



**GRUPO KAIZEN S.A.**  
Teléfono (506) 283 6192  
E mail: kaizen@racsa.co.cr  
Apartado 422-2010 San José, Costa Rica

*Herramientas para la Mejora Continua*  
**(KAIZEN)**

**INDICE GENERAL**

<b>1.</b>	<b>Análisis de causa efecto</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>Hoja de inspección</b>	<b>6</b>
<b>3.</b>	<b>Análisis de Pareto</b>	<b>9</b>
<b>4.</b>	<b>Aplicación de Pareto Selección de clientes Vitales</b>	<b>13</b>
<b>5.</b>	<b>Distribución de frecuencias e Histograma</b>	<b>17</b>
<b>6.</b>	<b>Diagrama de dispersión o correlación</b>	<b>23</b>
<b>7.</b>	<b>Gráficas de control</b>	<b>26</b>



## **La introducción**

Al igual que se establece en la Norma ISO 10017: Guía sobre Técnicas Estadísticas para ISO 9001:2000, el propósito de este documento es ayudar a las organizaciones a identificar las técnicas para el análisis de datos que pueden ser útiles en un proceso de Mejora Continua y en la solución de los diversos problemas a que éstas se enfrentan.

En la mayoría de los procesos el mayor enemigo es la variabilidad, la cual puede ser observada en las características cuantificables de productos y los procesos, y existe en todas las etapas del ciclo de vida de los productos, el propósito de toda organización es su control.

Las técnicas estadísticas, como el histograma, el análisis de correlación, etc., pueden ayudar a medir, describir, analizar, interpretar y modelar la variabilidad, aun con una cantidad relativamente limitada de datos. El análisis estadístico de tales datos puede ayudar a proveer una mejor comprensión de la naturaleza, extensión y causas de variabilidad. Esto podría ayudar a solucionar y aun impedir problemas que pueden resultar de tal variabilidad.

Las técnicas aquí presentadas pueden permitir mejor uso de datos disponibles para ayudar en la toma de decisiones, y por consiguiente mejorar la calidad de productos y los procesos para lograr satisfacción del cliente. Estas técnicas son aplicables para un espectro ancho de actividades.

Nuestro propósito es ayudar a las organizaciones a conocer algunas de las técnicas estadísticas apropiadas para el análisis de datos y la solución de problemas.

Para cada una de las técnicas seleccionadas incluimos una definición sobre lo **“qué es”** la técnica, **“para que se usa”** y cuales son sus **“principales beneficios”**. También señalamos algunas de las **“limitaciones”**, así como **“ejemplos de aplicación”** al igual proponemos una **“forma de elaborar”** cada herramienta y algunos **“consejos”** sobre su uso. En ningún momento consideramos este documento como único o exhaustivo, más bien invitamos al lector a buscar otras fuentes de información, tal como la misma norma ISO 10017 y a buscar ayuda profesional en la aplicación y uso de las técnicas aquí expuestas. El Grupo Kaizen S.A. ofrece cursos relacionados con estos temas.

Solicitamos a los lectores, su colaboración con ejemplos, beneficios, limitaciones y otros tópicos que puedan ayudar a enriquecer el material que gratuitamente ofrecemos a la comunidad empresarial, como una beneficio del Grupo Kaizen S.A.



## **Instrucción para la aplicación del Análisis de Causa Efecto**

### **1 Qué es:**

Es una representación gráfica en forma de espina de pescado que permite identificar las causas que afectan un determinado problema en una forma cualitativa. El diagrama de causa efecto también es conocido como diagrama espina de pescado o diagrama de Isikawa en homenaje al nombre de su creador.

### **2 Para qué se usa:**

Trata de descubrir de manera sistemática la relación de causas y efectos que afectan a un determinado problema.

Adicionalmente permite separar las causas en diferentes ramas o causas principales conocidas como las 4 M: Método, Mano de Obra, Maquinaria, Materiales. En algunos casos se incluyen otras M's, como el Medio y los Mandos, pero como se propuso originalmente las 4 son más que suficientes.

### **3 Beneficios:**

El mayor beneficio es que permite de una manera sistemática concentrarse en las causas que están afectando un problema y una forma clara establecer las interrelaciones entre esas causas y el problema en estudio, así como subdividir las causas principales en causas primarias, secundarias y terciarias.

### **4 Limitaciones y precauciones:**

Depende mucho del conocimiento previo de las personas involucradas en el análisis. También a veces se dificulta en dónde colocar una determinada causa, lo cual no tiene mayor importancia.

La relación es subjetiva, por lo que no podría decirse que realmente son esas las causas que originan el problema.

### **5 Ejemplo de aplicación:**

- ❖ Causas de atraso en entregas
- ❖ Defectos en productos
- ❖ Errores en la prestación de servicios
- ❖ Problemas en Producción



## **GRUPO KAIZEN S.A.**

**Teléfono (506) 283 6192**

**E mail: kaizen@racsa.co.cr**

**Apartado 422-2010 San José, Costa Rica**

### **6 Cómo se elabora:**

- ❖ Se selecciona un problema y se anota en el lado derecho de una hoja de papel, encerrándolo en un cuadro. (El anotar en el lado derecho, únicamente se hace por seguir los lineamientos de su creador Kaouru Isikawa, de origen japonés, que como sabemos ellos escriben de derecha a izquierda).
- ❖ Posteriormente se dibuja una línea horizontal hacia la izquierda del cuadro en donde se encerró el problema, lo cual viene a ser como la espina dorsal de un esqueleto de pez. En seguida, se escribe las causas primarias que afectan el problema, en forma de grandes espinas o líneas y se encierran en un cuadrado.
  - ❖ Las causas primarias son: Materiales (Materia Prima, Información, documentos), Maquinaria (Equipo, Software), Método (Procedimientos, instrucciones), Mano de Obra (Personal, jefaturas).
  - ❖ Se escriben las causas secundarias que afectan las causas primarias, y de seguido las terciarias.
  - ❖ En ocasiones se asigna la importancia a cada factor y se marcan aquellos particularmente importantes que parecen tener un efecto significativo sobre el problema, según la opinión de los involucrados en el problema. Es recomendable verificar la relación mediante recopilación de datos con la Hoja de Inspección que veremos más adelante.

### **7 Consejos**

Procure no ir más allá de lo que el grupo tiene control a fin de evitar posibles frustraciones. Si las ideas tardan en llegar, utilice las causas primarias como ayuda: ¿Qué estará causando los documentos (materiales)?

Sea conciso, utilice pocas palabras.

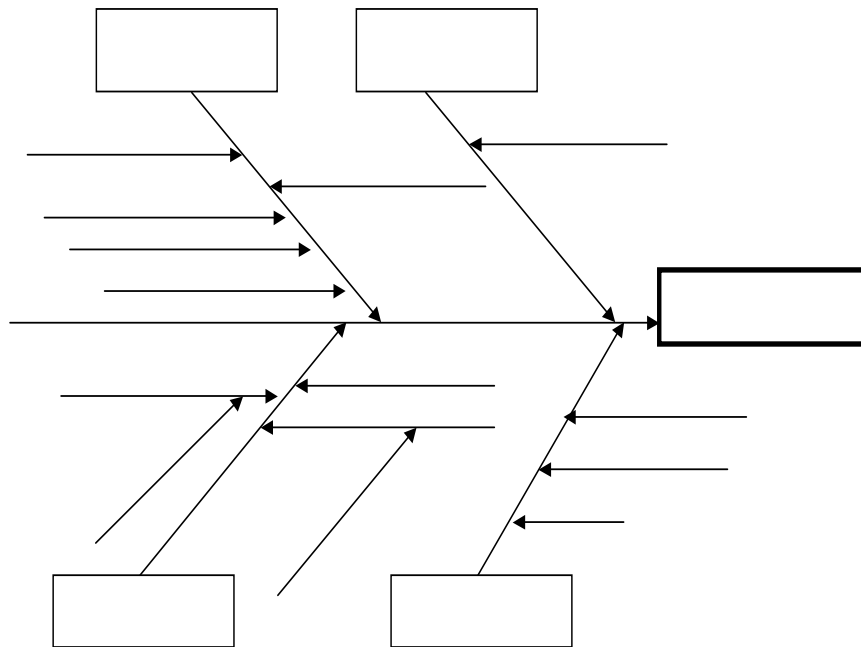
Asegúrese de que todos estén de acuerdo con la frase que mejor describe al problema.

Pregúntese: ¿Por qué sucede esta causa?

Rotule con la información necesaria, tal como fecha, hecho por, proceso, etc.



## DIAGRAMA CAUSA-EFECTO





## **Instrucción para la aplicación de la Hoja de Inspección**

### **1 Qué es:**

Es una herramienta que se utiliza para recolectar los datos del problema que se analiza. Mediante el diseño de un sencillo formato, se recopila información sobre indicadores, causas de los problemas etc. También es conocida como Hoja de Verificación o Hoja de Chequeo.

La hoja de inspección es un registro de información que indica el número de veces que ha sucedido algo, por ejemplo la cantidad de personas atendidas por hora en caja, tiempo de respuesta de promotores, causas de cheques devueltos, causa de solicitudes rechazadas, defectos en productos, etc..

El formato debe contener la siguiente información:

- Servicio, departamento al que se refieren los datos
- Fecha de recolección y hora si es necesario

Es muy importante determinar el uso que se le dará a la información con el propósito de establecer las características de los datos y el formato de recolección.

### **2 Para qué se usa:**

En este tipo de formato se utiliza para conocer la frecuencia con que aparecen las causas posibles de los problemas o también la frecuencia con que se presentan los clientes durante un determinado período, así como registrar el tiempo en que se tarda en atender un cliente o una solicitud. Igualmente puede utilizarse para recopilar pesos de productos, temperaturas de hornos, etc.

### **3 Beneficios:**

Si está bien estructurada le permite recolectar información de una forma sencilla y práctica de manera tal que no interrumpa las labores de la persona que está registrando la información.

Permite responder a la pregunta ¿Cuándo ocurre?. ¿Dónde ocurre? ¿En qué consiste?, ¿Porque está sucediendo?, ¿Cómo sucede? ¿Con qué frecuencia?, así como el origen de los datos (Tipo de producto, Proceso, caja, departamento y persona que tomó los datos).

Facilita la tabulación de la información.

### **4 Limitaciones y precauciones:**



Debe tenerse el cuidado de anotar la información en el tiempo real, lo cual puede ser un problema si la hoja de inspección no está bien diseñada.

**Ejemplo de aplicación:**

- ❖ Causas de atraso en entregas
- ❖ Defectos en productos
- ❖ Errores en la prestación de servicios
- ❖ Errores en la confección de cheques, errores mecanográficos
- ❖ Tiempos de trámite en cajeros
- ❖ Frecuencia de llegada de clientes personalmente o bien por teléfono
- ❖ Temperatura de hornos
- ❖ Peso de los productos

**5 Cómo se elabora:**

- ❖ La hoja de verificación o inspección puede ser tan complicada o sencilla como sean las necesidades del que utilizará la información.
- ❖ Determine el tipo de información que necesita recopilar.
- ❖ Establezca la cantidad de información adecuada para dar respuesta a sus preguntas.
- ❖ Utilice la información de la que ya dispone, siempre que sea posible
- ❖ Establezca una metodología única de recolección de datos y la forma de resumirla
- ❖ Haga una prueba piloto y ajuste la metodología si lo considera necesario

**6 Consejos**

- ❖ Asegúrese que el proceso de toma de datos es eficiente, de manera que las personas tengan tiempo de hacerlo.
- ❖ Los datos a ser tomados deben ser homogéneos (una misma caja, un mismo producto, un mismo turno, una misma máquina, ), de lo contrario, necesitará hacer una estratificación de los datos (agrupación).
- ❖ Utilice la información del Diagrama de Causa - Efecto para confeccionar la Hoja de Inspección.
- ❖ No olvide completar con toda la información necesaria (Fecha, Departamento, Proceso, Persona, Etc..)



**GRUPO KAIZEN S.A.**  
Teléfono (506) 283 6192  
E mail: kaizen@racsa.co.cr  
Apartado 422-2010 San José, Costa Rica

## HOJA DE INSPECCIÓN

Aspecto	L	K	M	J	V	S	Total



## **Instrucción para la aplicación del Análisis de Pareto**

### **1. Qué es:**

Es una forma de identificar y diferenciar los pocos “vitales”, de los muchos “importantes” o bien dar prioridad a una serie de causas o factores que afectan a un determinado problema, el cual permite, mediante una representación gráfica o tabular identificar en una forma decreciente los aspectos que se presentan con mayor frecuencia o bien que tienen una incidencia o peso mayor.

También puede presentarse en otro tipo de formatos como una gráfica tipo "pastel".

El análisis de Pareto también es conocido como la Ley 20-80 la cual dice que "generalmente unas pocas causas (20%) generan la mayor cantidad de problemas (80%). También se le conoce como Ley ABC utilizado para el análisis de inventarios.

Su origen se le debe a los estudios realizados sobre el ingreso de las personas, por el economista italiano Wilfredo Pareto en la edad media.

### **2) Para qué se usa:**

Se utiliza para establecer en dónde se deben concentrar los mayores esfuerzos en el análisis de las causas de un problema. Para ello es necesario contar con datos, muchos de los cuales pueden obtenerse mediante el uso de una Hoja de Inspección. Más abajo encontrará un ejemplo de aplicación en la Selección de clientes Vitales.

### **3) Beneficios:**

El mayor beneficio es que permite concentrarse en las causas que realmente están afectando el problema o bien poder identificar en donde se deben concentrar los esfuerzos como en el análisis de ventas por clientes, por productos, etc.

### **4) Limitaciones y precauciones:**

Cuando se utilizan cantidades voluminosas de información requiere el uso de computadora y la representación gráfica requiere de mayor habilidad para una adecuada representación. Una limitante es que los eventos más frecuentes o más costosos no son siempre los más importantes: un accidente fatal requiere más atención que 100 cortaduras de dedo.

### **5) Ejemplo de aplicación:**

- ❖ Causas de atraso en entregas
- ❖ Defectos en productos
- ❖ Errores en la prestación de servicios
- ❖ Problemas en Producción
- ❖ Análisis ABC de Inventarios
- ❖ Análisis de Clientes



- ❖ Análisis de accidentes.

#### 6) Cómo se elabora:

- ❖ Se ordena la lista de causas, productos o clientes en forma decreciente (Mayor a menor) de acuerdo a la frecuencia con que se presentó cada una de las causas o bien el volumen de ventas por clientes o por productos. Es importante se haga en una misma unidad de medida cuando se trata de productos o clientes. Lo más conveniente es en valor monetario.
- ❖ Se calcula el porcentaje individual de cada categoría, dividiendo el valor de cada una por el total de las causas o productos.
- ❖ Se calcula el porcentaje acumulado, sumando en orden decreciente los porcentajes de cada uno de los rubros en forma acumulada.
- ❖ Si se está utilizando para el análisis de ventas por producto o por clientes, se aplica la siguiente regla: aquellos productos que se encuentren dentro del valor acumulado hasta el 80% se les denomina A. Los siguientes productos que pasen de 80,001% hasta el 95% se les denomina B y al resto hasta completar el 100% se les denomina C. Esto es lo que se conoce como Ley ABC o ley 20-80, ya que aproximadamente el 20% de los productos en estudio generan el 80% del total de ventas.
- ❖ Dibuje el gráfico:

Utilizando un gráfico de barras, ordene las causas de mayor a menor, anotando las causas en el eje horizontal (X) y los valores o frecuencia con que se presentó determinada causa en el eje vertical izquierdo (Y). El porcentaje se anota en el eje vertical derecho. Excel permite realizar este tipo de gráfico compuesto.

#### 7) Consejos

Complete el gráfico con la información necesaria, tal como la fecha, proceso analizado, personas que recopilaron la información, etc.

Utilice el sentido común - los eventos más frecuentes o más costosos no son siempre los más importantes: un accidente fatal requiere más atención que 100 cortaduras de dedo.

Identifique claramente el patrón de medición (\$, %, frecuencia).

Utilice los datos de la Hoja de Inspección.



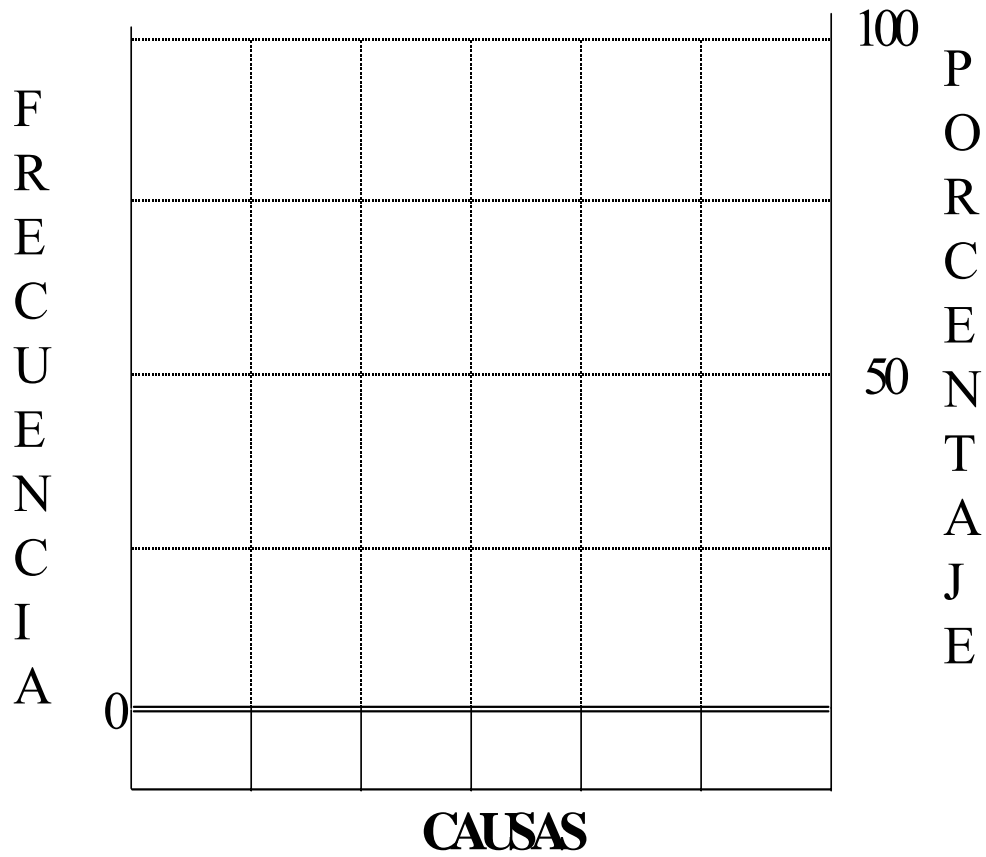
**GRUPO KAIZEN S.A.**  
Teléfono (506) 283 6192  
E mail: [kaizen@racsaco.cr](mailto:kaizen@racsaco.cr)  
Apartado 422-2010 San José, Costa Rica

## DIAGRAMA DE PARETO

CAUSAS	CANTIDAD	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO



## DIAGRAMA DE PARETO





## **Instrucción para la aplicación del Análisis de Pareto en la Selección de Clientes Vitales**

### **1) Qué es:**

Es una técnica que permite clasificar los elementos vitales para la empresa o para un departamento, ya sean estos clientes, productos, proveedores, servicios etc.

### **2) Para qué se usa:**

Se utiliza para hacer una clasificación, dependiendo del volumen de transacciones en términos de cantidad, valor monetario etc. así como el grado de criticidad o importancia.

### **3) Beneficios:**

Permite de una manera objetiva libre de subjetividad, clasificar aquellos elementos (clientes, productos, proveedores, servicios) a los cuales la empresa o el departamento debe prestarles mayor atención ya sea para establecer una negociación o hacer una encuesta de satisfacción. Este esquema permite hacer una clasificación mayor que la conocida como ABC que en combinación con la criticidad nos puede dar una nueva clasificación de clientes: Platino, oro y plata, o bien productos alfa, beta, gama.

### **4) Limitaciones y precauciones:**

Es más fácil establecer una cantidad en términos de número de transacciones o valor monetario, no así en cuanto al grado de criticidad o importancia que puede crear un poco de subjetividad.

### **5) Ejemplo de aplicación:**

- ❖ Clasificar clientes para desarrollar encuestas de servicio.
- ❖ Clasificación de clientes para asignar una cartera mixta a un ejecutivo de cuenta.
- ❖ Clasificación de clientes para entrega de tarjetas: platino, oro, plata.
- ❖ Clasificación de productos en inventario para su mejor administración o bien establecer políticas de compra o nivel de inventario.
- ❖ Clasificación de productos financieros.
- ❖ Clasificación de servicios brindados.
- ❖ Clasificación de clientes internos para discriminar la negociación.

### **6) Cómo se elabora:**

- a) **Clasificación ABC:** Hacer una clasificación ABC por el volumen de transacciones. Utilizar la instrucción para el análisis de Pareto.
- b) **Clasificación 123:** Del Listado de clasificación ABC, se identifica cada uno por su grado de criticidad (Importancia para la imagen de la empresa, impacto en las



## GRUPO KAIZEN S.A.

Teléfono (506) 283 6192

E mail: kaizen@racsaco.cr

Apartado 422-2010 San José, Costa Rica

actividades del departamento, problemas que podría ocasionar la falta del producto, distancia de un proveedor, (1) si es proveedor único y no hay sustitutos, (2) si es único pero hay sustitutos, (3) si no es único y hay muchos sustitutos). Ver ejemplo de listado más abajo.

- c) **Establecer la categoría:** se establece la categoría para cada cliente, producto o proveedor de la siguiente forma: Clientes Platino: A1.A2.A3.B1,C1, Clientes Oro: B2,B3,C2, Cliente Plata: C3 o bien productos Alfa: A1.A2.A3.B1,C1, productos Beta: B2,B3,C2, productos Gama: C3.

### Listado de (Clientes, productos, servicios, proveedores)

Nombre	ABC	Criticidad	Categoría

	1	2	3
A	Alfa	Alfa	Alfa
B	Alfa	Beta	Beta
C	Alfa	Beta	Gama

A: Alto volumen  
B: Volumen mediano  
C: Bajo volumen

1: Muy crítico  
2: Crítico  
3: Poco crítico

Clientes Platino: A1.A2.A3.B1,C1  
Clientes Oro: B2,B3,C2  
Cliente Plata: C3  
Clientes Alfa: A1.A2.A3.B1,C1  
Clientes Beta: B2,B3,C2  
Cliente Gama: C3



## 7) Consejos

Para una clasificación de clientes externos, el volumen de ventas o negocio realizado puede ser una buena forma de hacer la clasificación ABC, para productos en inventario (Materias primas, insumos o productos terminados) debe considerarse tanto la cantidad demandada como su precio unitario de forma que los productos se lleven a una unidad monetaria común. En caso de servicios puede ser tanto por el valor en ventas o bien por valor de contribución a las utilidades.

El grado de criticidad, adicionalmente a los elementos antes señalados, puede ser por el nivel de importancia para la empresa en el caso de clientes (Indiferentemente de su volumen de compra interesa por imagen: ejemplo si la empresa desea entregar tarjetas a clientes preferentes, podría ser que el Presidente de la República tenga muy poco volumen de transacciones pero es muy importante para la institución contarle como su primer cliente y hacerle una entrega de la tarjeta.

Si un departamento además de la clasificación de sus clientes desea determinar un tamaño de muestra para entrevistar puede utilizar los siguientes consejos:

### **Instrucciones para calcular el tamaño de la muestra:**

1. **Tamaño del universo o tamaño de la población:** Por ejemplo, si está calculando una muestra de residentes en una ciudad de 50,000 habitantes, el universo será de 50,000.
2. **Error máximo aceptable:** es la exactitud probabilística que se desea lograr. Es la exactitud estadística que requiere alcanzar y el nivel de error que está dispuesto a aceptar. El rango puede estar entre 1% y 20%.
3. Nivel deseado de confianza sirve para determinar el nivel de certeza deseado para los resultados. Por ejemplo, el nivel de confiabilidad establecido puede ser de 95% o de 90%. El nivel de confianza deseable determina en que medida requiere estar seguro de la confiabilidad de los resultados. Normalmente se elige 95% (1 en 20 de probabilidad de error) o 90% (1 en 10% de probabilidad de error).
5. Cuando todos los valores estén establecidos, El resultado que se obtenga será el número de casos necesarios para tener representatividad del universo o población con los niveles de posibilidad de error y confianza que estableció.



Ejemplos: Muestra a considerar según tamaño de la población de empleados en una empresa.

Tamaño de la población (Universo): **100**

**Error máximo aceptable**

<b>Nivel de Confianza</b>	<b>2%</b>	<b>3%</b>	<b>5%</b>
<b>95%</b>	<b>96</b>	<b>91</b>	<b>79</b>
<b>99%</b>	<b>97</b>	<b>95</b>	<b>87</b>

Tamaño de la población (Universo): **90**

**Error máximo aceptable**

<b>Nivel de Confianza</b>	<b>2%</b>	<b>3%</b>	<b>5%</b>
<b>95%</b>	<b>87</b>	<b>83</b>	<b>73</b>
<b>99%</b>	<b>88</b>	<b>86</b>	<b>79</b>

Tamaño de la población (Universo): **75**

**Error máximo aceptable**

<b>Nivel de Confianza</b>	<b>2%</b>	<b>3%</b>	<b>5%</b>
<b>95%</b>	<b>73</b>	<b>70</b>	<b>63</b>
<b>99%</b>	<b>74</b>	<b>72</b>	<b>67</b>



## **Instrucción para la elaboración de la Distribución de Frecuencias e Histograma**

### **1) Qué es:**

Es la forma como se representan la distribución de las mediciones realizadas en un proceso, tal como el horario de atención, tiempo de respuesta de mantenimiento, resistencia del cemento, espesor de un tubo, diámetros etc.

Las distribuciones de frecuencia pueden presentarse en forma de un gráfico de barras horizontal o vertical, pero es necesario que los grupos sean similares o homogéneos.

El propósito de la distribución de frecuencias es analizar los datos y obtener información sobre el comportamiento de un determinado proceso.

### **2) Para qué se usa:**

Utilícelo cuando necesite descubrir y mostrar la distribución de datos graficando con barras el número de unidades en cada categoría.

Un histograma toma datos de mediciones, por ejemplo, temperatura, pesos, dimensiones, etc., y muestra su distribución. Esto es crítico puesto que sabemos que todos los eventos repetidos producirán resultados, que varían con el tiempo. Un histograma revela la cantidad de variación propia de un proceso. El histograma es el primer elemento para conocer la variabilidad de un proceso.

Se utiliza para conocer la forma en que se distribuyen los datos de un proceso o grupo de productos, edades de una población, etc.

Permite demostrar como los datos obtenidos de una muestra sirven como base para decidir sobre la población.

La organización de un buen número de datos en un histograma nos permite comprender la población de manera objetiva.

Para ello es necesario contar con datos, los cuales pueden obtenerse mediante el uso de una Hoja de Inspección

### **3) Beneficios:**

Permite mostrar gráficamente, por medio de un histograma la capacidad de un proceso para satisfacer las especificaciones o requerimientos de los clientes.

Facilita la comprensión de cómo se comporta un proceso y cuando existen causas especiales de variación.



**GRUPO KAIZEN S.A.**  
**Teléfono (506) 283 6192**  
**E mail: kaizen@racsa.co.cr**  
**Apartado 422-2010 San José, Costa Rica**

Generalmente como histograma indica que la mayor cantidad de unidades se encuentran en el centro, y que aproximadamente una cantidad igual de unidades se distribuye a ambos lados. Muchas muestras tomadas en forma aleatoria de datos bajo control estadístico siguen esta modalidad.

Otros datos muestran distribuciones con todos los datos “apilados” en puntos lejos del centro, este tipo de distribución es conocida como “sesgada”. Es importante recordar que encontraremos distribuciones que debieran ser normales y no lo son; lo mismo puede suceder en distribuciones que se sabe de antemano que son sesgadas. Además de conocer la forma de distribución, se puede saber lo siguiente:

- a) Si la “dispersión” de la curva cae dentro de las especificaciones. Si no es así, qué cantidad cae fuera de las mismas (Variabilidad).
- b) Si la curva está centrada en el lugar debido. Podemos saber si la mayoría de los datos caen en el lado alto o en lado bajo. (Sesgo).

**4) Limitaciones y precauciones:**

Cuando se utilizan cantidades voluminosas de información requiere el uso de computadora y la representación gráfica requiere de mayor habilidad para una adecuada representación. No es útil en variables controladas por anillos (fluidos, algunas temperaturas, etc.)

**5) Ejemplo de aplicación:**

- ❖ Frecuencia de cantidad de personas en un determinado horario de atención,
- ❖ Frecuencia en el tiempo de respuesta de departamentos como mantenimiento, compras, personal,
- ❖ Frecuencia con que se presentan determinados valores tales como la resistencia del cemento, espesor de un tubo, diámetros, pesos etc.

**6) Cómo se elabora:**

Para la elaboración de un Histograma, ahondaremos un poco más en las instrucciones que en las otras herramientas vistas; esto se debe a la confusión que se crea al momento decidir sobre el número de clases (barras), necesarias o bien a los propios límites de clase, etc.

1. Cuente la cantidad de datos en la serie (n).
2. Determine el rango, R, de los datos. El rango es la diferencia entre el Valor más grande y el más pequeño del conjunto de datos.
3. Divida el valor del rango  $R$  entre un cierto número de clases referidas como K.

La tabla de abajo es una que nos muestra para diferentes cantidades de datos el número recomendado de clases a utilizar.

No. de Datos	No de Grupos (K)
Menos 50	5 a 7
50 a 100	6 a 10
100 a 250	7 a 12



4. Determine el intervalo  $H$ , o amplitud de clase: Amplitud.  
Una fórmula adecuada para hacer esto es la siguiente:  
 $H = R/K$   
Es conveniente redondear  $H$ , a un número adecuado. No olvide que este intervalo debe ser constante a través de toda la distribución de frecuencias. Otra forma de calcularlo es  $K = 1 + 3.3 \log n$  o Raíz cuadrada de  $n$ .
5. Determine los límites de clase:  
Para una determinación sencilla de los límites de clase tome la menor medición individual de los datos. Use este número o redondee hacia un número menor. Este será el punto inferior del primer límite de clase. Tome este número y súmele el intervalo de clase. Sume consecutivamente el intervalo de clase al límite de clase inferior hasta que obtenga el número correcto de clases, que contiene todos los números.
6. Defina la marca de clase o punto medio  $((LS-LI)/2)$
7. Calcule la frecuencia absoluta (Número de veces con que se presenta un valor)
8. Calcule la frecuencia relativa (porcentaje de cada valor con respecto a la suma del total)
9. Calcule la frecuencia acumulada (La suma acumulada de los porcentajes individuales)

### **Histograma**

Es un conjunto de barras que representan los grupos en una gráfica. La línea vertical indica la cantidad de datos que contiene cada grupo. La línea horizontal se anotan las fronteras de todos los grupos. Un histograma es la representación gráfica de una tabla de frecuencias. El histograma nos muestra una vista rápida de la distribución de la característica medida. El histograma es una herramienta de diagnóstico muy importante ya que muestra una vista panorámica de la variación en la distribución de los datos.

El histograma revela que tanto varía un proceso.

### **Tipos de Histograma:**

#### **a) Tipo general (forma simétrica o de campana):**

El valor de la media del histograma está en el centro del rango de los datos. La frecuencia es mayor en el centro y disminuye gradualmente hacia los extremos. La forma es simétrica. Es la forma más frecuente. Se conoce como distribución normal o campana.

#### **b) Tipo peinetado (bi modal)**

Cada tercera clase tiene una frecuencia menor. Esta forma se presenta cuando el número de unidades de información incluida en la clase varía de una a otra o cuando hay una tendencia particular en la forma como se aproximan los datos.

#### **c) Tipo con sesgo positivo (con sesgo negativo)**



Forma asimétrica. El valor de la media del histograma está localizado a la derecha(izquierda) del centro del rango. La frecuencia disminuye de manera más brusca hacia la derecha (izquierda), pero gradualmente hacia la izquierda(derecha). Esta forma se presenta cuando el límite inferior (superior) se controla teóricamente o por un valor de especificación o cuando se presentan valores inferiores (superiores) a cierto valor.

**d) Tipo de precipicio a la izquierda (de precipicio a la derecha)**

Forma asimétrica. El valor de la media del histograma está localizado al extremo izquierdo (derecho) lejos del centro del rango. La frecuencia disminuye bruscamente a la izquierda (derecha), y gradualmente hacia la derecha (izquierda). Esta es una forma que se presenta frecuentemente cuando e ha realizado una selección de 100% debido a una baja capacidad del proceso, y también cuando el sesgo positivo (negativo) se hace aún más extremo.

**e) Tipo Planicie**

Las frecuencias forman una planicie, porque las clases tiene más o menos la misma frecuencia excepto aquellas de los extremos. Esta forma se presenta con una mezcla de varias distribuciones que tienen valores de la media diferentes.

**f) Tipo doble pico (bimodal)**

La frecuencia es baja cerca del centro del rango de la información y hay un pico a cada lado.

**g) Tipo de pico aislado**

Se presenta un pequeño pico aislado además de un histograma de tipo general. Esta es la forma que se presenta cuando se incluye una pequeña cantidad de datos de una distribución diferente, como es el caso de anomalía de proceso, error de medición, o inclusión de información de un proceso diferente.

**7) Consejos**

No espere que toda distribución sea normal.

Analice el tipo de distribución obtenida y su ubicación con respecto a los límites permitidos. Observe la distribución para conocer su variabilidad

Observe si la distribución es bi modal (2 turnos, dos máquinas, dos procesos) lo que significaría diferentes fuentes de datos

Anote toda la información necesaria

El número de clases (barras en la gráfica) determina el tipo de imagen en la distribución.

Las distribuciones de algunos procesos son sesgadas por naturaleza

Utilice los datos de la Hoja de Inspección



**GRUPO KAIZEN S.A.**  
Teléfono (506) 283 6192  
E mail: kaizen@racsaco.cr  
Apartado 422-2010 San José, Costa Rica

## DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS

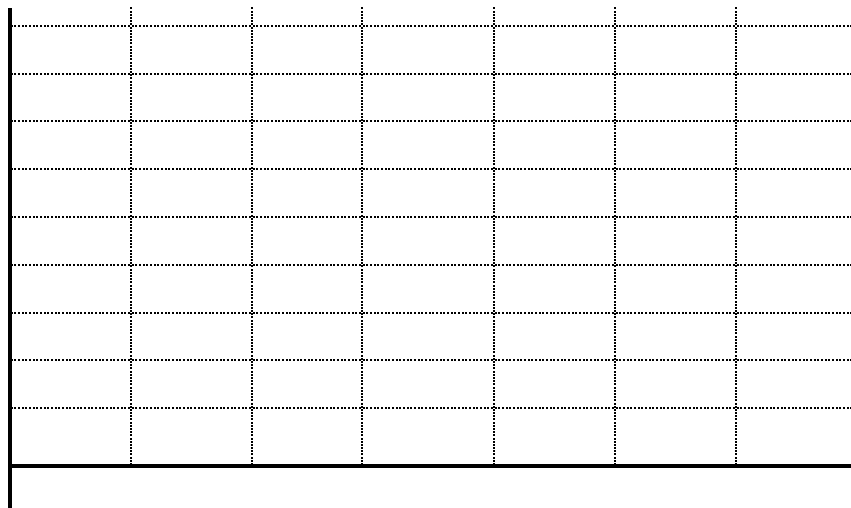
GRUPO	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR	MARCA DE CLASE	FRECUENCIA ABSOLUTA	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
1						
2						
3						
4						
5						
6						



**GRUPO KAIZEN S.A.**  
Teléfono (506) 283 6192  
E mail: kaizen@racsaco.cr  
Apartado 422-2010 San José, Costa Rica

# HISTOGRAMA

F  
R  
E  
C  
U  
E  
N  
C  
I  
A



( MARCA DE CLASE )



## **Instrucción para la aplicación del Análisis de Correlación (Regresión) o Diagrama de Dispersión**

### **1. Qué es:**

Es una representación gráfica que muestra la relación de una variable con respecto a otra (No necesariamente existe una relación causa- efecto).

El análisis de Regresión relaciona el desempeño de una característica de interés (usualmente llamada la variable de “respuesta o efecto” también conocida como variable dependiente) con factores de causa potenciales (usualmente llamada variable “explicatoria”, causa o variable independiente”). Tal relación es especificada por un modelo que puede ser de la ciencia, de la economía o de la ingeniería, etc., o puede ser derivado empíricamente. El objetivo es ayudar a entender las causas potenciales de variación como respuesta y explicar como cada factor contribuye a esa variación. Esto se alcanza mediante relación estadística de la variación en la variable dependiente con una variación de la variable causa o independiente y obtener el mejor ajuste al minimizar la desviación entre lo predictivo y la respuesta real.

### **2. Para qué se usa:**

El Diagrama de dispersión es usado para estudiar la posible relación entre dos variables. Este tipo de diagrama se usa para probar posibles relaciones entre **causa u efecto**; no permite probar que una variable es causa de la otra, pero si aclara si existe una relación y la intensidad que pudiera tener la misma.

El análisis de regresión permite hacer lo siguiente:

Probar hipótesis acerca de la influencia de una potencial variable causa en la respuesta, y usar esta información para describir el cambio estimado en la respuesta para un cambio dado en la variable causa;

Predecir el valor de la variable dependiente para valores específicos de la variable independiente;

Predecir (a un nivel establecido de confianza) el rango de valores dentro el cual la se espera la respuesta, dados los valores específicos de la variable causa;

Estimar la dirección y el grado de asociación entre la variable dependiente y la variable causa, independiente o explicatoria (tal asociación no implica causalidad). La información



puede ser utilizada, por ejemplo para determinar el efecto de cambiar un factor tal como la temperatura de un proceso, mientras otros factores se mantienen constantes.

Cuando se desea establecer relaciones entre dos indicadores (indicadores de resultado e inductores de actuación), tal y como lo sugiere la metodología del Balanced Scorecard (BSC)

### **3. Beneficios:**

El análisis de regresión puede proveer la relación entre varios factores y la respuesta de interés y tal relación puede ayudar a guiar decisiones relacionadas con el proceso bajo estudio y finalmente mejorar el proceso.

El análisis de regresión tiene habilidad para describir comportamientos en respuesta a datos consistentes, comparar diferentes sub grupo de datos relacionados, y analizar potenciales relaciones causa-y-efecto. Cuando las relaciones son bien diseñadas, el análisis de regresión puede proveer un estimado de las magnitudes relativas del efecto de la variable independiente o causa, así como la fortaleza relativa de esas variables. Esta información es potencialmente valiosa en controlar o mejorar la salida de un proceso.

El análisis de regresión puede también proveer el estimado de las magnitudes y fuente de influencia en la respuesta que proviene de factores que no ha sido bien medido u omitidos en el análisis. Esta información puede ser utilizada para mejorar el sistema de medición o el proceso.

El análisis de regresión puede ser utilizado para predecir el valor de la variable dependiente, para valores dados de uno o más variables independientes; asimismo puede ser utilizada para predecir el efecto de los cambios en las variables causa en un efecto existente o predictivo. Puede ser útil para conducir tal análisis antes de invertir mas tiempo o dinero en un problema, cuando la efectividad de la acción no es conocida.

En el BSC permite evaluar si realmente la mejora en un inductor de actuación tiene alguna relación con el indicador de resultado.

### **4. Limitaciones y precauciones:**

Cuando se diseña un modelo, se requieren conocimientos especiales para especificar el análisis de regresión adecuado (eg., lineal, exponencial, multivariable etc), y en diagnósticos para mejorar el modelo. La presencia de variables omitidas, errores de medición, y otras fuentes de variaciones inexplicadas en la respuesta puede complicar el modelo utilizado. Las suposiciones detrás del modelo de regresión utilizado, y las características de los datos disponibles, determinan que técnica es apropiada para el análisis del problema.

Un problema algunas veces encontrado al desarrollar los modelos de regresión es la presencia de datos los cuales su validez es cuestionable. Cuando sea posible, la validez de tales datos debe ser investigada ya que su inclusión o omisión, puede influenciar las estimaciones de los parámetros del modelo, y por consiguiente la respuesta.



Es importante simplificar el modelo minimizando las variables explicatorias o independientes. La inclusión de variables innecesarias puede opacar la influencia de las variables explicatorias o independientes y reducir la precisión de la predicción del modelo. Sin embargo, omitir una variable explicatoria importante, puede limitar seriamente el modelo y utilidad de los resultados.

### 5. Ejemplo de aplicación:

- ✓ El análisis de regresión es usado para modelar las características de producción tales como salidas, desempeño de calidad, tiempo de ciclo, probabilidad de falla en pruebas o inspecciones y varios comportamientos de deficiencia en los procesos. El análisis de regresión es usado para identificar la mayoría de los factores importantes en esos proceso, y la
- ✓ magnitud y naturaleza de su contribución a la variación en las característica de interés.
- ✓ El análisis de regresión es usado para predecir las salidas de un experimento, o estudios prospectivos o retrospectivos controlados, estudios de variación en materiales o condiciones de producción.
- ✓ El análisis de regresión es usado para verificar la substitución de un método de medición por otro, como por ejemplo reemplazando una
- ✓ prueba destructiva o el método de consumo de tiempo por uno no-destructivo o economía de tiempo.
- ✓ Relación causa efecto entre indicadores e inductores
- ✓ Relación entre objetivos estratégicos y objetivos de proceso.

~ Ejemplos de aplicaciones de regresión no-lineal incluyendo la modelación de concentraciones de drogas como funciones de tiempo y peso correspondientes; modelación de reacciones químicas como función del tiempo, temperatura y presión, etc.

### 6) Cómo se elabora:

El diagrama de dispersión, se traza de forma que el eje horizontal (eje x) represente los valores de una variable y el eje vertical (eje y) represente los valores de otra.

- ✓ Reúna de 50 a 100 pares de datos (X, Y) cuyas relaciones quiera estudiar. Es aconsejable tener al menos 30 pares de datos.
- ✓ Construya una tabla similar a la siguiente:
- ✓

Datos	Peso en kilos	Altura en metros
1	72	1.77
2	81	1.55
3	99	1.90
x	X	x
30	47	1.55



- ✓ Trace un gráfico con los ejes horizontal(X) y vertical(Y) del mismo largo y escalas apropiadas. Los valores deberán aumentar a medida que usted se mueva hacia arriba y hacia la derecha en cada uno de los ejes. La variable que está siendo investigada como posible “causa” se sitúa por lo general en el eje horizontal (x) y la variable identificada como efecto en el vertical
- ✓ Registre los pares de datos en el gráfico
- ✓ Si nota que los valores se repiten circule ese punto tantas veces como sea necesario.
- ✓ Identifique si existe correlación y el tipo
- ✓ Complete con el nombre, fecha, autor etc.-
- ✓ Si desea puede ejecutar la correlación mediante el uso de Excell:
  - Una vez que haya completado las dos columnas de datos confeccione un gráfico utilizando el XYB (Dispersión), con lo cual se muestra la relación entre las dos variables.
  - Colóquese en cualquiera de los puntos ploteados del gráfico y haga clic en el botón derecho.
  - Seleccione “Agregar línea de tendencia”
  - Seleccione el tipo, generalmente se usa “lineal”.
  - Luego vaya a “opciones” y marque las dos últimas opciones: “Presentar ecuación y presentar valor R en el gráfico”.
  - La ecuación identifica la forma de calcular un nuevo valor de Y
  - El valor de “r” indica el grado de correlación entre las dos variables.

## 7 Interpretación:

Los puntos graficados forman un patrón determinado. La dirección y la unión de la agrupación le da idea sobre la fuerza de la relación entre la variable 1 y la variable 2. Cuanto más se asemeje este patrón a una línea recta, más fuerte será la relación entre las variables. Esos es lógico puesto que una línea recta indica que cada vez que una variable cambia, la otra cambia de la misma manera.

### 1.- Correlación positiva:

Un incremento de “Y” depende de un incremento de “X”. Si “X” es controlada “Y” es naturalmente controlada, por ejemplo: entrenamiento vs desempeño.  $R = 0.9$

### 2.- Posible correlación positiva:

Si “X” aumenta, “Y” incrementará un poco, positiva aunque “Y” parece tener otras causas diferentes a “X”.  $R = 0.6$

### 3.- No correlación:

No hay correlación. “Y” puede depender de otra variable.  $R = 0.0$

### 4.- Posible Correlación negativa:

Un aumento de “X” causará una tendencia negativa a disminuir en “Y” por ejemplo calidad vs quejas de los clientes, entrenamiento vs rechazos.  $R = 0.6$

### 5.- Correlación Negativa:

Un aumento en “X” causará una disminución en “Y” por lo tanto como en el punto 1, “X” puede ser controlada en lugar de “Y”.  $R = 0.9$



## 8 Consejos

- ✓ Una relación negativa (Si “y” aumenta, “x” disminuye), es tan importante como una relación positiva (Si “x” aumenta, “y” aumenta)
- ✓ Solamente puede afirmarse de que “y” y “x” están relacionadas, no que una es causa de la otra.
- ✓ Existen pruebas estadísticas disponibles para probar el grado exacto de relación entre las variables
- ✓ Siempre es conveniente observar el gráfico.

Generalmente se utiliza la correlación de línea recta en donde  $y = a + bx$ . Sin embargo, éste no es el único tipo de relación que se encuentra habitualmente: existen otras relaciones como la logarítmica, exponencial etc. ,  $y = e$ ,  $y = x^2$ ,  $y^2 = x$



## **Instrucción para la aplicación del Graficas de Control**

### **1) Qué es:**

Es una herramienta indispensable para detectar problemas pues proporciona información sobre la variabilidad debido a causas propias o ajenas al proceso y permite determinar si éste se encuentra bajo control.

- Indica cambios en el proceso
- Muestra la presencia de causas especiales de variación

### **2) Para qué se usa:**

Se utiliza para registrar datos de un determinado proceso en donde se desea medir variables tales como tiempo de entrega, cantidad de transacciones, y diversos valores como pesos, dimensiones, temperaturas etc.

Su uso más frecuente es para controlar procesos o bien para presentar información recopilada durante un período de tiempo.

Diferenciar cuando el proceso es afectado por causas normales de variación o causas ajenas a éste.

### **3) Beneficios:**

Permite de una forma visual detectar las tendencias de un determinado proceso o meta establecida, muestra si se han cumplido metas o especificaciones tanto en el nivel superior como en el inferior, y sirve para comparar con otros departamentos o empresas.

Un análisis más profundo, utilizando técnicas estadísticas permite detectar posibles cambios en los procesos.

Su mayor beneficio es el controlar los procesos y determinar en que momento se debe tomar acción o bien no hacer nada.

Evita el uso de la inspección al final de la línea, atacando el problema antes de que este ocurra.



#### 4) Limitaciones y precauciones:

Los datos deben recopilarse en el momento en que se presentan tratando de respetar su secuencia. Puede utilizarse tanto para variables como atributos pero requiere de un mayor conocimiento sobre la forma de aplicar cada tipo de gráfico.

Debe estudiarse correctamente el tipo de gráfica y como aplicarla ya que existen diversos tipos: gráfica de valores individuales, promedio simple, promedio móvil, promedio-rango, promedio-desviación estándar, gráfica de porcentajes, de partes defectuosas, de defectos y de defectos por unidad.

#### 5) Ejemplo de aplicación:

- ❖ Ejemplo de ello son los tiempos de atención en cajas, tiempos en tramitar operaciones, tiempo de respuesta de los Promotores, tiempo de entrega de mensajeros etc.
- ❖ Cantidad de operaciones atendidas.
- ❖ Cantidad de defectos
- ❖ Control de temperaturas, control de pesos, control de llenado, control de dimensiones. Etc.

#### 6) Cómo se elabora:

- ❖ El eje Y es la línea vertical de la gráfica, la cual debe contener la escala de valores a ser registrados como tiempo, cantidad, temperatura, peso, cantidad de errores, etc.
- ❖ El eje X es la línea horizontal (Tiempo, horas, días, meses).
- ❖ Un punto marcado indica la medición o cantidad observada en un tiempo determinado.
- ❖ Los puntos debe ser conectados para facilitar su interpretación.
- ❖ El periodo de tiempo y la unidad de medida deben ser claramente identificados.
- ❖ Si el valor anotado es el promedio de varias observaciones, la gráfica de promedios debe ser acompañada de una gráfica de rangos.
- ❖ Dibuje con una línea continua el promedio o el promedio de promedios.
- ❖ Dibuje con una línea punteada los límites superior e inferior, estos límites pueden ser la meta establecida o bien el valor que representa el desempeño de la competencia u otro departamento.
- ❖ Estadísticamente los límites de variación normal corresponden a más menos tres desviaciones estándar, o bien mediante otro medios, lo cual depende del grafico, los datos y el conocimiento de los que aplican el control estadístico de proceso. Puede obtenerse mayor información al respecto sobre las diferentes formas de calcular límites.

#### 7. Consejos

- ❖ Asegúrese que el proceso de toma de datos es eficiente, de manera que las personas tengan tiempo de hacerlo.
- ❖ Los datos a ser tomados deben ser homogéneos (una misma caja, un mismo producto, un mismo turno, una misma máquina, un mismo proceso).



**GRUPO KAIZEN S.A.**  
**Teléfono (506) 283 6192**  
**E mail: kaizen@racsa.co.cr**  
**Apartado 422-2010 San José, Costa Rica**

- ❖ Utilice la información de la Hoja de Inspección.
- ❖ No olvide completar con toda la información necesaria (Fecha, Departamento, Proceso, Persona, Etc.).
- ❖ Debe mantenerse el orden de los datos en el momento de ser recolectados.
- ❖ Complete con toda la información necesaria.
- ❖ Busque información adicional sobre la forma correcta de calcular los límites de control de acuerdo con la gráfica utilizada y el tipo de dato.



**GRUPO KAIZEN S.A.**  
Teléfono (506) 283 6192  
E mail: kaizen@racsa.co.cr  
Apartado 422-2010 San José, Costa Rica

## Hoja de datos

Departamento			Proceso					Fecha			
No.	Fecha	Hora	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	SUMA	PROMEDIO	RANGO	OBSERVAC
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
								TOTAL			
								PROMEDIO			





**GRUPO KAIZEN S.A.**  
**Teléfono (506) 283 6192**  
**E mail: [kaizen@racsaco.cr](mailto:kaizen@racsaco.cr)**  
**Apartado 422-2010 San José, Costa Rica**

Existen otra serie de técnicas que pueden ayudar al mejoramiento continuo y a la solución de problemas como lo son el Despliegue de la función de Calidad (Casita de la Calidad), el Análisis de Modo y Efectos de Falla, el concepto de probabilidad estadística, la técnica del Seis Sigma, así como el Control Estadístico de Proceso (SPC), las cuales si requiere mayor información se puede solicitar a [info@grupokaizen.com](mailto:info@grupokaizen.com) o bien solicitar información sobre los seminarios que el Grupo Kaizen S.A. ofrece sobre todos los temas aquí mencionados.

### **BIBLIOGRAFÍA**

Manual de herramientas Básicas para el análisis de Datos, Goal  
Herramientas Básicas para la Mejora Continua, Hitoshi Kume  
Como aplicar el Método Deming, Mary Walton  
ISO 10017 Guía de Técnicas Estadísticas para ISO 9001:2000.