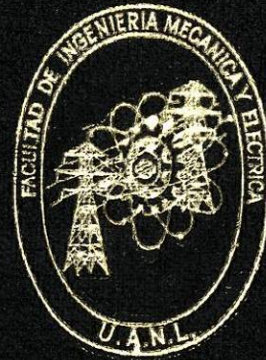


**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA  
Y ELECTRICA**



**CONTROL TOTAL DE CALIDAD**

**TRABAJO PARA EXAMEN PROFESIONAL**

**PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO ADMINISTRADOR DE SISTEMAS**

**PRESENTA**

**CLAUDIA ISELA VIDALES RODRIGUEZ**

**ASESOR: ING. ROBERTO ELIZONDO**

**MONTERREY, N. L.**

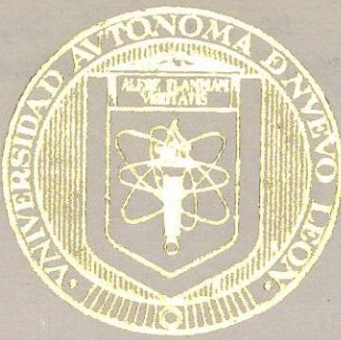
**JULIO DE 1993**

T  
TS156  
.6  
V543  
c.1



1080086937

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA  
Y ELECTRICA



CONTROL TOTAL DE CALIDAD

TRABAJO PARA EXAMEN PROFESIONAL

PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO ADMINISTRADOR DE SISTEMAS

PRESENTA

CLAUDIA ISELA VIDALES RODRIGUEZ

ASESOR: ING. ROBERTO ELIZONDO

MONTERREY, N. L.

JULIO DE 1993

+  
TS156  
V.6  
V543



**Dedico el presente trabajo con mucho cariño a mis padres, por haberme iniciado en la senda de mi profesión, y apoyado en los momentos mas difíciles de mi vida.**

**A mis hermanos Miguel A., Marco A., Mario A. y Ninfa L., esperando su aprobación y deseando que sirva en alguna forma como motivación para el logro de sus metas profesionales.**

**A MIS MAESTROS:**

**Con el respeto que se merecen.**

**A TI RENE,**

**Por haberme dado tu ternura, cariño y apoyo, que transmiten en mí, la confianza y el valor necesarios para seguir adelante en mi carrera.**

## **INTRODUCCION.**

**La intención al desarrollar este manual fue:**

**Primero: Explicar en palabras sencillas nuestra concepción acerca del Control Total de Calidad.**

**Segundo: Explicar de manera objetiva cada una de las herramientas estadísticas básicas, que han sido usadas con excelentes resultados en Japón, durante los últimos 25 años para resolver problemas de calidad.**

**Con el entrenamiento basado en este manual, se intenta dejar en el lector tres ideas:**

- \* La perfección es perseguible.**
- \* La búsqueda de la mejora es interminable.**
- \* La mejora es alcanzable.**

<b>INDICE</b>	<b>PAG.</b>
<b>EL CONTROL TOTAL DE CALIDA</b>	<b>..01</b>
- Calidad total Implica	
<b>CALIDAD</b>	<b>..03</b>
- Tipos de calidad.	
- Responsables de la Calidad del Diseño y Conformancia.	
<b>CONTROL</b>	<b>..06</b>
- Proceso de Control.	
<b>MEJORA</b>	<b>..10</b>
- Proceso de Mejora.	
<b>ASEGURAMIENTO DE CALIDAD</b>	<b>..12</b>
- Etapas del Aseguramiento de la Calidad.	
- Tecnicas y Herramientas Estadisticas mas Comunes en el Aseguramiento de la .	
<b>CONCEPTO DE SISTEMA</b>	<b>..16</b>
<b>SIETE HERRAMIENTAS BASICAS</b>	<b>..18</b>
- Funciones y Uso de las Siete Herramien - tas Basicas.	
<b>DIAGRAMA DE PARETO</b>	<b>..21</b>
- Importancia del Diagrama de Pareto y Como Construirlo.	
- Como Construir un Diagrama de Pareto.	
<b>HISTOGRAMA</b>	<b>..27</b>
- Importancia	
- Como se Construye un Histograma.	
<b>DIAGRAMA DE ISHIKAWA</b>	
<b>O</b>	
<b>DIAGARMA DE CAUSA Y EFECTO</b>	<b>..31</b>
- Beneficios del uso del Diagrama de Causa y Efecto.	
- Construcción del Diagrama.	<b>..33</b>
<b>DIAGARMA DE DISPERSION</b>	<b>..36</b>
- Introduccion.	



- Definición.
- Construcción de un Diagrama de Dispersión.

## ESTRATIFICACION ..45

- Reglas a Observar.
- Como Estratificar.

## GRAFICAS EN GENERAL ..47

- Graficas de Control.
- Graficas de Control  $\bar{X}$  - R.
- Graficas de Control por Atributos.
- Graficas P.
- Graficas ( np).
- Beneficios de las Graficas de Control.
- Graficas de Control  $\bar{X}$  - R.  
( Promedios Rangos ).

## HOJA DE DATOS ..56

- El Control de Calidad y las Hojas de Datos.
- Funciones.
- Ejemplo.

## **EL CONTROL TOTAL DE CALIDAD**

- \* Es un concepto de integración total de todas las funciones de la empresa.
- \* Respuesta a la demanda de la sociedad por cada vez más y mejores productos y servicios.
- \* Cumple con la misión de cualquier empresa, como negocio y parte de la sociedad ( asegura su permanencia en el mercado porque tiene el producto que la sociedad necesita ).
- \* Despierta el orgullo en los trabajadores por una empresa.
- \* Trasciende a la cultura de la gente, mejorándola y contribuyendo a un buen clima laboral.
- \* Es una confluencia exacta de dos corrientes de conocimiento, humanidades ( área humana ) e ingeniería ( área técnica ) que se complementan entre si para cumplir con un objetivo.
- \* Es una palanca que mueve a cualquier país hacia el progreso.

## **CALIDAD TOTAL IMPILICA**

### 1.- Asegurar la calidad del producto al consumidor

Productos actuales ( servicios vs. cantidad y costo )

Desarrollo de nuevos productos

### 2.- Concientización y capacitación en la tecnología de calidad y otros, ( a todo el personal ).

**3.- Controlar y mejorar la calidad en todas las funciones**

- . Producción
- . Mantenimiento
- . Compras
- . Ventas, etc.

**4.- Controlar la calidad en las áreas de trabajo por los propios colaboradores.**

**5.- Control aplicado P. H. V. A.**

- . Planeación: objetivos, factores a controlar, procedimientos
- . Hacer: educación y entrenamiento, seguir el plan
- . Verificar: conformidad en resultados
- . Actuar: acción correctiva, remedio y prevención

**6.- Participación del personal de ejecución en el control para mejorar de la calidad y eficiencia.**

## **CALIDAD**

- Es la satisfacción de los usuarios ( consumidores )
- Adecuación al uso
- El usuario legitima ( valida ) el producto

### **Esto quiere decir que un producto es de buena calidad cuando:**

- No tiene defectos cuando el usuario lo adquiere
- Funcionamiento adecuado cuando se use
- Es confiable para su uso a largo plazo ( plazo especificado )
- Se entrega oportunamente
- Tiene un bajo costo durante el ciclo de vida del producto (mantenimiento, reparación, partes y materiales)
- Tiene un servicio de reparación-mantenimiento oportuno

## **TIPOS DE CALIDAD**

### **a) CALIDAD DE DISEÑO**

En el producto esperado ( objetivo ). Es la intención de la empresa.

Son especificaciones, normas, características, programas específicos, documentos, etc. que prometen producir un producto ( bien o servicio ) útil, vendible, que el cliente requiere. Para saber lo que requiere debemos estar en constante comunicación con él; a tal que debemos comprometernos con el cliente que para cubrir su necesidad. Hay que rediseñar constantemente nuestros productos, de manera que siempre tengamos un producto útil al más bajo costo.

## **b) CALIDAD DE CONFORMANCIA**

En el producto resultante, es el cumplimiento de las especificaciones, es la realidad de la empresa.

Es la medida de la eficiencia en la que los resultados conforman con la calidad del diseño prometido.

Calidad de Conformancia es, el grado en el que la producción masiva se acerca a las especificaciones del diseño. La que se debe controlar dentro de los límites previamente establecidos. Confiabilidad del trabajo.

Nota: Es imposible evitar las desviaciones, pero hay que hacer lo posible para que sean lo menos y más pequeñas.

## **RESPONSABLES DE LA CALIDAD** **DEL DISEÑO Y CONFORMANCIA**

### **CALIDAD DEL DISEÑO**

- Los que definen las políticas de calidad
- Quienes investigan las necesidades del consumidor

- Los que diseñan, planean, etc.

## **CALIDAD DE CONFORMANCIA**

- Quienes fijan estándares de operación, estándares de control de proceso.
- Fabrican, dan mantenimiento al equipo.
- Empacan, almacenan, distribuyen, venden.
- Los que entrenan y dan capacitación y adiestramiento al personal, la seleccionan
- Quienes compran insumos
- Los que supervisan y administran, etc.

## **CONTROL**

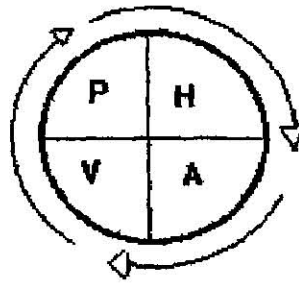
- Control es verificar si el trabajo o proceso se está efectuando con las instrucciones planeadas, ordenadas y estandarizadas. Si aparece algún fenómeno desfavorable o causa especial para conseguir los objetivos se deben ejercer acciones correctivas para volver al control.
  
- En la mayoría de los casos cuando suceden acontecimientos anormales o problemas en el proceso, los controlamos poniendo remedio inmediato a tal situación sin investigar la causa fundamental sólo eliminado el síntoma. Se piensa que los encargados de controlar este proceso son los Especialistas o los Ingenieros .
  
- Con la nueva visión de calidad, el control recae en el trabajador al convertirse en su propio Inspector de Calidad a través del Autocontrol. Condicionando y registrando datos en un patarón establecido que arroje una información determinada.
  
- **Esto permite:**
  - . Llevar un control estadístico en cada parte del proceso.
  - . Tomar acciones correctivas en el momento justo.
  - . Predecir el resultado final del proceso y reducir significativamente la Inspección.
  - . Construir Calidad en el proceso.
  - . Ser más objetivo en la detección y corrección de desviaciones.
  - . Todo lo anterior facilita el aseguramiento de la calidad del producto o servicio, con todo lo que ésto implica.

## **IMPORTANCIA DEL CONTROL**

### **Un buen Control:**

- Permite predecir resultados.
- Saca a la luz con claridad los problemas.
- Da lugar para la realización de mejoras más objetivamente.
- Da estabilidad y confianza en el trabajo ( evita ambigüedades ).

## ***PROCESO DE CONTROL***



## **PLANEAR**

1.- **Determinar Metas y Objetivos:** Deben distinguirse del deseo y decidirse en función de la capacidad del proceso.

- Fijar lineamientos, niveles o medidas de actuación concretas , ya que sin éstos no se pueden establecer metas.



- . Se deberán expresar concretamente en cifras y con un objetivo.
- . Es preciso asignar un plazo corto. Así como determinar el plazo máximo y mínimo para las metas alcanzables.
- . Deberán fijarse con base en los problemas que la empresa desee resolver.

## **2.- Determinar los métodos para alcanzar metas**

- . Definir los métodos de operación a seguir, demostrando los pasos.
- . Si una persona desarrolla un método, deberá convertirlo en una norma o reglamento y después incorporarlo dentro de la tecnología y propiedad de la empresa. Este deberá ser útil para todos y libre de dificultades.

## **HACER**

## **3.- Adiestramiento y capacitación**

- . Capacitar y adiestrar en aspectos técnicos de la operación ( que sepa hacer su trabajo ).
- . Que tenga conocimientos y habilidades para hacer su trabajo.
- . Capacitar en los objetivos y factores concretos a controlar.

#### **4.- Realizar el trabajo**

- . Asegurar la realización de la operación de acuerdo a lo planeado.
- . Crear el ambiente para que los trabajadores realicen su labor libremente, porque ellos quieren, mas no porque se les ponga.

### **VERIFICAR**

#### **5.- Verificar los efectos de la realización**

- . Una verificación efectiva sólo es posible con base en los hechos ( datos ). Las consignas " tiene que ser así " o " debe ser así ", no son válidas.
- . Investigar y checar si surgen hechos inesperados o situaciones que aparten de lo rutinario. Habrá que verificar las causas y efectos.
- . Obtener datos no siempre significa obtener números. Una lista de verificación puede ser evidencia suficiente.

### **ACTUAR**

- 6.- Una vez hecho el análisis de los datos, si se encontraron desviaciones hay que tomar acciones correctivas inmediatas, para que éstas no vuelvan a repetirse.

## **MEJORA**

En un contexto de calidad total. " Mejora " significa cambiar de nivel de tal forma que una persona, un departamento o una empresa sea eficiente, más competitiva, ofrezca mejores servicios, mejores productos.

El requisito indispensable para alcanzar una mejora es primero estar en " control ". En control nuestro proceso, sistemas, trabajo, etc.

El deseo de mejora va encaminado a satisfacer de manera más adecuada las necesidades de nuestro cliente. El cliente orienta la mejora.

Por sí solo no acontece nada, es necesario organizarnos, hacer planes detallados con metas concretas de mejora.

La mejora se controla en el nuevo nivel.

## **PROCESO DE MEJORA**

### **ACTUAR**

- Estandarizar lo que se ganó
- Vencer la resistencia al cambio
- Control en el nuevo nivel
- Cambio cultural
- Pensamos en nuevos problemas y se continúa el ciclo de mejora

### **PLANEAR**

- Proyectos

- **Objetivos**
- **Organización**

**Prueba de necesidad**

**Identificar el proyecto**

**Organización para la mejora**

**Organización para el diagnóstico**

- **Debe darse un cambio de actitud, sobre todo en la alta administración**

## **VERIFICAR-RESULTADOS**

- **Se evalúan la mejor alternativa que se escogió**
- **Se conforman las mejoras**
- **Cambio de resultados**

## **HACER**

- **Diagnósticos ( del síntoma a la causa ), el proyecto se descompone para analizar sus causas**
- **Remedio, acciones correctivas, ( de las causa de la solución )**
- **Se presentan diferentes alternativas**
- **Se selecciona la mejor**
- **Se da un cambio en conocimientos, se tiene una nueva visión de las causas**

# **ASEGURAMIENTO DE CALIDAD**

Es un " sistema total de todas las cosas " organizado para adoptar positivamente la calidad actual del producto y servicio a la calidad requerida por el mercado ( cliente ) lo más económicamente posible.

El sistema de aseguramiento de calidad, es un sistema organizado que permite llevar a cabo y asegurar el uso, la función, el mantenimiento, la confiabilidad, etc. del producto en cada etapa de su desarrollo, diseño, compras, fabricación, inspección, almacenaje, transportación, ventas, servicio para su buen uso.

El proceso de aseguramiento de calidad es el de ejecutar el control de calidad conscientemente desde la etapa de :

**Diseño de producto... Hasta... SERVICIO POST VENTA**

El aseguramiento de la calidad es la esencia del control total y mejoramiento de la calidad.

## **Objetivos**

- No dar problemas al consumidor que cuando consuma o tilice nuestros productos, que el cliente quede satisfecho.
- No dar problemas al siguiente proceso. ( controlar todas las variables que puedan alterarse ).
- Acumular poder técnico en la empresa. Al solucionar los problemas, cada día tenemos más capacidad de solución, creamos tecnología nueva y nuevos métodos para solucionar los problemas definitivamente.

## **Bases**

Siempre existen vacíos ( áreas de oportunidad y mejora ) entre la satisfacción de nuestros productos y servicios, aportan las necesidades de nuestros clientes.

- Para sobrevivir y ser competitivos se requiere llenar estos vacíos, recordemos que un punto vital en este sistema es mejorar constantemente para satisfacer mejor a nuestros clientes.
- Si cada área hiciera su operación sistemáticamente y asegurar su actuación también sistemáticamente, no habría problemas de calidad.

No es posible asegurar sistemáticamente la actuación dada la división del ciclo de manufactura, el avance de la tecnología, la variabilidad, la ejecución incompleta del trabajo y los incidentes; sin embargo, asegurar nuestra actuación debe de ser un objetivo permanente, muestra una tendencia que brota de nuestra vocación a la perfección.

## **ETAPAS DEL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD**

### **1.-CALIDAD DEL DISEÑO**

#### **Busca**

Investigar la calidad para determinar cuáles características deben de ser asignadas ( o desarrolladas ) y dónde se originan.

#### **A través de**

Relación entre características de Calidad reales y sustitutas

Decidir estándares de materia prima y límites de tolerancia.

## **2.-DISEÑO Y CONTROL DEL PROCESO**

### **Busca**

Lograr la estabilización del control en el proceso de producción.

### **A través de**

Decidir cuándo, quién, dónde y cómo deben ser controlados los factores y características de calidad.

Estudios de capacidad de calidad de los procesos

## **3.-INSPECCION**

### **Busca**

Establecer dónde, cuándo y cómo debe ser hecha la inspección

### **A través de**

La inspección 100% e inspección de las características no funcionales por el propio departamento de producción ( en lo posible )

Verificar las características de calidad funcionales por el departamento de inspección.

#### **4.- Servicio**

##### **Busca**

Establecer un plan para el trabajo de servicio " post venta " y obtener información, " feedback ", sobre la distribución de los productos y grado de satisfacción de los consumidores.

##### **A través de**

Instrucción a usuarios

Reporte de problemas de calidad ( externo e interno )

Sistema de monitoreo

Entrenamiento a Ingenieros y Técnicos de Servicio.

### **TECNICAS Y HERRAMIENTAS ESTADISTICAS**

#### **MAS COMUNES EN EL**

#### **ASEGURAMIENTO DE LA CLIDAD**

- Diagrama de Causa y Efecto
- Diagrama de Proceso y de Flujo
- Tabla de Control de Calidad en el Proceso
- Gráfica de Control, para el Control del Proceso

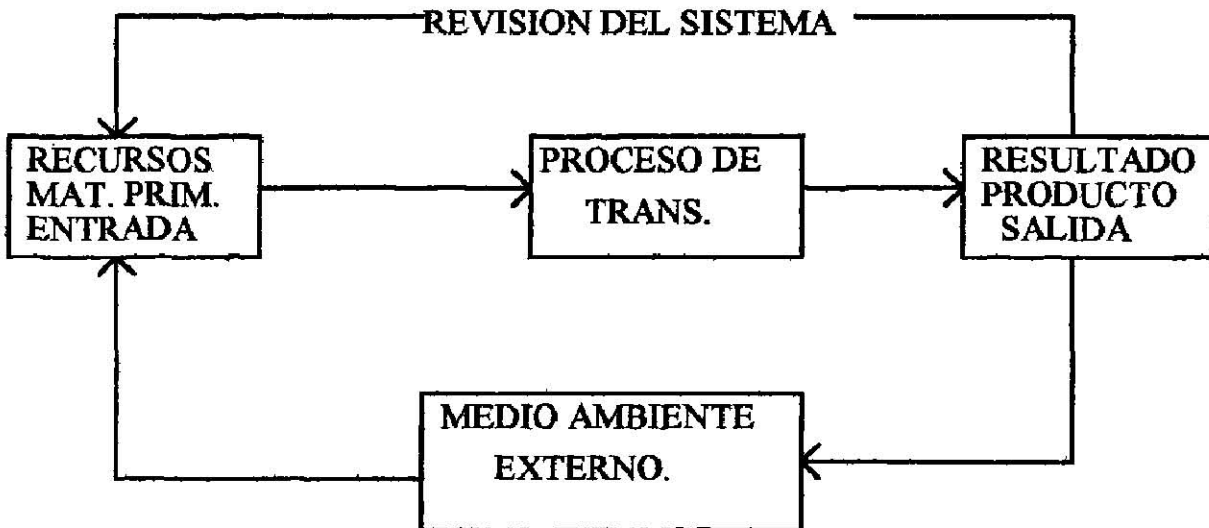


- Índice de la Capacidad de Calidad del Proceso ( CP )
- Reporte de Problemas de Calidad

## **CONCEPTO DE SISTEMA**

- Sistema es un conjunto de cosas interrelacionadas o independientes de tal manera que forman una unidad compleja, un todo compuesto de partes dispuestas en forma ordenada conforme a cierto esquema o plan.
- Es un conjunto de elementos que funcionan simultáneamente, actuando interrelacionados para dar un buen resultado.
- Es un arreglo ordenado y comprensivo de hechos, principios, doctrinas o cosas similares, en un campo particular del conocimiento.
- Los sistemas están formados por subsistemas.

### REPRESENTACION:



- . Todos los sistemas presentan variación en sus salidas o resultados
- . Los grados de variación dependen de:

- a) Las condiciones de operación del sistema
- b) Las condiciones de entrada

Los resultados del sistema son independientes del grado de inspección que se les aplique.

" El alcance de un ejecutivo está determinado por el sistema de información del que dispone".

En nuestra Organización contamos con un sinúmero de sistemas interrelacionados entre sí.

- Ventas
- Creditos
- Contabilidad
- Sistemas
- Producción

- La salida o resultado de un sistema se constituyen en las entradas de otros.
- La calidad de las salidas o resultados de un sistema influyen directamente en la calidad del siguiente, por esta razón hay que:
- \* Asegurar que las condiciones de operación del sistema, se mantengan estables, es decir, que haya un control en el proceso y para ello debemos enfatizar en:
  - a) Determinar las causas del sistema
  - b) El mejor funcionamiento del sistema " operador-corrector "=Autocontrol.
  - c) Tener información clara y el día que muestre el comportamiento dinámico del sistema.
  - d) Mantener la estabilidad de los subsistemas.

## **SIETE HERRAMINTAS BASICAS**

Como todos sabemos, herramienta es un instrumento de trabajo. Se eligió el número siete por inspiración de la tradición japonesa; en una parte de su historia, el Samuray guerrero japonés usaba siete herramientas para su actividad militar.

A través de las siete herramientas básicas se puede resolver el 95% de los problemas de Calidad y Productividad en las áreas operativas de las cuales, seis son Herramientas Estadísticas; y una, el Diagrama de Causa y Efecto, es la base para el análisis estadístico, y son las siguientes:

- 1.- DIAGRAMA DE PARETO
- 2.- HISTOGRAMA
- 3.- DIAGRAMA DE CAUSA-EFECTO  
DIAGRAMA DE ISHIKAWA
- 4.- DIAGRAMA DE DISPERSION
- 5.- ESTRATIFICACION
- 6.- GARFICAS DE CONTROL Y  
GRAFICAS EN GENERAL
- 7.- HOJAS DE VERIFICACION

Estas herramientas permiten cambiar las cosas a datos, analizarlos y tomar decisiones en base a ellos y no como tradicionalmente sucede por efecto de nuestra cultura de trabajo, donde el administrador, empleado o trabajador experto, por lo general, depende de su propia experiencia, intuición, autoridad y determinación, por lo que toma acciones esporádicas para resolver problemas relacionados con las operaciones del proceso. Esto sirvió para resolver muchos problemas en las áreas productivas, pero no es muy efectivo para los productos de nuestra época y los del futuro, ya que se demandan acciones más efectivas y rápidas. El proceso estriba en aprender a usar técnicas o herramientas simples. El método apropiado para su efectividad y rapidez para la solución de problemas en las operaciones de los procesos es el que analiza los problemas de operación al investigar las causas crónicas y se basa en datos reales y ordenados.

No es necesario usar siempre las siete a la vez, dos o tres pueden ser suficientes.

## **FUNCIONES Y USO DE LAS SIETE**

### **HERRAMIENTAS BASICAS**

#### **a) Encontrar problemas**

Casi siempre es un gran problema reducir la fracción defectiva de un proceso, incrementar rendimientos o reducir costos. Las hojas de verificación y las gráficas de control son de gran utilidad para encontrar problemas.

#### **b) Reducir áreas de problemas y cuantificarlos**

El diagrama de Pareto y el Histograma, por lo general, nos sirven para reducir el número de problemas y concentrarnos en los vitales.

c) **Dar seguridad sobre si las causas detectadas son verdaderas o no**

El Diagrama de Causa y Efecto ( Diagrama de Isikawa ) nos permite seleccionar las causas que originan el problema, o sea la causa primera a analizar. Posteriormente, se debe generar datos para confirmar si realmente es causa o no del problema en cuestión. Si la que se seleccionó no lo es, se selecciona otra y así sucesivamente.

d) **Prevenir errores debido a confusiones, precipitaciones o negligencias en la solución de problemas**

Si el tipo de datos generado para confirmar el efecto de una causa sobre una característica de calidad es del tipo discreto, se debe usar la estratificación; si es del tipo continuo; se usará el Diagrama de Dispersión, el Histograma o las Gráficas. Para prevenir negligencias y poder descubrir claramente el problema se usan Hojas de verificación.

e) **Confirmar el efecto de la mejora**

Se debe usar la misma técnica o herramienta con que se detectó y planteó el problema ( inciso b ), con el propósito de observar realmente la mejora.

Por ejemplo, si inicialmente se construyó un Diagrama de Pareto para detectar el área o factor problema, se debiera trazar, después de la mejora, otro Diagrama de Pareto y compararlos , para constatar la magnitud de la mejora.

f) **Detectar anomalías en el proceso**

La gráfica de control cumple con esta función, ya que por medio de ella es fácil detectar anomalías en el proceso.

Antes de pasar al siguiente punto ( etapas para realización de mejoras ), es muy importante entender claramente las funciones y uso de las siete herramientas básicas, ya que este conocimiento es la base para hacer uso de la metodología para la solución de problemas.

## **DIAGRAMA DE PARETO**

### **PROPOSITO.**

La idea básica del PARETO es la de ordenar y dar prioridad a la recolección de datos.

- . Traducir el análisis de los datos a números y porcentajes.
- . Presentar en forma gráfica los " pocos vitales " y los " muchos triviales " dentro de las causas que originan el problema que se está analizando.
- . Indica qué problema se debe resolver primero para eliminar el **defecto y mejorar las operaciones.**

### **DEFINICION.**

Es una gráfica que muestra en forma ordenada la frecuencia de mayor a menor de los factores o causas que afectan a un problema y que serán sujetos de estudio.

## **IMPORTANCIA DEL DIAGRAMA DE PARETO Y COMO CONSTRUIRLO.**

Existe muchos aspectos o factores en el trabajo que deben ser mejorados, por ejemplo: defectos, demoras, tiempos de operación, fallas, etc.; en realidad cada problema

consiste de muchos pequeños problemas que resultan difícil saber por cuál empezar y qué camino seguir para resolverlo.

El objetivo del Diagrama de Pareto es identificar la causas principales y, en función de ello, establecer un orden de importancia permitiendo un mejor aprovechamiento de los recursos, canalizando eficazmente los esfuerzos de las personas que intervienen para atacar las causas más importantes.

El Diagrama de Pareto nos indica cuál es el problema que debemos resolver primero ya que representa en forma ordenada la ocurrencia de mayor a menor impacto ( \$ ) de dichos problemas o áreas de oportunidad en general. Lo que hace de esta herramienta, generalmente, el primer paso para la realización de mejoras.

## **COMO CONSTRUIR UN DIAGRAMA DE PARETO.**

- 1.- Haga una clasificación de los factores o problemas a analizar de acuerdo a su tipo: defectos, demoras, etc. Esto debe de ser de acuerdo a la Hoja de Datos.

Con base en el recabado en la hoja de datos, se ordenan los distintos tipos de causas del problema conforme a su ocurrencia, de mayor a menor.

Posteriormente decida el tiempo empleado para construir la gráfica, por ejemplo: una semana o un mes.

Ejemplo:

**PARETO DE LA DEVOLUCION EN PESOS DE ALGUNOS PRODUCTOS**

Fecha de Proceso :

DESCRIPCION	IMPORTE
	PESOS ANTIGUOS
L.R/F CL.22X41"R#9962-609	37,271,520.00
L.R/F CL.18X36"R#1382-723	18,223,920.00
L.R/F CL.20X42"R#2011-344	10,913,760.00
L.R/F CL.20X46"R#2011-223	16,696,680.00
L.N.R/F 14X47'R#1382-508	33,685,080.00
L.N.R/F 14X38'R#2011-347	22,376,640.00
L.N.R/F 20X35'R#2011-489	17,314,440.00
L.N.R/F 20X35'R#2011-491	14,534,520.00
L.N.R/F 20X35'R#2011-496	30,210,180.00
L.K.R/F 18X47'R#9962-643	12,870,000.00
L. R/F CL.20X36'R#2011-436	8,279,700.00

2.- Sume la cantidad de cada factor; el total representa el 100%. Saque los porcentajes de cada uno de los factores ordénelos de mayor a menor.

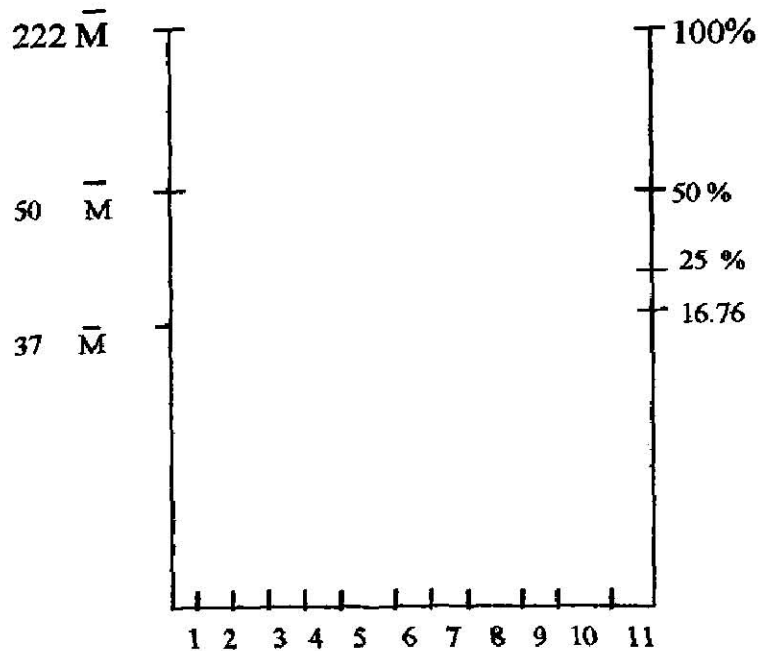
	DESCRIPCION	IMPORTE		
		PESOS ANTIGUOS		
1	L.R/F CL.22X41"R#9962-609	37,271,520.00	16.76	16.76
2	L.N.R/F 14X47'R#1382-508	33,685,080.00	15.15	31.91
3	L.N.R/F 20X35'R#2011-496	30,210,180.00	13.59	45.49
4	L.N.R/F 14X38'R#2011-347	22,376,640.00	10.06	55.56
5	L.R/F CL.18X36"R#1382-723	18,223,920.00	8.20	63.75
6	L.N.R/F 20X35'R#2011-489	17,314,440.00	7.79	71.54
7	L.R/F CL.20X46"R#2011-223	16,696,680.00	7.51	79.04
8	L.N.R/F 20X35'R#2011-491	14,534,520.00	6.54	85.58
9	L.K.R/F 18X47'R#9962-643	12,870,000.00	5.79	91.37
10	L.R/F CL.20X42"R#2011-344	10,913,760.00	4.91	96.28
11	L. R/F CL.20X36'R#2011-436	8,279,700.00	3.72	100.00
TOTAL:		222,376,440.00	100.00	



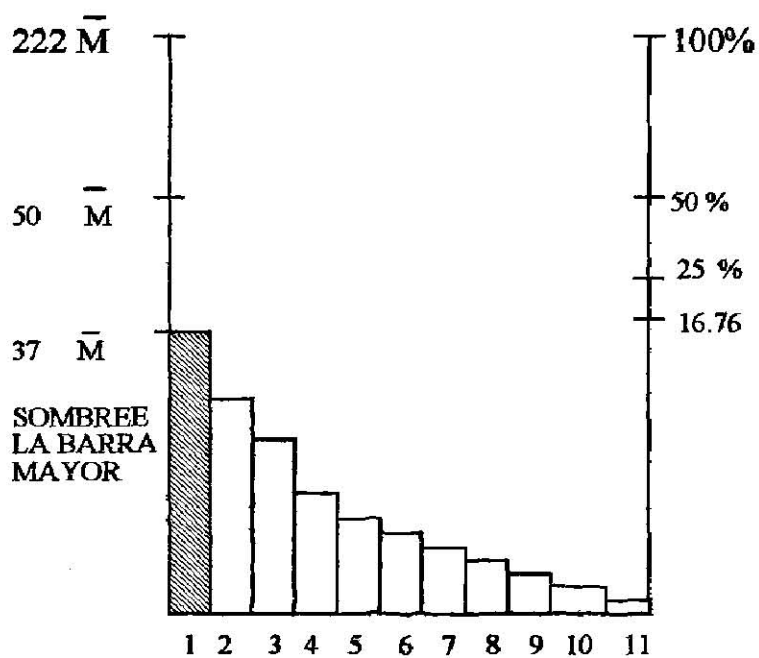
3.- Construya los ejes horizontal y vertical, seleccione un intervalo adecuado ( por lo general un centímetro o centímetro y medio ) para resaltar cada uno de los factores o problemas y escriba cuáles son:

Recuerde que debe especificar estos factores de acuerdo a su ocurrencia o impacto: de mayor a menor.

En el eje vertical izquierdo seleccione una división adecuada en números enteros y fácil de leer, que represente el total de cada factor o problema. En el eje vertical derecho marque los porcentajes, de tal manera que el 100% corresponda a la suma de los factores.

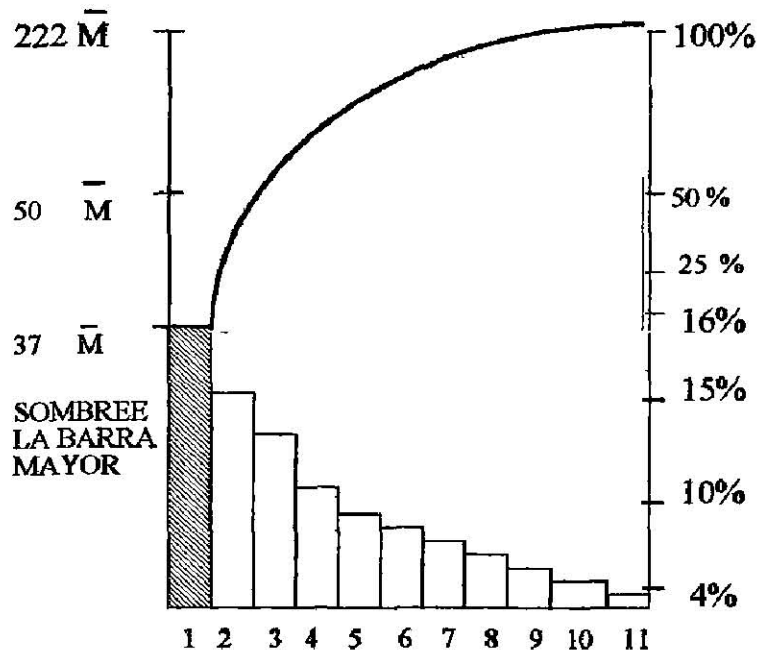


4.- Construya las barras correspondientes para cada factor o problema de acuerdo a su total.



5.- Una vez que hemos dibujado los rectángulos de cada uno de los factores, procederemos a trazar la curva de ocurrencia acumulada, el siguiendo siguiente procedimiento:

Adjuntando con el vértice superior derecho del primer rectángulo y continuando con el punto que corresponda al valor acumulado del segundo rectángulo haciendo que coincida con el vértice superior derecho del mismo, se traza una línea imaginaria siguiendo la misma mecánica hasta terminar todos los factores.



# **HISTOGRAMA**

## **PROPOSITO**

La elaboración de un Histograma tiene por objeto mostrar el modelo de variación general, presenta los datos de forma ordenada, de tal manera que se captan las variaciones claramente.

## **NOS AYUDA A:**

- Determinar la cantidad de veces en que ocurren las variaciones de los datos
- Determinar la distribución de frecuencias de la característica deseada por medio de una gráfica de barras.
- Grado de conocimiento del control de calidad de la operación.

## **IMPORTANCIA**

Los Histogramas revelan, sin realizar elaborados análisis, una gran cantidad de información acerca del proceso o producto, y cómo son fáciles de entender para el personal, pueden ayudar mucho a la mejora. Se puede usar el Histograma para propósitos como:

- . Valorar la resistencia de los materiales
- . Procesos de evaluación
- . Indicar la necesidad de efectuar una acción correctiva
- . Medir los efectos de la acción correctiva
- . Determinar la capacidad de las máquinas
- . Describir gráficamente las características de vida

- . Comparar el trabajo de los operadores
- . Comparar materiales
- . Comparar la labor de los vendedores
- . Comparar productos

En esencia, un Histograma es una ilustración a posteriori en la que se describe una situación que ya ha ocurrido. Para ilustrar modelos de variación o para indicar cambios o mejoras, el Histograma es insuperable. Pero se debe observar una precaución; un Histograma puede llegar a ocultar más de lo que revela, si no se ejerce un adecuado control. es una presentación de datos en forma ordenada con el fin de determinar las veces en que ocurren las variaciones.

## **COMO SE CONSTRUYE UN HISTOGRAMA**

I.- Contar el número de datos ( n ).

n = al tamaño de la muestra.

ANCHO DE LAMINA R.F. EN mm.

DATOS						X M	Xm
2.50	2.51	2.22	2.49	2.58	2.60	2.60	2.60
2.23	3.01	2.59	2.31	2.50	3.00	3.00	2.23
2.50	2.99	2.94	2.57	2.49	2.58	2.99	2.49
2.58	2.58	2.22	2.55	2.57	2.94	2.94	2.22
2.36	2.35	2.50	2.22	2.58	3.00	3.00	2.22
2.57	2.58	2.24	2.58	2.59	2.50	2.59	2.24

II.- Seleccionar el valor máximo ( X Máx ), y el valor mínimo ( X mín ) de todos los datos.

$$X \text{ Máx.} = 3.00$$

$$X \text{ mín.} = 2.22$$

III.- Determinar la unidad mínima de los dígitos de los datos ( a ).

$$a = .01$$

IV.- Contar el número de tipos posibles de datos entre X máx. y X mín.(K).

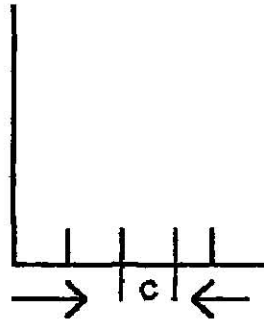
$$K = (X_{\text{Máx.}} - X_{\text{mín.}}/a) + 1$$

$$(3.00 - 2.22/.01) + 1 = 79$$

V.- Determinar el tamaño provisional de las clases de Histograma ( C' )

$$C' = K\sqrt{n} \times a$$

$$C' = 79 / \sqrt{36} \times .01 = 0.13$$



VII.- Decidir el tamaño definitivo de clase para el Histograma ( C )

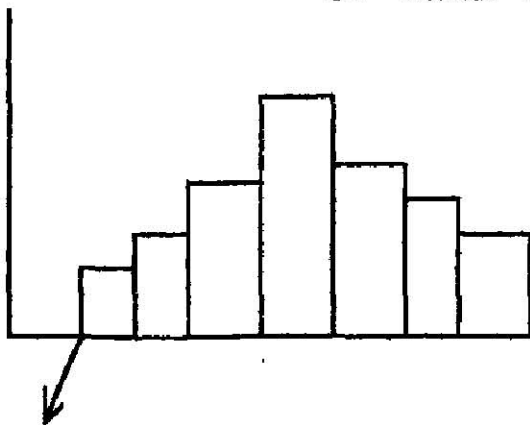
Si para clasificar los datos es fácil usar el tamaño provisional  $c'$ , se selecciona  $c$ , como  $c$ . De otra forma, se emplea  $c$  para un valor cercano de  $c'$ , valor de las series decimales de 1, 2 ó 5.

$$R = X_{\text{Max.}} - X_{\text{min}} = 3.00 - 2.22 = 0.78$$

$$C = R/n = 0.78/5 = 0.156$$

VIII.- Decidir las fronteras de las clases.

$$C1 = X_{\text{Mín}} - a/2 = 2.22 - .01/2 = 2.21$$



C1 Frontera menor

TABLA DE FRECUENCIAS

CLASE	VALOR MEDIO	COLUMNAS						FREC.
		1	2	3	4	5	6	
2.21 - 2.35	2.28	1	1	3	2	0	0	6
2.36 - 2.51	2.44	3	1	1	1	2	1	9
2.52 - 2.66	2.59	2	2	1	3	4	2	14
2.67 - 2.81	2.74	0	0	0	0	0	0	0
2.82 - 2.96	2.89	0	0	0	0	0	1	1
2.97 - 3.12	3.045	0	2	1	0	0	2	5

El valor medio se saca sumando las dos fronteras y dividiéndolas entre dos.

IX.- Decidir la medida representativa del ejemplo vertical.

Pueden ser dos formas:

a) **Frecuencia**.- ( Es el conteo de datos de cada clase ). Es la que generalmente se usa

b) **Porcentaje**.- Es el conteo de datos en cada clase respecto el número total de datos, y se usa cuando la comparación entre dos o más Histogramas es necesario y **n** es diferente.

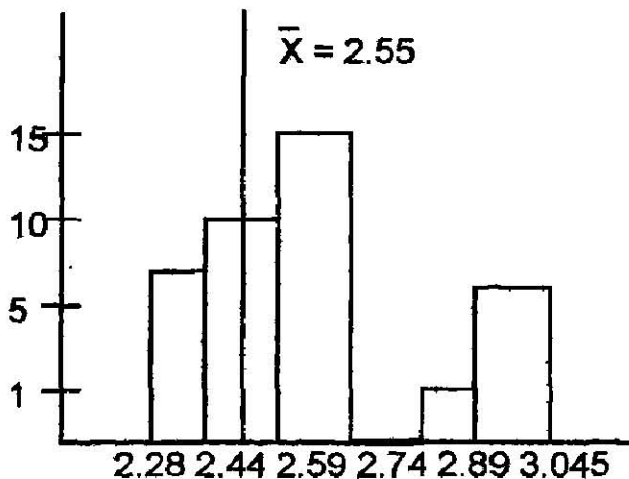
X.- Dibujar el Histograma y, además:

a) Anotar su título y todos los detalles posibles.

b) Describir la unidad de medición de los ejes horizontal y vertical.

c) Escribir el valor de  $\bar{X}$  ( promedio medio de los datos ) y el de la desviación estándar  $S$ . dibujar la línea que representa  $\bar{X}$ .

d) Destacar, si existen, los límites de especificación o los límites de tolerancia.



## **BENEFICIOS DEL USO DEL DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO**

Una gran variedad de ventajas se deriva del uso de este tipo de diagramas. A continuación se mencionan las más relevantes:

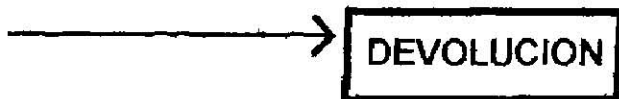
- 1.- **Ayuda a detectar las causas de la dispersión en las características de calidad.** Los Diagramas de Causa y Efecto se trazan para ilustrar con claridad los diversos factores que afectan un resultado, clasificándolos y relacionándolos entre sí; lo cual facilita la tarea de selección de causas que se deberían investigar primero, con el propósito de mejorar el proceso.
- 2.- **Su análisis ayuda a determinar el tipo de datos que deben obtenerse,** para confirmar el efecto de los factores que fueron seleccionados como causa del problema.
- 3.- **Ayuda a prevenir problemas.-** Si no se está experimentando con un problema de calidad, puede elaborarse un diagrama de causa y efecto del tipo "clasificación del proceso por fases", preguntándose ¿Qué problema de calidad que se podría provocar en esta etapa?, detectándose así, causas potenciales de un problema de calidad que puede prevenirse, si se adaptan controles apropiados.
- 4.- **Es un instrumento que favorece el trabajo en grupo.-** Ayuda a un grupo de personas a trabajar hacia un fin común. Sirve de guía para la discusión, evitándose así desviaciones del tema, con la consecuente ventaja de llegar más rápido a la conclusión sobre las acciones a tomar.
- 5.- **Se adquieren nuevos conocimientos.-** Al conocer las interrelaciones de los factores causales dentro del proceso. Los miembros del grupo que participen en el análisis del problema adquieren mayor conocimiento del funcionamiento del proceso.
- 6.- **Muestra el nivel de conocimiento tecnológico.-** Si un diagrama puede trazarse en su totalidad, significa que las personas conocen bastante del proceso y, por tanto, con mayor facilidad se lleva a cabo el análisis del problema.



- 7.- Se usa para analizar cualquier problema de calidad, productividad, seguridad, etc.

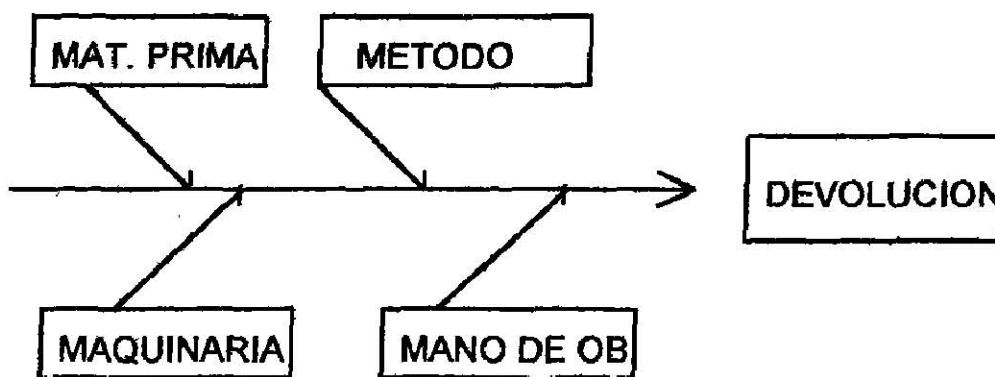
### CONSTRUCCION DEL DIAGRAMA

- 1.- Anote el problema seleccionado a resolver al final de una flecha como base del diagrama y titúlelo.



- 2- Una vez seleccionado el efecto o problema, buscamos cuáles son los factores que lo producen. En un proceso de producción o manufactura éstos son; Materia Prima, Mano de Obra ( Factor humano ), Maquinaria, Método, y algunos incluyen el ambiente.

Enlace estos factores de la siguiente manera.



3.- Determine y anote las causas con respecto a cada factor principal que afectan o pueden afectar al problema en análisis. Para esto desarrolle una Sesión de Tormenta de Ideas entre las principiantes. Lo anterior la puede hacer directamente sobre el Diagrama o hacer una lista previa en un rotafolio o pizarrón y después vaciarlas en el Diagrama.



4.- Esta última etapa es para seleccionar las causas principales o más probables de entre las anotadas en el Diagrama, para posteriormente confirmar cuáles son las verdaderas causas. La selección de las causas más probables puede hacerse por un simple proceso de votación o por análisis estadístico. Una vez identificado, márkuelas con algún color, por ejemplo el rojo.



## **DIAGRAMA DE DISPERSION**

### **Introducción.**

En todo proceso de producción, existe una gran diversidad de variables o características cuyo comportamiento es deseable conocer, para propósito de mejorar nuestro control sobre el proceso.

Al elaborar un Diagrama de Causa y Efecto, podemos tener una visión general de los factores que están incidiendo en cierta características de calidad del producto. Esta visión de las variables que están influyendo en el efecto en estudio estará incompleta si no existe la posibilidad de analizar las relaciones que existen entre las diversas características de calidad del proceso y entre las variables que figuran en las distintas etapas del producto. Este estudio, facilita el análisis y prevención de los problemas y la identificación y solución de los ya existentes, con el consiguiente efecto positivo en la calidad.

Para comprobar la relación entre una causa y un efecto, existe el Diagrama de Dispersión.

### **Definición.**

Un Diagrama de Dispersión es una gráfica en la que cada punto trazado representa un par de valores observados. Cada punto incluye dos características o un par de datos representados por las variables X y Y; el Diagrama de Dispersión es la gráfica de puntos ( $X_i$  y  $Y_i$ ), donde  $i=1,2,3,\dots,n$ . Los valores de cada punto son obtenidos por parejas, es decir, cuando en la variable X se observó el valor  $X_i$  en la variable Y se registró la medición  $Y_i$ .

En general, cuando hablamos de la relación entre dos tipos de datos nos referimos en realidad, o bien, (1) a una relación de causa y efecto, (2) a una relación entre una causa y otra, (3) a una relación entre una causa y dos causas, o (4) a un efecto y otro efecto.

Algunos ejemplos pueden ser: la relación entre el contenido de humedad de los hilos y su estiramiento, la relación entre el componente y la dureza de un producto, la relación entre la velocidad de corte y las variaciones de longitud de las piezas, la relación entre grados de iluminación y errores de inspecciones, etc.

En muchas aplicaciones de este tipo de análisis estadístico, la variable que se identifica como " X ", cuyos valores se grafican en el eje horizontal, es la variable que podemos controlar en un mayor grado. El interés se fija en una variable aleatoria " Y " que

posiblemente está relacionada con la variable X, aunque algunas veces resulta indiferente al ser indentificada como X y como Y.

### CONSTRUCCION DE UN DIAGRAMA DE DISPERSION

Los pasos a seguir en la elaboración de un Diagrama de Dipersión se expresan a continuación.

**Paso 1.**

En una hoja de datos preparada previamente, como la que se muestra a continuación se antoan los valores observados de las variables cuya relación será estudiada. Se recomienda que el número  $n$  de parejas de datos sea de por lo menos treinta.

Parejas de datos	X	Y
	$x_i$	$y_i$
1	$x_1$	$y_1$
2	$x_2$	$y_2$
3	$x_3$	$y_3$
*	*	*
*	*	*
$n$	$x_n$	$Y_n$

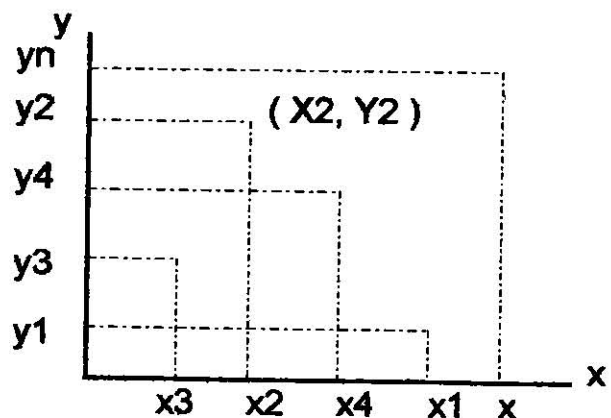
**Paso 2.**

Se trazan los ejes horizontal y vertical seleccionándolos en intervalos decuados, preferentemente con igual magnitud en ambos ejes.

**Paso 3.**

Se procede a graficar las parejas (  $X_i$ ,  $Y_i$  ) de la hoja de registro como se muestra en la siguiente figura.

X	Y
$x_i$	$y_i$
$x_1$	$y_1$
$x_2$	$y_2$
$x_3$	$y_3$
*	*
*	*
$x_n$	$Y_n$



Si la relación entre las dos clases de datos es de causa y efecto, los valores de la causa son puestos en el eje horizontal y los valores de efecto en el eje vertical.

**Paso 4.**

Si en la tabla están registradas parejas iguales que provocan la gráfica de un mismo punto, trácese un círculo sobre el punto repetido; si se vuelva a repetir, se traza un círculo concéntrico ( o algún otro señalamiento ) y así sucesivamente. Cuando en la hoja de datos se observan muchas parejas de valores coincidentes o cuando el número de parejas de datos es bastante grande, se recomienda construir una " tabla de correlación ", que se elabora en forma similar al diagrama de dispersión, como se ilustra a continuación.

**EJEMPLO:**

En las siguientes hojas de registro se muestra la información obtenida de 22 operarios de una fábrica, dedicados a instalar un componente de cierto mecanismo. La variable X representa el número de semanas de experiencia del operario, y la variable Y en tiempo en minutos que emplea el operario en instalar el componente ( redondeado al medio minuto más cercano ).

**HOJA DE REGISTRO**

OPERARIO	$x_i$	$y_i$
1	90	1
2	30	0.5
3	50	1.5
4	20	0.5
5	100	0.5
6	70	1.5
7	20	2
8	80	1
9	30	2.5
10	90	1.5
11	60	1
12	50	1
13	20	2
14	60	1
15	100	0.5
16	50	1
17	80	0.5
18	30	2.5
19	40	2.5
20	90	1
21	20	2
22	90	1

***Problema:***

Los datos mostrados representan los porcentajes de contenido de humedad de la materia prima ( X ) y el contenido de humedad en el producto final ( Y ) fabricado de esta materia prima. ( X ) y ( Y ) son un par de datos correspondiente.

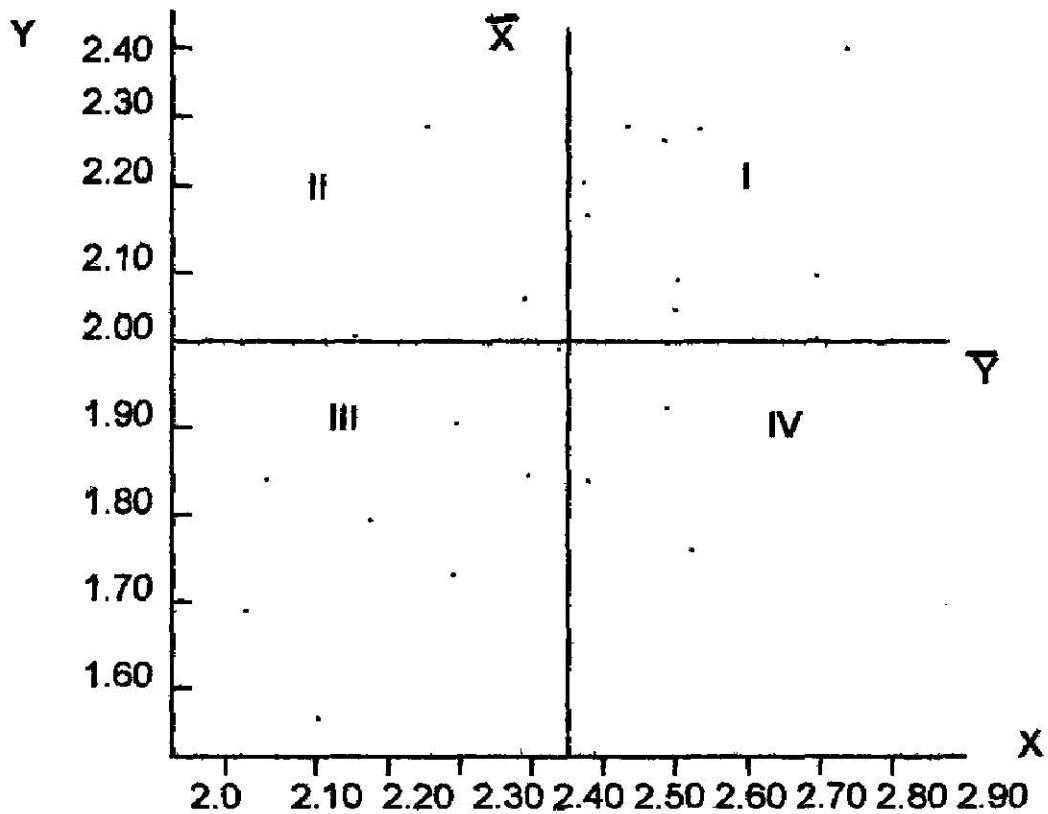
Límites de Estratificación máximo de ( Y ) es de 2.3 %

**Materia Prima**

No.	X%	y%	No.	X%	y%
1	2.85	2.10	13	2.60	2.10
2	2.40	2.00	14	2.45	2.20
3	2.60	2.30	15	2.20	1.80
4	2.10	1.60	16	2.35	1.80
5	2.60	1.75	17	2.05	1.70
6	2.85	2.40	18	2.30	2.30
7	2.70	2.30	19	2.45	1.80
8	2.55	1.90	20	2.30	1.70
9	2.45	2.15	21	2.06	2.05
10	2.15	2.00	22	2.55	2.30
11	2.05	1.85	23	2.40	2.00
12	2.35	2.10	24	2.30	1.90

Pasos a seguir.

- 1.- Construya el Diagrama de Dispersión.
- 2.- Pruebe si existe Correlación o no ( Mediana )
- 3.- Si la correlación es significate Cuál sería el Límite de Tolerancia respecto al contenido de humedad en la Materia Prima, para poder cumplir con el Límite de Especificación máximo en el producto terminado ?



Los puntos de cada área son:

I = 9  
 II = 3  
 III = 9  
 IV = 3

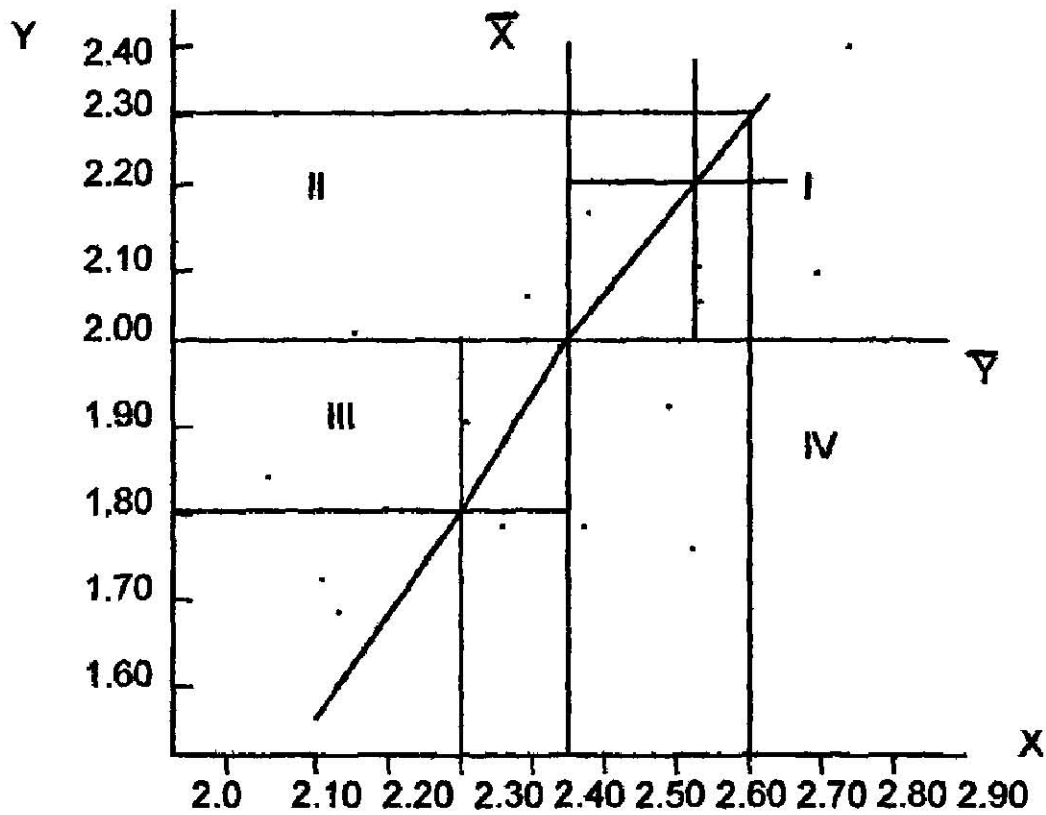
I + III = 18 Total mayor  
 II + IV = 6 Total menor  
 Total n = 24

I + III es mayor que II y IV prueba de que sí hay correlación. Con n = 24

El límite inferior = 6  
 El límite superior = 18

En este caso los totales son iguales a los límites, por lo tanto existe correlación.





X = materia prima  
 Y = producto terminado

**Coefficiente de Correlación**

Paso 1. Se arreglan los datos de los n puntos en una tabla como la siguiente, formando las columnas 1, 2 y 3. Se suman los valores  $X_i$  y de  $Y_i$  anotando los resultados en la parte inferior de la tabla.

1	2	3	4	5	6
N	Xi	Yi	XiYi	Xi <sup>2</sup>	Yi <sup>2</sup>
1	2.85	2.10	5.99	8.12	4.41
2	2.40	2.00	4.80	5.76	4.00
3	2.60	2.30	5.98	6.76	5.29
4	2.10	1.60	3.36	4.41	2.56
5	2.60	1.75	4.55	6.76	3.06
6	2.85	2.40	6.84	8.12	5.76
7	2.70	2.30	6.21	7.29	5.29
8	2.55	1.90	4.85	6.50	3.61
9	2.45	2.15	5.27	6.00	4.62
10	2.15	2.00	4.30	4.62	4.00
11	2.05	1.85	3.80	4.20	3.43
12	2.35	2.10	4.94	5.52	4.41
13	2.60	2.10	5.46	6.76	4.41
14	2.45	2.20	5.39	6.00	4.84
15	2.20	1.80	3.96	4.84	3.24
16	2.35	1.80	4.23	5.52	3.24
17	2.05	1.70	3.48	4.20	2.89
18	2.30	2.30	5.29	5.29	5.29
19	2.45	1.80	4.41	6.00	3.24
20	2.30	1.70	3.91	5.29	2.89
21	2.60	2.05	4.22	4.24	4.20
22	2.55	2.30	5.87	6.50	5.29
23	2.40	2.00	4.80	5.76	4.00
24	2.30	1.90	4.37	5.29	3.61

$\Sigma$	58.20	48.10	116.26	139.78	97.59
----------	-------	-------	--------	--------	-------

Paso 2. Se determina la sumatoria de los cuadrados de X, Y.

$$S_{xy} = \Sigma (X_i Y_i) - \frac{(\Sigma X_i)(\Sigma Y_i)}{n}$$

Sustituyendo los valores respectivos de la hilera inferior de la tabla.

$$\Sigma (X_i Y_i) = 117.33$$

$$\Sigma X_i = 58.2$$

$$\Sigma Y_i = 48.1$$

Con lo que:

$$SC_{xy} = 117.33 - \frac{(58.2)(48.1)}{24} = 0.69$$

Paso 3. Se calcula la sumatoria de los cuadrados de X ( SCx )

$$SC_x = \Sigma X_i^2 - \frac{(\Sigma X_i)^2}{n}$$

n

Sustituyendo los valores correspondientes de la hilera inferior de la tabla:

$$\begin{aligned}\sum X_i &= 142.27 & \sum X_i &= 58.2 \\ (\sum X_i)^2 &= (58.2)^2 = 33387.24\end{aligned}$$

Luego:

$$SC_x = 142.27 - \frac{33387.24}{24}$$

$$\begin{aligned}SC_x &= 142.27 - 141.13 \\ SC_x &= 1.14\end{aligned}$$

Paso 3. Se obtiene la sumatoria de los cuadrados de Y. ( SC<sub>y</sub> )

$$SC_y = \sum Y_i^2 - \frac{(\sum Y_i)^2}{n}$$

Conforme a los correspondientes valores de la hilera inferior de la tabla de trabajo.

$$\begin{aligned}\sum Y_i^2 &= 97.57 & \sum Y_i &= 48.1 \\ (\sum Y_i)^2 &= (48.1)^2 = 2313.61\end{aligned}$$

Por lo tanto :

$$\begin{aligned}SC_y &= 97.57 - \frac{2313.61}{24} \\ SC_y &= 1.17\end{aligned}$$

Paso 4. Se calcula el valor de r, sustituyendo los valores obtenidos en los pasos 5, 6 y 7 en la fórmula.

$$r = \frac{SC_{xy}}{\sqrt{(SC_x)(SC_y)}}$$

$$SC_{xy} = 0.69; SC_x = 1.14; SC_y = 1.17$$

Pro lo que:

$$r = \frac{0.69}{\sqrt{(1.14) \times (1.17)}}$$

$$r = \frac{0.69}{1.15}$$

$$r = 0.60$$

**Conclusiones :**

En este caso vemos una correlación apenas nptable comprobada por los dos métodos, ésto significa que la variable X es un débil predicto de Y, aunque sí tiene cierta relación que puede tomarse en cuenta. Es decir el contenido de humedad de la materia prima sí influye en la humedad del producto final y por lo tanto, controlando el primero podemos tener cierto control sobre el segundo.

Ya obtuvimos con el método de las Medianas el valor máximo de X para no sobrepasar la especificación de Y.

Quizás hará falta otro diagrama con mayor cantidad de datos para ser más precisos en nuestra predicción de la humedad del producto finl.

# **ESTRATIFICACION**

## **ESTRATIFICACION ( Categorización )**

Es clasificar los datos con el objeto de analizar la causa de diagrama de causa y efecto y confirmar su efecto.

- Agrupar los datos tales como defectos, demoras características.
- En pgrupos similares, afines
- Para comprender mejor la situación
- Solucionar mejor los problemas

## **REGLAS A OBSERVAR**

- Estratificar significa dividir u ordenar en clases, por tipos de fuentes separadas deben mantenerse separados.
- Estratificar los datos por trabajador, máquinas, equipos por día trabajo. De otra manera es fácil detectar condiciones que incluyen sobre las características de estudio.
- Si los datos no están estratificados en grupos separados gráficas, resultará difícil ver las tendencias o anomalías a llegarse a conclusiones erróneas del análisis.
- La estratificación es importante en el análisis de datos
  - a) Gráficas
  - b) Gráficas de Control
  - c) Diagrama de Pareto

## **COMO ESTRATIFICAR ( Procedimiento )**

1.- Recopilar datos, qué características o factores va a estructurarse y porqué.

Estas cracterísticas o factores pueden ser definidos . Por ejemplo: defectos, demoras o eficiencia; esto es, obtenerse como resultados de una acción, o como característica dada, por ejemplo: qué cantidad de producción corresponde por grupo, turno, etc.

2.- Evalúe la situación de las características determinadas.

Expresar las características, a través de un formato más comprensible, por ejemplo Pareto o Histograma, de tal forma que se represente claramente el " estado total de la calidad y eficiencia de dichas características o factores " .

3.- Determine las posibles causas de dispersión como puntos importantes a estratificar ( puede utilizar un diagrama de causa y efecto ).

El desarrollo del " estado actual " de las características o factores permiten determinar si existe dispersión o anomalías en ellos. En función de éste, determine las causas de dispersión, los puntos específicos ( siguientes factores ) a estratificar.

4.- Clasifique las características o factores en grupos individuales.

Las características o factores seleccionados en el No. 1 y evaluados en No. 2, deben de ser clasificadas en grupos definidos considerando su causas probables de dispersión. Algunos ejemplos comunes, que se utilizan a las áreas de trabajo son:

- Por operario
- Por tiempo de producción
- Por maquinaria o equipo
- Por proceso
- Por material
- Por inspección o medición
- Experiencia, edad, sexo, turno
- Día, semana, noche, mes estación
- Máquina, modelo, tipo, vida, herramienta, etc.
- Procedimiento de operación, temperatura, velocidad, etc.
- Proveedor, composición, etc.
- Pruebas de máquina, instrumento, inspector, operario.

5.- Evalúe el estado de los grupos clasificados

Repita el No. 2, ahora para las características en grupos individuales, definidos en el No. 4

6.- Analice el estado de la calidad y eficiencia para establecer las conclusiones finales.

Proveedor	Piezas Fabricadas	Piezas Defectivas	Porcentaje Defectivo
Materia Primas, S.A.	105	30	28.3%
proveedora Industrial	<u>94</u>	<u>28</u>	<u>29.7%</u>
<b>T O T A L</b>	200	58	29%

En este segundo ejemplo podemos observar que el porcentaje de defectivos en el producto terminado es alto y, aproximadamente, el mismo independientemente del proveedor. Por lo tanto, debemos investigar causas atribuibles al propio proceso, como; maquinaria y equipo, métodos de trabajo y mano de obra.

## **GRAFICAS EN GENERAL**

El propósito de una gráfica es transmitir rápida y eficientemente información importante en forma sumariada -estructurada-.

### **Como Utilizar E Interpretar Las Gráficas**

- 1.- Las gráficas ( excepto las circulares ) están compuestas por un eje horizontal y un eje vertical. Hay que tener en cuenta los dos elementos al interpretar la gráfica. Asegúrese de entender lo que ambos representan y qué relación guardan entre sí.
- 2.- Una gráfica de barras muestra en forma muy clara las cantidades y las relaciones que existen entre ellas. Asegúrese de saber lo que representa los ejes vertical y horizontal y qué unidad de medida se ha adoptado.
- 3.- Las gráficas de líneas son útiles para mostrar cambios en las cantidades que puedan observarse siguiendo la dirección de la línea. Algunas gráficas incluyen dos ( o mas ) líneas diferentes con el objeto de comparar los cambios producidos, como en el caso de las gráficas de control X - R. Lo más importante de este tipo de gráficas es la relación entre las dos líneas.
- 4.- Las tablas y las gráficas indican diversos valores numéricos relacionados con tamaños, cambios, etc. Para que resulten de fácil lectura, los valores se expresan en cifras aproximadas y se omiten informaciones innecesarias. No lo olvide al interpretar o construir gráficas.

## **GRAFICAS DE CONTROL**

Las gráficas de control es una herramienta estadística que detecta las variabilidad de un proceso. Sirve para solucionar problemas de la calidad en los procesos y para su control.

## **Usos Importantes**

- 1.-Controla la calidad durante la producción.
- 2.-Pone de manifiesto la información de los registros de calidad.
- 3.-En el diseño de productos se registra y analiza datos de prueba.
- 4.-En contabilidad para registro y análisis de costos.
- 5.-En mantenimiento determina la capacidad de proceso.
- 6.-En producción como monitoreo de operaciones.
- 7.-En despacho para controlar de faltantes y sobrantes, etc.

## **GRAFICA DE CONTROL $\bar{X}$ - R**

En realidad son dos gráficas y se elaboran siempre juntas a los mismos datos.

**LA GRAFICA  $\bar{X}$**  - Representa los promedios de las muestras cualquiera cambio en la media ( valor medio ) del proceso.

**LA GRAFICA R.** - Representa los rangos nos muestra cualquier dispersion del proceso.

**UTILIDAD.** - Las Gráficas  $\bar{X}$  - R nos muestran al mismo tiempo cambios en el valor medio y en la dispersión del proceso, lo que vierte en una herramienta efectiva para revisar diariamente las utilidades en un proceso.

**LA GRAFICA DE CONTROL.** - Es un método que estudia un proceso de pequeñas muestras aleatorias ( al azar ). La idea fundamental es recolectar pequeñas muestras ( n ) en intervalos de tiempo correspondientes al flujo del proceso a estudiar, muestreo de tamaño 4 ó 5 son practicamente las mejores. Será conveniente en ocasiones utilizar n= 2 muestras de 6 ó 7 más, no son recomendables. Esta gráficas nos muestran los cambios de una manera dinámica.



## **GRAFICAS DE CONTROL POR ATRIBUTOS**

Cuando no es fácil medir un producto o una parte, o cuando la calidad sólo se puede obtener como un atributo conforme o no a las especificaciones, se puede obtener usar una Gráfica de Control por Atributos. Esta técnica analiza tanto las características buenas como las malas, sin hacer referencia al grado.

Se usan para descubrir si existe alguna variación cuya causa se puede determinar. En muchos procesos no pueden obtenerse los datos variables en forma económica, entonces se substituye por gráfica por atributos.

Estas gráficas proporcionan a la administración una historia de la calidad y puede mejorarse si la administración pone en práctica las acciones correctivas correspondientes.

Responde a tres problemas importantes:

- a) ¿Cuál es la variación esperada cuando se obtienen muestras de tamaño  $n$  de un proceso estable ?
- b) ¿ Es el proceso " estable " en la producción de defectuosos ?  
Esta respuesta es importante para mejorar el proceso.
- c) ¿ Qué tamaño de muestra se necesita para estimar el porcentaje de defectuosos ?

### **TIPOS DE GRAFICAS DE CONTROL POR ATRIBUTOS**

Gráfica P ---- Fracción Defectuosa  
Gráfica NP ---- Elementos Defectuosos

## **GRAFICA P**

- Representa la fracción defectiva

- Se presenta en forma de porcentaje ( % )
- Consiste en clasificar un artículo como aceptado o rechazado.
- La fracción defectuosa  $P$ , puede definirse como la relación entre el número de artículos defectuosos encontrados en una inspección o en una serie de inspecciones, y la cantidad de artículos realmente inspeccionados.
- Se utiliza cuando la muestra que se toma no es constante.

### **GRAFICA ( np )**

- \* Muestra el número de defectos
- \* Se utiliza cuando el tamaño de la muestra que se toma es constante durante el periodo establecido.
- \* Se emplea cuando se desea controlar el número de unidades defectuosas.

### **COMO UTILIZAR LAS GRAFICAS DE CONTROL**

Se deben seguir los siguientes pasos básicos para utilizar las gráficas de control del proceso de producción.

- 1.- Seleccione los rubos que deben controlarse. Primero decida que problemas han de encararse y con qué fin. A base de tal decisión debe quedar en control que datos se requerirán.
- 2.- Decida qué gráfica de control ha de utilizar. Determine cuál resulta apropiado:  $X-P$ ,  $p$ ,  $pn$ , ó  $c$ .
- 3.- Construya una gráfica de control para el análisis de roceso. Para ello, reúna datos correspondientes a cierto período de tiempo o recurra a

datos anteriores. Si aparecen puntos anormales, investigue la causa y adopte las medidas pertinentes.

La causa de un cambio en la calidad se estudia reordenando los subgrupos, la estratificación de los datos, etc.

- 4.- Construya una gráfica de control para el control del proceso. Suponiendo que se han tomado medidas para tratar la causa del cambio en la calidad y que el proceso de producción está bajo control, determine ahora si el producto satisface las normas correspondientes a esta situación. Sobre la base de estas conclusiones estandarice los métodos de trabajo ( o modifíquelos de ser necesario ). Prolongue consiguando los datos diarios. Prolongue las líneas de control de la gráfica a partir de la situación de estabilidad y siga consiguando los datos diarios.
- 5.- Controle el proceso de producción. Si se mantienen los métodos de trabajo estandarizados, la gráfica de control debe reflejar la situación bajo control en el que se encuentra el proceso. Si aparece alguna anomalía en la gráfica, investigue la causa de inmediato y adopte las medidas apropiadas.
- 6.- Vuelva a calcular las líneas de control. Esto es necesario cuando cambian el equipo o los métodos de trabajo. Si el proceso de producción es objeto de un control sin tropiezos, el nivel de calidad que muestra la gráfica de control debe seguir aumentando. En este caso, efectúe revisiones periódicas de la línea de control. Al volver a calcular las líneas de control, es preciso respetar las siguientes reglas:
  - a) Los datos correspondientes a puntos que denotan una anomalía y cuya causa se ha encontrado y corregido, no debe incluirse en el nuevo cálculo.
  - b) Se deben incluir los datos sobre puntos anormales cuya causa no se han podido hallar o respecto de los cuales no se han adoptado medidas.

Las gráficas de control son fáciles de construir y por eso su empleo está muy definido. Pero es sorprendente la escasa cantidad de graficas realmente útiles. Se espera que después de haber estudiado esta sección, el lector se encuentre en condiciones de construir gráficas de control realmente eficaces.

## **BENEFICIOS DE LAS GRAFICAS DE CONTROL**

- \* Las gráficas de control son herramientas simples y efectivas para lograr un control estadístico. Se presentan para que el operario las maneje en su propia área de trabajo. Dan información confiable a la gente cercana a la operación sobre cuándo debieran tomarse ciertas acciones y cuándo no debieran tomarse.
- \* Cuando un proceso está en control, puede predecirse su desempeño respecto a las especificaciones. Por consiguiente, tanto el productor como el cliente pueden contar con niveles consistentes de calidad y ambos pueden contar con costos estables para lograr ese nivel de calidad.
- \* Una vez que el proceso se encuentre en control estadístico, su comportamiento puede ser mejorado posteriormente reduciendo la variación. A través de los datos de las gráficas de control pueden anticiparse las mejoras que se requieren en el sistema. Estas mejoras en el proceso deberán:
  - Incrementar el porcentaje de productos que satisfagan las expectativas de los clientes ( mejoras en la calidad ).
  - Disminuir los productos que necesiten retrabajarse o desecharse ( mejoras en el costo por la unidad producida ).
  - Incrementar la cantidad total de productos aceptables a través del proceso ( mejoras efectivas en la habilidad ).
- \* Las gráficas de control proporcionan un lenguaje común para comunicarse sobre el comportamiento de un proceso entre los diferentes turnos que operen un proceso; entre la línea de producción ( supervisor, operario ) y las actividades de soporte ( mantenimiento, control de materiales, ingeniería de manufactura, calidad del

producto ), entre las diferentes estaciones en el proceso, entre el proveedor y el usuario.

- \* Las gráficas e control, al distinguir entre la causas especiales y las causas comunes de variación dan una buena indicación de cuándo algún problema debe de ser corregido localmente y cuándo se requiere de una acción en la que deben participar todos los niveles de la Organización. Esto minimiza la confusión, frustración y costo excesivo que se deriva de los problemas no resueltos.

## **GRAFICA DE CONTROL $\bar{X}$ - R**

### **( Promedios Rangos )**

En un proceso de ensamble de automóviles, una partida de producción está compuesta de 500 piezas. De cada partida se toman cuatro piezas como muestra y se miden sus dimensiones.

La siguiente Hoja de Datos ( A ) indica las mediciones obtenidas de 25 partidas.

1. Con la Hoja de Datos ( A ), prepare la Gráfica de Control  $\bar{X}$  - R para análisis del control de proceso.
2. Si el proceso está bajo control estadístico, extienda las líneas límites de control y grafique los valores de  $\bar{X}$  y R anotados en la Hoja de Datos ( B )

3. Evalúe el comportamiento del proceso en función de las mediciones de la Hoja de Datos ( B ), obtenidas después de la Hoja de Datos ( A ). Establezca conclusiones.

### **CALCULO DE LOS LIMITES DE CONTROL**

- \* Grafica  $\bar{X}$  :
- \* Grafica R :

### ***HOJA DE DATOS (A)***

LOTE	MEDICIONES				$\sum X$	$\bar{X}$	R
No.	X1	X2	X3	X4			
1	38	50	34	19	141	35.25	31
2	62	32	45	55	194	48.50	30
3	49	61	41	49	200	50.00	20
4	37	57	24	38	156	39.00	33
5	44	40	40	34	158	39.50	10
6	48	50	33	37	168	42.00	17
7	21	33	46	28	128	32.00	25
8	31	25	49	44	149	37.25	24
9	23	48	42	53	166	41.50	30
10	41	45	30	51	167	41.75	21
11	38	60	44	59	201	50.25	22
12	32	37	50	45	164	41.00	18
13	25	42	43	44	154	38.50	19
14	32	35	56	45	168	42.00	24
15	35	32	51	27	145	36.25	24
16	56	30	24	40	150	37.50	32
17	39	32	50	38	159	39.75	18
18	34	43	45	32	154	38.50	13
19	26	38	48	56	168	42.00	30
20	59	51	45	39	194	48.50	20
21	24	33	36	31	124	31.00	12
22	37	34	57	43	171	42.75	23
23	35	38	34	29	136	34.00	9
24	44	33	35	46	158	39.50	13
25	39	55	52	28	174	43.50	27

$\sum$	1011.75	545
MEDIA	40.47	21.8

**HOJA DE DATOS (B)**

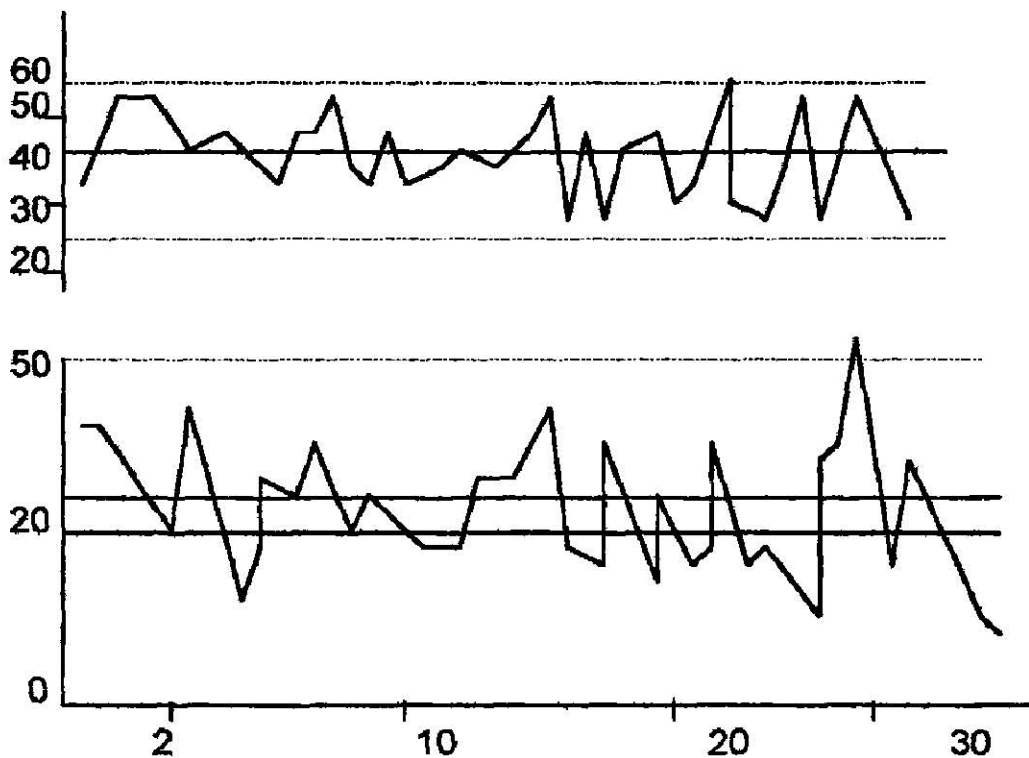
LOTE No.	MEDICIONES				$\sum X$	$\bar{X}$	R
	X1	X2	X3	X4			
26	25	32	35	38	130	32.5	13
27	42	35	32	50	159	39.75	18
28	58	56	61	57	232	58	5
29	44	45	27	19	135	33.75	26
30	48	21	31	23	123	30.75	27
31	63	33	12	48	156	39	51
32	43	56	58	52	209	52.25	15
33	37	28	44	13	122	30.5	31
34	49	52	49	59	209	52.25	10
35	33	34	38	33	138	34.5	5

**GRAFICA  $\bar{X}$ :**

$$\begin{aligned}
 LC &= \bar{X} = 40.47 \\
 LCS &= \bar{X} + AR = 40.07 + .729 \times 21.80 = 56.36 \\
 LCI &= \bar{X} - AR = 40.07 - .729 \times 21.80 = 24.57
 \end{aligned}$$

**GRAFICA R:**

$$\begin{aligned}
 LC &= R = 21.80 \\
 LCS &= D4\bar{R} = 2.282 \times 21.8 = 49.74 \\
 LCI &= D3\bar{R} = 0 \times 21.8 = 0
 \end{aligned}$$



36

### **CONCLUSIONES**

- 1.- En la primera parte del ejercicio, el proceso está en control.
- 2.- Al extender los límites con los datos de la Hoja B, hay puntos que quedan fuera, el proceso ya no está en control.

### **HOJA DE DATOS**

#### **El control de calidad y las hojas de datos**

Se puede afirmar que la base de Control Estadístico de Calidad, es la utilización cabal de cada técnica y de los datos obtenidos mediante esas técnicas. De hecho, el término "estadístico" entraña la utilización de datos. Los datos reflejan la realidad y, toda vez que el control depende de los datos, éstos deben de ser correctos. Por más esmero que se ponga en el análisis de datos incorrectos, el resultado carecerá de todo sentido. La recolección de datos debe efectuarse de manera cuidadosa y exacta. También debe tomarse perfectamente en claro el propósito de reunir los datos. Si no se procede con la debida atención, es fácil olvidar el propósito de la recolección de datos. Además, suele ocurrir que los datos reunidos para controlar el proceso de producción, aclarar la relación entre una causa y un efecto, determinar la resistencia de los materiales, etc., no se utiliza



con el fin de que originalmente se perseguía. A veces no se adoptan ninguna medida pese a que existe una relación definida entre causa y efecto.

Los datos que carecen de objetivos claros o que son poco dignos de confianza, no valen nada. Lo esencial en materia de datos es tener claro el objetivo y que los datos reflejen la realidad.

Luego el próximo problema consiste en facilitar la obtención y el empleo de los datos. Por eso en las fábricas se utiliza toda una variedad de tipos de hojas de datos. Todas ellas sirven a muchos fines, pero el principal es facilitar la compilación de datos de forma tal, que su aprovechamiento sea sencillo y su análisis automático.

## **FUNCIONES**

La Hoja de Datos sirve para examinar los siguientes aspectos:

- 1.-Distribución del proceso de producción
- 2.-Productos defectuosos
- 3.-Ubicación de defectos
- 4.-Causa de los productos defectuosos
- 5.-Verificación de revisiones a lista de verificación
- 6.-Otros.

## HOJA DE CHEQUEO

No. \_\_\_\_\_

Producto \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_

Etapas del proceso \_\_\_\_\_

Sección \_\_\_\_\_

Tipo del Defecto \_\_\_\_\_

Nombre inspector \_\_\_\_\_

Total de Insp. \_\_\_\_\_

Lote No. \_\_\_\_\_

Nota. \_\_\_\_\_

Orden No. \_\_\_\_\_

DEFECTO TIPO	CHEQUEO	SUBTOTAL
A	//// //	8
B	//// //// //// ////	20
C	//// //// //// //	18
D	//// //// //// //// //// //	26
OTROS	///	3
	<b>GRAN TOTAL</b>	<b>75</b>
<b>RECHAZAS TOTAL</b>	//// //// //// //// //// //// //// //// //	<b>37</b>

## ***BIBLIOGRAFIA***

**PLAN INTEGRAL DE DESARROLLO PROGRAMA EDUCACION EN CALIDAD  
MODULO: MONITOREO ESTADISTICO HYLSA S.A. DE C.V.**

**MANUAL DE CALIDAD TOTAL DEL GRUPO INDUSTRIAL BIMBO, S.A. DE C.V.**

**IV CONGRESO NACIONAL DE CONTROL DE CALIDAD 4-8 OCTUBRE 19976.**

**MONTERREY, N.L.**

