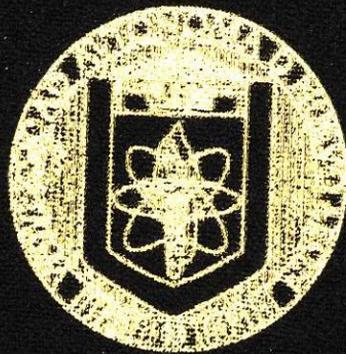


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA



LAS 7 HERRAMIENTAS BASICAS

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO ADMINISTRADOR DE SISTEMAS

PRESENTA

MARICELA VILLANUEVA MEJIA

ASESOR: ING. ROBERTO ELIZONDO VILLARREAL

CD. UNIVERSITARIA

MAYO DE 1996

T

TS156

.8

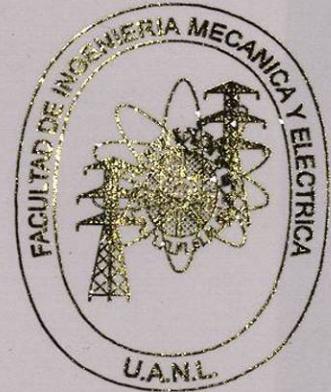
V5

c.1



1080064414

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



**LAS 7 HERRAMIENTAS BASICAS**

**TESIS**  
**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE**  
**ING. ADMINISTRADOR DE SISTEMAS**

**PRESENTA**

**MARICELA VILLANUEVA MEJIA**

**ASESOR: Ing. Roberto Elizondo Villarreal**

**CD. UNIVERSITARIA**

**MAYO DE 1996**

T  
75 156  
.8  
V5



Banco Central  
Magna Solidaridad

*Handwritten signature*



BUENOS AIRES  
UANV  
FONDO  
TESIS LICENCIATURA

**A MIS PADRES:**

S. MAGDALENO.

J. SAMUEL.

J. ANTONIO.

**SR. J. SANTOS  
VILLANUEVA LAZARO.**

**SRA. CATALINA MEJIA  
DE VILLANUEVA**

POR EL APORTE  
BRINDARON Y EL CARINO QUE NOS

**A MIS HERMANOS:**

**A MI NOVIO:**

**S. MAGDALENO.**

**J. SAMUEL.**

**J. ANTONIO.**

**FRANCISCO.**

**MANUEL**

**POR EL APOYO QUE ME  
BRINDARON Y EL CARÍÑO QUE NOS  
UNE.**

**A MI NOVIO:**

**ING. ROBERTO ELIZONDO V.**

**CLEMENTE  
TENIENTE  
RAMIREZ**

**A MIS MAESTROS**

1. INTRODUCCION.

2. OBJETIVOS.

**A MI ASESOR:**

3. DEFINICIONES, CONTROL Y MEJORAS DE LA CALIDAD.

4. LA RECOLECCIÓN DE DATOS.

5. DIAGRAMA DE PARETO.

6. HISTOGRAMAS.

**ING. ROBERTO ELIZONDO V.**

7. DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO.

8. ESTRATIFICACIÓN.

9. HOJAS DE VERIFICACIÓN (CHEQUEO).

10. DIAGRAMA DE DISPERSIÓN.

11. GRÁFICAS DE CONTROL.

**A MIS MAESTROS**

# **LAS 7 HERRAMIENTAS BÁSICAS**

---

<b>1. INTRODUCCIÓN.</b>	<b>2</b>
<b>2. OBJETIVOS.</b>	<b>3</b>
<b>3. DEFINICIONES, CONTROL Y MEJORAS DE LA CALIDAD.</b>	<b>4</b>
<b>4. LA RECOLECCIÓN DE DATOS.</b>	<b>6</b>
<b>5. DIAGRAMA DE PARETO.</b>	<b>8</b>
<b>6. HISTOGRAMA.</b>	<b>15</b>
<b>7. DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO.</b>	<b>23</b>
<b>8. ESTRATIFICACIÓN.</b>	<b>30</b>
<b>9. HOJAS DE VERIFICACIÓN (CHEQUEO)</b>	<b>34</b>
<b>10. DIAGRAMA DE DISPERSIÓN.</b>	<b>39</b>
<b>11. GRÁFICAS DE CONTROL.</b>	<b>44</b>

# INTRODUCCIÓN

---

**Control total de calidad requiere del compromiso de la Dirección y de la participación de todos los trabajadores; pero a más de ello es necesario contar con instrumentos y técnicas que hagan posible medir, analizar y controlar los procesos de trabajo de una manera ágil, confiable y eficaz.**

**Las llamadas 7 herramientas básicas para el CTC estos instrumentos de trabajo deben estar en manos de cada persona para que sean usadas en el trabajo diario, ya que fueron ideadas con ese propósito, pero también deben ser manejadas por los Gerentes. Es la única forma de conocer cómo se están haciendo las cosas, de realizar proyectos para mejorar y de transitar por el camino de la mejora continua.**

**El uso de estas herramientas permiten identificar causas y áreas de problemas, graficar los datos referentes a ellos destacar los problemas vitales y resaltar aspectos que hayan estado ocultos.**

**Para cada una de las herramientas se señala, de manera general, en que consiste, cual es su propósito y la forma de elaboración además se presentan algunos conceptos básicos necesarios para su puesta en practica, por que y como se deben recolectar datos, como se elaboran las principales gráficas empleadas en el control total de calidad.(1)**

(1) DIVISIÓN DE GRADUADOS E INVESTIGACIÓN INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY	LAS 7 HERRAMIENTAS BASICAS	VERSIÓN 4.0 EDICIÓN LIMITADA JULIO DE 1992	PAG. V
---	-------------------------------	--	--------

## OBJETIVOS

---

El objetivo es familiarizarlo con el uso de las 7 herramientas básicas para el CONTROL TOTAL DE CALIDAD y lograr que se aplique en problemas prácticos en su empresa .

- Recolectar y estratificar datos, emplear hojas de verificación y graficar resultados.
- Identificar los problemas vitales mediante el uso de diagrama de Pareto.
- Organizar las posibles causas de un problema e identificar la causa principal a través de un diagrama de Causa - Efecto.
- Organizar los datos en distribuciones de frecuencia y graficarlos en la forma de Histograma.
- Hacer seguimiento a través de Gráficas de Control para lograr que haya la menor variación posible en los resultados de un proceso.
- Analizar la relación que puede existir entre dos variables, a través del Diagrama de Dispersión.(1)

(1) DIVISION DE GRADUADOS E INVESTIGACION INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY	LAS 7 HERRAMIENTAS BÁSICAS	VERSION 4.0 EDICIÓN LIMITADA JULIO DE 1992	PAG. VI
---	-------------------------------	--	---------

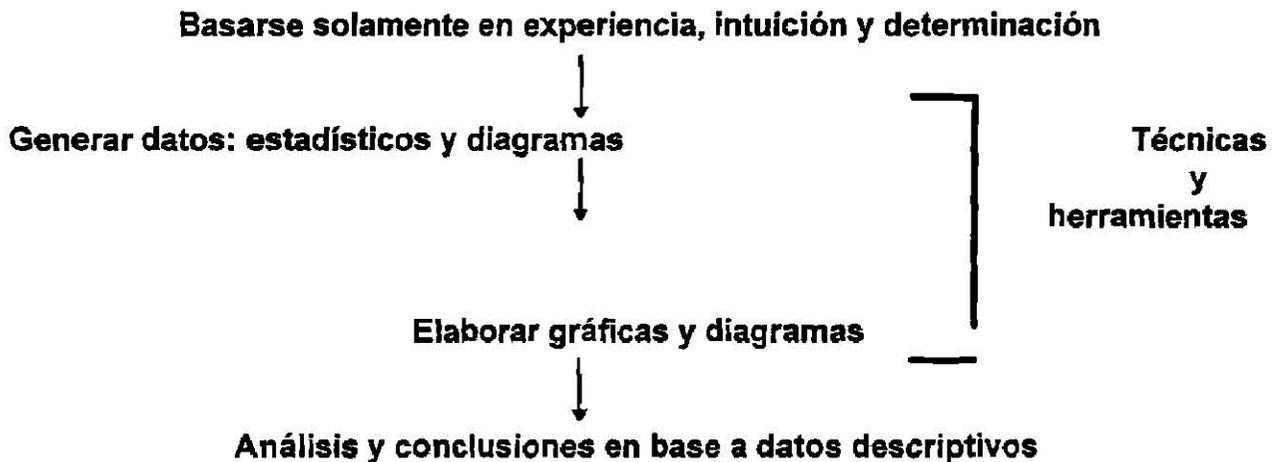
# CONTROL Y MEJORA DE LA CALIDAD

El control y mejora de la calidad para la producción de bienes y servicios requiere de utilizar diversas técnicas, y herramientas para la correcta toma de decisiones, lo que hace necesario obtener datos.

Los datos se clasifican básicamente en datos estadísticos y datos verbales:

- 1) **Datos estadísticos:** son datos que provienen de mediciones y conteos.
- 2) **Datos verbales:** son datos que provienen de intuición y lógica.

La administración científica en su proceso de toma de decisiones ha evolucionado de la siguiente manera:



Las técnicas y herramientas básicas se han agrupado considerando principalmente la naturaleza de los datos.

## HERRAMIENTAS BÁSICAS

### DATOS ESTADÍSTICOS

#### 7 HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS

- DIAGRAMA DE PARETO
- HISTOGRAMA
- DIAGRAMA DE CAUSA- EFECTO
- ESTRATIFICACIÓN
- DIAGRAMA DE DISPERSIÓN
- GRÁFICA DE CONTROL
- HOJA DE VERIFICACIÓN

### DATOS VERBALES

#### 7 HERRAMIENTAS ADMINISTRATIVAS

- DIAGRAMA DE AFINIDAD
- DIAGRAMA DE RELACIONES
- DIAGRAMA DE ÁRBOL
- DIAGRAMA MATRICIAL
- MATRIZ DE VARIACIONES
- GRÁFICA DE PROCESO DE DECISIONES PROGRAMADAS
- DIAGRAMA DE FLECHAS

(2)

**Las 14 herramientas básicas forman parte de una metodología para identificar, análisis, solución y prevención de problemas, la cual demanda la combinación de herramientas.**

**De las 7 herramientas estadísticas, el diagrama de causa- efecto es la única que no trata con datos numéricos sin embargo es una herramienta clave en el proceso del análisis para la solución o prevención del problema. Básicamente es el puente entre el problema y la acción correctiva ya que permite identificar y seleccionar las causas.**

# LA RECOLECCIÓN DE DATOS

---

Es un concepto básico del Control Total de Calidad enfatiza en hacer apreciaciones "con base en hechos y datos" como la forma mas adecuada para disminuir la posibilidad de hacer juicios equivocados que lleven a tomar decisiones perjudiciales para el negocio. Con base en hechos y datos, representa un enfoque científico en la administración, cuyo instrumento fundamental es la estadística, la cual nos enseña a inferir, a partir de unos cuantos datos.

**ESTADÍSTICA:** ciencia que se ocupa de recopilar, organizar, representar y analizar un conjunto de datos, con el fin de inferir y generalizar la información contenida en ellos.

El papel de la estadística en el CTC es crucial. Si deseamos mejorar un proceso es de mucha ayuda el análisis estadístico de los datos que se obtengan mediante la observación científica de los procesos de producción o de servicio.

En cualquier empresa se recogen numerosos datos, cuyo análisis ordenado a través de sencillas técnicas estadísticas nos va a permitir estudiar y comprender la forma que se está trabajando y tomar decisiones para mejorar nuestros procesos o servicios.

DATOS DE CALIDAD	PARA LA CALIDAD DE MATERIALES Y PRODUCTOS
CANTIDAD	
COSTO	LAS CONDICIONES DE OPERACIÓN
SEGURIDAD	LA CANTIDAD DE PRODUCIDAS
PROBLEMAS	EL NUMERO DE PROCESOS
ACCIDENTES	INVOLUCRADOS

Frecuentemente utilizamos nuestra experiencia, nuestra intuición o conceptos abstractos para tomar decisiones, las cuales no siempre son las más adecuadas: es por esto que adicionalmente necesitamos datos para llegar a juicios correctos o decisiones acertadas. (1)

(1) DIVISION DE GRADUADOS E INVESTIGACIÓN INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY	LAS 7 HERRAMIENTAS BÁSICAS	VERSIÓN 4.0 EDICIÓN LIMITADA JULIO DE 1992	PAG. 1,2,3
---	-------------------------------	--	---------------



**Es necesario que en nuestra rutina diaria e trabajo se incorpore el uso de datos, de tal forma que nos permita cierto grado de confiabilidad en nuestra acciones.(1)**

(1) DIVISIÓN DE GRADUADOS E INVESTIGACION	LAS 7 HERRAMIENTAS	VERSIÓN 4.0	PAG.
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS	BÁSICAS	EDICIÓN LIMITADA	1,2,3
SUPERIORES DE MONTERREY		JULIO DE 1992	

## DIAGRAMA DE PARETO

---

**“Aquí el mayor problema es que los operarios no hacen su trabajo”**

**En primer lugar, no siempre lo que parece ser lo más aparente, es la causa principal de un problema.**

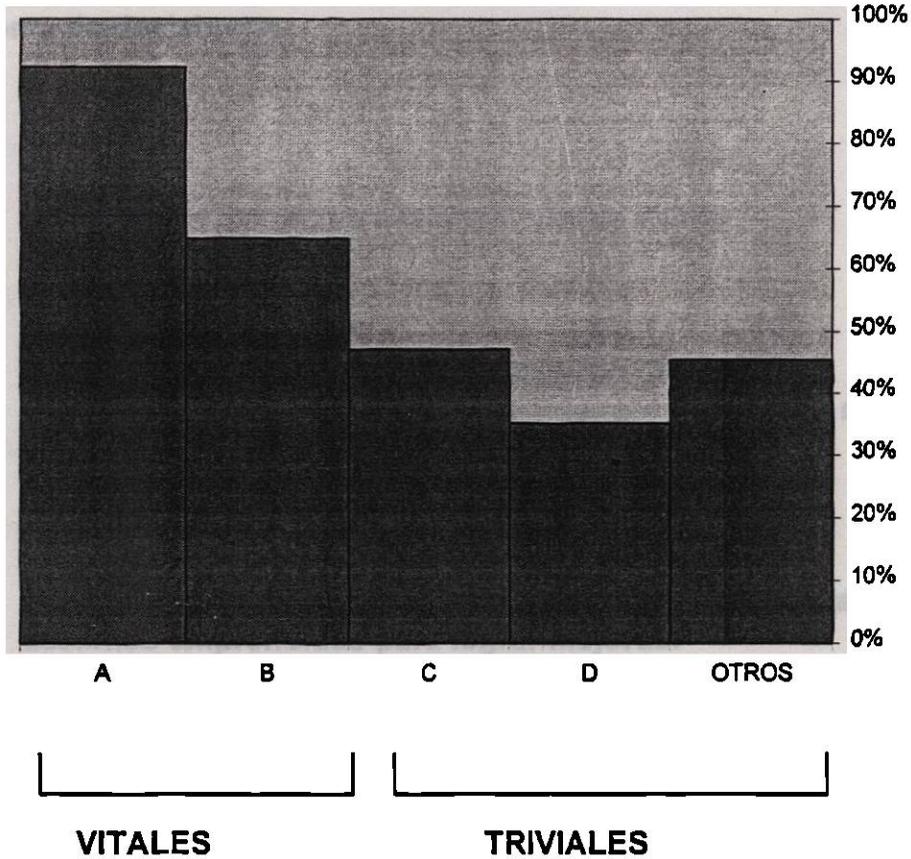
**En segundo lugar, siempre habrá lugar para la mejora en cualquier negocio.**

**Es necesario identificar los problemas más importantes a fin de no hacer esfuerzos inútiles.**

**El diagrama de Pareto es la herramienta que va a permitir identificar los problemas reales de mayor importancia, que deben ser enfrentados inmediatamente.(1)**

## ¿QUE ES EL DIAGRAMA DE PARETO?

Es una gráfica de barras que representa en forma ordenada, de mayor a menor, los problemas sujetos a estudios, tales como: defectivos, tallas, errores, devoluciones, demoras accidentes, etc.



(2)

## ¿PARA QUE SIRVE EL DIAGRAMA DE PARETO?

El objetivo del diagrama de Pareto es identificar lo “pocos vitales” o sea, ese 20% , del tal manera que la acción correctiva se aplique donde produzca un mayor beneficio. Al organizar los factores por orden de importancia, facilita una correcta toma de decisiones.

- **Canaliza los esfuerzos hacia los “pocos vitales.**
- **Es el primer paso para la realización de mejoras, pues se aplica en todas las situaciones en donde se pretende efectuar una mejora, en cualquier de los componentes de la Calidad Total.**
- **Permite la comparación entes / después, ayudando a cuantificar el impacto de las acciones emprendidas para lograr mejoras.**
- **Se utiliza para expresar los costos que implica cada tipo de defectos y los ahorros logrados mediante el efecto correctivo llevado a cabo a través de determinadas acciones. (2)**

## ¿COMO SE HACE EL DIAGRAMA DE PARETO?

Se asemeja a un diagrama de barras, y su construcción comprende los siguientes pasos;

### PASO # 1

Identifique el problema o área de mejora en la que se va a trabajar.

### PASO # 2

Elabore una lista de los factores que pueden estar incidiendo en el problema.

### PASO # 3

Establezca el período de tiempo dentro del cual se recolectarán los datos.

### PASO # 4

Diseñe una hoja de verificación para la frecuencia con que ocurre cada factor, dentro del período fijado, especificando el número total de casos verificados.

### PASO # 5

Con base en los datos de la hoja de verificación, ordene los distintos factores conforme a su frecuencia, comenzando con el que se da un número mayor de veces. Recuerde que el número de todas las frecuencias debe ser igual al número de casos u observaciones hechas.

### PASO # 6

Obtenga el porcentaje relativo de cada causa o factor, con respecto al total:

$$\text{Porcentaje relativo} = \frac{\text{frecuencia de la causa}}{\text{total de frecuencia}} \times 100$$

La suma de todos los porcentajes debe ser igual al 100% (1)

(1) DIVISIÓN DE GRADUADOS E INVESTIGACIÓN	LAS 7 HERRAMIENTAS	VERSIÓN 4.0	PAG.
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS	BÁSICAS	EDICIÓN LIMITADA	98,99,
SUPERIORES DE MONTERREY		JULIO DE 1992	100

## **PASO # 7**

Calcule el porcentaje relativo acumulado, sumando en forma consecutiva los porcentajes de cada factor. Con esta información se señala el porcentaje de veces que se eliminaría si se realizan acciones efectivas que supriman las causas principales del problema.

## **PASO # 8**

### **CONSTRUYA EL DIAGRAMA DE PARETO.**

**8.1** En el eje horizontal se anota las causas (factores) de izquierda a derecha, en orden decreciente en cuanto a su frecuencia o costo. El eje vertical izquierdo se gradúa de forma tal que sirva para mostrar el número de datos observados (la frecuencia de cada causas). El eje vertical derecho mostrará el porcentaje relativo acumulado.

**NOTA:** Es importante cuidar que el diagrama sea más bien cuadrado, es decir, la longitud del eje horizontal debe ser aproximadamente igual que la del eje vertical. Esto debe hacerse para evitar una interpretación errónea de los resultados.

**8.2** Trace las barras o rectángulos correspondientes a los distintos factores o causas. La altura de las barras representa el número de veces que se presentó la causa, y se dibuja con la misma amplitud, unas tras otras.

**8.3** Coloque los puntos que representan el porcentaje relativo acumulado, teniendo en cuenta la graduación de la barra vertical derecha; los puntos se colocan en la posición que corresponde al extremo derecho de cada barra, y se traza una nueva curva que una dichos puntos. En esta forma queda graficada la curva del porcentaje relativo.

**8.4** Desde la marca del 80% en el eje vertical derecho, trace una línea hasta la curva que muestre los porcentajes acumulados, y de allí baje una línea hasta el eje horizontal, para identificar los POCOS VITALES. Como cualquier otra herramienta, el diagrama de Pareto debe acompañarse de información que señale cuál es el problema, fecha, responsable, lugares, etc.(1)

(1) DIVISIÓN DE GRADUADOS E INVESTIGACION	LAS 7 HERRAMIENTAS	VERSIÓN 4.0	PAG.
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS	BÁSICAS	EDICIÓN LIMITADA	101,102,
SUPERIORES DE MONTERREY		JULIO DE 1992	103

Habiendo ya identificado lo "pocos vitales" el siguiente paso sería que los responsables que han realizado el diagrama se pregunten sobre la factibilidad de atacar estos factores. Según el principio de Pareto, la acción de eliminar estos factores traería como consecuencia la disminución del tamaño del problema en aproximadamente un 80%.

Naturalmente, el atacar esos factores implica el uso de recursos, los cuales deberán estudiarse para ver si con ellos se puede llevar a cabo esta actividad. En el caso con que no se cuente con los recursos necesarios para eliminar todos o algunos de esos factores, se deberá decidir sobre la conveniencia de enfrentar tal o cual factor.

## DIAGRAMA DE PARETO DE COSTO:

El diagrama de Pareto puede tener mayor impacto cuando los problemas analizados son expresados en función de sus costos. Es posible calcular el costo para cada tipo de error e particular mediante la evaluación del costo incurrido cada vez que tal error ocurre. Tales costos deben considerar aspectos tales como clientes perdidos, materia prima.

El procedimiento es igual que un diagrama de Pareto, pero ahora el eje vertical izquierdo del diagrama será graduado en función de los costos incurridos por cada tipo de factor.

## OBSERVACIONES

- Cuando se está considerando el costo de cada causa o factor, ocurre un reordenamiento debido al alto costo de algunos de ellos.
- Un factor que se presente con mayor frecuencia puede tener asociado un menor costo que aquel que no se presenta tanto, pero cuyo costo es muy alto; luego este último quedará colocado ahora como la primera categoría.
- Por tanto es conveniente construir un diagrama de Pareto de costo, además del diagrama para el número de casos, con el propósito de obtener mayor información y poder tomar mejores decisiones.(1)

(1) DIVISION DE GRADUADOS E INVESTIGACION	LAS 7 HERRAMIENTAS	VERSION 4.0	PAG.
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS	BÁSICAS	EDICIÓN LIMITADA	103.104
SUPERIORES DE MONTERREY		JULIO DE 1992	

## USO DEL DIAGRAMA DE PARETO

1. El diagrama de Pareto es el primer paso para efectuar mejoras.
2. Los diagramas de PARETO se pueden utilizarse para la realización de mejoras en todos los aspectos. La mejoras de Calidad no se relacionan exclusivamente con la calidad de los productos, los procesos o los servicios.
3. Los diagramas de PARETO nos sirve para confirmar los efectos de las mejoras realizadas.

## RECOMENDACIONES PARA SU USO

- Clasificar los datos de diferente manera y construya varios tipos de diagramas de Pareto.
- No es deseable que la barra de "otros" represente un alto porcentaje. (2)

## HISTOGRAMA

---

En ocasiones se tiene un gran volumen de información que se desea organizar de manera gráfica para observar la forma como se distribuyen los datos según su frecuencia de ocurrencia y tomar decisiones con base en ello.

Ver gráficamente la manera como se distribuye el tiempo de vida de los productos probados y sacar algunas conclusiones, como: rango, concentración de los datos sobre algún intervalo, dispersión, etc.

La herramienta indicada en estos casos es el Histograma. Para trabajar con el Histograma, es necesario conocer primero cómo se organizan los datos, y para este fin se construye las tablas llamadas "distribuciones de frecuencias".(1)

(1) DIVISION DE GRADUADOS E INVESTIGACION INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY	LAS 7 HERRAMIENTAS BÁSICAS	VERSION 4.0 EDICIÓN LIMITADA JULIO DE 1992	PAG. 113
---	-------------------------------	--	-------------

# LA ORGANIZACIÓN DE DATOS EN DISTRIBUCIONES DE FRECUENCIA

Para poder analizar los datos y obtener la información que deseamos a partir de ellos, necesitamos ordenarlos. La forma común de ordenarlos es construir con ellos una tabla llamada **DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS**. El procedimiento que se sigue para la elaboración de esta tabla consiste básicamente en organizar los datos por grupos, categorías o clases.

## ¿COMO SE HACE LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS?

**OBTENGA EL RANGO DE LOS DATOS.**

El rango es la diferencia que existe entre el dato mayor ( $X_M$ ) y el menor ( $X_m$ ) de un conjunto de datos:  $R = X_M - X_m$ , e indicar qué distancia cubra los datos si se ordenan en una recta numérica.

**DETERMINE EL NUMERO DE CLASES**

Para saber en cuántas clases conviene agrupar los datos, se acostumbra tener como guía la siguiente tabla:



(1)

(1) DIVISION DE GRADUADOS E INVESTIGACION	LAS 7 HERRAMIENTAS	VERSION 4.0	PAG.
INSTITUTO TECNOLOGICO DE ESTUDIOS	BASICAS	EDICIÓN LIMITADA	114, 115,
SUPERIORES DE MONTERREY		JULIO DE 1992	116

## DETERMINE LA AMPLITUD DE CADA CLASE

Esto se lleva a cabo dividiendo el rango de los datos ( R ) aumentando en una unidad de medición ( U ), entre el número establecido de clases:  $A = ( R + U ) / K$

### NOTAS:

1. Cuando se trabaja con números enteros, la unidad ( U ) equivale a 1. Si es con fraccionario, la unidad es de la misma clase que la de las unidades fraccionarias que se maneja. Así, si se trabaja con décimas, la unidad es una décima (0.1); si son centésimas, será una centésima (0.01), etc.
2. Cuando se manejan datos enteros y el resultado del cálculo de la amplitud incluye cifras decimales, éstas se suprimen, y el resultado se redondea elevándolo en una unidad. Cuando se maneja datos que incluyen una decimal y el resultado incluye dos o más decimales, esta cantidad se redondea en el resultado; y así sucesivamente.

## ESTABLEZCA LOS VALORES LIMITES DE CADA CLASE.

Estos son llamados las **FONTERAS INFERIOR ( F<sub>i</sub> )** y **SUPERIOR ( F<sub>s</sub> )** de cada una. La frontera inferior de la primera clase se establece restando la mitad de una unidad ( U ) al dato menor de todo el conjunto. La frontera superior se obtiene sumando la amplitud ( A ) a la frontera inferior. Para las siguientes clases, se copia la frontera inferior de la clase anterior y se repite el proceso de sumar la amplitud para obtener la frontera superior.

## CALCULE EL PUNTO MEDIO DE CADA CLASE

Este valor se denomina **MARCA DE CLASE**; se denota por  $X_i$  y es la semisuma de las fronteras de la clase:  $X_i = ( F_{i i} + F_{s i} ) / 2$

(1)

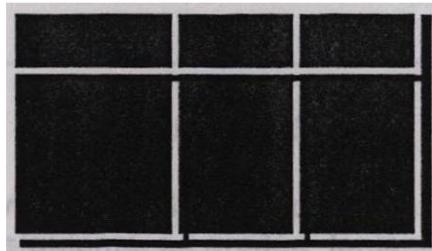
(1) DIVISION DE GRADUADOS E INVESTIGACION INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY	LAS 7 HERRAMIENTAS BÁSICAS	VERSION 4.0 EDICIÓN LIMITADA JULIO DE 1992	PAG. 115,116
---	-------------------------------	--	-----------------

**CALCULE LAS FRECUENCIAS ABSOLUTAS DE CADA CLASE.**

**Cuente el número de datos que caen dentro de cada una de las clases; estas cantidades se llaman frecuencias, y se denotan con el símbolo  $f$**

**ELABORE LA TABLA DE FRECUENCIAS.**

**La distribución de frecuencias terminada presenta la siguiente forma:**

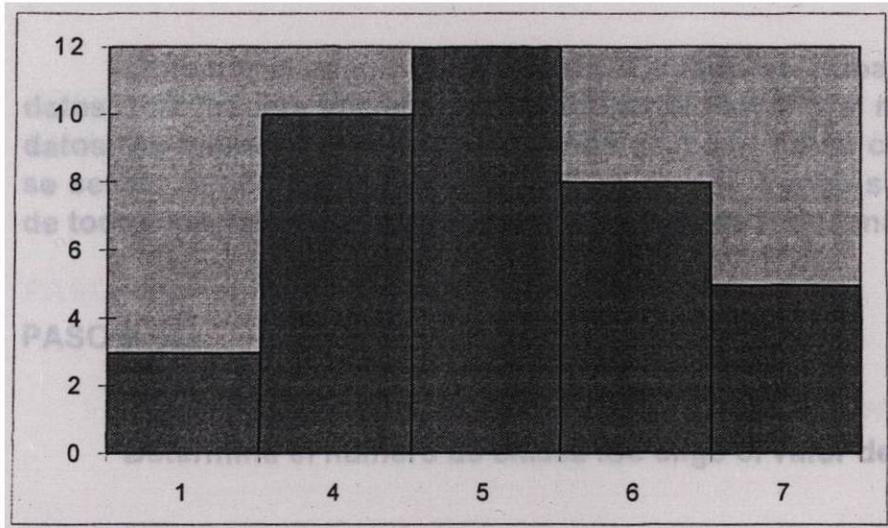



**Conociendo ya cómo se hacen las distribuciones de frecuencias, podemos comenzar a estudiar el Histograma.**

## **¿QUE ES EL HISTOGRAMA?**

**El Histograma es una gráfica que resulta de la tabla de frecuencias de los datos: está integrada por un conjunto de barras que representan los intervalos o clases, ubicadas en un sistema de coordenadas.(1)**

(1) DIVISIÓN DE GRADUADOS E INVESTIGACIÓN INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY	LAS 7 HERRAMIENTAS BÁSICAS	VERSIÓN 4.0 EDICIÓN LIMITADA JULIO DE 1992	PAG. 116,117
---	-------------------------------	--	-----------------



### VARIABLES

La línea vertical indica la cantidad de datos que contiene cada clase o categoría. Por consiguiente, se gradúa teniendo en cuenta la frecuencia máxima. En la línea horizontal se dispone las fronteras o límites de todas las clases, correspondientes a la variable bajo estudio. Las barras corresponden a cada clase, y su altura es proporcional al valor de la frecuencia absoluta de la misma.

## ¿COMO SE ELABORA EL HISTOGRAMA?

La elaboración del Histograma parte de un conjunto de datos, arreglados en una distribución en una distribución de frecuencias. El procedimiento para elaborarlo sigue los mismos pasos que la distribución de frecuencias, al cual se agrega el paso mismo de la graficación de dos de las columnas de la tabla: la segunda (de las clases) y la última (las frecuencias absolutas). Los pasos para la elaboración son los siguientes:

(1)

(1) DIVISIÓN DE GRADUADOS E INVESTIGACIÓN	LAS 7 HERRAMIENTAS	VERSIÓN 4.0	PAG.
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS	BÁSICAS	EDICIÓN LIMITADA	117,118,
SUPERIORES DE MONTERREY		JULIO DE 1992	

## PASO # 1

Obtenga el rango de los datos. Cuando se trabaja con un número grande de datos, una manera eficiente de identificar el mayor y el menor de ellos .Se dividen los datos, de manera tentativa, en algunos grupos ( en 10 columnas). Para cada columna se señala el número mayor y el número menor .Luego se determina: el valor más alto de todos los valores altos y el valor más bajo de todos más bajos.

## PASO # 2

Determine el número de clases .Se elige el valor de K

## PASO # 3

Determine l amplitud de cada clase. La amplitud está dada por

$$A = \frac{R + U}{k}$$

Donde la unidad de medida (U) es hora.

## PASO # 4

Establezca los valores límites de cada clase. La frontera inferior de la primera clase es igual al dato menor media unidad. La frontera superior se obtiene sumando la amplitud a este valor.

## PASO # 5

Calcule el punto medio de cada clase. El valor medio de la primera clase está dado por la semisuma de las fronteras.

(1)

(1) DIVISION DE GRADUADOS E INVESTIGACION	LAS 7 HERRAMIENTAS	VERSION 4.0	PAG.
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS	BÁSICAS	EDICIÓN LIMITADA	118, 119
SUPERIORES DE MONTERREY		JULIO DE 1992	,1120

## **PASO # 6**

**Calcule las frecuencias absolutas de cada clase. Señale el número de datos en cada clase con una marca. Evite equivocaciones haciendo una doble verificación.**

## **PASO # 7**

**Elabore la tabla de frecuencias. Reuniendo la información.**

## **PASO # 8**

**Graficación del Histograma. Dibuje los ejes verticales y horizontales. El eje vertical se gradúa teniendo la frecuencia máxima, En el eje horizontal se representa las clases, las cuales, a diferencia de la gráfica de barras, deben estar una junto a otra, para asegurarse la continuidad de los datos. Tenga en mente que las longitudes de los ejes sean más o menos iguales. Dibuje las barras.**

# **INTERPRETACIÓN DEL HISTOGRAMA**

**La forma de un Histograma depende de la distribución de las frecuencias absolutas de los datos. Algunas de las formas más comunes que puede adoptar un Histograma son las siguientes:**

## **NORMAL**

**La forma denominada “normal” muestra que los valores medios tiene altas frecuencias; en tanto que los extremos las tienen bajas.**

**(1)**

<b>(1) DIVISION DE GRADUADOS E INVESTIGACION INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY</b>	<b>LAS 7 HERRAMIENTAS BÁSICAS</b>	<b>VERSION 4.0 EDICIÓN LIMITADA JULIO DE 1992</b>	<b>PAG. 121,121, 128</b>
--	---------------------------------------	---	----------------------------------

## **SESGADO A LA DERECHA**

**Esta forma muestra poca frecuencia hacia la derecha y mucha en los valores pequeños del otro extremo.**

## **SESGADO A LA IZQUIERDA**

**Esta forma muestra un sesgo o cola hacia la izquierda, lo cual indica poca frecuencia en los valores bajos y mucha en los altos.**

## **FORMA U**

**Esta forma señala altas frecuencias en los extremos y pocas en los valores medios.(1)**

## **RECOMENDACIONES PARA SU USO**

**Las siguientes son las recomendaciones más importantes en la elaboración y uso de un Histograma.**

- **Utilizar la unidad mínima de los dígitos de los datos en la construcción.**
- **Compare el Histograma con los límites de especificaciones**

**Estratificar los Histograma cuando los datos provienen de dos o mas subpoblaciones.(2)**

<b>(1) DIVISIÓN DE GRADUADOS E INVESTIGACION INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY</b>	<b>LAS 7 HERRAMIENTAS BÁSICAS</b>	<b>VERSION 4.0 EDICIÓN LIMITADA JULIO DE 1992</b>	<b>PAG. 126</b>
<b>(2).FELIPE J. ARRONA H</b>	<b>SEGUNDA EDICIÓN</b>		<b>PAGS. 170, 71</b>

## DIAGRAMA DE CAUSA - EFECTOS

---

En el trabajo rutinario de una empresa se presenta numerosos problemas. Quejas variadas de los clientes, errores en los procedimientos, etc. Cuando se analiza cualquiera de estos problemas, a menudo ocurre que se señala algunas probables causas, dentro de las cuales, a lo mejor no se encuentra la principal; de ahí que se dificulte encontrar la solución. Por eso es necesario que cada uno de los involucrados en el problema, contribuya con sus ideas en torno a las posibles causas, y que éstas se vayan organizando y relacionando con su efecto, de una manera gráfica.

El instrumento que permite tener un panorama global del problema y visualizar las relaciones que tiene las causas entre sí y con su efecto es el diagrama causa - efecto.(1)

## ¿QUE ES EL DIAGRAMA DE CAUSA - EFECTO?

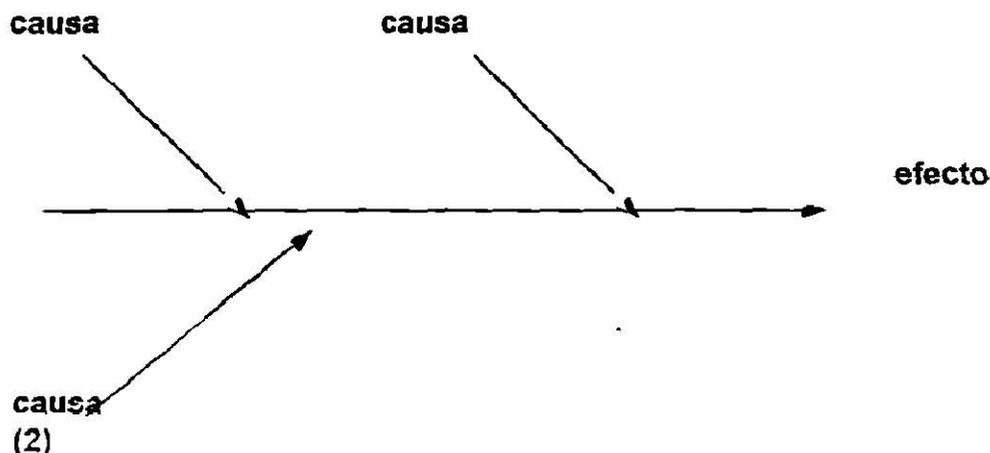
El diagrama de causa - efecto es una herramienta que divide las causas que originan o influyen en ciertos problemas o características de calidad(efecto)

El diagrama de causa - efecto juega un papel muy importante para organizar datos verbales con el fin de identificar, analiza y seleccionar sus causas y tomar las acciones necesarias.

El uso de este diagrama facilita en forma notable entendimientos y comprensión del proceso y a su vez elimina la dificultad del control de la calidad en el mismo aun en caso de relaciones demasiado complicadas y promueve el trabajo en grupo ya que es necesario la participación de la gente involucrada en el proceso para su elaboración y uso.

El enemigo más grande para mantener el control en un proceso es que la gente trata de buscar excusas para no lógralo.

El diagrama muestra la relación entre la características de calidad(efecto) y sus causas por medio de flechas, como se muestra:



## ¿PARA QUE SIRVE EL DIAGRAMA DE CAUSAS - EFECTO?

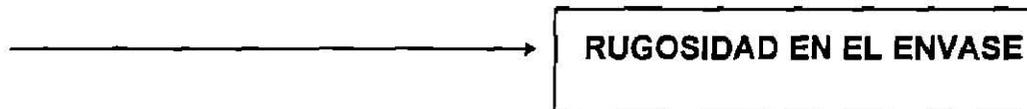
- **Elaborar un diagrama de causa - efecto es una labor educativa en sí misma, en la cual se favorece el intercambio de técnicas y experiencias entre los miembros del grupo de mejora, cada uno de los cuales ganará nuevos conocimientos ya sea al realizar el diagrama.**
- **El diagrama puede ser utilizado para el análisis de cualquier problema, ya que sirve para identificar los diversos factores que afectan un resultado, como para clasificarlos y relacionarlos entre sí.**
- **El análisis que supone la elaboración del diagrama ayuda también a determinar el tipo de datos que se deben obtener para confirmar si los factores seleccionados fueron realmente las causas del problema**
- **El diagrama se puede emplear, por otra parte, para prevenir problemas, pues proporciona una visión de conjunto, bien sea de los factores de una determinada característica de calidad, o bien, de las fases que integran el proceso. Cuando se detectan causas potenciales de un problema, éstas pueden prevenirse si se adoptan controles apropiados.**
- **Finalmente, el diagrama de causa - efecto muestra la habilidad que posee el personal encargado del proceso; cuanto más alto sea el nivel, mejor será el diagrama resultante.(1)**

# ELABORACIÓN DEL DIAGRAMA DE CAUSA - EFECTO

Se recomiendan los siguientes pasos para construir este diagrama:

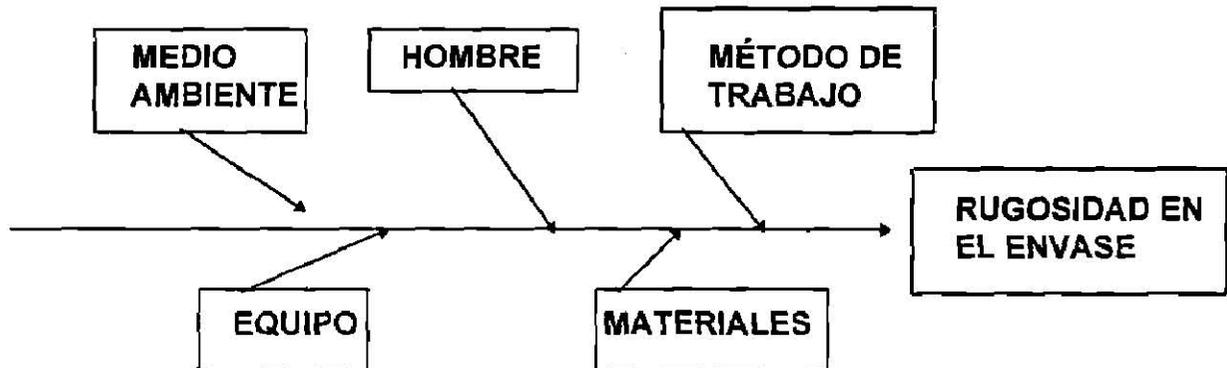
## 1.- DEFINA EL "EFECTO" O RESULTADO.

El efecto debe ser definido modo claro. Escriba el enunciado del efecto en una hoja grande (en la parte central de ésta y hacia el lado derecho) . Encierre el enunciado en un cuadro y dibuje una flecha con su punta conectada con el cuadro.



## 2.- IDENTIFIQUE LAS CAUSAS MAYORES.

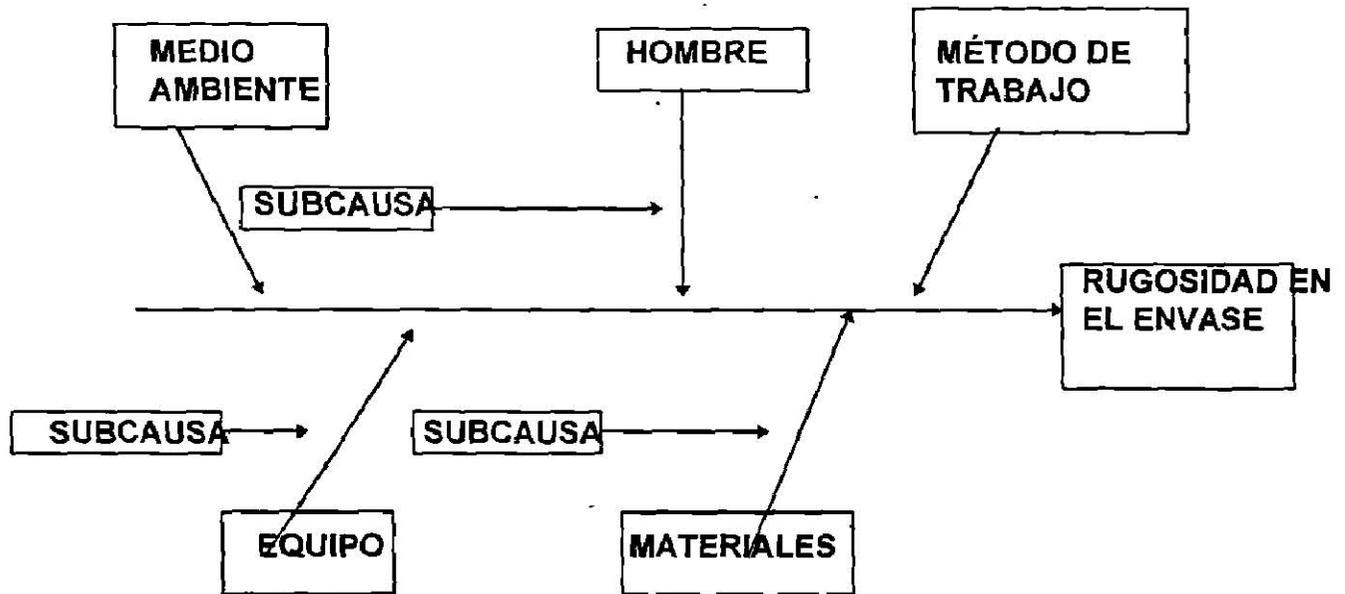
El equipo de trabajo sesionará, mediante una "lluvia de ideas"; en primer lugar se reconocen las causas principales, que generalmente corresponden a las categorías conocidas como 4M / 1H (MATERIAL, MÉTODO, MAQUINA, MEDIO AMBIENTE Y HOMBRE), pero que puedan variar dependiendo del problema o efecto que se esté analizando. Por lo general, a la flecha mayor sólo deben llegar de 4 a 8 "espinas".



(1)

### 3.- IDENTIFIQUE CAUSAS Y SUBCAUSAS QUE CONTRIBUYEN AL EFECTO

Estas deben registrarse en el diagrama (las causas y subcausas contribuyen las ramas o espinas de las causas mayores)



### 4.- VERIFIQUE LAS CAUSAS PROBABLES

Cerciórese que no haya omitido o traslapado ninguna causa probable.

### 5.- SEÑALE Y VERIFIQUE LAS CAUSAS MAS PROBABLES.

Con un círculo u otra marca, señale las causas que, con base en la experiencia de los participantes, sean las más probables y verifique estas apreciaciones mediante el análisis, recolectando datos para ver si el impacto sobre el problema es significativo.

Si el impacto de las causas señaladas sobre el problema, no es significativo, se hace el mismo análisis sobre las otras causas.

**EN ESTE PROCESO ITERATIVO: DEBE REPETIRSE CUANTAS VECES SEA NECESARIO.(1)**

(1) DIVISION DE GRADUADOS E INVESTIGACION INSTITUTO TECNOLOGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY	LAS 7 HERRAMIENTAS BASICAS	VERSION 4.0 EDICIÓN LIMITADA JULIO DE 1992	PAG. 85, 86
---	-------------------------------	--	----------------

Es importante señalar que en el diagrama de causa - efecto sólo se anotan las causas y no las soluciones del problema / área de oportunidad. Cada una de las causas potenciales que han sido identificadas se puede examinar de un modo más detallado preguntando para cada una de ellas lo siguiente :

**¿QUIEN? ¿QUE? ¿DONDE? ¿CUANDO? ¿POR QUE?**

La meta que se persigue es llegar al corazón mismo del problema . En ocasiones se sugiere el uso de tarjetas que se repartan entre los participantes, en las cuales se anotan las causas que ellos consideren importantes; al terminar, se colocarán y se agruparán por afinidad y se les definirán los encabezados, con esta información se arma el diagrama final.

## **¿COMO SE UTILIZA EL DIAGRAMA DE CAUSA - EFECTO?**

### **PARA DIRIGIR UNA DISCUSIÓN.**

En las reuniones de los miembros del grupo de mejoras se tiende a "salirse del tema". Con la elaboración del diagrama de causa - efecto, la discusión se mantiene centrada en el tema.}

### **COMO MEDIO DE APRENDIZAJE.**

La elaboración de un diagrama de causa - efecto puede convertirse en una labor educativa , pues la participación y discusión de todos y cada uno de los miembros del grupo contribuye a que ellos aprendan cosas nuevas.

### **RECOLECCIÓN DE DATOS.**

El análisis que supone la elaboración del diagrama ayuda también a determinar el tipo de datos con el fin de confirmar si los factores seleccionados fueron realmente las causas del problema.(1)

(1) DIVISIÓN DE GRADUADOS E INVESTIGACION INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY	LAS 7 HERRAMIENTAS BASICAS	VERSION 4.0 EDICION LIMITADA JULIO DE 1992	PAG. 86, 87,93
---	-------------------------------	--	-------------------

## **PREVENCIÓN DE PROBLEMA.**

**El diagrama se puede emplear, para prevenir problemas, pues proporciona una visión de conjunto, bien sea de los factores de una determinada característica de calidad, o bien, de las fases que integra el proceso. Cuando se detectan causas potenciales de un problema, éstas pueden prevenirse si se adoptan controles apropiados.**

## **EVALUACIÓN DE HABILIDADES.**

**El diagrama de causa - efecto permite ver la habilidad que posee el personal encargado de su elaboración, entre más alto sea el nivel, mejor será el diagrama resultante.(1)**

## ESTRATIFICACIÓN

---

**El análisis de información puede dificultarse si no se ha hecho una organización de esta.**

**En aspectos de control total de calidad, cuando se investiga la causa de una falla o la variación excesiva que se presenta en un proceso, se tiene a veces la necesidad de examinar los datos mediante una agrupación de estos ya sea por tipo de producto, tipo de materiales, tipo de equipo, método de trabajo o empleado.(1)**

## ¿QUE ES Y PARA QUE SIRVE LA ESTRATIFICACIÓN?

La estratificación es la clasificación de factores en una serie de grupos con características similares, con el propósito de comprender mejor la situación y encontrar la causa de los problemas más fácilmente

Si los datos no se clasifican, o no se agrupan por categorías, no es posible encontrar las causas de los problemas. La estratificación es un concepto de la naturaleza.(2)

Se puede estratificar los datos que se recojan para hacer un análisis detallado a través de herramientas estadísticas como el diagrama de Pareto. El diagrama de causa - efecto, el diagrama de dispersión, las hojas de verificación y las gráficas de control.

Como las características de calidad están siempre acompañadas por alguna variación, las causas de éstas se detectan más fácilmente cuando los datos se estratifican de acuerdo con los factores de control, es decir, aquellos que se piensa son la principal causa de esa variación.

### LA ESTRATIFICACIÓN TIENE UNA GRAN VARIEDAD.

- Sirve para identificar la causa que tiene mayor influencia en la variación.
- Permite comprender de manera detallada la estructura de un grupo de datos, lo cual permitirá identificar las causas del problema y llevar a cabo las acciones correctivas convenientes.
- Permite examinar la diferencia en los valores promedios y la variación entre diferentes estratos, y tomar medidas contra la diferencia que pueda existir.

LA ESTRATIFICACIÓN SE UTILIZA PARA CLASIFICAR DATOS E IDENTIFICAR SU ESTRUCTURA Y AFINIDAD.(1)

(1) DIVISION DE GRADUADOS E INVESTIGACION INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY	LAS 7 HERRAMIENTAS BÁSICAS	VERSIÓN 4.0 EDICIÓN LIMITADA JULIO DE 1992	PAG. 64, 65
(2).FELIPE . ARRONA H	SEGUNDA EDICIÓN		PAGS. 111

## COMO ESTRATIFICAR

A continuación presentamos una lista de pasos recomendados para llevar a cabo la estratificación:

### PASO # 1

Determine los factores a estratificar y aclare la razón de ellos. Los factores generalmente se refieren a las 4 m's (materiales, métodos, maquinaria y mano de obra).

Estos factores son causas supuestas de cierto problema en análisis para su solución.

### PASO # 2

Clasifique estos factores en grupos individuales de tal manera que permitan definirlos mejor.

### PASO # 3

Diseñe una hoja de datos para obtener la información; la hoja deberá contener la clasificación decidida para los grupos individuales.

### PASO # 4

Obtenga, analice los datos y haga los cálculos necesarios para evaluar los grupos individuales entre si; establezca conclusiones.(2)

## USO DE LA ESTRATIFICACIÓN.

- Para confirmar causas de problemas cuando se utilizan datos que provienen de conteos.
- En algunas ocasiones se utiliza el diagrama de Pareto para seleccionar causas más importantes, comparándolas entre sí. Al diagrama se le denomina diagrama de Pareto de causa.(2)

## HOJA DE VERIFICACIÓN

---

En todas las empresas hay una gran cantidad de datos que pueden recolectarse, relacionados con respecto que hay que verificar y mejorar permanentemente: calidad en el producto / servicio, costo, entrega seguridad y moral.

La hoja de verificación es la herramienta que se utiliza para recolectar datos en un formato lógico, sirve como una herramienta de transición entre la recolección de datos y el uso de técnicas mas elaboradas. su objetivo primordial es lograr que un gerente, un ingeniero de planta, los supervisores o los mismos operarios estén n capacidad de reunir y organizar datos en un formato tal que les permita un análisis eficiente y fácil.(1)

(1) DIVISION DE GRADUADOS E INVESTIGACION INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY	LAS 7 HERRAMIENTAS BÁSICAS	VERSION 4.0 EDICIÓN LIMITADA JULIO DE 1992	PAG. 49
---	-------------------------------	--	---------

## ¿PARA QUE SIRVE LA HOJA DE VERIFICACIÓN?

Los datos recolectados en una hoja de verificación tiene un uso directo en la elaboración de otras gráficas de control de calidad, como la gráfica de control, el Histograma, el diagrama de Pareto, etc. La hoja de verificación sirve para lo siguiente:

- Proporciona un medio para registrar de manera eficiente los datos que servirán de base para subsecuentes análisis.
- Proporciona registros históricos, que ayudan a percibir los cambios en el tiempo.
- Facilita el inicio del pensamiento estadístico.
- Ayuda a traducir las opiniones en hechos y datos.
- Se puede usar para confirmar las normas establecidas.
- Facilita el cumplimiento del trabajo.(1)

## PROCEDIMIENTO DE ELABORACIÓN

### 1.- DEFINA CLARAMENTE EL PROPÓSITO DE LA RECOLECCIÓN DE LOS DATOS.

Identifique los factores más significativos en el problema o área de mejora. No recoja datos por recoger. Asegúrese que la información que se obtenga sea utilizada.

### 2.- DECIDA COMO RECOLECTAR LOS DATOS.

Utilice las preguntas qué, dónde, cuándo, quién, por qué, cómo y determine responsable, fecha y lugar de la recolección, así como el método de recolección.

### 3.- ESTIME EL TOTAL DE DATOS QUE SERÁN RECOLECTADOS.

El total varía según la situación. Considere si los datos pueden ser recolectados dentro del tiempo especificado.

### 4.- DECIDA EL FORMATO DE LA HOJA.

Haga un borrador de la hoja procurando que sea de fácil uso. Al mismo tiempo, defina el arreglo de los elementos y los símbolos que se vayan a utilizar. Es necesario estratificar los datos, o sea, clasificarlos u organizarlos con algún criterio, para obtener conclusiones más acertadas.

### 5.- ESCRIBA LOS DATOS EN LA HOJA.

En caso de variables, defina la unidad de medición y cerciórese de la certificación de los sistemas de medición; para atributos, defina los símbolos que se van a utilizar.

### 6.- VERIFIQUE UNA VEZ MAS SU FACTIBILIDAD DE USO.

Actualice el formato de l hoja en caso de que sea necesario.(1)

(1) DIVISION DE GRADUADOS E INVESTIGACION INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY	LAS 7 HERRAMIENTAS BÁSICAS	VERSION 4.0 EDICIÓN LIMITADA JULIO DE 1992	PAG. 52
---	-------------------------------	--	---------

# TIPOS DE HOJAS DE VERIFICACIÓN

## 1.- HOJA PARA REGISTRO.

La recolección de datos implica reunir datos acerca de variables que en una empresa incide sobre la calidad total, como tiempo de atención a clientes, desviación de metas, etc. Cuando estos datos se quieren medir, se representan mejor una hoja de verificación para Variables, que se asemeja mucho a una distribución de frecuencias.

- **DATOS POR ATRIBUTOS.**

La recolección de datos también puede hacerse por atributos, donde se presta atención al tipo de frecuencia de las causas de un problema, la rotación del personal puede tener como causas: falta de motivación, mejores oportunidades, trabajo poco interesante, malas relaciones con el supervisor, etc. A un problema se le "atribuye" causas. Puesto que hay muchas causas posibles de un error o falla, la manera lógica de recolectar los datos es determinar el número de producto o servicio disconforme según una lista de causas, o el porcentaje de defectos generados por cada causa.

## 2.- HOJA DE LOCALIZACIÓN.

Otro modo de recolectar información es a través de una hoja de localización, que es un diagrama o mapa de un área bajo observación, de un producto o de una de sus partes, en el cual se indica la naturaleza y localización específica de errores, fallas, etc.

## 3.- LISTA DE VERIFICACIÓN.

La lista de verificación es una enumeración de elementos dispuestos en un orden determinado, secuencia de inspección, pasos secuenciales de un proceso, etc.

La herramienta se utiliza para evitar la omisión de pasos en procedimientos largos o complicados, o para comprobar si está completa una lista de materiales que deben usarse o de actividades que deben cumplirse.(1)

(1) DIVISION DE GRADUADOS E INVESTIGACION	LAS 7 HERRAMIENTAS	VERSION 4.0	PAG. 51,
INSTITUTO TECNOLOGICO DE ESTUDIOS	BASICAS	EDICIÓN LIMITADA	53, 54,
SUPERIORES DE MONTERREY		JULIO DE 1992	56, 57

## LECTURA Y USO DE LA HOJA DE VERIFICACIÓN

De nada sirve tener mucha información si no se sabe cómo utilizarla ,se deben tener en cuenta lo siguiente:

### VISUALICE TODA LA HOJA.

Observe los datos obtenidos de manera global, tratando de encontrar una posible concentración de estos. Vea las series de tiempo , trate de encontrar cambios periódicos en los datos, ya sea en una base diaria, semanal. Etc.

### ENLACE LA HOJA DE VERIFICACIÓN CON LAS OTRAS HERRAMIENTAS BÁSICAS .

A partir de ésta, se puede construir un diagrama de Pareto, un Histograma y otras. Estas herramientas serán de valor si el análisis de los datos conduce a resultados prácticos.

### LAS HOJAS DEBEN CUMPLIR CON EL OBJETIVO QUE SE DEFINIÓ PARA SU USO.

Puesto que hay distintos tipos de hojas, la que usted ha diseñado debe satisfacer el propósito definido.

### REALICE LAS ACCIONES CORRECTIVAS TAN PRONTO COMO SEA POSIBLE.

Los datos y la información recabados deben servir para conseguir el análisis del proceso o producto, con miras a establecer acciones para prevenir que se repitan errores o evitar nuevos.(1)

(1) DIVISION DE GRADUADOS E INVESTIGACION INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY	LAS 7 HERRAMIENTAS BÁSICAS	VERSIÓN 4.0 EDICIÓN LIMITADA JULIO DE 1992	PAG. 66
---	-------------------------------	--	---------

## DIAGRAMA DE DISPERSIÓN

---

El diagrama de causa - efecto ayuda a identificar las posibles causas responsables de una característica de calidad. El ordenamiento de estas causas, realizado en el diagrama de Pareto, facilita ver que causas deben tratarse en forma prioritaria, a fin de reducir en gran medida el número de productos defectuosos. Con el propósito de controlar mejor el proceso, y por consiguiente, de mejorarlo, resulta a veces indispensable conocer la forma como se comportan algunas variables o características de calidad entre sí, descubrir si el comportamiento de unas depende del comportamiento de otras, o no, y en qué grado.

La herramienta estadística apropiada en esos casos es el diagrama de dispersión.(1)

(1) DIVISIÓN DE GRADUADOS E INVESTIGACIÓN INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY	LAS 7 HERRAMIENTAS BÁSICAS	VERSIÓN 4.0 EDICIÓN LIMITADA JULIO DE 1992	PAG. 197
---	-------------------------------	--	-------------

## ¿QUE ES EL DIAGRAMA DE DISPERSIÓN?

El diagrama de Dispersión es una gráfica de puntos que muestra la relación entre un par de datos dibujados en un par de ejes.

La relación entre dos tipos continuos es fácilmente observable y sus motivos más comunes son analizar:

- 1.- La relación entre una causa y un efecto.
- 2.- La relación entre una causa y otra causa.
- 3.- La relación entre un efecto y otro efecto.

El diagrama de dispersión es una herramienta indispensable antes de buscar la solución a un problema, ya que ésta depende de la causa del mismo, la cual es necesaria de confirmar con evidencia estadística.(2)

## ¿COMO SE HACE EL DIAGRAMA DE DISPERSIÓN?

El proceso de elaboración del diagrama de dispersión contiene los siguientes pasos:

### PASO # 1

Recolectar n parejas de datos de la forma  $(X_i, Y_i)$ , con  $i = 1, 2, \dots, n$  donde  $X_i$  y  $Y_i$  representan los valores respectivos de las dos variables. Los datos suelen representarse en una tabla.(1)

(1) DIVISIÓN DE GRADUADOS E INVESTIGACIÓN INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY	LAS 7 HERRAMIENTAS BÁSICAS	VERSIÓN 4.0 EDICIÓN LIMITADA JULIO DE 1992	PAG. 198, 199
(2).FELIPE J. ARRONA H	SEGUNDA EDICIÓN		PAGS. 93, 94

## **PASO # 2**

**Diseñar las escalas apropiadas para los dos ejes, X y Y.**

## **PASO # 3**

**Graficar las parejas de datos. Si hay puntos repetidos, se mostrarán como círculos concéntricos.**

## **PASO # 4**

**Documentar el diagrama, incluyendo lo siguiente: fecha, nombre del departamento, personal involucrado, etc.**

### **NOTAS:**

**1.- Si los datos corresponden a un factor y una característica, se acostumbra colocar el factor en el eje horizontal ( X ), siendo indistinto el orden para los otros casos.**

**2.- Algunos autores han señalado que se obtiene una mejor lectura del diagrama si se dispone las escalas por rangos, es decir, los ejes cubriendo sólo los rangos de valores de la tabla, y por tanto sin cruzarse.(2)**

## **LECTURA Y USO DEL DIAGRAMA DE DISPERSIÓN**

**La lectura del diagrama de dispersión se hace en base al tipo de relación entre los datos, lo fuerte o débil de la relación, la forma de la relación y la posible presencia del punto anómalos.**

**La relación entre los datos se denomina “correlación positiva” cuando a un aumento de un valor de la variable X le acompaña un aumento en la otra variable; el caso inverso da lugar a la llamada “correlación negativa”.(2)**

(1) DIVISIÓN DE GRADUADOS E INVESTIGACIÓN	LAS 7 HERRAMIENTAS	VERSIÓN 4.0	PAG.
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS	BASICAS	EDICIÓN LIMITADA	200, 201,
SUPERIORES DE MONTERREY		JULIO DE 1992	202.

Otros patrones generales que se pueden encontrar al graficar los datos son los siguientes: el que indica una posible correlación positiva, mientras que el otro se percibe relación alguna entre los datos, es decir no hay correlación.

El patrón de puntos puede asumir diversas formas, dependiendo de la relación que exista entre las variables, si el patrón de puntos asume la forma de una línea recta, se dice que existe correlación lineal entre las variables.

En ocasiones, algunos datos dan lugar a puntos anómalos, que se presentan separados del patrón. El usuario debe dejar fuera del análisis esos puntos, que quizá son debido a lecturas equivocadas o a algún cambio en las condiciones del proceso. Pero se ganará conocimientos de este último al estudiar las causas por las que se presentan los puntos.

En ocasiones el diagrama resultante puede conducir a resultados contradictorios en cuanto al tipo de correlación de los datos.

Además, un diagrama de dispersión no dice nada de por qué existe la correlación, de modo que es imprescindible examinar la relación entre las variables desde el punto de vista científico o técnico.

El uso del diagrama de dispersión debe completarse con las técnicas de regresión y correlación que involucra, respectivamente, la determinación de un modelo matemático de la relación entre los dos conjuntos y una medida cuantitativa de su grado de relación.(1)

(1) DIVISION DE GRADUADOS E INVESTIGACIÓN	LAS 7 HERRAMIENTAS	VERSIÓN 4.0	PAG.
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS	BÁSICAS	EDICIÓN LIMITADA	202, 203
SUPERIORES DE MONTERREY		JULIO DE 1992	

## GRÁFICAS DE CONTROL

---

En todos los procesos de trabajo siempre hay variación, y que cuanta menos variación exista, se puede decir que hay una mejor calidad y que, por tanto, los clientes estarán mas satisfechos con nuestros servicios.

Pues bien, existen una forma de hacer el monitoreo a los procesos: la gráfica de control. (1)

(1) DIVISIÓN DE GRADUADOS E INVESTIGACIÓN INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY	LAS 7 HERRAMIENTAS BÁSICAS	VERSIÓN 4.0 EDICIÓN LIMITADA JULIO DE 1992	PAG. 131
---	-------------------------------	--	-------------

## ¿QUE ES LA GRÁFICA DE CONTROL?

La gráfica de control es un diagrama que sirve para examinar si un proceso se encuentra en una condición estable, o para asegurar que se mantenga en esta condición. En estadística, se dice que un proceso es estable cuando las únicas causas de variación presentes son respecto a la salida del proceso, esto es, a la característica de calidad que se esté midiendo. En cambio, la presencia de causas especiales o asignables hace que el proceso se desestabilice, impidiendo la predicción de su comportamiento futuro.

Con base en la información obtenida en intervalos determinados de tiempo, las gráficas de control define in intervalo de confianza; si un proceso es estadísticamente estable, de las veces el resultado se mantendrá dentro de este intervalo.

La estructura de las gráficas contienen una "línea central"( LC ), una línea superior que marca el "límite superior de control" ( LSC ), y una línea inferior que marca el "límite inferior de control" ( LIC ). Los puntos contienen información sobre las lecturas hechas; pueden ser promedios de grupo de lecturas o sus rangos, o bien las lecturas individuales mismas. Los límites de control marca el intervalo de confianza en el cual se espera que caigan los puntos.

Aunque existen diversos tipos de gráficas de control, todas presentan una estructura similar.(1)

## USO IMPORTANTE DE LAS GRÁFICAS DE CONTROL

- 1.- Para análisis se un proceso y determinar su estado, si esta en control o no.
- 2.- Para controlar un proceso y asegurar la calidad durante la producción.(2)

(1) DIVISIÓN DE GRADUADOS E INVESTIGACIÓN INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY	LAS 7 HERRAMIENTAS BÁSICAS	VERSION 4.0 EDICIÓN LIMITADA JULIO DE 1992	PAG. 139,
(2).FELIPE J. ARRONA H	SEGUNDA EDICIÓN	PAGS. 118	

## TIPOS DE GRÁFICAS DE CONTROL

Las gráficas de control se elaboran según el tipo de datos que se recojan en el sitio de trabajo.

### LAS GRÁFICAS DE CONTROL PARA VARIABLES.

Son (datos medibles) más frecuentemente utilizadas son las siguientes:

- GRÁFICA  $\bar{X}$  - R      Promedios y rangos.
- GRÁFICA  $\bar{X}$  - S      Promedios y desviación estándar.
- GRÁFICA  $\bar{x}$  - R      Medianas y rangos.
- GRÁFICA X - R      Lecturas individuales y rangos.

### LAS GRÁFICAS DE CONTROL POR ATRIBUTOS.

Son más frecuentemente utilizadas son las siguientes:

- GRÁFICA p      Porcentaje de unidades, trabajos p procesos defectuosos.
- GRÁFICA np      Número de unidades, trabajos o procesos defectuosos.
- GRÁFICA c      Número de defectos por área de oportunidad.
- GRÁFICA u      Porcentaje de defectos áreas de oportunidad.(1)

(1) DIVISION DE GRADUADOS E INVESTIGACION INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY	LAS 7 HERRAMIENTAS BÁSICAS	VERSIÓN 4.0 EDICIÓN LIMITADA JULIO DE 1992	PAG. 142
---	-------------------------------	--	-------------

# LECTURA Y USO DE LA GRÁFICA DE CONTROL

La lectura de una gráfica de control se realiza buscando puntos fuera de los límites de control o detectando patrones de anormalidades en el conjunto general de los puntos. A continuación se describen algunos de los patrones más comunes, y se da una descripción de las causas que pueden estar afectando el porcentaje. Estas causas, del tipo asignable, deben ser eliminadas lo más pronto posible, para recuperar el estado deseado de control del proceso. Cuando se tenga un proceso fuera de control, los responsables deben darse a la tarea de identificar las causas especiales que estén afectando el sistema, para llegar a eliminarlas.

## 1.- PUNTOS FUERA DE CONTROL.

Estos puntos se refieren a la presencia de una sola lectura que difiere mucho de las otras. A veces, un punto que parezca un salto realmente es una parte de un proceso estable. Este patrón es uno de los más sencillos de reconocer, y por el hecho de darse en forma aislada es fácil de identificar y de determinar sus causas.

### POSIBLES CAUSAS:

- Variación en el tamaño muestra.
- Toma de muestra de una distribución totalmente distintas.

## 2.- TENDENCIA CONTINUAS.

Este patrón se define como una variación gradual y constante en forma ascendente o descendente, siendo este patrón fácil de reconocer. La tendencia puede surgir debido a causas que operen sobre el sistema de un modo gradual.

### POSIBLES CAUSAS.

- Producto que se deteriora gradualmente.
- Desgaste en el equipo.
- Mejoramiento gradual de la técnica del empleado.
- Efecto de un mejor programa de mantenimiento de equipo.
- Efecto de control de proceso en otras áreas.(1)

(1) DIVISIÓN DE GRADUADOS E INVESTIGACION INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY	LAS 7 HERRAMIENTAS BÁSICAS	VERSIÓN 4.0 EDICIÓN LIMITADA JULIO DE 1992	PAG. 187, 188
---	-------------------------------	--	------------------

### **3.- CAMBIO REPENTINO DE NIVEL.**

Un cambio repentino de nivel se presenta como un cambio súbito en una dirección. Una cierta cantidad de puntos se localiza en un solo lado de la gráfica, y si los datos se graficaran separados, e verían dos distribuciones diferentes.

#### **POSIBLES CAUSAS.**

- Nuevo empleado.
- Nuevo jefe.
- Nuevo equipo o nuevo ajuste de equipo.
- Cambio de método.
- Cambio en la motivación de los empleados.
- Cambio en un diferente proveedor.
- Cambio en los estándares.(1)

(1) DIVISION DE GRADUADOS E INVESTIGACION	LAS 7 HERRAMIENTAS	VERSION 4.0	PAG.
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS	BÁSICAS	EDICIÓN LIMITADA	189
SUPERIORES DE MONTERREY		JULIO DE 1992	

