

## Diagrama Causa Efecto o Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa, o **Diagrama Causa-Efecto**, es una herramienta que ayuda a identificar, clasificar y poner de manifiesto posibles causas, tanto de problemas específicos como de características de calidad. Ilustra gráficamente las relaciones existentes entre un resultado dado (efectos) y los factores (causas) que influyen en ese resultado.

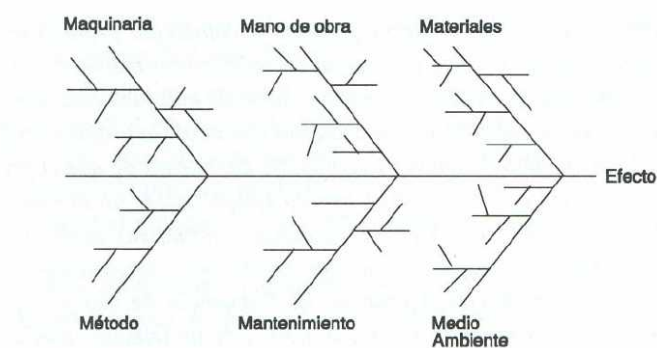
### Ventajas

- Permite que el grupo se concentre en el contenido del problema, no en la historia del problema ni en los distintos intereses personales de los integrantes del equipo.
- Ayuda a determinar las causas principales de un problema, o las causas de las características de calidad, utilizando para ello un enfoque estructurado.
- Estimula la participación de los miembros del grupo de trabajo, permitiendo así aprovechar mejor el conocimiento que cada uno de ellos tiene sobre el proceso.
- Incrementa el grado de conocimiento sobre un proceso.

### Utilidades

- Identificar las causas-raíz, o causas principales, de un problema o efecto.
- Clasificar y relacionar las interacciones entre factores que están afectando al resultado de un proceso.

#### DIAGRAMA DE CAUSA EFECTO O DIAGRAMA DE ISHIKAWA



## **Diagrama de Pareto**

Mediante el Diagrama de Pareto se pueden detectar los problemas que tienen más relevancia mediante la aplicación del principio de Pareto, que dice que hay muchos problemas sin importancia frente a solo unos graves. Ya que por lo general, el 80% de los resultados totales se originan en el 20% de los elementos.

Algunos ejemplos de tales minorías vitales serían:

La minoría de...

Clientes que representen la mayoría de las ventas.

Productos y procesos, causantes del grueso de desperdicio o costos.

Rechazos que representa la mayoría de quejas de la clientela.

Productos que representan la mayoría de las ganancias obtenidas.

Elementos que representan a la mayoría del costo de un inventario.

Alumnos presenta el mas alto índice de reprobación.

Materias presenta el mas alto índice de reprobación.

### **Concepto**

El Diagrama de Pareto es una gráfica en donde se organizan diversas clasificaciones de datos por orden descendente, de izquierda a derecha por medio de barras sencillas después de haber reunido los datos para calificar las causas. De modo que se pueda asignar un orden de prioridades.

La minoría vital aparece a la izquierda de la grafica y la mayoría útil a la derecha. Hay veces que es necesario combinar elementos de la mayoría útil en una sola clasificación denominada otros, la cual siempre deberá ser colocada en el extremo derecho. La escala vertical es para el costo en unidades monetarias, frecuencia o porcentaje.

### **Ejemplo de aplicación**

Un fabricante de refrigeradores desea analizar cuales son los defectos más frecuentes que aparecen en las unidades al salir de la línea de producción. Para esto, empezó por clasificar todos los defectos posibles en sus diversos tipos:

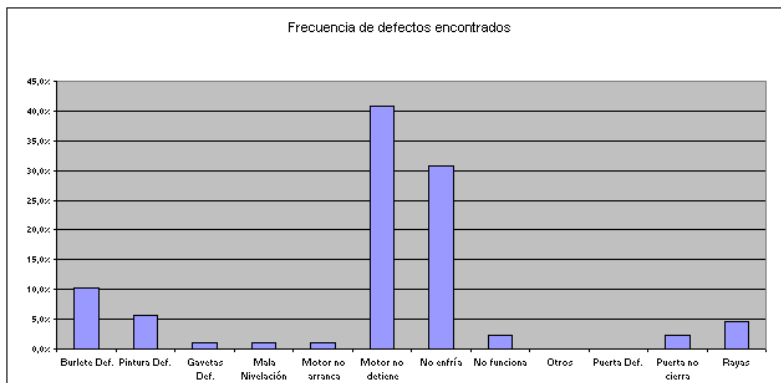
Un inspector revisa cada heladera a medida que sale de producción registrando sus defectos de acuerdo con dichos tipos. Después de inspeccionar 88 refrigeradores, se obtuvo una tabla como esta:

Tipo de Defecto	Detalle del Problema	Frec.
Burlete Def.	Burlete roto o deforme que no ajusta	9
Pintura Def.	Defectos de pintura en superficies externas	5
Gavetas Def.	Gavetas interiores con rajaduras	1
Mala Nivelación	La heladera se balancea y no se puede nivelar	1
Motor no arranca	El motor no arranca después de ciclo de parada	1
Motor no detiene	No para el motor cuando alcanza Temperatura	36
No enfría	El motor arranca pero la heladera no enfría	27
No funciona	Al enchufar no arranca el motor	2
Otros	Otros Defectos no incluidos en los anteriores	0
Puerta Def.	Puerta de refrigerador no cierra herméticamente	0
Puerta no cierra	La puerta no cierra correctamente	2
Rayas	Rayas en las superficies externas	4
Total:		88

La última columna muestra el número de refrigeradores que presentaban cada tipo de defecto, es decir, la frecuencia con que se presenta cada defecto. En lugar de la frecuencia numérica podemos utilizar la frecuencia porcentual, es decir, el porcentaje de refrigeradores en cada tipo de defecto:

Tipo de Defecto	Detalle del Problema	Frec.	Frec. %
Burlete Def.	Burlete roto o deforme que no ajusta	9	10.2
Pintura Def.	Defectos de pintura en superficies externas	5	5.7
Gavetas Def.	Gavetas interiores con rajaduras	1	1.1
Mala Nivelación	La heladera se balancea y no se puede nivelar	1	1.1
Motor no arranca	El motor no arranca después de ciclo de parada	1	1.1
Motor no detiene	No para el motor cuando alcanza Temperatura	36	40.9
No enfría	El motor arranca pero la heladera no enfría	27	30.7
No funciona	Al enchufar no arranca el motor	2	2.3
Otros	Otros Defectos no incluidos en los anteriores	0	0.0
Puerta Def.	Puerta de refrigerador no cierra herméticamente	0	0.0
Puerta no cierra	La puerta no cierra correctamente	2	2.3
Rayas	Rayas en las superficies externas	4	4.5
Total:		88	100

Podemos ahora representar los datos en un histograma como el siguiente:

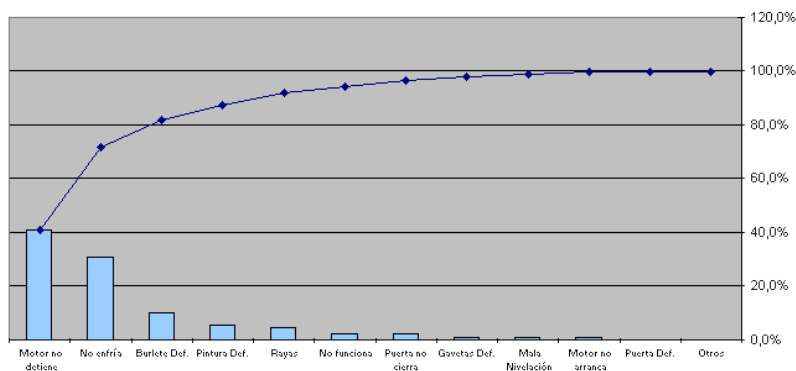


Pero ¿Cuáles son los defectos que aparecen con mayor frecuencia? Para hacerlo más evidente, antes de graficar podemos ordenar los datos de la tabla en orden decreciente de frecuencia:

Tipo de Defecto	Detalle del Problema	Frec.	Frec. %
Motor no detiene	No para el motor cuando alcanza Temperatura	36	40.9
No enfría	El motor arranca pero la heladera no enfría	27	30.7
Burlete Def.	Burlete roto o deforme que no ajusta	9	10.2
Pintura Def.	Defectos de pintura en superficies externas	5	5.7
Rayas	Rayas en las superficies externas	4	4.5
No funciona	Al enchufar no arranca el motor	2	2.3
Puerta no cierra	La puerta no cierra correctamente	2	2.3
Gavetas Def.	Gavetas interiores con rajaduras	1	1.1
Mala Nivelación	La heladera se balancea y no se puede nivelar	1	1.1
Motor no arranca	El motor no arranca después de ciclo de parada	1	1.1
Puerta Def.	Puerta de refrigerador no cierra herméticamente	0	0.0
Otros	Otros Defectos no incluidos en los anteriores	0	0.0
Total:		88	100

Vemos que la categoría “otros” siempre debe ir al final, sin importar su valor. De esta manera, si hubiese tenido un valor más alto, igual debería haberse ubicado en la última fila.

Ahora resulta evidente cuales son los tipos de defectos más frecuentes. Podemos observar que los 3 primeros tipos de defectos se presentan en el 82 % de las refrigeradores, aproximadamente. Por el Principio de Pareto, concluimos que: La mayor parte de los defectos encontrados en el lote pertenece sólo a 3 tipos de defectos, de manera que si se eliminan las causas que los provocan desaparecería la mayor parte de los defectos.



## Hoja de Control o Planillas de Inspección

Los datos que se obtienen al medir una característica de calidad pueden recolectarse utilizando Hojas de Control. Las Hojas de Control sirven para anotar los resultados a medida que se obtienen y al mismo tiempo observar cual es la tendencia central y la dispersión de los mismos. Es decir, no es necesario esperar a recoger todos los datos para disponer de información estadística.

Hoja de Control
-----------------

Proposito: Edad a la que contrajeron matrimonio (personas de 35 Años)

Lugar
Area

Fecha

[illegible]

## Diagramas de Dispersión

Los Diagramas de Dispersión o Gráficos de Correlación permiten estudiar la relación entre 2 variables. Dadas 2 variables X e Y, se dice que existe una correlación entre ambas si cada vez que aumenta el valor de X aumenta proporcionalmente el valor de Y (Correlación positiva) o si cada vez que aumenta el valor de X disminuye en igual proporción el valor de Y (Correlación negativa).

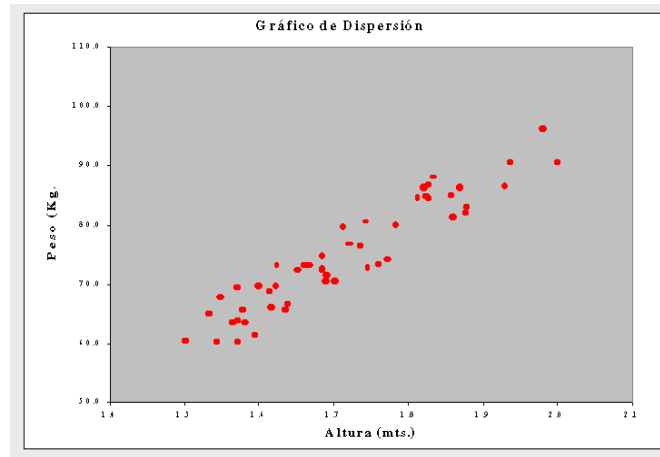
En un gráfico de correlación representamos cada par X, Y como un punto donde se cortan las coordenadas de X e Y:

Veamos un ejemplo. Supongamos que tenemos un grupo de personas adultas de sexo masculino. Para cada persona se mide la altura en metros (Variable X) y el peso en kilogramos (Variable Y). Es decir, para cada persona tendremos un par de valores X, Y que son la altura y el peso de dicha persona:

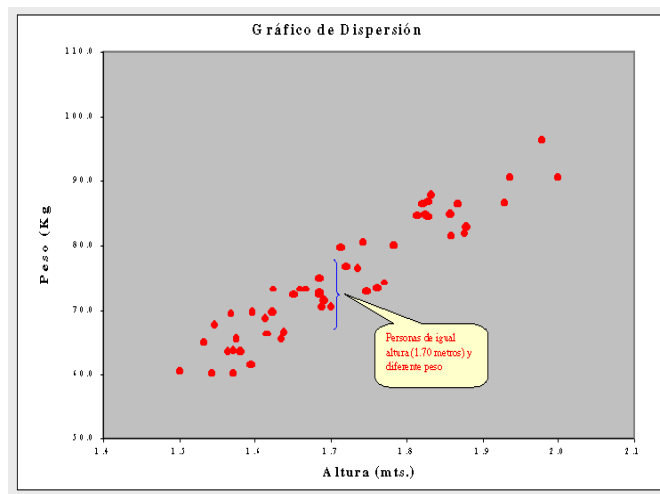
Nº Persona	Altura (m)	Peso (Kg.)	Nº Persona	Altura (m)	Peso (Kg.)
001	1.94	95.8	026	1.66	74.9
002	1.82	80.5	027	1.96	88.1
003	1.79	78.2	028	1.56	65.3
004	1.69	77.4	029	1.55	64.5
005	1.80	82.6	030	1.71	75.5
006	1.88	87.8	031	1.90	91.3
007	1.57	67.6	032	1.65	66.6
008	1.81	82.5	033	1.78	76.8
009	1.76	82.5	034	1.83	80.2
010	1.63	65.8	035	1.98	97.6
011	1.59	67.3	036	1.67	76.0
012	1.84	88.8	037	1.53	58.0
013	1.92	93.7	038	1.96	95.2
014	1.84	82.9	039	1.66	74.5
015	1.88	88.4	040	1.62	71.8
016	1.62	69.0	041	1.89	91.0
017	1.86	83.4	042	1.53	62.1
018	1.91	89.1	043	1.59	69.8
019	1.99	95.2	044	1.55	64.6
020	1.76	79.1	045	1.97	90.0
021	1.55	61.6	046	1.51	63.8
022	1.71	70.6	047	1.59	62.6
023	1.75	79.4	048	1.60	67.8
024	1.76	78.1	049	1.57	63.3
025	2.00	90.6	050	1.61	65.2

Entonces, para cada persona representamos su altura y su peso con un punto en un gráfico:

Una vez que representamos a las 50 personas quedará un gráfico como el siguiente:

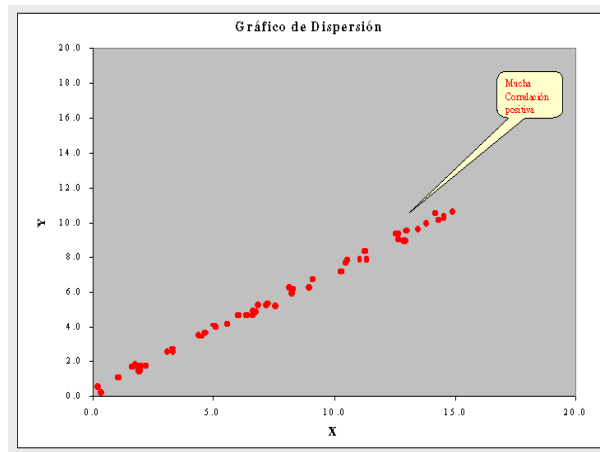
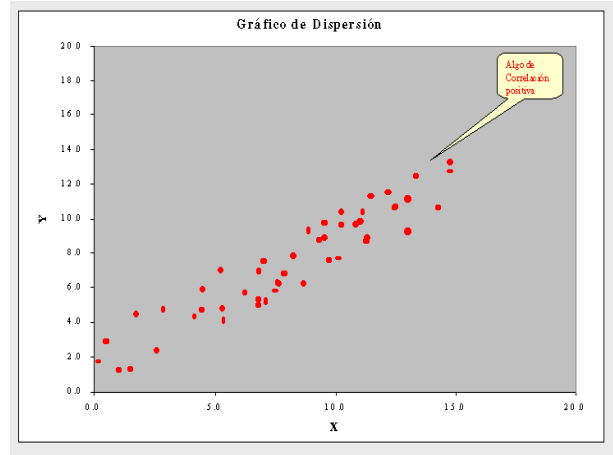
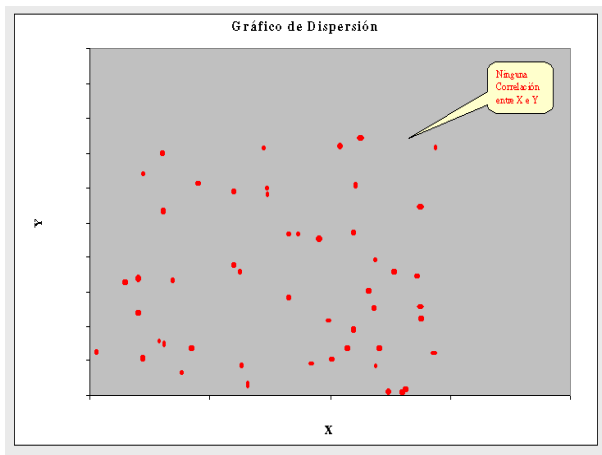


Podemos observar que las personas de mayor altura tienen mayor peso, es decir parece haber una correlación positiva entre altura y peso. Pero un hombre bajito y gordo puede pesar más que otro alto y flaco. Esto es así porque no hay una correlación total y absoluta entre las variables altura y peso. Para cada altura hay personas de distinto peso:

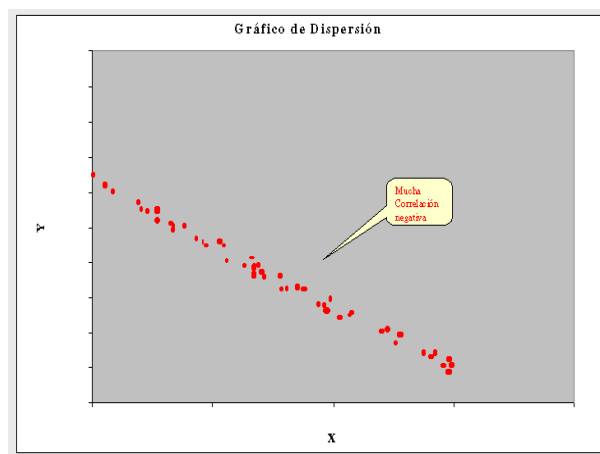


Sin embargo podemos afirmar que existe cierto grado de correlación entre la altura y el peso de las personas.

Cuando se trata de dos variables cualesquiera, puede no haber ninguna correlación o puede existir alguna correlación en mayor o menor grado, como podemos ver en los gráficos siguientes:



Por ejemplo, en el siguiente gráfico podemos ver la relación entre la edad de un grupo de Adultos (X) y su actividad física (Y)



## Gráficos de Control

Un gráfico de control es una carta o diagrama especialmente preparado donde se van anotando los valores sucesivos de la característica de calidad que se está controlando. Los datos se registran durante el funcionamiento del proceso de fabricación y a medida que se obtienen.

El gráfico de control tiene una **Línea Central** que representa el promedio histórico de la característica que se está controlando y **Límites Superior e Inferior** que también se calculan con datos históricos.

Gráfico de Control de Fabricación de Block de Construcción Peso Medio

P eso en Kg.	6.2																				
	6																				
	5.8																				
	5.6																				
	5.4																				
	5.2																				
	5																				
	4.8																				
	4.6																				
	4.4																				
	4.2																				
	4																				
	3.8																				
	3.6																				
	3.4																				
Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	

## HISTOGRAMA

En estadística, un **histograma** es una representación gráfica de una variable en forma de barras, donde la superficie de cada barra es proporcional a la frecuencia de los valores representados. En el eje vertical se representan las frecuencias, y en el eje horizontal los valores de las variables, normalmente señalando las marcas de clase, es decir, la mitad del intervalo en el que están agrupados los datos.

Se utiliza cuando se estudia una variable continua, como franjas de edades o altura de la muestra, y, por comodidad, sus valores se agrupan en clases, es decir, valores continuos. En los casos en los que los datos son cualitativos (no-numéricos), como sexo, grado de acuerdo o nivel de estudios, es preferible un diagrama de sectores o grafica de pastel.

El histograma se usa para:

- Obtener una comunicación clara y efectiva de la variabilidad del sistema
- Mostrar el resultado de un cambio en el sistema
- Identificar anomalías examinando la forma
- Comparar la variabilidad con los límites de especificación

- **Paso 1**

Determinar el rango de los datos. Rango es igual al dato mayor menos el dato menor.

- **Paso 2**

Obtener el número de clases, existen varios criterios para determinar el número de clases, algunos autores recomiendan de cinco a quince clases, dependiendo de cómo estén los datos y cuántos sean. Un criterio usado frecuentemente es que el número de clases debe ser aproximadamente a la raíz cuadrada del número de datos. Por ejemplo, la raíz cuadrada de 30 (número de artículos) es mayor que cinco, por lo que se seleccionan seis clases.

- **Paso 3**

Establecer la longitud de clase: es igual al rango entre el número de clases.

- **Paso 4**

Construir los intervalos de clases: Los intervalos resultan de dividir el rango de los datos en relación al resultado del PASO 2 en intervalos iguales.

- **Paso 5**

Graficar el histograma: En caso de que las clases sean todas de la misma amplitud, se hace un gráfico de barras, las bases de las barras son los intervalos de clases y altura son la frecuencia de las clases. Si se unen los puntos medios de la base superior de los rectángulos se obtiene el polígono de frecuencias.

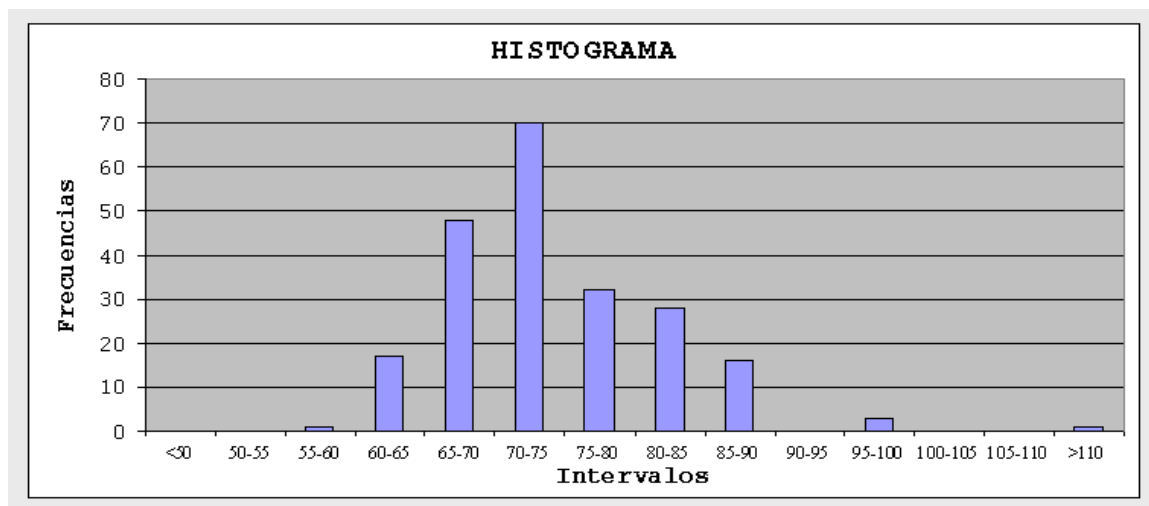
## **VENTAJAS**

- Su construcción ayudará a comprender la tendencia central, dispersión y frecuencias relativas de los distintos valores.
- Muestra grandes cantidades de datos dando una visión clara y sencilla de su distribución.

## UTILIDADES.

- El histograma es especialmente útil cuando se tiene un amplio numero de datos que es preciso organizar, para analizar mas detalladamente o tomar decisiones sobre la base de ellos.
- Es un medio eficaz de para transmitir otras personas información sobre un proceso de forma precisa e intangible.
- Proporciona mediante el estudio de la distribución de los datos, un excelente punto de partida para generar hipótesis acerca de un funcionamiento insatisfactorio.

En el siguiente ejemplo se presenta una grafica de un histograma, con su respectiva tabla de frecuencias, la cual presenta datos o información numérica (pesos de ovejas) y con que frecuencia se esta repitiendo los diferentes rangos o intervalos de pesos en la linea de producción:



## **Estratificación**

La estratificación es la separación de datos en categorías o clases. Su utilización más frecuente se da durante la etapa de Diagnóstico, para identificar qué clases o tipos contribuyen al problema que hay que resolver. Podemos clasificar o separar una masa de datos en diferentes grupos o categorías. Los datos observados en un grupo dado comparten unas características comunes que definen la categoría. Este proceso de clasificación recibe el nombre de estratificación. La estratificación es la base para otras herramientas, como el Análisis de Pareto, y se utiliza conjuntamente con otras herramientas, como los Diagramas de dispersión.

### **Cómo interpretar la estratificación**

Si los resultados de la estratificación se presentan en forma de gráfico de barras, es fácil examinar las categorías de una variable para ver si alguna o algunas de las categorías destacan sobre el resto. ¿Tiene un proveedor un porcentaje de defectos particularmente elevado? ¿Qué tipos de pernos son más propensos a error? Después de la estratificación, si los resultados dan una indicación clara de la fuente probable del fenómeno que se estudia, el equipo tendrá que validar sus resultados iniciales o necesitará un mayor conocimiento de los detalles sobre la causa precisa. Si inicialmente no se obtienen unos resultados útiles, se optará o bien por proceder a una estratificación de segundo orden, o por estratificar según otras variables.

### **Cómo elaborar una estratificación**

1. Seleccionar las variables de estratificación.
2. Establecer las categorías que se utilizarán en cada variable de estratificación.
3. Clasificar las observaciones dentro de las categorías de la variable de estratificación
4. Calcular el fenómeno que se está midiendo en cada categoría.
5. Mostrar los resultados. Los gráficos de barras suelen ser los más eficaces.
6. Preparar y exponer los resultados para otras variables de estratificación.
7. Planificar una confirmación adicional.

## DIAGRAMA DE FLUJO

El Diagrama de Flujo ó Flujograma, consiste en expresar gráficamente las distintas operaciones que componen un procedimiento o parte de este, estableciendo su secuencia cronológica. Según su formato o propósito, puede contener información adicional sobre el método de ejecución de las operaciones, el itinerario de las personas, las formas, la distancia recorrida el tiempo empleado, etc.

Su importancia reside en que ayuda a designar cualquier representación gráfica de un procedimiento o parte de este, El flujograma de conocimiento o diagrama de flujo, como su nombre lo indica, representa el flujo de información de un procedimiento.

En la actualidad los flujogramas son considerados en las mayorías de las empresas o departamentos de sistemas como uno de los principales instrumentos en la realización de métodos y sistemas, ya que permiten la visualización de las actividades innecesarias y verifica si la distribución del trabajo está equilibrada, o sea, bien distribuida en las personas, sin sobrecargo para algunas mientras otros trabajan con mucha holgura.

Así mismo, el diagrama de flujo ayuda al analista a comprender el sistema de información de acuerdo con las operaciones de procedimientos incluidas, le ayudará a analizar esas etapas, con el fin tanto de mejorarlas como de incrementar la existencia de sistemas de información para la administración.

Características que deben poseer los Flujogramas:

- Sintética: La representación que se haga de un sistema o un proceso deberá quedar resumido en pocas hojas, de preferencia en una sola. Los diagramas extensivos dificultan su comprensión y asimilación, por tanto dejan de ser prácticos.
- Simbolizada: La aplicación de la simbología adecuada a los diagramas de sistemas y procedimientos evita a los analistas anotaciones excesivas, repetitivas y confusas en su interpretación.
- De forma visible a un sistema o un proceso: Los diagramas nos permiten observar todos los pasos de un sistema o proceso sin necesidad de leer notas extensas.