un proceso es para que al comparar la capacidad con la especificación o estándar podemos determinar que acciones son necesarias, para asegurar que los artículos a la salida se encontrarán dentro de esta especificación.

La figura 3.4. (abajo) muestra un número de posibles relaciones entre la capacidad y la especificación. La distribución de frecuencia de la izquierda muestra un proceso que está en la capacidad y está siendo operado dentro de especificación. La distribución de frecuencia del centro muestra un proceso que no está en su capacidad y la distribución de frecuencia de la derecha muestra un proceso que es inherentemente capaz pero operacionalmente incapaz.

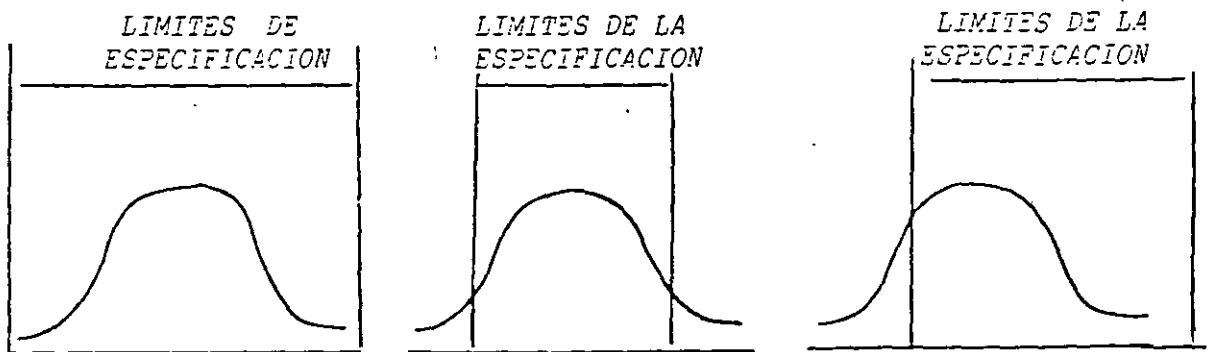


FIGURA 3.4. Relaciones posibles entre capacidad y especificaciones.

La incapacidad del proceso requiere mejoras al sistema, muestra que la incapacidad operacional del proceso puede requerir solamente ajustes en la manera en la cual el proceso está siendo operado.

¿COMO CONSTRUIR UN HISTOGRAMA?

El formato típico de una distribución de frecuencia es el histograma. Aquí daremos algunas guías para la construcción de histogramas.

Los datos necesitan ser divididos en sub-grupos llamados clases. El número de clases es importante porque determinará la utilización de un histograma. Un caso extremo es el tener muy pocas clases y resulta cuando casi todos los datos se encuentran en una sola clase.

Aquí otra vez el histograma resultante no tiene ningún valor.

La siguiente tabla es para dar una guía para escoger el número de clases apropiadas.

DATOS Y CANTIDADES DE CLASE.

Datos y Cantidades de Clase	
Número de observaciones	Número de Clases apropiadas
31 a 50	5 a 7
51 a 100	6 a 10
101 a 250	7 a 12
sobre 250	10 a 20

Figura 3.5. Datos y cantidades de clase.

El procedimiento para seleccionar un número específico de clases es aquel que caiga dentro de un tamaño de clase que será conveniente usar.

Considere este ejemplo. El número de observaciones es 100. Asuma que entre estas observaciones la más grande es 3.68 (X_L) y la más pequeña es 3.30 (X_S). Para esto se calcula el rango:

$$R = X_L - X_S = 3.68 - 3.30 = 0.38$$

Refiriéndonos a la tabla y seleccionando el 10 como el número de clases que corresponde a 100 observaciones. El tamaño de clase es entonces calculado como sigue.

$$\text{Tamaño de la clase} = \frac{R}{K} = \frac{0.38}{10} = 0.038$$

En este punto, considere calculado el tamaño de la clase; entonces, a su juicio determine si este número es conveniente para trabajar con él. En este caso, 0.40 fue seleccionado como el más conveniente tamaño de clase. La experiencia le ayudará en la elaboración de esta clase juicios. En cualquier valuación, el histograma será una técnica valiosa para ayudarle a tomar buenas decisiones sobre la operación de su proceso.

Los límites de la clase están valuados en 3.30, 3.34, 3.38.....3.70. Como las observaciones no están exactamente situadas en el límite, es necesario un ligero refinamiento o ajuste en el establecimiento de los límites de clases. Esto se hace por el punto más bajo del límite superior de cada clase tal que no cae exactamente en el límite inferior de la siguiente clase superior.

Nota: las tablas de frecuencia del ajuste y no ajuste de límites esta en la siguiente página (figura 3.7)

Una tabla de frecuencias puede ser ahora construida. Una tabla de frecuencias es una hoja de revisión que organiza los datos de tal forma que puede dibujarse un histograma.

PARA CONSTRUIR UNA TABLA DE FRECUENCIAS VEA LA SIGUIENTE FIGURA.

TABLA DE FRECUENCIAS			
Clase #	Ancho de Clase	Frecuencia de ocurrencia	Total (#) (por clase)
		TOTAL	

Figura 3.6. Tabla de frecuencias.

Con el uso de ajuste de límites, el problema de que una observación caiga en un límite es evitada.

Tabla de frecuencias (clases no ajustadas)		Tabla de frecuencias (clases ajustadas)	
Clase #	Ancho de clase	Clase #	Ancho de clase
1	3.30-3.34	1	3.30-3.335
2	3.34-3.38	2	3.34-3.375
3	3.38-3.42	3	3.38-3.415
4	3.42-3.46	4	3.42-3.455
5	3.46-3.50	5	3.46-3.495
6	3.50-3.54	6	3.50-3.535
7	3.54-3.58	7	3.54-3.575
8	3.58-3.62	8	3.58-3.615
9	3.62-3.66	9	3.62-3.655
10	3.66-3.70	10	3.66-3.695

Figura 3.7. Ajuste/no ajuste de mediciones.

OTRAS FORMAS DE DISTRIBUCION.

Hay otras formas de distribuciones de probabilidades que también se basan en las leyes de probabilidades estadísticas. Estas son para situaciones especiales y son algo complejas en su género. Una lista de varias formas de distribuciones son las siguientes:

- 1.- Distribución normal (distribución de frecuencia)
- 2.- Distribución exponencial
- 3.- Distribución Weibull
- 4.- Distribución Binomial
- 5.- Distribución de Poisson

Solo se presenta aqui la distribución normal. Si usted desea encontrar o saber algo más de las otras le sugiero pregunte a su experto en calidad, él le ayudará.

COMO USAR UNA TABLA DE RAIZ CUADRADA.

En la medición y comparación de las distribuciones de frecuencia, la solución de un problema será la necesidad de encontrar las raíces cuadradas de los números. Hay varias formas para calcular raíces cuadradas. Una es hacer cálculos aritméticos; otra es usar tablas como las incluidas aquí; y tercero es usar una calculadora o computadora que tenga raíz cuadrada. La tabla puede ser usada para ambos números cuadrados y encontrar la raíz cuadrada de los números. Para usar la tabla (fig. 3.7) en ambas direcciones, mucha información está puesta en esta única página. Aquí hay algunos ejemplos de la flexibilidad de la tabla.

- 1).- Para el número 15(N), la raíz cuadrada ($\sqrt{15}$), es 3.873.
- 2).- Para números mayores de 100, la columna N^2 puede ayudar
Por ejemplo: bajo la columna N^2 en las líneas del número 15(N) encontrará que la raíz cuadrada de 225 es 15.
- 3).- Ahora, en la misma línea 15 (N) puede también encontrar la raíz cuadrada de 150, la cual es 10 veces 14, para buscar bajo la columna -- 10 N La respuesta es 12.25

Aunque la tabla solo va desde el 1 hasta el 100, puede ser usada para raíces cuadradas de números más grandes. También para números grandes que caen entre 2 números de la tabla, puede usarse la interpolación entre los números de superior a inferior del número que se quiere la raíz cuadrada. Esto será suficientemente cercano para los cálculos de la desviación estándar.

Por ejemplo si quiere encontrar la raíz cuadrada del 246, encuentre la figura más cercana bajo la columna N^2 . En este caso el 246 cae entre la línea del 14 y 16. Para jugar con algunas figuras usted puede eventualmente obtener la respuesta 15.7 (15.5 en la raíz de 240, pero 15.7 es la raíz de 246)

En estos días el usar una calculadora no muy cara con funciones de raíz cuadrada parece ser la forma más práctica y eficiente para encontrar los requerimientos de las raíces cuadradas. Indudablemente su organización tiene algunas disponibles o

TABLA DE RAIZ CUADRADA.

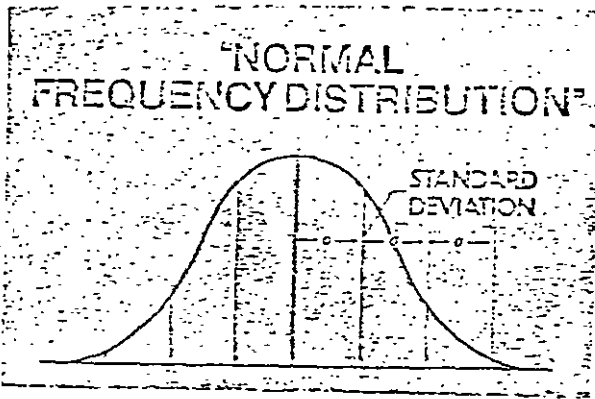
N	N ²	√N	√10N	N	N ²	√N	√10N
1	1	1.000	3.162	51	2.601	7.141	22.58
2	4	1.414	4.472	52	2.704	7.211	22.80
3	9	1.732	5.477	53	2.809	7.280	23.02
4	16	2.000	6.325	54	2.916	7.348	23.24
5	25	2.236	7.071	55	3.025	7.416	23.45
6	36	2.449	7.746	56	3.136	7.483	23.66
7	49	2.646	8.367	57	3.249	7.550	23.87
8	64	2.828	8.944	58	3.364	7.616	24.08
9	81	3.000	9.487	59	3.481	7.681	24.29
10	100	3.162	10.00	60	3.600	7.746	24.49
11	121	3.317	10.49	61	3.721	7.810	24.70
12	144	3.464	10.95	62	3.844	7.874	24.90
13	169	3.606	11.40	63	3.969	7.937	25.10
14	196	3.742	11.83	64	4.096	8.000	25.30
15	225	3.873	12.25	65	4.225	8.062	25.50
16	256	4.000	12.65	66	4.356	8.124	25.69
17	289	4.123	13.04	67	4.489	8.185	25.88
18	324	4.243	13.42	68	4.624	8.246	26.08
19	361	4.359	13.78	69	4.761	8.307	26.27
20	400	4.472	14.14	70	4.900	8.367	26.46
21	441	4.583	14.49	71	5.041	8.426	26.65
22	484	4.690	14.83	72	5.184	8.485	26.83
23	529	4.796	15.17	73	5.329	8.544	27.02
24	576	4.900	15.49	74	5.476	8.602	27.20
25	625	5.000	15.81	75	5.625	8.660	27.39
26	676	5.099	16.12	76	5.776	8.718	27.57
27	729	5.196	16.43	77	5.929	8.775	27.75
28	784	5.292	16.73	78	6.084	8.832	27.93
29	841	5.385	17.03	79	6.241	8.888	28.11
30	900	5.477	17.32	80	6.400	8.944	28.28
31	961	5.568	17.61	81	6.561	9.000	28.46
32	1,024	5.657	17.89	82	6.724	9.055	28.64
33	1,089	5.745	18.17	83	6.889	9.110	28.81
34	1,156	5.831	18.44	84	7.056	9.165	28.98
35	1,225	5.916	18.71	85	7.225	9.220	29.15
36	1,296	6.000	18.97	86	7.396	9.274	29.32
37	1,369	6.083	19.24	87	7.569	9.327	29.50
38	1,444	6.164	19.49	88	7.744	9.381	29.66
39	1,521	6.246	19.75	89	7.921	9.434	29.83
40	1,600	6.325	20.00	90	8.100	9.487	30.00
41	1,681	6.403	20.25	91	8.281	9.539	30.17
42	1,764	6.481	20.49	92	8.464	9.592	30.33
43	1,849	6.557	20.74	93	8.649	9.644	30.50
44	1,936	6.633	20.98	94	8.836	9.695	30.66
45	2,025	6.708	21.21	95	9.025	9.747	30.82
46	2,116	6.782	21.45	96	9.216	9.798	30.98
47	2,209	6.856	21.68	97	9.409	9.849	31.14
48	2,304	6.928	21.91	98	9.604	9.899	31.30
49	2,401	7.000	22.14	99	9.801	9.950	31.46
50	2,500	7.071	22.36	100	10.000	10.000	31.62
N	N ²	√N	√10N	N	N ²	√N	√10N

Figura 3.8. Tabla de raíz cuadrada.

FREQUENCY DISTRIBUTION

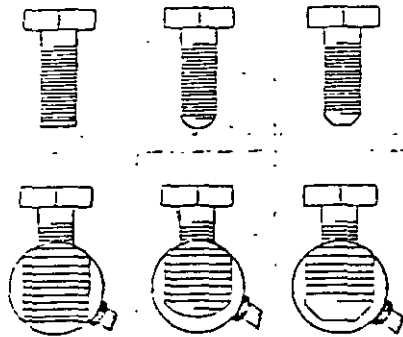
© 1984 Rieker Management Systems Los Calos CA 95030

1. Esta presentación ha sido presentada por la Dirección de Sistemas de Rieker y traducida por Pro-A Cali, S.A. de C.V. El propósito es explicar la Distribución de frecuencia que es la piedra angular del Control Estadístico de Proceso.

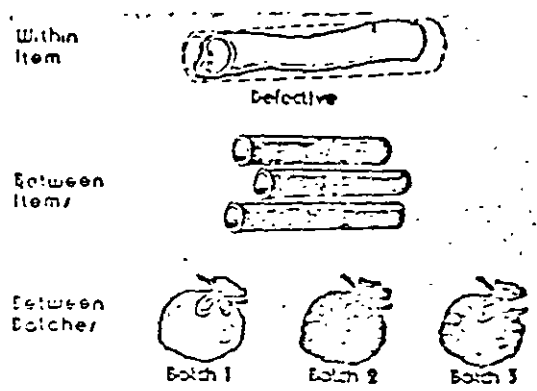


2. En esta sección explicaremos como preparar, calcular y medir la Distribución de frecuencia y como emplear esta información. Procederemos con la Distribución de frecuencia normal y el formato del histograma para la presentación de los datos.

ALL THINGS VARY



3. Una de las verdades de este mundo es que no hay 2 artículos que sean exactamente iguales. Las variaciones pueden ser mínimas, como en el caso de los boleros la alta precisión en los componentes de la maquinaria de un giroscopio, o los micromineaturizados electrónicos donde las variaciones pueden ser medidas en millonésimas de pulgadas. Con nuestra tecnología cada vez más sofisticada, estas pequeñas variaciones, llegan a ser muy importantes para el éxito ó falla del equipo del cual forman parte. La habilidad para distinguir entre estas variaciones, cuales son causadas por el sistema y cuales son causadas por la operación es la base para el concepto del control estadístico de proceso.

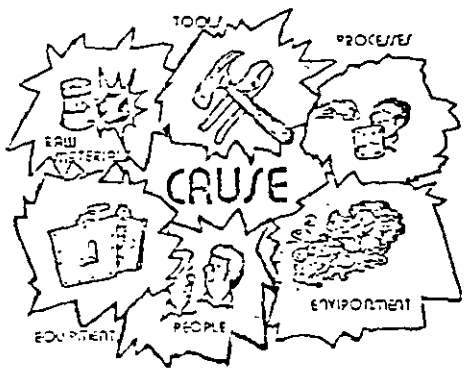


4. Separar las variaciones dentro de categorías nos ayuda a normalizarlas a manejar estadísticas con ellas.

1.- Variaciones dentro del mismo artículo. - Esto puede ser ilustrado considerando un eje el cual puede estar dentro o alrededor de la tolerancia en un extremo pero puede estar fuera de, o en límite en el otro extremo.

2.- Variaciones entre artículos producidos al mismo tiempo. - Una ilustración de esto es la diferencia entre pesos de empaques de comida viniendo todos de la misma máquina empaadora, o el tamaño de partes producidas en el mismo turno.

3.- Variaciones entre lotes producidos en diferentes periodos de tiempo. - Esto puede ser ilustrado por los grupos de artículos en (2) arriba, pero producidos en diferentes días, o por diferentes turnos de trabajo.



5. todas estas variaciones están influenciadas por tantos factores como materias primas, herramientas, equipo, procesos, gente, condiciones del medio ambiente afectando la salida.

HOW TO MAKE HISTOGRAMS



6. Un histograma es un tipo de gráfica usada para representar y medir estas variaciones. Vamos a discutir como construir un histograma.

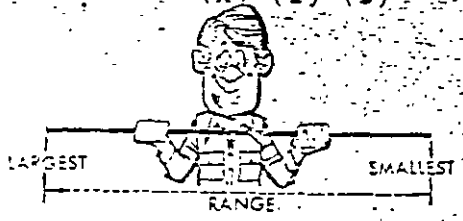
STEP 1) COLLECT DATA (REFERENCE MORE THAN 50)

THE WEIGHT OF EACH VITAMIN TABLET
UNIT OF MEASURE

81.5	80.4	82.7	81.6	82.9	82.7	82.7	83.7
84.9	84.2	87.7	85.9	85.0	85.8	85.1	87.9
85.0	84.4	85.7	84.1	85.3	85.2	84.4	85.1
85.7	85.4	87.5	84.2	85.6	84.5	84.4	85.2
85.3	85.2	84.7	84.6	84.0	85.2	84.7	84.1
84.4	85.2	85.4	85.7	84.0	84.4	85.0	84.8
84.7	84.0	85.5	85.2	85.0	85.7	84.8	85.0
85.4	85.7	85.4	84.5	85.2	85.0	85.7	85.9
84.2	84.2	85.1	85.2	84.5	85.1	85.0	84.3
85.9	84.6	84.5	84.4	87.2	84.7	84.0	84.0

7. El primer paso es recolectar y registrar los datos. El número de mediciones puede ser más de 50. En este ejemplo de tabletas de vitaminas, tenemos una muestra de 100 unidades.

(STEP 2) OBTAIN LARGEST VALUE (L) AND THE SMALLEST VALUE (S) FROM THE DATA, THEN COMPUTE THE RANGE (R) $(R) = (L) - (S)$



8. El paso número 2 es identificar los números mayor y menor para calcular el rango. El rango es importante porque determina el tamaño de la escala en el histograma.

(CONTINUATION STEP 2) COMPUTE THE RANGE

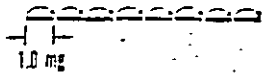
COLUMN 1	COLUMN 2	COLUMN 3	COLUMN 4
85.5	86.4	86.2	85.2
86.3	86.0	87.3	85.3
85.5	85.4	85.7	84.3
85.3	85.4	87.0	84.2
87.5	86.0	84.6	
86.2	85.2	85.8	
84.3	86.3	85.5	
85.4	85.3	85.7	
86.2	85.0		
85.9	85.4		

RANGE (R) = LARGEST (L) - SMALLEST (S) = 6.9

9. Este ejemplo muestra que el 6.9 es el rango de la variación de peso para estas tabletas.

(STEP 3) DETERMINE HOW MANY CLASS INTERVALS ARE REQUIRED TO MAKE HISTOGRAM

WIDTH OF LIMIT (H) $\frac{R}{10}$
 $\frac{6.9}{10} = 0.69 \text{ MG}$
 (ABOUT 1.0)

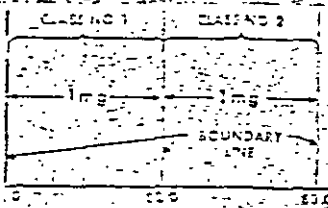


10.

El paso 3 es dividir el total del rango en intervalos de clase que determinen el ancho de cada clase.

Diez clases es un buen punto para empezar -- con este ejemplo, 10 clases producen un ancho de clase de 69 mg. Redondeando hacia -- arriba 1.0 mg. es más fácil para trabajar -- con él.

STEP 4 - DETERMINE THE BOUNDARY LINES BETWEEN CLASSES



11.

El paso 4 es calcular las líneas límites de cada clase. En este ejemplo, los rangos de la 1° clase van desde 81.0 hasta 82.9 y así sucesivamente para todas las clases.

(STEP 5) TRANSFER THE DATA TO A CHECK SHEET

CLASS	CLASS INTERVAL	TALLY
1	81.0 ~ 81.9	
2	82.0 ~ 82.9	
3	83.0 ~ 83.9	
4	84.0 ~ 84.9	/
5	85.0 ~ 85.9	////
	86.0 ~ 86.9	///
	87.0 ~ 87.9	
8	88.0 ~ 88.9	//

12.

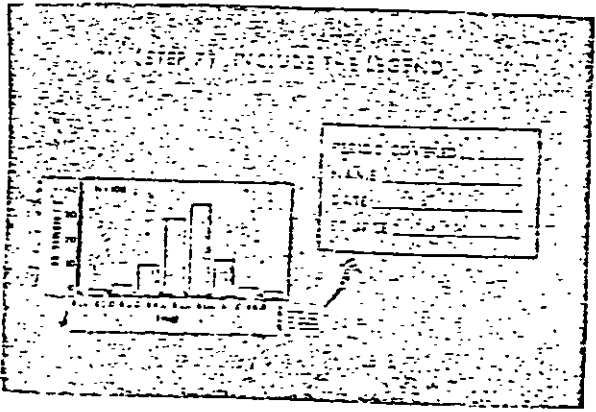
En el paso 5 transferimos los números de la hoja de datos a la tabla de frecuencias. -- Una tabla de frecuencias es un tipo de hoja de revisión. Hay una línea en la tabla de -- frecuencias para cada columna de clase. El dato es transferido poniendo una marca en -- la línea apropiada para cada peso exacto de una tableta.

CLASS	CLASS INTERVAL	TALLY
1	81.0 ~ 81.9	
2	82.0 ~ 82.9	
3	83.0 ~ 83.9	
4	84.0 ~ 84.9	
5	85.0 ~ 85.9	
6	86.0 ~ 86.9	
7	87.0 ~ 87.9	
8	88.0 ~ 88.9	

13. Con la tabla de frecuencias completada, vea como es fácil de entender la figura. Esto se ve en la distribución de frecuencia.

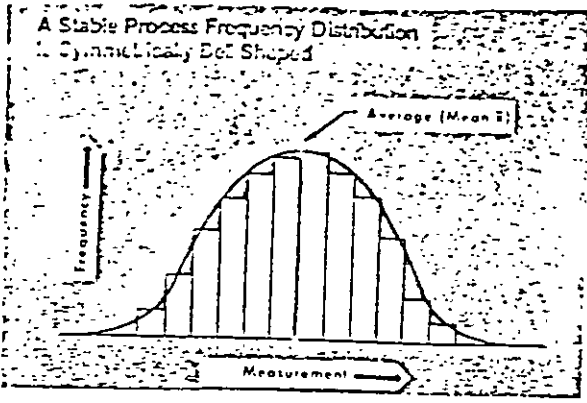


14. El paso 6 es transformar los resultados de todos los pasos anteriores en una gráfica. La escala horizontal (o abscisa) de la gráfica representa en el punto inferior izquierdo el valor del límite inferior calculado y del de la derecha el valor del límite superior calculado. La escala vertical es derivada por el conteo del mayor número de líneas de la cuenta de marcas. Las columnas están trazadas para el número de tabletas que pasaron dentro de cada clase.



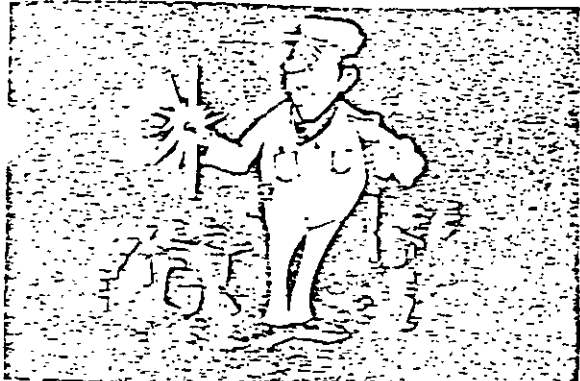
15. Siempre incluya una inscripción con la información, del periodo de tiempo durante el cual el muestreo fue probado, quien realizó la prueba, en que fecha la prueba se realizó y cual fue la fuente de donde se obtuvieron los datos.

A Stable Process Frequency Distribution
Symmetrically Bell Shaped



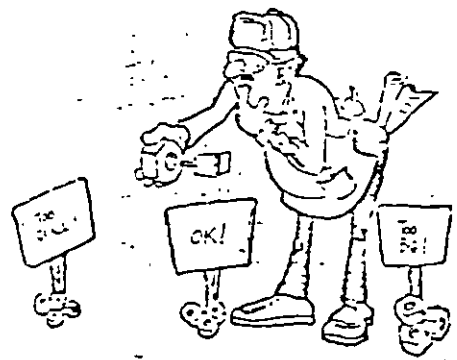
16.

Ahora vamos a hacer la medición e interpretación de las distribuciones de frecuencia. Bajo cualquier conjunto particular de condiciones estables, habrá todavía variaciones naturales o normales dentro de una característica específica, -- tal como el tamaño o una dimensión dada. Esta variación normal ocurrirá variando las frecuencias agrupadas alrededor del tamaño del promedio, o dimensionar con el mayor número de ocurrencias, teniendo el tamaño promedio y un menor número de ocurrencias tomando el mayor y el menor. La dimensión más distante desde el promedio, tiene el menor del número de ocurrencias.



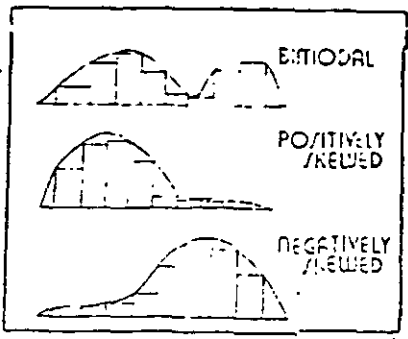
17.

Saber que esto es importante, porque entendiendo que estas variaciones ocurren naturalmente y son esperadas preveerán -- la frustración de esfuerzos para "Controlar una dimensión exactamente" cuando el sistema simplemente no entra dentro de esas tolerancias.

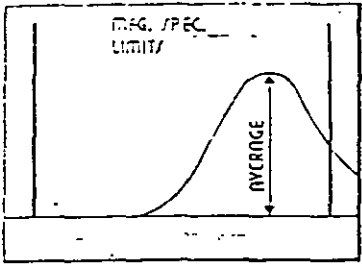


18.

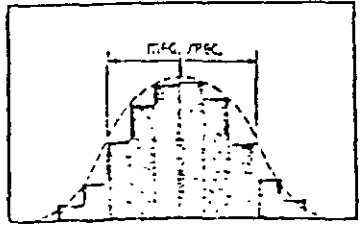
Otra razón importante por la cual hay -- que entender estas variaciones normales es prevenir "sobre-ajustarlo". Si un proceso esta en control estadístico, intentar encontrar especificaciones para ajustarlo puede empeorar las cosas. Se requiere hacer mejoras al sistema para que todos los productos a la salida estén dentro de los requerimientos.



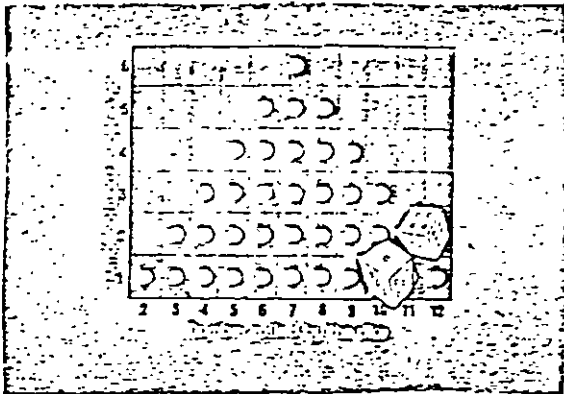
19. Por otro lado, si el proceso no produce una frecuencia de distribución "normal" y por el contrario es bimodal, o sesgada, razonablemente se puede esperar que haya "causas especiales", no solo "causas comunes" de variación. Para realizar un "control estadístico" se requieren de acciones para quitar estas "causas especiales". Después llevando a cabo un control estadístico, comience a hacer mejoras al sistema para reducir el ancho de la distribución de frecuencia o cambios del promedio.



20. Por ejemplo, si la distribución de frecuencia de una característica de calidad se ve como la mostrada, el proceso está bajo control estadístico. Sin embargo para llevar este proceso dentro de los límites especificados, requerirá algún cambio al sistema que moverá el promedio (media) acercándolo al punto medio de las especificaciones.



21. Esta curva de distribución "normal" que está más amplia que las especificaciones ilustra otro uso importante de la distribución de frecuencia. Nos dice la capacidad (capabilidad) del proceso. Este proceso es incapaz de producir 100% de productos aceptables bajo las condiciones existentes. Cualquiera de estas 2 cosas deben ser mejoradas, el sistema o la holgura de las especificaciones.



22. Las mediciones de la distribución de frecuencia están basadas en las leyes de la probabilidad. Esto puede verse tirando un par de dados para un gran número de tiradas. Las diferentes combinaciones que se tendrán se muestra aquí, hay des de 6 formas para tirar un 7 y solamente una forma de tirar un 2 o un 12. Las variaciones normales en una distribución de frecuencia ocurren porque hay una oportunidad.

TWO MEASURES OF FREQUENCY DISTRIBUTION

- 1. CENTRAL TENDENCY
- 2. DISPERSION

23. Hay 2 mediciones típicas de estas curvas normales o de forma de campana. Una es la medición de la tendencia central o su valor más representativo. La otra es una medición de su dispersión o extensión del valor representativo.

MEASURES OF CENTRAL TENDENCY

- 1. AVERAGE
- 2. MEDIAN
- 3. MODE

24. Hay 3 mediciones de la tendencia central. Ellas son el promedio, o media aritmética, la mediana y la moda.

**AVERAGE
(ARITHMETIC MEAN)**

EXAMPLE:
 $3 + 8 + 6 = 17 \div 3 = 5.67$ (AV.)

SYMBOLICALLY:
 $X_1 + X_2 + X_3 = \frac{\sum X}{n} = \bar{X}$ (AVERAGE)

25. El promedio o media es fácil de calcular porque es una simple suma de los números dividida por el número de valores involucrados. En este caso, 17 dividido entre 3 da 5.67, este es el promedio. Simbólicamente, esto está usualmente representado como la suma de Xs ($\sum X$), dividida entre n para obtener \bar{X} (o promedio de X).

MEDIAN

3, 7, 10, 12, 16...
 10 is median

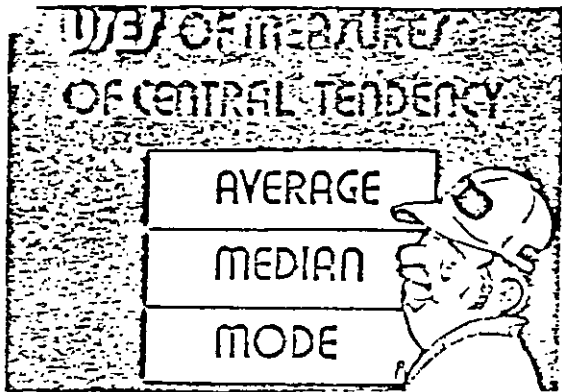
4, 8, 9, 13, 17, 19...
 11 is median

26. La mediana es el valor que divide una serie de números en 2 partes iguales. En las series 3, 7, 10, 12 y 16, el número 10 es la mediana porque hay 2 números antes de éste y 2 números después de él. Si la serie tiene un número de valores como en el caso del segundo ejemplo, entonces la mediana es un número intermedio entre los 2 números de en medio. Aquí, el 11 es el número intermedio entre el 9 y el 13.

MODE

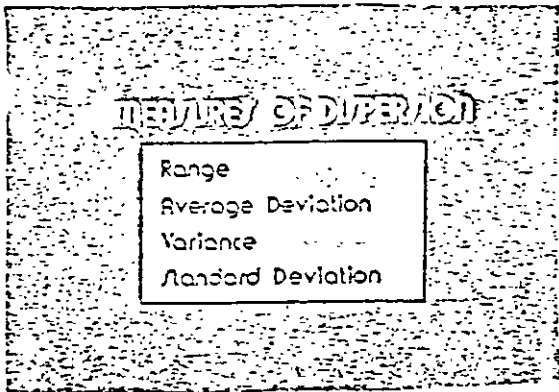
In the series...
 1, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 4, 4, 5, 5, 6
 the mode is 3

27. La moda es el número que ocurre (que se tiene) más frecuentemente en una serie de números. En una distribución de frecuencia puede ser el valor que se tuvo en el punto más alto de la curva (en la cúspide).



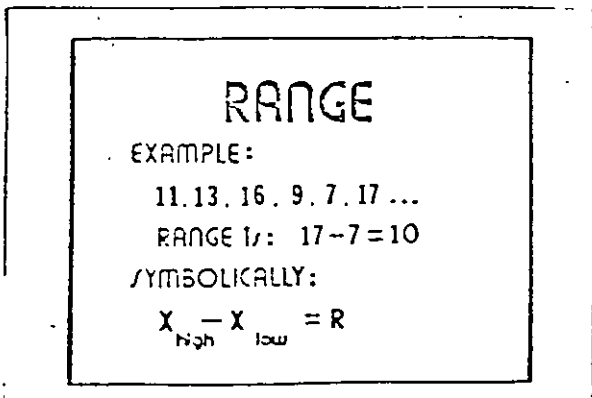
28.

¿Cómo se usan estas mediciones? El promedio o media es la que se usa con más frecuencia. Se usa para reportar el tamaño del promedio, su rendimiento, el promedio del porcentaje de defectos, etc. La media na es usada únicamente en algunas situaciones especiales tales como cuando los datos pueden ser ordenados o clasificados pero no fácilmente medibles, por ejemplo, el matiz de los colores, la suavidad del material o la textura de las superficies. La moda se usa con distribuciones sesgadas. Esto elimina la influencia de los valores extremos.



29.

Las medidas de la dispersión son: el rango, la desviación promedio, la variancia, la desviación standard. Podemos ver cada una separadamente.



30.

La medición más simple es el rango. El rango es la diferencia entre el valor más grande y el más pequeño en una serie. Algunas veces hay ocasión de usar un promedio de rangos de varias series. En este caso se llama \bar{R} (R testada).

AVERAGE DEVIATION

VALUE OF X	DEVIATION FROM \bar{X}
7	6
10	3
12	1
17	4
19	6
TOTAL 65	20
MEAN 13 (\bar{X})	4 (AVG. DEV.)

31. Otra medida de dispersión es la desviación promedio. Esta es el valor promedio de la variación a partir de la media (\bar{X}) de todos los valores. En este ejemplo, la media es 13. En la segunda columna esta la variación de cada número a partir de 13. Esta columna suma 20, y el promedio de 20 para 5 partidas es 4. 4 es la desviación promedio.

VARIANCE

Value of X	Deviation from \bar{X}	Squared Deviation
7	6	36 (6 x 6)
10	3	9 (3 x 3)
12	1	1 (1 x 1)
17	4	16 (4 x 4)
19	6	36 (6 x 6)
Total 65	20	98
Mean 13 (\bar{X})	Average 4 Deviation	19.6 (Variance)

32. La siguiente y un poco más complicada medida de dispersión es la llamada variancia. Para obtener la variancia, primero saque el cuadrado de la columna de la desviación, después suma estos números y divida entre el número de partidas. 19.6 es la variancia.

VARIANCE = 19.6

SQUARE ROOT OF VARIANCE = **STANDARD DEVIATION**

$\sqrt{19.6} = \sigma 4.427$ Standard Deviation

33. La más útil e importante de todas las medidas de dispersión es la desviación estándar. Al manejar una distribución de frecuencia, generalmente también se calculará la desviación estándar. Que es simplemente la raíz cuadrada de la variancia así tenemos que la desviación estándar es la raíz cuadrada de 19.6 ó 4.427 esto es expresado simbólicamente con la letra griega minúscula "sigma"

STEPS IN COMPUTING STANDARD DEVIATION

1. COMPUTE THE AVERAGE
2. COMPUTE THE DEVIATION FROM THE AVERAGE
3. COMPUTE THE VARIANCE
4. COMPUTE THE STANDARD DEVIATION

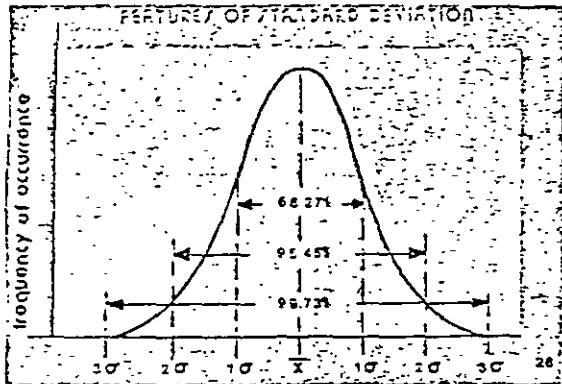
34. Como la desviación estandard es tan importante en las mediciones de distribución de frecuencia, vamos a revisar estos pasos.

PASO 1. Calcular el promedio, ó \bar{X} , de la distribución total.

PASO 2. Reste el promedio menos cada número para llegar a la desviación --- a partir del promedio.

PASO 3. Eleve al cuadrado cada uno de estos números de desviaciones, súmelos y luego divida para obtener la variancia.

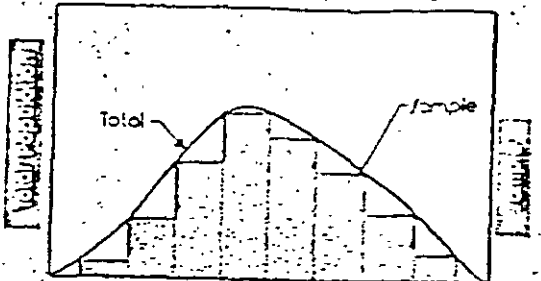
PASO 4. Encuentre la raíz cuadrada de la variancia. Y ésta será la desviación Estandard.



35. La desviación estandard. Es la medida más usada y valiosa en una distribución de frecuencia. Esta, expresa dispersión en un solo número y existe una relación muy importante entre la desviación estandard y la curva normal.

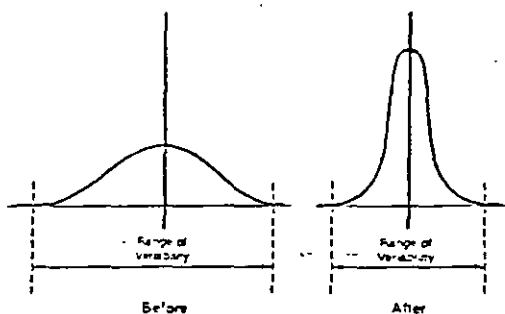
Esta carta ilustra esta relación. El 68.27% de todas las lecturas caeran dentro de + 1 desviación estandard a partir de la media. El 95.45% de todas las lecturas caeran entre + 2 desviaciones estandard, y el 99.73% caera dentro de + 3 desviaciones estandard. Con la desviación estandard; es posible predecir el porcentaje de valores que caeran entre dos lecturas en la curva, y también podemos saber la cantidad total de variación que ocurrirá en el proceso. (3 sigmas = es el 99.73% de todos los valores).

STANDARD DEVIATION



36. Cuando un proceso esta bajo control estadístico, la desviación estandard de la muestra del proceso predice realmente, la salida de la población total del proceso. Este es el principio en el que se basa el concepto de control estadístico del proceso.

RESULTS OF SYSTEM IMPROVEMENTS



37. La meta del control estadístico de proceso es una búsqueda sin fin para mejorar - y reducir la amplitud de la distribución de frecuencias. Después de que un proceso es llevado a un estado de control estadístico, estas mejoras vienen de las mejoras hechas en el sistema únicamente.

S E C C I O N 4

ESTRATIFICACION.

A. OBJETIVOS. de esta sección

1. Explicar el proceso de estratificación de histogramas.
2. Identificar cuando la estratificación puede ser una técnica apropiada para emplearse.
3. Aprender como aplicar la estratificación.

B. CONTENIDO de esta sección

Página

¿Qué es la estratificación?	4 - 2
Uso de la estratificación con las cartas de control	4 - 2
Cuando usar la estratificación	4 - 3
Los pasos de la estratificación	4 - 3
Verificación que ha encontrado la(s) causa(s)	4 - 5
Presentación Narrativa	4 - 6
Examen	4 - 16
Problema	4 - 18

ESTRATIFICACION

¿QUE ES LA ESTRATIFICACION?

La estratificación es el proceso de ordenar las cosas en estratos, clases o grupos. En la sección 2, muestreo, discutimos el muestreo estratificado, por ejemplo, el proceso de dividir el total de la población de los datos dentro de varias capas (estratos) y tomar muestras de cada capa. Esto puede ayudarlo a visualizar este concepto al ahora referirnos otra vez a esa sección.

Previamente a la sección de Distribuciones de frecuencia, dijimos que un proceso bajo "control estadístico" puede ser detectado por medio de la curva normal o de campana del histograma que puede producirse a la salida de los productos. También dijimos que el primer paso era conseguir que un proceso bajo control estadístico fuera eliminando las causas especiales o asignables de la curva anormal de su histograma. En esta sección, explicaremos cuando y como aplicar la técnica de estratificación para ayudarlo a encontrar estas causas especiales. Por consiguiente, para nuestros propósitos definiremos la estratificación, como el proceso de separación del total de la población o de los datos de una muestra dentro de varias subpoblaciones de los factores de producción. Por ejemplo uno de los factores de producción es la "cuadrilla de trabajo", la subpoblación puede ser el "cambio de día", "cambios de supervisor". Otros ejemplos de posibles subpoblaciones pueden ser diferentes lotes de materias primas, la producción de una máquina observada individualmente, lotes procesados en diferentes turnos, etc. Como puede ver, bajo los factores de producción hay numerosas posibilidades para agrupar subpoblaciones.

El objetivo de la estratificación de los datos en esta forma es para determinar que efecto tiene cada parte individual de la subpoblación en el total de la población y de este modo dirigirse a los elementos que están causando las variaciones especiales.

El término "estratificación" no están ampliamente usado como otras técnicas que ha estudiado usted. No permita que la terminología lo incomode. Usted pronto aprenderá que esta es una técnica sencilla la cual es muy valiosa en su investigación de las formas anormales de los histogramas.

USO DE LA ESTRATIFICACION CON LAS CARTAS DE CONTROL.

En las siguientes 2 secciones explicaremos como puede utilizarse el funcionamiento de la carta de control para monitorear un proceso bajo control estadístico. Si la carta de control muestra que el proceso tiene algunas anomalías puede ser necesario preparar histogramas de algunas muestras de la salida del proceso y entonces estratificar el histograma para encontrar las causas específicas de la anomalía.

CUANDO USAR LA ESTRATIFICACION.

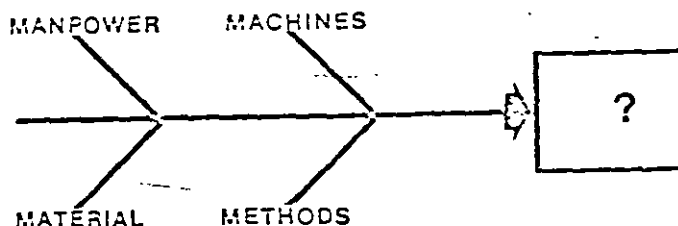
Como la estratificación se maneja con histogramas y éstos usualmente involucran datos por variables, este proceso es usado solo cuando usted es capaz de recolectar tales datos por variables. Y entonces los histogramas requieren que sea medido un número de muestras, la estratificación no puede ser usada a menos que haya un número de muestras por cada subpoblación. Además la estratificación entonces es sólo aplicable cuando se investigan las curvas anormales de la distribución, no se usa en un histograma de distribución normal. Por lo tanto si usted encuentra durante la solución de su problema, que sus datos muestran una distribución de frecuencia anormal entonces la estratificación puede ser una técnica valiosa para aislar e identificar la(s) causa(s) de esta anomalía.

LOS PASOS PARA LA ESTRATIFICACION

Ahora veremos como estratificar los datos siguiendo la secuencia de solución de un problema normal.

Paso 1. Determinar que variable está causando el problema

Después de seleccionar un problema, debe determinar que variable es la más probable de ser la responsable del problema. Al mismo tiempo puede ayudarse utilizando una sesión de tormenta de ideas para crear un diagrama de Causa-Efecto. Esto ayudará a su grupo en la determinación de cuales variables aparecen fuera de control. En adición a este paso puede encontrar que la representación del Diagrama de Pareto es provechosa para ayudar al grupo a elegir que variable es la más probable que esté ocasionando el problema. Sea cual fuere el método que elija su objetivo es seleccionar una variable para investigarla.



Paso 2. Reunir los datos sobre la variable.

Ahora recolecte los datos de las mediciones necesarias sobre esa variable. Si los datos no están disponibles fácilmente, será necesario determinar como reunir los. Una vez que tenga los datos apropiados, diseñe una hoja de revisión para registrar esta información. También, debe tomarse una decisión sobre el tamaño de la muestra y obtener los datos para ella, o el periodo de tiempo en el cual usted

CHECK SHEET

CLASS	CLASS INTERVAL	TALLY
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		

Paso 3. Preparación de un histograma de datos.

Ahora es el momento para preparar un histograma y determinar si está ocurriendo una distribución de frecuencia anormal. Si el histograma muestra una curva anormal, entonces puede proseguir con los siguientes pasos. Sin embargo, si su histograma muestra una curva normal, entonces la estratificación no le ayudará porque su objetivo es seleccionar los datos en una curva de distribución anormal.

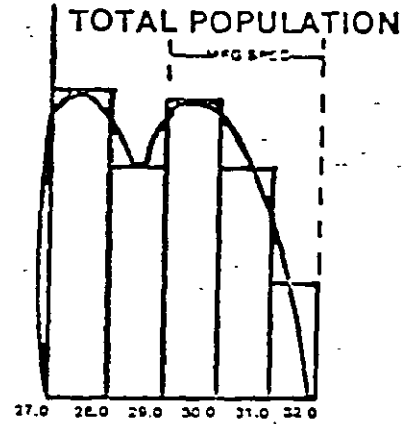
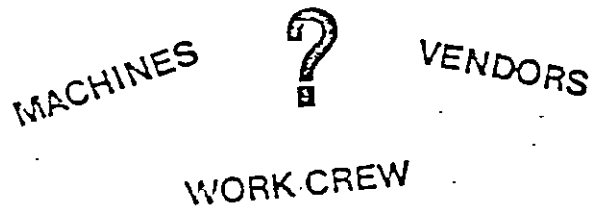


Figure 4.3. Histogram

Paso 4. Análisis de un histograma anormal

El objetivo de este paso es determinar cual parece ser la mayor causa de la anomalía y seleccionar un factor de la producción para estratificarlo primeramente. Por ejemplo, el grupo puede decidir que una de las 3 diferentes máquinas parece ser la mayor causa del problema. En este caso, puede entonces aislar este factor de la producción dentro de las apropiadas subpoblaciones agrupando las máquinas 1, 2 y 3; y proceder a estratificar a estas subpoblaciones.

WHAT'S CAUSING THE PROBLEM?



Paso 5. Arreglo de datos para la selección de subpoblaciones.

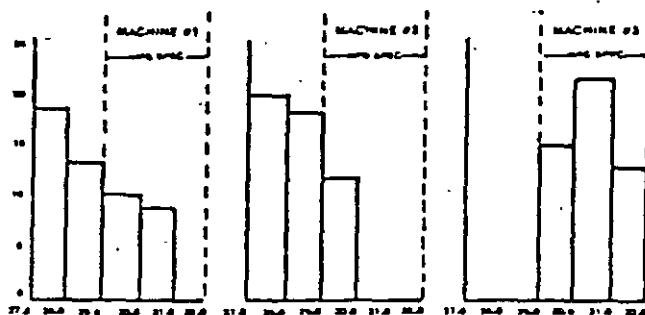
Una vez que haya seleccionado el factor de la producción que primero planea aislar, será necesario reunir los datos relacionados para ese grupo. Es posible que en el diseño de su hoja de revisión durante el paso 2 haya sido capaz de predecir cual parecerá ser el conjunto de subpoblaciones que podrían tenerse y de este modo tener lista la acumulación de todos los datos necesarios. Presentaremos estos pasos en este orden para simplificar nuestra explicación.

MACHINE #2			MACHINE #3		
CLASS	CLASS INTERVAL	TALLY	CLASS	CLASS INTERVAL	TALLY
1	27.0-27.4		1	27.0-27.8	
2	25				
3	2				
4					
5					
6					

MACHINE #1		
CLASS	CLASS INTERVAL	TALLY
1	27.0-27.8	
2	28.0-28.8	
3	29.0-29.8	
4	30.0-30.8	
5	31.0-31.8	
6	32.0-32.8	

**Paso 6. Graficas de histogramas para --
cada sub-población seleccionada**

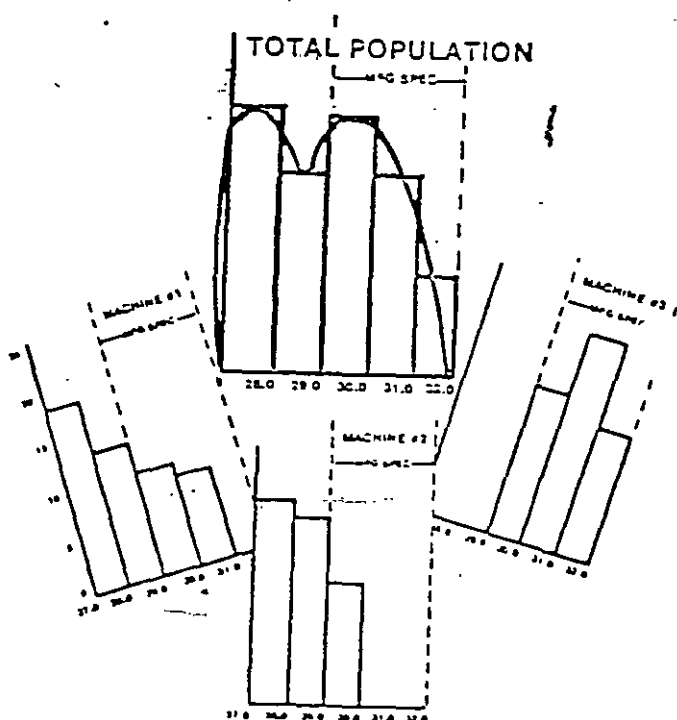
Ahora grafique los histogramas para las subpoblaciones que usted ha escogido investigar primero. Esto es, grafique un histograma para posiblemente cada cuadrilla de trabajadores o para cada máquina.



Paso 7. Comparación de cada histograma de Sub-población con la población total.

Ahora compare cada histograma de la subpoblación seleccionada con el histograma de la población total preparado en el paso 3.

Obviamente, si una sub-población está adentro de la especificación y las otras no, entonces usted ha encontrado la causa de su problema. Sin embargo, si todos los histogramas de sub-población, muestran una curva bimodal y todas se salen de especificación, entonces debe seleccionar otro factor de producción para estratificar. Debe esforzarse por identificar que subpoblaciones producen la salida de la especificación y de esta manera corregir la demanda.



No obstante usted puede encontrar la "respuesta" a la investigación mientras -- compara el primer histograma de sub-población, es conveniente completar la tarea de comparación para asegurar que no existen varias causas para la distribución anormal.

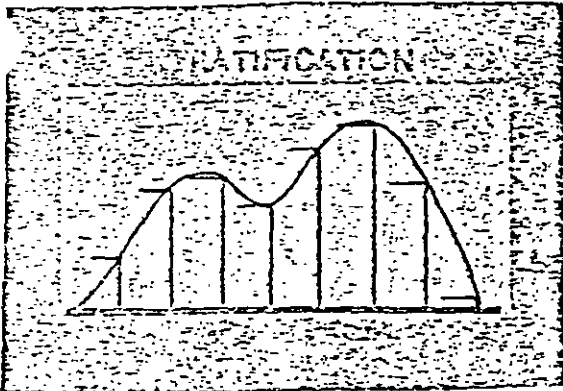
VERIFICAR QUE USTED HA ENCONTRADO LA(S) CAUSA(S)

Con la estratificación usted ha aprendido solamente la o las causas. Después de tomar las acciones correctivas necesarias, será necesario repetir la preparación de un ejemplo de histograma total para determinar que el problema está arreglado y existe ahora una distribución normal.

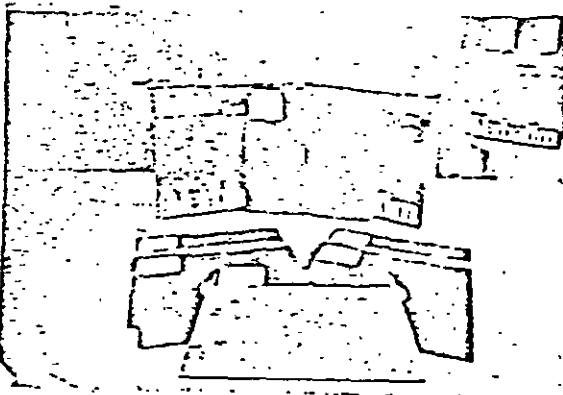
STRATIFICATION

© 1984 Rieker Management Systems Los Altos, CA 95030

1. Esta presentación ha sido preparada por Rieker Management Systems. Su propósito es explicar la estratificación, un proceso útil en el esfuerzo continuo por resolver problemas de calidad.



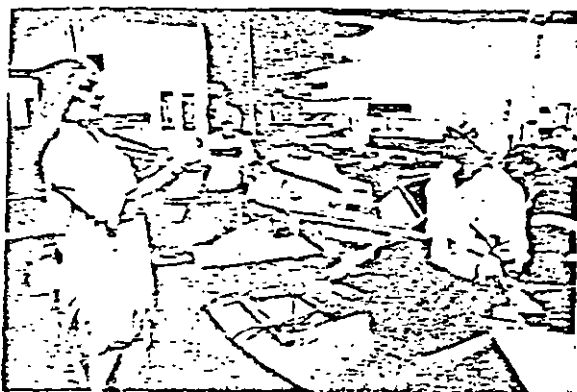
2. Estratificación es una técnica para analizar histogramas anormales. Esta herramienta facilita la separación o estratificación de datos por grupos para facilitar la localización de "las causas especiales" de una distribución anormal.



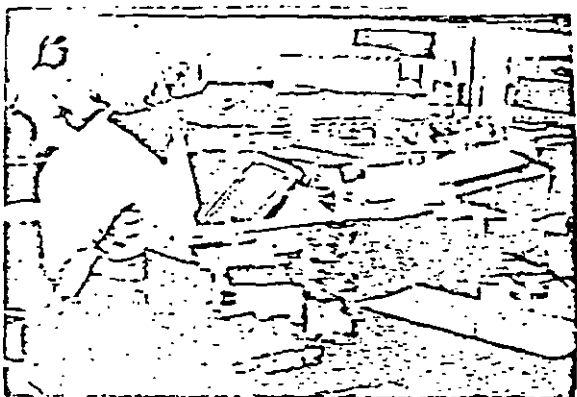
3. Veamos como un ejemplo de estratificación ha sido empleado para una situación real. La corporación Verbatim produce todos los tipos de almacenes de memoria magnética (diskets). El problema bajo investigación versa sobre el jacket o cubierta exterior de un disket flojo.



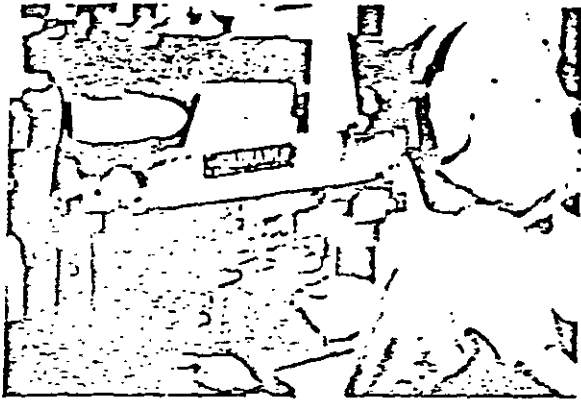
4. El material del jacket entra al área de manufactura virgen (en blanco, vacío), - pieza extendida de material. El primer - paso en el proceso se refiere a la lami- nación. Aquí un operador localiza una -- placa sobre el jacket y lo alimenta a -- través de la máquina. Se aplica calor y la placa se vuelve la- minada en el jacket virgen. Esta placa proveera una cubierta protec- tora para el disket.



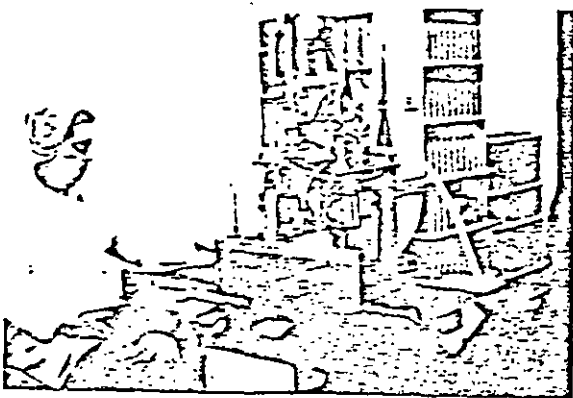
5. El siguiente paso en el proceso implica imprimir una marca en el centro de la -- placa. Esta marca es un paso seguro para garantizar que la placa está firme en el punto en que recibe la máxima fricción - cuando el disket se esta usando.



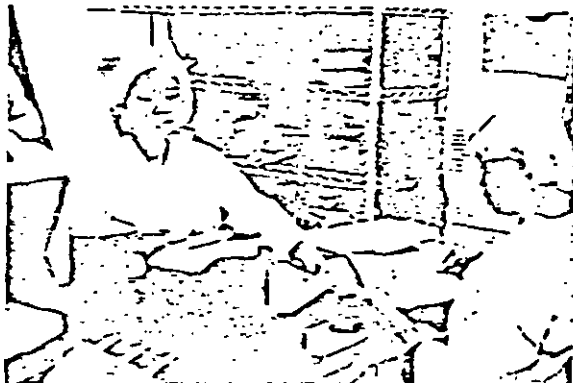
6. El jacket virgen entonces se mueve a la estación en donde es encapsulado.



7. Después de encapsulado, el jacket es sellado a lo largo de sus lados.

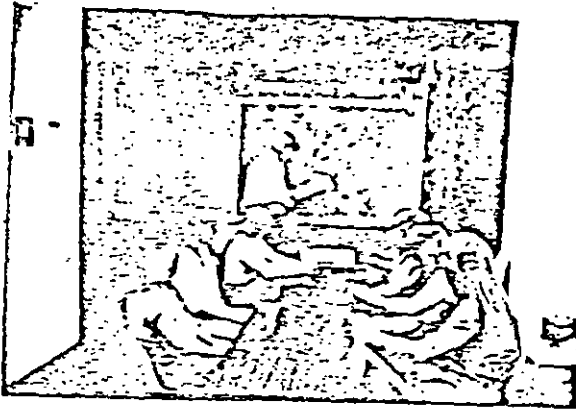


8. Entonces, se moverá hacia el interior del área de troquelado del jacket, donde será troquelado de acuerdo a la configuración deseada del cliente.



9. El jacket troquelado ahora recorrerá --- otra área, de manufactura donde el disket será insertado y en tal caso certificado, probado y empaquetado.

10. El supervisor de Aseguramiento de Calidad convocó el grupo de trabajo para -- discutir juntos un problema de calidad. El ha establecido que los reportes de -- calidad mostraron una desacostumbrada si- tuación con el espesor creciente que se arroja en la estación final de inspección. El, pregunta al grupo si ellos pueden -- hacer alguna investigación y ver si pue- den encontrar la causa del problema. El grupo acordó encargarse de la investi- gación de este problema.

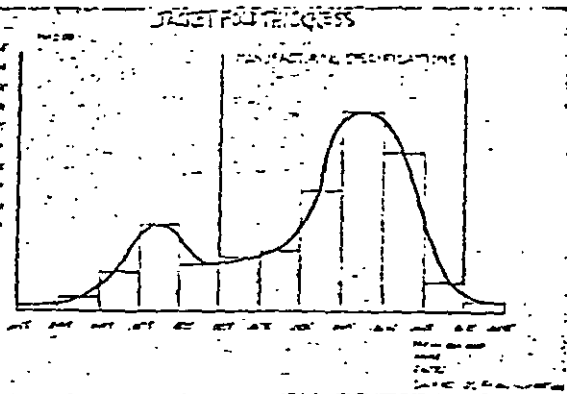


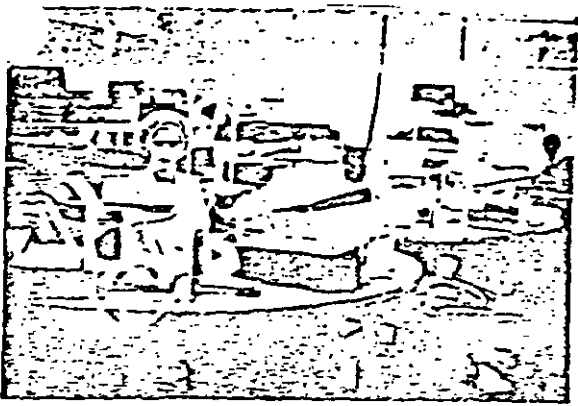
11. El grupo decidió que necesitaban reunir algunos datos sobre las diferencias en el espesor de la capsula del jacket. Un miembro se ofreció de voluntario para to- mar una muestra aleatoria de 200 jackets para ver que tanto estaba variando el es- pesor. Esta hoja de revisión muestra los resultados de esta cuenta.

JACKET FOR THICKNESS

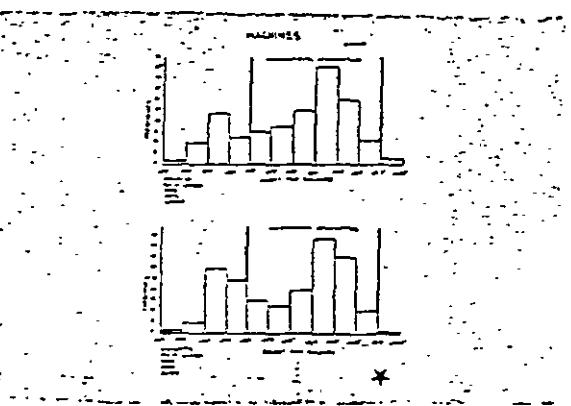
DEL BARRIL	DEL NÚMERO	TALÓN	FRECUENCIA
005 - 005	005	0	2
005 - 005	005	0	5
005 - 005	005	0	5
005 - 005	005	0	29
005 - 005	005	0	29
005 - 005	005	0	29
005 - 005	005	0	15
005 - 005	005	0	15
005 - 005	005	0	15
005 - 005	005	0	15
005 - 005	005	0	30
005 - 005	005	0	10
005 - 005	005	0	5
005 - 005	005	0	1

12. Después de que este dato ha sido transpa- sado dentro de un histograma, llega a -- ser aparente que no solamente la produc- ción excedió las especificaciones, pero también existieron "causas especiales" - que afectaron el proceso. Por tanto, el grupo decidió usar la es- tratificación como una herramienta para investigar este histograma anormal y de- terminar que factores fueron los respon- sables del fracaso para satisfacer las - especificaciones.

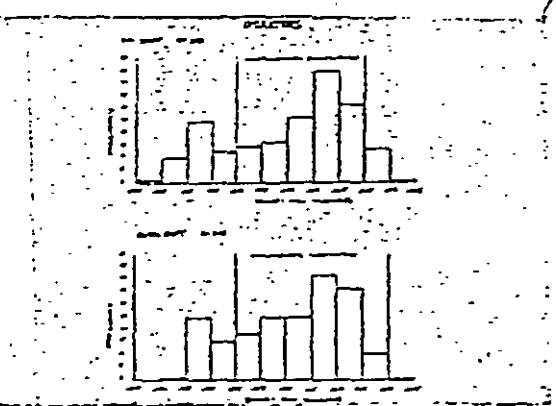




13. Se tienen máquinas en 2 estaciones diferentes realizando la operación. Ellos es cogieron aislar primeramente este factor de producción. Por lo que se reunieron los datos necesarios para graficar el -- histograma de cada máquina.

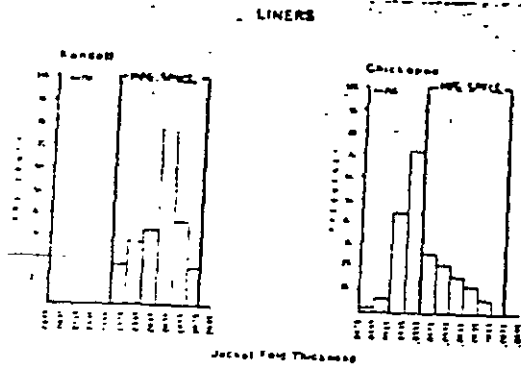


14. Los histogramas de las 2 estaciones de - máquinas, fueron - em ambas - bimodal y sesgados, mostrando que ambas máquinas - experimentaron "causas especiales". Por lo que el grupo supo que las diferencias entre las máquinas no fueron el problema, Ellos estaban buscando una subpoblación la cual no se asemeja al total de la pobla ción del histograma.

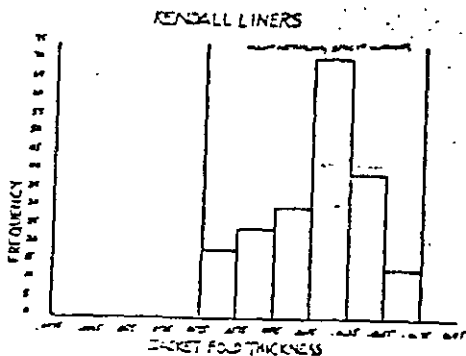


15. El siguiente factor de producción que es- cogieron para investigar fué el grupo de trabajo. De los jackets que fueron produ- cidos en el cambio de turno y en el cam- bio de supervisor se tomaron los datos - para ver si en los cambios había cual- - - quier diferencia. Después de estudiar es- tos 2 histogramas, fué evidente que la - diferencia no era significativa. La for- ma bimodal seguía apareciendo. Por lo -- que esto no era la causa del problema.

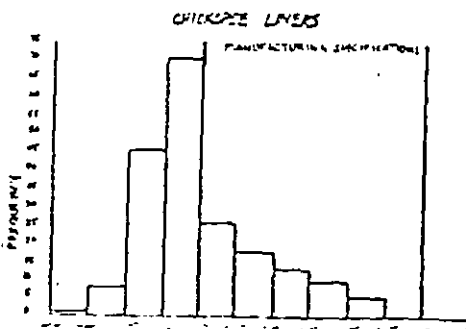
16. Uno del grupo discutió la posibilidad de que las placas pudieran ser la causa del problema. Por lo que él trabajó en la estación de laminación; él estaba enterado de que una nueva placa había sido introducida dentro del área. El grupo reunió los datos de los 2 tipos de placas y descubrió que las mediciones de cada placa producían un histograma que no estaba representando el total de la población del histograma. Ellos habían encontrado la causa del problema.

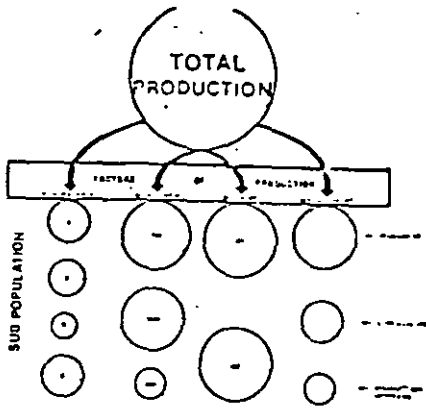


17. El histograma para las placas anteriores muestra que el espesor del encapsulado - del jacket estaba produciendo una distribución normal y estaba siendo medido dentro de la especificación de manufactura.



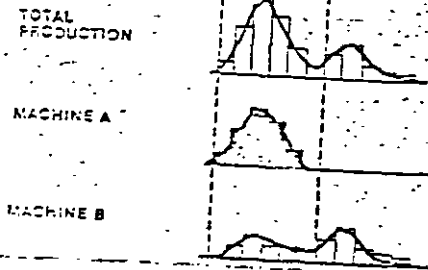
18. Mientras que el histograma para la nueva placa estuvo un poco sesgado fué parte de la población que fué inferior a la especificación. Esta información fue turnada al supervisor de Aseguramiento de Calidad. Después de correr algunas pruebas se determinó que la diferencia de espesor de la nueva placa podría ser compensado por mero ajuste de las máquinas de troquelado.





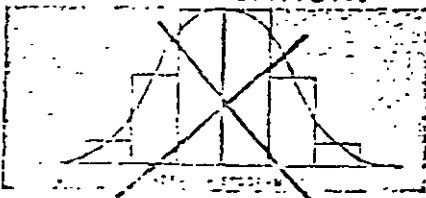
19. Usando esta figura como un ejemplo, vamos a definir estratificaciones. Esto significa separar a la población total de datos en varias subpoblaciones de acuerdo a los diferentes factores de la producción para investigar las diferencias. Ejemplos de subpoblaciones pueden ser diferentes lotes de materias primas, lotes procesados en diferentes turnos, por diferentes personas, en diferentes máquinas, o bajo cualquier otra condición diferente.

WHY USE STRATIFICATION?
TO ISOLATE SUB-POPULATIONS AND
DETERMINE WHICH IS DIFFERENT.

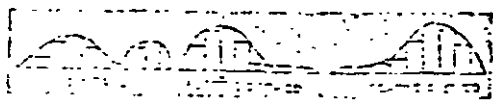


20. El propósito de la estratificación es determinar la raíz de la causa o causas en un proceso que produce histogramas anormales, a través del proceso de separación en subpoblaciones específicas, se busca un factor que pueda ser la causa de la anomalía en el histograma total del proceso. Una vez descubierto, entonces podemos proceder a encontrar las causas de este factor, al encontrar las causas tendremos base para hacer acciones correctivas.

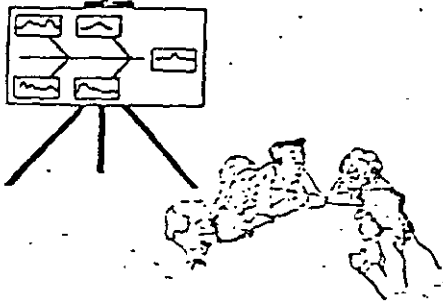
WHEN TO USE
STRATIFICATION?



21. Concluimos que un posible uso de un proceso de estratificación del proceso es cuando tenemos una curva de distribución anormal. Los histogramas normales son afectados por causas "comunes" y tienen una forma de campana regular y estas no son candidatas para el uso de estratificación.



STEP 1. DETERMINE WHICH VARIABLE IS CAUSING THE PROBLEM



22.

Ahora, vamos a echarle un vistazo a los pasos que estan involucrados en el proceso de estratificación.

Paso 1 Determine que variable esta fuera de control estadístico y esta causando el problema. La estratificación es aplicable solo en datos por variables.

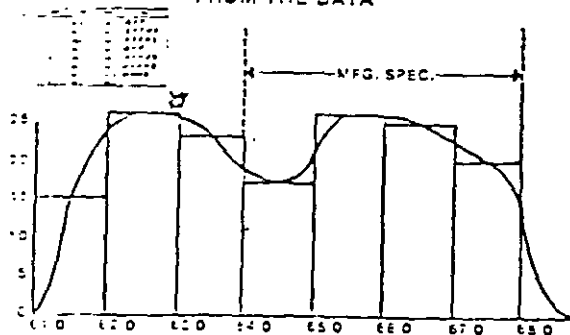
STEP 2. GATHER THE DATA ABOUT THE VARIABLE AND RECORD ON A CHECK SHEET

CLASS	CLASS INTERVAL	TALLY
1	61.0 — 61.9	
2	62.0 — 62.9	
3	63.0 — 63.9	
4	64.0 — 64.9	
5	65.0 — 65.9	
6	66.0 — 66.9	
7	67.0 — 67.9	
8	68.0 — 68.9	

23.

Paso 2 Reunir datos acerca de esa variable. Revisar si estas mediciones se pueden conseguir de otra fuente. Las técnicas para la recolección de datos necesitan seguirse, así podremos tener suficiente exactitud al llenar la hoja de datos.

STEP 3. PREPARE A HISTOGRAM FROM THE DATA



24.

Paso 3 Preparar un histograma para estos datos. Si miramos la figura que se encuentra a la izquierda, aquí la estratificación nos puede ayudar. Sin embargo si el histograma desarrolla una curva normal, la estratificación puede ser una técnica inútil. La estratificación sirve para ser usada para investigar histogramas anormales.

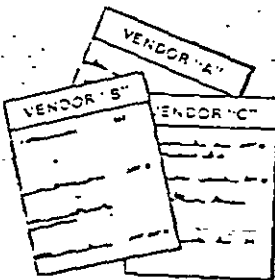
STEP 4 ANALYZE THE ABNORMAL HISTOGRAM



25.

Paso 4. Analice el histograma anormal y decida que factores de la producción pueden ser estratificados. Por ejemplo, usted puede optar por estratificar los datos de acuerdo a las cuadrillas de trabajo que lo realizaron, por las diferentes máquinas que utilizaron, para lotes de material, hora del día o cualquier factor de producción.

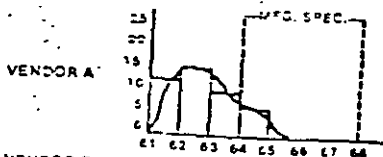
STEP 5. ARRANGE THE DATA FOR THE SELECTED SUB-POPULATIONS



26.

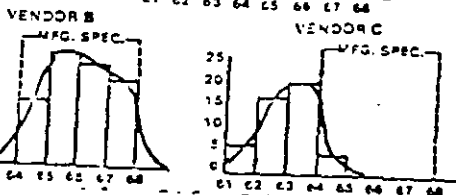
Paso 5. Ordene los datos por subpoblaciones seleccionandolos por estratificación. Puede ser necesario reunir datos adicionales si la información completa no está disponible para graficar los histogramas. Preparar una hoja de revisión por cada subpoblación.

STEP 6. PLOT THE HISTOGRAMS FOR THE SELECTED SUB-POPULATIONS

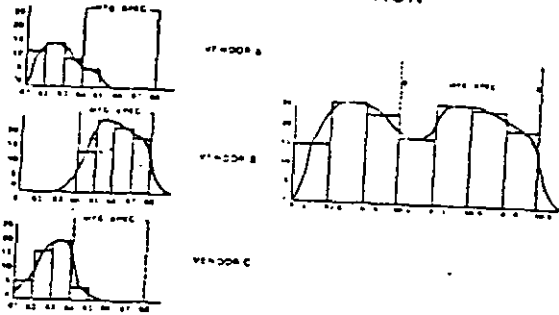


27.

Paso 6. Grafique el histograma para cada sub-población seleccionandolo por la investigación inicial.

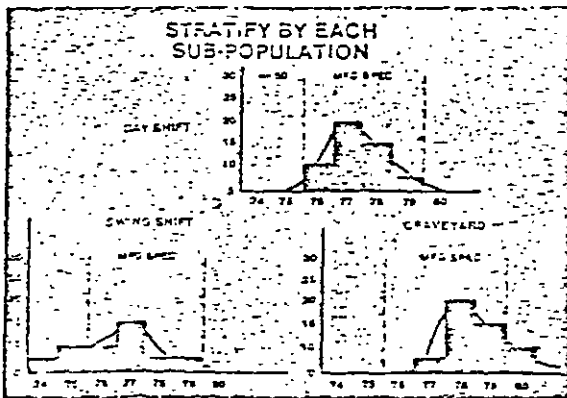


STEP 7. COMPARE EACH
SUB-POPULATION'S HISTOGRAM WITH
THE TOTAL POPULATION

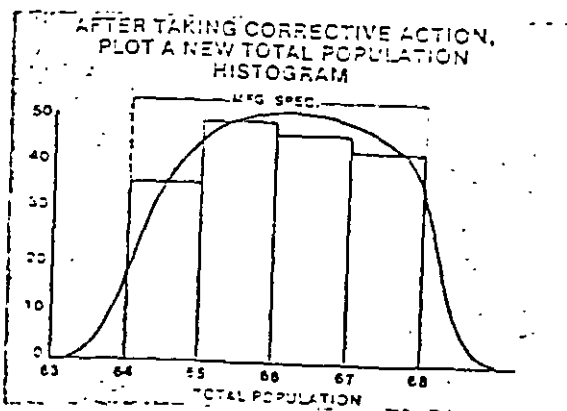


28. Paso 7. Compare cada sub-población en -- forma de histograma para dar un factor - de producción en una forma general. Usted observará que la subpoblación varía de - la población total que aquí se presenta. Sin embargo si todos los histogramas de la población son iguales a la población total, entonces será necesario seguir con otros factores de producción.

29. Aunque usted encuentre la causa de el -- problema comparandola momentáneamente -- con el histograma de sub-población inicial es recomendable continuar estratificando cada factor de la producción que se encuentra bajo investigación. Esto es para estar seguro que no hay varias causas para una distribución anormal.



30. Después de tomar una acción correctiva - verificar que el problema esta resuelto - recolectando algunos datos nuevos de la variable y preparando un histograma nuevo para la población total. Si se mira de - esta manera usted ha logrado eliminar el problema, si no será necesario continuar la investigación y posiblemente buscar - por sub-poblaciones adicionales que ad- versamente están afectando el proceso.



EXAMEN DE ESTRATIFICACION

Marque cada oración como cierto o falso.

Verdadero

Falso

- | | | | |
|-------|-------|----|---|
| _____ | _____ | 1. | Usted no puede emplear la técnica de estratificación a menos que sea capaz de recolectar datos por variables. |
| _____ | _____ | 2. | Usted siempre debe comparar cada subpoblación bajo investigación con el histograma de la población total aún que usted encuentre la causa del problema después de graficar la subpoblación inicial. |
| _____ | _____ | 3. | Una vez completado el proceso de estratificación, usted debe resolver el problema |
| _____ | _____ | 4. | Un histograma bimodal le avisa que existen más de una población afectando el proceso. |
| _____ | _____ | 5. | Un diagrama de Pareto es útil para ayudarnos a decidir que variable esta causando problemas. |

Llene los espacios:

- 6.- La estratificación es solamente aplicable cuando usted esta investigando _____
- 7.- Un grupo de trabajo es un factor en la producción, puesto que un cambio de turno es una _____ particular.
- 8.- Usted puede verificar que ha encontrado la causa de su problema reuniendo nuevos datos y _____
- 9.- ¿Cómo puede determinar cual subpoblación está causando el problema?

- 10.- ¿Cuáles son algunas de las causas más comunes de variación en un proceso?

EXAMEN DE ESTRATIFICACION

Marque cada oración como cierto o falso.

<u>Verdadero</u>	<u>Falso</u>	
<u>X</u>	<u> </u>	1. Usted no puede emplear la técnica de estratificación a menos que sea capaz de recolectar dato por variables.
<u>X</u>	<u> </u>	2. Usted siempre debe comparar cada subpoblación bajo investigación con el histograma de la población total aún que usted encuentre la causa del problema después de graficar la subpoblación inicial.
<u> </u>	<u>X</u>	3. Una vez completado el proceso de estratificación, usted debe resolver el problema.
<u>X</u>	<u> </u>	4. Un histograma bimodal le avisa que existen más de una población afectando el proceso.
<u>X</u>	<u> </u>	5. Un diagrama de Pareto es útil para ayudarnos a decidir que variable esta causando problemas.

Llene los espacios:

- 6.- La estratificación es solamente aplicable cuando usted esta investigando UN HISTOGRAMA ANORMAL.
- 7.- Un grupo de trabajo es un factor en la producción, puesto que un cambio de turno es una SUB-POBLACION particular.
- 8.- Usted puede verificar que ha encontrado la causa de su problema reuniendo nuevos datos y GRAFICANDO UN HISTOGRAMA QUE MUESTRE UNA DIST. NORMAL
- 9.- ¿Cómo puede determinar cual subpoblación está causando el problema?
GRAFICANDO UN HISTOGRAMA DE SUB-POBLACION QUE DIFIERA DE LA POBLACION TOTAL.
- 10.- ¿Cuáles son algunas de las causas más comunes de variación en un proceso?
DIFERENTES GRUPOS (CUADRILLAS) DE TRABAJO
DIFERENTES LOTES DE MATERIA PRIMA
DIFERENTES MAQUINAS O EQUIPOS
DIFERENTES HERRAMIENTAS O METODOS
DIFERENTES AMBIENTES.

S E C C I O N 4

ESTRATIFICACION

PROBLEMA:

Su compañía produce bocinas para clientes que desean sistemas de gran fidelidad de audio. Su grupo ha estado estudiando la gran cantidad de rechazos de bocinas en la línea 9126. El problema ha sido reducido a las pérdidas de uniformidad de la respuesta, resultando del daño en el centro de la bobina en el transductor.

En lugar de investigar el problema, su grupo ha decidido tomar una muestra aleatoria de transductores para un periodo de 20 días. En vista de que las partes son producidas con cambios de supervisión durante el día, sus muestras serán seleccionadas en los siguientes tiempos; 8 AM, 2PM, 4PM, 6PM, y 10 PM.

La siguiente hoja de revisión fué preparada con este plan de muestreo. Su asignación es evaluar los datos y analizar las posibles conclusiones, y el siguiente paso será buscar una solución.

SHIFT	DAY			SWING				
Lot Date								
Day/Time	8 AM	10 AM	2 PM	4 PM	6 PM	10 PM	\bar{X}	R.
1	1.50MM	1.57MM	1.42MM	1.35MM	1.42MM	1.33MM	1.44	.24
2	1.58	1.56	1.43	1.63	1.56	1.66	1.57	.24
3	1.66	1.64	1.58	1.43	1.60	1.45	1.56	.23
4	1.41	1.45	1.56	1.60	1.64	1.59	1.54	.23
5	1.63	1.57	1.63	1.42	1.40	1.59	1.54	.23
6	1.66	1.41	1.65	1.74	1.55	1.67	1.61	.33
7	1.47	1.73	1.58	1.45	1.73	1.34	1.55	.39
8	1.59	1.58	1.47	1.48	1.42	1.74	1.55	.32
9	1.62	1.74	1.73	1.54	1.72	1.41	1.63	.33
10	1.37	1.46	1.58	1.37	1.43	1.76	1.50	.39
11	1.76	1.67	1.55	1.64	1.36	1.48	1.57	.40
12	1.55	1.46	1.63	1.30	1.58	1.52	1.51	.33
13	1.55	1.51	1.47	1.67	1.37	1.63	1.53	.30
14	1.51	1.51	1.71	1.48	1.48	1.39	1.51	.32
15	1.70	1.48	1.57	1.68	1.58	1.56	1.56	.22
16	1.44	1.69	1.65	1.38	1.31	1.66	1.52	.38
17	1.62	1.69	1.51	1.56	1.50	1.49	1.56	.20
18	1.51	1.54	1.53	1.62	1.33	1.56	1.53	.29
19	1.65	1.48	1.63	1.69	1.66	1.71	1.64	.23
20	1.50	1.61	1.51	1.49	1.60	1.50	1.50	.12

(Design specifications say that the gap between the coil and support should be 1.60 ± 0.2 millimeters.) \bar{X} 1.548 \bar{R} .286

Figure 4.8. Checksheet for Stratification Problem

CARTAS DE CONTROL POR VARIABLE.

A. OBJETIVOS de esta sección:

1. Explicar qué son las cartas de control y para qué son usadas
2. Explicar las cartas de control más usadas comúnmente
3. Explicar las cartas de control por variable y cómo se contruyen.
4. Explicar el propósito de una carta de control \bar{X} -R

B. CONTENIDO de esta Sección

Página

¿Qué son las cartas de control?	5 - 2
¿Cuáles son los usos de las cartas de control?	5 - 2
¿Cuáles son las formas más comúnmente usadas de las cartas de control?	5 - 3
Cartas de control por variable	5 - 3
Ventajas/Desventajas de las cartas de control \bar{X} - R sobre las cartas de control pn	5 - 3
¿Cómo se construye una carta de control \bar{X} -R?	5 - 5
Entendimiento de la aplicación de la Carta de Control \bar{X} - R	5 - 15
Relación entre los límites y las especificaciones de control	5 - 17
¿Cómo asentar una carta de control \bar{X} -R ?	5 - 17
Clasificación de las causas de variación en un proceso	5 - 17
Investigación de causas asignables.	5 - 19
Presentación Narrativa	5 - 21
Examen	5 - 34
Problema	5 - 37

CARTAS DE CONTROL POR VARIABLES.

¿QUE SON LAS CARTAS DE CONTROL?

Como se dijo en la introducción, las cartas de control son el caballo de batalla del control estadístico de proceso. Estas toman un retrato instantáneo que la distribución de frecuencias aporta, y muestra una relación con el tiempo. En efecto, son distribuciones de frecuencia graficadas continuamente sobre el tiempo. El control estadístico del proceso es un mecanismo de retroalimentación. Las cartas de control proporcionan inmediata retroalimentación acerca del comportamiento del proceso. La naturaleza de la retroalimentación proporcionada por las cartas de control y usando el concepto de curvas de distribución de frecuencias permite distinguir entre variaciones de causa operacional y variaciones causadas por el sistema en tiempo real. Estos datos de tiempo real a su vez permiten acciones enfocadas hacia la prevención en vez de a la detección. Las cartas de control son un tipo de gráficas que proporciona una fotografía en movimiento de lo que esta sucediendo al proceso.

¿CUALES SON LOS USOS DE LAS CARTAS DE CONTROL?

Las cartas de control permiten monitorear el proceso de manera que se pueda primero llevar al estado de control estadístico y después, mientras se mantiene en este estado, se pueden tomar acciones en el sistema para continuar mejorando el proceso. Ya que las cartas de control proporcionan esta vigilancia continua de lo que esta ocurriendo, estas son usadas para controlar el proceso, ayudando a detectar cuando las variaciones estadísticas indican que algo además de las causas comunes está ocurriendo en los materiales, herramientas, equipo, métodos, gente o ambiente. Los datos de la carta de control son un registro específico de un proceso y por lo tanto proporciona su historia. Es frecuente su uso para establecer o cambiar normas de inspección o procedimientos de inspección. Mas específicamente las cartas de control son usadas para:

- Reducir el desperdicio y retrabajo, porque proporciona una señal de alarma temprana.
- Diagnosticar problemas; señalando que el proceso esta fuera de control de manera que las acciones correctivas sean tomadas inmediatamente.
- Comprender cuando dejar al proceso trabajar y entonces evitar frecuentes ajustes innecesarios que tienden a incrementar la variabilidad del proceso, más que a disminuirla.
- Hacer mejores decisiones sobre las tolerancias de ingeniería, hacer mejores comparaciones entre alternativas de diseño y hacer una mejor selección entre alternativas de métodos de producción.
- Determinar la capacidad inherente del proceso.
- Proporcionar mejor aseguramiento de calidad a menores costos de inspección.

¿CUALES SON LAS CARTAS DE CONTROL MAS COMUNMENTE USADAS?.

Hay muchas variaciones en las posibles clases de cartas de control que se pueden diseñar. Los dos tipos principales son:

- 1.- Cartas de control por atributos
- 2.- Cartas de control por variables.

ATRIBUTOS significa simplemente algo que es o bueno o malo, mientras que por VARIABLES existe una medida específica de un valor, tal como tamaño, peso, temperatura, etc.

Existen dos caminos o condiciones bajo las cuales, los datos para las cartas se pueden recolectar:

- 1.- De muestras de igual tamaño
- 2.- De muestras de diferente tamaño

La diferencia es que con las muestras de igual tamaño se grafica el número o la cantidad de cosas, mientras que cuando las muestras no son iguales se necesita graficar el porcentaje o número relativo.

La tabla (fig. 5.1) de la próxima página da la definición de los tipos de cartas de control más comúnmente usados.

CARTAS DE CONTROL POR VARIABLES.

Las cartas por variables permiten rastrear las tendencias de algunas características específicas o mediciones del producto o proceso tales como peso, voltaje, temperatura, contenido químico, esfuerzo y otras por el estilo.

La forma más comúnmente usada en las cartas de control por variables es la carta $\bar{X} - R$. Con ésta, tanto la media de las medidas de la muestra, como la amplitud o dispersión de las mediciones de la muestra son vigiladas o monitoreadas simultáneamente. Esto proporciona la información precisa, acerca de las características que están siendo medidas y por lo tanto es la base para investigar las causas de variación, cuando nos indica que una condición fuera de control se está desarrollando.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS CARTAS $\bar{X} - R$ SOBRE LAS CARTAS DE CONTROL p-n.

La principal ventaja de una carta $\bar{X} - R$ es que se obtienen datos específicos acerca de una sola característica del proceso y por lo tanto proporciona una pista para el problema, mientras que en la carta p - n determina solamente que el producto o proceso está o no está bajo control.

Más aún con una carta de control p-n, cualquier atributo del producto puede ser el problema, sin embargo con la carta $\bar{X} - R$ se controla el atributo específico que se está midiendo. Por otro lado, la desventaja de la carta $\bar{X} - R$ es que el producto puede tener muchas variables que se pueden medir y observarse que se podrían requerir muchas cartas separadas de control $\bar{X} - R$, una por cada variable que se piense que es importante. Esto puede ser muy costoso, por lo que normalmente una mezcla de ambas cartas de control por variables y atributos se usan.

<u>SÍMBOLO</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>TAMAÑO DE LA MUESTRA</u>
<u>Cartas de Control por Atributos</u>		
p	El porcentaje de <u>unidades defectivas</u> en el muestreo.	Puede ser diferente
pn ó np	El <u>número de unidades defectivas</u> en el muestreo.	
c	<u>Número de defectos</u> en el muestreo.	
u	<u>Número de defectos por unidad</u>	
<u>Cartas de Control por Variables</u>		
\bar{X}	El <u>promedio (media)</u> de las <u>mediciones</u> en el muestreo.	
R	Y el <u>rango</u> de las <u>mediciones</u> en el muestreo.	
<p>NOTA: Las cartas \bar{X} y R normalmente se presentan juntas para hacer las cartas de control $\bar{X} - R$</p>		

Figura 5.1 Las definiciones más comúnmente usadas en las cartas de control.

¿QUE ES UNA CARTA DE CONTROL $\bar{X} - R$?.

Una carta de control $\bar{X} - R$ tienen los mismos elementos básicos que todas las --
cartas de control. Esto es, hay una línea central (CL), un límite superior de --
control (UCL) y una línea inferior de control (LCL). Sin embargo una carta de --
control $\bar{X} - R$ son dos cartas de control graficadas una arriba de otra, una car --
ta \bar{X} grafica las medias de medición, y una carta R grafica la amplitud o rango --
de las mediciones. La figura 5.2 es un ejemplo de carta de control $\bar{X} - R$.

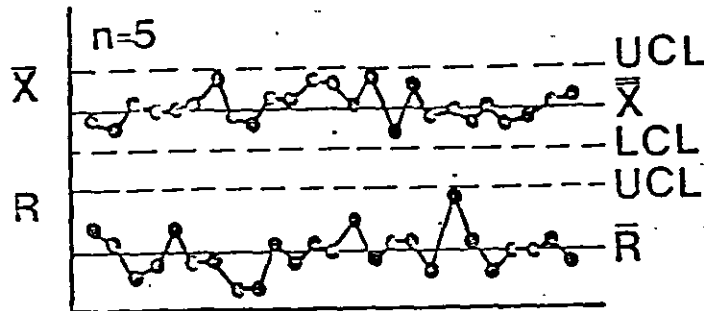


Figura 5.2. Una carta de control $\bar{X} - R$

COMO CONSTRUIR UNA CARTA DE CONTROL $\bar{X} - R$

Al estudiar presentación audiovisual de las cartas de control será de ayuda se--
guir el texto que sigue:

Se sugiere mirar este caso como una oportunidad proporcionada, para practicar --
el desarrollo de las cartas $\bar{X} - R$ completando cada paso por usted mismo, antes --
de mirar la carta del siguiente paso. Estas cartas en efecto muestran la res---
puesta de como los datos son calculados y entendidos. (El caso es de una fabri--
cación en que los datos del contenido de humedad en el proceso de la pulpa de --
papel, son acumulados en la estación D).

Los 8 pasos para hacer una carta de control $\bar{X} - R$ son los siguientes:

Paso 1 Recolecte los datos (usualmente son necesarios más de 100 números)
Los datos pueden ser usados para determinar la unidad de tiempo ---
apropiada, tal como, unidades por hora, por día o número de lote u
otras unidades. Sin embargo es más fácil cuando la situación permiti
te establecer la unidad apropiada de tiempo o agrupación, antes de
recolectar los datos. En la presentación narrativa el día de manu--
factura es usado como presentación apropiada de tiempo y 5 especime
nes son recolectados cada día. En la situación que estamos presen--
tando horas y $\frac{1}{2}$ horas son las unidades de tiempo especificadas y 5
especímenes son recolectados uno cada hora y $\frac{1}{2}$ hora de cada uno de
30 lotes. (ver figura 5.3.)

Lot No.	8:00 am	8:30 am	9:00 am	9:30 am	10:00 am	Sum	Mean	Range
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	$\sum X$	\bar{X}	R
1	21.0	+ 18.9	+ 19.8	+ 19.7	+ 18.2	97.6	19.52	
2	19.8	+ 19.9	+ 19.1	+ 20.0	+ 18.2			
3	20.0	+ 19.2	+ 19.5	+ 20.2	+ 18.6			
4	19.5	+ 18.6	+ 19.9	+ 19.7	+ 19.8			
5	20.5	+ 18.0	+ 18.8	+ 18.6	+ 18.6			
6	20.8	+ 18.1	+ 19.0	+ 20.1	+ 19.5			
<hr/>								
29	18.1	+ 20.2	+ 20.2	+ 18.4	+ 18.8			
30	20.9	+ 19.2	+ 18.0	+ 18.4	+ 18.3			
TOTAL								
AVERAGE								

Figura 5.3. Hoja de datos $\bar{X} - R$

Paso 2.

Calcule los valores medios. Hemos diseñado nuestra hoja de datos $\bar{X}-R$ de manera que se puedan fácilmente calcular los valores \bar{X} y R de cada grupo. En nuestro ejemplo, la muestra de unidades del lote 1 totaliza 97.6. Esto, dividido entre 5 da el valor de la media \bar{X} de 19.52, que más tarde se convierte en un punto de la carta de control. Ahora continúe llenando los siguientes valores de X y \bar{X} , usando la hoja de datos de arriba para este ejercicio (Las respuestas están dadas en la fig. 5.4. de la siguiente página).


Lot No.	8:00 am	8:30 am	9:00 am	9:30 am	10:00 am	Sum	Mean	Range
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	$\sum X$	\bar{X}	R
1	21.0	+ 18.9	+ 19.8	+ 19.7	+ 18.2	97.6	19.52	2.8
2	19.8	+ 19.9	+ 19.1	+ 20.0	+ 18.2	97.0	19.40	
3	20.0	+ 19.2	+ 19.5	+ 20.2	+ 18.6	97.5	19.50	
4	19.5	+ 18.6	+ 19.9	+ 19.7	+ 19.8	97.5	19.50	
5	20.5	+ 18.0	+ 18.8	+ 18.6	+ 18.6	94.5	18.90	
6	20.8	+ 18.1	+ 19.0	+ 20.1	+ 19.5	97.5	19.50	
								
29	18.1	+ 20.2	+ 20.2	+ 18.4	+ 18.8	95.7	19.14	
30	20.9	+ 19.2	+ 18.0	+ 18.4	+ 18.3	94.8	18.96	
TOTAL								
AVERAGE								

Figura 5.4. Hoja de datos $\bar{X} - R$ con los valores medios.

Paso 3. CALCULE EL RANGO (R) AMPLITUD Por ejemplo tomando el lote # 1 - donde 21.0 es el mayor y 18.2 es el menor. La diferencia entre ambos nos da la amplitud (R) 2.8, que se coloca en la columna titulada rango. Ahora usando la hoja de arriba calcule los rangos de los siguientes lotes. Después de completar el ejercicio cheque sus respuestas con los datos en la siguiente página fig. 5.5.

Lot No.	8:00 am	8:30 am	9:00 am	9:30 am	10:00 am	Sum	Mean	Range
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	$\sum X$	\bar{X}	R
1	21.0	+ 18.9	+ 19.8	+ 19.7	+ 18.2	97.6	19.52	2.8
2	19.8	+ 19.9	+ 19.1	+ 20.0	+ 18.2	97.0	19.40	1.2
3	20.0	+ 19.2	+ 19.5	+ 20.2	+ 18.6	97.5	19.50	1.6
4	19.5	+ 18.6	+ 19.9	+ 19.7	+ 19.8	97.5	19.50	1.3
5	20.5	+ 18.0	+ 18.8	+ 18.6	+ 18.6	94.5	18.90	2.5
6	20.8	+ 18.1	+ 19.0	+ 20.1	+ 19.5	97.5	19.50	2.7
29	18.1	+ 20.2	+ 20.2	+ 18.4	+ 18.8	95.7	19.14	2.1
30	20.9	+ 19.2	+ 18.0	+ 18.4	+ 18.3	94.8	18.96	2.9
TOTAL							567.	57
AVERAGE							18.9	1.9

Figura 5.5 Hoja de datos $\bar{X} - R$ con el valor de rangos.

Paso 4. Grafique los valores \bar{X} (media) y R (rango) en la carta de control $\bar{X} - R$. La columna titulada medias (mean) en la hoja de datos $\bar{X} - R$ debe contener toda la información necesaria para trazar la gráfica \bar{X} ; la columna titulada Rango (range) debe contener toda la información necesaria para trazar la gráfica R (la gráfica R siempre se traza en la parte baja de la carta ($\bar{X}-R$)).

Ya que nuestra hoja para este ejercicio contiene información de unos cuantos lotes, no es posible que usted complete todos los puntos del trazo. Sin embargo como práctica, usted debería trazar los datos de los muestreos de lotes dados arriba. Use la figura 5.6 de la siguiente página para completar la parte de ese ejercicio.

\bar{X} -R CONTROL CHART

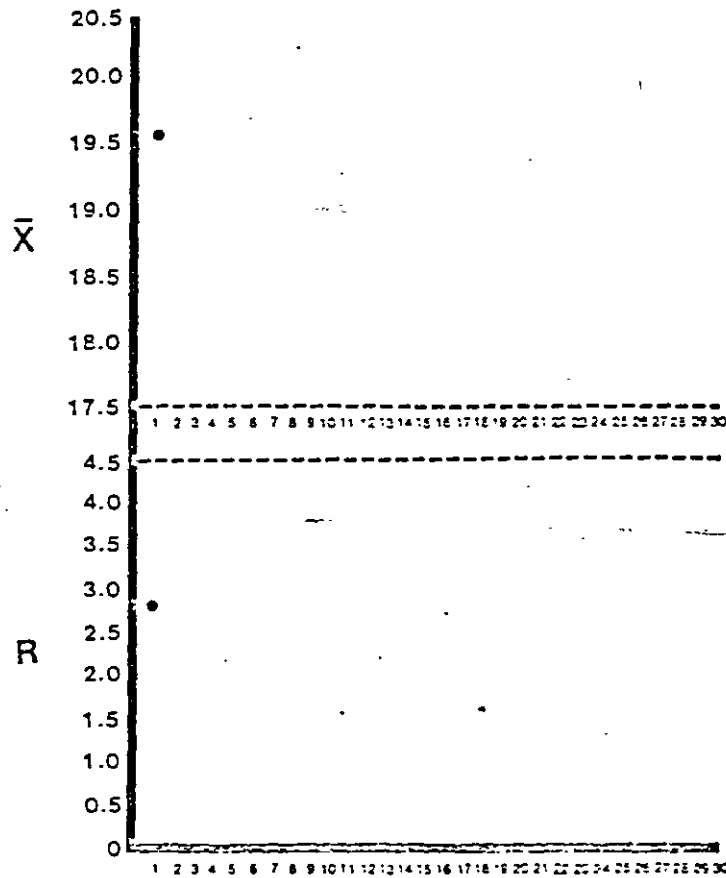


FIGURA 5.6. Carta de control \bar{X} - R con el trazo de un punto

Paso 4.- (continuación)

Para poder empezar hemos de trazar el lote # 1, que tiene una media (\bar{X}) de 19.52 y un rango (R) de 2.8 Vea la figura 5.7 de la siguiente página para checar sus puntos trazados.

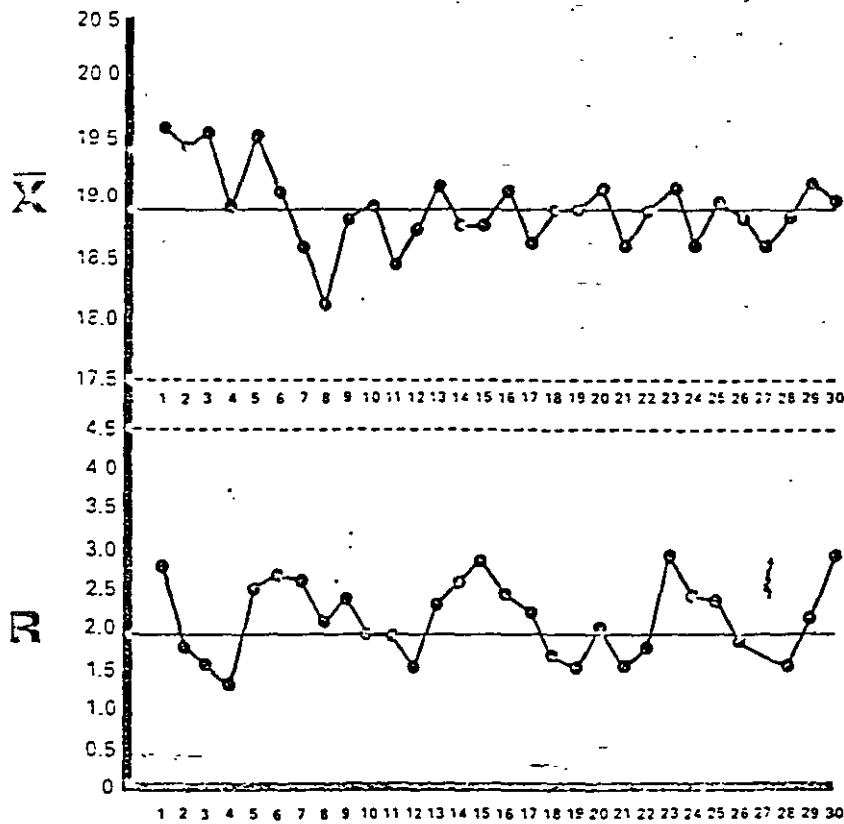


Figura 5.7. Carta de control $\bar{X} - R$ con los puntos trazados y su unión

Fase 5. Calcule la línea central (CL) de cada una de las gráficas \bar{X} Y R .

Indicamos la línea central para las medias \bar{X} usando el símbolo $\bar{\bar{X}}$; y la línea central para R (rango) usando el símbolo \bar{R} . Estas líneas centrales muestran los valores de estos dos trazos.

Para calcular $\bar{\bar{X}}$ (La cual es la media de medias) sumamos la columna titulada media. Esta suma llega a 567, y dividida entre los 30 lotes usados, la media resultante en esta columna es 18.9 (ya que usted no tiene los datos de los 30 lotes, el número 567 no lo puede chequear). Ahora, usted puede dibujar la línea central de la gráfica \bar{X} esto es 18.9. Hagalo en la figura 5.7 arriba.

Para calcular \bar{R} . Sume la columna titulada "Rango". Esto suma 57 y - dividida entre 30 el rango promedio es 1.9 (esta es otra cifra que usted no puede chequear). Ahora usted debe dibujar la línea central

HOJA DE INFORMACION

TABLA A: Factores para determinar los límites de control para gráficas \bar{X} y R.

Número de Observaciones - en el subgrupo n	Factores para la gráfica \bar{X} A_2	FACTORES PARA LA GRÁFICA R	
		Límite inferior de control D_3	Límite superior de control D_4
2	1.88	0	3.27
3	1.02	0	2.57
4	0.73	0	2.28
5	0.58	0	2.11
6	0.48	0	2.00
7	0.42	0.08	1.92
8	0.37	0.14	1.86
9	0.34	0.18	1.82
10	0.31	0.22	1.78
11	0.29	0.26	1.74
12	0.27	0.28	1.72
13	0.25	0.31	1.69
14	0.24	0.33	1.67
15	0.22	0.35	1.65
16	0.21	0.36	1.64
17	0.20	0.38	1.62
18	0.19	0.39	1.61
19	0.19	0.40	1.60
20	0.18	0.41	1.59

Gráfica \bar{X} : Límite superior de control para $X = UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$

Límite inferior de control para $X = LCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$

Gráfica \bar{X} : Límite superior de control para $R = UCL_R = D_4 \bar{R}$

Límite inferior de control para $R = LCL_R = D_3 \bar{R}$

Paso 6.-

Calcule los límites de control de \bar{X} . Este cálculo se hace mejor usando las cifras mostradas en la Tabla A (figura 5.8) y ejecutando cálculos matemáticos simples.

Las cifras están listadas en la Tabla A bajo la columna con encabezados "A₂ Factores para la gráfica \bar{X} ". Tomando la cantidad muestra en la columna N de 5 observaciones usadas en nuestro ejemplo y la cifra de la columna A₂ como 0.58 que se encuentra en el renglón de 5, la cantidad 0.58 se vuelve el número que vamos a usar con las fórmulas que están al fondo de la tabla A para calcular los límites de control superior e inferior de la gráfica \bar{X} .

Calculemos ahora la línea UCL para la gráfica \bar{X} usando la fórmula:

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

- | | |
|--|------|
| (1) Tomando el valor de la línea central ($\bar{\bar{X}}$) | 18.9 |
| y en la columna A ₂ el valor | 0.58 |
| y en la otra línea central (\bar{R}) | 1.9 |

- (2) Multiplicando 0.58 X 1.9 (A₂ \bar{R}) = 1.1

- (3) Agregando $\bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$ o sea 18.9 + 1.1 = 20
por lo tanto UCL = 20

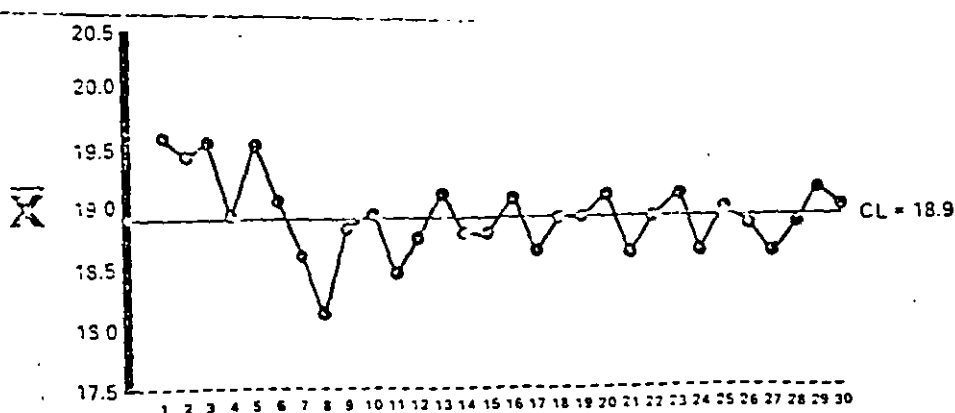
La localización de la línea LCL es relativamente fácil, ya que es cuestión de sustraer A₂ \bar{R} de $\bar{\bar{X}}$.

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

$$(18.9) - (1.1) = 17.8 \text{ (LCL.)}$$

En este método siempre nos resulta la línea central CL, equidistante de UCL y LCL en la gráfica \bar{X} .

Procederemos ahora a dibujar las líneas UCL y LCL para la gráfica \bar{X} usando la figura 5.9 de abajo como hoja de trabajo.



PASO 7.-

Calcule las líneas de control de R. Recuerde que para \bar{X} , UCL y LCL son siempre equidistantes de la línea central. Esto no es el caso para la gráfica R. El cálculo de la gráfica R es hecho usando las columnas D_3 y D_4 "Factores para la gráfica R" en la tabla A. (fig. 5.8)

Una vez más bajamos en la columna N de la tabla A hasta 5 y moviéndonos sobre la línea hasta las columnas D_3 y D_4 . La cifra D_3 es cero (0) y la cifra en D_4 es 2.11, y estas son usadas en las fórmulas del fondo de la tabla para calcular los límites de control UCL y LCL para la gráfica R.

Por lo tanto, para encontrar las líneas UCL y LCL para las gráfica R, usaremos las siguientes fórmulas:

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

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

1.- Para encontrar $D_4 \bar{R}$, Multiplique 2.11 X 1.9

por lo tanto, UCL = 4.0

2.- Para encontrar $D_3 \bar{R}$, Multiplique 0 X 1.9

por lo tanto, LCL = 0

La gráfica R nunca tiene la línea CL a la mitad entre UCL y LCL.

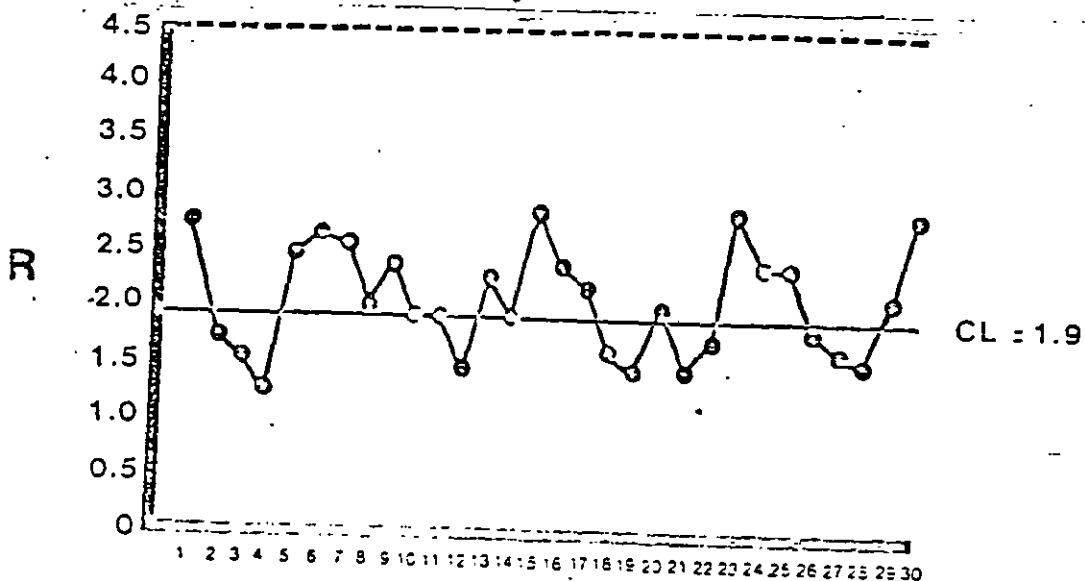


FIGURA 5.10 GRÁFICA R CON LÍNEA CENTRAL

Ahora procedemos a dibujar la línea superior de control UCL en la gráfica R de la figura 5.10 Recuerde, que la línea inferior no aparece por no haber rangos negativos.

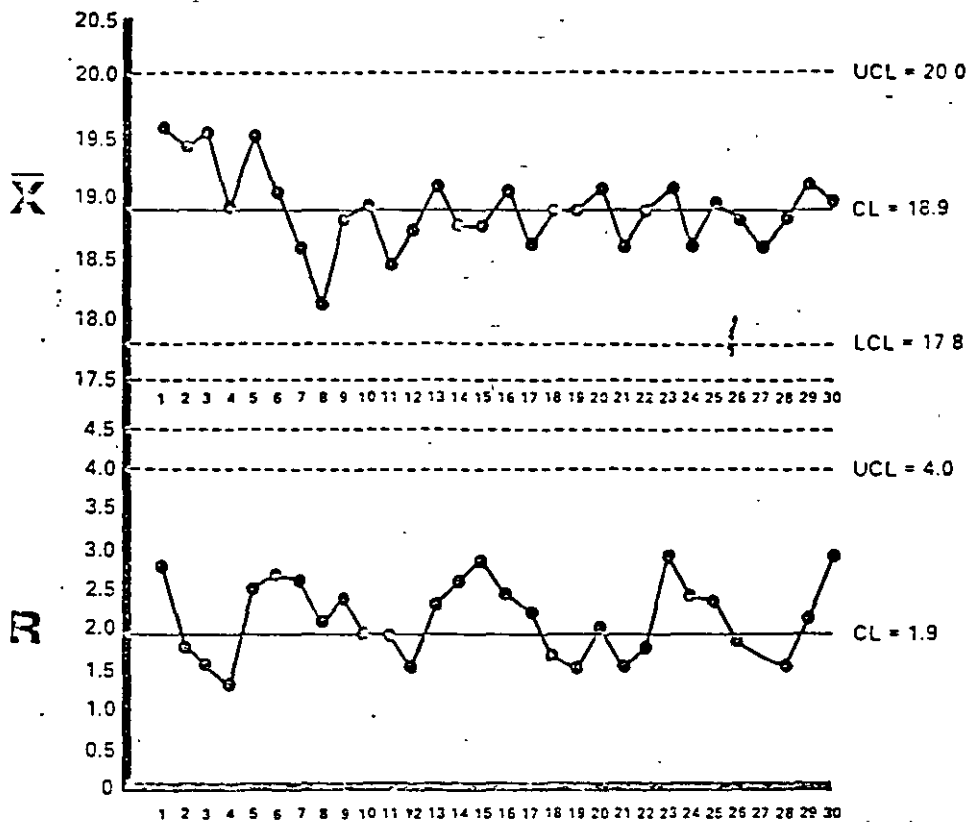


FIGURA 5.11 Carta de Control \bar{X} - R Completa

Paso 8.- Complete la carta ejemplo superior agregando la nota "N=5" en la esquina superior izquierda.

Ahora usted a completado la construcción de una carta \bar{X} - R de control, si usted ha tenido algún problema con este ejercicio, revise la presentación narrativa.

Comprendiendo la aplicación de las cartas de control $\bar{X} - R$

Lo que ha sido descrito hasta este punto, es como crear una carta $\bar{X} - R$, de tal modo que se establezcan los límites de control. La manera en que la carta de control se usa, es continuar tomando muestras, medirlas y graficarlas continuamente en las cartas de control. Se dice que el proceso está en "estado estable" cuando este permanece dentro de los límites de control y ninguna de las anomalías que se describirán abajo ocurren.

A. - Una desviación en la media (CL)

Use la parte \bar{X} de la carta de control para observar una desviación en la media (\bar{X}) del proceso, como se muestra por comparación entre la distribución # 1 y la # 2 abajo. Este se puede hacer a ojo, o haciendo un nuevo cálculo de la línea central para los más recientes datos \bar{X} .

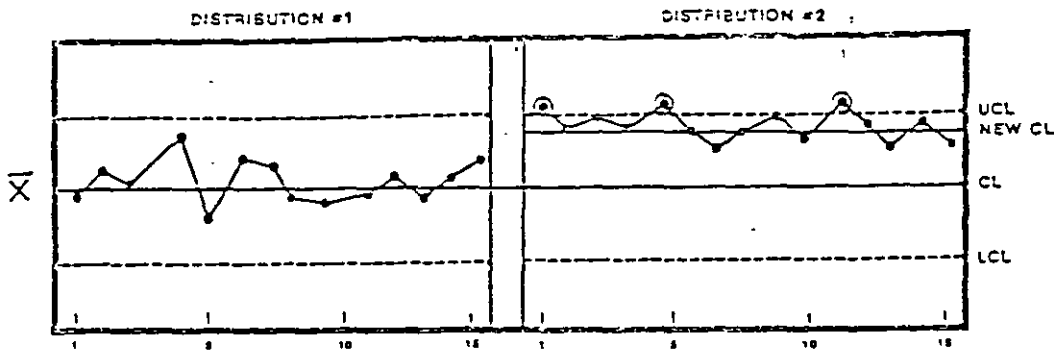


FIGURA 5.12 UNA DESVIACION EN LA MEDIA (CL)

B. - Un incremento en la dispersión (R).

Observe cualquier signo en la carta de control R del proceso que tenga una mayor variabilidad en su recorrido o dispersión. La distribución # 2 de abajo muestra un ejemplo de un proceso que ha experimentado un incremento en su dispersión.

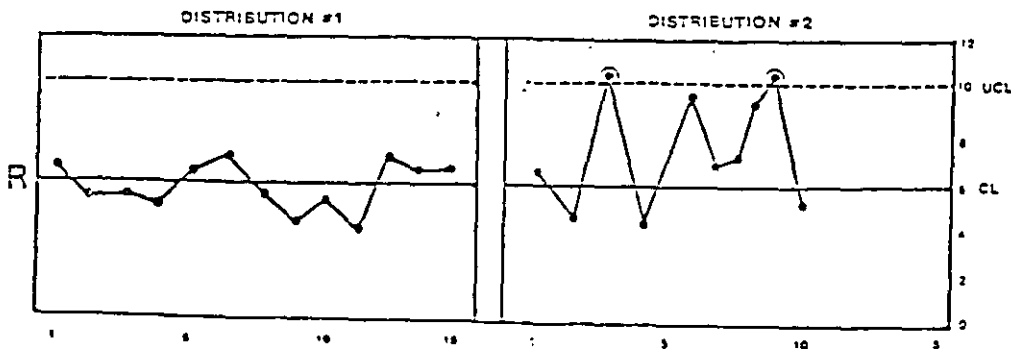


FIGURA 5.13 UN INCREMENTO EN LA DISPERSION

Ocurre una corrida en \bar{X} .

Cuando varios puntos de la gráfica ocurren en un lado de la línea central (promedio), esto es referido como una "corrida" (RUN). Cuando sucede una corrida de siete o más puntos, con toda probabilidad esta ocurriendo alguna anomalía. Aun si dos corridas ocurren de tal manera que 9 de 11 ó 11 de 13 puntos están en un solo lado de la línea central LC, entonces se puede esperar encontrar una anomalía en el proceso.

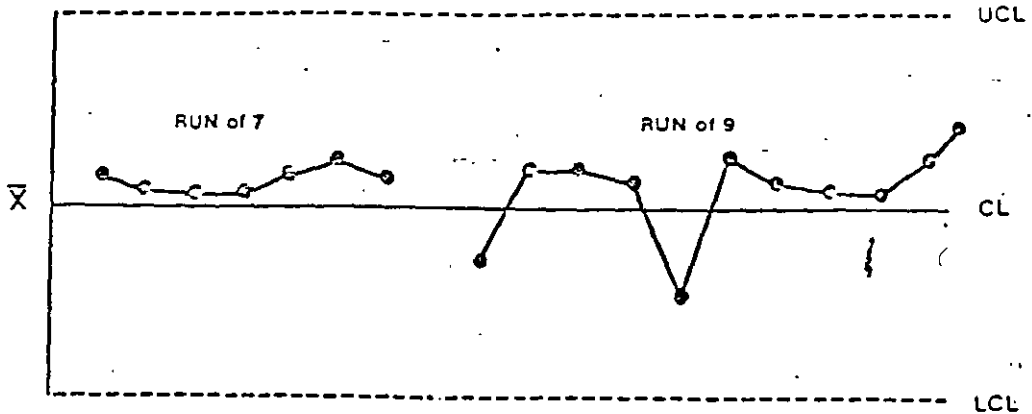


FIGURA 5.14 OCURRE UNA CORRIDA EN \bar{X}

Tendencias en \bar{X}

Las tendencias son una serie de gráficas que muestran un continuo incremento o decremento. Aquí también, 7 puntos es el número clave que las leyes de probabilidad dicen, que podría indicar la existencia de una anomalía, pero aun una tendencia de seis debe ser investigada.

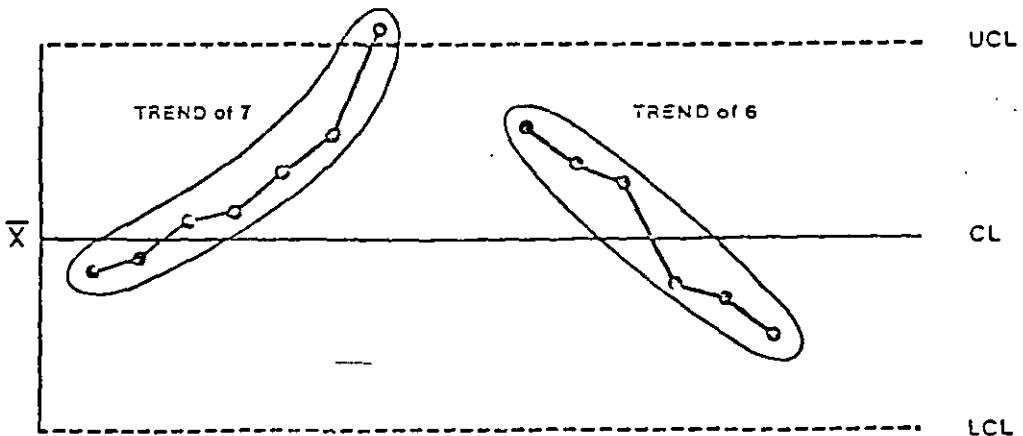


FIGURA 5.15

En resumen, sabemos que en proceso se desarrollan anomalías si:

- Algún punto en las gráficas \bar{X} y/o R de las cartas de control esta afuera de los límites de control superior o inferior.
- Un conjunto de puntos en la gráfica tiene alguna especie de desviación, corrida o tendencia.

RELACIONES ENTRE LOS LÍMITES DE CONTROL Y LAS ESPECIFICACIONES

Los límites de control $\bar{X} - R$ están puestos en base al resultado del proceso; en tonces, el proceso dicta sus límites de control. Sus especificaciones o requisitos están impuestos en base al uso de la salida del proceso. Por lo tanto, los límites de la especificación no deben ser confundidos con los límites de la carta de control. El objetivo es ver que los límites de la carta de control se encuentra dentro de los límites de especificación.

Un proceso que aparece estar en estado estable, y aún excede la especificación indica que el proceso es incapaz de cumplir la especificación con el herramental normal, métodos o equipo que se está empleando. Solamente cambios al sistema -- permitirán al proceso producir exitosamente el resultado requerido.

COMO ESTABLECER UNA CARTA DE CONTROL $\bar{X} - R$

Su grupo ha decidido que necesita una carta de control $\bar{X} - R$ sobre algunos valores de medición de su producto o proceso. El siguiente paso es encontrar si su proceso está controlado o fuera de control. Para hacer esto se siguen los ocho pasos dados para determinar cuando su proceso está dentro de control. Si no lo está entonces empiece una investigación a las causas posibles. Mientras hace esto, mantenga y actualice su carta $\bar{X} - R$. Mientras cada causa es corregida, compruebe su carta de control para determinar cuando, el proceso que está monitoreando, ha alcanzado el estado de control.

Una vez que el estado de control es alcanzado, compare la capacidad del proceso con las especificaciones. Si el proceso no tiene capacidad, instituya cambios -- al sistema para hacerlo capaz. Una vez que la estabilidad y la capacidad se han alcanzado, hay que trabajar en una meta a largo plazo para mejorar la capacidad del proceso.

CLASIFICACION DE CAUSAS DE VARIACION EN UN PROCESO.

Como se mencionó anteriormente, los factores que causan variaciones en los productos de un proceso son cosas tales como: diferencia de materiales, métodos de trabajo, herramientas, equipos y condiciones ambientales. La naturaleza de estas diferencias pueden ser clasificadas en dos categorías; aquellas que son el resultado del azar y son inherentes en cualquier proceso, y aquellas en las que una causa imputable se puede encontrar. La teoría de las cartas de control, con sus límites inferior y superior a 3 sigmas, es que solamente pueden existir causas aleatorias (dentro de los límites de 3 sigmas), y cuando el proceso se sale de control, existen causas imputables y deben ser investigadas y tomar acciones correctivas.

La tabla que se muestra abajo distingue la diferencia entre causas aleatorias y causas asignables.

Causas de variación aleatoria

Consiste de muchas causas individuales

Cualquier variación aleatoria resulta en una pequeña cantidad de variación (sin embargo muchas variaciones aleatorias actúan simultáneamente de manera que la variación total es substancial)

Algunas variaciones aleatorias típicas son:

- Pequeñas variaciones en el material (aunque dentro de especificación)
- Pequeñas vibraciones de la máquina
- Pérdida de precisión humana en la lectura de los instrumentos y en el ajuste de controles.

De manera práctica sabemos que las variaciones aleatorias no pueden ser económicamente eliminadas del proceso.

Causas Asignables de variación

Consiste de una o unas cuantas causas individuales.

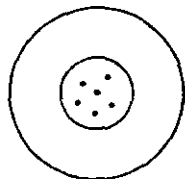
Cualquier causa asignable puede resultar en una variación grande.

Algunas causas típicas asignables de variación son:

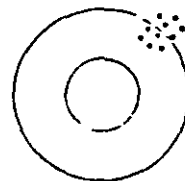
- Lote de material defectivo
- Arranque defectuoso en la máquina
- Operador no entrenado

La presencia de variaciones asignables pueden detectarse y las acciones para eliminar estas causas se justifican económicamente.

ANALOGIA CON UNA DIANA O BLANCO



Variaciones debidas solo a causas aleatorias



Variaciones debidas a causas aleatorias más la causa asignable de variación.

Fig. 5.16 Distinción entre causas de variación aleatorias y asignables.

INVESTIGACION DE CAUSAS ASIGNABLES.

Haciendo uso de las cartas de control $\bar{X} - R$, y usando la interpretación previamente discutida, los siguientes recuadros en la figura 5.17 nos ofrecen las posibles razones para una causa asignable.

OCURRENCIA	CAUSA POTENCIAL ASIGNABLE	
	En la carta \bar{X}	En la carta R
A: Ciclos recurrentes.	<ul style="list-style-type: none"> - Temperatura o algún otro cambio recurrente en el ambiente físico. - Fatiga del obrero - Diferencias en aparatos de prueba o de medición que se han estado usando. - Rotación regular de máquinas a operadores. - Mezcla de subensambles o de otros procesos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Programa de mantenimiento preventivo - Fatiga del operario - Herramienta gastada.
B.- Tendencias	<ul style="list-style-type: none"> - Deterioro gradual del equipo que es afectado por el volumen trabajado. - Fatigas del obrero - Acumulación de desperdicios - Deterioro de condiciones ambientales. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mejoramiento o deterioro en la habilidad del obrero. - Fatiga del obrero - Cambios en las proporciones en que un subproceso alimenta una línea de ensamble - Cambio gradual en la homogeneidad de la calidad del material de entrada.
C.- BRINCOS EN EL NIVEL DEL PROCESO.	<ul style="list-style-type: none"> - cambio en las proporciones de materiales o subensambles que llega de diferentes fuentes. - Nuevo operario - Modificación de la producción - Cambio en el aparato de inspección o el método. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cambio en materiales - Cambio de método - Cambio de operario

Fig. 5.17 Investigación de las causas asignables.

OCURRENCIA	CAUSA POTENCIAL ASIGNABLE	
	EN LA CARTA \bar{X}	EN LA CARTA R
D. Alta proporción de puntos cerca o fuera de límites	<ul style="list-style-type: none"> - Fuera de control - Grandes diferencias sistemáticas en método de prueba o equipo. - Control de dos o más procesos en la misma carta. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mezcla de diferentes materiales de calidad muy diferentes - Diferentes obreros usando una sola carta R - Datos de diferentes procesos bajo diferentes condiciones graficados sobre la misma carta.
E. Estratificación o pérdida de variabilidad.	<ul style="list-style-type: none"> - Cálculo incorrecto de los límites de control. 	

RIEKER
Management Systems

VARIABLES CONTROL CHARTS

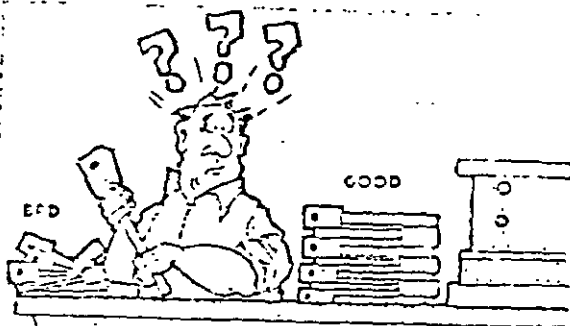
© 1954 Rieker Management Systems Los Galos, CA 95030

1. Esta presentación ha sido preparada -- por Rieker Management Systems. Su propósito es estudiar las cartas de control y explicar las cartas de control variables, la técnica más frecuentemente usada del control estadístico de -- procesos.

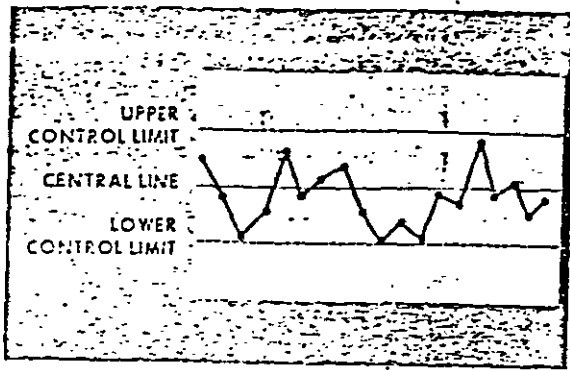
VARIABLES CONTROL CHARTS (\bar{X} -R)



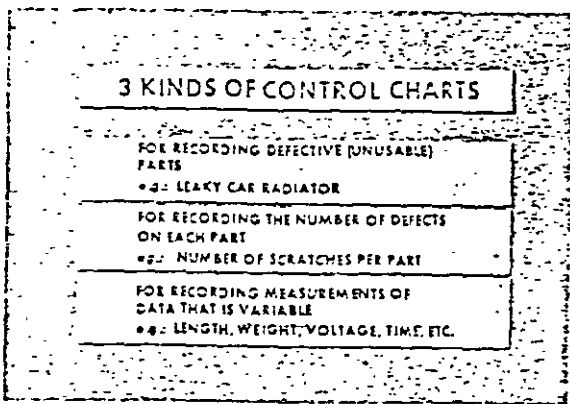
2. En esta sección se presentan varios -- tipos de cartas de control y la cons-- trucción y uso de las cartas \bar{X} -R de -- control. Las cartas de control por va-- riables son usadas para monitorear la tendencia de una medición específica -- de un producto o proceso.



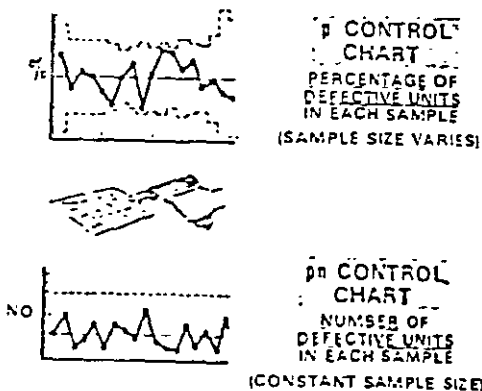
- 3.- Una de las más poderosas herramientas para controlar la calidad es dar a los operadores los medios para conocer -- cuando el proceso esta o no dentro de control. Esto es lo que son las cartas de control, no dicen si el proceso esta bajo control estadístico o si las variaciones que estan ocurriendo indican que el proceso esta fuera de control.



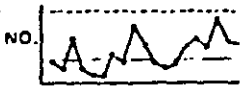
4. Una carta de control no es más complicada que una gráfica básicamente de -- una línea, con la adición de los límites superior e inferior de control. -- Las cartas de control son distribuciones de frecuencia graficadas en el --- tiempo con límites para indicar si las variaciones del proceso están o no bajo control estadístico.



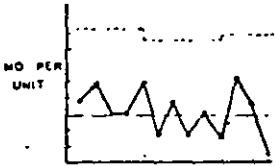
5. Los tipos más comúnmente usados son:
- 1) Cartas de control que registran partes o unidades defectivas.
 - 2) Cartas de control que registran el número de defectos.
 - 3) Cartas de control que registran mediciones o variables.



6. Las cartas de control que cuentan unidades defectivas se dividen en cartas p y cartas pn. La diferencia entre las dos es que las cartas p están graficadas en porcentaje de unidades defectivas y se usan cuando el tamaño de la muestra varía. Las cartas pn se usan cuando el tamaño de la muestra es constante y se grafican en número de unidades defectivas.

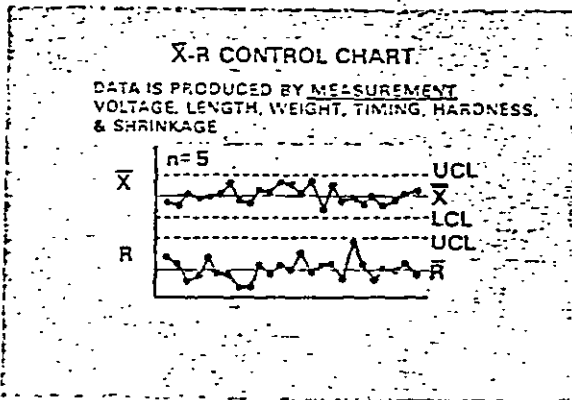


C CONTROL CHART
NUMBER OF DEFECTS
IN EACH SAMPLE
(CONSTANT SAMPLE SIZE)



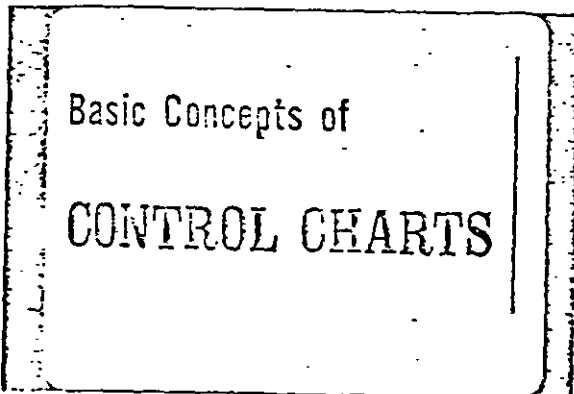
U CONTROL CHART
NUMBER OF DEFECTS
PER UNIT
IN EACH SAMPLE
(SAMPLE SIZE VARIES)

7. Las cartas de control que cuentan de-- defectos también se dividen en dos tipos Cartas c y Cartas u. La carta c gráfica el número de defectos por muestra -- con un tamaño constante de muestra, -- mientras la carta u grafica el número de defectos por unidad con un tamaño -- de muestra variable.



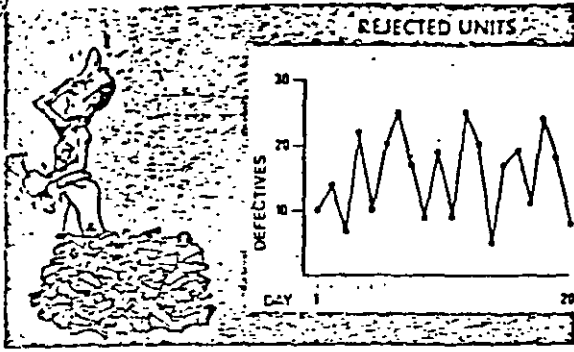
8. Las cartas de control que grafican me-- diciones de variables son; carta \bar{X} (X -- con barra) y carta R (recorrido, rango, o amplitud). Normalmente son usadas si multaneamente y se grafican una arriba de la otra. Son conocidas como cartas de control X-R.

Las cartas \bar{X} -R son las más difíciles -- y costosas de obtener, pero también -- son más útiles al analizar problemas. Esta sección estará concentrada en las cartas \bar{X} -R.



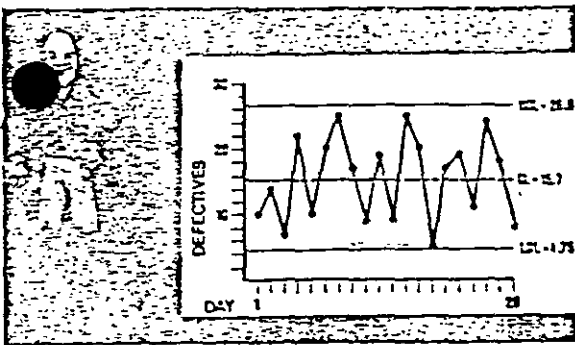
9. El concepto básico de las cartas de -- control es que con el uso de las líneas de límite de control, esta uno en posi-- ción de decidir cuando hacer ajustes -- al proceso y cuando dejar solas las co-- sas. La idea básica del uso de las lí-- neas de límite de control es señalar -- estadísticamente cuando algo anormal -- esta ocurriendo y necesita investiga-- ción.

LINE GRAPH



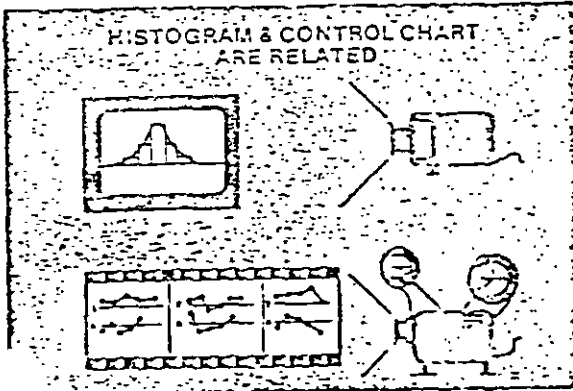
10. Ahora vamos a observar porque en una carta de control es más práctico su uso que una gráfica de línea. Este amigo no sabe si es que esta haciendo un trabajo razonablemente bueno o no. El sabe que es mejor tener pocas partes defectivas, pero ya no puede él decir que las variaciones diarias son normales.

CONTROL CHART

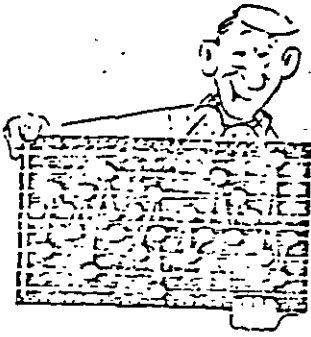


11. Ahora con una línea central, y los límites superior e inferior agregados, al menos el sabe que las variaciones diarias están bajo control ahora que reducir significativamente los defectos se requerirá de alguna acción en el sistema.

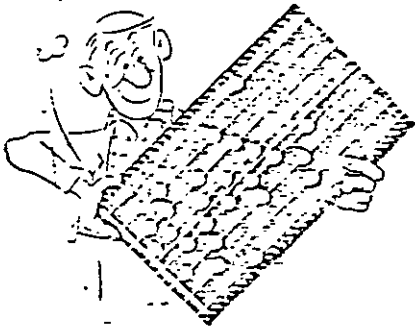
HISTOGRAM & CONTROL CHART ARE RELATED



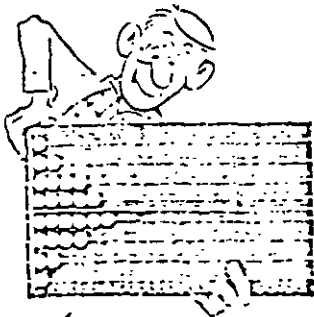
12. Las cartas de control están estrechamente relacionadas con los histogramas. Para aclarar esto, piense en los histogramas como una fotografía instantánea y las cartas de control como una película. Una carta de control es un histograma graficado sobre el tiempo. Es un camino sistemático que monitorea continuamente la calidad de salida de un proceso por medio del graficado, frecuente de pequeñas muestras en un período de tiempo.



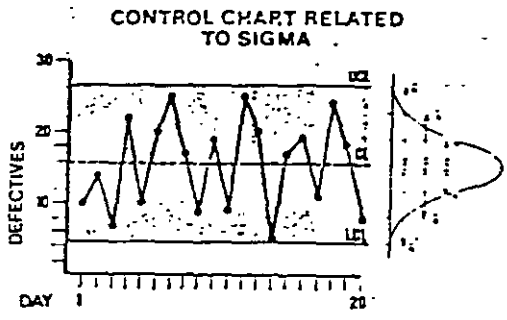
13. Para ilustrar mejor la conexión entre histogramas y cartas de control, imagine que cada punto en la carta de control es una cuenta que se puede deslizar a través de un alambre horizontal.



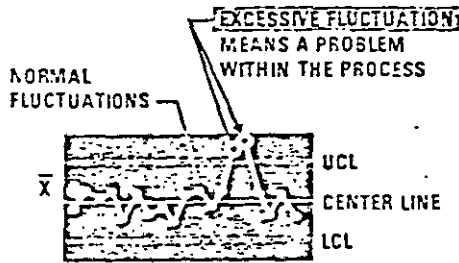
14. Conforme nuestro descuidado ayudante gira la carta de control, las cuentas se empiezan a deslizar hacia abajo.



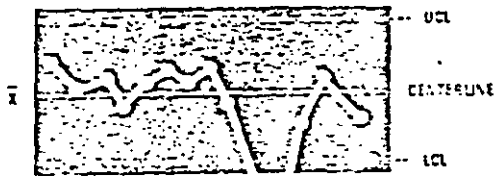
15. Cuando las cuentas se han colapsado en pilas en la parte baja, se aclara que la carta de control es un histograma gráficoado en la línea del tiempo. Se puede decir que una carta de control es un histograma alargado.



16. *Exactamente como en una distribución normal de frecuencia donde el 99.73% de todos los puntos caen dentro de + 3 sigma de el promedio, esto mismo se hace con cartas de control. Las líneas del límite de control superior e inferior son trazadas con 3 sigmas en cada lado. Cuando cualquier punto graficado cae fuera de estas líneas límite es causa suficiente para que sean investigadas.*

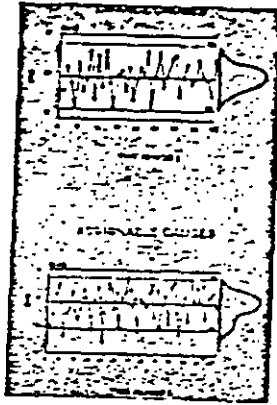


17. *Por ejemplo, en esta carta de control hay dos puntos graficados fuera de los límites de control. Como el 99.73% debe de estar dentro de los límites de control, los puntos fuera de los límites de control sin una señal de que el proceso está fuera de control en ese punto.*



18. *En este ejemplo sin embargo solo un punto se ha ido fuera del límite de control, ¿vé qué diferente esta de los otros graficos.? Claramente algo extraño esta pasando y necesita investigación.*

OUT OF CONTROL
MEANS A PROBLEM
WITHIN THE PROCESS



19. La principal función de las cartas de control es cuando el proceso está operando -- con solo una oportunidad de causa de variación, que es normal y esperada, o donde las variaciones se pueden asignar a causas, que demandan investigación y corrección. - La carta de control \bar{X} en la parte superior muestra un proceso que tiene solo una oportunidad de causa y variación. Las de la -- parte inferior significan que causas asignables son el problema.

HOW TO CONSTRUCT
 \bar{X} -R CONTROL CHARTS

20. Ahora, vamos a construir una carta de control $\bar{X} - R$.

STEP 1 COLLECT THE DATA

\bar{X} R DATA SHEET

SYC DAY	SAMPLES				
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
1	6	21	53	5	51
2	43	47	28	60	52
3	6	49	56	53	50
4	20	22	52	42	45
5	41	44	48	46	47
17	52	52	51	51	51
18	48	45	42	45	48
19	44	51	45	45	48
20	48	52	51	47	48



21. Paso 1. Reunir los datos. Esta es la forma que usaremos para reunir los datos para hacer nuestra carta de control.

En este ejemplo; "Día de Manufactura" fué la unidad de tiempo apropiada para reunir las muestras. Pero, para otros procesos -- se podrán usar unidades tales como horas, o números de lotes.

STEP 2 COMPUTE MEAN (\bar{X}) VALUES

MFG DAY	SAMPLES					SUM	MEAN
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	ΣX	\bar{X}
1	51	48	53	51	51	254	50.8
2	51	47	49	50	50	247	49.4
3	51	48	50	51	50	250	50.0
4	50	50	50	49	50	249	49.8
5	51	50	50	50	50	251	50.2

MFG DAY 51
 48
 53
 51
 51
 SUM = 254
 SAMPLE SIZE (N) = 5
 MEAN = 50.8
 RANGE = 5



22. Paso 2. Calcule la media (\bar{X}). \bar{X} es meramente la abreviación aceptada de la palabra "mean". Aquí vemos como fué hecha por día de manufactura # 1. El total de las 5 unidades es 254. El total 254, dividido entre 5 da un promedio ó valor de \bar{X} de 50.8

STEP 3 COMPUTE RANGE (R) VALUES

MFG DAY	SAMPLES					SUM	MEAN	RANGE	
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	ΣX	\bar{X}	R	
1	51	48	53	51	51	254	50.8	5	
2	51	47	49	50	50	247	49.4	4	
3	51	48	50	51	50	250	50.0	4	
4	50	50	50	49	50	249	49.8	3	
5	51	50	50	50	50	251	50.2	4	
TOTAL							1251	50.0	162
AVERAGE							250.2	50.0	3.24

LARGEST = 53
 SMALLEST = 48
 RANGE = 5
 RANGE OF RANGE = 7

23. Paso 3. Calcule el valor del rango (R). El rango es la variación entre el más grande y el valor más pequeño de muestra para un conjunto de Xs. Un ejemplo se muestra en la columna superior. 53 es el más grande y 48 el más pequeño. La diferencia, 5, es el "Rango".

STEP 4 PLOT \bar{X} AND R DATA ON GRAPH PAPER

MFG DAY	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	SUM	MEAN	RANGE
1	51	48	53	51	51	254	50.8	5
2	51	47	49	50	50	247	49.4	4
3	51	48	50	51	50	250	50.0	4
4	50	50	50	49	50	249	49.8	3
5	51	50	50	50	50	251	50.2	4



24. Paso 4. Grafique los datos de \bar{X} y R. en papel milimétrico.

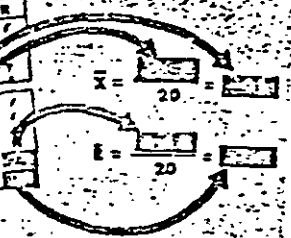
Los datos son graficados con números de \bar{X} directamente contra números de R. Aquí el día le es mostrado como ejemplo.

STEP 5. COMPUTE CENTERLINES

\bar{X} (AVERAGE OF ALL \bar{X} 's)

\bar{R} (AVERAGE OF ALL R 's)

GROUP	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL	AVERAGE
1	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	200	20
2	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	200	20
3	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	200	20
4	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	200	20
5	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	200	20
TOTAL											2000	200
AVERAGE											200	20



25. Paso 5. Calcule las líneas centrales.
 Para una gráfica de \bar{X} , nos referiremos al centro de la línea como con doble barra (\bar{X}). En la gráfica de R , será R barra (\bar{R}), un promedio de R .

STEP 6 - DETERMINE THE \bar{X} CONTROL LIMITS

UPPER CONTROL LIMIT (UCL) = $\bar{X} + A_2\bar{R}$



LOWER CONTROL LIMIT (LCL) = $\bar{X} - A_2\bar{R}$

A_2 DEPENDS ON NUMBER OF SAMPLES IN EACH GROUP
 (SEE TABLE - NEXT SLIDE)

26. Paso 6. Determine los límites de \bar{X} . Como se estableció al principio, los límites de control son conjuntos de una distancia de 3 sigmas a partir de la línea central. Para simplificar la determinación de 3 sigma una tabla es usada. A_2 (A sub dos) da los valores para diferentes valores de mues--
 tras.

STEP 6 DETERMINE THE \bar{X} CONTROL LIMITS (CONTINUED)

\bar{X} -R DATA SHEET

GROUP	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL	AVERAGE
1	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	200	20
2	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	200	20
3	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	200	20
4	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	200	20
5	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	200	20
TOTAL											2000	200
AVERAGE											200	20

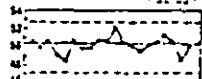
TABLE OF A_2 VALUES

n	A_2
2	1.10
3	0.73
4	0.58
5	0.48
6	0.41
7	0.37
8	0.34
9	0.32
10	0.31

27. Esta hoja muestra las líneas de los límites de control y llegamos a este ejemplo usando la tabla A_2 .

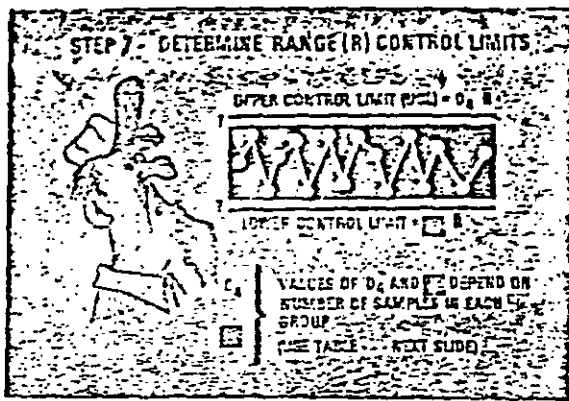
$UCL = \bar{X} + A_2 \bar{R} = 20 + (0.58)(3.1) = 21.86$

$LCL = \bar{X} - A_2 \bar{R} = 20 - (0.58)(3.1) = 18.14$

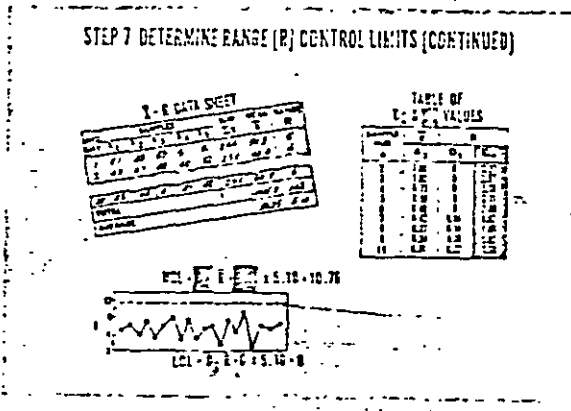


$UCL = \bar{X} + A_2 \bar{R} = 20 + (0.58)(3.1) = 21.86$

$LCL = \bar{X} - A_2 \bar{R} = 20 - (0.58)(3.1) = 18.14$

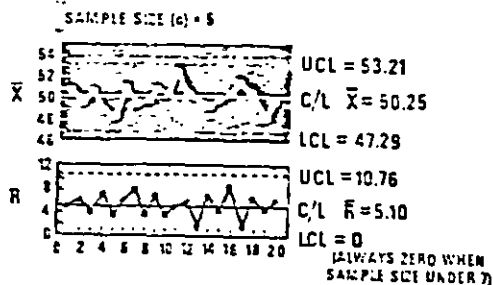


28. Paso 7. Determine el rango de los límites de control. D_3 y D_4 son también -- tablas, Para hacer más fácil el cálculo de los límites de 3 sigmas para el Rango.



29. Aquí vemos las tablas usadas para calcular los límites de control superior e inferior de nuestro ejemplo. Note que el límite de control inferior siempre será cero para muestras cuyo tamaño -- este abajo de 7.

STEP 8 INDICATE SIZE OF SAMPLES

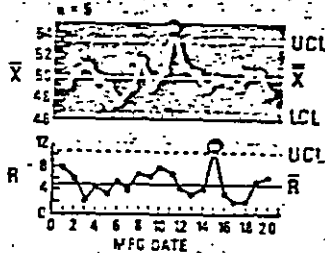


30. Paso 8. Indicar el tamaño de la muestra. Como las líneas del límite de control son afectados por el tamaño de las -- muestras, siempre se añade la notación del tamaño de la muestra a la carta.

HOW TO INTERPRET
X-R CONTROL CHARTS

31. Vamos a examinar algunos ejemplos sobre -- las formas en las cuales las cartas de control de \bar{X} - R muestran que existe un problema.

INTERPRETATION METHOD 1

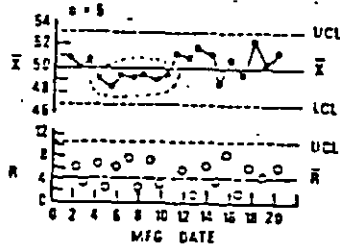


32. Interpretación del Método 1. - Como las líneas de los límites de control para un proceso bajo control nos dará el 99.73% de todos los puntos graficados, aún cuando un punto caiga fuera de los límites es una señal de alarma. Sin embargo, en este caso, parecerá ser un evento único. Hay que buscar errores de medición que hayan ocurrido "una vez" como en este caso; en cartas anteriores, e investigar la razón.

Un ejemplo de Rango que esta arriba de el límite superior de control ilustra la necesidad de mirar ambos valores de \bar{X} y R juntos. En este caso, la \bar{X} no nos dirá que hubo un problema. El promedio esta bien, pero el valor de R varía mucho así que hay que buscar y encontrar el porqué.

INTERPRETATION METHOD 2

7 OR MORE CONNECTING PLOT POINTS - ALL ON ONE SIDE OF CENTERLINE

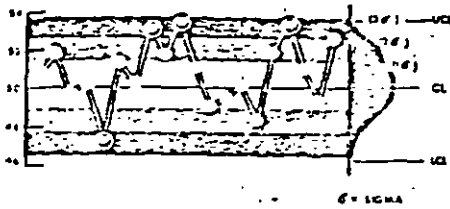


33. Interpretación Método 2. - Cuando al menos siete puntos conectados estan todos de un lado de la Línea central, es una señal de que algo raro está pasando. ¿Por qué? las leyes de la probabilidad nos dicen que para un proceso bajo control estadístico, -- los puntos graficados deben caer arriba y abajo de la línea central formado de un patrón regular.



INTERPRETATION METHOD 3

PLOT POINTS NEAR CONTROL LIMITS



34. Interpretación Método 3. Este proceso muestra 4 puntos graficados más allá de $+2\sigma$ a partir de la línea central de la carta de control. Como sabemos un proceso en control estadístico de $+2\sigma$ cze en el 95% de los puntos graficados, entonces en promedio solo un punto en veinte debe estar en la parte exterior. Definitivamente hay una razón para investigar.

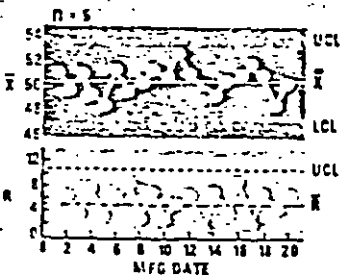
INTERPRETATION METHOD NO. 4

TREND LINES SUGGEST PROBLEMS

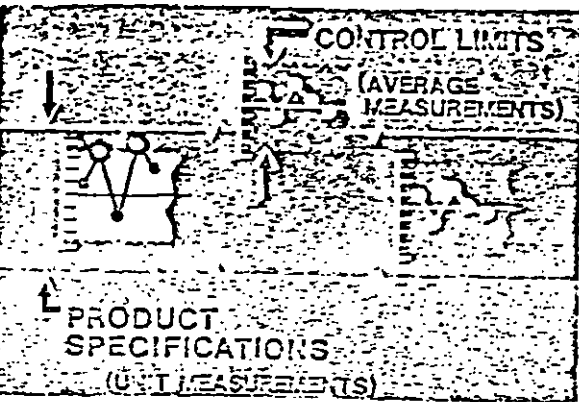


35. Interpretación Método 4. Las líneas con --tendencia también significan que hay problemas. Estas cartas de control, sugieren que alguien fue avisado, que la tendencia hacia arriba continuaba, investigó la causa, y tomó medidas, de acción correctiva -- como se indica, por la caída de regreso de la línea dentro de un patrón normal.

INTERPRETATION METHOD 5



36. Interpretación Método 5. Esta carta de control es un ejemplo de que todo está estable y bajo control.

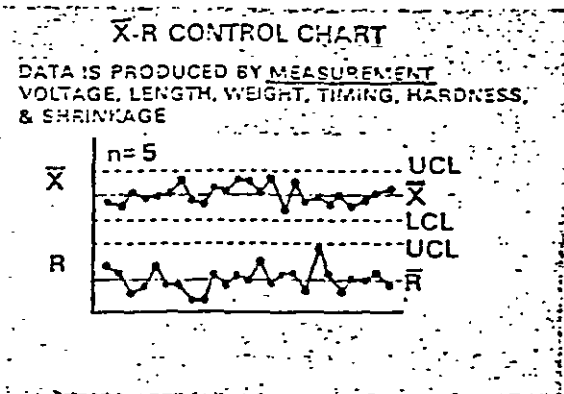


37.

Los límites de control no deben ser confundidas con las tolerancias o las especificaciones. Los límites de control son establecidos por la variación natural del proceso y donde las especificaciones son establecidas por los requerimientos del producto.

En adición, son límites de control derivados de las mediciones promedio de muestras, mientras que las especificaciones se aplican para unidades, medibles y son usadas para la aceptación o el rechazo del producto.

Estos tres ejemplos demuestran varias situaciones que pueden existir. Ambos límites de control y especificaciones son importantes, pero deben ser considerados independientemente.



38.

La carta de control $\bar{X} - R$ es una herramienta estadística importante que puede ser usada para señalar problemas muy a tiempo para poder actuar antes de que grandes volúmenes de productos defectuosos salgan.

CARTAS DE CONTROL POR VARIABLES -- QUIZ

Marque si son falsas o verdaderas las siguientes oraciones.

Verdad Falso

- | | | |
|--|--|---|
| | | 1. Las cartas de control $\bar{X} - R$ son empleadas donde - el número de defectos por muestra esta siendo <u>ana</u> lizado. |
| | | 2. El límite de control inferior prácticamente nunca aparece en una carta de control de \bar{X} . |
| | | 3. Una desventaja de la carta de control $\bar{X} - R$ es -- aquella donde hay tantas variables que podrían ser medidas en una línea de producción, y que tomaría mucho tiempo analizar todas las variables que se desea medir. |
| | | 4. En una carta de control $\bar{X} - R$ importa más los da- tos por variables, que los datos por atributos. |
| | | 5. En una carta de control $\bar{X} - R$, siempre se puede - estar seguro que si se ve que el proceso esta fue- ra de control en la \bar{X} , seguramente aparecerá fue- ra de control la carta R. |
| | | 6. La liga entre los límites de control en una carta de control de $\bar{X} - R$ son los límites de especifica- ción del producto. |
| | | 7. El término $\bar{\bar{X}}$ se refiere a un promedio de una serie de promedios. |
| | | 8. Cuando vemos una serie de siete puntos de datos, consecutivos graficados arriba de la línea cen- tral, lo tomamos en consideración solo si uno o - más de los puntos cae fuera de las líneas del lí- mite de control. |
| | | 9. El límite de control inferior en una carta R a me- nudo tiene valor cero. |
| | | 10. La carta de control $\bar{X} - R$ no tiene particular re- lación con un histograma. |

CARTAS DE CONTROL POR VARIABLES -- QUIZ

Marque si son falsas o verdaderas las siguientes oraciones.

<u>Verdad</u>	<u>Falso</u>
---------------	--------------

	X
--	---

1. Las cartas de control $\bar{X} - R$ son empleadas donde el número de defectos por muestra esta siendo analizado.

	X
--	---

2. El límite de control inferior prácticamente nunca aparece en una carta de control de \bar{X} .

X	
---	--

3. Una desventaja de la carta de control $\bar{X} - R$ es -- aquella donde hay tantas variables que podrían -- ser medidas en una línea de producción, y que tomaría mucho tiempo analizar todas las variables -- que se desea medir.

X	
---	--

4. En una carta de control $\bar{X} - R$ importa más los datos por variables, que los datos por atributos.

	X
--	---

5. En una carta de control $\bar{X} - R$, siempre se puede -- estar seguro que si se ve el proceso esta fuera -- de control en la \bar{X} , seguramente aparecerá fuera -- de control la carta R.

	X
--	---

6. La liga entre los límites de control en una carta de control de $\bar{X} - R$ son los límites de especificación del producto.

X	
---	--

7. El término $\bar{\bar{X}}$ se refiere a un promedio de una serie de promedios.

	X
--	---

8. Cuando vemos una serie de siete puntos de datos, consecutivos graficados arriba de la línea central, lo tomamos en consideración solo si uno o -- más de los puntos cae fuera de las líneas del límite de control.

X	
---	--

9. El límite de control inferior en una carta R a menudo tiene valor cero.

	X
--	---

10. La carta de control $\bar{X} - R$ no tiene particular relación con un histograma.

S E C C I O N 5

CARTA DE CONTROL POR VARIABLES.

PROBLEMA:

Usted trabaja en un área donde son manufacturadas con alta precisión los bloques terminales para un paquete electrónico de un satélite de comunicaciones. Recientemente, el grupo a enfocado su atención en la sospecha de que las bandas anchas de los bloques terminales se estan saliendo de control.

El supervisor sugiere que su grupo de analisis analice la corrida durante el periodo entre marzo 7 y abril 3. Una muestra aleatoria de 5 bloques terminales es formada por cada serie producida durante ese periodo de tiempo.

Material o nombre de la parte _____		Parte N° _____							
Característica medida _____		Planta _____ Dept. _____							
Unidad de medición _____		Registrado por _____							
Series No	Fecha	Mediciones de cada uno de los 5 partidas en series					Promedio de Partidas	Rango de Partidas	Registro de Inspección
		A	B	C	D	E			
1	3/7	77	80	78	72	78			Operadores checan medidas y estas han sido hechas - en la parte caliente. Tienen instrucciones de - esperar hasta que la parte se enfrie antes de checar las medidas, y centrar el proceso a 0.8775 pulgadas.
2		76	79	73	74	73			
3		76	77	72	76	74			
4	3/8	74	78	75	77	77			
5		80	73	75	76	74			
6		78	81	79	76	76			
7	3/9	75	77	75	76	77			
8		79	78	75	77	76			
9		76	75	74	75	75			
10	3/10	71	73	71	70	73			
11		72	73	75	74	75			
12		75	73	76	73	73			
13	4/2	75	76	78	79	77			
14		77	77	78	77	76			
15	4/3	77	76	77	77	77			
16		77	77	77	79	79			
17									
18									
19									
20									

FIGURA 5.18 Hoja de registro de la carta \bar{X} - R

Con la información obtenida de las mediciones de los anchos de banda, --
usted debe:

- 1.- Reunir los datos (Ver figura 5.18)
- 2.- Calcular los valores de \bar{X} de cada serie
- 3.- Calcular el Rango de cada serie
- 4.- Hacer una carta $\bar{X} - R$
- 5.- Calcular la línea central para cada una de las dos líneas graficadas.
- 6.- Calcular los límites de control de \bar{X} .
- 7.- Calcular los límites de control de R.
- 8.- Analizar los resultados.

CARTAS DE CONTROL POR ATRIBUTOS.

A. OBJETIVOS en esta sección:

- 1.- Explicar las cartas de control por atributos.
- 2.- Explicar las ventajas y desventajas de las cartas de control por atributos.
- 3.- Ser capaz de construir una carta de control pn.
- 4.- Entender como interpretar las cartas de control pn.
- 5.- Proporcionar un ejemplo de práctica de preparación de una carta de control pn.

B. CONTENIDO de esta sección:

Página

Cartas de control por atributos	6 - 2
Ventajas/desventajas de cartas de control por atributos	6 - 3
Estado de control estadístico con cartas de control por atributos	6 - 4
Defectos y unidades defectivas	6 - 4
¿Qué es una carta de control pn?	6 - 4
¿Cómo estan hechas las cartas de control pn?	6 - 4
¿Qué es una carta de control p?	6 - 9
¿Cómo estan construidas las cartas de control p?	6 - 9
Cartas corridas	6 - 12
¿Cómo se inician las cartas de control?	6 - 13
Presentación Narrativa	6 - 14
Examen.	6 - 24
Problema	6 - 26

CARTAS DE CONTROL POR ATRIBUTOS.

CARTAS DE CONTROL POR ATRIBUTOS.

El propósito de las cartas de control por atributos es el mismo que el de las -- cartas de control por variables; esto es, alcanzar el estado de control sobre un proceso o producto y después mantener ese estado. Las cartas de control por --- atributos se diferencian de las cartas de control por variables en que la información registrada y graficada en las cartas de control por atributos es "pasa" - "no pasa". Ellas no miden el grado en que un atributo varía a partir de lo requerido. Las cartas de control por atributos son usadas en situaciones donde las mediciones son difíciles o imposibles; por ejemplo contar los defectos causados -- por raspaduras, abolladuras, sombras de color, terminación de pulido ó cualquier otra característica. Hay una gran variedad de tipos de cartas de control por --- atributos, cada una hecha para una necesidad particular.

Cuando el producto involucrado es unitario es decir se pueden contar partidas, y el interés esta en determinar la cantidad de unidades defectuosas que han sido - producidas, una carta de control "p" ó "pn" es la forma apropiada para usar. Si una muestra de igual tamaño no puede ser obtenida, la carta de control p será la carta apropiada a usar. Una carta "p" muestra el porcentaje de unidades defec-- tuosas por muestra.

Sin embargo como una muestra más veraz de la población total, es obtenida sin un tamaño de muestra permanente constante, es preferible usar cartas de control "pn" (Número de unidades defectuosas/muestra).

Cuando se desea determinar el Número de defectos que se ha producido, una carta "C" o "U" puede ser valiosa. En orden de graficar una carta de control "C" (Número de defectos, muestra) se deben de poder obtener muestras iguales. El uso de -- la carta de control "C" es conveniente cuando no hay unidades naturales como en longitudes continuas de material, por ejemplo, una carta de control "C" ayudará a controlar la calidad de una pieza de cedazo ayudando a determinar el número de paños por muestra de una medida dada.

El uso típico de una carta de control "U" (defectos) unidad es para ensambles -- complejos así para como tener una variedad de tipos de defectos y múltiples de - estos. Con una carta de control "U", el tamaño de la muestra debe mantenerse --- cosntante ó puede permitirse que varíe. Como mostraremos después para las cartas de control "p", siempre que el tamaño de la muestra varíe, los límites de con--- trol deben ser calculados para cada tamaño de muestra.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS CARTAS DE CONTROL POR ATRIBUTOS.

Las cartas de control por atributos, como un todí, no nos proporciona el conoci- miento detallado acerca de una partida o proceso que las cartas de control por - variables. Sin embargo es mucho más fácil, y además menos costoso, recolectar da- tos por atributos donde hay una amplia variedad de procesos ó productos para aná- lizar, y es más viable analizarlos usando cartas de control por atributos.

Entonces cuando un proceso parece como si se estuviera saliendo de control, las cartas de control por variables deben ser aplicadas para obtener un control más específico. Otra ventaja de las cartas de control por atributos es su capacidad para ser usadas cuando no es posible hacer mediciones (raspaduras, abolladuras, etc.)

ESTADO DEL CONTROL ESTADISTICO CON CARTAS DE CONTROL POR ATRIBUTOS.

El propósito de las cartas de control por atributos es el mismo que el de las cartas de control por variable, están hechas cuando hacemos uso de las cartas de control por atributos, un estado de control estadístico no necesariamente significa que todo está bien y que no se deben hacer mejoras o buscarlas. La razón de esto es que las cartas de control por atributos típicamente registran un número de defectos o defectivos. Sin embargo como el control de proceso estadístico es una búsqueda sin fin para un mejoramiento de la calidad, es inconsistente decir que hay un nivel de calidad aceptable (AQL) diferente del de cero defectos. Un proceso que está en control estadístico y medido por las cartas de control por atributo significa que el proceso no tiene causa-especial de variación y cualquier mejora solicitada necesariamente debe provenir de una actuación sobre el sistema.

DEFECTOS Y UNIDADES DEFECTIVAS.

Antes de proceder con una explicación detallada de cartas de control por atributos necesitamos entender, la diferencia entre defectos y unidades defectuosas. Un defecto es una variación individual, que altera los requerimientos mientras que una unidad defectiva es una unidad que contiene uno o más defectos. Las cartas de control por atributos no miden el grado de variación de un defecto, pero pueden ser usadas para medir el número de variaciones a partir de lo requerido. Sin embargo es necesario entender que es importante decidir cual clase de cartas de control por atributos será usada.

¿QUE ES UNA CARTA DE CONTROL PN?.

Hemos aprendido que una carta de control "pn" (o np) es útil señalando cuando las partes o unidades son defectivas. Es importante recordar que una carta de control pn refleja solo donde o donde no, las partes o unidades no aceptables tienen que ser rechazadas. No se usan registrar cuántos defectos se están dando por unidad. Una carta de control pn, entonces es una película, proyectando los resultados de un proceso con guías (líneas de las cartas de control) y detecta donde estos resultados están bajo control estadístico.

¿COMO ESTAN HECHAS LAS CARTAS DE CONTROL?.

Hay 4 pasos para crear cartas de control pn. Vamos a irnos paso a paso con un ejemplo, en orden de ayudar a entender este proceso. Hay que estar seguros de entender y estar de acuerdo con las figuras establecidas en cada paso antes de ir al siguiente y trabajar las fórmulas para ver si concuerdan con las mismas figuras.

Paso 1. RECOLECTAR LOS DATOS. Tome una muestra aleatoria de partes o unidades de cada lote (En una muestra aleatoria cada parte en el lote debe tener la misma oportunidad para ser seleccionada). Las partes (unidades de la muestra que se toma para examinarse, deben ser del mismo número para cada lote. En nuestro ejemplo, serán 100 unidades por cada 20 lotes.

Mida la muestra (todas las 100 unidades de los 20 lotes) y prepare una hoja de datos para una carta de control pn como sigue.

Nº de Lote	Tamaño de muestra (n)	Unidades defectivas (pn)	Nº de Lote	Tamaño de muestra (n)	Unidades defectivas (pn)
1	100	4	11	100	4
2	100	1	12	100	1
3	100	3	13	100	7
4	100	5	14	100	6
5	100	2	15	100	4
6	100	6	16	100	3
7	100	4	17	100	2
8	100	2	18	100	5
9	100	2	19	100	7
10	100	3	20	100	4
Total					75

Figura 6.1. Hoja de datos de carta de control pn.

Paso 2. Grafique los datos en la hoja de control pn. Un ejemplo es el lote número 6 con los datos de la hoja de arriba, con 6 unidades defectivas. La flecha en la figura 6.2 muestra como esta graficado en las cartas de control pn.

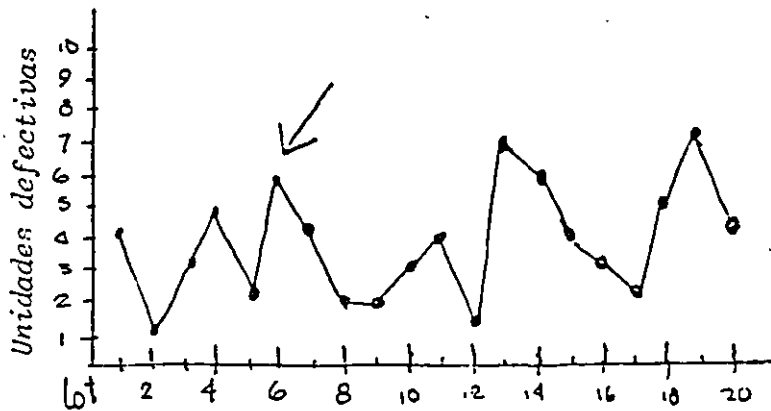


Figura 6.2 Carta de control pn.

Paso 3.-

Calcular la línea central (\bar{pn}) Encontrando el promedio (media) de todas las unidades defectivas de todos los lotes. En este caso, el número total de unidades defectivas de todos los lotes es de 75. Entonces dividimos este número total (75) entre el número de lotes -- (20) y el promedio es de 3.75 unidades defectivas por lote, 3.75, es el nivel al cual se dibuja la línea central (CL).

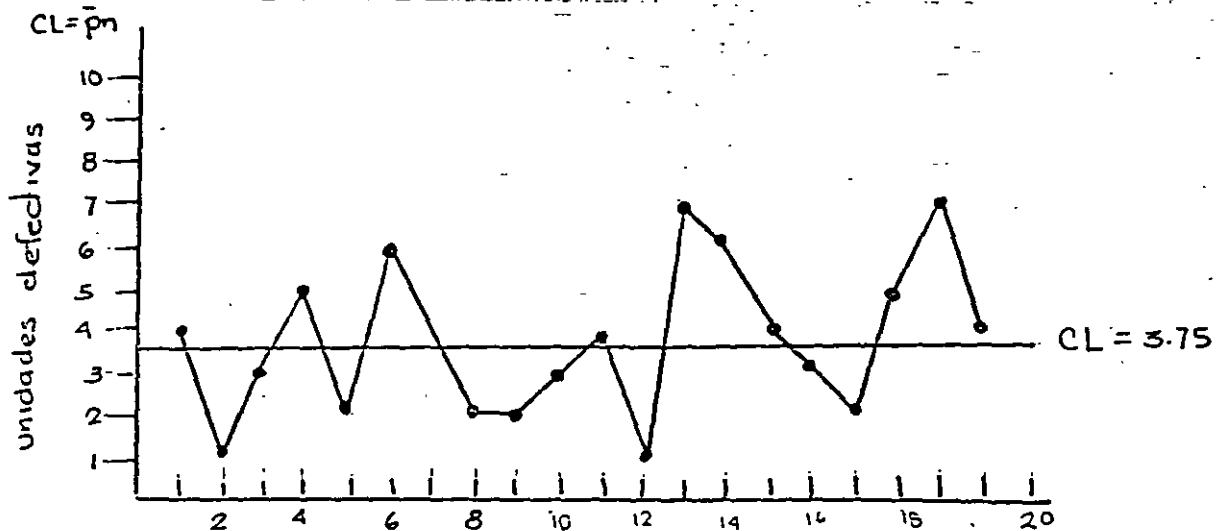


Figura 6.3 Cartas de control pn con la línea central

Paso 4.-

Establecer los límites de control.- El lugar de las líneas de los límites de control está determinada como sigue:

PRIMERO, vamos a calcular la línea del límite de control superior (UCL) de nuestro ejemplo usando la siguiente fórmula.

$$UCL = \bar{pn} + (3 \sqrt{\bar{pn}}) (\sqrt{1 - \bar{p}})$$

El cálculo es muy fácil cuando se usa la tabla A (Fig. 6.4 página 6-7). Tenemos determinado ya, que la figura \bar{pn} era la 3.75; se mueve a través y hacia abajo de la columna $3 \sqrt{\bar{pn}}$, y encontraremos nuestro número perdido 5.81.

Ahora, revisemos la fórmula y veremos que encontramos.

$$UCL = \bar{pn} + (3 \sqrt{\bar{pn}}) (\sqrt{1 - \bar{p}})$$

$$UCL = 3.75 + (5.81) ()$$

Ahora, terminaremos la fórmula ya que tenemos todas las figuras necesarias.

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

$$UCL = 3.75 + (5.81) (.98)$$

$$3.75 + (5.81 \times .98) = 9.44$$

Para terminar el paso 4, debemos calcular la línea del límite de control inferior (LCL). Esto solo será un problema de complementar matemáticamente la siguiente -- fórmula.

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

$$LCL = 3.75 - (5.81) (.98)$$

$$3.75 - (5.81 \times .98) = 0$$

No hay que confundirse si nosotros calculamos - 1.94 como la respuesta. Esta correcto, pero nunca si mostrara más de cero en la carta para el LCL. (Solamente en raras ocasiones será más que cero (0) para cartas de control pn.)

Si se encuentra que en futuros ejemplos se necesita calcular $\bar{p}n$ o \bar{p} mayores o menores, que los listados en las tablas A y B, podemos hacer nuestros propios cálculos usando el método de la raíz cuadrada ($\sqrt{\quad}$).

Todo esto es necesario para completar nuestra carta de control pn y dibujar la línea UCL. También, recordar el tamaño de muestra, $n = 100$, a la carta. En este ejemplo, lo colocamos cerca de la esquina derecha superior.

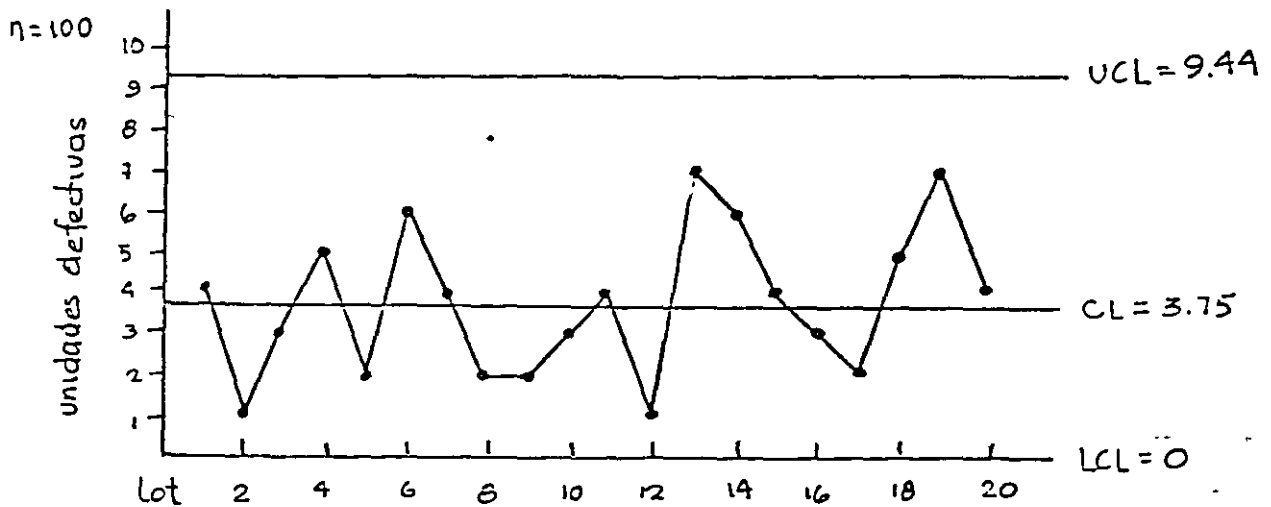


Figura 6-6 Carta de control pn completada.

¿QUE ES UNA CARTA DE CONTROL "p"?

Como se mencionó anteriormente, las cartas de control "p" son del tipo de cartas de control por atributos donde graficamos el porcentaje de unidades defectivas en una muestra. Ellas nos refieren al proceso de producción de una carta donde el tamaño de la muestra no puede ser igual, específicamente una carta de control "p" una gráfica donde se muestran los resultados de un proceso con líneas de límite de control calculadas para cada muestra (graficar un punto).

¿COMO SE CONSTITUYEN LAS GRAFICAS DE CONTROL "p"?

Construir una gráfica de control "p" es más difícil y se toma más tiempo que al crear una carta de control "pn" porque los cálculos para las líneas de los límites de control superior e inferior deben ser hechas para cada muestra. Sin embargo como los tamaños de muestra no pueden ser iguales, es necesario entender como construir una carta de control "p". Por lo tanto, cuando estudiamos este ejemplo tomando del libro del Doctor Kaoru Ishikawa, Guía para el control de calidad, debemos estar seguros de entender cada paso antes de proceder con el siguiente.

Group No	Group size n	Number of defects pn	Defect ratio per 100% p (%)	UCL (%)	LCL (%)
1	115	15	13.0	18.8	1.8
2	220	18	8.2	16.5	4.1
3	210	23	10.9	16.6	4.0
4	220	22	10.0	16.5	4.1
5	220	18	8.2	16.5	4.1
6	255	15	5.8	16.0	4.6
7	440	44	10.0	14.6	6.0
8	365	47	12.9	15.1	5.5
9	255	13	5.1	16.0	4.6
10	300	33	11.0	15.6	5.0
11	280	42	14.6	15.8	4.8
12	330	46	13.9	15.3	5.3
13	320	38	11.9	16.5	4.1
14	225	29	12.9	16.4	4.2
15	290	25	8.9	15.7	4.9
16	170	17	10.0	17.3	3.3
17	65	5	7.7	21.6	0
18	100	7	7.0	19.4	1.2
19	135	14	10.4	18.2	2.4
20	260	36	12.8	15.8	4.8
21	250	25	10.0	16.1	4.5
22	220	24	10.9	15.5	4.1
23	220	20	9.1	16.5	4.1
24	220	15	6.8	16.5	4.1
25	220	18	8.2	16.5	4.1
Total	5925	610			

Figura 6.7. Tabla de tarifas de rechazos para partes de una máquina Eléctrica.

Paso 1. Recolectar los datos. Después de tomar una muestra aleatoria preparar una hoja de datos. (Ver figura 6.7)

Paso 2. Graficar los datos en una gráfica de control "p". Encontrar el valor para cada defecto, dividiendo el número de defectos (pn) por cada tamaño de grupo (n) y graficar esto en porcentajes. (ver figura 6.8)

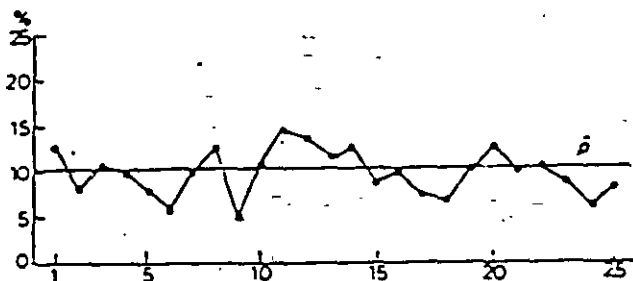


Figura 6.8 Carta de control

(Notar que esta carta difiere de una carta de control pn donde graficamos el número de unidades defectivas, no el porcentaje del defecto.)

Paso 3. Calcular la línea central (\bar{p}). Dividiendo la suma de unidades defectivas ($\sum pn$) por el tamaño de grupo ($\sum n$) ($\sum =$ suma del total)

$$\bar{p} = \frac{\sum pn}{\sum n} = \frac{610}{5925} = .103 \text{ o } 10.3 \%$$

Como se verá tenemos que dibujar la línea central al 10.3% sobre la carta de arriba (figura 6.8)

Paso 4. Calcular la línea de control superior para cada grupo (muestra).
Tomando la siguiente fórmula.

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

Por ejemplo, para el grupo No. 1 Cuando $n = 115$

$$UCL = .103 + \left(\frac{3}{\sqrt{115}} \sqrt{.103 [1. - .103]} \right)$$

$$UCL = .103 + \left(\frac{3}{10.72} \sqrt{.103 \times .897} \right)$$

$$UCL = .103 + \left(\frac{3}{10.72} \times \sqrt{.0924} \right)$$

$$UCL = .103 + \frac{.912}{10.72}$$

$$UCL = .103 + .085 = .188 \text{ ó } 18.8 \%$$

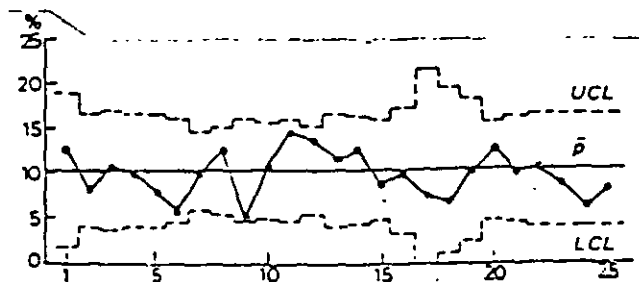
Paso 5. Calcular las líneas de límite inferior de control para cada grupo (muestra). Usando la siguiente fórmula.

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

Por ejemplo para el grupo No. 1, las figuras encontradas en el cálculo de la línea UCL se pueden aplicar aquí.

$$LCL = .103 - .085 = .018 \text{ ó } 1.8\%$$

Paso 6. Graficar las líneas UCL y LCL para cada grupo.



Como se puede ver, el cálculo de cartas de control donde el tamaño de muestra varía es muy laboriosa. Sin embargo, el tiempo que se requiere para crear este tipo de carta de control puede ser reducido por el uso de tablas, las cuales dan valores para cálculos de raíces cuadradas. En adición siempre que el tamaño de la muestra es controlable en un rango de $\pm 10\%$. No es necesario recalcular las líneas del límite de control porque las diferencias no son estadísticamente significantes.

CORRIDA DE CARTAS.

Una variación de una carta de control es una Corrida de Carta. Corridas de cartas deben ser graficadas por atributos ó por variables; corridas, puntos graficados que ocurren consecutivamente en un lado o del otro de la línea central, son un fenómeno que nos dá un método simple para detectar donde un proceso esta experimentando un cambio en el patrón de salida.

Para entender este concepto de corridas y la probabilidad de su ocurrencia, pensemos en una moneda lanzada para cara o cruz un número de veces en secuencia. En el promedio, 50% del tiempo la moneda caera cara y el 50% del tiempo caera -- cruz. La probabilidad de que esta experiencia en una corrida ocurra lo mismo dos veces en una hilera esta calculada como $.50 \times .50$ ó $.25$. La probabilidad de una -- corrida de 6 caras o cruces en una hilera por lo tanto es $.50 \times .50 \times .50 \times .50 \times .50 \times .50$. Esto se convierte en tener un 1.5% de oportunidad (muy poco probable) de que esto ocurrirá. Las mitades superiores e inferiores de una carta de control pueden ser comparadas como los lados de una moneda. El parecido de 6 --- graficos consecutivos en un lado o del otro de la línea central es muy pequeña. Por lo tanto, cuando esto ocurre se puede estar razonablemente seguro que algo diferente le esta pasando al proceso.

Con este principio, una corrida de carta, debe ser revisada a la salida para cambios anormales sin tener que hacer el cálculo de las desviaciones estandard y -- las líneas de los límites de control. Una corrida de carta puede también ser investigada en situaciones donde los datos por variables son difíciles de obtener o solo datos por atributos pueden ser obtenidos.

Para crear una corrida de carta simplemente empezaremos a obtener lo mismo que -- para cualquier carta de control, graficar 20 puntos, calcular la línea central -- y dibujarla.

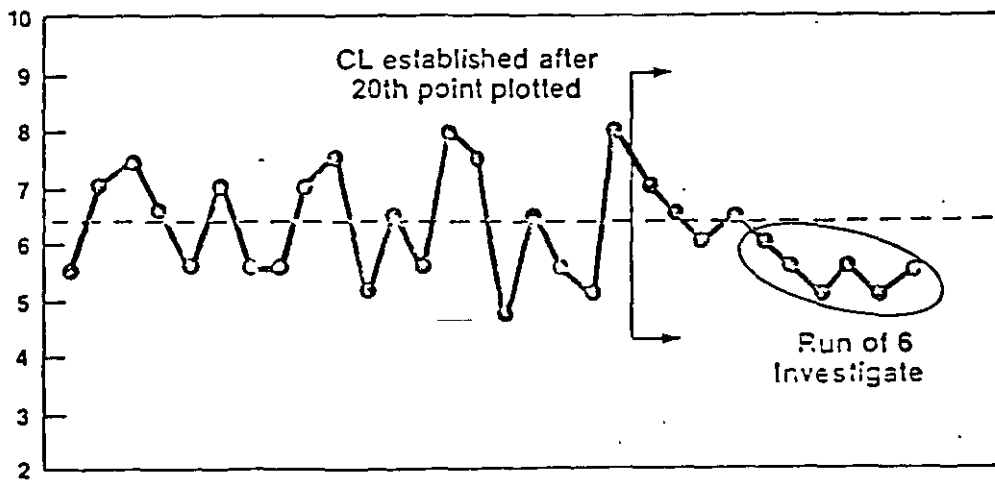


Figure 6.10. Run chart

Comenzará a monitorear el proceso para corridas cuando 6 o más puntos en secuencia ocurren en cualquier lado de la línea central. Cuando ésta secuencia ocurra, investigar para determinar la causa del cambio. Si la dirección del cambio representa un deterioro, tratar de corregir el problema en orden de llevar al proceso de regreso para una mejor condición. Si el cambio representa una mejora, adoptar la mejora como un nuevo estándar; graficar 20 puntos y calcular una nueva línea central como base para monitorear para futuras corridas.

Hay un número adicional de usos más sofisticados para el concepto de corridas, - todos basados en las leyes de la probabilidad. Esto no será cubierto aquí, pero si se desea estudiarlos más, una fuente es Elementary Statistics. Por Robert R. Johnson.

¿COMO SE INICIA UNA CARTA DE CONTROL?

Las decisiones de cuando, donde y como aplicar las cartas de control no es siempre fácil. Como es práctico hacer una carta para toda característica de todo proceso, algunas consideraciones deben darse para seleccionar el proceso adecuado a monitorear. Los siguientes pasos deben de seguirse de acuerdo a las realidades - económicas.

- 1.- Seleccionar los productos/procesos que van a estar en las cartas. Usar un análisis de Pareto para establecer prioridades. ¿Dónde ocurren los mayores defectos?. ¿Dónde están las características críticas que se deben monitorear?.
- 2.- Escoger el punto en el proceso que nos dará el grado más grande de prevención más que solo detección.
- 3.- Decidir que cartas de control son aplicables.
¿Cartas de Variables?.
¿Cartas de Atributos?.
- 4.- Coleccionar los datos necesarios de cualquier pasado reciente o de algún período corriente. Escoger el apropiado tamaño de muestra, frecuencia, - medición, etc.
- 5.- Construya una carta de control con al menos 20 puntos graficados y analizar, a modo de ver donde el proceso esta en un estado de control estadístico. Tomar cualquiera de las acciones que se requieran para llevar al proceso a un estado de control estadístico.
- 6.- Continuar monitoreando el proceso mientras se investigan las formas de - mejorar el proceso y reducir variabilidad en defectos y/o procesos. Recalcular las líneas del límite de control donde quiera que las condiciones cambien o exista un tropiezo en la mejora de la calidad.
- 7.- Reevaluar el punto de vista económico de monitorear con cartas de con-

ATTRIBUTES CONTROL CHARTS

© 1964 Rieker Management Systems Los Gatos, CA 95030

1.

Esta presentación ha sido preparada por -- Rieker Management Systems. El propósito es presentar cartas de control adaptable para ciertas situaciones.

ATTRIBUTES CONTROL CHARTS

2.

Las Cartas de Control por atributos pueden ser utilizados en muchas situaciones, cuando no es posible usar una carta de control por atributos; son menos caras a usar, y son prácticas donde existen muchos procesos para monitorear.

3 KINDS OF CONTROL CHARTS

FOR RECORDING DEFECTIVE (UNUSABLE) PARTS

• 62 LEAFY CAR RADIATOR

FOR RECORDING THE NUMBER OF DEFECTS ON EACH PART

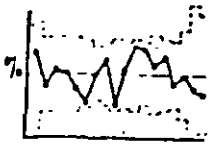
• 63 NUMBER OF SCRATCHES PER PART

FOR RECORDING MEASUREMENTS OF DATA THAT IS VARIABLE

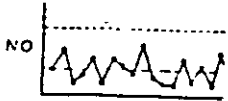
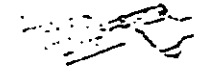
• 64 LENGTH, WEIGHT, VOLTAGE, TIME, ETC.

3.

Las cartas de control donde se registran -- las partes defectivas de unidades, y cartas de control donde se registran el número de defectos son cartas de control por atributos. Las cartas de control donde se registran mediciones son cartas de control por variables. Las cartas de control por variables fueron estudiadas en la sección -- anterior.

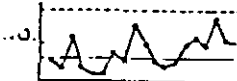


p-bar CONTROL CHART
 PERCENTAGE OF DEFECTIVE UNITS IN EACH SAMPLE
 (SAMPLE SIZE VARIES)



p-bar CONTROL CHART
 NUMBER OF DEFECTIVE UNITS IN EACH SAMPLE
 (CONSTANT SAMPLE SIZE)

4. Las cartas de control por atributos, donde se cuentan las unidades defectivas están divididas en cartas p y pn , la diferencia entre las dos es que las cartas p son graficadas en porcentaje de unidades defectivas y son usadas cuando el tamaño de muestra varía. Mientras que una carta pn es usada donde el tamaño de muestra es constante y se grafica como número de unidades defectivas.



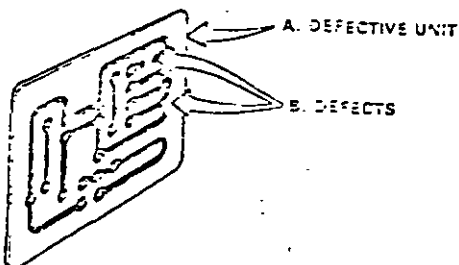
c-bar CONTROL CHART
 NUMBER OF DEFECTS IN EACH SAMPLE
 (CONSTANT SAMPLE SIZE)



u-bar CONTROL CHART
 NUMBER OF DEFECTS PER UNIT IN EACH SAMPLE
 (SAMPLE SIZE VARIES)

5. Las cartas de control por atributos, donde los defectos cuentan; pueden ser divididos en 2 tipos: las cartas c y las cartas u . CARTAS C. - grafican el número de defectos por muestra. Con un tamaño de muestra constante, mientras que las CARTAS U grafican el número de defectos por unidad con un tamaño de muestra variable.

DICTIONARY OF TERMS

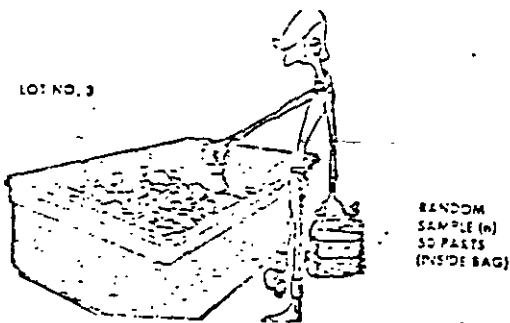


6. Hay una diferencia entre una unidad defectiva y defectos. Una carta de control pn maneja lo primero; esto es el número de unidades defectivas. Por ejemplo, la tablita del circuito dibujada aquí cuenta como una unidad defectiva. Aún si esta unidad contiene cientos de defectos, siempre contará con una unidad defectiva. ambas cartas de control c y u manejan número de defectos.

HOW TO CONSTRUCT
p_n CONTROL CHARTS

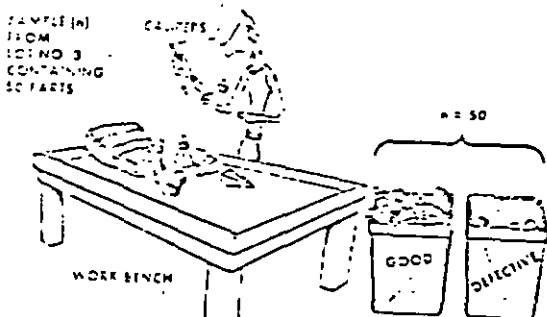
7. Usaremos cartas de control p_n para nuestro ejemplo. Al construir otras cartas de control por atributos, sólo diferimos en las fórmulas de los límites de control que son usadas.

STEP 1 COLLECT THE DATA



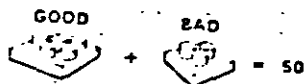
8. Paso 1.- Como siempre, el primer paso es recolectar datos. De este contenedor cargado con artículos (lo llamaremos lote # 3) tomar una muestra de los artículos. Recordar que se debe tomar una muestra aleatoria; esto es, cada artículo en el lote debe tener igual oportunidad de ser seleccionada.

STEP 1 COLLECT THE DATA (CONTINUED)



9. Medir los artículos de la muestra. Colocar las buenas en un contenedor y las defectivas en otro. Asegurar que los instrumentos de medición, equipo y técnicas están en perfectas condiciones así los datos reales se estarán obteniendo.

STEP 1 (Continued)



pn CONTROL CHART DATA SHEET

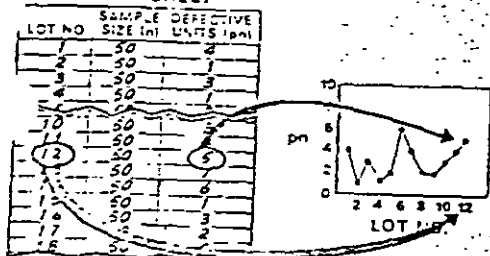
LOT NO	SAMPLE SIZE (n)	DEFECTIVE UNITS (pn)
1	50	4
2	50	1
3	50	3

10. Preparar una hoja de datos para una carta de control pn. En las cartas de control pn el tamaño de la muestra de cada lote debe de ser la misma. Meter el número de defectos, encontrados en esta muestra y en las otras muestras tomadas de esta manera.

STEP 2

PLOT pn CONTROL CHART

pn CONTROL CHART DATA SHEET



11. Paso 2. Graficar la carta de control pn - como se muestra aqui.

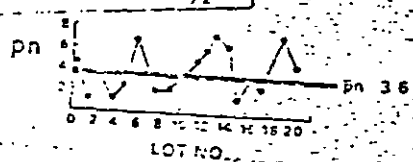
STEP 3

CALCULATE THE CENTRAL LINE (\bar{pn})

pn CONTROL CHART DATA SHEET

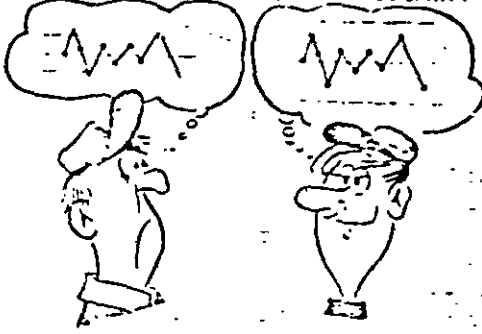
LOT NO	SAMPLE SIZE (n)	DEFECTIVE UNITS (pn)
1	50	4
2	50	1
3	50	3
4	50	1
5	50	1
6	50	1
7	50	1
8	50	1
9	50	1
10	50	1
11	50	1
12	50	1
		72

$$\bar{pn} = \frac{72}{20} = 3.6$$



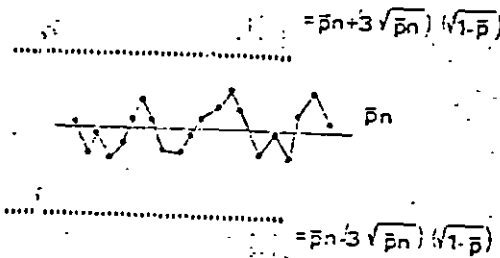
12. Paso 3.- Calcular la línea central, \bar{pn} . Encontrar la "medida" o "promedio" de todas las unidades defectivas en todos los lotes. En este ejemplo, el número total de unidades defectivas es 72. Divida 72 por el número de lotes que es 20, determinar la medida, o sea 3.6 unidades defectivas.

STEP 4 - DETERMINE THE p_n CONTROL LIMITS



13. Paso 4. Determinar los límites de control p_n . El intento de esta caricatura es puntualizar que los límites de control no son impuestos arbitrariamente, pero raro es el producto que esta basado en formulas estadísticas. La salida del proceso determina sus límites de control.

STEP 4 (Continued)
CALCULATE LOCATION OF UPPER & LOWER CONTROL LIMITS



14. Estas son las fórmulas para límites de control p_n . Pueden parecer complicadas pero con algunas tablas se vuelve muy simple. Justamente como con las cartas de control por variables, las líneas de control del límite superior y del inferior serán ± 3 sigmas a partir de la línea central.

STEP 4 (Continued)

$$= \bar{p}_n + 3 \sqrt{\bar{p}_n (1 - \bar{p}_n)}$$

CENTRAL
LINE (\bar{p}_n) = 3.6

$$= \bar{p}_n - 3 \sqrt{\bar{p}_n (1 - \bar{p}_n)}$$

p_n	$3 \cdot \sigma_n$
3.56	5.66
3.57	5.67
3.58	5.68
3.59	5.69
3.60	5.70
3.61	5.70

$$\frac{3 \cdot \sigma_n}{n} = \frac{5.69}{50} = 0.1138$$

p	$1 - p$
.055	.945
.060	.940
.065	.935
.070	.930
.075	.925
.080	.920

15. Las tablas del fondo son una extracción de un conjunto más completo de tablas que se encuentran en este manual. Usando nuestro valor p_n de 3.6, podemos determinar el valor para $3 \sqrt{\bar{p}_n}$ usando la tabla A. la flecha muestra que 5.69 es el valor que necesitamos.

Encontrar el valor para $\sqrt{1 - \bar{p}}$, primero necesitamos calcular p_n (3.6) entre n (50) Esto de una p de .072.

Entrando en la tabla B, como el valor más cercano a la p es el de 0.72, encontramos .96 como nuestro valor por $\sqrt{1 - \bar{p}}$ para finalizar los cálculos de las líneas UCL y LCL.

STEP 4 (Continued)

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

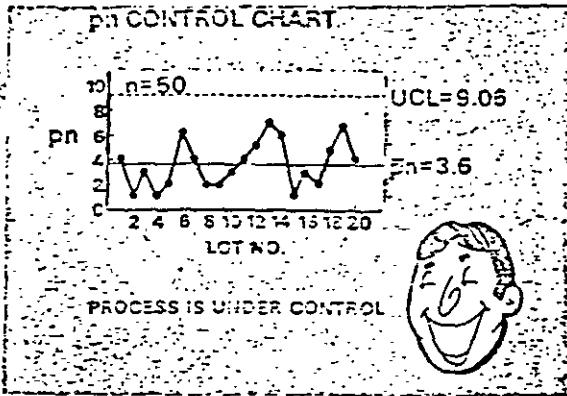
$$UCL = 3.6 + 5.69)(.96)$$

$$= 3.6 + 5.46 = 9.06$$

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

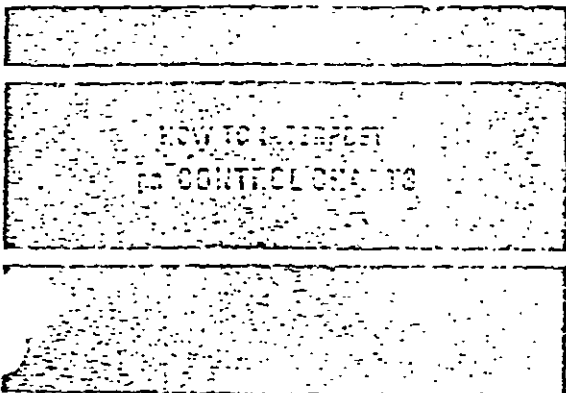
$$LCL = 3.6 - (5.69)(.96)$$

$$LCL = 3.6 - 5.46 = \text{LEAVE AS "0"}$$



16. Aquí las fórmulas se repiten con los números apropiados insertados para cada parte de la fórmula. Después de algunos cálculos, encontramos que los cálculos del límite de control superior debe ser 9.06 -- unidades defectivas y el límite de control inferior es -1.86. -- Esto se registra como cero porque no es necesario decir que no se puede tener menos que cero defectos.

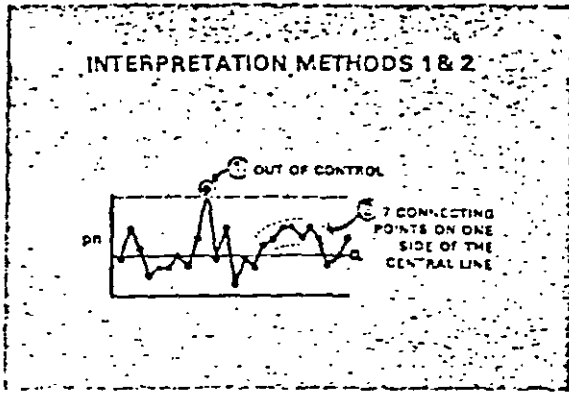
17. Esto es la carta pn completada. El tamaño de la muestra, $n=50$, ha sido añadida. Notaremos que todos los puntos están entre los límites superior e inferior; El proceso está bajo control.



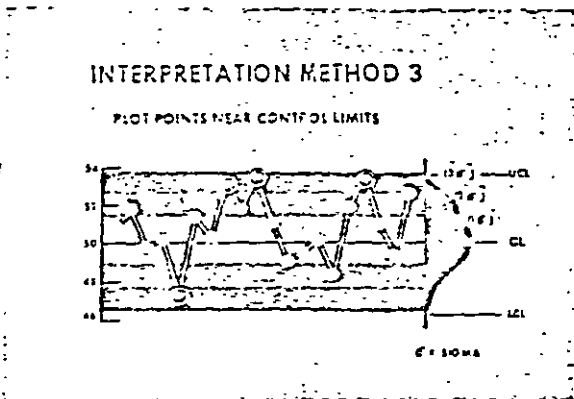
18. La interpretación de las cartas de control pn es similar a la interpretación de las cartas \bar{X} -R.

Todas están basadas en las mismas leyes de la probabilidad.

19. Como con las cartas de control \bar{X} -R en la sección previa, un punto graficado fuera de control es una razón para investigar la causa. Pero no significa que un problema mayor exista.

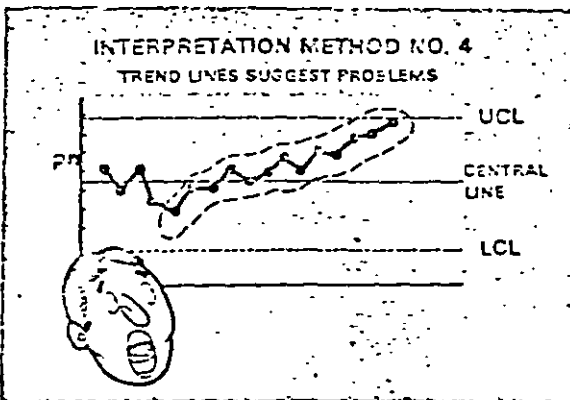


La flecha # 2 señala los 4 puntos conectados en un lado de la línea central. Aún así todos los puntos están dentro del límite de control, es improbable estadísticamente hablando que 7 muestras consecutivas salgan todas de un lado de la línea promedio. Una investigación debe ser efectuada.



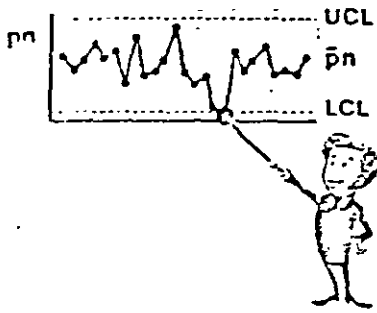
20. Esta carta de control muestra muchos puntos en las dos porciones de afuera de la carta: 3 en el superior y 1 en el inferior.

Del estudio de la distribución de frecuencia aprendimos que solo el 5% de los puntos deben estar bajo 2 sigma a partir de la línea central. Por lo tanto, esta carta de control muestra un proceso con causas "Especiales" de variación. Esto merece investigarse.



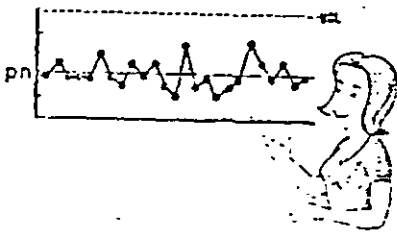
21. Una línea ascendente indica una tendencia en el proceso. Esto es que continuara así hasta que se salga fuera de control. Esto es una alerta; es tiempo de tomar una acción e investigar tan pronto como sea posible.

INTERPRETATION METHOD NO. 5



22. Esto es raro en una carta de control p_n , - tener un valor positivo para un límite de control inferior. Dadas estas condiciones si un punto penetra en el límite de control inferior es una indicación de alguna causa "especial". Que se podría duplicar - porque cero defectos es lo que se busca. - Investigar esta situación para determinar como repetirla.

INTERPRETATION METHOD NO. 6



23. Esta carta no muestra problemas. Todos los puntos graficados caen alrededor de la línea central ninguno esta fuera de control. No hay series de 7 puntos en el mismo lado de la línea central, ninguno esta cerca de los límites de control, y no hay líneas de tendencia obvias.

Con cartas p_n , por supuesto, es importante tener en cuenta que la meta del control de proceso estadístico es no tener defectos. Aunque el proceso esta bajo control, mejorar al sistema debe ser siempre el objetivo.

TRADICIONAL APLICACIONES DE
DE CONTROL CHARTS

24. Miremos una aplicación de las cartas de control p_n .

DO CONTROL CHART

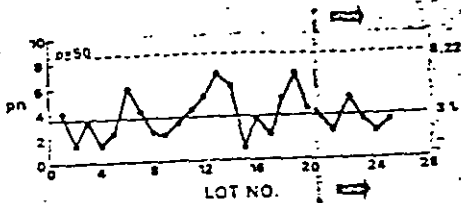
SITUATIONS

- In variables like
- Many processes
- Demand in units
- Lot sizes consistent
- Various types of defects

25. Las cartas de control pn se usan cuando existen estas condiciones.

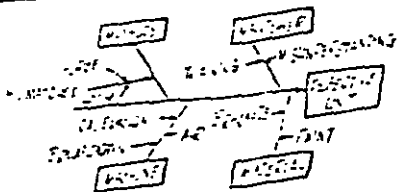
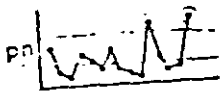
- 1.- No hay datos de variables; o no es posible conseguirlos.
- 2.- Hay muchos procesos o productos que monitoréar.
- 3.- La salida del proceso es en unidades.
- 4.- La producción esta consistentemente agrupada.
- 5.- Más de un tipo de defectos ocurre.

KEEP ADDING ON



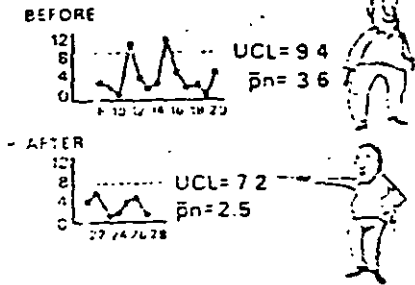
26. Una vez que hay suficientes puntos que -- graficar se establecen las líneas límite, usandolas para que en el futuro se monitorean las salidas. Todo el propósito de las cartas de control es dar esta capacidad de monitoreo.

CAUSE-&-EFFECT DIAGRAM

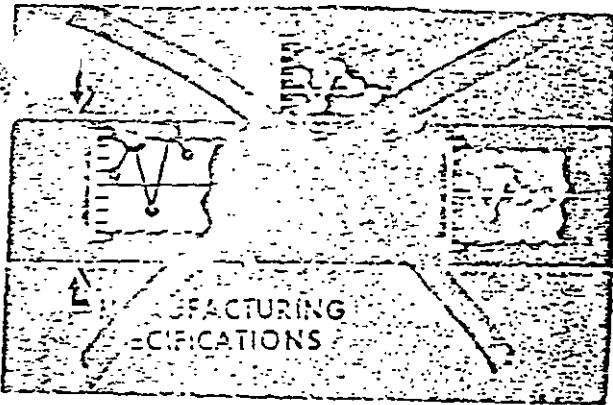


27. Las cartas de control no solucionan problemas, solo actuan señalandolos, herramientas estandard para resolver problemas tales como los diagramas Causa - Efecto - serán necesarias para resolver problemas.

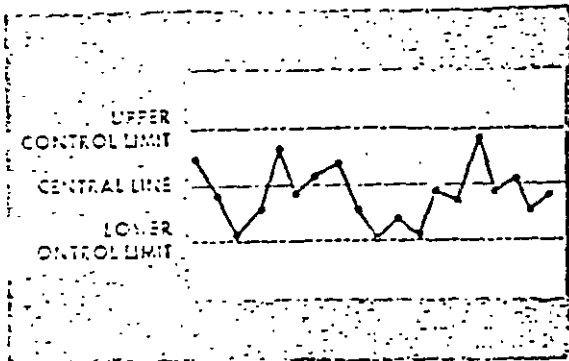
BEFORE & AFTER
CORRECTIVE ACTION



28. Una vez que la causa o causas de un problema han sido identificadas y corregidas comparar la condición "después" con la condición "antes". En este caso el nivel promedio de unidades defectivas decrece marcadamente de 3.6 a 2.5 esto se refiere al establecimiento de nuevos límites de control más rígidos.



29. Las líneas de los límites de control en cartas de control por atributos no tienen relación con los límites de especificación, porque una carta de control por atributo por definición no está midiendo una variable. Sin embargo las especificaciones determinarán el "pasa" "no pasa", decisión que toma a una unidad como defectiva, y estas especificaciones pueden no siempre estar correctas.



30. Las cartas de control por atributos pueden ser usadas sobre un amplio rango de circunstancias. Siempre que los datos puedan ser contados hay un potencial para la aplicación de una carta de control por atributos.

SECCION 6
CARTAS DE CONTROL

Marque con una "X" si es falsa o verdadera cada oración

VERDAD

FALSO

- | | | |
|---------------|---------------|---|
| <u> </u> | <u> </u> | 1. Una carta de control pn maneja datos con muestras de tamaños desiguales. |
| <u> </u> | <u> </u> | 2. Una carta de control p registra el porcentaje de unidades defectivas. |
| <u> </u> | <u> </u> | 3. Una carta de control p maneja más, datos de mediciones que, datos de atributos. |
| <u> </u> | <u> </u> | 4. Cuando estamos trabajando con tamaños de muestras iguales y número de defectos por muestra, podemos usar una carta de control c. |
| <u> </u> | <u> </u> | 5. El LCL, o línea de límite de control inferior en una carta de control pn, a menudo no aparece en la carta. |
| <u> </u> | <u> </u> | 6. La línea central (CL) en una carta de control pn es ta basada por la división de la suma de todas las unidades defectivas entre el número de muestras. |
| <u> </u> | <u> </u> | 7. Las cartas de control por atributos son más fáciles y económicas de usar que las cartas de control por variables. |
| <u> </u> | <u> </u> | 8. Las cartas de control c y u grafican el número de defectos. |
| <u> </u> | <u> </u> | 9. Las cartas de corrida pueden ser usadas para hacer tablas ya sea de atributos o de variables. |
| <u> </u> | <u> </u> | 10. La fórmula para calcular los valores de UCL y el LCL en una carta de control pn son idénticos excepto por los signos (+) y (-). |

S E C C I O N 6.

CARTAS DE CONTROL

Marque con una "X" si es falsa o verdadera cada oración.

<u>VERDAD</u>	<u>FALSO</u>	
<u> </u>	<u> X </u>	1. Una carta de control pn maneja datos con muestras de tamaños desiguales.
<u> X </u>	<u> </u>	2. Una carta de control p registra el porcentaje de unidades defectivas.
<u> </u>	<u> X </u>	3. Una carta de control p maneja más, datos de mediciones que, datos de atributos.
<u> X </u>	<u> </u>	4. Cuando estamos trabajando con tamaños de muestras --- iguales y número de defectos por muestra, podemos --- usar una carta de control c.
<u> X </u>	<u> </u>	5. El LCL, o línea de límite de control inferior en una carta de control pn, a menudo no aparece en la carta.
<u> X </u>	<u> </u>	6. La línea central (CL) en una carta de control pn esta basada por la división de la suma de todas las unidades defectivas entre el número de muestras.
<u> X </u>	<u> </u>	7. Las cartas de control por atributos son más fáciles - y económicas de usar que las cartas de control por <u>va</u> riables.
<u> X </u>	<u> </u>	8. Las cartas de control c y u grafican el número de defectos.
<u> X </u>	<u> </u>	9. Las cartas de corrida pueden ser usadas para hacer <u>ta</u> blas ya sea de atributos o de variables.
<u> X </u>	<u> </u>	10. La fórmula para calcular los valores de UCL y el LCL en una carta de control pn son idénticos excepto por los signos (+) y (-)

Problema

Su grupo está consciente de los gastos interminables de el número de rechazos que día con día parecen acompañará la producción de tablillas de circuito impreso. Durante las pasadas semanas usted a procesado 15 lotes de PCBs. En orden de investigar el problema, su grupo ha decidido tomar un muestreo de inspección. Uno del grupo ha preparado los siguientes datos.

Lot No.	Sample Size	No. of Defectives (pn)
1	100	3
2	100	5
3	100	4
4	100	7
5	100	2
6	100	1
7	100	6
8	100	2
9	100	3
10	100	3
11	100	5
12	100	4
13	100	7
14	100	4
15	100	2
Total		= 58
Average		= 3.87

Figura 6.11. muestreo de inspección

1. De estos datos construya una carta pn.
2. Examine la carta, y haga un juicio acerca de la condición del proceso, ¿Piensa que esta bajo control?

DIAGRAMAS DE DISPERSION.

A. OBJETIVOS en esta sección.

1. Definir y explicar los diagramas de dispersión.
2. Será capaz de decidir cuando emplear la técnica de diagramas de dispersión.
3. Será capaz de construir un diagrama de dispersión
4. Interpretar la relación sugerida entre un diagrama de dispersión utilizar su conocimiento para mejorar el control sobre un proceso

B. CONTENIDO en esta sección.

Páginas.

¿Qué es un diagrama de dispersión ?	7 - 2
¿Cuál es el propósito de los diagramas de dispersión?	7 - 3
¿Cuándo usar los diagramas de dispersión ?	7 - 3
¿Cómo construir un diagrama de dispersión ?	7 - 4
¿Cómo interpretar un diagrama de dispersión ?	7 - 6
¿Cómo usar un diagrama de dispersión ?	7 - 7
Palabras de precaución	7 - 8
Presentación Narrativa	7 - 9
Examen	7 - 23
Problema	7 - 25

DIAGRAMA DE DISPERSION.

¿QUE ES UN DIAGRAMA DE DISPERSION.?

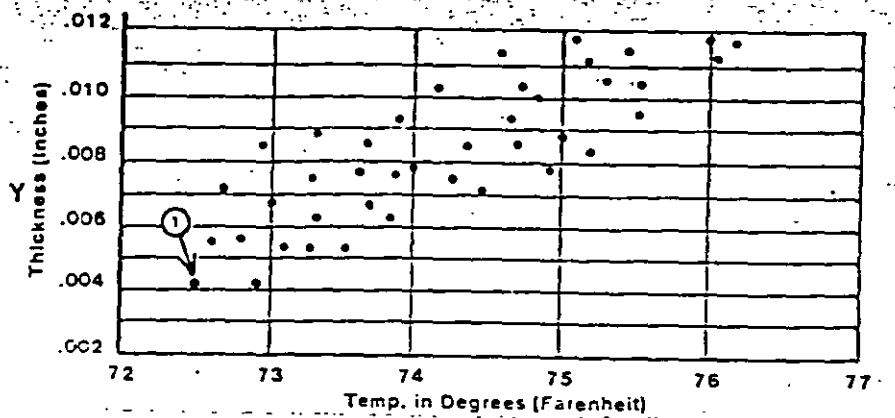
Un diagrama de dispersión es un desplegado de una gráfica o de muchos puntos -- graficados que representan la relación entre dos diferentes variables; todos estamos expuestos a un sin fin de arreglos de oportunidades para observar estas relaciones en nuestra vida diaria. Por ejemplo cambios de temperatura causan expansión o contracción de materiales, o piense acerca de la relación entre conductores borrachos y accidentes fatales. Ejemplos de tales relaciones cuantitativas en la escena del trabajo son también abundantes.

El conocimiento de la naturaleza de estas relaciones pueden a menudo ofrecer una pista para la solución de un problema. A través del uso de diagramas de dispersión usted puede determinar si una relación existe entre dos variables y como -- controlar el efecto que esta relación tiene en el proceso. Hasta este punto hemos discutido técnicas que se refieren al análisis de un conjunto de datos de variables a un tiempo. Con el estudio de diagrama de dispersión explicaremos como investigar cuando dos variables pueden estar relacionadas. Por ejemplo: ¿Cómo el contenido de una mezcla en fibra afecta su elasticidad?. -- ¿Cuál es la relación entre cierto ingrediente y la rigidez de un producto?. Obviamente, estos tipos de relación juega una parte importante en cualquier proceso de producción y por el entendimiento de la naturaleza de estas relaciones, podemos reducir el número de defectos y mejorar la calidad de nuestros productos.

Consideremos una situación donde tratemos de encontrar si existe una relación -- definitiva entre la temperatura de un niquelado y el espesor de una capa después de un periodo de tiempo fijado. La temperatura puede ser controlada por un ajuste en el termostato. El espesor puede ser medido por técnicos de pruebas ópticas. Los dos factores TEMPERATURA Y ESPESOR, representarían un par ordenado de variables que pueden ser graficadas como un solo punto en una gráfica X - Y. La Temperatura es controlable y será considerada la variable independiente y puede ser graficada horizontalmente o en la dirección "X". El espesor dependerá de la temperatura (quizas) y será considerado como la variable dependiente. Esta será graficada en la dirección "Y". Para esclarecer, piense en la temperatura como la causa y el espesor como el efecto.

Recuerde, cada par de variables es de un solo espécimen midiendo los diferentes efectos pero que pueden ser relacionados. Por ejemplo en la figura 7-6, note que el espécimen # 1 (indicado por la flecha) mide 0.004 cm. la escala Y y 72.5 en la escala de X. Cada espécimen será graficado de esta manera.

(Ver figura 7.1. en la siguiente página.)



¿CUAL ES EL PROPOSITO DE LOS DIAGRAMAS DE DISPERSION?

Los diagramas de dispersión son usados para determinar si hay una relación entre 2 diferentes variables y la naturaleza y el monto de la relación. En muchos procesos la habilidad de encontrar especificaciones es dependiente del control de dos variables que interactúan y, por lo tanto, es importante ser capaz de controlar el efecto que una variable tiene en otra. Por ejemplo, si usted conoce que la cantidad de calor aplicado a un objeto de plástico afecta a su durabilidad, entonces querrá ser capaz de establecer límites de control, así la cantidad correcta de calor será aplicada consistentemente. A través del uso de diagramas de dispersión se puede determinar a que temperatura deberá aplicarse el calor, así resultará la calidad del producto. En otras palabras, aprender a controlar una variable, y se puede controlar una variable dependiente una vez que se ha entendido su relación.

En algunos casos, el diagrama de dispersión también puede servir para otro propósito - la eliminación de cierta prueba destructiva tal como aquellas hechas para estudiar la vida de un foco a BTU contenidos por carbón. Cada grupo descubrirá su propio uso de la técnica, pero es cierto que se encontraran diagramas de dispersión valiosos en muchas maneras. ¡Quizas como sustituto de pruebas muy caras!

¿CUANDO USAR LOS DIAGRAMAS DE DISPERSION?

Si hay un problema de calidad y al investigar se deja ver, que la interacción de 2 variables puede estar afectando el producto, se deberá tratar con un diagrama de dispersión. Por ejemplo un problema existe con una pintura que ha sido rociada a un componente. La pintura se está cayendo de la pistola de spray en "pompas" y esta causando una calidad pobre en pintura. Esta es una situación a considerar analizandola con el uso de un diagrama de dispersión, la causa del problema puede ser la relación entre la temperatura y el tiempo de mezclado, o el tiempo de almacenamiento de la pintura.

Otros ejemplos pueden ser también, si se sospecha que los problemas de calidad pueden ser causados por variaciones tales como mezcla, presión, nivel de polvo.

Tiempo de almacenado, ambiente eléctrico o disturbios magnéticos, temperatura -- del horno, concentración de químicos, proporciones de mezcla o intensidad de vibración física, etc. Hay un sin número de factores posibles, pequeños o grandes que pueden influir en los procesos o productos. Cada uno de estos en algún tiempo puede ser un candidato para medición y análisis. A menudo un diagrama de dispersión puede ser el paso mayor en este análisis de datos.

¿COMO CONSTRUIR UN DIAGNOSTICO DE DISPERSION?

Hay una diferencia significativa entre diagnóstico de dispersión y las otras técnicas que hemos explicado, manejar diagramas de dispersión con dos variables a diferencia de solo una. Esto significa, entonces que cuando de los datos se deduce el problema para este tipo de análisis, por cada muestra se debe poder registrar las mediciones de ambas variables que pensamos pueden estar relacionadas. Esto, en la tabla de datos debe estar diseñado a manera de conservar estas dos mediciones para cada muestra junta. En orden de construir un diagrama de dispersión que sea fácil de interpretar, será necesario planear la colección de cerca de 50 conjuntos de datos.

Menos de este número no sería suficiente para mostrar cualquier tendencia o correlación (ver figura 7.2 para un ejemplo de una tabla diseñada para un análisis de diagnóstico de dispersión.)

Ahora discutamos los pasos específicos que se requieren para la construcción de un diagrama de dispersión.

Paso 1.-

Después de determinar las variables dependientes e independientes que se van a investigar, coleccionar los datos y crear una tabla para registrar los valores de las dos variables escogidas para el estudio. Por ejemplo, la tabla de abajo muestra una ilustración típica. Ahora procedamos a registrar los datos (recuerde que entre más datos recolectados, será más seguro la interpretación de cualquier relación que aparezca.)

Specimen	Variable	Variable
NO.	X	Y
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		

Figure 7.2. Table for Scatter Diagram Analysis

Paso 2. Después de registrar todas las observaciones necesarias, examinar el rango de valores para las variables X y Y en orden de determinar la escala apropiada para acomodar todos los valores, ahora -- marquemos las escalas seleccionadas en un papel para gráfica. Recordar que la variable independiente esta graficada en el eje X -- con los números creciendo de izquierda a derecha. La variable dependiente se muestra en el eje Y con los números creciendo de abajo hacia arriba (ver figura 7.3).

Paso 3. La gráfica de los valores para cada muestra en los puntos de investigación de las escalas X y Y fue mostrado anteriormente en la figura 7.1. Si 20 ó más puntos coinciden, dibujar círculos alrededor del punto original mostrando, como muchas observaciones pueden caer en ese punto.

Paso 4. Dibujar las líneas frontera superior e inferior a lo largo de la parte exterior de las regiones de dispersión de los puntos dato. Esto nos dara la pauta para determinar donde dibujar la línea central, referida como línea de "Regresión", la cual será localizada a la mitad del camino de las fronteras. Al hacer esto, una línea recta puede ser usada donde la relación sugiere una línea recta.

Aunque hay técnicas matemáticas que son más apropiadas para calcular -- la "Ecuación de regresión", para nuestros propósitos graficar la línea central a "ojo" es todo lo que se necesita. Justamente recordar que graficar esta línea es un intento, de sacar el promedio del número y distancia para los puntos graficados. Esto es, si la distancia de cada punto, arriba y abajo de la línea central son sumados, nos dara cero.

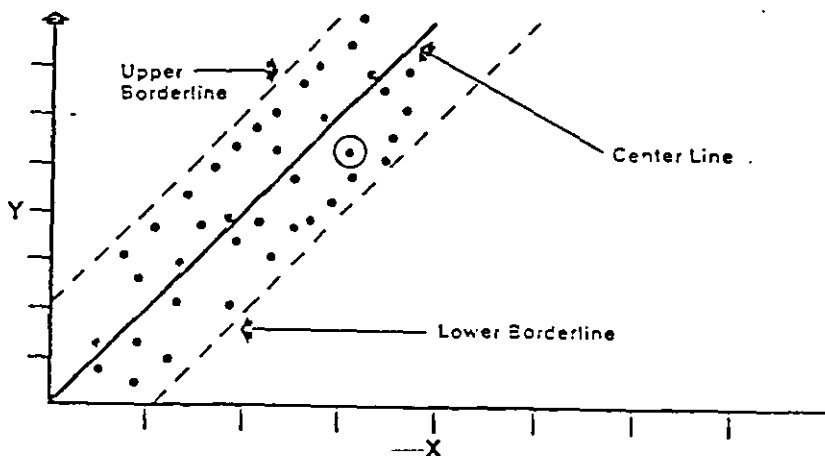


Figure 7.3. Scatter Diagram with Center line and Border line.

COMO INTERPRETAR LOS DIAGRAMAS DE DISPERSION.

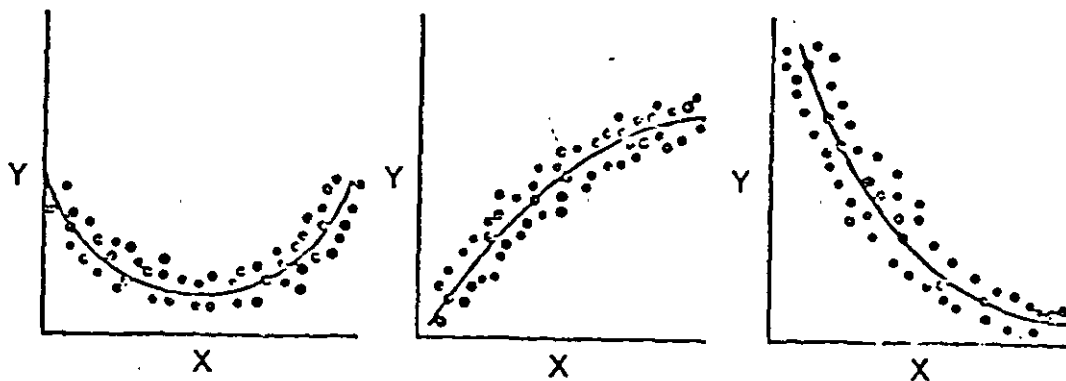
Ahora que la construcción de un diagrama de dispersión esta completa, el siguiente paso será analizarla. El proceso para interpretar un diagrama de dispersión tiene dos partes:

1. ¿El diagrama de dispersión nos revela una relación definitiva entre dos variables?.
2. ¿Cuál es la naturaleza de esta relación?.

Por ejemplo, ¿Cómo interpretaría usted un diagrama de dispersión que se ilustra en la figura 7.3? La respuesta: Hay una relación definitiva la cual revela una relación lineal positiva. Esto es así como el valor de X incrementa, así mismo se incrementa el valor de Y. ¿Qué entonces, nos revelaría una relación lineal negativa? Describiremos una relación donde el valor de "Y" decrece cuando el valor de "X" se incrementa.

Sin embargo, como usted notará de la figura 7.4 de abajo, no todos los diagramas de dispersión revelan una dispersión lineal. Estos ejemplos definitivamente muestran relación entre las dos variables, aunque pensemos que esto no necesariamente debe ser una línea recta. El punto a recordar es aquel donde una línea central puede ser arreglada en un diagrama de dispersión y entonces será posible interpretarlo. Para hacer uso de este conocimiento, se debe tener la capacidad de decidir que parámetros son los que controlan el proceso junto con las especificaciones. Como se puede sospechar hay un entero dominio del análisis, con referencia al desarrollo de ecuaciones algebraicas las cuales representan el mejor arreglo para las líneas y las curvas. Esto involucra algunas técnicas matemáticas sofisticadas las cuales no serán atendidas en este manual.

Sin embargo, si usted desea puede extenderse para su propio conocimiento o quizás para involucrarse con los especialistas de su compañía con el propósito de un análisis profundo de las relaciones que se descubrirán en los diagramas de dispersión.



7.4. Ejemplos de las relaciones no - lineales.

Así, si usted encuentra un lenguaje tal que diga "análisis de regresión lineal - múltiple" o "coeficiente de correlación lineal" o "methods of least squares criterion", usted se está involucrando en una jerga que los matemáticos están acostumbrados a manejar o utilizar para este tipo de análisis. Sin embargo es importante tener en cuenta que se ha tenido gran éxito al haber experimentado usando esta técnica sin muchas matemáticas.

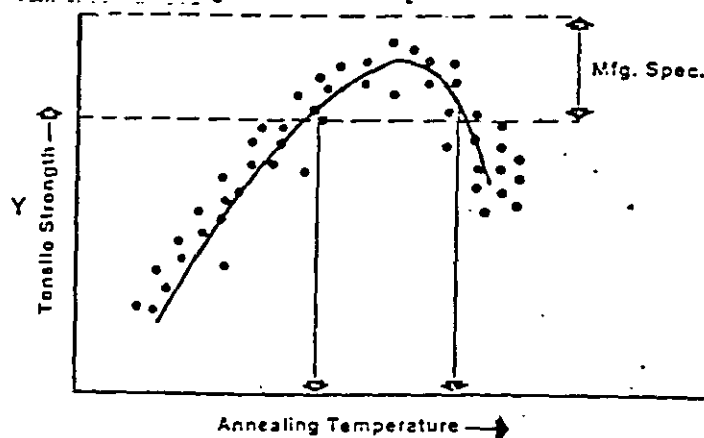
¿COMO USAR UN DIAGRAMA DE DISPERSION?

Una vez que se ha determinado que hay una relación definitiva entre 2 variables, vamos a proceder a medir esta relación. Después de completar esto, esta información puede ser usada para ayudar a decidir que pasos deben ser tomados para modificar el proceso de manufactura. Puede ser que al tener un poco de más control sobre la variable independiente, podemos hacer que la variable dependiente entre dentro de la especificación, y estamos seguros que una gran mejora obtendremos al reducir el número de unidades defectivas.

Por ejemplo, el proceso descrito por el Diagrama de Dispersión de la fig. - 7.5. (abajo) muestra una relación entre el esfuerzo a la tensión de un alambre de acero y la temperatura de templado. Dada la información de este formado, comienza a ser claro que el control de la temperatura debe de estar entre 2 líneas verticales para asegurar que el producto esta dentro de especificaciones.

El patrón también ilustra que un tipo de correlación donde no hay que encontrar una línea recta de una relación lineal. Como usted puede ver, hay un punto en el cual el incremento de la temperatura causa un decremento en el esfuerzo del alambre de acero.

Figura 7.5. Diagrama de Dispersión.



PALABRAS DE PRECAUCION

Aunque algunas veces nosotros sabemos que las 2 variables están relacionadas, en otros casos esta relación es solo una sospecha. Graficar los datos en un diagrama de dispersión ordinariamente nos revelará donde hay una correlación y la naturaleza de esta relación. Una palabra de precaución está dada aquí. Tomar una vista del proceso en un sistema en una forma amplia. Cuidadosamente experimentar para ver si una variación en la variable independiente parece ser la causa real del cambio esperado en la variable dependiente antes de recomendar,

Una modificación permanente. Estar seguro de conocer que parte del proceso está siendo afectado por este ajuste. Recordar que la solución de un problema puede producir uno o más problemas adicionales que pueden llevarlo a uno más, que cuando empezamos. Una vez que hemos aprendido a usar esta técnica, usted encontrará que algunas veces no hay relación entre las 2 variables que usted ha escogido para ser investigadas. O, si hay una correlación, puede ser tan general que no tiene ningún uso en el control del proceso ni en sus especificaciones.

En la situación que se muestra abajo no hay punto que nos pueda dar una línea -- central; hay que buscar en algún otro lado la causa del problema. (ver figura 7.6)

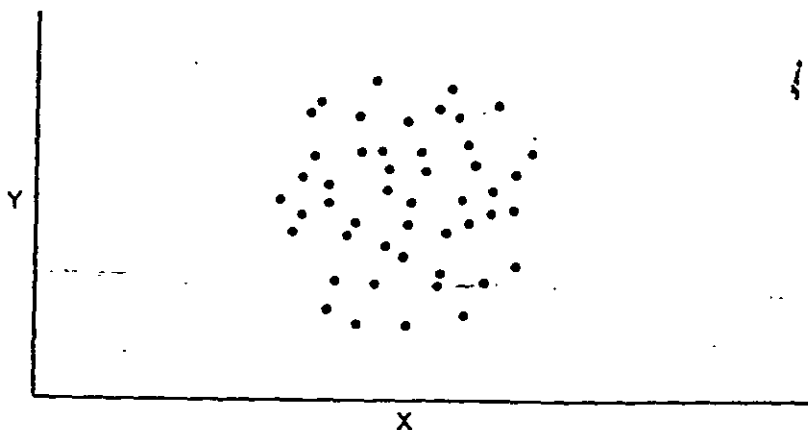


Diagrama de Dispersión sin patrón

Algunos libros de texto hacen diferencia entre los términos "correlación" y "regresión". Esto es, que ellos usan el término regresión donde hay una relación -- causa - efecto que vamos a explicar aquí. Por otro lado, ellos usan el término - correlación para denotar que ésta variable no es consecuencia de la otra, pero - que están siendo afectadas por una tercera, posiblemente desconocida, no todos - los libros de texto hacen esta distinción para nuestros propósitos, podemos usar los términos indistintamente.

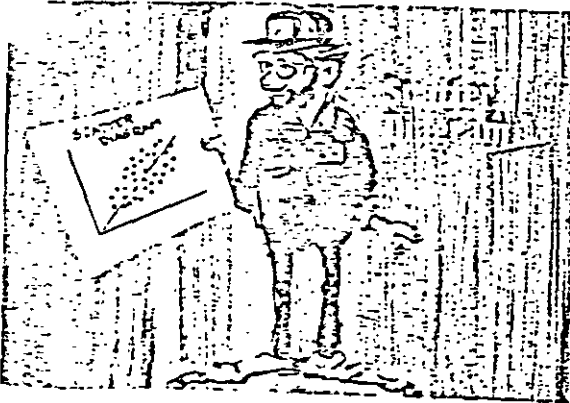
RIEKER

Management Systems

SCATTER DIAGRAMS

© 1964 Rieker Management Systems Los Gatos, CA 95030

1. Esta presentación ha sido preparada por -- Rieker Management systems. El propósito -- es introducirnos a los diagramas -- de dispersión, una técnica aplicable donde 2 variables están interrelacionadas.



2. Los diagramas de dispersión son un tipo de gráficas, esto es una herramienta poderosa para determinar si una relación existe entre 2 variables, y si existe, cual es la naturaleza de esta relación. Por ejemplo -- ¿Está la composición química de una cierta -- variable relacionada con la densidad del -- producto final?
Para determinar la relación que existe, nosotros podemos decidir donde agrupar los -- límites de operación del proceso y así produciremos una gran variedad de productos -- aceptables.



3. Antes de discutir los Diagramas de Dispersión en detalle, consideremos un ejemplo -- del uso de esta técnica. Tomaremos un arreglo físico algo en lo que todos nosotros -- estamos interesados.

MAN

WOMAN

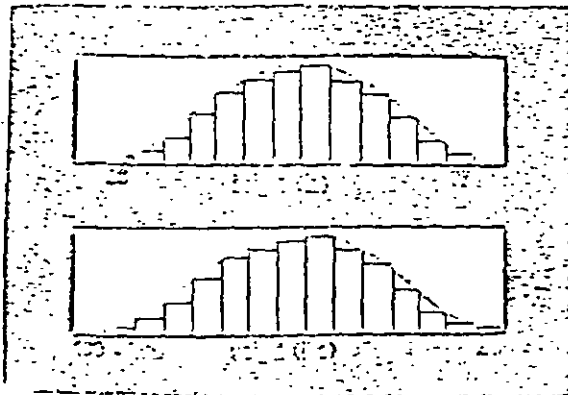
HT.	WT.
5'2	131
5'3	131
5'4	137
5'5	141
5'6	145
5'7	145
5'8	153
5'9	157
5'10	161
5'11	165

HT.	WT.
4'11	110
5'0	112
5'1	114
5'2	117
5'3	120
5'4	124
5'5	127
5'6	130
5'7	133
5'8	137

4. Una tabla de salud nos muestra el peso --- apropiado que está considerado para hom--- bres y mujeres con una variación de altu--- ras. Probablemente cualquiera, esta de ---- acuerdo que aquí parece haber una relación esperada entre el peso y la altura.

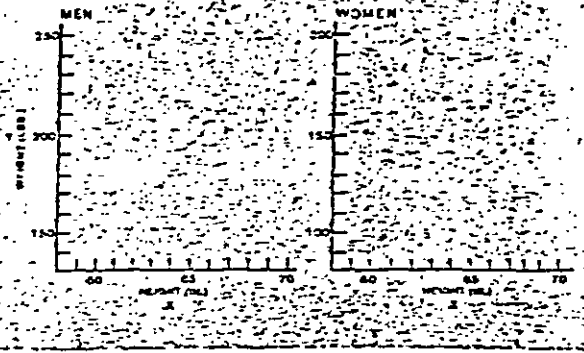
	IN	LBS
JOE	68	177
TOM	70	183
MARY	62	102
DICK	67	148
DIANA	63	120

5. Para ilustrar esto registremos los pesos y las alturas de un grupo.



6. El segundo paso podría ser separar los datos y graficar un histograma de cada variable, viendo estos histogramas es aparente - que este tipo de gráficas no muestran como una variable esta relacionada con la otra.

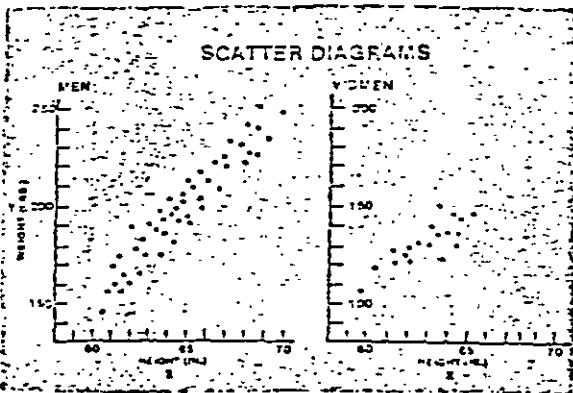
SCATTER DIAGRAMS



7.

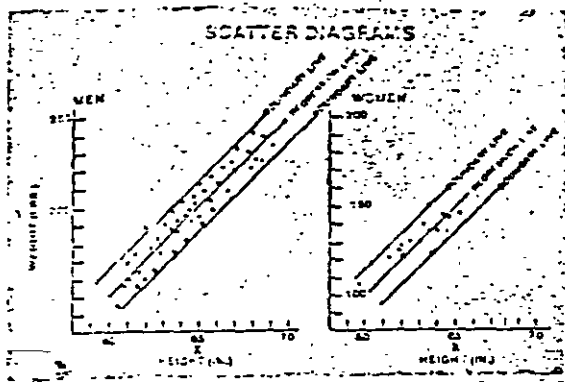
Pero graficando un diagrama de dispersión podremos ver si existe una relación entre el peso y la altura de una persona. Primero, separar los datos de hombres y de mujeres (un diagrama de dispersión debe contener solamente una población). Siguiente, - decidir cual es la variable independiente para ser graficada en el eje "X", y cual es la variable dependiente para ser graficada en el eje "Y". La altura de una persona es la variable independiente y su peso la variable dependiente porque nuestra altura a menudo afecta nuestro peso y no viceversa.

SCATTER DIAGRAMS



8.

Ahora construiremos diagramas de dispersión separados para hombres y para mujeres. Los diagramas completos muestran un importante principio acerca de los diagramas de dispersión. Es fácil de interpretar un diagrama de dispersión cuando 50 conjuntos de datos han sido graficados. Es evidente que de manera general una persona mientras más alta sea más pesa. Por supuesto, la mayoría de la gente conoce este factor, pero - cómo podemos cuantificar esta relación y - hacerla útil?.



9. Podemos empezar a medir la relación entre dos variables, agregando las dos líneas límite a lo largo de las regiones externas de la dispersión de los puntos de datos. Después graficar "la línea de regresión", trazando la línea aproximadamente en el centro de las dos fronteras. Existe una forma matemática para determinar esto más precisamente, pero para la mayoría de los propósitos, "a ojo" se puede trazar la línea con suficiente precisión.

Al examinar la línea de regresión, podemos concluir; que el promedio de cada altura se incrementa en una pulgada, y entonces de 8 a 10 libras se incrementa el peso.

10. Vamos a revisar algunos de los principios básicos aprendidos del ejemplo.

- 1). Si se sospecha que existe alguna relación entre 2 variables diferentes, use esta técnica para determinar si existe una relación y cuantifíquela.
- 2). Decida cual es la variable independiente (la causa) y cual es la variable dependiente (el efecto).
- 3). Tenga cuidado de no combinar dos poblaciones diferentes en sus datos.
- 4). Entre más datos se grafiquen, más clara aparecerá la relación.

BASIC PRINCIPLES OF SCATTER DIAGRAMS

- Use to determine relationship between two variables
- Decide the dependent (effect) variable and the independent variable (cause)
- Choose samples from a single population
- Plot enough points to prove or disprove correlation

How to construct a scatter diagram

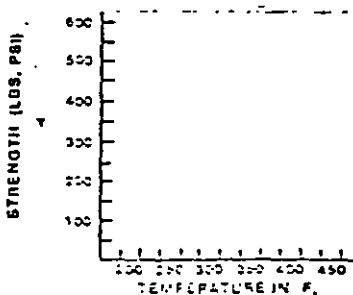
11. Ahora vamos a estudiar los pasos que envuelven la construcción de un diagrama de dispersión.

STEP 1 GATHER DATA ON BOTH VARIABLES

SPECIMEN	X	Y
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
49		
50		

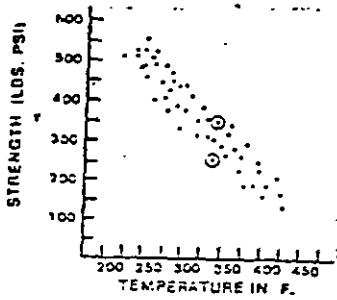
12. Paso 1. Después de seleccionar 2 variables que pensamos que están relacionadas, hay que obtener todos los datos necesarios para ambas variables. Es importante recolectar cerca de 50 conjuntos de datos.

STEP 2 MAKE A GRAPH SHOWING HORIZONTAL & VERTICAL SCALES



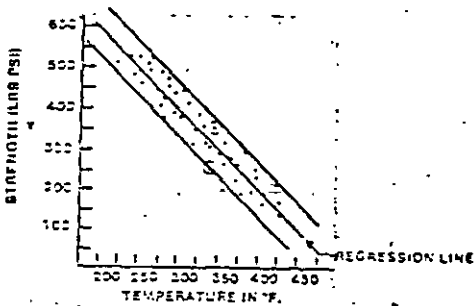
13. Paso 2. Hacer una gráfica mostrando las escalas horizontal y vertical. Al marcar estas escalas, determinar el rango de valores de ambas variables, y seleccionar las escalas que nos darán un apropiado acomodo para todos los valores que necesitamos graficar.

STEP 3 PLOT DATA ONTO DIAGRAM



14. Paso 3. Graficar los datos dentro del diagrama. Si 2 puntos coinciden, un círculo se dibuja alrededor del punto original para indicar que otro punto está en la misma posición.

STEP 4 DRAW THE REGRESSION LINE

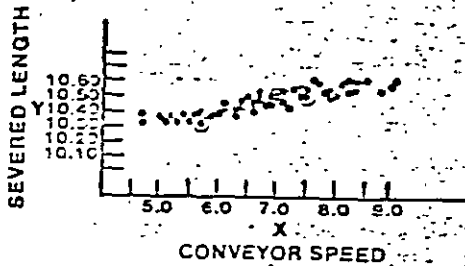


15. Paso 4. Dibujar la línea de regresión. Para hacer esto, primero dibujar un par de líneas fronteras a lo largo de la parte exterior de los puntos datos. La línea de regresión deberá entonces ser añadida en el punto en el cual está aproximadamente al centro de las líneas frontera. Haciendo una estimación cuidadosa, puede ser alcanzada suficiente precisión para que efectivamente usemos la información que se muestra en el diagrama de dispersión.

Points
to remember

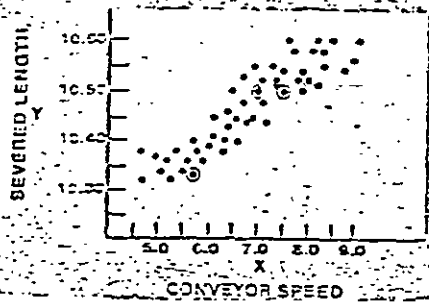
16. Detengámonos aquí y discutamos algunos puntos importantes para recordar como usar los diagramas de dispersión apropiada y efectiva.

Y SCALE TOO COMPRESSED



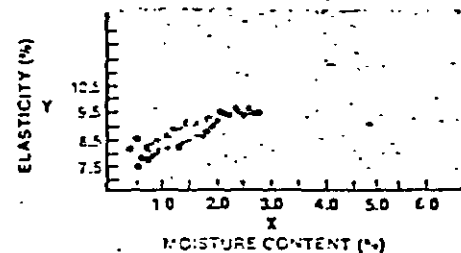
17. Seleccionar escalas apropiadas para los ejes X y Y. Por ejemplo, en este diagrama la escala Y esta tan comprimida que no se puede tener precisión para determinar la relación entre las 2 variables.

EXPANDED Y SCALE IMPROVES USEFULNESS



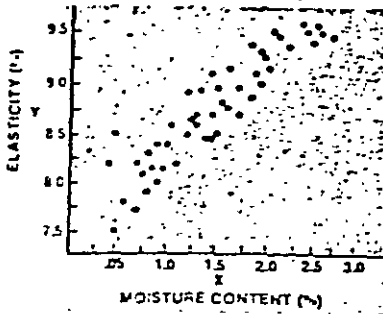
18. Este diagrama muestra una escala que definitivamente mejora la gráfica. Como los valores para la escala están concentrados en el área de 10.30 y 10.60, expandimos la escala para acomodar solo estos valores. Ahora la relación entre las variables X y Y es claramente evidente.

X & Y SCALES ARE TOO COMPRESSED

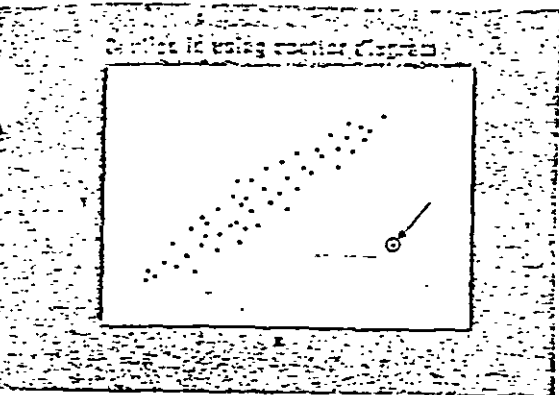


19. Aquí es otro ejemplo que presenta la importancia del uso apropiado de las escalas para ambos ejes. En este diagrama las escalas X y Y están estrechas, y entonces es difícil decir que tanto están relacionadas.

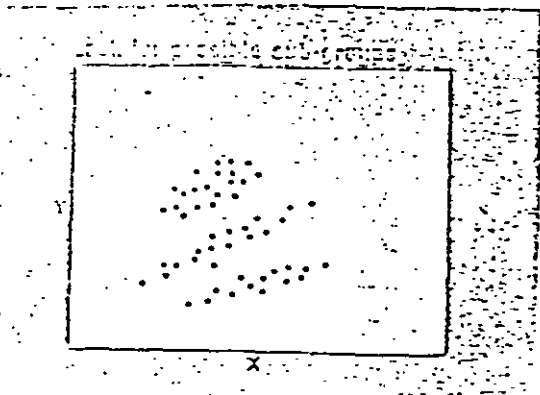
EXPANSION OF BOTH SCALES
REVEAL THE PATTERN



20. Esta mejora al diagrama previo muestra, como la expansión de las dos escalas revela el patrón. Graficando apropiadamente los datos, la correlación se muestra claramente.

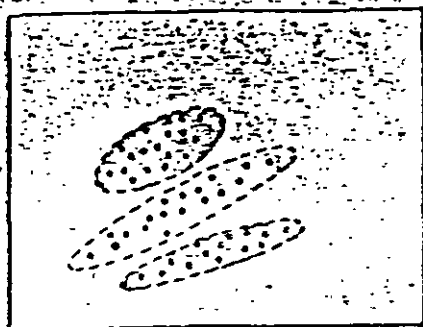


21. Otra consideración para la construcción de diagramas de dispersión es ver los puntos en el diagrama que no parecen pertenecer al resto de los datos esto quiere decir, que hay puntos que no caen dentro del patrón general de los otros. Hay probabilidad de que algo haya sido diferente de sus artículos o que se hayan cometido errores en su medición. Cuidé de no llegar a conclusiones erróneas a causa de estos puntos.



22. Si este inusual tipo de patrón se encuentra, no concluya en forma inmediata que no existe relación entre las variables. Revise otra vez los datos y asegúrese de que no contienen más de una población.

Scatter by sub-groups



23.

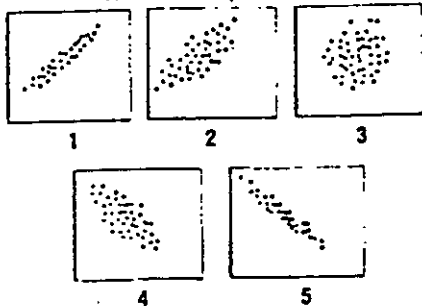
Este diagrama muestra los mismos datos como estan representados en el diagrama anterior pero cada poblacion ha sido separada y se le ha asignado un matiz diferente. Obviamente existe una relacion directa presente que no estaba aparente -- cuando las poblaciones estaban sin matizar.

How to interpret scatter diagrams

24.

Veamos como interpretar diagramas de dispersion.

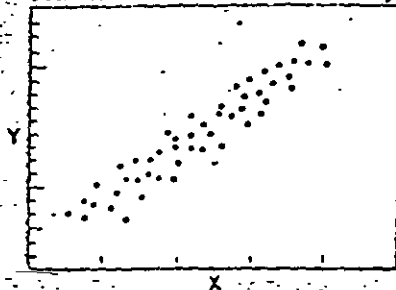
There are 5 patterns



25.

Hay 5 patrones de diagramas de dispersion que con más frecuencia encontramos. Analicemos cada uno en forma individual.

Definite Positive Linear Relationship



26.

Esta diagrama muestra en forma definitiva una relación lineal. Esto es, que a medida que el valor de X se incrementa, también se incrementa el valor de Y sin embargo, si "X" es controlada, "Y" también será controlada en forma natural.

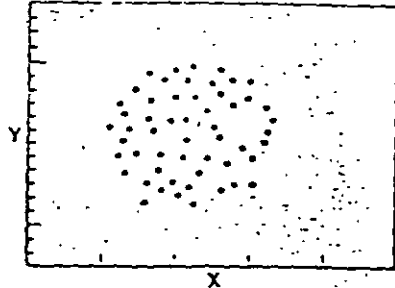
Faint Positive Linear Relationship



27.

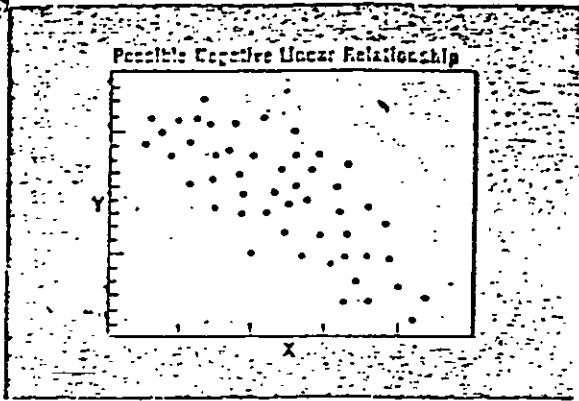
Este diagrama muestra que puede existir una relación lineal. Esto es, que a medida que el valor de X se incrementa, el valor de Y tiende a incrementarse, pero no es un patrón fuerte y claro de una relación positiva lineal como en el diagrama anterior. Esto quiere decir que el valor de X es incrementado, el valor de Y incrementará pero sin embargo el valor de Y está influenciado por otras causas.

Pattern does not suggest a relationship



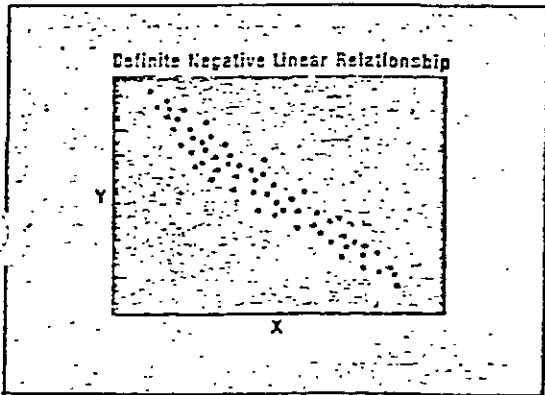
28.

Este diagrama de dispersión muestra un patrón que no sugiere una relación entre las dos variables. Este patrón indica que no existe relación discernible.



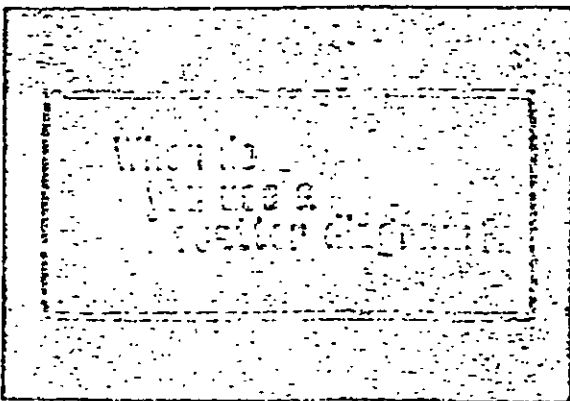
29.

Aquí vemos evidencia de una posible relación lineal negativa. El valor de Y parece decrecer a medida que el valor de X se incrementa. Sin embargo la relación entre las dos variables es vaga. Aunque aun ahí un patron aparente sugiere que existen relaciones negativas lineales.



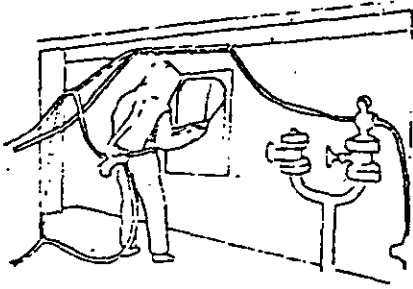
30.

Este último diagrama muestra en forma definitiva una relación lineal negativa que a medida que el valor X incrementa el valor de Y decrece.

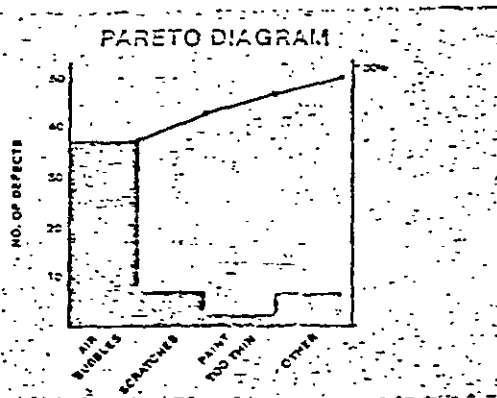


31.

Generalmente los diagramas de dispersión son usados para investigar cosas como: costo contra fuerza, temperatura contra velocidad y etc. Sin embargo esta técnica también puede ser usada para buscar tipos de relaciones como rendimiento del operador contra cantidad de entrenamiento recibido.

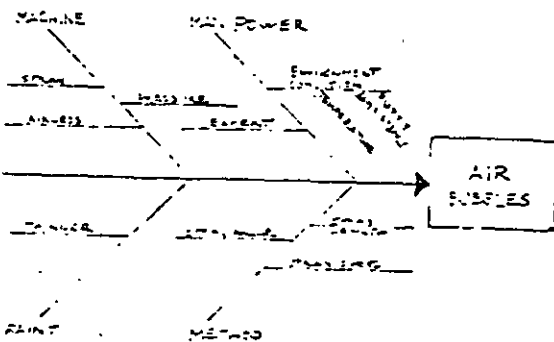


32. Este es un ejemplo de como usar diagramas de dispersión. Este grupo se encarga de -- dar un spray a láminas de metal. Recientemente han habido muchos defectos que les -- estan causando rechazo..



33. Para iniciar la investigación el grupo decidió construir un diagrama de Pareto para ver que factor estaba causando más rechazos. Descubrieron que el 74% de los defectos era causado por pequeñas burbujas de -- aire del tamaño de una cabeza de alfiler.

CAUSE-AND-EFFECT DIAGRAM



34. El siguiente paso fué construir una diagrama de causa-efecto usando las burbujas de -- aire como el efecto. Aunque muchos factores se consideraron como causas posibles -- el grupo decidió que la causa principal -- era la operación de roceado en el revestimiento.

REJECTS AIR BUBBLES DEFECTS		
DATE	AM	PM
15	4	10
6	3	15
7	5	11
8	3	13
9	5	12
12	4	14
13	5	10
14	3	12

35.

Por algún tiempo los trabajadores pensaron que la temperatura cambiante en la fábrica podría estar relacionado con su problema. Decidieron recolectar algunos datos para determinar si había diferencia entre la cantidad de defectos producidos en la producción de la tarde que en la producción de la mañana. Notaron que el más alto nivel de defectos ocurría en la tarde.

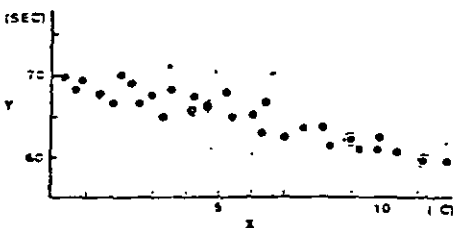
TABLE OF TEMPERATURE VARIANCE

DATE	TIME OF DAY	MIXING TEMP	SPREADING TEMP	TEMP DIFFEREN	PUTTY CONSISTENCY
22	8:30	45 C	45 C	0 C	70 SEC
	9:30	60	45	15	60
	10:30	60	45	15	60
27	2:30	17.5	7.0	10.5	65
	3:30	18.5	7.0	11.5	55
	4:30	16.0	7.0	9.0	55

36.

Al sospechar que la diferencia de temperatura era la causante del problema decidieron hacer un experimento. Esta gráfica muestra los resultados de ese experimento. La diferencia de temperatura entre el tiempo de la operación de ro y el tiempo de mezcla tenía un efecto significativo en la consistencia del recubrimiento.

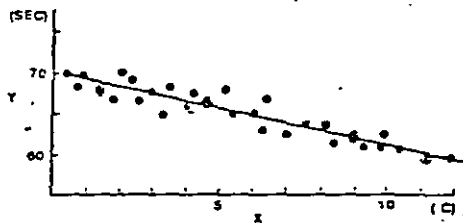
SCATTER DIAGRAM



37.

El grupo construyó un diagrama de dispersión que mostraba en forma clara, que a medida que los diferenciales de temperatura aumentaban, la consistencia del recubrimiento disminuía, lo que producía más burbujas de aire.

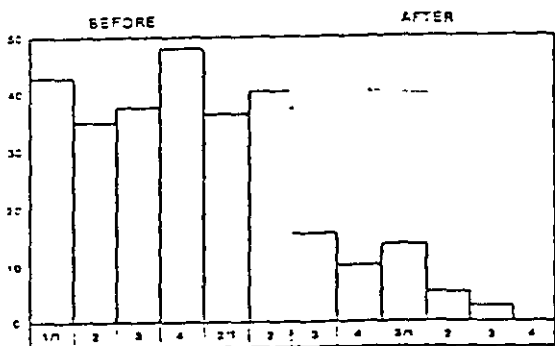
SCATTER DIAGRAM



38.

Por medio del dibujo de regresión lineal el grupo fue capaz de cuantificar su relación y descubrir que con cada grado de aumento en el diferencial de temperatura habría un decremento en la consistencia. Con esto determinaron que si había un diferencial de 5° o más entre el tiempo de mezclado y el tiempo de recesado, la consistencia de recubrimiento se deteriora a tal punto que ocasionan bajas de aire. Por lo tanto decidieron que cuando esto ocurra una tanda fresca de recubrimiento se debía hacer.

39.



Algún tiempo después de que descubrieron esta relación, compararon gráficas de columnas que mostraban el número de defecto antes de que se hubieran dado cuenta de esta relación y después de que tomaron la acción correctiva necesaria. Como puede ver hubo una reducción substancial en el número de rechazos. El diagrama de dispersión es importante para investigar problemas que pueden estar ocurriendo por la interrelación de dos variables.

SECCION 7

Examen - Diagrama de Dispersión

Marque cada enunciado como cierto o falso.

CIERTO

FALSO

- | | | | |
|-------|-------|-----|---|
| _____ | _____ | 1. | Un diagrama de dispersión siempre mostrará una dispersión lineal entre dos variables. |
| _____ | _____ | 2. | Los diagramas de dispersión son usados en lugar de las gráficas de control. |
| _____ | _____ | 3. | Uno debe comprender como calcular matemáticamente una ecuación de regresión para hacer uso del diagrama de dispersión. |
| _____ | _____ | 4. | Los diagramas de dispersión siempre mostraran una relación de dos variables. |
| _____ | _____ | 5. | El establecimiento de las escalas es muy importante para la interpretación de los diagramas de dispersión. |
| _____ | _____ | 6. | La variable independiente se muestra en la dirección vertical. |
| _____ | _____ | 7. | Una correlación negativa lineal es una en la que un decremento en el valor "Y" es acompañado por un incremento en el valor "X". |
| _____ | _____ | 8. | No buscaremos evidencia de necesidad para estudiar datos por stratificación en un diagrama de dispersión |
| _____ | _____ | 9. | La temperatura controlable sera un buen ejemplo de variable independiente. |
| _____ | _____ | 10. | Podemos pensar en la variable independiente como la causa y la variable dependiente como el efecto. |

CASO ESTUDIADO

A. OBJETIVOS en esta sección.

- 1.- Aplicación de las diferentes técnicas estadísticas del Control de proceso en una situación real.
- 2.- Evaluación de cada técnica en la solución de problemas.
- 3.- Identificar los diferentes usos de una técnica en una situación real.

B. CONTENIDO en esta sección:

Pasos.

Propósito de esta sección	8 - 2
Revisión de las técnicas de SPC	8 - 2
Recolección de Datos	8 - 2
Muestreo	8 - 2
Distribución de frecuencia	8 - 3
Estratificación	8 - 3
Gráficas de control de variables	8 - 3
Gráficas de atributos de control	8 - 4
Diagrama de dispersión	8 - 4
Sumario	8 - 4
Presentación Narrativa	8 - 5
Examen	8 - 15

CASO A ESTUDIAR.

PROPOSITO DE ESTA SECCION:

El propósito del estudio de este caso es darle un ejemplo de como las diferentes técnicas vistas en este manual pueden ser aplicadas en una situación real de trabajo. Con su grupo de trabajo use la mayoría de las técnicas para adiestrarlos en resolver problemas particulares, esto no es necesario en una situación normal sin embargo no intente usar cada técnica durante el proceso de solución del problema solo porque usted sabe como usar esas herramientas. Después de un poco de experiencia usted y su grupo serán capaces de decidir que técnica estadística es apropiada para cada situación.

También note que en las situaciones actuales, puede haber necesidad de hacer variaciones a esas técnicas. Mantenga la mente abierta a las formas en que usted ha aprendido que pueden ser alteradas para que se adecuen a las necesidades del momento.

REVISION DE LAS TECNICAS SPC.

Esta es la última de las lecciones en este material de entrenamiento, pero no por esto hemos agotado todas las posibilidades de aprendizaje que su grupo puede encontrar útiles en su investigación para mejorar sus operaciones. Debe usted alentarse para buscar por su propia cuenta cualquier herramienta adicional o entrenamiento que pueda serle de utilidad.

Revisemos ahora brevemente aquellos aspectos previamente cubiertos en este manual:

RECOLECCION DE DATOS:

Los tres propósitos principales para recolección de datos son (1) analizar un producto o proceso de acuerdo a sus capacidades; (2) proveer las bases para ejercer acciones y lograr un estado de control estadístico; y (3) aceptar o rechazar un producto basándose en los resultados de inspección. Los datos pueden ser separados en datos por atributos (cosas que son contadas) y datos por variables (cosas que son medidas). Para recolectar datos exactos debe ser cuidadoso durante el proceso de observación y registro para que usted minimice las posibilidades de cometer errores por sesgo, dispersión o no reproducibilidad. Los datos son recolectados o expuestos en diversas formas usando hojas de verificación, cartas y gráficas.

MUESTREO

El objetivo básico del muestreo es permitirle llegar a conclusiones firmes y hacer suposiciones descriptivas sobre las características de la población total, probando solamente una muestra representativa. De una manera más concreta el muestreo es importante por que nos permite recolectar en forma más rápida y completa datos exactos a un costo reducido con menos probabilidad de daño que lo que nos permite una inspección al 100% además existen muchos productos que solo pueden ser inspeccionados por muestreo, como aquellos que requieren pruebas des-

El muestreo se basa en los principios estadísticos y es el fundamento del control estadístico de proceso. Es absolutamente necesario aplicar el muestreo utilizando firmes principios estadísticos, de lo contrario se tendrían por resultado decisiones erróneas muy costosas.

DISTRIBUCION DE FRECUENCIA.

La distribución normal de frecuencia es la herramienta que provee la información sobre si un proceso está en un estado de control estadístico o está fuera de control. Cada proceso o producto presenta variaciones en sus características de calidad causadas por varios elementos usados en el proceso, tales como materia prima, equipo, herramientas y operarios. La naturaleza de estas variaciones la dividiremos en lo que llamamos variaciones por "causas comunes" y variaciones por "causas especiales". Usando métodos estadísticos, la distribución de frecuencia nos ayuda a distinguir entre estos dos tipos de variaciones; con esta información uno puede determinar cuando un proceso, estando en un estado de control estadístico, requiere cambios en el sistema para mejorarlo, o está fuera de control requiriendo una investigación de las causas de esas variaciones especiales, además, la cantidad de variación por causas comunes puede ser usada para determinar las limitaciones de capacidad del proceso.

ESTRATIFICACION

Este proceso involucra la investigación de distribuciones de frecuencia con forma normal para separar los datos en varias sub-poblaciones de los factores de producción, podemos determinar que efecto tiene cada grupo en la población total, y por lo tanto corregir la parte del proceso que está causando la anomalía. En otras palabras, seleccionando un factor específico de producción del que se sospecha y elaborando un histograma para cada sub-población de producción, usted puede identificar si un grupo es diferente del total de la población permitiendo le que investigue más adelante y corrija las diferencias. Por ejemplo, si usted piensa que el problema es causado de alguna manera por las diferencias entre varias máquinas, entonces usted aislara la producción de cada máquina y elaborará el histograma. Si usted descubre que la máquina aun no está produciendo de acuerdo a las especificaciones pero que las máquinas 2 y 3 tienen igual distribución de frecuencia entonces no habrá identificado la causa de ese problema particular.

GRAFICAS DE CONTROL POR VARIABLES.

Las gráficas de control están relacionadas con el concepto de distribución de frecuencias y las bases estadísticas para su medición son las mismas leyes de probabilidad. Las gráficas de control son una fotografía continua de las variaciones que ocurren en un proceso y por lo tanto se convierte en una herramienta muy útil para monitorear el proceso y mantenerlo en un estado de control estadístico. Las gráficas de control se dividen en gráficas de control por variables y gráficas de control por atributos; las gráficas de variables de control son diagramas de las mediciones. Las gráficas de control por atributos solo muestran las condiciones que pasan contra las que no pasan.

Las gráficas de control por variables son las $\bar{X} - R$ y son las más comunes a pesar de que son más costosas de construir que las gráficas de control por atributos, son más valiosas por que monitorean mediciones específicas de calidad y por lo tanto mejoran la habilidad para localizar las causas de los problemas.

GRAFICAS DE CONTROL POR ATRIBUTOS.

Las gráficas de control por atributos no nos dan información detallada sobre un artículo o proceso como lo hacen las gráficas de control de variables. Sin embargo son mucho más fáciles y menos costosas de mantener y por lo tanto es posible tener un gran número de gráficas de control por atributos para monitorear una amplia variedad de procesos o productos.

Existen diferentes tipos de gráficas de control por atributos para manejar diferentes situaciones. Las gráficas p o pn son usadas para monitorear unidades defectuosas mientras que las gráficas de control c y u son usadas para rastrear el número de defectos.

DIAGRAMAS DE DISPERSION.

Los diagramas de dispersión introducen la capacidad de determinar si existe o no una relación causa-efecto entre dos variables diferentes, y si esto ocurre, como medir esta relación. Muchos procesos dependen de la interacción de variables tales como composiciones químicas, temperatura, viscosidad y otras. A través del entendimiento de esta relación, el proceso puede ser controlado para producir lo que se desea.

SUMARIO

Esto completa su estudio del manual de control estadístico de procesos. Si usted ha dominado la habilidad para hacer uso de las herramientas y técnicas contenidas aquí, usted puede estar orgulloso. Sin embargo ciertamente hay mucho más que aprender en el campo de la estadística, con estas herramientas puede usted confiar en su habilidad para tratar la mayoría de los problemas de calidad. Sin embargo no sea renuente para buscar asistencia experta si es que hay necesidad.

Solo cuando una amplia sección de la población que trabaja comprenda estas técnicas, tendremos suficientes recursos trabajando en los diversos problemas de calidad que surjan en el proceso de generación de productos para lograr el control total de calidad.

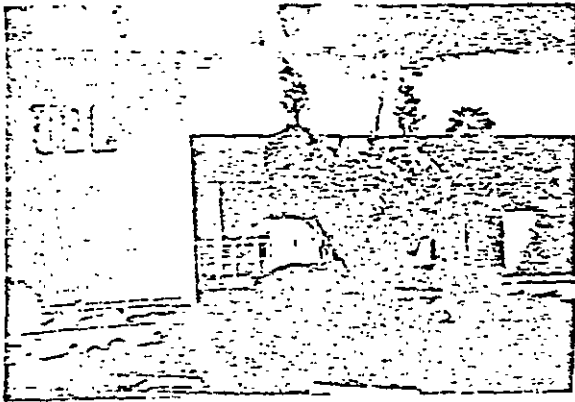
RIEKER

Management Systems

CASE STUDY

© 1984 Rieker Management Systems Los Gatos, CA 95030

1. Esta presentación ha sido preparada por -- los sistemas gerenciales Rieker. Su propósito es presentar un estudio de un caso que muestra las técnicas de control estadístico de procesos que pueden ser usadas en el continuo esfuerzo de alcanzar el control total de calidad.

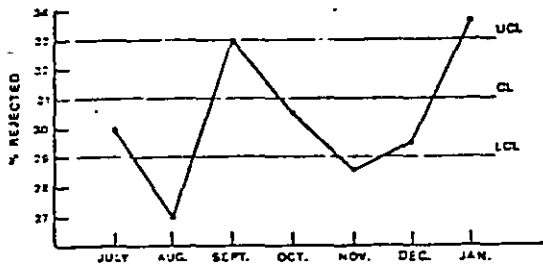


2. El caso que ha sido preparado fué tomado -- de James B. Lansing Sound, una compañía involucrada en la producción de sistemas de microfonos. Esta compañía tiene una buena reputación en distribuir microfonos de alta calidad. Sin embargo esto ha sido alcanzado a un alto costo, por lo tanto, JBL -- instituyó un programa de control estadístico de proceso.



3. El grupo que estaremos siguiendo ensambla el modelo X de microfonos. Recientemente se han preocupado por la alta tarifa de -- rechazos, en sus productos terminados.

**p CONTROL CHART
(ALL MODELS)**



REJECT RATE PER MODEL

MODEL #	JULY		AUG.		SEPT.		OCT.		NOV.	
	Qty	% Total	Qty	% Total	Qty	% Total	Qty	% Total	Qty	% Total
112	1072	327.48.6	374	430.23.7	1123	129.66.8	878	279.30.0	153	53.34.8
120	1700	310.18.2	1422	452.95.3	1540	844.34.9	1012	343.91.2	787	274.27.7
130	830	254.23.5	768	180.22.4	940	531.23.9	1449	944.23.9	787	347.32.7
140	872	240.24.8	378	252.24.3	1171	918.17.0	844	124.18.0	1441	374.22.8
148	271	74.27.3	347	48.12.4	233	60.24.3	211	143.46.0	123	43.38.5

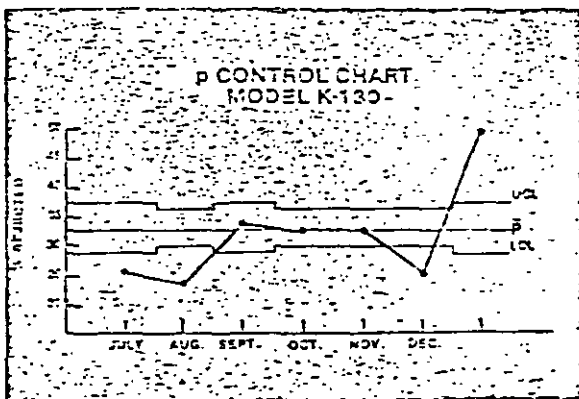
Total 4729 1430 30 4830 1331 27 3044 1640 23 4 5584 1710 30 4 4287 1233 20 7

MODEL #	DEC		JAN	
	Qty	% Total	Qty	% Total
110	1478	434.32.8	823	247.29.8
120	333	100.31.1	1206	337.27.8
130	1983	527.20.4	983	264.09.1
140	849	224.22.9	1171	292.22.4
148	379	107.24.3	234	78.32.8

Total 4444 1463 29 2 4307 1512 33.8

4. El grupo decidió empezar su investigación analizando la gráfica de control P, que su organización de calidad ha estado manteniendo los pasados meses. La amplia variación en las proporciones de rechazo y el rompimiento de enero del límite superior de control confirmaron la necesidad de que el grupo tomara alguna acción.

5. El primer paso que tomaron fue recolectar datos sobre la proporción de rechazos para cada modelo en particular que ensamblan. Examinando los datos, fué evidente de que había causas especiales de variación en la proporción de rechazo de varios modelos.



6. Procedieron a diagramar una gráfica de control p para cada modelo. La gráfica del modelo K-130 mostro la más alta proporción de rechazo en enero y, sus rechazos sobre ese mes rompieron más alla de los límites de control.

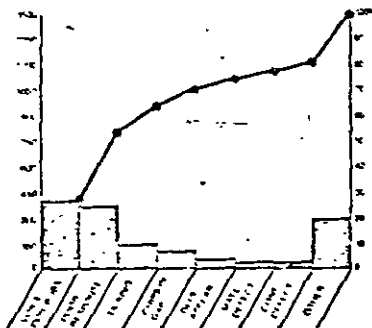
REJECTS FOR JANUARY

MODEL	POOR RESPONSE	CHIPS IN GAP	VOICE COIL RUBS	OTHER - MAJOR	TICKING	GASKET ALIGN	GLUE APPEAR	PAINT FINISH	BRUSH FINISH	LOOSE DEFECT	MATL. DEFECT	OTHER - MINOR	TOTAL
K-110	2	38	73	62	13	5	6	10	18	2	4	3	153
K-120	10	15	124	11	12	7	4	5	3	2	8	13	147
K-130	43	15	113	11	15	12	15	11	11	24	12	24	188
K-145	7	5	41	11	15	4	7	3	3	2	2	2	108
TOTAL	374	112	472	157	42	43	59	42	39	42	46	56	1513

7.

Sin embargo, ya que la proporción de rechazos para todos los modelos era inusualmente alta, el grupo decidió investigar los modelos mientras se concentraban en el modelo K-130. Por lo tanto colectaron tantos de todos los rechazos durante el mes de enero de acuerdo al tipo de defectos.

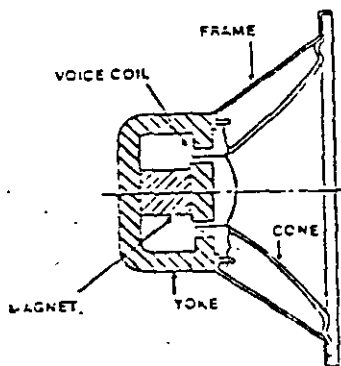
PARETO DIAGRAM FOR JAN DEFECTS (ALL MODELS)



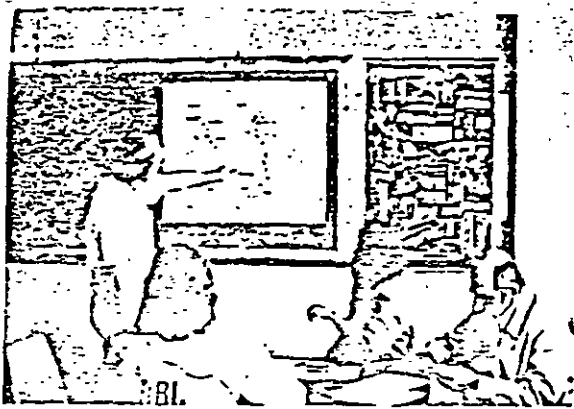
8.

Para visualizar estos datos más claramente el grupo los graficó en un diagrama de Pareto para determinar los "pocos vitales" de los "muchos triviales". La fricción y la pobre frecuencia de respuesta en la bobina móvil fueron las causas principales de el alto porcentaje de defectos en la producción de enero.

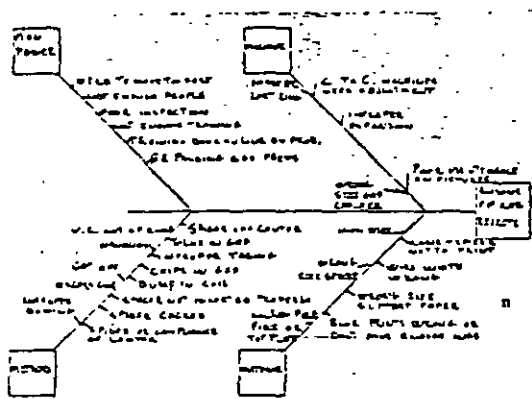
9.



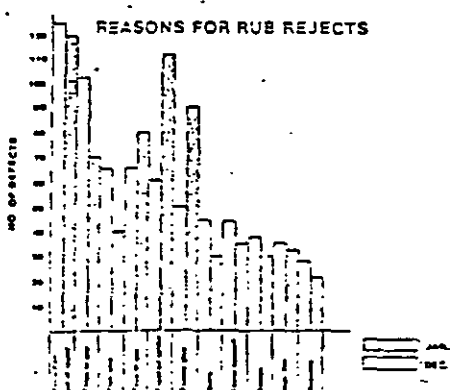
Ya que la fricción en la bobina móvil fué la más grande causa de rechazo, el grupo decidió investigar este defecto, primero; esta unidad consiste en un armazón hecho de acero o aluminio que cubre un cono de papel, en el centro esta un magneto permanente rodeado por la bobina móvil. Esta bobina esta enrollada en una bobina de papel, que esta pegada al cono del microfono. La bobina móvil esta separada del magneto para que viaje hacia adelante y hacia atrás en respuesta a la señal de un amplificador. Sin embargo la bobina móvil fricciona contra el magneto y causa distorsión por lo que el microfono es rechazado.



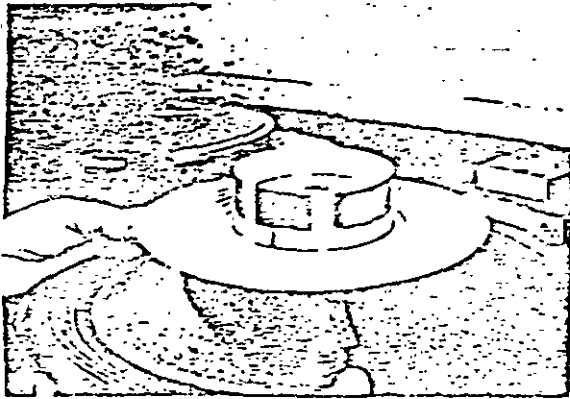
10. La construcción de un diagrama causa efecto ayudó a un grupo a escoger las posibles causas por las que la bobina móvil friccionaba.



11. Este diagrama causa - efecto mostro que -- que habia muchas razones potenciales de -- los rechazos por fricción. Ya que el grupo no podia identificar que causa investigar primero decidieron tomar una muestra de - 660 microfones rechazados de la producción de diciembre y enero. Su plan era de desensamblar estos microfones e inspeccionar cada uno para determinar porque hubo más rechazos por fricción en-enero.



12. De los datos obtenidos en este muestreo se preparó una gráfica de columnas que muestra ba las diferentes razones por las que habia rechazos por fricción en la bobina móvil. Aunque la producción de enero se mejoró en algunos aspectos hubo un aumento cuántico en los rechazos debido a que el centrador estaba torcido y habia exceso de 90ma.



13. Ya que los rechazos debidos a que el centrador estaba torcido, mostraron el más grande incremento, el grupo decidió que deberían investigar este problema primero. - Esta fotografía muestra como es un centrador. Es un círculo flexible de tela que se pega a la bobina móvil y sirve para suspender ésta última en la separación del magneto. Debe de estar pegado para que ajuste perfectamente perpendicular a la bobina móvil o sino la bobina se ladea en la separación y fricciona contra el magneto.

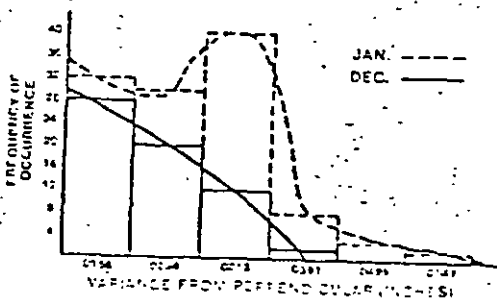
MEASUREMENTS OF CROOKED SPIDERS
(ALL MODELS)

	E136	C234	J213	C331	1409	D347	TOTAL
DEC.	26	20	12	1			61
JAN.	32	29	39	8	2	1	111

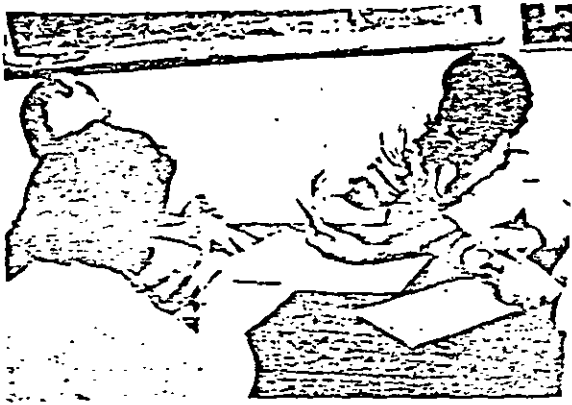
VARIANCE FROM PERPENDICULAR (INCHES)

14. Para encontrar porque habia un aumento en los rechazos por el centrador torcido durante enero se tomaron mediciones de los altavoces rechazados de ensamble mostrando, que tan lejos de la perpendicular se habia ensablado el centrador. Los datos recolectados de la producción de enero mostraron que el ensamble del centrador durante este mes habia variado en forma definitiva de la perpendicular.

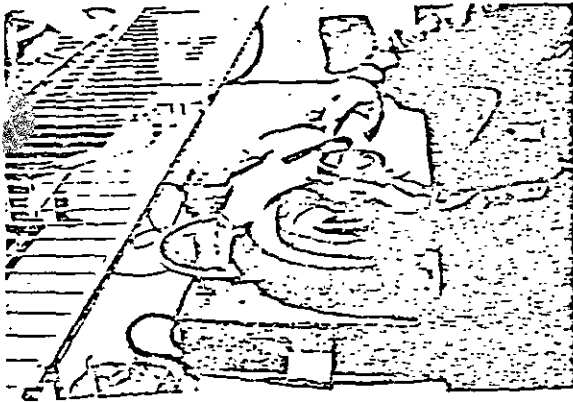
CROOKED SPIDER DEFECTS
(ALL MODELS)



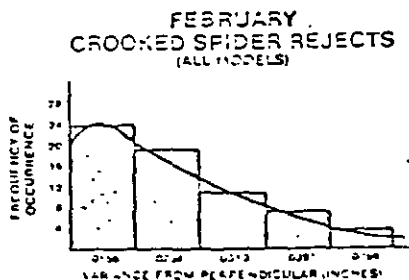
15. Graficando la comparación entre las distribuciones de frecuencia de diciembre y enero es fácil observar la curva anormal de enero. Obviamente algo diferente estuvo ocurriendo en enero.



19. Uno de los ingenieros fué invitado para -- que atendiera y observara la discusión sobre el problema. Después observó los datos del grupo ensamblado, el ingeniero tomó -- uno de los conos K-130, midió nuevamente -- los dibujos y comparó los conos que no estaban dentro de especificación. Se suponía que debería de existir un anillo en el cono para que este encajara en el centrador perfectamente en forma perpendicular. El anillo no estaba.

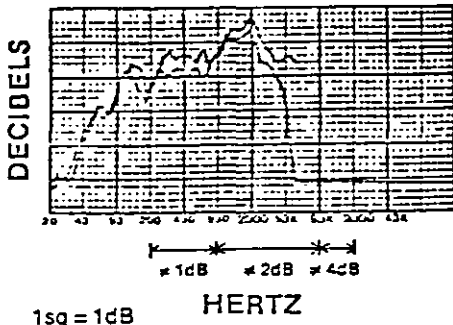


20. Con este descubrimiento el ingeniero afrontó al vendedor que le suplía los conos. Encontró que el vendedor había roto la herramienta que se usaba para poner el anillo en los conos, y por lo tanto andaba enviando conos sin collar. El vendedor estuvo de acuerdo en corregir el problema tan pronto como fuera posible. Sin embargo, como una solución temporal el ingeniero -- construyó un conjunto de brazos rotantes -- para ser usados como un espaciador entre -- el centrador y el cono. Y También construyó una herramienta para ayudar a mantener el centrador en forma perpendicular. Esta solución tuvo éxito cuando se trató de ayudar al trabajador a que ejecutara su parte de la operación de acuerdo con las especificaciones.



21. La frecuencia de febrero muestra la cantidad de rechazos por centradores torcidos -- que hubo después de que se corrigió el problema. Mostró que la solución temporal -- cuando menos removió la causa especial para el problema de los centradores torcidos. Cambios en el sistema se necesitarán más -- adelante para realizar mejoras.

FREQUENCY RESPONSE CURVE



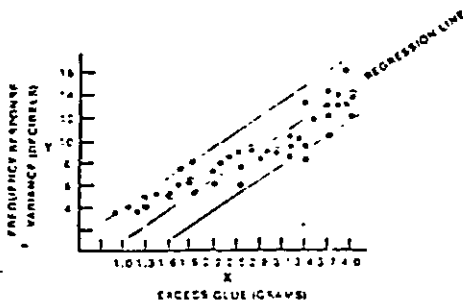
22. La segunda causa más alta de defectos en enero fué la poca frecuencia de respuesta. Por lo tanto el grupo decidió atacar este problema. Esta gráfica muestra la frecuencia de respuesta de un altavoz (línea de arriba), comparada con la curva de la frecuencia deseada (línea de abajo). Sospecharon que esta variación era debida a la cantidad de pegamento que se había estado aplicando en los altavoces. Recuerde que ellos descubrieron durante su investigación en la fricción de las bobinas móviles que muchos altavoces estaban siendo rechazados a causa de un exceso de pegamento.

DATA SHEET
MEASUREMENT OF EXCESS GLUE
TO FREQUENCY RESPONSE VARIANCE

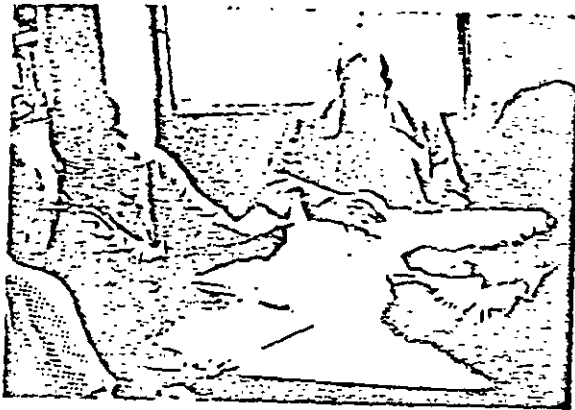
EXCESS GLUE (GRAMS)	MEAN FREQUENCY RESPONSE (DECIBELS)	VARIANCE (DECIBELS)
1	1.5	5
2	2.5	8.5
3	3.7	12.5
4	1.2	4.0
5	2.8	6.5
6	3.1	12.5
7	3.9	14.0
40	2.8	9
50	3.7	14

23. A Algunos de los del grupo se les asignó el desensamble de 50 altavoces que habían sido rechazados a causa de baja frecuencia de respuesta. Su plan era pesar los conos y medir la cantidad en que se excedían las especificaciones de pegamento y comparar esto con la cantidad en la frecuencia de respuesta, esta hoja de datos del diagrama de dispersión muestra las varianzas de respuesta y de peso notadas en cada altavoz.

SCATTER DIAGRAM



24. Con estos datos prepararon un diagrama de dispersión. Esto muestra que existe una relación directa entre el exceso de pegamento y la varianza en la frecuencia de respuesta. Graficando los datos de esta manera se probó que un incremento en la cantidad de pegamento aplicado al altavoz causaba un incremento en la varianza de decibeles del altavoz de la curva deseada.



28. En este punto parecía apropiado que el grupo preparara un reporte a su gerente para asegurarse, que si estaba al corriente de los problemas que habían encontrado y resuelto. Se dieron cuenta que había un gran camino que recorrer antes de que estuvieran satisfechos con el nivel de rechazos de su trabajo, pero su éxito reciente los alento para que quisieran hacer más.

ESTUDIO DEL CASO.

Llene los espacios:

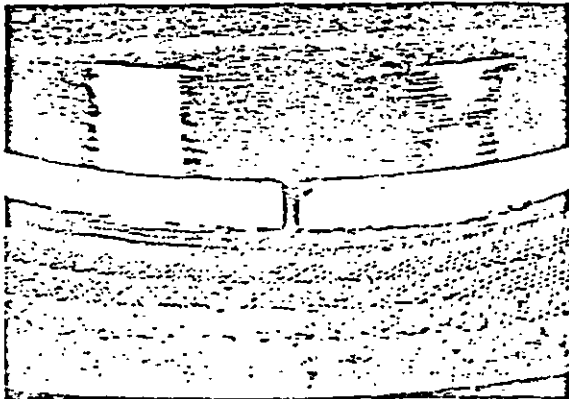
1.- Para ejecutar un control de proceso es necesario primero llevar el proceso a _____ quitando las --- causas _____

2.- La capacidad del proceso está definida como _____

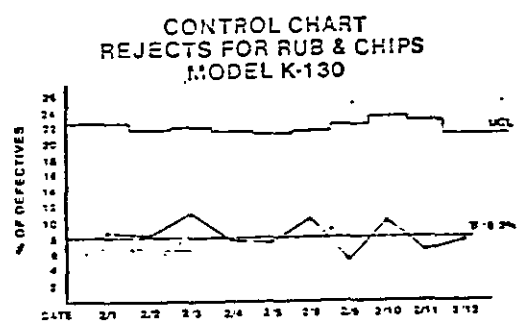
Marque cada oración como falsa o verdadera.

Verdadero Falso

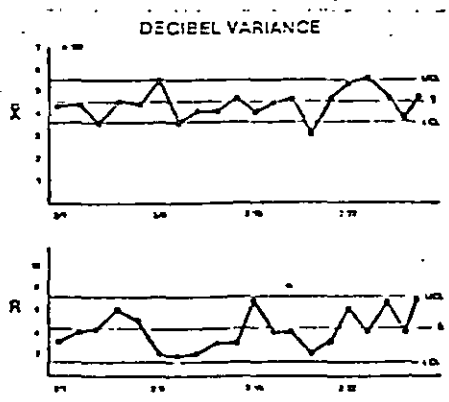
- | | | |
|-------|-------|--|
| _____ | _____ | 3. Después que un proceso es llevado a un estado de control estadístico, está garantizado el no tomar acciones más adelante. |
| _____ | _____ | 4. Todas las técnicas de SPC se necesitan generalmente para resolver un problema. |
| _____ | _____ | 5. El control estadístico de proceso es un concepto de "prevención" más que un concepto de "detección". |
| _____ | _____ | 6. Las herramientas de SPC deben ser usadas exactamente en la forma en que se indica. |
| _____ | _____ | 7. Es importante entender los conceptos de SPC, en orden de hacer efectivo el uso de las herramientas de SPC. |
| _____ | _____ | 8. Es necesario ser un experto en matemáticas en orden de hacer efectivo el uso de las herramientas de SPC. |
| _____ | _____ | 9. Las herramientas de SPC son diseñadas para usarlas con un tipo de fábrica donde solo existan procesos. |



25. Basandose en lo anterior, se le mostró a operador como el exceso de pegamento causa baja frecuencia de respuesta en el alto terminado. Después de hacer demostración en las que se mostraba la cantidad normal de pegamento a usar, hubo un decremento dramático en este tipo de rechazos.



26. Con el éxito en este punto, el gerente decidió que para continuar trabajando en la reducción de rangos de rechazo necesitaban información más detallada y a tiempo. Se determinó que necesitarían graficas de control llevadas al día para cada modelo.



27. Se decidió establecer una gráfica de control \bar{X} -R en la estación de prueba de frecuencia de respuesta. El plan probar 20 muestras por día. Cada uno de estos altavoces sería medido acuerdo a la cantidad por la que la curva de frecuencia de respuesta variaba en decibelios de la especificada. Con estos datos pueden decidirse rápidamente cuando ocurre un caso que requiere investigación.

S E C C I O N 8

ESTUDIO DEL CASO.

Llene los espacios.

1.- Para ejecutar un control de proceso es necesario primero llevar el proceso a UN ESTADO DE CONTROL ESTADISTICO quitando las causas "ESPECIALES".

2.- La capacidad del proceso está definida como EL RANGO
DE VARIABILIDAD INHERENTE QUE OCURRIRA EN UN PROCESO ESTABLE

Marque cada oración como falsa o verdadera.

Verdadero Falso

- | | | |
|-------------------|-------------------|--|
| <u> </u> | <u>X</u> | 3. Después que un proceso es llevado a un estado de control estadístico, esta garantizado el no tomar acciones más adelante. |
| <u> </u> | <u>X</u> | 4. Todas las técnicas de SPC se necesitan generalmente para resolver un problema. |
| <u>X</u> | <u> </u> | 5. El control estadístico de procesos es concepto de "prevención" más que un concepto de "detección". |
| <u> </u> | <u>X</u> | 6. Las herramientas de SPC deben ser usadas exactamente en la forma en que se indica. |
| <u>X</u> | <u> </u> | 7. Es importante entender los conceptos de SPC, en orden de hacer efectivo el uso de las herramientas de SPC. |
| <u> </u> | <u>X</u> | 8. Es necesario ser un experto en matemáticas en orden de hacer efectivo el uso de las herramientas de SPC. |
| <u> </u> | <u>X</u> | 9. Las herramientas de SPC son diseñadas para usarlas con un tipo de fábrica donde solo existan procesos. |

RECOLECCION DE DATOS - EXAMEN

Marque cada oración como falso o verdadero:

Verdadero Falso

- | | | |
|---------------|---------------|--|
| <u> </u> | <u> </u> | 1. Muchas tomas de decisión o soluciones de problemas deben basarse en datos recolectados. |
| <u> </u> | <u> </u> | 2. Todos los datos pueden medirse o contarse. |
| <u> </u> | <u> </u> | 3. La opinión de grupos y el consenso es un sustituto confiable en lugar de la recolección de datos. |
| <u> </u> | <u> </u> | 4. Datos inexactos son peores que no tener datos. |
| <u> </u> | <u> </u> | 5. Sesgo, dispersión y no reproductibilidad son errores que pueden hacerse en la medición de datos. |
| <u> </u> | <u> </u> | 6. Poca preparación es necesaria para recolectar datos. |
| <u> </u> | <u> </u> | 7. Los datos subjetivos son fáciles de medir y contar. |
| <u> </u> | <u> </u> | 8. Es mejor usar sus propios datos que usar los de otra fuente. |
| <u> </u> | <u> </u> | 9. Todas las observaciones deben registrarse y después reducirse a estadísticas. |

Llene los espacios:

10.- Los tres principales propósitos en la recolección de datos son para _____, para _____ y para _____ un producto o proceso.

11.- La _____ es un error de observación que puede ser causado por mediciones descuidadas.

RECOLECCION DE DATOS - FINEN

Marque con una X el ítem falso o verdadero:

Verdadero Falso

- 1. Muchas tomas de decisión o soluciones de problemas deben basarse en datos recolectados.
- 2. Todos los datos pueden medirse o contarse.
- 3. La opinión de grupos y el consenso es un sustituto confiable en lugar de la recolección de datos.
- 4. Datos inexistentes son peores que no tener datos.
- 5. Sesgo, dispersión y no reproducibilidad son errores que pueden hacerse en la medición de datos.
- 6. poca preparación es necesaria para recolectar datos.
- 7. Los datos subjetivos son fáciles de medir y contar.
- 8. Es mejor usar sus propios datos que usar los de otra fuente.
- 9. Todas las observaciones deben registrarse y después reducirse a estadísticas.

Diga los errores:

- 10.- Errores pueden ser cometidos en la recolección de datos en una encuesta por correo, para un propósito y para un propósito diferente.
- 11.- La información es un recurso limitado que puede ser utilizado de manera más efectiva.

SECCION 1

RECOLECCION DE DATOS.

Problema:

Su compañía fabrica bocinas de alta fidelidad para un mercado de calidad. Su grupo ha enfocado su atención en el incremento del índice de rechazos en el modelo del altavoz de línea 122 A. La siguiente tabla ha sido armada con las hojas de producción mensual indicando lo serio del problema.

MONTH	SEPT	OCT	NOV	DEC	
TOTAL PRODUCTION OF 122A	1159	1524	2593	2970	
ATTRIBUTE	No. Rejects	No. Rejects	No. Rejects	No. Pejects	Total
Rubbing Voice Coil	38	54	79	65	236
Chips in gap	18	29	32	25	104
Poor response	28	51	257	263	619
Short circuit	6	12	19	35	72
Open circuit	2	9	16	21	48
Sub Total	92	155	403	429	1079
Percent of Total	7.9	10.3	15.5	14.7	

Figura 1.6. Tabla de rechazos.

Estos datos han sido tomados en la estación de inspección que sigue al punto en que el cono de la bocina es sujeto al imán. La conexión electromecánica se ha terminado. Estos datos han sido tamizados escogiendo los más significativos indicadores del problema.

Su grupo debe articular un plan para tomar decisiones importantes acerca de como se puede hacer una recolección de datos más completa.

SECCION 3
DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA
EXAMEN.

Marque cada oración como falso o verdadero.

Verdadero Falso

- | | | | |
|-------|-------|----|---|
| _____ | _____ | 1. | Una distribución de frecuencias normal tendrá el mayor número de ocurrencias en el promedio con un menor número (de ocurrencias) en ambos lados del promedio, ya sea el lado que contenga los valores mayores o el lado que contenga los valores menores. |
| _____ | _____ | 2. | Nosotros aplicamos las técnicas de distribución de frecuencia para medir y comparar variaciones entre la partida misma. |
| _____ | _____ | 3. | La mediana, el rango y la media son tres medidas de tendencia central. |
| _____ | _____ | 4. | La distribución de frecuencia de una muestra siempre predice, la distribución de frecuencia de la población total. |

Llene los espacios:

- 5.- Las curvas _____ sugieren que existan otras causas aparte de las "comunes" que afectan la producción de un producto.
- 6.- Una curva normal o una curva _____ están regidas por las leyes de probabilidad o _____.
- 7.- Los dos tipos de mediciones de una distribución de frecuencia normal son _____ y _____.
- 8.- En una distribución de frecuencia, la _____ será el valor que tiene el más alto pico en la curva.
- 9.- La más útil e importante de todas las mediciones de dispersión es la _____.
- 10.- Liste los 4 pasos necesarios para calcular la desviación estándar.
- a.- _____
- b.- _____
- c.- _____
- d.- _____

DISTRIBUCION DE FRECUENCIA -- EXAMEN

Marque cada oración como falso o verdadero.

Verdadero Falso

- | | | |
|-------------------|-------------------|---|
| <u> X </u> | <u> </u> | 1. Una distribución de frecuencia normal tendrá el -- mayor número de ocurrencias en el promedio con un menor número (de ocurrencias) en ambos lados del -- promedio, ya sea el lado que contenga los valores mayores o el lado que contenga los valores menores. |
| <u> </u> | <u> X </u> | 2. Nosotros aplicamos las técnicas de distribución de frecuencia para medir y comparar variaciones entre la partida misma. |
| <u> </u> | <u> X </u> | 3. La mediana, el rango y la media son tres medidas de tendencia central. |
| <u> </u> | <u> X </u> | 4. La distribución de frecuencia de una muestra siempre predice, la distribución de frecuencia de la -- población total. |

Llene los espacios.

- 5.- Las curvas ANORMALES sugieren que existan otras causas aparte de las "comunes" que afectan la producción de un producto.
- 6.- Una curva normal o una curva EN FORMA DE CAMPANA están -- regidas por las leyes de probabilidad o OPORTUNIDAD.
- 7.- Los dos tipos de mediciones de una distribución de frecuencia normal son TENDENCIA CENTRAL y DISPERSION.
- 8.- En una distribución de frecuencia, la MODA será el valor que tiene el más alto pico en la curva.
- 9.- La más útil e importante de todas las mediciones de dispersión es la -- DESVIACION ESTANDAR.
- 10.- Liste los 4 pasos necesarios para calcular la desviación estandar.
 - a.- CALCULE EL PROMEDIO DE LA DISTRIBUCION TOTAL
 - b.- RESTAR EL PROMEDIO DE CADA NUMERO PARA LLEGAR A LA DESVIACION PROMEDIO
 - c.- ELEVE AL CUADRADO ESTOS NUMEROS DE DESVIACION, SUMELOS Y DIVIDA PARA OBTENER LA VARIANZA
 - d.- ENCUENTRE LA RAZ CUADRADA DE LA VARIANZA.

SECCION 7

Examen - Diagrama de Dispersión

Marque cada enunciado como cierto o falso.

<u>CIERTO</u>	<u>FALSO</u>	
<u> </u>	<u> X </u>	1. Un diagrama de dispersión siempre mostrará una -- dispersión lineal entre dos variables.
<u> </u>	<u> X </u>	2. Los diagramas de dispersión son usados en lugar - de las gráficas de control.
<u> </u>	<u> X </u>	3. Uno debe comprender como calcular matemáticamente una ecuación de regresión para hacer uso del dia- grama de dispersión.
<u> </u>	<u> X </u>	4. Los diagramas de dispersión siempre mostraran una relación de dos variables.
<u> X </u>	<u> </u>	5. El establecimiento de las escalas es muy importan- te para la interpretación de los diagramas de dis- pensión.
<u> </u>	<u> X </u>	6. La variable independiente se muestra en la direc- ción vertical.
<u> X </u>	<u> </u>	7. Una correlación negativa lineal es una en la que un decremento en el valor "Y" es acompañado por un incremento en el valor "X".
<u> </u>	<u> X </u>	8. no buscaremos evidencia de necesidad para estu- - diar datos por estratificación en un diagrama de - dispersión.
<u> </u>	<u> X </u>	9. La temperatura controlable será un buen ejemplo - de variable independiente.
<u> X </u>	<u> </u>	10. Podemos pensar en la variable independiente como la causa y la variable dependiente como el efec- to.

DIAGRAMAS DE DISPERSION

PROBLEMA:

Su grupo trabaja en una área donde se ensamblan y sueldan circuitos impresos. Cuando los puntos de soldadura son producidos por una máquina de soldadura de onda, en la que la parte trasera de los circuitos impresos se pone en contacto con la soldadura fundida por un transportador automático que pasa a través de la ola de soldadura fundida. Haciendo un ciento de puntos de soldadura en cada recorrido. La información en el número de puntos de soldadura fríos (malas uniones) es registrada para cada circuito impreso a medida que pasa a través de la prueba inicial de puntos después de que la placa ha sido soldada.

Como una práctica estándar la soldadura de reserva es vaciada de la máquina cada 60 días y la máquina es limpiada con gran cuidado antes de que se le coloque la nueva soldadura. La composición de la solución metálica de la soldadura es crítica. El staff de ingeniería de proceso ha especificado un cambio en el procedimiento de la soldadura debido a la convicción de que la contaminación por oro sobre y otros materiales causa que el punto de soldadura se deteriore.

Su grupo está preocupado por el desperdicio de tiempo que se produce cada vez que se cambia la soldadura, cada dos meses, que baja los itinerarios de producción. Uno de los miembros de su grupo tiene la opinión de que la gente del staff de ingeniería del proceso no saben lo que están haciendo, que la soldadura está tan buena como cuando la colocaron en la máquina. Su supervisor sugiere que se tomen datos para ver si realmente hay conexión entre la contaminación y el número de puntos de soldadura fríos.

Actualmente la gente del staff muestrea el nivel de contaminación de la soldadura y miden la contaminación en 10 partes por millón tomando 2 muestras por día al término después de cada cambio.

Un miembro de su grupo se ofrece como voluntario para tomar los datos en 30 tandos seleccionados al azar de los circuitos impresos con muestras de 100 y comparar el número de puntos de soldadura fría por ciento; de circuitos impresos con los datos de contaminación obtenidos de los registros de ingeniería del proceso. En las siguientes páginas se muestra una tabla de datos con esta información.

Requisitos:

- 1.- Con estos datos, prepare un diagrama de dispersión
- 2.- Dibuje los límites superiores e inferiores y la regresión lineal por medio de una soldadura contaminada de \bar{x} y \bar{y} .
- 3.- Explique el proceso estadístico que hay en la relación repetitiva entre el número de puntos defectuosos y el nivel de contaminación.
- 4.- Haga un comentario sobre lo que usted cree que ha sucedido.