



## Introducción

**Las organizaciones son tan eficientes como lo son sus procesos.** La mayoría de las empresas han tomado conciencia de esto y se plantean cómo mejorarlos y evitar algunos males habituales como: bajo rendimiento, poco enfoque al cliente, barreras departamentales, subprocesos inútiles debido a la falta de visión global del proceso, etc.

**Un proceso** puede ser definido como un conjunto de actividades interrelacionadas entre sí que, a partir de una o varias entradas de materiales o información, dan lugar a una o varias salidas también de materiales o información con valor añadido.

En otras palabras, **un proceso** es la manera en la que se hacen las cosas en la empresa. Ejemplos de procesos son el de producción y entrega de bienes y/o servicios, el de gestión comercial, el de desarrollo de la visión estratégica, el de desarrollo de producto, ... Estos procesos deben estar correctamente gestionados empleando distintas herramientas de la gestión de procesos.

La incorporación de las nuevas tecnologías de la información permite redefinir los procesos alcanzando grados de eficacia y eficiencia inimaginables hace unos años. Las organizaciones que sean capaces de descubrir estas posibilidades e implantarlas correctamente, conseguirán ventajas competitivas debido a la disminución de costes y el aumento de flexibilidad frente a los requerimientos de los clientes.

La Gestión de Procesos coexiste con la administración funcional, asignando "propietarios" a los procesos clave, haciendo posible una gestión interfuncional generadora de valor para el cliente y que, por tanto, procura su satisfacción. Determina qué procesos necesitan ser mejorados o rediseñados, establece prioridades y provee de un contexto para iniciar y mantener planes de mejora que permitan alcanzar objetivos establecidos. Hace posible la comprensión del modo en que están configurados los procesos de negocio, de sus fortalezas y debilidades.

Un modelo de gestión integrado debe presentar una visión globalizada y **orientada al Cliente** tanto interno como externo según postulados de Calidad Total y de ser posible según principios basados en modelos de excelencia empresarial.

No estaremos hablando realmente de un Sistema de Gestión Integrado hasta que no consigamos sistematizar todos los procesos claves y relevantes que intervienen en la empresa.

## Por qué la gestión de procesos

- Por que las empresas y/o las organizaciones son tan eficientes como lo son sus procesos. La mayoría de las empresas y las organizaciones que han tomado conciencia de esto han reaccionado ante la ineficiencia que representa las organizaciones departamentales, con su nichos de poder y su inercia excesiva ante los cambios, potenciando el concepto del proceso, con un foco común y trabajando con una visión de objetivo en el cliente.
- Vamos hacia una sociedad donde el conocimiento va a jugar un papel de competitividad de primer orden. Y donde desarrollar la destreza del "aprender a aprender" y la Administración del conocimiento, a través de la formación y sobre todo de las experiencias vividas, es una de las variables del éxito empresarial.

- ▣ La Administración del conocimiento se define como un conjunto de procesos por los cuales una empresa u organización recoge, analiza, didactiza y comparte su conocimiento entre todos sus miembros con el objetivo de movilizar los recursos intelectuales del colectivo en beneficio de la organización, del individuo y de la Sociedad.
- ▣ La Gestión por Procesos es la forma de gestionar toda la organización basándose en los Procesos. En tendiendo estos como una secuencia de actividades orientadas a generar un valor añadido sobre una ENTRADA para conseguir un resultado, y una SALIDA que a su vez satisfaga los requerimientos del Cliente.

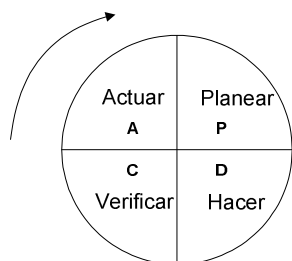
## Conceptos básicos

Otros términos relacionados con la Gestión por Procesos, y que son necesarios tener en cuenta para facilitar su identificación, selección y definición posterior son los siguientes:

- **Proceso:** Conjunto de actividades organizadas para conseguir un fin, desde la producción de un objeto o prestación de un servicio hasta la realización de cualquier actividad interna (ejemplo: elaboración de una factura). Los objetivos clave del negocio dependen de procesos de negocio interfuncionales eficaces, y, sin embargo, estos procesos no se gestionan. El resultado es que los procesos de negocio se convierten en ineficaces e ineficientes, lo que hace necesario adoptar un método de gestión por procesos.
- Conjunto de recursos y actividades interrelacionados que transforman elementos de entrada en elementos de salida. Los recursos pueden incluir personal, finanzas, instalaciones, equipos, técnicas y métodos.
- **Proceso relevante:** es una secuencia de actividades orientadas a generar un valor añadido sobre una entrada, para conseguir un resultado que satisfaga plenamente los objetivos, las estrategias de una organización y los requerimientos del cliente. Una de las características principales que normalmente intervienen en los procesos relevantes es que estos son interfuncionales, siendo capaces de cruzar verticalmente y horizontalmente la organización.
- **Proceso clave:** Son aquellos procesos extraídos de los procesos relevantes que inciden de manera significativa en los objetivos estratégicos y son críticos para el éxito del negocio.
- **Subprocesos:** son partes bien definidas en un proceso. Su identificación puede resultar útil para aislar los problemas que pueden presentarse y posibilitar diferentes tratamientos dentro de un mismo proceso.
- **Sistema:** Estructura organizativa, procedimientos, procesos y recursos necesarios para implantar una gestión determinada, como por ejemplo la gestión de la calidad, la gestión del medio ambiente o la gestión de la prevención de riesgos laborales. Normalmente están basados en una norma de reconocimiento internacional que tiene como finalidad servir de herramienta de gestión en el aseguramiento de los procesos.
- **Procedimiento:** forma específica de llevar a cabo una actividad. En muchos casos los procedimientos se expresan en documentos que contienen el objeto y el campo de aplicación de una actividad; que debe hacerse y quien debe hacerlo; cuando, donde y como se debe llevar a cabo; que materiales, equipos y documentos deben utilizarse; y como debe controlarse y registrarse.
- **Actividad:** es la suma de tareas, normalmente se agrupan en un procedimiento para facilitar su gestión. La secuencia ordenada de actividades da como resultado un subproceso o un proceso. Normalmente se desarrolla en un departamento o función.
- **Proyecto:** suele ser una serie de actividades encaminadas a la consecución de un objetivo, con un principio y final claramente definidos. La diferencia fundamental con los procesos y procedimientos estriba en la no repetitividad de los proyectos.
- **Indicador:** es un dato o conjunto de datos que ayudan a medir objetivamente la evolución de un proceso o de una actividad.

### Requisitos básicos de un proceso clave o relevante

- Todos los procesos deben tener un responsable designado que asegure su cumplimiento y eficacia continuados.
- Todos los procesos claves y relevantes tienen que ser capaces de satisfacer los ciclos **PDCA** del siguiente gráfico.



Todos los procesos tienen que tener indicadores que permitan visualizar de forma gráfica la evolución de los mismos. Tienen que ser planificados en la fase **P**, tienen que asegurarse su cumplimiento en la fase **D**, tienen que servir para realizar el seguimiento en la fase **C** y tiene que utilizarse en la fase **A** para ajustar y/o establecer objetivos.

Todos los procesos tienen que ser auditados para verificar el grado de cumplimiento y eficacia de los mismos. Para esto es necesario documentarlos mediante procedimientos.

Es recomendable planificar y realizar periódicamente (aproximadamente tres años) una reingeniería de los procesos de gestión, claves y relevantes para alcanzar mejoras espectaculares en determinados parámetros como costes, calidad, servicio y rapidez de respuesta.

### Condiciones de un proceso

- Se pueden describir las ENTRADAS y las SALIDAS
- El Proceso cruza uno o varios límites organizativos funcionales.
- Una de las características significativas de los procesos es que son capaces de cruzar verticalmente y horizontalmente la organización.
- Se requiere hablar de metas y fines en vez de acciones y medios. Un proceso responde a la pregunta "QUE", no al "COMO".
- El proceso tiene que ser fácilmente comprendido por cualquier persona de la organización.
- El nombre asignado a cada proceso debe ser sugerente de los conceptos y actividades incluidos en el mismo.

Al gestionar procesos, lo que en realidad hacemos es cambiar las unidades de organización a su estructura lógica y natural.

- Un proceso es un conjunto de acciones y tareas que se realizan de forma secuencial, y que en su conjunto proporcionan valor añadido a los clientes.

No importa a qué departamento o función pertenezcan los implicados en el proceso, todos son corresponsables de sus resultados, independientemente de su asignación funcional. Esto también conlleva tener una visión amplia, y no limitada, de lo que se realiza en la organización.

Visto de otra forma, la gestión por procesos implica el control de los procesos, es decir, que seamos capaces de predecir el resultado de los procesos que estamos llevando a cabo, y por ende, podamos asegurar la calidad de lo que realizamos a nuestros clientes, en nuestro caso de la empresa, bien sean alumnos, personal docente e investigador o el personal de administración y servicios.

Durante muchos años, casi todas las organizaciones empresariales se han organizado verticalmente, por funciones. Actualmente, la organización por procesos permite prestar más atención a la satisfacción del

cliente, mediante una gestión integral eficaz y eficiente: se produce la transición del sistema de gestión funcional al sistema de gestión por procesos. La gestión por procesos se desarrolla en tres fases, después de identificar los procesos clave y asignar las responsabilidades (propietarios y equipos).

Hoy en día nadie duda de la "**gestión por procesos**" como una excelente **herramienta** más de mejora en las organizaciones. Después de varios años de puesta en marcha en las empresas privadas, los resultados ponen de manifiesto la bondad y excelencia de esta herramienta, también en las empresas.

### **Ventajas adicionales de esta herramienta son:**

- Reduce los ciclos de prestación de servicios
- Reduce los errores que cometemos y por tanto los costes de no calidad
- Introduce la figura del cliente interno dentro de las organizaciones
- Fomenta y desarrolla la autodisciplina en la organización
- Son parte integrante de los modelos de aseguramiento de calidad o de los modelos de calidad total.
- Ayuda a trabajar a todo el personal en el óptimo, ya que todas las personas implicadas en un mismo proceso trabajan conforme al mismo procedimiento.

### **Factores clave para conseguir la satisfacción del cliente**

De forma genérica, en la gestión por procesos se tienen que dar tres factores clave para conseguir la satisfacción del cliente, objetivo último de esta herramienta.

#### **1. Definición de un método de trabajo.**

Consiste en definir un método de trabajo estándar, que esté acorde con los recursos y necesidades de la organización.

El método se refleja en la redacción de los procedimientos, que son el soporte documental de la gestión por procesos.

#### **2. Ejecución del método de trabajo.**

Una vez definido el método de trabajo en los procedimientos, lo que se trata es que todo el personal comience a trabajar conforme a las pautas que se definen en ellos.

#### **3. Implantación.**

El tercer factor consiste en ir introduciendo en nuestros procedimientos o métodos de trabajo las especificaciones del servicio que nos van definiendo nuestros clientes.

La implantación y ejecución de los tres factores nos permitirá alcanzar los niveles de satisfacción deseados para nuestros clientes, ya sean estos internos y externos.

En definitiva lo que se trata es de conseguir que en nuestros procesos de trabajo las "necesidades de nuestros clientes" sean iguales a las "especificaciones del servicio" que ofrece la empresa.

## ¿Qué debe hacer el encargado de implantar la gestión por procesos?

Esa es la pregunta clave.

Basándonos en los conceptos anteriores, expondremos a continuación la metodología con la que, en nuestra experiencia, tendrá más posibilidades de éxito a la hora de implantar la gestión por procesos en una empresa o institución de cualquier tipo.

### 1. La implicación se consigue desde la participación, no desde la imposición

La implantación para la gestión y mejora de los procesos en las organizaciones ha de realizarse de la forma más participativa posible. Así se conseguirá:

- Acortar el proyecto
- Dar participación en el diseño del proceso a las personas que lo ejecutan y que por tanto mejor lo conocen
- Evitar las imposiciones desde instancias superiores, que complican la fase de implantación, y que suelen tirar todos los esfuerzos a la basura.

### 2. Empiece desde el principio: forme e informe

Como en todo proyecto novedoso donde se trata de implantar y cambiar un poco la forma de pensar y de trabajar de las personas, lo primero es la información y la formación. ¿Qué información, como mínimo, ha de conocer todo el personal del servicio (área o departamento) implicado? Coja papel y lápiz, y trate de pensar por anticipado cómo comunicar mejor:

- ¿Cuáles son los objetivos del proceso?
- ¿Cuáles son sus fases?
- ¿Cuáles son los resultados esperados?
- ¿Qué tipo de colaboraciones se van a establecer?

La mejor forma de encuadrar el proyecto desde el punto de vista informativo es enmarcándolo con la calidad de servicio.

### 3. Encuentre qué es lo verdaderamente importante para su empresa.

Para informar y formar al personal desde el punto de vista práctico, lo mejor es realizar unas sesiones de taller-trabajo donde se les imparta formación adecuada y la metodología necesaria para comenzar a definir los procesos que se desarrollan en su unidad.

Trabajando en grupos, el personal del servicio tiene que definir el mapa de procesos que le corresponde. Todos sabemos que en cada servicio se realizan distintos procesos, lo que se trata de estudiar en este primer trabajo es ver cuáles son los procesos importantes que realizamos. ¿Qué entendemos por "importante"? Importante es todo aquello que tiene repercusión en la satisfacción del cliente o en la operatividad de la empresa.

Por tanto, lo primero que hay que definir es que es "importante" para la empresa. El siguiente paso es definir para cada proceso de trabajo las fronteras del mismo, o dicho de otro modo:

- definir la primera y última actividad del proceso
- definir el proveedor y
- definir el cliente del proceso.

Una vez hemos definido el alcance de nuestro proceso, debemos realizar un diagrama de flujo del proceso, donde vamos situando las diferentes acciones y tareas que los componen, así como el orden en que se realizan.

Mientras realizamos este ejercicio es muy útil cuestionarnos "¿qué aporta cada acción de las que realizamos y qué valor añadido da al cliente?". Seguro que hay actividades que vemos que realizamos y que no tienen utilidad para el cliente y que por tanto deberíamos ir pensando en suprimir o al menos en minimizar en un futuro próximo.

#### **4. Busque propietarios**

El siguiente paso es lógico: en gestión no pueden existir acciones o herramientas que no tengan propietario. Por lo tanto, debemos de asignar a cada uno de los procesos definidos en el mapa de procesos un propietario.

Es muy conveniente, ya que el propietario es el futuro responsable de mantener el procedimiento y vigilar su control, que todo el personal del servicio sea propietario de algún proceso. Hay que quitarles el miedo con las "responsabilidades".

- Se es responsable del proceso y de su mantenimiento, no de los resultados del mismo.
- Del resultado son corresponsables todos los que participan y están implicados en alguna de sus fases o actividades.

Hay una frase que nos gusta mucho: "Escribir el método de trabajo es el primer paso para mejorarlo". Pues nada, manos a la obra.

El servicio debe definir un estándar de procedimiento, es decir, cómo se va a desarrollar la parte escrita del proceso

Comenzamos a redactar lo que hemos descrito antes en forma de diagrama de flujo. Simplemente se trata de decir "qué", "quién", "cómo" y "cuando" se realizan cada una de las actividades que conforman el proceso.

Y ya hemos conseguido definir nuestro método de trabajo.

#### **5. Piense en cómo mejorar desde el primer momento**

Veamos ahora cuál es la mejor forma ahora de controlar el proceso y si es posible mejorarlo.

Una vez establecidos los procedimientos que describen los procesos, proceda a implantarlos, es decir, que todo el personal implicado en el proceso, sea o no del servicio, pase a cumplir lo que "todos" hemos puesto por escrito. Pero antes de pasar a la acción, no olvide diseñar un plan de revisión y mejora desde estos primeros momentos de definición: por ejemplo, que pasados dos o tres meses desde su implantación, se cree un plan para la mejora continua de cada proceso, y al que también debemos asignar un responsable.

#### **6. A dónde queremos llegar...**

Hasta aquí hemos realizado la parte tediosa o burocrática, como es escribir los procedimientos.

A partir de ahora comienza la parte dinámica y entretenida de la gestión de los procesos, pues se trata de pasar del proceso real al que debería ser, al ideal.

Como siempre, es necesario formar a las personas encargadas de la mejora. Esta formación consiste básicamente en enseñar a usar índices que midan la eficiencia del proceso y la metodología a seguir para establecer un plan de mejora. Algunos ejemplos:

- **Definición de los puntos de control y medición.** Debemos ser capaces de conocer ¿qué es lo que nos interesa medir y cuando de nuestros procesos para controlarlos y mejorarlos? Buscar medidores de:
  - Fallos internos y externos
  - Satisfacción del cliente
  - Tasa de errores
  - Tiempos de respuesta
  - Indicadores de calidad
  - Cuellos de botella
- **Establecer el responsable de las mediciones y control**
- **Vigilar la eficiencia del proceso.**
  - Fijados los indicadores tenemos que asumir la responsabilidad de fijar unos límites de tolerancia que nos permitan asegurar lo que hacemos a nuestros clientes.
  - Cuando estemos fuera de límites nuestro cliente no estará satisfecho, pues no controlamos lo que hacemos.
- **Definir los subprocesos correspondientes.**
  - Para analizar algunas tareas o acciones tenemos que definir los subprocesos en que se encuentran inmersos, es decir, bajar un nivel al descrito en el procedimiento.
  - Asignar los responsables de los subprocesos
- **Comunicar compromisos de mejora.**
  - Los compromisos de mejora se pueden establecer en forma de objetivos asociados a indicadores que hay que mejorar.
- **Medir y evaluar, incluyendo la satisfacción del cliente**
- **Establecer un sistema de información, medición y retroalimentación**
- **Detección de problemas**
- **Priorización de problemas**
- **Solución de las causas de los problemas.**

Como podemos comprobar, para mejorar y controlar lo que tenemos que hacer es medir de forma sistemática nuestras actividades. Los indicadores usados para establecer las mediciones nos sirven como sistema de información para la toma de decisiones. Este plan de mejora debe de ir siempre acompañado de una metodología para el análisis y resolución de problemas, que de forma genérica pueden ser:

- Identificar las oportunidades de mejora
- Priorizar y seleccionar los problemas
- Definir el problema
- Analizar las causas de los problemas
- Seleccionar las mejores soluciones
- Implantación de soluciones
- Evaluar la mejora lograda
- Controlar el nuevo nivel alcanzado

Alcanzado este nivel, lo más importante y donde radica el éxito de la gestión y mejora de los procesos es en aplicar metodológicas previamente establecidas, pero eso sí, siempre de forma sistemática.

Para finalizar les recordamos algunos de los factores de éxito que hacen que esta herramienta de mejora funcione y nos ayude a mejorar la gestión de nuestros procesos:

- Información y formación
- Participación frente a imposición. A las personas les gusta participar en lo que hacen y les ayuda a implicarse mas en su trabajo.
- Aplicación de metodología de forma sistemáticas
- Reconocer la existencia de problemas es el primer paso para resolverlos
- Para saber lo bien o mal que actuamos tenemos que medir y compararnos. Las decisiones para la mejora de los procesos tienen que ser en base a datos.



## La variación de los procesos

Es muy difícil, si no es que imposible, encontrar dos cosas completamente iguales.

Ningún día es igual a otro, pues en todos se da alguna variación en la temperatura y en otros aspectos climatológicos. Tampoco son iguales las estaciones y los años. En algunos años llueve más que en otros. También hay diferencias entre los hijos de unos mismos padres. Aun los hermanos gemelos tienen, cada uno de ellos, rasgos característicos que nos permiten distinguirlos.

El hombre, en su esfuerzo por hacer cosas, se ha dado cuenta de que no puede hacerlas completamente iguales. Ninguna mesa es idéntica a otra. Si tornamos medidas de mesas aparentemente iguales, vemos que hay diferencias, aunque éstas sea milimétricas.

Mientras el hombre hacía las cosas en forma artesanal, la variación no presentaba ningún inconveniente, pues cada obra hecha en forma artesanal es independiente de las demás. Así es como todavía muchas personas hacen las ollas de barro, una por una.

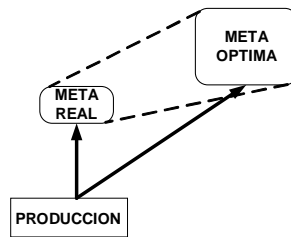
La variación, sin embargo, pasó a ser problema en el momento en que se empezaron a fabricar partes intercambiables. Fue entonces cuando se experimentó la necesidad de fabricar dichas partes en tal forma que ensamblaran con propiedad. Si las partes no son lo suficientemente similares, no ensamblan bien y, por tanto, el producto no va a funcionar correctamente.

Por esto, se establecen especificaciones que definen qué tan semejantes tienen que ser las partes, a fin de que ensamblen adecuadamente. Tomemos el ejemplo de los focos. Su rosca debe ser hecha con tales medidas que pueda introducirse en cualquiera de los zóquets hechos para esa medida de focos.

Las variaciones que se dan en el proceso de producción se deben tanto a las diferencias que existen en los lotes de la materia prima, como a los cambios que experimentan, a través del tiempo, las máquinas y los hombres que las operan.

Las especificaciones tienen como punto de referencia un valor meta, llamado así porque es el valor óptimo al que se tiende en el proceso de fabricación; sin embargo, debido a las variaciones en el comportamiento del proceso las especificaciones suelen expresarse con un ámbito de tolerancia.





Este ámbito de tolerancia puede ser mayor en piezas grande, por ejemplo, es los rines de las ruedas de un camión; pero en artículos pequeños, como en el caso de las piezas de un reloj fino, el ámbito de tolerancia es mínimo.

La variación, cuando se da dentro de los límites de este ámbito, no afecta mayormente; el problema surge cuando la variación excede dichos límites, pues se estima que entonces los productos van a resultar más o menos defectuosos.

## ENFOQUE TRADICIONAL FRENTE A LA VARIACION

Teniendo en cuenta este hecho, el enfoque tradicional clasifica la variación de la manera siguiente: permisible, si satisface los requerimientos ingenieriles; excesiva, si va más allá de dichos requerimientos.

Con la clasificación anterior se pretende definir qué partes pueden usarse para que un ensamblado funcione. Si la variación se da dentro de los límites permisibles, las piezas se consideran buenas; si la variación es mayor, las piezas se consideran defectuosas.

Este enfoque tradicional acepta, por tanto, "desviaciones" a los requerimientos de la ingeniería. Más aún, ante la necesidad de cumplir cuotas de producción, se tiende a ampliar los límites permisibles de desviación a fin de utilizar el mayor numero posible de partes, en detrimento, por supuesto, de la calidad de los artículos y, por tanto, de los consumidores.

## EL PROBLEMA FUNDAMENTAL QUE PRESENTA LA VARIACION DE UN PROCESO

El enfoque tradicional no proporciona una metodología: ni para hacer que las partes cumplan con los requerimientos; ni para descubrir las causas a las que se debe la fabricación de productos defectuosos.

El problema fundamental permanece latente: cómo hacer para que las partes fabriquen con la menor variación posible; porque sise logra esto, se evita el retrabajo y no hay desperdicios.

La solución a este problema consiste:

- en identificar las fuentes de variación en el proceso;
- y en tomar acciones para eliminar por completo dichas fuentes de variación o, al menos, para reducir sus efectos.

## PROCESO ESTABLE Y HABILIDAD DEL PROCESO

El que un proceso sea estable, esto es, que esté bajo control estadístico, no quiere decir que sus productos cumplan con las especificaciones(habilidad del proceso). Lo único que quiere decir es que el proceso sigue un patrón consistente de comportamiento (estabilidad del proceso), que permite diagnosticar cómo se va a comportar en el futuro.

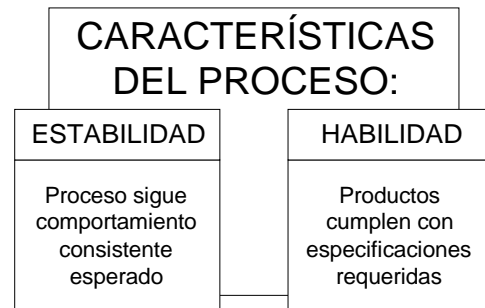
Asimismo, el que un proceso esté fuera de control no significa que sus productos no cumplan las especificaciones. Lo único que se quiere decir con esto es que el patrón de comportamiento no es consistente y que, por tanto, no hay bases para diagnosticar cómo se comportará el proceso en el futuro.

No se descarta que los productos de un proceso "fuera de control" sean conformes en un 100% con las especificaciones (habilidad del proceso); lo que sucede en este caso es que no se puede predecir que se dé dicha conformidad en el futuro (estabilidad del proceso). Volviendo al ejemplo anterior, el hecho de que el chofer se enfrente a un imprevisto significa que su patrón de manejo en esos momentos no va a ser consistente, mas no significa que no salve adecuadamente el obstáculo.

Por tanto, la estabilidad y la habilidad de un proceso son dos conceptos diferentes.

Un comportamiento estable ofrece la ventaja de que, con base en dicha estabilidad, se puede predecir cómo se va a comportar el proceso en el futuro y cuáles van a ser sus resultados; por tanto, en una situación de esta naturaleza es más fácil planear la producción y administrar la empresa.

Por el contrario, si los datos manifiestan que se trata de una variación sin control, es imposible predecir qué va a ocurrir en el futuro y, por tanto, la planeación, fabricación y administración se harán en un contexto de incertidumbre. Esta es la razón por la que es tan importante saber de qué tipo de variación se trata.



### CONCEPTO DE HABILIDAD

El que un proceso esté en control estadístico significa:

- que no existen causas especiales de variación;
- y que si éstas existieron fueron identificados y eliminadas;
- por tanto, al no existir de momento causas especiales, puede predecirse el comportamiento futuro del proceso, pues éste se comporta en forma consistente.

Mas el hecho de que un proceso esté dentro de control estadístico no implica que sus productos cumplan con las especificaciones. Un proceso consistente puede ser consistentemente bueno o consistentemente malo, según que sus productos cumplan o no con las especificaciones. Por eso, además de que el proceso sea consistente se requiere que sea **hábil**.

**La habilidad del proceso es la capacidad que éste tiene de producir unidades dentro de los límites de especificación.**

Se dice que el proceso es **hábil**, cuando sus productos cumplen con las especificaciones. La habilidad del proceso aumenta en la medida en que sus productos se concentran en torno al valor central de las especificaciones.

### LAS ESPECIFICACIONES

En todo proceso de fabricación se establecen:

- un **valor central**, que es la medida óptima deseada que deben tener las unidades que se producen; por ejemplo, un litro exacto en el envasado; una espesor de 5 cm., etc;
- y un **ámbito de tolerancia** pues se tiene en cuenta que todo proceso inevitablemente tiene variación. La amplitud que puede tener este ámbito de tolerancia depende del tipo de producto final para el que se destinan las unidades que se fabrican. Entre más fino sea el artículo, menor es el ámbito de tolerancia de las medidas de las piezas. El producto químico tiene mayor calidad entre menor sea el ámbito de tolerancia de sus características.

Lo anterior se expresa con el concepto **especificaciones**.

*Las especificaciones son las medidas que determinan tanto el valor central como los límites que debe tener el ámbito de tolerancia a ambos lados del valor central. Se asume que la unidad que se fabrica fuera de dichos límites es ya un producto defectuoso.*

De esto nace la necesidad de que el fabricante dirija su atención a vigilar que el proceso sea hábil, esto es, a vigilar:

- que los productos de dicho proceso estén dentro de los límites de tolerancia;
- y, más aún, que el proceso se centre en torno al valor central.

### GRAFICA DE HABILIDAD

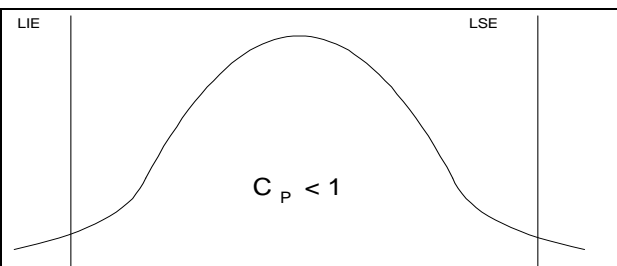
El que se establezcan especificaciones obliga a examinar si los resultados de un proceso van de acuerdo con dichas especificaciones o no. El procedimiento para presentar gráficamente el grado de habilidad del proceso es el siguiente:

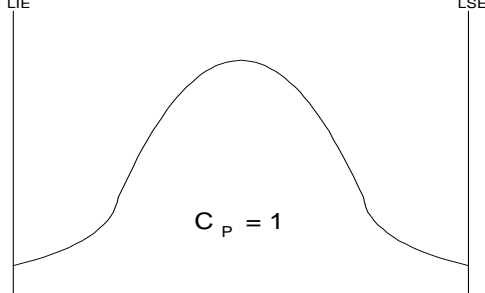
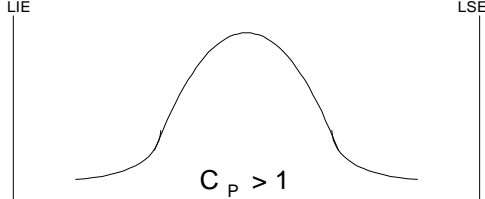
- Paso 1. Se traza una línea horizontal, la que se gradúa en tal forma que sirva para ubicar en ella el histograma de los datos obtenidos de las muestras.
- Paso 2. Se señala con claridad en dicha línea dónde se ubica el valor central de las especificaciones, que es el valor óptimo, y dónde los límites, inferior y superior, de las especificaciones.
- Paso 3. Se trazan dos líneas verticales que caen a los lados de la línea horizontal, equidistantes del valor central, que señalan los límites de especificación. El límite inferior de especificación (LIE) se coloca a la izquierda; el límite superior de especificación (LSE) se coloca a la derecha.
- Paso 4. Se coloca el histograma de los datos de las muestras sobre la línea horizontal graduada, de tal manera que quede de manifiesto la distribución de dichos datos en relación con el valor central y con los límites de especificación.

### ÍNDICE DE HABILIDAD DEL PROCESO ( $C_p$ )

Se llama índice de habilidad del proceso a la medida que resulta de relacionar la extensión de la curva de distribución del proceso con los límites de especificación.

Esta relación puede darse de 3 maneras:

<p>Caso 1. La curva de distribución excede los límites de especificación.</p> <p>Cuando éste es el caso, se están generando defectos.</p>	
---	--

<p>Caso 2. La extensión de la curva de distribución coincide con los límites de especificación.</p> <p>Cuando éste es el caso, se calcula un mínimo de 0.3% de defectos. Este porcentaje es mayor si el proceso no está centrado.</p>	
<p>Caso 3. La extensión de la curva de distribución es inferior a las especificaciones.</p> <p>Cuando éste es el caso y el proceso está centrado, el proceso es entonces potencial y realmente hábil.</p>	

El índice de habilidad del proceso se calcula con la fórmula siguiente:

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6S}$$

Los términos que intervienen en esta fórmula son los siguientes:

LSE = límite superior de especificación  
LIE = límite inferior de especificación  
S = desviación estándar estimada.

La desviación estándar estimada del proceso (S) se calcula, como ya lo vimos en el tema anterior, con la fórmula siguiente:

$S = \bar{R}/d_2$ , en donde

$\bar{R}$  = el promedio del rango de los subgrupos

$d_2$  = el valor de una constante tomando en consideración el número de muestras que integran el subgrupo.

Como vimos anteriormente, los valores de  $d_2$  son:

2	1.128
3	1.693
4	2.059
5	2.326
6	2.534
7	2.704
8	2.847
9	2.970
10	3.078

**Ejemplo:**

Un proceso de manufactura tiene como valor central 0.95, como límites de especificación de 0.85 y 1.05 y una desviación estándar (S) = 0.007

Para calcular el índice de habilidad de este proceso ( $C_p$ ) se aplica la fórmula:

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6S} = C_p = \frac{1.05 - 0.85}{6(0.007)} = 4.76$$

Por lo tanto, el proceso tiene un índice de habilidad de 4.76

**Caso 1. Proceso no hábil  $C_p < 1$** 

La variabilidad es mayor que la tolerancia del proceso, de modo que una fracción de sus productos no satisface las especificaciones y, por tanto, resulta con defectos.

**Ejemplo:**

En la fabricación de cierta pieza, el grosor es una característica de calidad de la pieza. Los límites de especificación están dados por 0.43 y 0.48 mm. y la desviación estándar del proceso corresponde a un valor de sigma = 0.009 mm. La habilidad del proceso es:

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6S} = C_p = \frac{0.48 - 0.43}{6(0.009)} = 0.9259$$

Como el  $C_p < 1$ , el proceso es no hábil; por lo que la dispersión es mayor que la tolerancia del proceso.

**Caso 2. Proceso hábil:  $C_p = 1$** 

Un valor de  $C_p = 1$  indica que la dispersión natural del proceso es igual a la anchura de los límites de especificación. En otras palabras, la tolerancia, esto es, la distancia que existe desde el LIE hasta el LSE del proceso es tal que permite sólo una distribución. Cualquier cambio en la medida dará por resultado productos fuera del límite de especificación en la dirección del cambio.

**Ejemplo:**

Los límites de especificación para el tamaño de perfiles debe ser entre 30.5 y 31.5 cm. de largo y la desviación estándar está dada por sigma = 0.167 cm. La habilidad del proceso es:

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6S} = C_p = \frac{31.5 - 30.5}{6(0.167)} = 1$$

El índice de habilidad  $C$  indica que proceso apenas es hábil, con una dispersión natural  $qP \sim$  iguala justamente la anchura de los límites de especificación.

**Caso 3. Proceso hábil  $C_p > 1$** 

Este caso representa la situación ideal, ya que la tolerancia del proceso absorbe completamente la dispersión del mismo. Se puede decir que la distribución cabe varias veces (tanto como las que indique el  $C_p$ ) en el intervalo determinado por los límites de especificación.

Ejemplo.

Para un proceso de manufactura tenemos los datos siguientes:

$$LIE = 24.5$$

$$LSE = 26.5$$

$$S = 0.75$$

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6S} = C_p = \frac{26.5 - 24.5}{6(0.75)} = 4.44$$

El índice de habilidad  $C_p$  indica que el proceso es hábil con una dispersión natural menor que la anchura de los límites de especificación.

### ÍNDICE DE HABILIDAD REAL DEL PROCESO

$C_{pk}$  es el índice de habilidad real del proceso. Este índice no sólo toma en cuenta la forma como se relaciona la extensión de la curva de distribución del proceso en relación con los límites de especificación (como lo hace el índice ( $C_p$ )) sino además toma en cuenta lo centrado del proceso.

El  $C_{pk}$  mide, pues, el grado en que un proceso está generando características de calidad con respecto a los límites de especificación.

Si el  $C_p$  contesta a la pregunta: ¿El proceso puede producir unidades que estén de acuerdo a las especificaciones? (habilidad potencial del proceso); El  $C_{pk}$  contesta a la pregunta: ¿El proceso está produciendo realmente unidades que están de acuerdo con las especificaciones? (habilidad real del proceso).

### Procedimiento para calcular el $C_{pk}$

Dado que el  $C_{pk}$  muestra la distancia que hay entre el valor central del proceso y el límite de especificación más cercano, el  $C_{pk}$  se calcula de la manera siguiente:

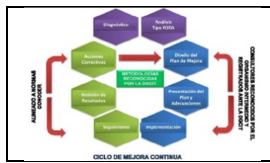
1. Se calcula la capacidad del proceso en relación con el límite inferior de especificaciones, utilizando la fórmula siguiente:

$$C_{pi} = \frac{\bar{X} - LIE}{3S}$$

2. Se calcula la capacidad del proceso en relación con el límite superior de especificación, utilizando la fórmula siguiente:

$$C_{ps} = \frac{\bar{X} - LSE}{3S}$$

3. Se considera  $C_{pk}$  la cantidad menor que resulte de las dos fórmulas anteriores.



# ORGANIZACIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DE PROCESOS

## ¿Qué debe hacerse para implantar la gestión por procesos?

Esa es la pregunta clave. Basándonos en los conceptos anteriores, expondremos a continuación la metodología con la que, en nuestra experiencia, tendrá más posibilidades de éxito a la hora de implantar la gestión por procesos en una empresa o institución de cualquier tipo.

### 1. La implicación se consigue desde la participación, no desde la imposición

La implantación para la gestión y mejora de los procesos en las organizaciones ha de realizarse de la forma más participativa posible. Así se conseguirá:

- Acortar el proyecto
- Dar participación en el diseño del proceso a las personas que lo ejecutan y que por tanto mejor lo conocen
- Evitar las imposiciones desde instancias superiores, que complican la fase de implantación, y que suelen tirar todos los esfuerzos a la basura.

### 2. Empiece desde el principio: forme e informe

Como en todo proyecto novedoso donde se trata de implantar y cambiar un poco la forma de pensar y de trabajar de las personas, lo primero es la información y la formación. ¿Qué información, como mínimo, ha de conocer todo el personal del servicio (área o departamento) implicado? Coja papel y lápiz, y trate de pensar por anticipado cómo comunicar mejor:

- ¿Cuáles son los objetivos del proceso?
- ¿Cuáles son sus fases?
- ¿Cuáles son los resultados esperados?
- ¿Qué tipo de colaboraciones se van a establecer?

La mejor forma de encuadrar el proyecto desde el punto de vista informativo es enmarcándolo con la calidad de servicio.

### 3. Encuentre qué es lo verdaderamente importante para su empresa

Para informar y formar al personal desde el punto de vista práctico, lo mejor es realizar unas sesiones de taller-trabajo donde se les imparta formación adecuada y la metodología necesaria para comenzar a definir los procesos que se desarrollan en su unidad.

Trabajando en grupos, el personal del servicio tiene que definir el mapa de procesos que le corresponde. Todos sabemos que en cada servicio se realizan distintos procesos, lo que se trata de estudiar en este primer trabajo es ver cuáles son los procesos importantes que realizamos. ¿Qué entendemos por "importante"? Importante es todo aquello que tiene repercusión en la satisfacción del cliente o en la operatividad de la empresa.

Por tanto, lo primero que hay que definir es que es "importante" para la empresa. El siguiente paso es definir para cada proceso de trabajo las fronteras del mismo, o dicho de otro modo:

- definir la primera y última actividad del proceso
- definir el proveedor y
- definir el cliente del proceso.

Una vez hemos definido el alcance de nuestro proceso, debemos realizar un diagrama de flujo del proceso, donde vamos situando las diferentes acciones y tareas que los componen, así como el orden en que se realizan.

Mientras realizamos este ejercicio es muy útil cuestionarnos "¿qué aporta cada acción de las que realizamos y qué valor añadido da al cliente?". Seguro que hay actividades que vemos que realizamos y que no tienen utilidad para el cliente y que por tanto deberíamos ir pensando en suprimir o al menos en minimizar en un futuro próximo.

#### **4. Busque propietarios**

El siguiente paso es lógico: en gestión no pueden existir acciones o herramientas que no tengan propietario. Por lo tanto, debemos de asignar a cada uno de los procesos definidos en el mapa de procesos un propietario.

Es muy conveniente, ya que el propietario es el futuro responsable de mantener el procedimiento y vigilar su control, que todo el personal del servicio sea propietario de algún proceso. Hay que quitarles el miedo con las "responsabilidades".

- Se es responsable del proceso y de su mantenimiento, no de los resultados del mismo.
- Del resultado son corresponsables todos los que participan y están implicados en alguna de sus fases o actividades.

Hay una frase que nos gusta mucho: "Escribir el método de trabajo es el primer paso para mejorarlo". Pues nada, manos a la obra.

El servicio debe definir un estándar de procedimiento, es decir, cómo se va a desarrollar la parte escrita del proceso

Comenzamos a redactar lo que hemos descrito antes en forma de diagrama de flujo. Simplemente se trata de decir "qué", "quién", "cómo" y "cuando" se realizan cada una de las actividades que conforman el proceso.

Y ya hemos conseguido definir nuestro método de trabajo.

#### **5. Piense en cómo mejorar desde el primer momento**

Veamos ahora cuál es la mejor forma ahora de controlar el proceso y si es posible mejorarlo.

Una vez establecidos los procedimientos que describen los procesos, proceda a implantarlos, es decir, que todo el personal implicado en el proceso, sea o no del servicio, pase a cumplir lo que "todos" hemos puesto por escrito. Pero antes de pasar a la acción, no olvide diseñar un plan de revisión y mejora desde estos primeros momentos de definición: por ejemplo, que pasados dos o tres meses desde su implantación, se cree un plan para la mejora continua de cada proceso, y al que también debemos asignar un responsable.

#### **6. A dónde queremos llegar...**

Hasta aquí hemos realizado la parte tediosa o burocrática, como es escribir los procedimientos.



A partir de ahora comienza la parte dinámica y entretenida de la gestión de los procesos, pues se trata de pasar del proceso real al que debería ser, al ideal.

Como siempre, es necesario formar a las personas encargadas de la mejora. Esta formación consiste básicamente en enseñar a usar índices que midan la eficiencia del proceso y la metodología a seguir para establecer un plan de mejora.

La iniciación de un esfuerzo de Gestión de la Calidad Total (GCT) requiere el apoyo de la alta gerencia, por lo menos, con el suministro de los recursos que se necesiten para mantener la GCT.

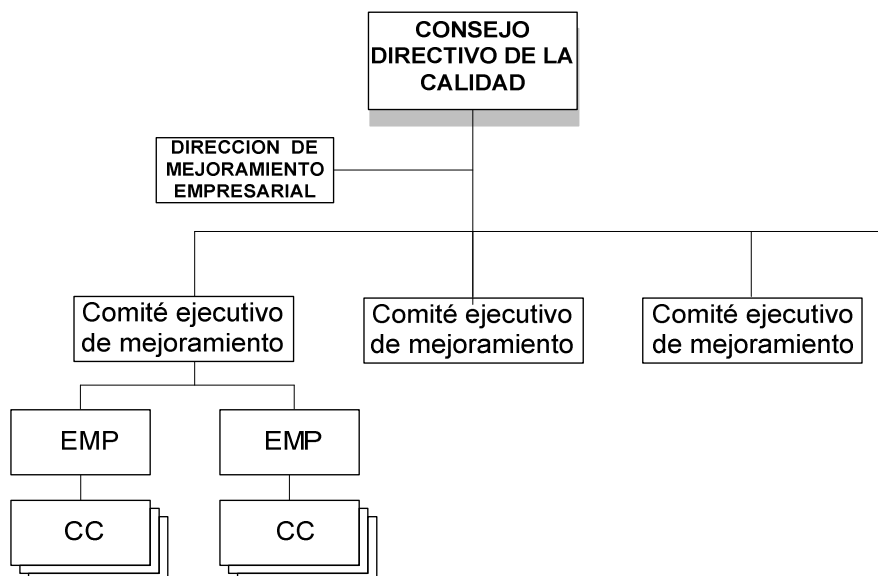
Las Empresas están compuestas por una serie de equipos humanos que trabajan en procesos que forman cadenas interrelacionadas en muchas direcciones. Cada proceso tiene un cliente y un proveedor, la mayoría de ellos internos.

La comunicación en ambos sentidos se hace natural cuando cada una de estas personas o equipos se comunica con sus propios clientes y proveedores.

Para organizar el proceso de mejoramiento se deben asumir los lineamientos de carácter general que a continuación se enumeran:

1. Preparación de la estructura formal que se hará cargo de implementar el proceso de Gestión de la Calidad Total (GCT).
2. Concientización de todos los cuadros de la empresa sobre el compromiso de llevar a cabo la GCT.
3. Mejoramiento de los procesos de la empresa, especialmente los que tienen que ver con la atención al cliente.
4. Atención de calidad al cliente, y
5. Establecimiento de la mejora continua.

#### **ESTRUCTURA PARA LA GESTIÓN DE LA CALIDAD TOTAL (GCT)**



Cada una de esas acciones, requiere la realización de las actividades siguientes:

- Ω Organizar el Consejo Directivo de la Calidad
- Ω Organizar los Comités Ejecutivos de Mejoramiento
- Ω Organizar la Dirección de Mejoramiento Empresarial
- Ω Definir los roles de los integrantes de cada Equipo de Mejoramiento.

### ➤ **Organizar el Consejo Directivo de la Calidad (CDC)**

Para centrar desde el principio la atención y el compromiso de la Alta Gerencia con el proceso de la Calidad Total se debe organizar el Consejo Directivo de la Calidad (CDC).

#### **Integración del Consejo Directivo de la Calidad**

El Consejo Directivo de la Calidad (Consejo) estará integrado por los siguientes ejecutivos de la empresa, así:

- Gerencia General
- Gerentes de Divisiones
- Gerencia de Recursos Humanos
- El Director de Mejoramiento Empresarial (DME), que como Coordinador General del Proceso de Calidad, fungirá como Secretario del Consejo

#### **Misión del CDC**

El Consejo Directivo de la Calidad (CDC) dirigirá, sostendrá y participará en el desarrollo y administración del proceso de la Gestión de la Calidad Total (GCT). El Consejo garantizará que se tomen las decisiones fundamentales relacionadas con la GCT y que se pongan a disposición los recursos humanos, financieros y tecnológicos necesarios.

#### **Responsabilidades específicas**

- Preparar, comunicar, promover y dirigir el proceso de la GCT.
- Establecer y dirigir las actividades de los Comités Ejecutivos de Mejoramiento (CEM).
- Garantizar que los sistemas corporativos de recompensa y reconocimiento apoyen y fortalezcan el éxito de la GCT y su participación en la GCT.
- Aprobar las propuestas para el proyecto de Mejoramiento de la Calidad (MC). I
- Realizar la monitoría de los resultados alcanzados mediante el proceso de la GCT y comunicar sus resultados.
- Dirigir el proceso de planeación de la calidad
- Fijar objetivos de la GCT sobre una base anual.
- Participar en los eventos de reconocimiento que celebran el éxito de la GCT.
- Suministrar los recursos humanos, financieros y tecnológicos que se requieran para realizar en forma efectiva la GCT.
- Garantizar que durante la GCT se suministre una capacitación adecuada con el fin de establecer un ambiente de aprendizaje continuo.
- Garantizar el compromiso personal y directo de la alta gerencia en las actividades de la GCT, incluyendo su afiliación a un EMP, participación para la capacitación para la GCT. etc.

### ➤ **Organizar los Comités Ejecutivos de Mejoramiento (CEM)**

Los Comités Ejecutivos de Mejoramiento serán una representación del CDC en cada Gerencia funcional, siendo presididos por su titular y se comunicarán con éste a través de su respectivo Gerente de División. El Coordinador del Proceso, de cada área, fungirá como representante del Gerente funcional, en caso de ausencia justificada de éste.

### **Integración de los Comités Ejecutivos de Mejoramiento**

Los integrantes de los CEM serán los principales ejecutivos bajo el mando directo del titular de cada Gerencia Funcional y que representen todas las funciones de esa Unidad Organizacional.

### **Misión del Comité Ejecutivo de Mejoramiento**

La misión del CEM consiste en diseñar el proceso de calidad en su respectiva Unidad Organizacional, de acuerdo al proceso de planeación estratégica de la calidad establecido por el CDC, determinando sus directrices, estableciendo módulos educativos, midiendo su progreso, y ayudando a su implementación. El Comité deberá garantizar que el proceso de GCT se ponga en práctica con eficacia en cada Unidad Organizacional donde haya sido implantado.

### **Responsabilidades específicas**

- Desarrollar y ayudar a la implantación del proceso de calidad de la empresa en sus respectivas unidades organizacionales.
- Aprobar las propuestas para los proyectos de mejoramiento de procesos, los cuales serán ejecutadas por los Equipos de Mejoramiento.
- Apoyar los esfuerzos de capacitación con el fin de establecer el ambiente de aprendizaje continuo durante la GCT.
- Ayudar a todas sus unidades subalternas a poner en marcha el proceso de calidad.
- Identificar los procesos empresariales críticos de su unidad organizacional.
- Establecer y dirigir las actividades de los Equipos de Mejoramiento de Procesos (EMP) de la unidad.
- Seleccionar los responsables de la revisión, mejoramiento y/o rediseño de los procesos.
- Resolver todos los problemas que presenten los proyectos de mejoramiento y que tengan un efecto negativo sobre el proceso de calidad.
- Evaluar las necesidades y el grado de avance de la revisión, mejoramiento y/o rediseño de los procesos.
- Establecer y mantener relaciones con otras actividades de calidad de la empresa o ajenas a ella.
- Participar en los eventos de reconocimiento que celebren el éxito de la GCT.
- Garantizar el compromiso personal y directo de la administración de la Unidad Estratégica en las actividades de la GCT, incluso su participación en un EMP, participación en la capacitación para la GCT y otros relacionados.

### **➤ Organizar la Dirección de Mejoramiento Empresarial (DME)**

La Dirección de Mejoramiento Empresarial (DME) será responsable ante el Consejo Directivo de la Calidad, como Coordinadora General del Proceso.

### **Misión de la DME**

La misión de la DME es la de respaldar directamente el desarrollo, implantación y crecimiento de todos los elementos integrantes del proceso para la GCT y proporcionar servicios de asesoría y capacitación a los Equipos de Mejoramiento, Círculos de Calidad y otros grupos de trabajo para la implantación exitosa del proceso hacia la GCT dentro de sus respectivas áreas. La DME también tiene la responsabilidad de consolidar y rendir informes sobre los resultados y progresos a nivel de la empresa.

La DME funcionará como agente de cambio para lograr los objetivos planteados. Será el organismo que continuamente esté transmitiendo entusiasmo y motivación a los equipos y a los individuos para iniciar y continuar el proceso de la GCT. Además tendrá que estar siempre alerta a lo que esté sucediendo en cada nivel, en cada equipo y en cada individuo que se integre al proceso, para tomar medidas de apoyo y guía para fortalecer o corregir el rumbo. Será el canal de comunicación del Consejo para mantenerse informado y transmitir sus decisiones.

Su dependencia jerárquica se define como inmediata al Consejo Directivo de la Calidad a través de la Gerencia General de la Empresa; la DME estará dotada de la suficiente autoridad para que pueda tratar con igualdad a los responsables de las áreas funcionales.

### **Integración de la DME**

Dada la misión y las funciones específicas de la DME, la misma absorberá las funciones básicas del Centro Corporativo de la Calidad e incorporará bajo su dependencia jerárquica a los Departamentos de Organización y Métodos, Productividad y el Centro de Capacitación. Estas unidades organizacionales deberán adaptar su desempeño funcional al cumplimiento de los principios y postulados de la Gestión de la Calidad Total en la Empresa.

### **Responsabilidades específicas**

- Coordinar el proceso de GCT en toda la Empresa.
- Asesorar al CDC y a los CEM en la realización de sus responsabilidades específicas
- Mantener un conocimiento avanzado y excepcional sobre los procedimientos y técnicas de la GCT,
- Defender vigorosamente la adhesión a los principios relacionados con la GCT y la satisfacción de los clientes.
- Desarrollar, actualizar y supervisar los programas de concientización para la calidad.
- Desarrollar, actualizar y supervisar el proceso educativo para la calidad.
- Desarrollar un modelo operacional para el MPE en la organización
- Desarrollar los parámetros del MPE (o políticas para la organización)
- Desarrollar los parámetros de medición del desarrollo de la GCT en la Empresa.
- Participar en el desarrollo de los planes estratégicos de la empresa y/o de unidades menores para asegurarse de que la calidad y la satisfacción de las necesidades de los clientes se incorporan en los mismos como una fuerza conductora de gestión.
- Supervisar el progreso de la GCT a nivel de la empresa y suministrar informes sobre éste.
- Realizar la auditoría del proceso de la GCT, monitorear los resultados alcanzados y comunicar sus logros.
- Proporcionar servicios de asesoría sobre la GCT a los Equipos de Mejoramiento.
- Desarrollar y recomendar formatos adecuados y otros materiales para el establecimiento de la GCT.
- Desarrollar y distribuir comunicaciones y materiales informativos que respalden la GCT.
- Coordinar la participación de los empleados de la empresa en seminarios, cursos, charlas, conferencias, etc. tanto a nivel local, nacional e internacional, en cualquier tópico que trate sobre el mejoramiento del servicio al cliente.
- Actuar como representante de la empresa en todos los aspectos relacionados con la contratación de los servicios de asesoría y/o consultoría que, en materia de GCT, se adquieran.
- Participar en el desarrollo de encuestas a los clientes, equipos focales, etc.
- Coordinar la presentación de solicitudes (si se desea) ante organismos externos para la obtención de premios y reconocimiento por los esfuerzos que realice la empresa sobre la GCT, por ejemplo premios nacionales de calidad.
- Mantener la afiliación de la empresa a asociaciones locales y nacionales para la calidad, equipos de trabajo, etc.

### **Los Responsables del Proceso o Sub-Proceso**

El responsable del proceso o sub-proceso es la persona que ha sido nombrado por su superior inmediato como el encargado de garantizar que el proceso total sea efectivo y eficiente. El concepto de responsabilidad del proceso o sub-proceso proporciona un medio a través del cual se pueden alcanzar los objetivos funcionales sin perder de vista el objetivo principal de la empresa.

El responsable del proceso o sub-proceso se debe encontrar en un nivel lo suficientemente alto para comprender cuál será el impacto del nuevo proceso o sub-proceso mejorado.

### **Criterios para seleccionar a los responsables del proceso o sub-proceso**

Los criterios para seleccionar a los responsables del proceso o sub-proceso serán:

**Responsabilidad.** Una forma de saber quién experimenta el mayor sentimiento de responsabilidad sobre un determinado proceso o sub-proceso es contestando las preguntas: ¿Qué persona tiene el máximo de:

- Recursos (personas, sistemas)?
- Trabajo (tiempo)?
- Molestias (críticas, quejas, conflictos)?
- Crédito real (o potencial)?
- Posibilidades de triunfo cuando todo va bien?
- Capacidad para efectuar el cambio?

**Poder para actuar sobre el proceso.** El responsable del proceso de la empresa debe ser alguien que opere a un nivel lo suficientemente alto en la organización para:

- Identificar el impacto de las nuevas direcciones de la empresa sobre el proceso
- Tener influencia sobre los cambios de políticas y procedimientos que afectan el proceso
- Comprometerse y realizar los cambios
- Monitorear la efectividad y eficiencia del proceso o sub-proceso.

**Capacidad de liderazgo.** Se refiere a la capacidad de esta persona para dirigir un equipo. Esta debe ser:

- Percibida como una persona con mucha credibilidad
- Capaz de mantener al grupo dentro del programa
- Capaz de liderar y dirigir un grupo
- capaz de respaldar y estimular a los miembros del EMP o Círculo en sus esfuerzos de mejoramiento
- Un negociador experimentado
- Estar dispuesto a adoptar el cambio
- Capaz de ver las situaciones importantes
- Capaz de cumplir con sus compromisos
- Capaz de comunicarse con su autoridad del nivel superior.
- Capaz de derribar obstáculos
- Capaz de correr riesgos

**Conocimiento del proceso.** El responsable del proceso debe poseer una buena comprensión de éste. Esta característica es deseable pero no obligatoria porque tan pronto como el proceso tenga la respectiva documentación del proceso, todos los miembros del EMP tendrán una comprensión clara de la forma cómo opera el mismo.

### ➤ Definir los roles de los integrantes de cada Equipo de Mejoramiento de Procesos (EMP)

Al nivel de cada una de las funciones subordinadas a los Comités Ejecutivos de Mejoramiento, se establecerán los Equipos de Mejoramiento de Procesos (EMP) con una estructura de trabajo que incluya un coordinador y un facilitador.

Cada EMP será una representación de todas las áreas funcionales de esa unidad subordinada. Los miembros del EMP deben ser las personas que dependan directamente del titular del área funcional subordinada.

### Misión de los Equipos de Mejoramiento de Procesos (EMP)

La misión del EMP consistirá en aplicar el proceso de MP y medir su progreso, y participar en los diferentes módulos educativos que requieran. El EMP debe garantizar que el proceso de GCT se aplique con eficacia en cada unidad representada.

### Responsabilidades específicas

- La principal responsabilidad de cada miembro del EMP consistirá en representar a su unidad dentro del equipo y deberán:
- Participar en todas las actividades del EMP (entrenamiento en las técnicas de Mejoramiento de Procesos Empresariales (MPE), asistencia a reuniones y actividades de repaso)
- Llevar a cabo actividades de MPE en su unidad según requerimientos del EMP tales como obtener la documentación "local", elaborar el diagrama de flujo referente a la participación del departamento en el proceso, verificar la aplicación del proceso, evaluar la eficiencia y ayudar a realizar los cambios necesarios.
- Obtener los recursos apropiados (tiempo, etc) para las actividades que se llevarán a cabo en su unidad.
- Realizar cambios en el proceso, en la medida que éstos sean aplicables a la unidad (supervisar la generación de nueva documentación, organizar la tarea de entrenamiento y llevar a cabo el trabajo de seguimiento)
- Presidir debidamente los equipos de subproceso
- Respalda el cambio (informar, estimular, ofrecer retroalimentación y atender reclamos)
- Capacitar e involucrar debidamente a los miembros de otras unidades.
- Solucionar los problemas relacionados con el proceso
- Ofrecerle a su unidad una mejor comprensión de su labor dentro de la totalidad del proceso

Normalmente un EMP deberá tener de 4 a 8 miembros; un número superior podrá reducir su efectividad.

El EMP se responsabilizará de diseñar y mejorar continuamente los procesos que se le hayan asignado. Los miembros del EMP deberán estar dispuestos a dedicar tiempo extraordinario al MP. Entre sus actividades típicas están las siguientes:

- Reunir información acerca del costo y calidad del proceso
- Calificar el proceso
- Elaborar los diagramas de bloques y de flujo del proceso
- Establecer puntos de medida y ciclos de retroalimentación
- Definir la información sobre la eficiencia, efectividad y cambios al proceso
- Desarrollar y poner en práctica los planes de mejoramiento
- Asegurar la adaptabilidad del proceso

### Selección de los miembros del EMP

Una vez definidos los límites preliminares y elaborado el diagrama de bloque del proceso, el responsable del proceso debe determinar qué unidades cumplen roles claves dentro del proceso. Cada uno de ellos debe estar representado en el EMP. El miembro del EMP facilitará la ejecución de los cambios necesarios para el proceso en su unidad.

El representante de cada unidad en el EMP debe ser un “experto” en cuanto a conocimientos, comprensión de cada una de las actividades que se realizan en esa área del proceso. es muy importante que se designe a la mejor persona. El representante del área que haya sido elegido debe tener:

- Conocimiento práctico y real del proceso
- Confianza en que el proceso puede mejorar
- Autoridad para comprometer los recursos del departamento
- Tiempo para participar en el EMP
- Tiempo para realizar un seguimiento de las tareas señaladas por el EMP
- Deseo de formar parte de las actividades de MP
- Credibilidad ante los demás miembros del EMP
- Disposición para adoptar y dirigir el cambio
- Interés creado en el proceso.

Como requisito para ser miembro del EMP, cada individuo debe haberse entrenado en la utilización de las herramientas básicas y demás instrumentos para la solución de problemas, como los siguientes (hay más):

- Trabajo en equipo
- Sesiones de lluvia de ideas
- Hojas de verificación
- Diagrama de Pareto
- Diagramas de causa y efecto
- Diagramas de dispersión
- Gráficas de Control
- Histogramas (distribuciones de frecuencia) y
- otros controles estadísticos del proceso

## **Los Círculos de Calidad**

Al nivel de cada actividad específica se establecerán los Círculos de Calidad con una estructura de trabajo similar a un EMP.

Cada Círculo será una representación única una actividad de una unidad subordinada. Los miembros del Círculo deben ser personas que trabajen en una sola dependencia.

### **Misión de los Círculos de Calidad**

La misión de un Círculo de Calidad consistirá en aplicar el proceso de MPE y medir su progreso en su respectiva unidad, y participar en los diferentes módulos educativos que requieran. El Círculo debe garantizar que el proceso de GCT se aplique con eficacia dentro de su unidad.

### **Responsabilidades específicas**

La principal responsabilidad de cada miembro de un Círculo consistirá en:

- Participar en todas las actividades del Círculo (entrenamiento en las técnicas de Mejoramiento de Procesos, asistencia a reuniones y actividades de repaso)
- Llevar a cabo actividades de MPE en su unidad.
- Solucionar los problemas relacionados con su sub-proceso
- Realizar cambios en el sub-proceso, en la medida que éstos sean aplicables a la unidad.
- Ofrecerle a su unidad una mejor comprensión de su labor dentro de la totalidad del proceso

Normalmente un Círculo debe tener un máximo de 4 miembros; un número superior reduciría su efectividad. El Círculo se responsabilizará de diseñar y mejorar continuamente los sub-procesos que se le hayan asignado. Los miembros de un Círculo deberán estar dispuestos a dedicar tiempo extraordinario al MPE. Entre sus actividades típicas están las siguientes:

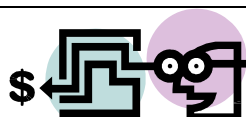
- Elaborar el diagrama de flujo del sub-proceso
- Establecer puntos de medida y ciclos de retroalimentación
- Definir la información sobre la eficiencia, efectividad y cambios al sub-proceso
- Desarrollar y poner en práctica los planes de mejoramiento
- Asegurar la adaptabilidad del sub-proceso

### Selección de los miembros de un Círculo

El miembro de un Círculo facilitará la ejecución de los cambios necesarios para el sub-proceso en su unidad. Los miembros de un Círculo deberán ser “expertos” en cuanto a las actividades que se realizan en esa área del sub-proceso.

Como requisito para ser miembro de un Círculo, cada individuo debe haberse entrenado en la utilización de las herramientas básicas y demás instrumentos para la solución de problemas, como los siguientes:

- Trabajo en equipo
- Sesiones de lluvia de ideas
- Hojas de verificación
- Diagrama de Pareto
- Diagramas de causa y efecto
- Diagramas de dispersión
- Gráficas de Control
- Histogramas (distribuciones de frecuencia) y
- otros controles estadísticos del proceso



## LA RUTA DE LA CALIDAD

### Problemas y Proyectos

Es importante distinguir entre problemas y proyectos. **Las causas de los problemas** deberán investigarse a partir de hechos y datos, y analizar con precisión la relación entre la causa y el efecto con el propósito de que las soluciones sean perdurables y evitar que vuelva a ocurrir el problema. El hablar con hechos y datos nos impide tomar decisiones sin fundamento basadas en la imaginación o en la experiencia, lo que llevaría al fracaso, a demorar una mejora o a que ésta sólo sea temporal..



**El proyecto conlleva** la decisión de solucionar algo y además de solucionarlo en equipo. El trabajo en equipo ofrece una mayor oportunidad de hacer las cosas más creativamente; al trabajar en equipo se requiere la información de todos los involucrados en el proyecto. Un proyecto busca, entonces, mejorar un resultado deficiente, hasta lograr un nivel deseado, con la participación de todos: “es más fácil cazar la liebre entre dos”.

En resumen, podemos distinguir entre

**Problema:** que es el resultado no deseado de un proceso, y  
**Proyecto:** que es un problema en vías de solución o una meta que quiere lograrse.

### TIPOS DE PROBLEMAS

Podemos distinguir diferentes tipos de problemas que no deben mezclarse al hacer un análisis:

Problemas de eliminación:	Son aquellos donde la situación ideal es la reducción a cero.	<input checked="" type="checkbox"/> defectos <input checked="" type="checkbox"/> fallas <input checked="" type="checkbox"/> errores <input checked="" type="checkbox"/> quejas <input checked="" type="checkbox"/> reclamos <input checked="" type="checkbox"/> desperdicios
Problemas de reducción:	Son aquellos donde toda disminución es deseable, pero hay mínimo nivel necesario.	<input checked="" type="checkbox"/> costos <input checked="" type="checkbox"/> inventarios <input checked="" type="checkbox"/> tiempo de entrega
Problemas de incremento	Son aquellos donde todo aumento en su nivel es deseable.	<input checked="" type="checkbox"/> ventas <input checked="" type="checkbox"/> participación de mercado <input checked="" type="checkbox"/> rendimientos <input checked="" type="checkbox"/> nivel de satisfacción <input checked="" type="checkbox"/> rentabilidad

### TIPOS DE PROYECTOS

La clasificación de los proyectos es variada, algunos autores la plantean teniendo en cuenta su finalidad, otros según el tiempo que dure su ejecución, otros los relacionan con la producción. Los franceses Chervel y Le Gail , clasifican los proyectos económicos y sociales, según sus características así:

### Clasificación por finalidades

- Según la naturaleza de los bienes o servicios producidos.
  - De producción de bienes materiales, por ejemplo proyectos de tipo industrial.
  - De producción de servicios, por ejemplo proyectos de telecomunicaciones, de prestación de servicios públicos, educativos y de salud.
- Según la clase de consumo a que da lugar el producto
  - De producción para demanda interna, ejemplo producción de alimentos, elaboración de calzado y proyectos de exportación como flores, frutas exóticas.
  - Económicos como explotación de recursos naturales y proyectos sociales como salud y educación.
  - De producción de bienes comercializables como plantaciones agrícolas y proyectos de bienes no comercializables como huertas escolares y caseras.

### Clasificación según el tiempo que dure la ejecución

- De producción inmediata como proyectos industriales.
- De producción diferida como renovación de recursos naturales.
- De inversión intensiva o de larga duración.
- De inversión moderada

En las ciencias sociales se utiliza hacer referencia al carácter, la naturaleza y tipo de proyecto para efectuar una clasificación que facilite la organización de todas las posibilidades y modalidades en este campo.

Cuando se refiere al carácter del proyecto se hace alusión a si es clasificado como económico o como social, en el primer caso si el objetivo es producir un bien o un servicio que demande beneficio económico y en el segundo si el valor o parte del mismo es para satisfacer necesidades de un grupo, una institución o un área territorial.

Cuando se menciona la naturaleza del proyecto, se refiere a la esencia, propiedad característica del proyecto y principalmente al origen y prioridad del problema a solucionar.

La categoría del proyecto, hace referencia a las áreas o disciplinas que incluye el proyecto:

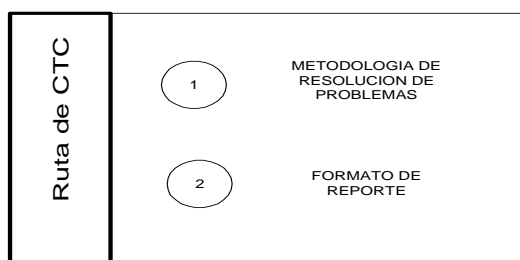
1. Producción de bienes como la industria petroquímica.
2. Infraestructura para prestación de servicios.
3. Prestación de servicios a través de instituciones o de profesiones.
4. Mejoramiento de la calidad de vida como educación, cultura, salud, recreación.

**Hasta ahora** hemos comprendido la diferencia entre problemas y proyecto. Pasar de un comportamiento no deseado al deseado es simple, más no fácil. Para este proceso la siguiente metodología es clave y es lo que provoca la mejora continua hecha por todos.

### LA RUTA DE LA CALIDAD (la Ruta de CTC)

La Ruta de CTC proporciona una metodología basada en hechos y datos y está enfocada a la acción de mejora. Al mismo tiempo, la Ruta de CTC tiene un formato estandarizado que se utiliza para hacer la presentación de casos de estudio (proyectos logrados o problemas que se resolvieron), los cuales van formando parte de la memoria técnica de la empresa.

**Ruta de CTC: Secuencia normalizada de actividades utilizadas para solucionar problemas o llevar a cabo proyectos de mejora en cualquier área de trabajo.**



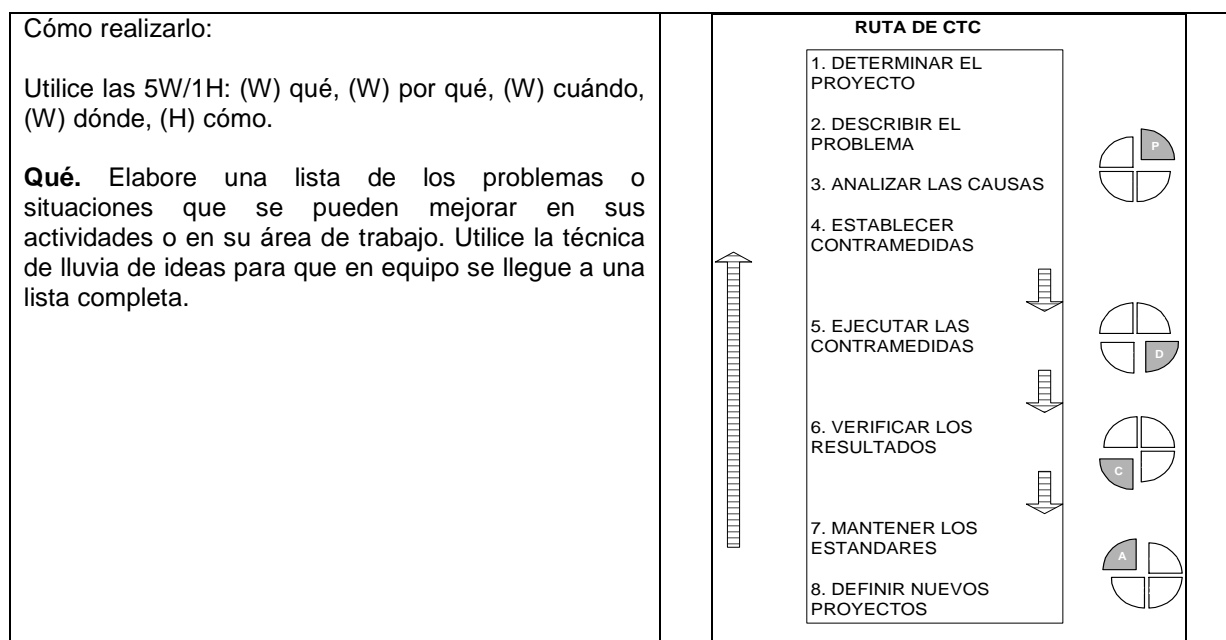
La Ruta de CTC, al aplicarse sistemáticamente, será el motor que mueva el proceso de mejora continua en toda la organización.

Enseguida aparece la secuencia de las ocho actividades que integran la Ruta de CTC; una o más de estas actividades corresponden naturalmente con algún sector del Ciclo PDCA, y esto se encuentra indicado en la siguiente figura.

## ELEMENTOS DE LA RUTA DE CTC

Objetivos:

- ☒ Definir con claridad el proyecto
- ☒ Determinar las razones por las cuales se va a trabajar ese proyecto y no otro.
- ☒ Definir la meta
- ☒ Identificar la mejora que se persigue en términos del impacto que tiene en el cliente externo o interno.



### 1. DETERMINAR EL PROYECTO

A partir del momento en que decidimos solucionar uno de los tantos problemas que hay en el entorno ya estamos hablando únicamente de proyectos y esto implica un enunciado claro y concreto con hechos y datos del proyecto que se vaya a tratar.

- \* Identifique cuáles son los problemas prioritarios (pocos vitales) que el equipo en consenso así lo decida.
  - \* Seleccione aquel problema que se convertirá en el proyecto.
  - \* Enuncie el proyecto en términos de la diferencia entre el estado actual y el deseado. **Por ejemplo**, si el problema es “pérdida de rendimiento en el proceso 3XY”, el proyecto se enunciará como “aumentar el rendimiento en el proceso 3XY”.
  - \* Defina la meta en forma tal que se pueda cuantificar, medir y verificar. Por ejemplo “aumentar en un 10% el rendimiento en el proceso 3XY”.
- ☒ Es importante que el valor de la meta a lograr sea realista, no ideal. El valor de la meta debe determinarse en función de la eficiencia económica y las posibilidades técnicas.
  - ☒ Cuando el proyecto incluya muchos tipos de problemas, divídalo en subproyectos para facilitar su manejo.
  - ☒ Si los sub-proyectos son similares entre sí, trabaje sólo con uno y utilice los resultados para los demás.

**Por qué.** Defina claramente las razones por las cuáles se trabajará en ese proyecto en particular. Si el grado de importancia del proyecto es muy alto y éste es entendido por todo el equipo, será tratado seriamente. Por otro lado, si el equipo no entiende la importancia del proyecto, aún si es uno más fácil de resolver, sus esfuerzos serán mediocres y quizás abandonen el proyecto a mitad del camino.

**Cuándo.** Defina la fecha límite de alcanzar la solución del problema, esto es, la terminación del proyecto. Un proyecto que no tiene un calendario bien definido, será un proyecto con bajo nivel de prioridad.

**Dónde.** Determine la extensión y ubicación del proyecto. Por ejemplo, dado un problema en el servicio de estacionamiento en la empresa, circunscribirse al estacionamiento de una de las plantas de la empresa o bien a una de las áreas, por decir, el de visitantes.

**Cómo.** Reúna toda la información disponible, cualitativa y cuantitativa, que permita:

- ☒ Señalar la importancia que tiene, sus efectos y las consecuencias.
- ☒ Mostrar el comportamiento histórico.
- ☒ Definir el grado de mejora que se pretende lograr
- ☒ Indicar la fecha estimada de finalización del proyecto.
- ☒ Definir las personas responsables del proyecto.
- ☒ Establecer el beneficio esperado con la mejora.

**Quién.** Determine los responsables de llevar a cabo cada una de las etapas del proyecto, las cuales corresponden a los pasos de la ruta de ctc.

## SUGERENCIAS

- ☒ Defina cuál es el problema y no cuál sería la solución.
- ☒ Concéntrese en el efecto, para que quede claro qué es lo que se está desviando y no por qué se está desviando.
- ☒ Muestre la diferencia entre lo que es y lo que debería ser, comparando con los requerimientos del cliente, la norma o las especificaciones.
- ☒ Cuantifique el problema estableciendo cuándo, cuánto, y qué tan frecuentemente ocurre.
- ☒ Evite términos y conceptos muy amplios o ambiguos.
- ☒ Señale las personas o áreas que se afectan.



Todavía no debe hacerse ningún intento por definir causas o posibles soluciones.

Cuando un equipo inicie la práctica de la Ruta de CTC es recomendable que los proyectos sean posibles de solucionar en un período máximo de tres meses y utilizar como criterio de decisión aquellos proyectos que a la luz del negocio signifiquen en el diagrama de Pareto, la mayor área de oportunidad.

## 2. DESCRIBIR EL PROBLEMA

En este segundo paso de la Ruta de CTC se busca conocer las características del problema. Las claves para resolver un problema descansa en el problema en sí. De aquí la importancia de este paso ya que cuando un problema es observado desde diferentes puntos de vista, diversos fenómenos en los resultados pueden ser descubiertos. La razón es que si hay una variación en los resultados, debe haber una variación en los factores causales, por tanto, es posible relacionar los dos tipos de variación. Si usamos la variación en el resultado para encontrar los factores causales se tendrá entonces una forma efectiva de identificar el factor principal.

El paso siguiente en la Ruta de CTC, el ANALISIS, partirá de la información y datos que en esta etapa se hayan recolectado y descrito.

Objetivo:

- ☒ Definir la situación actual, observando el problema desde diversas perspectivas y recolectando la mayor información acerca del mismo.

Cómo realizarlo:

- Describa el problema considerando el tiempo en que ocurre. Por ejemplo, ¿ocurre en el turno de la mañana, en el de la tarde, o en el de la noche? ¿varía según el día de la semana? ¿de semana a semana? ¿de mes a mes? ¿es igual en verano que en invierno? ¿en mayo que en noviembre?.
- Describa el problema considerando aspectos circunstanciales. Por ejemplo, de ubicación: ¿son los productos que fueron colocados arriba, al centro o abajo en el horno? ¿son los colocados cerca de la puerta del horno, los del centro o los del fondo? Describa también la localización del problema dentro del producto. Por ejemplo, si los productos son muy largos el defecto ocurre en la parte anterior, la del medio o la posterior; ¿ocurre el defecto en las secciones rectas o curvas del producto? ¿depende el defecto de un área especial?
- Describa el problema considerando el tipo de defecto. Por ejemplo: ¿se presenta el defecto en todos los productos de la empresa o en uno en particular? ¿el defecto se ha presentado antes o es reciente? No deseches el considerar si el problema se presenta en productos diseñados para las mujeres o los hombres, los niños o los adultos, para uso nacional o de exportación, etc.
- Describa el problema considerando el síntoma presentado. Por ejemplo, si hablamos de porosidad en una superficie: ¿hay diferencia en el tamaño de los poros (circular, elíptica, etc)? ¿hay diferencia en el tamaño de los poros y bajo qué condiciones? ¿aparecen en ciertas superficies? ¿cuáles son las características del entorno (cambios en el color, calidad, apariencia de objetos externos, etc.)?
- Incluya información que no pueda ser presentada en forma de datos y úsela sólo como referencia. vaya al lugar de los hechos y recopile toda la información cualitativa que pueda.
- En cuanto a la recolección de información o datos conteste las siguientes preguntas: cuándo, por cuánto tiempo, quién, cómo, en qué formatos, cuáles unidades, instrumentos de medidas o cuáles herramientas estadísticas.



Puesto que desea tener una visión amplia del proyecto o problema, no descarte ninguno de los factores incidentes, suponiendo que no tiene mucha importancia en la situación actual.

### 3. ANALIZAR LAS CAUSAS

Descubrir las causas principales del problema implica, por un lado establecer hipótesis sobre las causas más probables, y por otro, su verificación. Es decir, probar la relación entre las causas y el efecto.

Objetivo:

- ☒ Identificar las causas que tienen mayor impacto en el problema o que lo ocasionan y sobre las cuales se va a trabajar.

Cómo realizarlo:

#### ESTABLECER HIPOTESIS

- Genere una lluvia de ideas sobre las posibles causas.
- Elabore un Diagrama Causa-Efecto o un Diagrama de Relaciones con todos aquellos factores que de una u otra manera pueden estar relacionados con el proyecto. Todos los elementos del diagrama son causas hipotéticas del problema.
- La expresión del efecto en el diagrama debe ser tan concreta como sea posible, dado que si se expresa en términos abstractos, el número de elementos en el diagrama sería enorme. Por ejemplo, si expresamos el efecto como un cierto tipo de defecto, las causas en el diagrama serán una colección de factores que causen ese defecto; sin embargo, si incluimos muchos tipos de defectos en el efecto, será necesario recopilar muchos tipos de causas, lo que complica el diagrama. Entre más concreta sea la expresión de las características del efecto, más efectivo será el diagrama.
- La investigación de todas las causas no sería una manera efectiva de hacer las cosas, así que hay que reducir su número con base en los datos. Para esto es muy útil contar con la información obtenida en el paso 2 de la Ruta de CTC. Los elementos que no correspondan a la variación en los resultados deberán descartarse. Por ejemplo, supongamos que la fracción defectuosa es alta en la mañana y baja en la tarde, pero si los empleados son los mismos en ambas ocasiones, descartaremos el factor “empleados” del diagrama. Pero si las máquinas usadas en la mañana son diferentes de las de la tarde entonces “máquinas” se debe conservar en el diagrama. Continuando de esta manera es posible ir descartando factores que no tienen pertinencia en el efecto, y así llegaremos a tener un nuevo diagrama de causa-efecto con los elementos conservados. Entre más pequeño sea el diagrama, mejor es.

#### PROBAR LAS HIPOTESIS

- Hasta aquí se ha reducido el número de candidatos a causas, pero siguen siendo todavía eso, candidatos. Todavía no podemos determinar que los elementos evaluados con altas probabilidades sean las causas principales del problema, porque los datos utilizados hasta ahora sólo lo han sido para establecer las hipótesis, y tenemos que obtener nuevos datos a partir de un plan para probar las hipótesis.
- Las pruebas de las hipótesis deben también estar basadas en datos obtenidos en experimentos y encuestas. Los datos deben ser recolectados de acuerdo a un plan cuidadosamente diseñado.
- El probar las hipótesis significa investigar si realmente existe una relación entre las causas posibles y los resultados, y si así es, cuantificar tal relación, utilizando coeficientes de correlación, análisis de varianza, y el diagrama de Pareto. Debemos evitar tomar decisiones acerca de las causas principales por votación, que aunque sea democrático, carece de validez científica.

Algunas veces las acciones remediales se implementan sin un análisis de datos. Si todas las acciones con probabilidad alta de ser efectivas en la solución se ponen en práctica una por una y observamos que los resultados son buenos, decimos que se ha resuelto el problema. Sin embargo, lo correcto es justamente lo inverso porque lo que se debe hacer es investigar la causa por la acción.

- Es posible que la causa principal sea uno o varios elementos que tienen la mayor influencia en los resultados. Un gran número de elementos pueden influir un resultado de una u otra manera, pero no sería efectivo adoptar remedios para todos los elementos. Las acciones remediales deben emprenderse contra los factores de mayor causalidad y no contra los que tienen un efecto menor. Es por esto que tenemos que investigar e integrar toda la información y determinar o descubrir cuáles son las causas principales.
- Es factible evidenciar una causa reproduciendo intencionalmente el problema, activando la causa. Esto debe hacerse con cuidado. El problema producido intencionalmente debe tener las mismas características que el establecido en el paso 2. Aunque la reproducción intencional es un método efectivo para probar hipótesis, hay casos donde esto no es permitido, debido a razones sociales, económicas, de tiempo, etc. En tales casos debemos ser cuidadosos al realizar los pasos 1 y 2. de la Ruta.

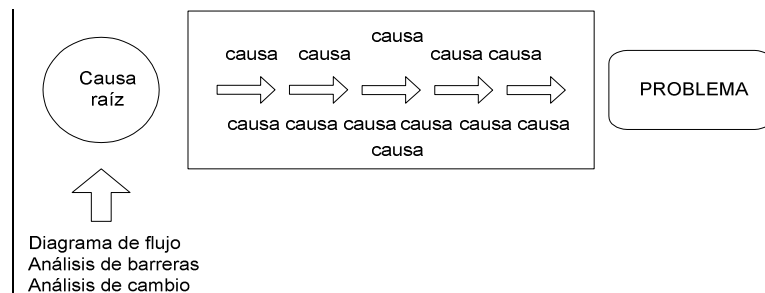
## DETERMINAR LA CAUSA RAIZ

- Al trabajar en el proyecto, es importante identificar la causa inmediata del problema. La causa inmediata será la acción, o serie de acciones, que creen la diferencia entre el comportamiento real y el esperado del proceso. En algunos casos, la causa inmediata será fácilmente identificada. Por ejemplo, es fácil identificar una válvula dejada erróneamente abierta en un sistema hidráulico. En otros casos, la causa puede no ser tan evidente, y se requerirá de una investigación especial.
- Una vez que la causa inmediata del problema se conoce, se elige la acción adecuada. Ciertas acciones a menudo proporcionan soluciones a corto plazo, temporales, que son baratas y requieren conocer tan sólo la causa inmediata del problema. Por ejemplo, darle un golpecito al televisor en cierto lugar para mejorar la imagen, esto aunque es muy creativo, no lo arregla para siempre. Sin embargo, una acción correctiva permanente requiere del conocimiento de la causa raíz; las soluciones a corto plazo son fáciles, pero a la larga pueden crear nuevos problemas.

La causa raíz es el factor o factores causales básicos que si se corrigen o se eliminan impedirán la recurrencia del problema.

- Existen tres herramientas que son comúnmente utilizadas para estructurar el proceso de búsqueda e identificación de la causa raíz.

1. Diagrama del proceso
2. Análisis de barreras
3. Análisis del cambio (5M)





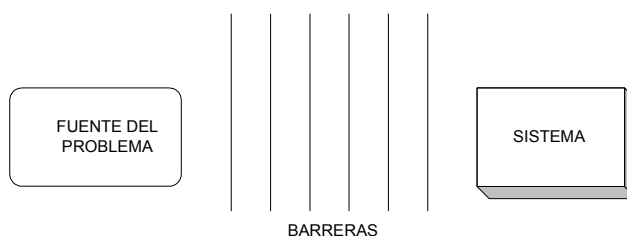
A continuación se describe cada una de estas herramientas.

### Diagrama del proceso.

Es la secuencia cronológica de los eventos que conducen al problema. En cada etapa del proceso el investigador se pregunta ¿qué fue lo que permitió que esto pasara? ¿qué causó esto? El diagrama proporciona una herramienta visual para analizar las acciones relevantes al problema y para rastrearlas hasta sus orígenes.

### Análisis de barreras.

Proporciona una manera estructurada de ver los elementos relacionados con la falla del sistema o la gestación de un problema. Se identifican las barreras de protección y los controles que eliminarán o reducirán los daños que podría provocar la ocurrencia de un problema potencial del sistema. En la figura, entre la fuente del problema y el sistema se encuentran las barreras que lo protegen:



Las barreras de protección pueden ser requerimientos físicos, procedimientos especiales o actividades de aseguramiento. Es responsabilidad de la administración el establecimiento de esas barreras.

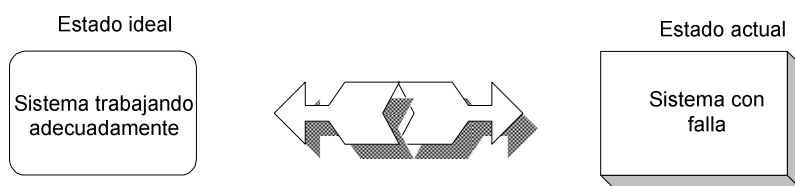
Ejemplos:

- Entrenamiento al personal de mantenimiento y operación, en la forma, lugar y tiempo planeados.
- Interruptores con llave cuando el personal de Mantenimiento esté trabajando con una determinada máquina.
- Fusibles para sobrecargas de electricidad.
- Dispositivos de seguridad, como puertas, tarjetas magnéticas, números codificados, etc.
- Aislantes térmicos.

En este enfoque hay que preguntarse por qué una barrera crítica se pasó por alto o por qué la administración del sistema permitió que existieran barreras de protección inadecuadas.

### Análisis del cambio

Se compara el estado presente del sistema, de mal funcionamiento o impropio, con el estado anterior, ideal o adecuado. El objetivo es descubrir qué ha cambiado en el sistema desde el momento en que estaba trabajando bien y la falla. La investigación de estos cambios determinará si estos han tenido un efecto significativo.

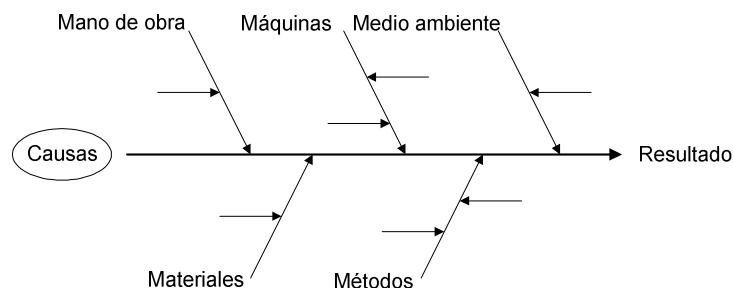




### Factores sistémicos: las 5M

El análisis del cambio debe complementarse con un cuestionamiento sobre cómo ocurrieron los cambios y esto conduce al análisis de los factores sistémicos de las 5M: Mano de obra, Máquinas, Medio ambiente, Materiales y Métodos. Recientemente se ha mencionado una sexta M, la de Mediciones; cada organización debe determinar si el sistema de medición con que cuenta es el adecuado, y si es una fuente potencial de problemas.

Los factores sistémicos están relacionados con la manera como la administración planea, organiza, controla y proporciona el aseguramiento de la calidad en cinco áreas clave (5M):



La tabla siguiente señala los puntos principales que hay que verificar en cada una de las 5M:

<b>MATERIALES</b>	Especificaciones, uso, almacén.
<b>MANO DE OBRA</b>	Entrenamiento, comunicación, factores humanos.
<b>MÉTODOS</b>	Disponibilidad, exactitud, actualización, claridad.
<b>MAQUINAS</b>	Diseño, selección, instalación, mantenimiento, operación.
<b>MEDIO AMBIENTE</b>	Temperatura, humedad, calidad del aire, radiaciones, precipitaciones, gases tóxicos



En esta etapa de la Ruta de CTC se debe hacer la pregunta ¿POR QUE? de una manera insistente, contestarla y volver a preguntar. Debe demostrarse que el problema aparece sólo cuando se presenta la causa.

### 4. ESTABLECER CONTRAMEDIDAS

Determinación de las acciones para eliminar las causas principales.

Objetivo:

- Determinar las acciones particulares que se van a realizar, para minimizar o eliminar las causas principales.

Cómo realizarlo:

- Debe hacerse una distinción estricta entre acciones para remediar el fenómeno (remedio inmediato) y acciones emprendidas para eliminar los factores causales (prevención de recurrencia). Por ejemplo, si producimos un artículo defectuoso, podríamos repararlo. aún si tenemos éxito en la reparación, ésta no evitará la recurrencia del defecto. el modo ideal de resolver un problema es prevenir que suceda de nuevo, adoptando remedios para eliminar la causa principal del problema.

No deben confundirse los dos tipos de acción. siempre adopte procedimientos que eliminen las causas.

- Asegúrese que las acciones no produzcan otros problemas (efectos laterales). Si ésto sucede adopte otras acciones o diseñe remedios para los efectos secundarios.  
A menudo las acciones causan otros problemas. Esto se parece al uso de un tratamiento médico que cura una enfermedad pero tiene efectos laterales dañinos en el paciente. Para prevenir los efectos laterales debe evaluarse completamente la acción y juzgada desde un rango amplio de puntos de vista. También pueden realizarse pruebas preparatorias o experimentos. Si se ve que suceden efectos laterales, considere otra acción o remedio para éstos.
- Diseñe varias propuestas de acción, examine las ventajas y las desventajas de cada una de ellas y seleccione aquellas en que estén de acuerdo con las personas afectadas.  
Un punto práctico de suma importancia al seleccionar las acciones es la posibilidad de asegurar la cooperación activa de todos los afectados. Una acción en contra de un factor causal provocará cambios en las prácticas de trabajo. La acción debe ser una con la cual todos estén de acuerdo. Si hay muchas contramedidas posibles, deben examinarse todas en cuanto a sus ventajas y desventajas desde el punto de vista de todos los afectados. En la decisión final, si hay varias soluciones posibles que satisfagan las condiciones económicas y técnicas, es mejor que el equipo apele a una elección democrática.

#### **Recomendaciones:**

- Defina el plan: quién, cómo, cuándo, dónde, recursos requeridos, las barreras o limitaciones existentes, presupuesto (si es necesario).
- Obtenga la aprobación y recursos necesarios.
- Asegúrese que todas las personas que intervienen en la ejecución de las acciones conocen bien qué tienen que hacer y cómo lo deben hacer; para esto:
  - Comunique a todas las personas involucradas lo que se va a hacer y por qué;
  - Entrene a aquellas personas que van a ejecutar la acción para que sepan qué hacer y cómo hacerlo bien.
  - Evalúe y elija otras acciones como alternativas de solución, en el caso de que se presenten dificultades en la ejecución de las anteriormente definidas.

### **5. EJECUTAR LAS CONTRAMEDIDAS**

Realización de lo planeado.

Objetivo:

- Ejecutar las acciones que se han planeado y llevar un registro de los resultados que se obtengan durante un período determinado.

Cómo realizarlo:

- Dele seguimiento fiel a las acciones planeadas.
- Registre toda la información que permita conocer los resultados que se obtengan. Se deben utilizar los mismos índices considerados en las etapas de la situación actual y análisis con el fin de poder hacer las comparaciones.



El logro de los objetivos iniciales depende de qué tan bien se apliquen las acciones planeadas.

### **6. VERIFICAR LOS RESULTADOS**

Comprobación de la efectividad de las contramedidas.

**Objetivo:**

- Comprobar la efectividad de las acciones desarrolladas, sobre los resultados, tanto parciales como finales, definidos en la planeación.

**Cómo realizarlo:**

- Utilizando un mismo formato (para tablas, gráficas, hojas de verificación), compare los datos obtenidos en el problema (resultados indeseables en el proyecto) tanto antes como después de haber emprendido las acciones.

En este paso de verificación hay que preguntar “¿qué también se ha prevenido la recurrencia?” los datos que debemos usar para verificar la efectividad de las contramedidas son los datos obtenidos antes y después de que se han implementado las acciones.

La comparación entre las situaciones antes y después de las acciones muestran el grado en que se han reducido los efectos indeseables. El formato utilizado en esta comparación debe ser el mismo antes y después de las acciones. Por ejemplo, si se usa un diagrama de Pareto para indicar la situación anterior a la implementación de las contramedidas, entonces debe utilizarse un diagrama de Pareto para verificar la efectividad de esas acciones.

Convierta los efectos a términos monetarios, y compare los resultados con la meta.

- Para la administración de la empresa, es importante tratar de convertir los resultados de las acciones en términos monetarios. pueden descubrirse cosas importantes al comparar las pérdidas antes y después de las acciones.
- Si existen otros efectos, buenos o malos, haga una lista de ellos. Cuando el resultado de la acción no es tan satisfactorio como se esperaba, asegúrese de que todas las acciones planeadas han sido implementadas precisamente de acuerdo a lo decidido. Si los resultados indeseados continúan ocurriendo aún cuando se han realizado las acciones, entonces la resolución del problema ha fallado, y es necesario regresar al paso 2 y empezar de nuevo.

**Recomendaciones:**

- Analice los resultados parciales para detectar si el grado de mejoramiento deseado se va a lograr; en caso contrario, el equipo debe detenerse a revisar qué está fallando.
- Compare los índices antes y después de ejecutar las acciones.
- Compare los resultados con la meta propuesta en cada etapa del proyecto.
- Incluya todo efecto adicional, bueno o malo, como parte de los resultados obtenidos.
- Si el resultado de la verificación indica que ha habido una mejora significativa, aunque no se haya logrado la meta inicial, se debe continuar con el siguiente paso; de lo contrario, hay que revisar el proceso seguido hasta aquí para determinar por qué no se ha logrado la mejora esperada y regresar hasta el paso que sea necesario, para poder alcanzar la meta deseada.



Además de la verificación indicada en este punto, se debe comprobar que los pasos anteriores del 1 al 5 se han llevado a cabo correctamente. Tome en cuenta que el problema sigue siendo potencial hasta la implantación de las acciones preventivas.

## 7. MANTENER

### Estandarización de las acciones preventivas.

Hay dos razones principales para la estandarización. La primera es que sin estándares las acciones emprendidas para resolver el problema regresarán gradualmente a las antiguas formas de trabajo y conducirán a la recurrencia del problema. La segunda es que sin estándares claros, es muy probable que el problema ocurra de nuevo cuando se involucre nueva gente al trabajo (nuevos empleados, rotación de personal o empleados de medio tiempo). Los estándares deben convertirse en una parte de la forma de pensar y hábitos de trabajo de los empleados. Es necesario la educación y el entrenamiento para proporcionar a los empleados el conocimiento y la tecnología para implementar los estándares.

Objetivo:

- Remover las causas del problema de tal forma que éste no vuelva a ocurrir y asegurar el seguimiento del nuevo procedimiento establecido.

Cómo realizarlo:

- Identifique claramente las 5W/1H para el trabajo mejorado y úselas como estándar.  
La estandarización es otra manera de expresar las 5W/1H para los procedimientos del trabajo. En algunas ocasiones la sólo H (cómo) puede denominarse estándar, asimismo un estándar puede considerarse satisfactorio si se presentan cuatro de las W (excepto el “por qué”) y la H. Sin embargo, el método para llevar a cabo un trabajo puede entenderse perfectamente bien sin el “por qué”, pero éste es indispensable para la persona que realiza el trabajo.  
Aunque existen muchos otros métodos aparte del estándar, para realizar un trabajo y obtener resultados, es muy probable que el empleado utilice un método no estándar si no sabe por qué debe usarse el método estandarizado. Es por esto que el “por qué” debe incluirse en el estándar. Después de que la gente ha entendido el “por qué”, observará los estándares muy de cerca. La Ruta de CTC es una buena herramienta para comprender el “por qué”. Los estándares no pueden separarse de la Ruta que los genera. Si el entrenamiento y la educación se dan en estándares, debe estudiarse también la Ruta de CTC.
- Deben llevarse a cabo correctamente las preparaciones y comunicación necesarias respecto a los estándares.  
La carencia de una preparación y comunicación adecuadas es una de las principales razones de la confusión que surge al introducir los nuevos estándares. El poner nuevos estándares en práctica modifica las prácticas de trabajo y resulta en confusión producida por errores triviales; y algunas veces surgen problemas, especialmente en áreas de trabajo donde se adopta el sistema de división del trabajo, si uno de los lugares hace las cosas con el nuevo método y otro usa el método anterior.
- Debe implementarse la educación y el entrenamiento.  
Una educación y un entrenamiento adecuados son a menudo necesarios para hacer que los estándares se sigan. Si la empresa está reacia a dar este entrenamiento o capacitación, no importa qué tan buenos sean los estándares, estos no se llevarán a cabo como deberían y en consecuencia no puede prevenirse la recurrencia de problemas.
- Debe establecerse un sistema de aseguramiento para verificar que los estándares se estén siguiendo.  
A veces un problema se resuelve solo para que el mismo problema se produzca de nuevo. La causa principal de esto es que al inicio se siguieron los estándares pero eventualmente fueron ignorados. Un sistema de aseguramiento debe establecerse para verificar si los estándares se están siguiendo en forma precisa. ¡Verifique periódicamente que el nuevo procedimiento se esté cumpliendo!.



Los procedimientos son el conocimiento de la empresa en forma de documentos.





Beneficios:

- Garantizar que al pasar el tiempo no vuelvan a aparecer las causas que ocasionaron el problema, o impedir que los beneficios logrados con la implantación de un proyecto se pierdan.
- Dejar el material necesario para entrenar a las personas en sus nuevos puestos.
- Tener un sistema de comunicación único entre áreas, procesos y personas.

## 8. DEFINIR NUEVOS PROYECTOS

Identificación de problemas restantes y proyectos futuros

Objetivos:

- Revisar lo ejecutado en las etapas anteriores del proceso y los resultados que se obtuvieron con el fin de enriquecer la planeación y ejecución de un nuevo ciclo, ya sea para seguir en el mismo proyecto o comenzar alguno diferente.
- Preparar el reporte final del proceso.

Cómo realizarlo:

- Definir los problemas restantes.  
Un problema casi nunca se resuelve a la perfección de modo que la situación ideal casi nunca existe. Por lo tanto no es bueno buscar la perfección o continuar en las mismas actividades sobre un mismo proyecto por mucho tiempo. Cuando se llega a la fecha límite establecida en el paso 1, es importante delimitar las actividades. Aún si la meta no se logró alcanzar, debe hacerse una lista del progreso de las actividades y de lo que no se ha logrado todavía.
- Planee lo que hay que hacer con los problemas restantes.  
Establezca planes acerca de qué hacer en el futuro respecto a los problemas remanentes. Los problemas importantes en esos planes deben continuarse como proyectos en la siguiente Ruta de CTC.
- Piense acerca de lo bueno y lo malo que ha resultado en las actividades de mejoramiento.  
Debe reflexionarse acerca de las actividades realizadas en la resolución de problemas. Esto ayudará a incrementar la calidad de las actividades subsecuentes de mejora. Existe siempre una diferencia entre la actividad llevada a cabo realmente y lo entendido intelectualmente, y tales diferencias deben eliminarse una por una. Esta revisión debe efectuarse aún si el problema fue resuelto exitosamente, pero esta práctica mental debe llevarse a cabo con cierto cuidado si la fecha límite ha sido alcanzada y todavía no se ha resuelto el problema. Los problemas sin resolver pueden retomarse en la próxima Ruta de CTC.
- Prepare un informe sobre lo realizado en este proceso y los resultados obtenidos, utilizando las sugerencias respecto al formato de la Ruta de CTC.

**Recomendaciones:**

- Revise los resultados obtenidos.
- Evalúe el grado de mejora obtenido.
- Defina si los resultados son satisfactorios.
- Revise la ejecución misma de las siete etapas precedentes del proceso, buscando que cada vez que se repita el proceso, se haga mejor.

## FORMATO DE LA RUTA DE CTC

Se ha mencionado que la Ruta de CTC incluye tanto una metodología de solución de problemas como el formato que el equipo debe utilizar para realizar la presentación del estudio de casos.

Los elementos que contendrá el formato de la Ruta de CTC se dan a continuación: debe tenerse en cuenta que la información que se registre debe ser clara, entendible por todos, y correspondientes a las preguntas qué, cómo, quién, por qué, cuándo, dónde. Además, considérese que este formato, como cualquier otro que se elabore, debe ser de uso eficiente por parte de los miembros del equipo, quienes podrán modificarlo a su conveniencia, si así lo deciden. **¡El formato de la Ruta de CTC debe entrar en la rotación del ciclo PDCA!**

Diagrama de árbol				☆			FORMATOS, ENTRENAMIENTO, VIDEOS	
Diagrama matricial			☆					
Diagrama de contingencias				☆				
Diagrama de flechas		☆		☆		☆		
Diagrama de relaciones			☆					
Diagrama de flujo		☆						
Diagrama de afinidad	☆							
Estratificación	☆	☆	☆					
Gráfica de control	☆	☆			☆	☆		
Diagrama de dispersión			☆			☆		
Diagrama de causa y efecto	☆		☆					
Diagrama de Pareto	☆	☆	☆			☆		☆
Hoja de verificación		☆			☆	☆		
Histograma	☆	☆	☆		☆	☆		
	1. Determinar el proyecto	2. Describir el problema	3. Analizar las causas	4. Establecer contramedidas	5. Ejecutar contramedidas	6. Verificar resultados	7. Mantener los estándares	8. Definir nuevos proyectos

- **Paso de la Ruta de CTC.** Se anota el número del paso que se está ejecutando.
- **Objetivos.** Descripción de los objetivos que se espera lograr con la ejecución de este paso.
- **Observaciones.** Se anotan aquí todas las acciones y tareas realizadas y los compromisos adquiridos, y también las observaciones pertinentes y comentarios.
- **Herramientas.** Se mencionan las herramientas estadísticas de control de calidad (7HB, 7M, etc.) que se utilizaron en este paso. También se puede anotar los resultados obtenidos con el uso de las herramientas.
- **Documentación.** Incluye el nombre del proyecto o problema, nombre del equipo, los nombres de los miembros del equipo, fecha de realización de la junta, etc.

- **Ciclo PDCA.** Cada hoja de formato puede contener un ciclo PDCA, “en blanco”, y el equipo sombreadá el cuadrante correspondiente al paso en turno.

**Ejercicio:**

Determine algún problema o área de oportunidad para mejorar dentro de su área de trabajo, que sea controlable por el personal involucrado. Basado en eso aplique la RTC.

- **Puntualidad**
- **orden y limpieza**
- **desperdicio de papel**
- **etc.**

**LA RUTA DE CTC Y LAS HERRAMIENTAS ESTADISTICAS.**

Cada uno de los pasos de la Ruta de CTC requiere del uso de determinadas herramientas estadísticas de control de calidad. La tabla de la siguiente página muestra una posible relación entre los pasos y las herramientas; ésta es una sugerencia. El usuario podrá elegir la combinación que encuentre más oportuna y, naturalmente, ampliar la lista de herramientas.

 <p><b>II PARCIAL</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>LAS HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS BÁSICAS PARA LA GESTIÓN DE PROCESOS</b></p>
---	---

Existen dos tipos de herramientas básicas: Las Herramientas Estadísticas y las Herramientas Administrativas.

A pesar de su antigüedad, siguen siendo el conjunto de técnicas de mayor uso en las estrategias de Calidad Total y, por supuesto, de la Gestión de Procesos.

Las HEB tienen como propósitos los siguientes:

- Organizar datos numéricos.
- Facilitar la planeación a través de herramientas efectivas.
- Mejorar el proceso de toma de decisiones.

Las HEB, que vamos a estudiar, son las siguientes:

- 1. HOJA DE VERIFICACION**
- 2. ESTRATIFICACION**
- 3. HISTOGRAMA**
- 4. DIAGRAMA DE DISPERSION**
- 5. GRAFICA DE CONTROL**
- 6. DIAGRAMA DE PARETO**
- 7. DIAGRAMA DE CAUSA - EFECTO**

## HOJA DE VERIFICACION (O DE CHEQUEO)

La Hoja de Verificación es la herramienta que se utiliza para recolectar datos en un formato lógico (muestreo racional), y sirve de hecho como una herramienta de transición entre la recolección de datos y el uso de técnicas más elaboradas. Los datos recolectados pueden usarse para construir una Gráfica de Control, un Histograma, un Diagrama de Pareto, etc. La Hoja de Verificación tiene varios propósitos, siendo el más importante el capacitar al usuario para tener datos reunidos y organizados en un formato tal que permita un análisis eficiente y fácil.

### ¿Para qué sirve la hoja de verificación?

- 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.

### Tipos de hojas de verificación

En realidad, hay un número ilimitado de formatos para una Hoja, puesto que el usuario puede desarrollarlas basado en los datos requeridos para resolver un problema o actuar sobre un área de mejora. y puede ser creativo e inventar su propia Hoja si las existentes no se adecuan a sus necesidades.

A través de los ejemplos enfocaremos tres tipos de Hojas:

- Registro de datos
- Localización
- Lista de verificación

### Procedimiento

A continuación se enumeran los pasos que pueden seguirse al elaborar una Hoja de Verificación. Este procedimiento se presenta más bien como un modelo, y el lector puede tomarlo como guía para diseñar el que mejor responda a sus necesidades.

Paso 1	Defina claramente el propósito de la recolección de los datos. Identifique los factores más significativos en el problema/área de mejora.
Paso 2	Decida cómo recolectar los datos. <b>Utilice el concepto 5W/1H</b> (what: qué; where: dónde; when: cuándo; who: quién; why: porqué; how: cómo) y determine responsable, fecha y lugar de la recolección y el método de recolección.
Paso 3	Estime el total de datos que serán recolectados. Considere si los datos pueden ser recolectados dentro del tiempo especificado.
Paso 4	Decida el formato de la Hoja. Haga un borrador de la Hoja; debe procurarse que sea de fácil uso. Defina el arreglo de los elementos. Defina los símbolos que vaya a utilizar. En caso de variables, defina la unidad de medición; para atributos, defina los símbolos a utilizar.
Paso 5	Escriba los datos en la Hoja.
Paso 6	Uso: ¿Satisface los objetivos? ¿Es fácil de usar? Actualice el formato de la Hoja en caso de que sea necesario.

**Ejemplo 1:** El tiempo que transcurre desde que un cliente entra a un restaurante hasta que se le pide la orden se considera un parámetro importante en la satisfacción del mismo. La Hoja mostrada a continuación registra la distribución de frecuencias de 50 clientes. Estos no se manejan de uno por uno sino según clases o intervalos definidos, (los cuales son abiertos por un extremo y cerrados por el otro).

Notación:  $f$  denota el número de casos en cada clase, y el conteo se realiza por medio de "tallos y ramas".

Tiempo (minutos)	Conteo	f
0 - 2.0	### ///	8
2.0 - 4.0	### ### ///	13
4.0 - 6.0	### ### ###	15
6.0 - 8.0	### ///	9
8.0 - 10.0	###	5

Estos datos se pueden presentar después en la forma de una distribución de frecuencias, y ser graficados como un Histograma (tratado más adelante).

**Ejemplo 2:** La siguiente Hoja fue creada para registrar el tipo de defecto que puede ocurrir en un estado de cuenta de crédito; el registro se lleva a cabo cada mes.

**Estado de cuenta de Crédito**

**Periodo:**

**Ene-Abr, 1997**

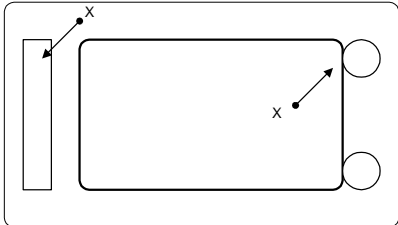
**Lugar: Infinitum**

**Encargado: Emilio Alvarenga**

TIPO DE ERROR	ENE	FEB	MAR	ABR	TOTAL
• Cargo diferido	///	////	/	///	11
• Cargo erróneo	//	///	###	//	12
• Dirección equivocada		//	///	###	10
• Nombre/dirección mal tecleados	/		////		5

**Ejemplo 3:** La siguiente figura muestra la Hoja de Localización que puede ser utilizada para recolectar datos acerca de los defectos encontrados en la parte frontal de la puerta de un horno de microondas. El responsable marca el lugar donde se percibe el defecto; por ejemplo, en la figura se ha utilizado la letra X.

**COMPañIA XYZ**

HOJA DE LOCALIZACIÓN DE DEFECTOS MODELO 14PC	
<b>Fecha:</b> 09/11/01  <b>Comentarios:</b> 1. Sensor no funciona 2. Manija floja	<div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: right;"> <b>Responsable:</b>  <b><u>Mónica María</u></b> </div>

**Ejercicio 1.**

Construya una Hoja de Verificación para cada una de las siguientes situaciones:

- a) Razones del ausentismo del personal de un almacén de una compañía. Utilice el enfoque por atributos.
- b) Tiempos de entrega de un producto de su preferencia. El tipo es el correspondiente a variables.
- c) Localización de las fallas en un teléfono.
- d) Lista de Verificación para asegurar que se sigue toda la ruta en el reparto a domicilio de mercancía de una mueblería. La columna de 'Verificación' tiene que llenarse una vez que se ha visitado este lugar.

**Ejercicio 2.**

Obtenga (si los hay) ejemplos de hojas de verificación en:

- a) Líneas aéreas y b) Líneas de transporte terrestre.

**ESTRATIFICACION**

La Estratificación es una herramienta estadística que consiste en una clasificación de los elementos de una población que tienen afinidad para analizarlos y así determinar más fácilmente las causas del comportamiento de alguna característica.

A cada una de las partes de esta clasificación se le llama estrato, y el análisis de los datos puede ampliarse, posteriormente, por medio del Diagrama de Pareto o el Diagrama de Causa - Efecto.

**¿Para qué sirve la estratificación?**

- Sirve para identificar la causa que contribuye con la mayor parte de la variabilidad en el efecto.
- Permite obtener una comprensión detallada de la estructura de una población de datos. Tal conocimiento 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, si existe alguna. Si es imposible tomar medidas al instante, es necesario llevar el control del proceso usando gráficas de control estratificadas.

**Usos de la estratificación**

La Estratificación es generalmente hecha acorde al concepto 4M/1H (Máquina, Método, Material, Medio Ambiente y Hombre), y los estratos a utilizar dependerán de la situación analizada.

<b>Máquina (Equipo):</b>	Modelo Automática – Semiautomática, etc.
<b>Método:</b>	Procedimiento <sub>1</sub> , Procedimiento <sub>2</sub>
<b>Materia prima / Producto:</b>	Proveedores A, B, C .. comparación de materiales etc.
<b>Medio Ambiente:</b>	Condiciones ambientales, entorno económico, ecológico, etc.
<b>Hombre:</b>	Capacitado / No capacitado, experiencia, edad, sexo, etc.

### Ejemplo 1. Análisis de defectuosos estratificados por máquinas

Las colecciones de productos conocidas como "lotes" resultan comúnmente de numerosos arreglos de variables, como se muestra en la siguiente tabla.

En este ejemplo podemos observar que el porcentaje de defectuosos de las máquinas B y C son aproximadamente iguales, esto nos permite identificarlas como causas principales a analizar para el mejoramiento de determinada característica de calidad identificada previamente.

Máquina	Piezas producidas	Piezas defectuosas	Porcentaje de defectuosos
A	84	3	3.5
B	90	10	11.1
D	90	12	13.3
Total	264	25	9.5

### Ejemplo 2. Análisis de defectuosos estratificados por material abastecido

Máquina	Piezas producidas	Piezas defectuosas	Porcentaje de defectuosos
Materias Primas S.A.	106	30	28.3
Proveedora Industrial	94	28	29.7
Total	200	58	29.0

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

### Ejemplo 3. Análisis de defectuosos estratificados por maquinaria y proveedores

Se realiza una verificación acerca del porcentaje de piezas producidas que no cumplen con las especificaciones (no pasan), y se encuentra que este porcentaje es alto.

Se estratifican estas piezas tomando en cuenta la maquinaria empleada, clasificada como I, II y III (de acuerdo con tres modelos distintos de máquina), obteniéndose los siguientes resultados:

Modelo de Máquina	No. de piezas	No. de piezas del tipo "no pasa"	% de piezas del tipo "no pasa"
I	310	42	13.5
II	198	24	12.12
III	225	33	14.67

Estos datos indican que el modelo de la máquina no produce diferencias significativas en los porcentajes de los artículos que no cumplen con las especificaciones (no pasa).

Entonces debemos investigar otras causas que pudieran provocar este porcentaje alto de defectuosos, las cuales pueden ser: materia prima, métodos, condiciones de trabajo, etc.



PROVEEDOR MAQUINA	A	B	C	Total de piezas	Piezas del tipo "no pasa"	%
I	165	95	50	310	42	13.5
II	93	49	56	198	24	12.1
III	123	83	19	225	33	14.7
<b>Total de piezas</b>	381	227	125	733		
<b>Piezas del tipo "no pasa"</b>	14	20	65	99		
<b>%</b>	3.7	8.8	<b>52.0</b>	13.5		

Un estudio posterior reveló que tres proveedores habían surtido uno de los componentes de la pieza. La Hoja de Verificación resultante es la que aparece al final de la página anterior.

Una simple mirada a los datos nos indican que el proveedor C provoca el mayor porcentaje de piezas del tipo **no pasa**, que en la tabla se ha sombreado (**52.0**).

#### Ejemplo 4. Análisis de rendimiento estratificado por encuestadoras

Se especifica que el número de encuestas diarias que debe hacer una empleada de una agencia de mercadotecnia es de al menos 92. Se tienen tres empleadas (A, B y C), y se tomó una muestra de 23 mediciones proviniendo ocho de la empleada A, seis de la empleada B y nueve de la empleada C.

Los datos que se obtuvieron son los siguientes:

EMPLEADA	ENCUESTAS	$\bar{X}$	R
A	60, 75, 90, 80, 80, 80, 55, 65	73.13	35
B	75, 105, 80, 125, 100, 95	96.67	50
C	60, 150, 115, 95, 120, 55, 100, 90, 110	99.44	95

Si calculamos la media de todos los 23 datos obtenemos:

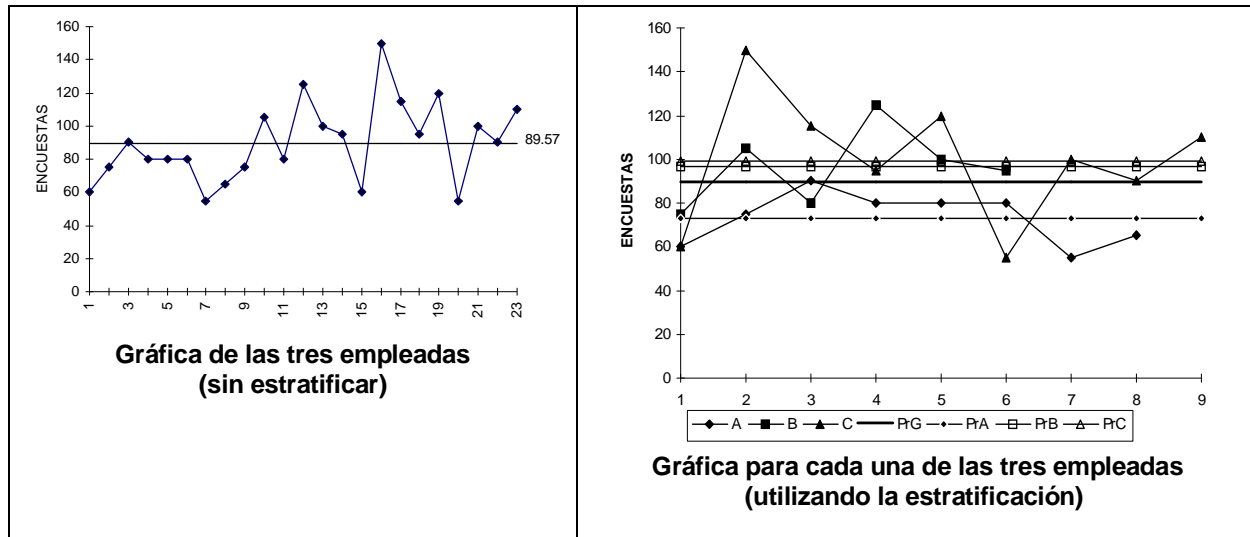
$\bar{x} = \frac{60 + 150 + \dots + 110}{23} = 89.57$	La dispersión está indicada por el rango R = 95.
---	--

Observando las siguientes figuras notamos lo siguiente:

- Al considerar los 23 datos, se obtiene un número promedio de encuestas por debajo de lo especificado, puesto que  $\bar{X} = 89.57$  y la especificación es de 92; además, el rango de estos 23 datos es grande: R = 95 (alta variabilidad).
- Los datos tomados de la empleada A tienen poca variabilidad,  $R_A = 35$ ; pero su media es aún más baja que la especificada: 73.13.
- Los datos tomados de la empleada B tienen un promedio dentro de lo especificado,  $\bar{X}_B = 96.67$ ; su variabilidad es menor que la de todos los datos pero mayor que la variabilidad que proviene de A ( $R_B = 50$ ).
- La empleada C es la que presenta el mejor promedio,  $\bar{X}_C = 99.44$ , pero con una gran variabilidad:  $R_C = 95$ .

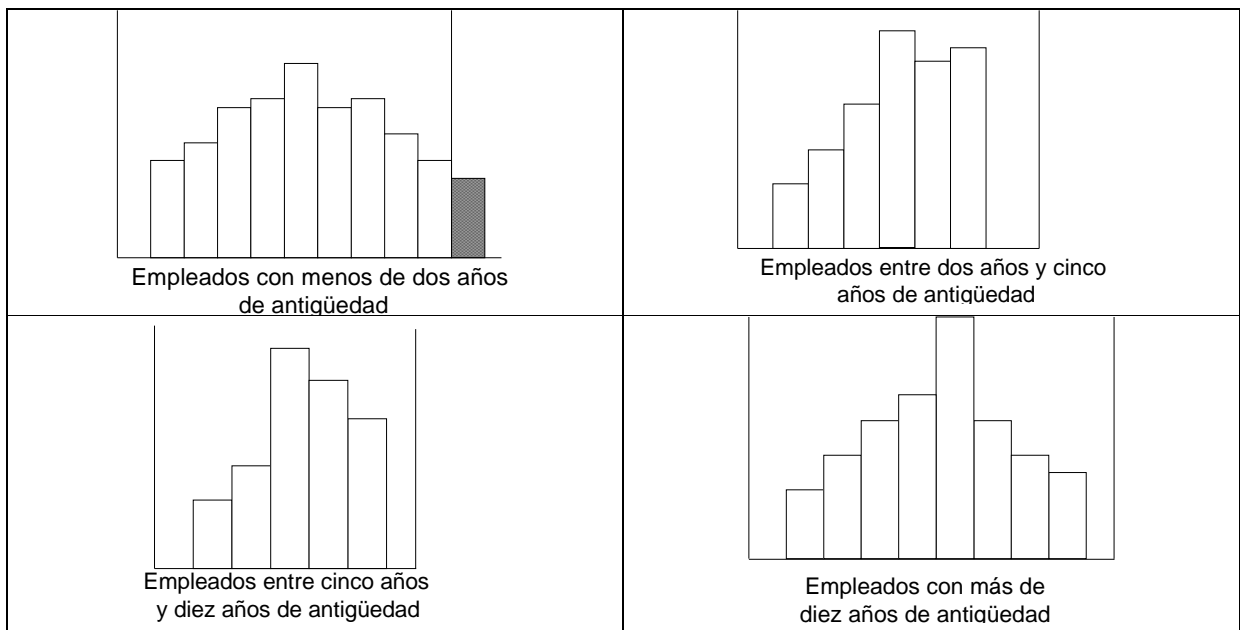
Como resultado de haber estratificado los datos, nos damos cuenta de que los datos tomados de la empleada A son las que presentan menor variabilidad ( $R_A = 35$ ), y los datos de la empleada C son las que tienen mayor media ( $\bar{X}_C = 99.44$ ): Esto puede sugerir que debemos estudiar las causas que hacen posible que la empleada C obtenga un buen promedio, y también detectar las causas que permiten la poca

variabilidad de la empleada A. Detectadas estas causas, deben efectuarse los cambios necesarios en los procesos involucrados en las tres empleadas, buscando que el promedio de las tres sea al menos 99.44 (como en C) y la variabilidad sea a lo más 35 (como en A).



### Ejemplo 5. Análisis estratificado mediante histogramas

Los siguientes histogramas contienen Información sobre las mediciones del tiempo que toma recibir el pago de clientes en una caja de un almacén estratificadas de acuerdo con la experiencia de los operadores.



Estos histogramas nos indican que:

- El sector "empleados con menos de dos años de antigüedad" es en el cual se presentaron algunas mediciones fuera de especificación.
- Los estratos "empleados entre 2 y 5 años de antigüedad" y "empleados entre 5 y 10 años de antigüedad" son aquellos en los que encontramos mediciones que están dentro de los límites de especificación y sin tendencia a salirse de estos límites.
- En el estrato "empleados con más de diez años de antigüedad" se observan mediciones dentro de los límites pero cercanos a éstos. En este estrato hay que tomar precauciones para evitar que este sector de empleados en el futuro se salga fuera de especificación.

En general, cuando se tiene un conjunto de datos, la mezcla de los diferentes estratos que intervienen, pueden ocasionar una falsa idea de la situación analizada.

Una vez realizada la estratificación y si se determina que en alguno (o algunos) de los estratos se presentan características de calidad que deberían estudiarse, se pueden emplear herramientas estadísticas tales como el Histograma, el Diagrama de Pareto o el Diagrama Causa Efecto para realizar el análisis de esta característica de calidad.

### Ejercicio 1.

El calibrado de un equipo en el laboratorio de un hospital se realiza cada turno y tiene un valor nominal de 990 con una variabilidad menor que 50. A continuación se presentan los valores verificados con la solución patrón en los primeros 10 días del mes de Mayo, durante los tres turnos correspondientes a cada día.

TURNOS					
A		B		C	
956	973	929	942	959	913
974	964	970	963	960	968
944	942	977	983	961	962
978	982	968	957	968	937
951	944	977	954	1026	

Efectúe un análisis de los datos por medio de la estratificación en turnos y presente conclusiones acerca de ellos.

### Ejercicio 2.

El rendimiento de las cuadrillas de instalaciones en HONDUTEL, semanalmente, debe ser de "no menos" de 50, con una variabilidad menor que 5. A continuación se presentan los datos verificados durante 30 días, entre marzo y abril, para tres cuadrillas de instalaciones de teléfonos.

CUADRILLA						TAREA
A		B		C		
56	73	29	42	59	43	Efectúe un análisis de los datos por medio de la estratificación y presente conclusiones acerca de ellos
74	64	70	63	60	68	
44	42	77	53	61	62	
78	62	68	57	58	37	
51	44	57	54	66	55	
66	73	59	73	56	63	
74	64	60	44	74	64	
44	42	61	42	44	52	
48	52	58	42	78	42	
51	44	66	44	51	44	
56	73	59	53	56	53	
74	64	60	64	56	64	
44	62	51	42	54	42	
58	52	68	42	44	62	

51	44	66	44	78	44
----	----	----	----	----	----

## 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.

*Como lo expresamos anteriormente, muchas de estas herramientas estadísticas serán analizadas en su contexto de **utilización dentro del control de procesos** y su estudio no conlleva su estructuración metodológica primaria, es decir, que únicamente veremos cómo se utiliza la herramienta y no cómo se estructura. Esto último fue estudiado en las asignaturas de **Análisis Cuantitativo I y II**.*

### Ejemplo:

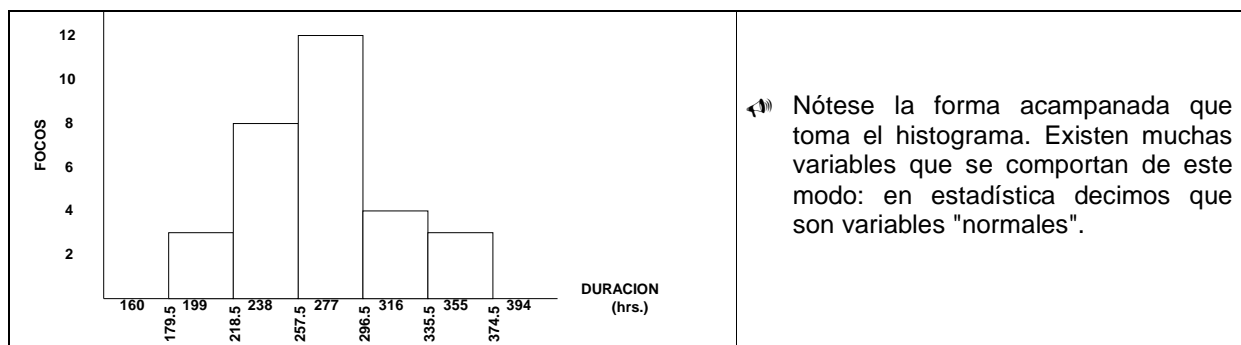
Se desea analizar el tiempo de vida de los focos de las señales direccionales para autos, producidos en un mes en la compañía ACME. Para ello, se procede a obtener una muestra de 30 focos, registrando el número de horas que duran encendidos. Los resultados obtenidos se recogen en la siguiente tabla. Construya la tabla de frecuencias para estos datos:

237	180	285	225	288	232
290	234	271	295	247	338
315	284	320	255	305	274
284	292	192	318	268	279
261	374	228	358	210	244

**Solución:** (no olvidar que el procedimiento ya fue visto en **Análisis Cuantitativo I**)

Clase	Fronteras	Fronteras	Marca de clase	Frecuencia Absoluta
i	$F_i$	$F_s$	$X_i$	$f_i$
1	179.5	218.5	199	3
2	218.5	257.5	238	8
3	257.5	296.5	277	12
4	296.5	335.5	316	4
5	335.5	374.5	355	3
				Total = 30

El histograma correspondiente al Ejemplo 1 es el siguiente, y se reproduce la tabla de distribución de frecuencia:



¿Qué información nos proporciona la tabla de frecuencias construida? Podemos mencionar hechos tales como los siguientes:

- Las duraciones se distribuyen en el intervalo (180, 374 horas)
- La mayor parte de los datos, esto es, 12 ó el 40% de ellos, toman valores de entre 257.5 y 296.5 horas.
- Sólo un 10% de los focos duraron menos de 218.5 horas.

Los valores de las frecuencias absolutas nos dicen que los datos siguen una distribución normal (desde el punto de vista estadístico): se presentan pocos datos en los valores bajos y altos de la variable (duración), estando la mayor parte de los datos en el centro del rango de valores de la misma (aproximadamente).

### Ejercicio 1.

Con el propósito de estudiar el tiempo de espera en la antesala del consultorio de un dentista, se analizó la estancia de 40 clientes. El número de minutos que estuvo esperando cada uno de esos 40 clientes se muestra en el siguiente cuadro. Construya la tabla de frecuencias y el Histograma.

24	28	39	24	32	35	42	30
33	34	25	29	41	38	41	32
44	42	36	41	37	36	39	28
29	37	39	43	35	27	29	26
39	45	40	38	26	26	31	24

### Ejercicio 2.

Se consideró la fracción de error de 40 capturistas de datos en el departamento de sistemas de una empresa. Las medidas de los reprocesos internos de los 40 capturistas redondeadas a dos decimales, se dan a continuación: Construya la tabla de frecuencias y el Histograma. Suponga que el límite máximo aceptable de reproceso es de 0.35. Marque en el histograma el límite de especificación y conteste lo siguiente: ¿Cuál es el porcentaje de empleados fuera de especificación?

0.31	0.34	0.30	0.32	0.33
0.28	0.29	0.33	0.29	0.37
0.35	0.33	0.36	0.30	0.30
0.32	0.31	0.32	0.32	0.32
0.32	0.32	0.35	0.28	0.33
0.34	0.33	0.29	0.35	0.29
0.31	0.34	0.31	0.37	0.32
0.30	0.33	0.30	0.36	0.31

## DIAGRAMA DE DISPERSION

El Diagrama de Dispersión es una herramienta utilizada con frecuencia cuando se desea realizar un análisis **gráfico de datos bivariados**. es decir. los que se refieren a dos conjuntos de datos. El resultado del análisis puede mostrar que existe una relación entre una variable y la otra, y el estudio puede ampliarse para incluir una medida cuantitativa de tal relación.

Los dos conjuntos pueden referirse a lo siguiente:

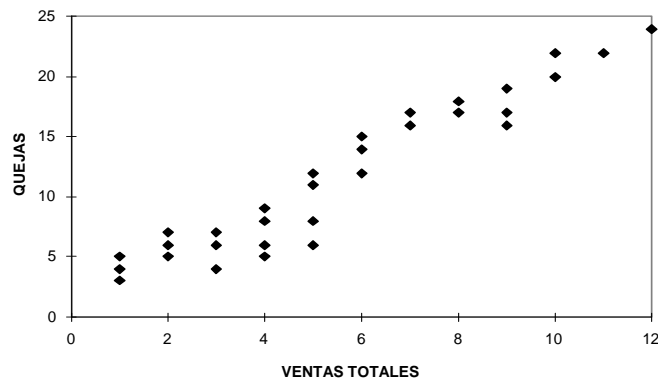
1. Una característica de calidad y un factor que incide sobre ella,
2. Dos características de calidad relacionadas, o bien
3. Dos factores relacionados con una sola característica.

### ¿Para que sirve el diagrama de dispersión?

1. Proporciona la posibilidad de reconocer relaciones Causa/Efecto.
2. Hace fácil el reconocimiento de correlaciones.
3. Ayuda a determinar relaciones dinámicas o estáticas (de mediciones).
4. Indica si dos variables (o factores o bien características de calidad) están relacionados.

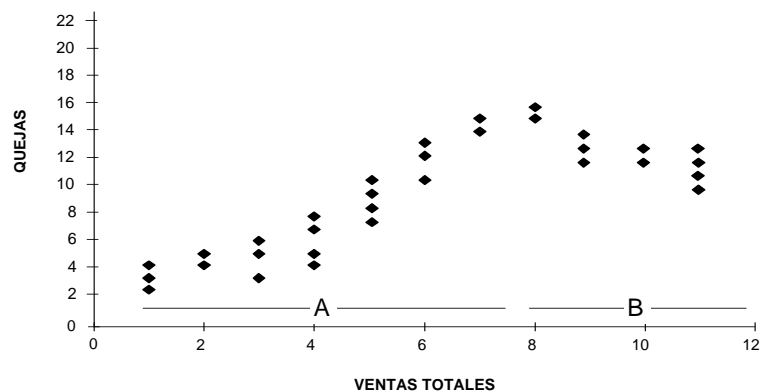
### Ejemplo 1:

La gráfica siguiente es el Diagrama de Dispersión para datos relativos a las ventas totales de una compañía. por semana y el número de quejas por tardanza en la entrega de la mercancía:



El diagrama muestra que al aumentar el volumen de ventas aumenta también el número de quejas por tardanza.

En ocasiones el diagrama resultante puede conducir a resultados contradictorios en cuanto al tipo de correlación de los datos. Esto puede verse cuando el diagrama adquiere la forma de la figura siguiente. Se obtiene una correlación positiva en el rango de valores indicado por A, y una correlación negativa en la región B.



Al juzgar la correlación de esta manera, es importante notar el rango de valores de los datos considerados, y leer cuidadosamente la gráfica.

Además, un Diagrama de Dispersión no dice nada de por qué existe la correlación, de modo que **es imprescindible examinar la (aparente) 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 (Análisis Cuantitativo II)**, que involucran, respectivamente, la determinación de un modelo matemático de la relación entre los dos conjuntos de datos y una medida cuantitativa de su grado de relación.

#### Ejemplo 2:

Diámetro de soldadura (10 <sup>-3</sup> pulg)	Esfuerzo al corte (lb/pulg <sup>2</sup> )
370	400
1550	1600
3530	3600

Diámetro de soldadura (10 <sup>-3</sup> pulg)	Esfuerzo al corte (lb/pulg <sup>2</sup> )
2920	2500
3200	4000
910	1250

1960	2000	920	700
3840	4000	2670	3100
580	800	1700	2200

Para verificar el grado de relación entre el esfuerzo al corte y el diámetro de los puntos de soldadura, se obtuvo la información correspondiente a 12 puntos de soldadura. Los valores resultantes se muestran en el cuadro anterior. Elaborar el Diagrama de Dispersión y comentar la solución. Determinar la recta de regresión para esos datos. La tabla de datos, además de las columnas de  $X_i$ ,  $Y_i$  y  $X_i^2$ , se da a continuación:

### Solución:

La recta de regresión de mínimos cuadrados es  $Y = a + bX$ :

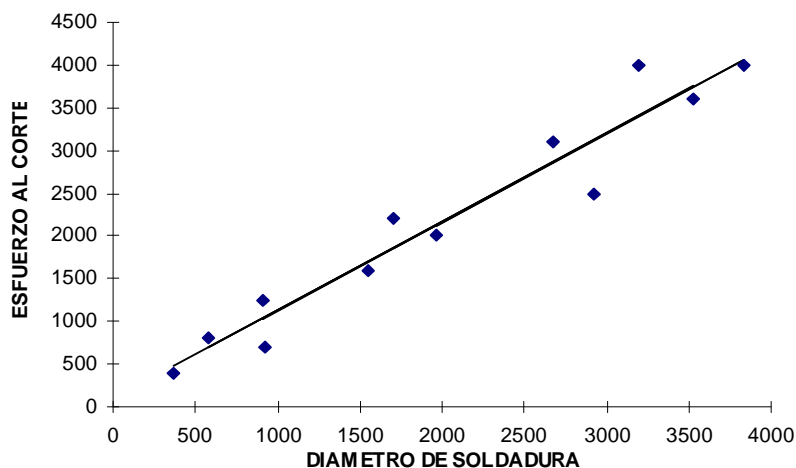
$$Y = 94.216 + 1.036X$$

Con la ecuación que se obtuvo se puede ahora realizar la regresión, esto es, estimar valores de la variable  $Y$  para valores de  $X$ ; por ejemplo, ¿cuál será el esfuerzo al corte si el diámetro de soldadura es de  $2500 \cdot 10^3$  pulg?

$$Y_{\text{est}} = 94.216 + 1.036 X = 94.216 + 1.036 (2500)$$

$$Y_{\text{est}} = 2684.216 \text{ lb/pulg}^2$$

La gráfica muestra el Diagrama de Dispersión de los datos y la recta de regresión:



### El coeficiente de correlación lineal

El valor de un coeficiente ( $r$ ), llamado coeficiente **de correlación lineal de Pearson**, proporciona una medida del grado de relación entre dos variables, y se calcula mediante la expresión (ya conocida):

$$r = \frac{S(xy)}{\sqrt{S(xx)S(yy)}}$$





### El valor del coeficiente de correlación

El Diagrama de Dispersión debe acompañarse del cálculo del **coeficiente de correlación**, sirviendo éste último para verificar el grado de relación entre las variables, que el usuario percibe de modo cualitativo en la gráfica.

COEFICIENTE DE CORRELACION	RELACION
$0.8 < r < 1.0$	Fuerte, positiva
$0.3 < r < 0.8$	Débil, positiva
$-0.3 < r < 0.3$	No existe relación
$-0.8 < r < -0.3$	Débil, negativa
$-1.0 < r < -0.8$	Fuerte, negativa

#### Ejemplo 3:

Calcular el coeficiente de correlación para el problema planteado en el ejemplo 3, relativo a X = "semanas de experiencia" y Y = "tiempo (min.) para capturar un reporte a la computadora". La tabla muestra los datos de las variables en las dos primeras columnas, y tres restantes para simplificar el cálculo de r.

X	90	30	50	20	100	70	20	80	30	90	60	50	20	60	100	50	80	30	40	90	20	90	1270
Y	0.8	0.5	1.5	0.6	0.4	1.6	2	1	2.4	1.7	1.2	1.3	2.1	0.9	0.3	0.2	0.7	2.1	2.3	2.1	1.9	1.1	28.7

**Solución:** El valor del coeficiente de correlación es entonces

$$r = \frac{-175.7}{\sqrt{(17386.3)(10.32)}} = -0.415$$

La respuesta indica una **correlación negativa**, es decir, entre más experiencia tenga un operario menos tarda en capturar un reporte, aunque esta correlación no es muy fuerte. Eliminando los puntos anómalos se puede verificar que el nuevo valor de r es de - 0.898. Este valor, muy cercano en valor absoluto a la unidad, señala una fuerte correlación, lo cual concuerda con la expectativa lógica que uno podría tener en cuanto a la relación entre las variables X y Y.

**Ejercicio 1.** Dentro de las variables que se manejan en un reactor químico se encuentran la temperatura y la presión, las cuales determinan cuándo debe detenerse la reacción. La tabla muestra los datos obtenidos en diez observaciones.

<b>TEMPERATURA</b>	(°C)	325	318	342	288	340	330	291	320	343	301
<b>PRESION</b>	(kg/cm <sup>2</sup> )	6	6	7.2	4.2	6.9	6.1	5.3	6.4	7.6	5.9

Elabore el Diagrama de Dispersión, determine y grafique la mejor recta de ajuste para los datos y calcule el coeficiente de correlación.

**Ejercicio 2.** La siguiente tabla (extendida en la siguiente página) muestra la información del registro de clientes que se atendieron y el costo del material de oficina incurrido a lo largo de 18 meses. Elabore el Diagrama de Dispersión, determine y grafique la mejor recta de ajuste para los datos y calcule el coeficiente de correlación y comente respecto a la relación (**r**) que existe entre las variables.

MES	X	Y
1	242	107
2	255	108

MES	X	Y
7	222	113
8	214	119

MES	X	Y
13	289	103
14	294	102

3	261	102
4	268	103
5	275	105
6	282	100

9	230	112
10	200	120
11	210	122
12	237	114

15	298	100
16	302	101
17	306	102
18	313	101

**Ejercicio 3.** La siguiente tabla muestra las observaciones de los pesos (en libras) de catorce piezas de metal al ser tratadas químicamente durante periodos distintos (en segundos). Elabore el Diagrama de Dispersión, determine y grafique la mejor recta de ajuste para los datos y calcule el coeficiente de correlación, **utilizando los dos métodos expuestos** y derive conclusiones acerca de la relación entre estas variables.

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
TIEMPO	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
PESO	19	16	15	5	15	10	11	13	17	8	10	17	9	12

## GRAFICA DE CONTROL

Una Gráfica de Control es una ayuda gráfica para la detección de las variaciones de la calidad en la producción de cierto proceso. En la terminología del Control de Calidad, la JIS (Japan Industrial Standards) define la Gráfica de Control como sigue:

**Gráfica de Control:** diagrama que sirve para examinar si un proceso se encuentra en una condición estable, o para indicar que el proceso se mantiene en una condición estable.

### ¿Para qué sirve la gráfica de control?

Las gráficas de control ayudan a obtener un mejor producto. Las gráficas tienen tres aplicaciones principales:

1. Determinar la capacidad real de un proceso de producción,
2. Guiar las modificaciones para mejorar la calidad de la producción del proceso y
3. Regular la producción. La función de regulación muestra el estado actual de la calidad de la producción y proporciona un aviso anticipado de las desviaciones con respecto a las metas de la calidad.

Además,

- Sirven como una herramienta de detección de problemas.
- Diagnostican el comportamiento de un proceso en el tiempo.
- Permiten identificar las dos fuentes de variación de un proceso: causas comunes y causas especiales o asignables.
- Indican si un proceso ha mejorado o empeorado.
- Sirven para determinar el estado de control de un proceso.
- Promueven la participación directa de los empleados en el logro de la calidad.
- Los datos sacados de una gráfica de control pueden servir para calcular la estabilidad y habilidad del proceso.
- Es una herramienta de comunicación para explicar la salida de un proceso en términos de un lenguaje común.

### Descripción general de una Gráfica de Control

Las partes principales y el uso de una gráfica de control, son básicamente las mismas ya sea para variables como para atributos. Por lo tanto, es conveniente exponerlas conjuntamente.

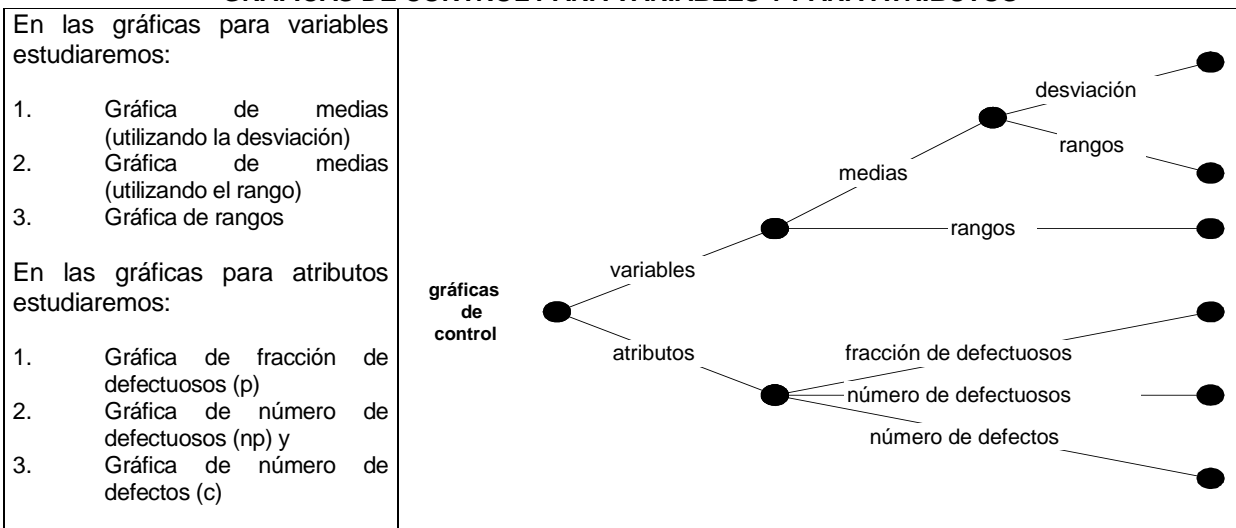
Una gráfica de control incluye generalmente las siguientes cuatro partes principales, que se muestran a continuación:

- Escala de calidad
- Marcas de las Muestras
- Números correspondientes a las muestras
- Límites de Control (incluye línea promedio)



Aunque existen diversos tipos de gráficas de control, todas presentan una estructura similar, como lo muestra la figura. La gráfica contiene una "línea central" (LPr), una línea superior que marca el "límite de control superior" (LCS), y una línea inferior que marca el "límite de control inferior" (LCI). Los puntos representan las lecturas hechas a intervalos determinados de tiempo, y los límites de control marcan el intervalo de confianza (banda de calidad) en el cual se espera, con un nivel de confianza dado, que caigan los puntos.

#### GRÁFICAS DE CONTROL PARA VARIABLES Y PARA ATRIBUTOS



#### GRAFICAS DE CONTROL PARA VARIABLES

Los tipos mas comunes de gráficas de control para variables son las gráficas de  $\bar{X}$  y R. El símbolo  $\bar{X}$  representa la media de los valores incluidos en una muestra, mientras que R representa el recorrido (la diferencia entre los valores máximo y mínimo) de una muestra. La gráfica  $\bar{X}$  da información mas detallada que la gráfica R, pero, la gráfica R es mas fácil en cuanto a cálculos.

La gráfica de  $\bar{X}$  se puede representar utilizando la desviación estándar o utilizando R.

## Gráfica de $\bar{X}$ (media de una muestra).

- Utilizando  $\sigma$ , donde:  $\sigma$  = desviación estándar

Los siguientes valores deben ser calculados antes de construir una gráfica de  $\bar{X}$ .

1. La media y varianza de cada muestra.

$$a. \quad \bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n}$$

$$b. \quad \sigma^2 = \frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n}$$

$$b.1 \quad \bar{\sigma}^2 = \left( \frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n} \right) / N$$

$$b.2 \quad \sigma' = \sqrt{\frac{\sigma^2}{n-1}}$$

2. La media de las medias muestrales.

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \dots + \bar{X}_k}{N}$$

3. Los límites de control superior e inferior (LCS y LCI).

$$LCSx = \bar{\bar{X}} + 3\sigma'$$

$$LCIx = \bar{\bar{X}} - 3\sigma'$$

### Ejemplo:

Las medidas individuales, hechas en 5 muestras de 4 elementos, tomadas al azar, de un proceso manufacturero se muestran a continuación:

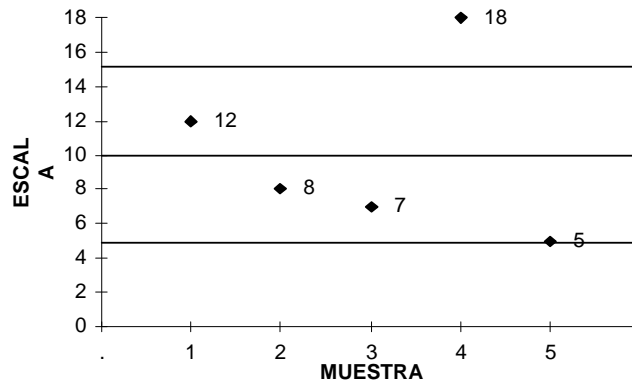
1. La media de cada muestra (ver columna  $\bar{X}$ ).
2. La media de las medias muestrales. Prom. = 10
3. Los límites de control superior e inferior (LCS y LCI).

Muestra	Elemento				$\Sigma$	$\bar{X}$	$\sigma^2$
	1	2	3	4			
1	12	14	16	6	48	12	14
2	5	9	8	10	32	8	3.5
3	3	13	5	7	28	7	14
4	20	18	18	16	72	18	2
5	4	5	1	10	20	5	10.5
Suma						50	44
Prom.						10	8.8
$\sigma$							1.71

$$LCS = 10 + 3 \times 1.71 = 15.13$$

$$LCI = 10 - 3 \times 1.71 = 4.87$$

En este caso decimos que el proceso está fuera de control, pues una muestra, la número 4, está fuera del límite superior. Basta con que una sola muestra este fuera de los límites para decir que el proceso esta fuera de control y por lo tanto establecer las causas y las medidas apropiadas.



**Ejercicio 1.** Asumiendo que no existe la muestra No. 4, ¿qué es lo que observa en la gráfica?.

- **Utilizando R:**

Este método simplifica el cálculo de límites de control. Es especialmente útil cuando el número de muestras y el tamaño de cada muestra son grandes. El símbolo R representa la media de los recorridos de las muestras a ser incluidos en la gráfica.

Los siguientes valores deben ser calculados antes de construir la gráfica de  $\bar{X}$ .

1. Calcule las medias y los rangos de cada uno de las muestras.

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n}$$

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_k}{N}$$

2. Calcule la media de las medias y el rango promedio de todas las muestras. La línea central se traza a la altura que corresponde a la media de las medias. Sus fórmulas son:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \dots + \bar{X}_k}{N}$$

3. Calcule los límites de control utilizando las siguientes expresiones:

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

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

El valor de la constante  $A_2$  (ver anexo) depende del tamaño de la muestra, y R es el promedio de los rangos.

- Diseñe una escala adecuada para las medias, grafique los puntos. la línea central y los límites de control.

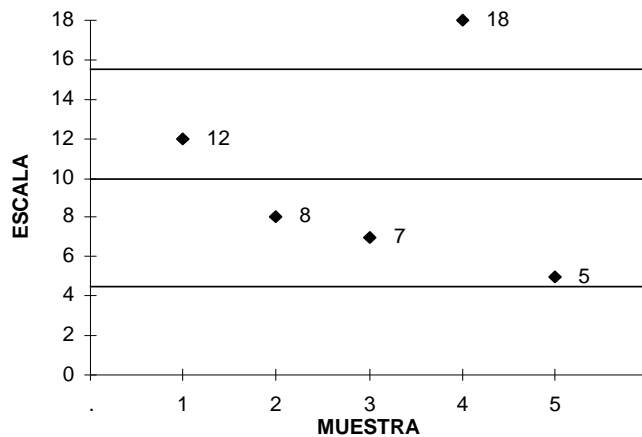
**Solución:**

1. La media de cada muestra (columna  $\bar{X}$ ).
2. La media de las medias muestrales = 10.0
3. Los límites de control superior e inferior (LCS y LCI).

sabiendo que:

$LCI \bar{X} = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$	$LCI = 10 - 0.729(7.6)$	4.46
$LCS \bar{X} = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$	$LCS = 10 + 0.729(7.6)$	15.54

Con este otro método, el proceso se puede considerar también fuera de control, pues no todas las muestras quedan dentro de los límites. Esto no constituye una regla general ni significa que este método sea mejor que el anterior. Se recomienda adoptar un solo método y no variar su uso.



#### Gráfica de R (R = recorrido de una muestra)

La gráfica R se usa para mostrar la variabilidad o dispersión de la calidad producida por un proceso dado. En general, el procedimiento para construir una gráfica R es similar al de la gráfica X. Los valores requeridos para construir la gráfica R son:

1. El recorrido de cada muestra, R.
2. La media de los recorridos de las muestras,  $\bar{R}$
3. Los límites de control.

#### Ejemplo:

Con los datos del ejemplo anterior:

$$\bar{R} = \frac{169}{25} = 6.76$$

Los límites de control se encuentran así:

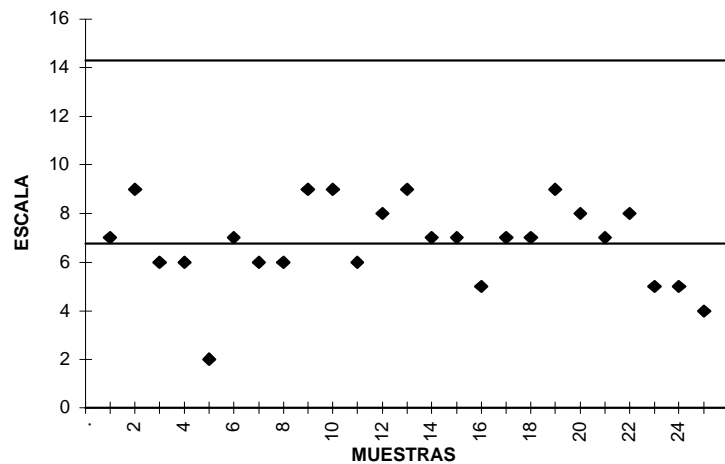
$$LCS_r = D_4 \bar{R}$$

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

$$LCS_r = 2.115(6.76) = 14.2974$$

$$LCI_r = 0(8.68) = 0.00$$

La gráfica de control muestra que el proceso está bajo control, puesto que todos los valores de R, marcados en la gráfica están dentro de los límites de control.



## GRAFICAS DE CONTROL PARA ATRIBUTOS

Las gráficas de control para variables muestran las características de calidad que son medidas y expresadas en unidades mediante números. Las gráficas de control para atributos, por otra parte, tratan con las características de calidad que son observadas solamente porque se ajustan o no a requerimientos especificados y se expresan por dos palabras opuestas, tales como si o no, bueno o malo, no defectuoso o defectuoso, etc. Los tipos comunes de gráficas para atributos son: 1) gráfica **p** (fracción de defectuosos), 2) gráfica **np** (número de defectuosos) y 3) gráfica **c** (número de defectos). El procedimiento para construir una gráfica de control para atributos es básicamente el mismo que para variables. Los detalles para los tres tipos diferentes de gráficas se presentan individualmente mas abajo.

### Gráfica p (p = fracción de defectuosos de una muestra)

Los siguientes valores son requeridos para construir una gráfica p:

1. La fracción de defectuosos de cada muestra,  $p$

$$p = \frac{\text{defectuosos de una muestra}}{\text{elementos inspeccionados (n)}}$$

El número de elementos inspeccionados en cada muestra, o tamaño de la muestra  $n$ , para una gráfica p, deberá ser relativamente mas grande que el de una gráfica de control para variables.

2. La fracción promedio de defectuosos de las muestras,  $\bar{p}$



$$\bar{p} = \frac{\text{defectuosos de una muestra}}{\text{elementos inspeccionados (n)}} \quad \text{ó} \quad \bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n}$$

3. Los límites de control.  $LC_p = \bar{p} \pm 3\sqrt{\bar{p} \frac{(1-\bar{p})}{n}}$

**Ejemplo:**

Ciertas partes de televisión, producidas por un proceso, son inspeccionadas mediante un método al azar para una única característica de calidad. La tabla presentada más adelante, fue construida con los resultados de una inspección de 25 muestras

muestra número	unidades inspeccionadas n	número de defectuosos np	fracción de defectuosos p	muestra número	unidades inspeccionadas n	número de defectuosos np	fracción de defectuosos p
1	200	16	0.08	14	200	18	0.09
2	200	14	0.07	15	200	26	0.13
3	200	8	0.04	16	200	8	0.04
4	200	20	0.10	17	200	16	0.08
5	200	10	0.05	18	200	20	0.10
6	200	34	0.17	19	200	22	0.11
7	200	20	0.10	20	200	14	0.07
8	200	16	0.08	21	200	6	0.03
9	200	18	0.09	22	200	12	0.06
10	200	12	0.06	23	200	22	0.11
11	200	36	0.18	24	200	38	0.19
12	200	20	0.10	25	200	12	0.06
13	200	22	0.11	Σ	5,000	460	2.30
							0.092

1. La fracción de defectuosos de cada muestra, p

$$p = \frac{\text{defectuosos de una muestra}}{\text{elementos inspeccionados (n)}} = 16/200 = 0.08 \text{ (para la primera muestra)}$$

2. La fracción promedio de defectuosos de las muestras,  $\bar{p}$

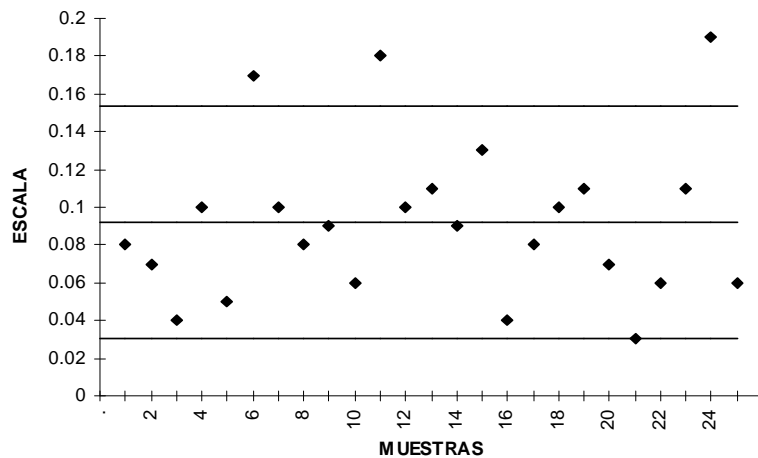
$$\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} = 460/5000 = 0.092$$

3. Los límites de control.

$$LCS_p = \bar{p} + 3\sqrt{\bar{p}\frac{(1-\bar{p})}{n}} \quad LCS_p = 0.092 + 3\sqrt{0.092\frac{(1-0.092)}{200}} = 0.153$$

$$LCI_p = \bar{p} - 3\sqrt{\bar{p}\frac{(1-\bar{p})}{n}} \quad LCI_p = 0.092 - 3\sqrt{0.092\frac{(1-0.092)}{200}} = 0.031$$

El correspondiente análisis de la gráfica de control revela que el proceso esta fuera de control.



### Construcción de una gráfica p, para muestras de tamaño variable.

El cálculo de límites de control para muestras de tamaño variable en una gráfica p es un proceso tardado. En la práctica, siempre que se espere que el tamaño de la muestra varíe moderadamente, se usa un método simplificado de cálculo de los límites para comprobar la producción futura. Se estima primero el tamaño promedio de las muestra a ser tomadas en el futuro. Se calcula entonces un solo conjunto de límites de control de tamaño medio de muestra.

La tabla presentada más adelante, fue construida con los resultados de una inspección diaria para componentes de radio en el mes de mayo.

El tamaño medio estimado de las muestras a ser tomadas en junio, basado en las de mayo, según ese ejemplo es de:

$$n = 4398/22 = 200 \text{ elementos diarios}$$

$$\bar{p} = \frac{445}{4398} \Rightarrow \bar{p} = 0.1011$$

Los límites de control se calculan según las siguientes formulas:

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

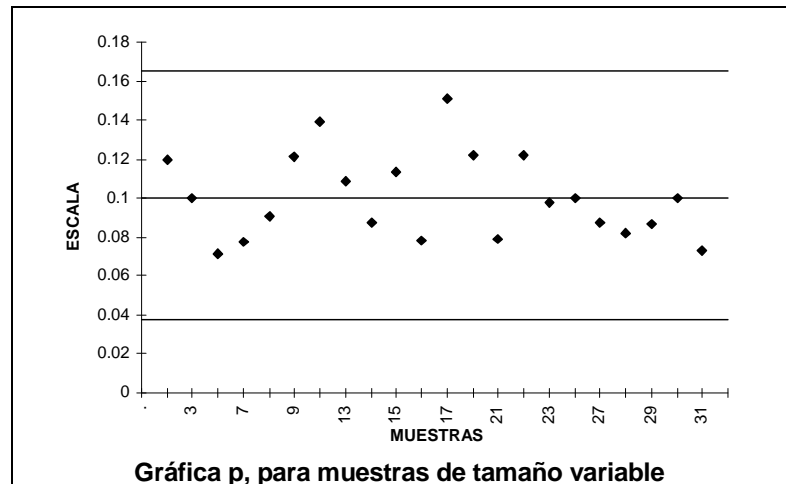
$$LC_p = 0.1011 + 3\sqrt{\frac{0.1011(1-0.1011)}{200}}$$

$$LCS_p = 0.165155 \text{ y } LCI_p = 0.037210$$

Muestra	fecha	n	np	p	Muestra	fecha	n	np	P
1	Mayo 2	225	27	0.12	12	17	205	31	0.15
2	3	210	21	0.10	13	20	196	24	0.12
3	6	196	14	0.07	14	21	215	17	0.08
4	7	180	14	0.08	15	22	230	28	0.12
5	8	176	16	0.09	16	23	174	17	0.10
6	9	190	23	0.12	17	24	230	23	0.10

7	10	215	30	0.14	18	27	194	17	0.09
8	13	220	24	0.11	19	28	170	14	0.08
9	14	182	16	0.09	20	29	185	16	0.09
10	15	185	21	0.11	21	30	210	21	0.10
11	16	204	16	0.08	22	31	206	15	0.07
							4,398	445	

El correspondiente análisis de la gráfica revela que el proceso está bajo control.



Gráfica p, para muestras de tamaño variable

#### Gráfica np (np = número de defectuosos de una muestra)

Una gráfica **np** representa el número real de defectuosos encontrados en cada muestra. La gráfica se aplica cuando  $n$  es constante. Cuando  $n$  es variable se utiliza la gráfica de control  $p$  para tamaño variable. Los siguientes valores son requeridos para una gráfica de control  $np$ :

1. El número de defectuosos de cada muestra,  $np$
2. El número promedio de defectuosos por muestra de un tamaño constante

$$\bar{np} = \frac{\sum np}{N}$$

3. Los límites de control, utilizando la siguiente fórmula general:

$$LC_{np} = \bar{np} \pm 3\sqrt{\bar{np}(1 - \bar{p})}$$

#### Ejemplo:

Utilizando los datos de la tabla del ejemplo de Gráfica  $p$ , para muestras con tamaño fijo (200) encuentre:

1. El número de defectuosos de cada muestra,  $np$  (calculado para cada muestra)
2. El número promedio de defectuosos por muestra de un tamaño constante

$$\bar{np} = \frac{\sum np}{N}$$

$$\bar{np} = \frac{460}{25} = 18.4$$



3. Los límites de control, utilizando las siguientes formulas:

$$LC_{np} = \bar{np} \pm 3\sqrt{\bar{np}(1 - \bar{p})}$$

$$LC_{np} = 18.4 \pm 3\sqrt{18.4(1 - 0.092)}$$

$$LCS_{np} = 30.7$$

$$LCI_{np} = 6.1$$

#### Gráfica c (c = número de defectos de una muestra)

Las muestras incluidas en una **gráfica c** son productos individuales de tamaño constante. El número de defectos en cada producto, representado por la letra c, se cuenta y se registra como el valor de una muestra. Los siguientes valores son requeridos para una gráfica de control **c**:

1. El número de defectos de cada muestra, c
2. El número promedio de defectos de las muestras, c
3. Los límites de control, utilizando las siguientes formulas:

$$\bar{c} = \frac{\sum c}{N}$$

$$LC_c = \bar{c} \pm 3\sqrt{\bar{c}}$$

#### Ejemplo

Los siguientes datos muestran el número de errores referentes a la nómina que se presentan en el departamento de personal de una empresa:

Turno	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
c	17	16	16	17	17	18	24	19	19	18	14	15	15	16	20	16	14	16	15	19

Se elaborará una gráfica c, de número de defectos por turno. La línea central de la gráfica está dada por el número medio de defectos por lote:

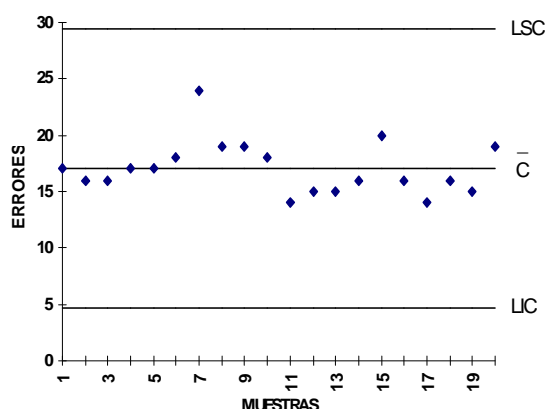
$$\bar{c} = \frac{\sum_{i=1}^k c_i}{k} = \frac{341}{20} = 17.05$$

Los límites de control están dados por:

$$LSCc = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}} = 17.05 + 3\sqrt{17.05} = 29.44$$

$$LICc = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}} = 17.05 - 3\sqrt{17.05} = 4.66$$

La gráfica aparece a la derecha.



#### Interpretación de la gráfica:

- Si solamente están presentes causas comunes de variación, se puede esperar encontrar entre 4.66 y 29.44 defectos por turno.
- La gráfica no muestra signos de que el proceso esté fuera de control, estando los puntos cerca de la zona central (un sigma), lo cual habla acerca de la pequeña variabilidad del proceso. Sin embargo, cabe preguntarnos lo siguiente:
- ¿Es aceptable tener la cantidad media de defectos por turno (17.05) para este departamento? La toma de decisiones será por parte de la gerencia en cuanto que le convenga o no tener esa cantidad media de errores por turno, y utilizará técnicas como la de habilidad del proceso para tal fin. Para asegurar la efectividad del uso futuro de la gráfica, el área de oportunidad deberá mantenerse constante, esto equivale a decir en el caso que nos ocupa que el tamaño de los turnos sea siempre el mismo.

**Ejercicio 1:** El director de servicios alimentarios de una aerolínea desea medir el peso de la comida dejada por los pasajeros en las bandejas. Para evaluar la diferencia entre lo que la aerolínea ofrece y lo esperado por los clientes (en términos de la cantidad de comida). Durante 10 vuelos, se pesaron cinco de las charolas retiradas, y los resultados (codificados) se muestran en la siguiente tabla:

MUESTRAS	1	8.0	7.5	7.5	4.5	7.5
	2	6.5	5.0	7.5	5.0	5.0
	3	6.5	5.0	6.5	9.0	7.5
	4	7.5	7.5	4.0	7.5	5.0
	5	9.0	8.0	9.5	6.5	7.5
	6	7.5	5.5	9.5	11.0	10.0
	7	6.0	6.5	9.5	10.0	9.5
	8	7.5	8.0	5.5	6.5	7.0
	9	6.0	7.5	7.5	8.5	10.0
	10	5.0	6.0	8.0	9.0	6.0

Elabore la gráfica de control de promedios y rangos. y anote algunos comentarios acerca de la gráfica y sus posibles tendencias.

#### Ejercicio 2:

JAMAL Corp, compañía de productos alimenticios, enlata jugo de naranja y se advierte que las latas contienen 1 onzas de jugo. Se tomaron 25 muestras al azar de 5 latas cada una, a intervalos de 20 minutos y se obtuvieron los pesos del jugo de las latas inmediatamente después de ser

MUESTRA	ELEMENTOS (5 latas en cada muestra)					$\Sigma$	$\bar{X}$	R
	1	2	3	4	5			
1	12	9	12	12	7	52	10.4	7
2	9	6	15	13	9	52	10.4	9
3	8	9	7	11	13	48	9.6	6
4	6	5	6	9	11	37	7.4	6
5	9	8	9	7	9	42	8.4	2
6	5	11	4	9	7	36	7.2	7
7	8	12	6	6	9	41	8.2	6

llenadas. Los pesos en la siguiente tabla están dados en unidades de 0.01 onzas en exceso o en defecto de 10 onzas. Construir una gráfica de  $\bar{X}$  para controlar los pesos del jugo de naranja para el llenado.

8	11	15	11	9	10	56	11.2	6
9	12	7	3	5	6	33	6.6	9
10	15	6	6	8	9	44	8.8	9
11	7	9	10	11	5	42	8.4	6
12	6	4	9	12	8	39	7.8	8
13	9	6	13	15	11	54	10.8	9
14	4	11	11	7	12	45	9.0	7
15	6	3	9	6	10	34	6.8	7
16	11	6	7	9	7	40	8.0	5
17	3	10	9	4	6	32	6.4	7
18	6	9	13	6	9	43	8.6	7
19	10	13	11	11	4	49	9.8	9
20	9	11	9	3	6	38	7.6	8
21	13	9	7	6	11	46	9.2	7
22	11	7	9	6	3	36	7.2	8
23	9	9	8	11	6	43	8.6	5
24	7	8	6	3	4	28	5.6	5
25	9	10	9	6	6	40	8.0	4
					suma	1,050	210	169
					Prom.		8.4	6.76

**Ejercicio 3:** Una fábrica de lámina verifica el grosor de cada lámina, y lo expresa en 1/1000 de cm. Para tal efecto, se tomaron 10 muestras de 7 elementos cada una, que son las siguientes:

	a	b	c	d	e	f	g	$\Sigma$	$\bar{X}$	R
1	221	223	220	217	227	223	225	1556	222.29	
2	220	221	224	217	219	226	227	1554	222.00	
3	228	230	229	215	217	219	221	1559	222.71	
4	221	223	224	225	224	227	230	1574	224.86	
5	224	223	224	227	221	225	227	1571	224.43	
6	225	230	227	226	231	230	223	1592	227.43	
7	224	227	230	231	224	225	230	1591	227.29	
8	230	224	223	221	220	221	230	1569	224.14	
9	224	225	227	224	225	227	228	1580	225.71	
10	230	229	230	224	227	230	231	1601	228.71	
									2249.57	

Elabore la gráfica de control de promedios y rangos, y diga si el proceso muestra o no estabilidad.

**Ejercicio 4:** El fabricante de pilas " La Mejor " calcula el voltaje para determinar la calidad de las unidades producidas. Los límites de especificación para este producto deben ser  $1.10 \pm 0.10$  volts, y al medir el voltaje de una pila tras otra se tienen como resultados los siguientes datos. Elabore la gráfica de medias con rango para estos datos:

1.12	1.20	1.03	1.09
1.12	1.19	1.05	1.11
1.13	1.12	1.09	1.10
1.09	1.11	1.10	1.12
1.05	1.19	1.11	1.13



1.07	1.14	1.12	1.14
------	------	------	------

**Ejercicio 5:** La tabla muestra el número de errores de impresión que se encontraron al examinar 20 manuales de Calidad Total I. Elabore la **gráfica c** para estos datos, y comente sobre la consistencia del proceso editorial.

Folleto	# errores	Folleto	# errores	Folleto	# errores
1	8	8	12	15	10
2	5	9	9	16	4
3	8	10	6	17	3
4	11	11	4	18	8
5	7	12	2	19	6
6	6	13	5	20	7
7	7	14	9		

## DIAGRAMA DE PARETO

El Diagrama de Pareto es una gráfica que representa en forma ordenada el grado de importancia que tienen los diferentes factores en un determinado problema, tomando en consideración la frecuencia con que ocurre cada uno de dichos factores.

Su nombre se debe a Wilfredo Pareto, un economista italiano que centraba su atención en el concepto de los "pocos vitales" contra los "muchos triviales". Los primeros se refieren a aquellos pocos factores que representan la parte más grande o el porcentaje más alto de un total, mientras que los segundos son aquellos numerosos factores que representan la pequeña parte restante.

Esta herramienta fue popularizada por Joseph Juran y Alan Lakelin; este último formuló la regla 80-20 basado en los estudios y principios de Pareto:

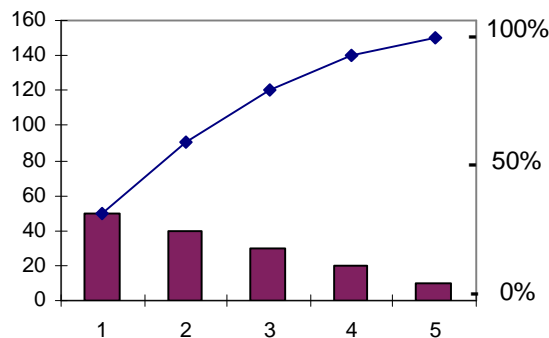
***“Aproximadamente el 80% de un valor o de un costo se debe al 20% de los elementos causantes de éste”.***

### Ejemplo 1:

1. El 80% de las entradas por ventas de una compañía se deben al 20% de sus clientes.
2. El 80% del valor de un inventario de artículos se debe al 20% de estos artículos.
3. El 80% del total de defectos encontrados en un producto se debe al 20% de los tipos de causas identificados.

### ¿Para qué sirve el Diagrama de Pareto?

El objetivo del Diagrama de Pareto es el identificar los "pocos vitales" o ese 20% de tal manera que la acción correctiva que se tome, se aplique donde nos produzca un mayor beneficio. El Diagrama de Pareto, al catalogar los factores por orden de importancia, facilita una correcta toma de decisiones. A continuación se muestra el esquema general de un Diagrama de Pareto.



### Beneficios

- Es el primer paso para la realización de mejoras.
- Canaliza los esfuerzos hacia los "pocos vitales".
- Ayuda a priorizar y a señalar la importancia de cada una de las áreas de oportunidad.
- Se aplica en todas las situaciones en donde se pretende efectuar una mejora, en cualquiera de los componentes de la Calidad Total: la calidad del producto/servicio, costos, entrega, seguridad, y moral.

- Permite la comparación antes/después, ayudando a cuantificar el impacto de las acciones tomadas para lograr mejoras.
- Promueve el trabajo en equipo ya que se requiere la participación de todos los individuos relacionados con el área para analizar el problema, obtener Información y llevar a cabo acciones para su solución.

### ¿Cómo se hace el Diagrama de Pareto?

El diagrama de Pareto se asemeja, en gran medida, a un diagrama de barras, y su construcción comprende los siguientes pasos:

1. Identifique el problema o área de mejora en la que se va a trabajar, en base a los componentes de la Calidad Total.
2. Elabore una lista de los factores incidentes en el problema, considerando, por ejemplo, características fuera de especificación, tipos de defectos, tiempos de entrega, etc.
3. Establezca el periodo de tiempo dentro del cual se recolectarán los datos. El periodo de tiempo a ser estudiado dependerá de la situación que se esté analizando.
4. Construya una Hoja de Verificación para la frecuencia con que ocurre cada factor o tipo de defecto dentro del periodo fijado, especificando el número total de casos verificados.
5. Con base en los datos de la Hoja de Verificación, ordene los distintos factores conforme a su frecuencia, comenzando con la que se da un número mayor de veces. Registre, además, el número de casos de cada factor,  $n_i$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ ), siendo  $m$  el número total de factores distintos en la lista tal que:  $n_1 + n_2 + \dots + n_m = d$  donde  $d$  es el número total de veces que se presentó el problema.
6. En caso de conocer el número total de observaciones ( **$N = d + d$** ) se puede calcular el porcentaje absoluto de casos con respecto a ese total para cada factor identificado:  $a_i \% = (n_i / N) \times 100$ . Cada  $a_i$  representa el porcentaje de mejora que se obtendría al eliminar el factor  $i$  correspondiente.
7. Obtenga el porcentaje relativo de casos atribuibles a cada factor, con respecto a  $d$ :  $r_i \% = (n_i / d) \times 100$  donde  $i = 1, 2, \dots, m$ , tal que  $r_1 + r_2 + \dots + r_m = 100\%$ .
8. Calcule el porcentaje relativo acumulado ( $R_i\%$ ), sumando en forma consecutiva los porcentajes de cada factor. Con esta información se señala el porcentaje de veces que se presenta el problema y que se eliminaría si se emprendiesen acciones efectivas que supriman los factores principales de los productos defectuosos.
9. Presente la información obtenida hasta este paso en una tabla como la que se muestra a continuación:

Factores del problema	Frecuencia de ocurrencia	% absoluto $a_i \% = \frac{n_i}{N} \times 100$	% absoluto $r_i \% = \frac{n_i}{d} \times 100$	% relativo acumulado $R_j = \sum_{i=1}^j r_i$
1				
2				
:				
M				
	$\sum n_i = d$		$\sum r_i \% = 100\%$	

10. Construya el Diagrama de Pareto.

- 10.1 En el eje horizontal se anotan los factores de izquierda a derecha, en orden decreciente en cuanto a su frecuencia. El eje vertical izquierdo se gradúa en tal forma que sirva para mostrar el número de casos que se da en razón de cada uno de los factores. El eje vertical derecho mostrará el porcentaje relativo acumulado.

- 10.2 Trace las barras correspondientes a los distintos factores. La altura de las barras representa el número de veces que ocurrió la factor, y se dibujan con la misma amplitud, unas tras otras.
- 10.3 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 curva que una dichos puntos. En esta forma queda graficada la curva del porcentaje relativo.
- 10.4 El Diagrama de Pareto debe acompañarse de la debida documentación, mencionando el problema, fechas, responsables, lugares, etc.

### Ejemplo 2:

La siguiente tabla muestra el tiempo en minutos de paralización del trabajo en el departamento de sistemas debido a fallas de ciertas máquinas, durante el periodo del 8 al 11 de mayo (un turno de 8 horas en cada uno de los cuatro días). Construya el Diagrama de Pareto correspondiente a la situación dada.

Causas de las fallas	Tiempo de paralización del trabajo (en minutos)
Interrupción de la energía eléctrica	92
Manejo incorrecto (por el operador)	45
Programa inadecuado	114
Falta de mantenimiento	202
Virus en el sistema	19
Otros	16

### Solución:

El periodo de tiempo estudiado es:

$$N = 4 \text{ días} \times 8 \text{ horas/día} \times 60 \text{ min/hora} = 1,920 \text{ minutos}$$

La siguiente tabla muestra la ordenación de las causas de las fallas de las máquinas, de mayor a menor, de acuerdo con el tiempo de paralización del trabajo:

Causas de las fallas	Tiempo de paralización del trabajo (en minutos)
Falta de mantenimiento	202
programa inadecuado	114
Interrupción de la energía eléctrica	92
Manejo incorrecto (por el operador)	45
Virus en el sistema	19
Otros	16
<b>d = 488</b>	

Note que el número de minutos de paralización del trabajo en el periodo observado es de 488.

Cálculo de los porcentajes absolutos del tiempo en el que se paralizó el trabajo debido a cada una de las causas que provocaron fallas en las máquinas:

$$a_i \% = \frac{n_i}{N} \times 100$$

Para la causa "falta de mantenimiento",

$$a_i \% = (n_i / N) \times 100 = (202 / 1920) \times 100 = 10.52\%$$

Cada  $a_i$  % nos indica el incremento en porcentaje que se tendría en la producción si se corrige el defecto  $i$ , es decir, con esta información se puede saber el grado de mejoramiento que se lograría en la producción si se tomaran acciones correctivas para eliminar algún tipo de defecto. Los cálculos restantes aparecen en la tabla de abajo. Con estos datos podemos darnos cuenta, por ejemplo, de que si se capacitase a los operadores para manejar correctamente las máquinas, el tiempo de paralización del trabajo disminuiría por este concepto en 2.34 %. O bien, si se programan las máquinas en forma correcta y se verifica con frecuencia que el programa sea el adecuado, el tiempo de paralización del trabajo disminuiría en 5.94 %

Enseguida se calcula, para cada una de las causas de falla, el porcentaje relativo  $r_i$  del tiempo de paralización del trabajo con respecto al número de minutos de paralización en el periodo observado:

$$r_i \% = (n_i / d) \times 100$$

Así, por ejemplo, para el "programa inadecuado" se tiene

$$r_i \% = (n_i / d) \times 100 = 114 / 488 \times 100 = 23.36\%$$

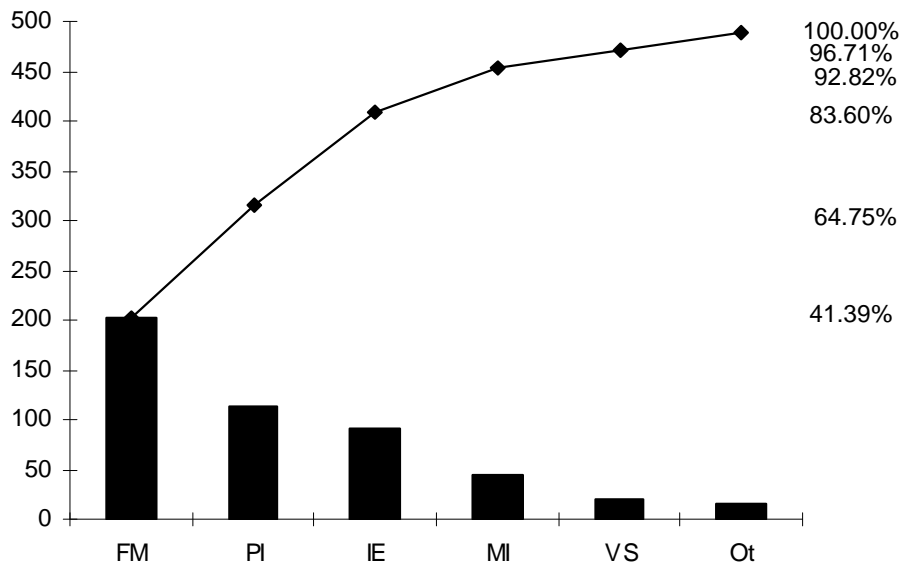
Estos datos, mostrados abajo en la tabla, nos indican, por ejemplo, que el 41.39% del problema de la paralización del trabajo es atribuible a la falta de mantenimiento de las máquinas; la tabla completa se muestra a continuación (ver gráfica más adelante):

<b>REGISTRO DE TIEMPO DE LA PARALIZACIÓN DEL TRABAJO (en minutos)</b>				
Período: 8 al 11 de mayo		No. de minutos considerados: 1920		
Causas de las fallas	Tiempo de paralización (min)	% absoluto del tiempo de paralización	% relativo del tiempo de paralización	% relativo acumulado
	$n_i$	$a_i \% = (n_i / N) \times 100$	$r_i \% = (n_i / d) \times 100$	$R_j = \sum_{i=1}^j r_i$
Falta de mantenimiento	202	10.52%	41.39%	41.39%
Programa inadecuado	114	5.94%	23.36%	64.75%
Interrupción de la energía eléctrica	92	4.79%	18.85%	83.60%
Manejo incorrecto (por el operador)	45	2.34%	9.22%	92.82%
Virus en el sistema	19	0.99%	3.89%	96.71%
Otros	16	0.83%	3.28%	99.99%
	$d = 488$	25.41%	99.99%	

El Diagrama de Pareto para este problema se muestra en la página siguiente:

### Diagrama de Pareto de costos

Algunas veces, los diagramas de Pareto pueden tener mayor Impacto cuando los problemas analizados son expresados en función de sus costos. Por ejemplo, es posible calcular el costo para un tipo de defecto en particular mediante la evaluación del costo unitario incurrido cada vez que tal defecto ocurre. Tales costos deben considerar aspectos tales como la reparación de las piezas, el cumplir con la garantía, el desechar las piezas defectuosas cuando no es posible la reparación, etc.



El procedimiento empleado para la construcción de este tipo de diagrama es prácticamente igual al descrito en el punto anterior, pero ahora el eje vertical izquierdo del diagrama será graduado en función de los costos incurridos por cada tipo de factor.

- Cuando el costo de cada factor está siendo considerado, ocurre un reordenamiento de las categorías de los factores debido al alto costo de algunos tipos de factores. Un tipo de factor que se presenta con mayor frecuencia puede tener asociado un menor costo en comparación con aquel que no se repite tan frecuentemente, pero cuyo costo es muy alto, este último quedará colocado ahora como la primera categoría.
- Es conveniente construir un Diagrama de Pareto de costos además del diagrama para el número de casos, con el propósito de obtener mayor información y como consecuencia tomar mejores decisiones.

### Ejemplo 3:

La siguiente tabla muestra los registros de los defectos observados en el cumplimiento de la garantía de refrigeradores del taller de servicio de una comercializadora, así como los costos de reparación asociados a cada uno de ellos. Los datos fueron recabados del año anterior, habiéndose vendido 4752 piezas.

Tipo de defecto	Número de defectos	Costo de reparación por unidad	Costo total de reparación por tipo de defecto $C_i = n_i x_i^u$
Empaques	119	\$ 650	\$ 77 350
Compresor	49	\$5 000	\$245 000
Termostato	39	\$1 100	\$ 42 900
Manchas (pintura)	36	\$ 286	\$ 10 296
Condensador	26	\$2 145	\$ 55 770
Puerta desalineada	21	\$ 560	\$ 11 760
Rayaduras	20	\$ 320	\$ 6 400

Obsérvese que el orden de Importancia de los tipos de defectos puede cambiar en forma relevante, si se considera ahora el costo total de cada tipo de defecto. Construir el Diagrama de Pareto de costos para estos datos.



**Solución:**

La **tabla siguiente** muestra la ordenación de los tipos de defectos de acuerdo a los costos, y se proporcionan, además, los resultados de los cálculos (similares a los del ejemplo anterior) de los porcentajes relativos y acumulados.

De estos datos podemos apreciar que aunque el número de ocasiones en que se observó "empaques" (119) es mucho mayor que la frecuencia del defecto "compresor", el 55.75% del costo de reparación es atribuible al defecto "compresor", en tanto que la reparación del defecto "empaques" contribuye sólo con el 17.60% del costo total de reparación, por lo que si se encaminan los esfuerzos a eliminar (o disminuir) el defecto "compresor" disminuiría significativamente el costo de reparación (ver gráfica más adelante).

Tipo de defecto	Costo total de reparación por tipo de defecto	Porcentaje relativo $r_i$	Porcentaje relativo acumulado $R_i$
Compresor	\$ 245,000	55.75%	55.75%
Empaques	\$ 77,350	17.60%	73.35%
Condensador	\$ 55,770	12.69%	86.04%
Termostato	\$ 42,900	9.76%	95.80%
Manchas (pintura)	\$ 10,296	2.34%	98.14%
Rayaduras	\$ 6,400	1.46%	99.60%
Puerta desalineada	\$ 1,760	0.40%	100.00%
TOTAL	\$ 439,476		

Al realizar comparaciones con el Diagrama de Pareto, son importantes las siguientes recomendaciones:

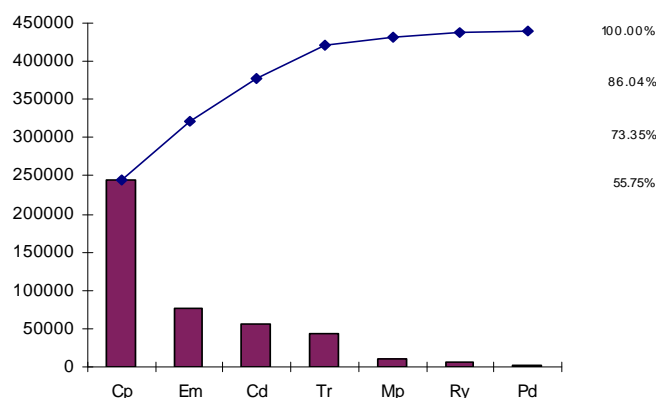
- Maneje la misma escala en los ejes verticales izquierdos de ambos diagramas.
- Seleccione una unidad de tiempo conveniente. tal como una semana, un trimestre, etc., que sea la misma para los dos diagramas.

Si los esfuerzos para obtener mejoras han sido eficaces, el orden de las categorías o defectos, en el eje horizontal, cambiará. Si la altura de todas las barras disminuye, esto significa que se ha reducido el nivel general de defectos por alguna acción común, por ejemplo, capacitación del personal, mantenimiento del equipo, etc.

**DIAGRAMA DE PARETO DE COSTOS DE LOS DEFECTOS ENCONTRADOS EN EL CUMPLIMIENTO DE GARANTIA DE REFRIGERADORES**

Período de observación: 1997  
Número de piezas vendidas: 4,752





### Ejercicio 1.

En el departamento de compras de una compañía se analizaron 150 órdenes de compras, encontrándose 52 de ellas con los siguientes errores:

ERROR	FRECUENCIA
Entrega a destiempo	3
O. C. sin fundamento	1
Material no adecuado	1
Datos incompletos	33
Entrega de material en exceso	1
Condiciones de pago equivocadas	5
O C. Repetida	2
No existe O. C.	6

Elabore el Diagrama de Pareto para estos datos.

### Ejercicio 2.

La siguiente tabla muestra los registros de defectos y los costos de reparación de cada uno de ellos observados en una cierta línea de ensamble, en un periodo de un mes, en el cual se produjeron 14,711 unidades.

TIPO DE DEFECTO	FRECUENCIA	COSTO DE REPARACION
Eje central caído	29	100
Mala abertura	83	250
Roturas en la base del panel	314	175
Mal aspecto	11	25
Rotación inadecuada	378	125
Torsión inadecuada	20	50
Mal acabado	105	80
Otros	3	35

- Elabore el Diagrama de Pareto para el número de defectos.
- Elabore el Diagrama de Pareto de costos.

## DIAGRAMA CAUSA EFECTO

### ¿Qué es el diagrama causa - efecto?

Diagrama que muestra la relación sistemática entre un resultado fijo y sus causas. El Diagrama Causa - Efecto es una técnica de análisis en la resolución de problemas, desarrollada formalmente por el Profesor Kaoru Ishikawa, de la Universidad de Tokio, en 1943, quien la utilizó con un grupo de ingenieros en una planta de la Kawasaki Steel Works, para explicar cómo diversos factores que afectan un proceso pueden ser clasificados y relacionados de cierta manera.

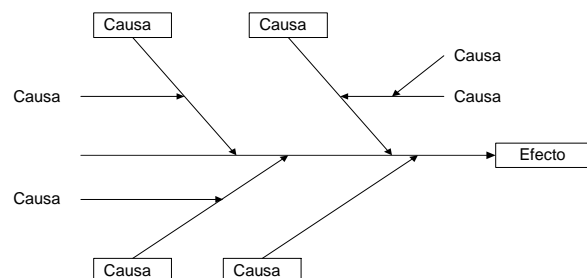
El "resultado fijo" de la definición es comúnmente denominado el "efecto", el cual representa un área de mejora: un problema a resolver, un proceso o una característica de calidad. Una vez que el problema/efecto es definido, se identifican los factores que contribuyen a él (causas).

**CAUSA(S) =====> EFECTO**

### Ejemplo 1:

- Un llenado incorrecto de formas de un pedido de mercancía (CAUSA) puede provocar que no llegue la mercancía al cliente (EFECTO).
- Las diferencias en el tiempo que tarda el procesar una solicitud de crédito (EFECTO) se pueden deber a diferencias en el procedimiento seguido para ello (CAUSAS).
- La falta de entrenamiento de los empleados (CAUSA) puede propiciar el aumento en el número de quejas recibidas (EFECTO).

Mientras que puede haber solamente una o varias causas del problema, existen probablemente muchas causas potenciales (subcausas) que podrían aparecer en el Diagrama Causa - Efecto. En general, la presentación que el Diagrama de Causa - Efecto da a la relación existente entre las causas/subcausas y el efecto, asume la forma de un esqueleto de pescado, razón por la cual el diagrama toma este otro nombre. La estructura general del diagrama se muestra en la siguiente figura:



### ¿Para qué sirve el Diagrama de Causa-Efecto?

- El elaborar un Diagrama 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 trabajo, cada uno de los cuales ganará nuevo conocimiento ya sea al realizar el diagrama o al estudiar uno terminado.
- El diagrama puede ser utilizado para el análisis de cualquier problema, ya que sirve tanto 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 a obtener con el fin de 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 Causa-Efecto muestra la habilidad profesional que posee el personal encargado del proceso; entre más alto sea el nivel, mejor será el diagrama resultante.

#### Lluvia de ideas

Es Importante que el Diagrama Causa - Efecto represente las perspectivas de varias personas diferentes Implicadas en el problema/área de oportunidad más que la visión de uno o dos individuos. Una técnica adecuada para este fin es la "Lluvia de ideas" efectuada por el grupo de trabajo.

Las siguientes son algunos de los puntos que deben cuidarse al organizar una sesión de "Lluvia de ideas":

#### Sugerencias

- \* Debe alentarse la participación de todos y cada uno de los participantes.
- \* No se hará ninguna crítica a alguna sugerencia. Abstenerse de juzgar entre lo bueno y lo malo.
- \* Las sugerencias no deben limitarse al área personal de trabajo.
- \* Puede ser útil un período de observación entre el tiempo que el diagrama es propuesto al tiempo que es terminado.
- \* Los participantes deben concentrarse en el análisis de un problema, y no en entretenerse en justificar la aparición del problema.

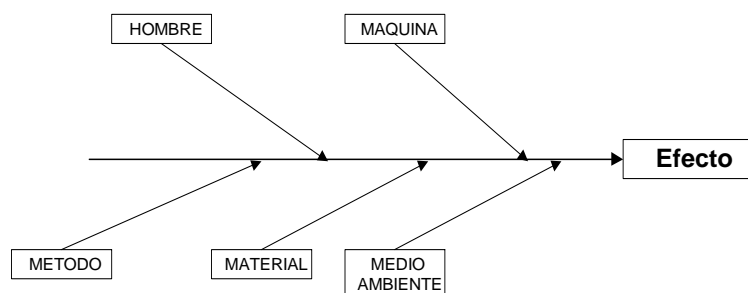
### Tipos de diagramas causa - efecto

Existen tres tipos básicos del Diagrama Causa - Efecto: análisis de variabilidad, análisis del proceso por etapas, y diagrama para el proceso.

#### 1 Análisis de variabilidad

El Diagrama Causa-Efecto básico es el utilizado para analizar la variabilidad o dispersión de una característica de calidad. Los siguientes pasos son recomendados para construir este diagrama:

1. Defina el "efecto". El efecto debe ser definido de un modo claro. Escriba el enunciado del efecto en una hoja grande de papel (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 y subcausas. El equipo de trabajo sesionará, mediante una "Lluvia de ideas", para reconocer las causas principales y subcausas que contribuyen al efecto, y éstas deben registrarse en el diagrama (las causas y subcausas constituyen sus ramas o espinas): las ramas principales corresponden al concepto 4M1 / 1H (Material, Método, Máquina, Medio Ambiente y Hombre).



3. Verifique las causas probables. Las causas más probables deben ser analizadas, recolectando datos para ver si el Impacto sobre el problema es significativo.
  4. Dejar pasar un tiempo para ponderar las causas antes de evaluarlas. Algunas de las cuestiones a considerar en este momento son las siguientes:
    - ¿Es esta causa una variable o un atributo?
    - ¿Ha sido la causa definida operacionalmente?
    - ¿Existe una gráfica de control o un registro para esta causa?
    - ¿Interactúa esta causa con las otras?
  5. Remarque las causas más probables. De la lista de causas probables que afectan al proceso remarque aquellas que se considere tienen más impacto sobre el problema (por ejemplo, enciérrelas en un círculo).
  6. Verifique las causas probables. La causa más probable debe ser analizada, recolectando datos para ver si el impacto sobre el problema es significativo. En caso negativo, se hace lo mismo con las otras.
- Es importante señalar que en el Diagrama 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 pueden ser potencialmente examinadas de un modo más detallado preguntando para cada una de ellas lo siguiente:

**quién   qué   dónde   cuándo   por qué**

La meta que se persigue es llegar al corazón mismo del problema.

- Pondere las causas. Algunas de las cuestiones a considerar son las siguientes: ¿Es esta causa una variable o un atributo? ¿Existe una gráfica de control o un registro para esta causa? ¿interactúa esta causa con las otras?
- En ocasiones, se sugiere el uso de tarjetas de cartón que se reparten entre los participantes. en las cuales anotan las causas (o comentarios interesantes) que ellos consideren importantes: al terminar las colocaran en un pizarrón para armar el diagrama final.

### Ejemplo 2:

En el reparto de muebles de una compañía comercializadora se ha generado cierta inconformidad en los clientes.

Para estudiar esta situación, se elaborará el Diagrama de Causa-Efecto, el "efecto" corresponde a

#### inconformidad del cliente

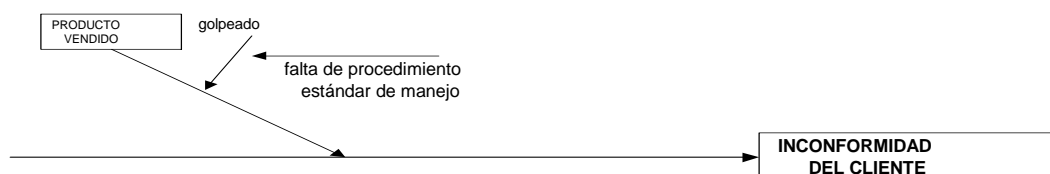
Se traza una flecha gruesa de izquierda a derecha, y se escribe a la derecha de la punta de la flecha el efecto a analizar:



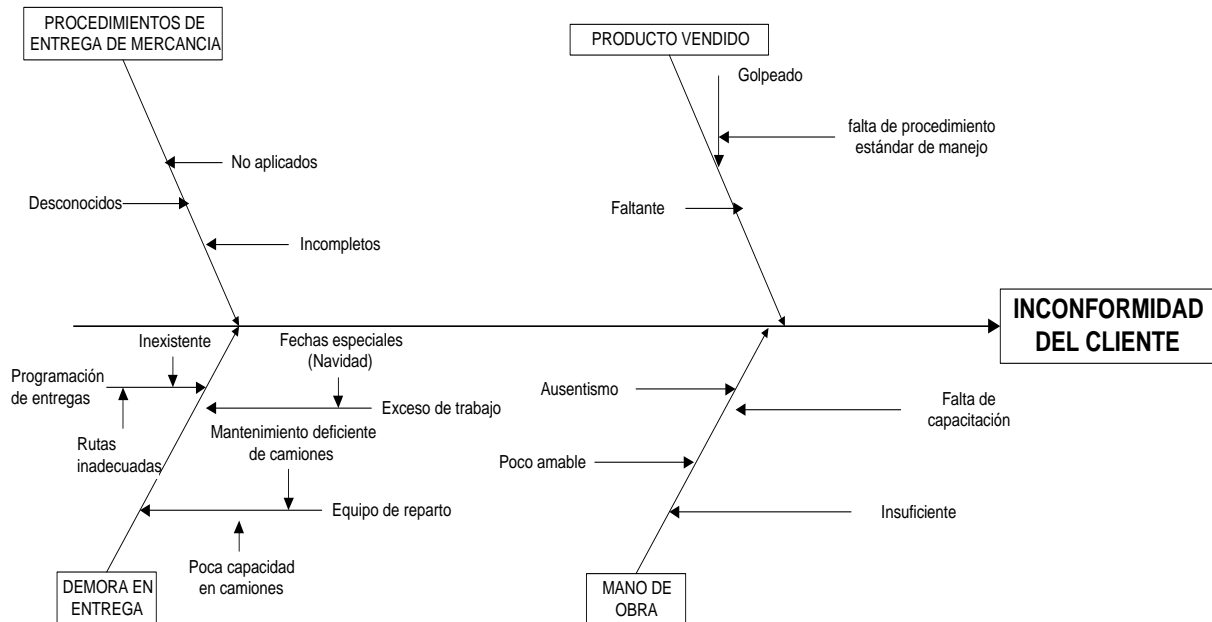
Se anotan los principales factores causales del problema y se relacionan con -el efecto mediante flechas que caen sobre la flecha principal. Cada una de estas causas se subdividen en subcausas, que se agrupan como pequeñas ramas o espinas en torno a las ramas principales:



El análisis de las subcausas permite identificar mejor qué factor en concreto de la causa puede ser responsable de la característica de calidad que se analiza:

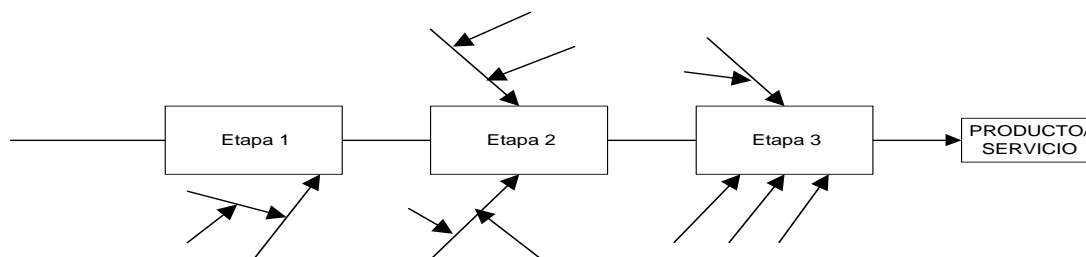


Así se prosigue, hasta que el diagrama muestre plenamente las causas y subcausas posibles de "inconformidad del cliente". El esquema completo para el caso presente se muestra en la siguiente página.



## 2 Análisis del proceso por etapas

Esta forma del Diagrama Causa - Efecto se usa cuando una serie de eventos (pasos en un proceso) crea un problema en un producto/servicio y no está claro cuál evento o paso es la causa mayor del problema. Cada categoría o sub-proceso es examinada para ver si hay causas posibles; después de que las causas de cada etapa son descubiertas, se seleccionan y verifican las causas significativas del problema.

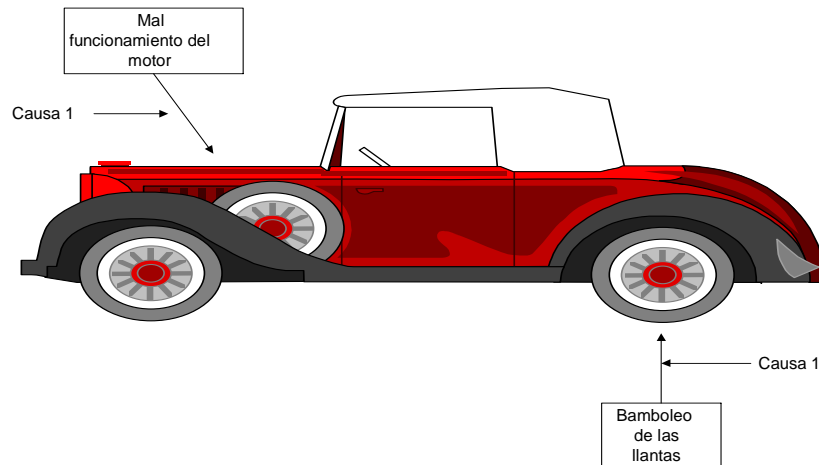


En cada etapa del proceso la pregunta a efectuar sería: **¿qué problemas de calidad podrían ocurrir en esta fase del proceso?**

El Diagrama de Causa - Efecto elaborado por fases del proceso facilita la comunicación entre las operaciones y puede ser usado para prevenir problemas en el proceso.

## 3 Diagrama para el proceso

Esto resulta de la combinación del Diagrama Causa - Efecto con un modelo (a escala o un dibujo o fotografía) del proceso (o máquina. pieza. etc.). señalando las diversas causas que impacten en cada parte del mismo.



### Ejercicios

1. ¿Cómo es el grado de comunicación en su empresa? Elabore un Diagrama Causa - Efecto para el mejoramiento de la comunicación en su área de trabajo.
2. Construya un Diagrama Causa-Efecto para examinar la situación "el cliente se queja de la tardanza en el servicio" (Las 4M/1H)
3. Elabore un Diagrama Causa-Efecto para determinar las causas que inciden en el proceso enseñanza/aprendizaje (por ejemplo: muchos aplazados en Calidad Total I)
4. Haga un diagrama de causa-efecto para "errores de mecanografía".
5. Haga un diagrama de causa-efecto para "marcaciones equivocadas de un número telefónico".
6. Haga un diagrama de causa-efecto para "retraso para una cita".



## LAS HERRAMIENTAS ADMINISTRATIVAS BÁSICAS PARA LA GESTIÓN DE PROCESOS

Las herramientas administrativas (HA) fueron desarrolladas principalmente para utilizar datos verbales y provienen de métodos convencionales utilizados en otros campos. Las Herramientas Administrativas (HA) fueron introducidas en Japón en 1977 por el Comité para el Desarrollo de Herramientas de TQC, bajo la dirección del Profesor Yoshinobu Nayatani, de JUSE. Este comité estudió más de 30 herramientas seleccionadas de diferentes técnicas de creatividad y administración; como, la investigación de operaciones, ingeniería de valor, etc. Todas fueron utilizadas y examinadas en actividades de control y mejora de la calidad en diferentes empresas, generándose muchos y variados ejemplos. Después de este proceso de prueba y error y en base a la experiencia ganada, se establecieron las siete herramientas administrativas, todas mejoradas y acorde a un objetivo.

Las HA sirven de apoyo a la fase de Planeación del Ciclo PDCA, para clarificar y organizar datos de lenguaje, para traducir los requerimientos del cliente y para comunicar entre disciplinas y funciones. Las HA tienen como propósitos los siguientes:

- Organizar datos no-numéricos.
- Facilitar la planeación a través de herramientas efectivas.
- Mejorar el proceso de toma de decisiones.

Muchas son las herramientas administrativas, pero las que estudiaremos en este material son las siguientes:

1. Diagrama de afinidad
2. Diagrama de relaciones
3. Diagrama de árbol
4. Diagrama matricial
5. Análisis de Campos de Fuerza (ACF)
6. Diagrama de flujo de procesos

Estas seis herramientas administrativas para control y mejora de la calidad fueron inicialmente seleccionadas y desarrolladas solo para gerentes y empleados de áreas administrativas. Posteriormente, dado su importancia y resultados, su utilización se ha extendido ampliamente a la alta dirección para planeación y administración estratégica y políticas de la empresa; su uso se ha extendido también a departamentos de asuntos generales, ventas, contabilidad, y otros, incluyendo las actividades de equipos de mejoramiento y círculos de calidad. La característica de estas herramientas es que representan datos verbales descriptivos en forma de diagrama.

Las herramientas administrativas deben usarse en combinación con las herramientas estadísticas para hacerlas más efectivas. Estas herramientas fueron desarrolladas para asistir a los niveles gerenciales y directivos de una empresa, en los procesos de gestión y planificación en GCT.

## DIAGRAMA DE AFINIDAD

El Método de Diagrama de afinidad es esencialmente un método de intuición, implica generar ideas por inspiración súbita y luego agruparlas por temas afines (semejantes o análogos).

El diagrama de afinidad puede utilizarse por un equipo para generar, organizar y consolidar una extensa y desorganizada cantidad de información verbal referente a un problema del producto o proceso. Por lo general, la información verbal consiste en hechos, opiniones, intuición y experiencia. El diagrama de afinidad ayuda a organizar esta información en equipos naturales que destacan la estructura latente del problema que se estudia. Es un proceso mas creativo que lógico.

Los diagramas de afinidad no son útiles si el problema es muy sencillo o necesita de una solución inmediata.

El diagrama de afinidad se utiliza en los siguientes casos.

1. Aclarar el estado o situación que debe ser (el deber ser).
2. Identificar y definir el problema básico.
3. Organizar el pensamiento de un grupo y aclarar su tendencia.
4. "Alumbrar" el futuro.
5. Organizar y dirigir la experiencia de un grupo hacia la solución de un problema específico.

Los diagramas de afinidad son particularmente útiles si el problema en estudio.



1. Es complejo y difícil de entender.
2. Necesita mucho tiempo para resolverse
3. No ha respondido a soluciones tradicionales (bien establecidas)
4. Requiera la dedicación del equipo para que pueda ser resuelto.

Concretamente, el diagrama nos permite:

1. Seleccionar un problema como proyecto de mejora.
2. Desarrollar un mercado nuevo (o ampliar la participación).
3. "Romper" una situación presente (actual de resultados).
4. Establecer y consolidar el trabajo de equipo.
5. etc.

## PROCEDIMIENTO

El procedimiento para utilizar esta herramienta es el siguiente:

1. Establecer un tema; entre más específico mejor.
2. Obtener datos verbales (ideas)
  - a) Entregar tarjetas (Notas Post-It) a los participantes para que cada quien anote (en secreto) sus ideas.
  - b) Recabar (el conductor de la sesión) las ideas y leerlas al grupo, se pueden obtener más ideas.
  - c) Cuando se obtengan pocas tarjetas (o poca información) se deberá preguntar ¿Qué quiere decir? (lo hace el conductor de la sesión). El "qué quiere decir" no debe ser un resumen, sino una ampliación de los datos verbales, respetándose la idea original.
3. Lea las cartas y ordene aquellas opiniones que sean afines.  
La clasificación no deberá ser de acuerdo a términos clave o importantes, sino a temas afines (semejantes o análogos).
  - a) Pegue en un tablero (o pizarrón) la primer idea (a). Lea la segunda (b), si esta idea es afín a la anterior péguela debajo de esta, (caso 1), si no es afín, péguela enseguida (caso 2) y así sucesivamente.

CASO 1

(a)  
(b)

CASO 2

(a) (b)

Si hubiese alguna duda sobre la afinidad entre una idea y otra(s), péguelas separadamente.

- b) Revise la primera agrupación hecha (paso anterior), específicamente las ideas que no tienen afinidad y busque nuevamente, si estas son afines a los grupos de ideas afines ya establecidos.
- c) Ordene los grupos de ideas afines, poniendo en primer término la idea más general (amplia) y hacia abajo las menos generales o específicas. Esto quiere decir que la idea general permite cubrir o incluir las demás; por ejemplo: consideremos el siguiente grupo de ideas afines.

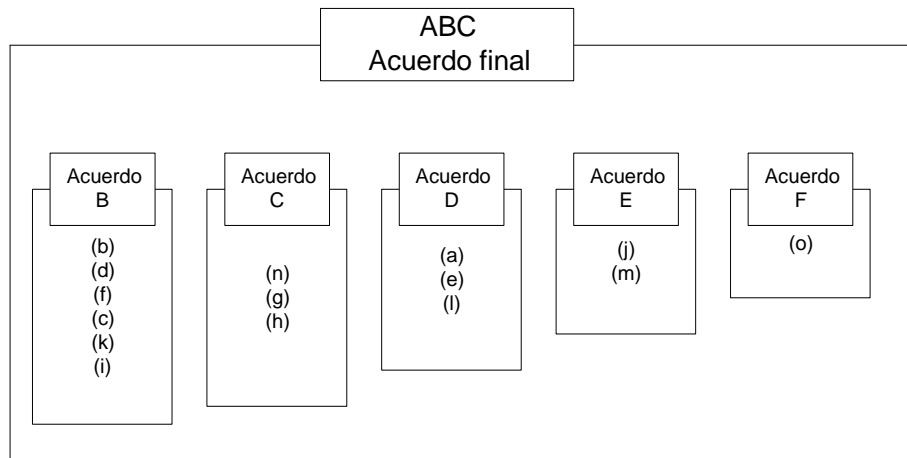
Idea general: (q) Buen sistema de aseguramiento de calidad  
(o) Mejor reputación por calidad que la competencia  
(h) No quejas de los consumidores

Las quejas se evitarán y la reputación se mejorará si el sistema de aseguramiento de calidad es bueno. Esta idea (q) sería el primer acuerdo en este grupo de ideas.

Si no es posible ordenar el grupo de ideas partiendo de una idea general, simplemente mantenga el grupo de ideas y establezca el acuerdo resumido.

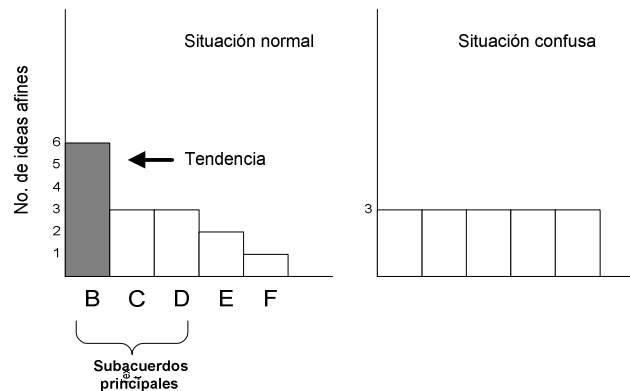
4. Elabore el diagrama de afinidad.
  - a) Establezca y resuma el acuerdo final considerando todos los grupos de ideas afines y sus acuerdos respectivos. esto puede hacerse relacionando todos los grupos de ideas afines a la vez o separándolos previamente, para posteriormente establecer el acuerdo final.

Por ejemplo:



5. Elabore el diagrama de frecuencias de ideas afines.

- a) Construya una gráfica de barras, ordenando de mayor a menor los grupos de ideas afines en función de la cantidad de ideas que constituyen cada grupo



- b) Seleccione el problema principal o tendencia del grupo. Una situación ideal sería en una sola barra; en una situación confusa regresar al inciso 2.c) de este procedimiento.

### Ejemplo

Un equipo de empleados en una compañía se enfrentó con la siguiente pregunta: **¿Cuáles son los problemas para lograr una transformación total de la calidad?** Los miembros escribieron sus ideas en tarjetas y las pusieron sobre la mesa, después todos por turnos movieron las tarjetas de una a otra pila. Cuando estuvieron de acuerdo sobre las pilas, encontraron que habían resultado siete pilas; una de ellas teniendo una sola tarjeta. La figura (página completa, más adelante) muestra los resultados del diagrama de afinidad.

Los puntos de vista del equipo sobre los problemas para lograr una transformación total de la calidad fueron dados por las tarjetas encabezadoras:

1. Barreras departamentales

2. Temor
3. Prácticas organizacionales
4. Trabajar con los proveedores
5. Entrenamiento
6. Autorización
7. Participación individual

El estudio detallado de las siete categorías anteriores ayudará al equipo a comprender "**¿Cuáles son los problemas para lograr una transformación total de la calidad?**".

---

### Ejercicio.

¿Cómo lograr hacer la Compañía rentable, confiable y atractiva para trabajar?

- Consideremos la siguiente lista de ideas:

a) Mejor uso del capital	h) No quejas o reclamaciones de los consumidores	n) Actitud progresiva para mejorar la administración de los departamentos
b) Alta habilidad tecnológica	i) Número efectivo de patentes	o) Mejor reputación por la calidad que la competencia
c) Alta motivación en el personal de ventas	j) Buen manejo del mercado local	p) Buenas ventas de productos de más rentabilidad
d) Lograr los objetivos de utilidades	k) Excelente administración de las utilidades	q) Buen sistema de aseguramiento de calidad
e) Excelente administración en general	l) Liderazgo tecnológico industrial	r) Personal con entusiasmo
f) Capital suficiente	m) Alto espíritu de cambio en el personal	s) Inversiones progresivas en investigación y desarrollo
g) Gran participación de mercado con utilidades estables		

Barreras Departamentales	Temor	Prácticas organizaciones	Trabajar con los proveedores	Entrenamiento	Autorización	Participación individual
-----------------------------	-------	-----------------------------	---------------------------------	---------------	--------------	-----------------------------

Las personas en el piso no pueden hacer sugerencias	Miedo a ser despedidos si no se cambia	¿Tienen los gerentes la competencia para cambiar?	Dificultad en subie de posición cuando no se sigue la filosofía dentro del plantel	Entrenamiento para cumplir metas arbitrarias contra el entrenamiento para cambiar la ejecución	Las personas no creen que tengan la autorización para cambiar	Las personas no ven la razón para los catorce puntos
El encasillamiento organizacional de las personas limita la aceptación de sus puntos de vista por los demás	La gerencia intermedia teme los cambios	Necesidad de desarrollar líderes y ayudarlos a aprender	Donde poner el énfasis con los proveedores de Deming	No establecer una estructura que facilite la transformación en conjunción con el entrenamiento	Necesidad de la definición operativa de la autorización	No tienen la suficiente comprensión o creencia para crear un nuevo punto de vista de la organización
Al fomentar la independencia se aleja a las personas de colaborar	Temor entre la gerencia intermedia y la superior	Sistemas de recompensas: bonos, participación en las ganancias, etc.	Percepción por parte de los empleados de que los clientes obtienen todo lo que desean	El proceso de entrenamiento dura mucho tiempo	Ver la toma de riesgos como "la reducción al mínimo de las pérdidas" como lo contrario de "aumentar al máximo las ganancias"	Uso de las herramientas para comprender la variación y la filosofía de Deming
Suboptimización de los departamentos. No hay un plan global	Existen barreras a la aplicación de ideas	Dificultar en cambiar de la modalidad de hacer frente al fuego a una modalidad de prevención			No hay cambio en las definiciones de los papeles que corresponden al cambio en las esperanzas	No hay tiempo de cambiar el punto de vista de la gerencia sobre Deming
Opinión negativa sobre la habilidad de los grupos para tomar decisiones	¿Tenemos un compromiso por parte de la gerencia o solamente un mero cumplimiento?	Recompensas a quienes saben hacer frente al fuego				Falta la visualización de la organización como un "sistema de causas"
El medio ambiente establecido se concentra en los resultados, distorsionando las relaciones internas con clientes y proveedores	Temor a salirse de la "zona cómoda" y trabajar en un nuevo mundo					

## DIAGRAMA DE RELACIONES

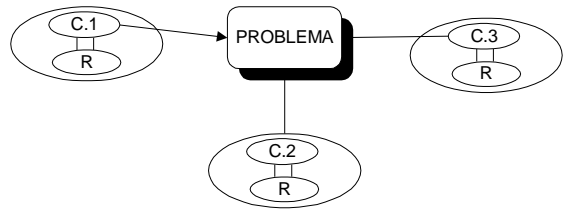
El diagrama de relaciones (DR) es básicamente un método de inducción lógica que permite aclarar las causas y sus relaciones para identificar, confirmar y seleccionar las causas originales más importantes que afectan a un problema en análisis.

Se utiliza principalmente para resolver problemas complicados, estableciendo y aclarando las interrelaciones entre diferentes causas (factores) que afectan a un mismo resultado.

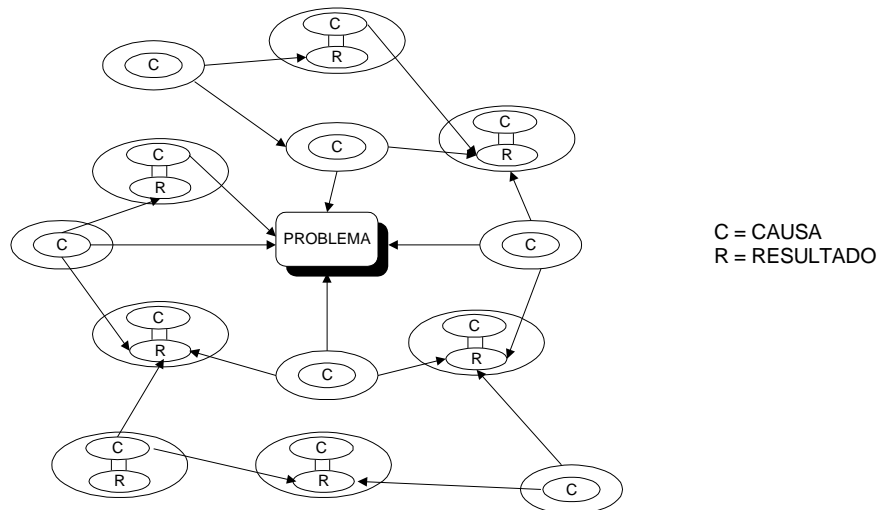
### PROCEDIMIENTO

El diagrama de relaciones debe ser probado por personas relacionadas con el problema y posterior a la elaboración del diagrama de causa y efecto.

1. Escriba el enunciado del problema en el centro de una pizarra o rotafolio y enmárquelo.
2. Anote alrededor del problema las causas principales (3 a 5) seleccionadas en el diagrama de causa y efecto y defina el resultado que corresponde a cada causa. Relacione las causas mediante flechas.



3. Identifique las causas que originan los resultados definidos en el paso anterior. Vuelva a definir los resultados de estas nuevas causas (enciérrelas en un círculo) y así sucesivamente, hasta llegar a identificar las “causas origen” del problema, o sea el fenómeno fuente que origina el problema. Relacione los resultados y sus causas mediante flechas.



La relación mediante flechas es muy importante porque en base a ello se podrá efectuar el análisis y seleccionar posteriormente las causas más importantes.

1. Verifique el diagrama y corrija (generalmente es necesario corregirlo 2 o 3 veces).
2. Seleccione las causas a eliminar para resolver el problema, considerando los resultados que más causas les afectan y las “causas origen”.



## IMPORTANTE

Frecuentemente las tarjetas creadas mediante un diagrama de afinidad constituyen el punto de partida para un DR. Tres métodos comunes para usar las tarjetas del diagrama de afinidad como entrada a un diagrama de interrelaciones, son:

1. Usar solamente las tarjetas encabezadoras del diagrama de afinidad. Este método concentra el diagrama sobre las relaciones secuenciales y lógicas entre las ideas que forman la estructura latente del problema.
2. Usar las tarjetas que están debajo de una encabezadora. Este método concentra el diagrama sobre las relaciones secuenciales y lógicas entre las ideas que comprenden uno de los bloques de construcción básicos (estructura latente) del problema.
3. Usar todas las tarjetas del diagrama de afinidad. Este método concentra el diagrama en todos los aspectos del problema pero puede resultar un procedimiento difícil de manejar.

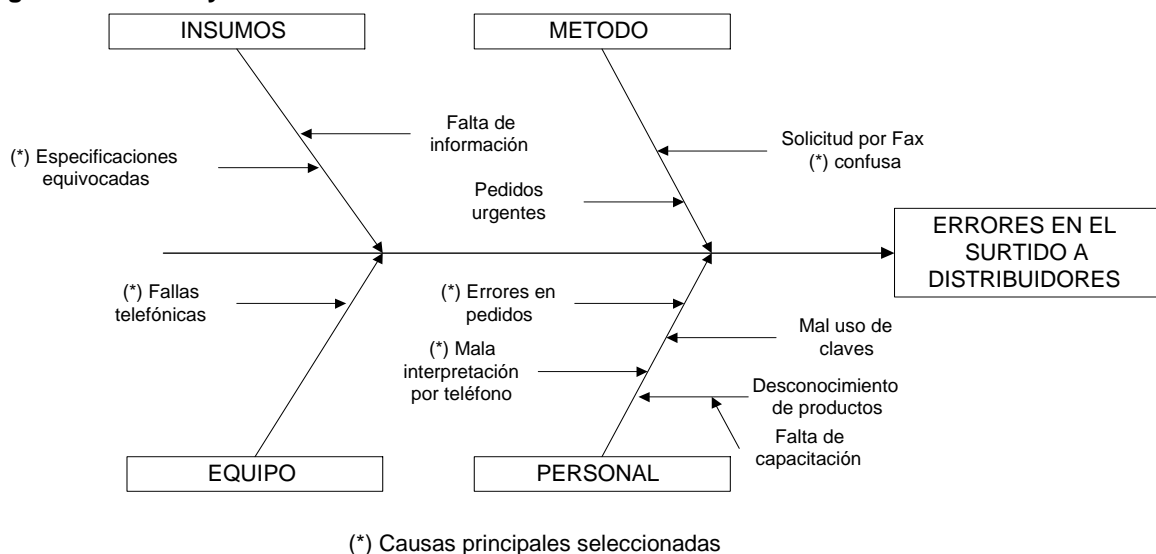
## USO DEL DIAGRAMA DE RELACIONES

### Ejemplo

Situación problemática:

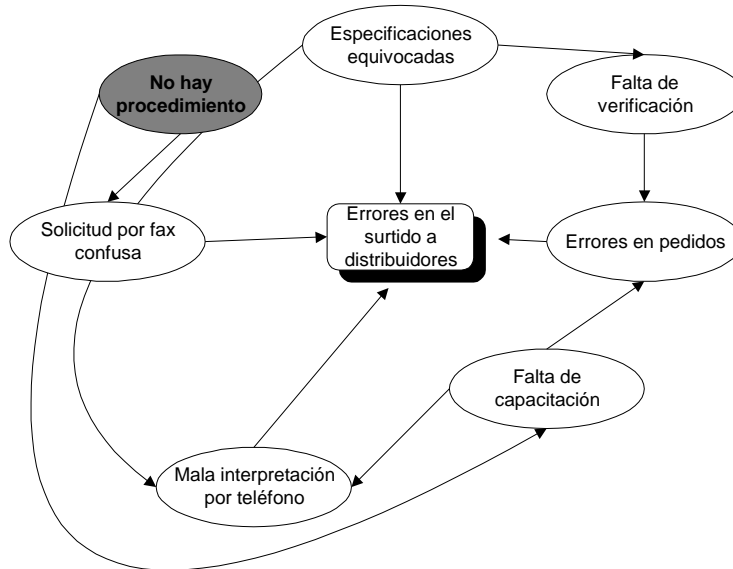
“Los errores en el surtido de pedidos a distribuidores no se eliminan”

### Diagrama de causa y efecto



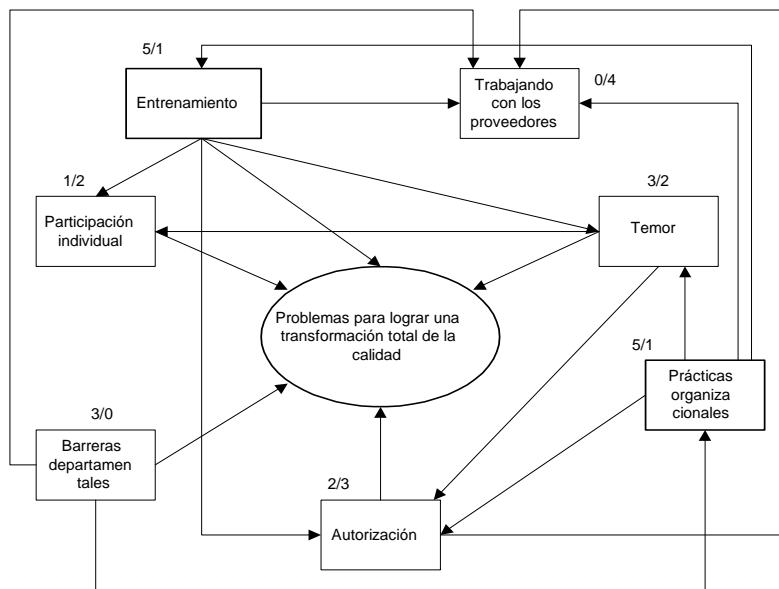


### Diagrama de relaciones



### Ejemplo

El equipo que investiga los problemas para lograr una transformación total de la calidad deseaba una mejor comprensión de las interrelaciones en la estructura, determinadas en el diagrama de afinidad en la figura anterior. Con este fin, se construyó un diagráfico de interrelaciones utilizando las tarjetas encabezadoras del diagrama de afinidad. El DR resultante aparece en la siguiente figura. Esta muestra que el "entrenamiento" y las "prácticas organizacionales" son dos causas básicas que deben reformarse para lograr una transformación total de la calidad.

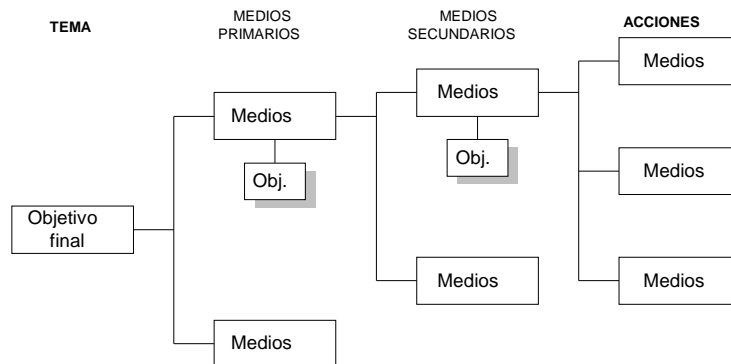


### Ejercicio.

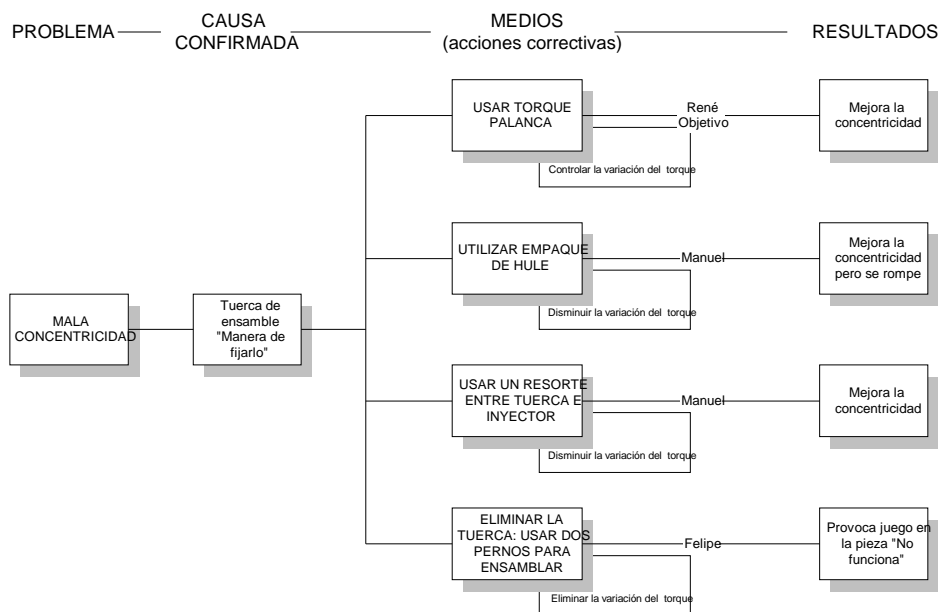
Arme un diagrama de relaciones, en base a los datos de ¿Cómo lograr hacer la Compañía rentable, confiable y atractiva para trabajar?

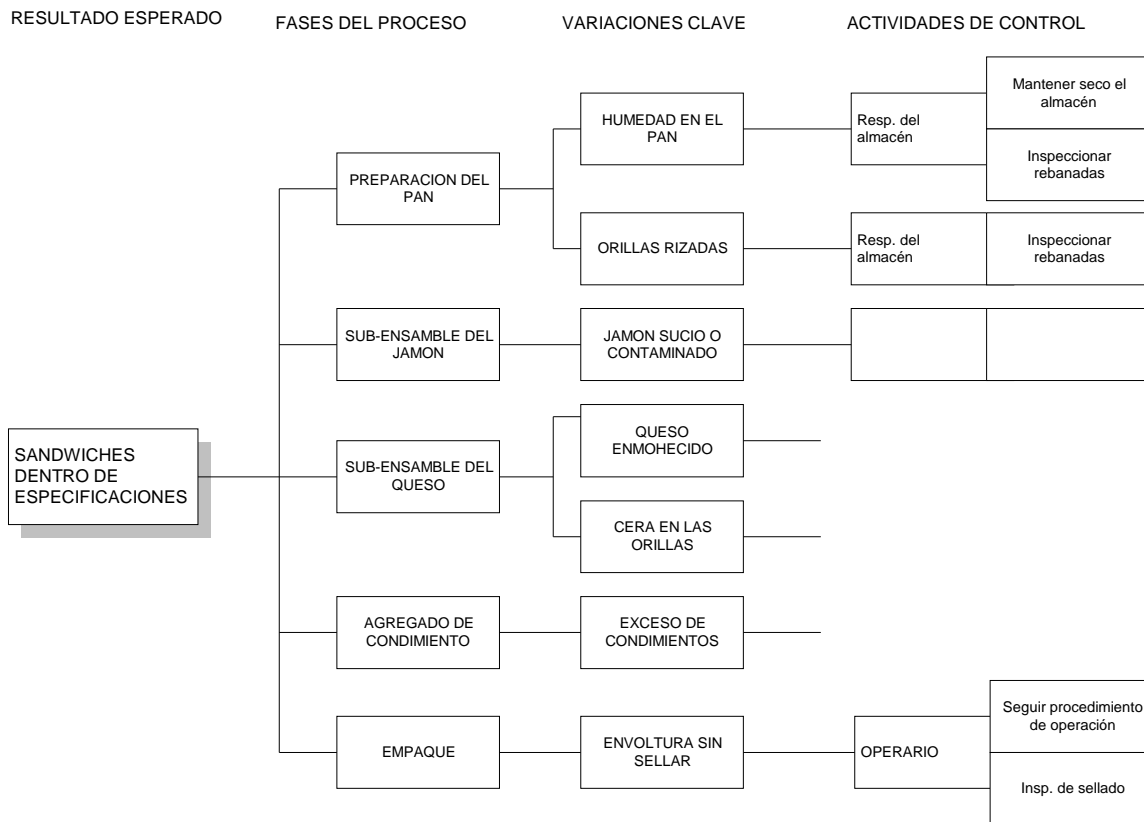
### DIAGRAMA DE ÁRBOL (SISTEMÁTICO)

En términos generales, el Diagrama de Árbol es un método para definir los medios para lograr una meta u objetivo final (tema). Implica desarrollar un objetivo en una serie de medios en multietapas: Medios primarios, secundarios, etc. y acciones específicas.



### Ejemplo





En el proceso de análisis y solución de problemas se utiliza básicamente para definir u organizar las acciones correctivas (contramedidas) para eliminar las causas de cierto problema con el fin de prevenir su recurrencia. Esta herramienta es una extensión del concepto de análisis de valor (análisis funcional del valor técnico), que muestra las interrelaciones entre las metas y los medios (medidas) para lograrlas.

## PROCEDIMIENTO

El procedimiento para elaborar un diagrama de árbol es el siguiente:

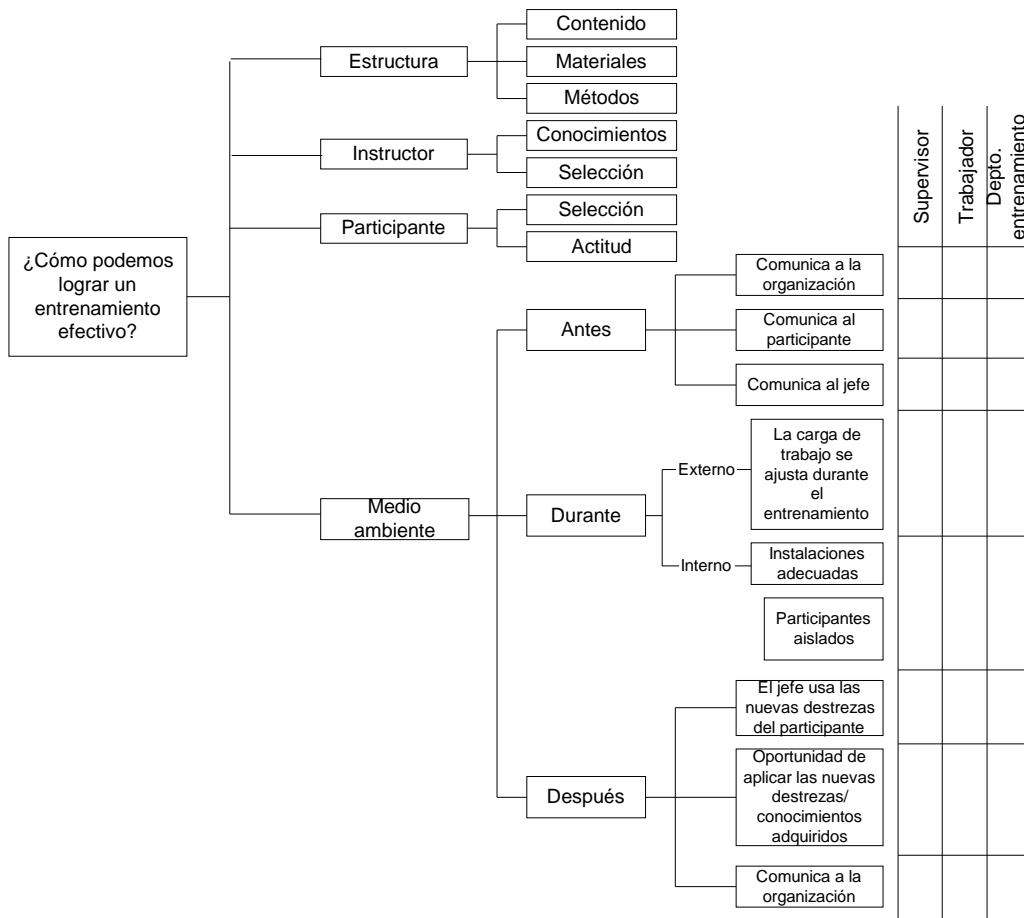
- A) Establezca el objetivo final a lograr.** Por ejemplo, puede ser solucionar un problema (resultado no deseable) o lograr cierto resultado.
- B) Defina los medios.**
  1. Obtenga lo más posible de información (datos verbales) sobre los medios necesarios para lograr el objetivo final. Realice una tormenta de ideas, anote las opiniones en un rotafolio.
  2. Clasifique los medios en primarios, secundarios, etc. y acciones específicas. La definición de los medios puede partir de medios ya establecidos. Por ejemplo para el caso de solución de un problema, los medios primarios serían las 4 eses (factores principales) del diagrama de causa y efecto.
- C) Evaluación.** Los medios (medidas) deben separarse en los que sí pueden ser implementados actualmente y los que no; por tanto es necesario evaluarlos.
- D) Elabore el diagrama de árbol.** Escriba el objetivo final en el lado izquierdo del rotafolio y ordene los medios que son requeridos para lograr dicho objetivo. Arregle la información sistemáticamente en el lugar correspondiente.

Para elaborar el diagrama es opcional el utilizar cartas, las cuales son necesarias de elaborar previamente.

- E) **Analice el diagrama.** Verifique si el diagrama es apropiado o no; si es necesario definir otros medios o acciones que no fueron establecidos en paso B).

### Ejemplo

Recuerde el diagrama de afinidad con relación a: "**¿Cuáles son los problemas para lograr una transformación total de la calidad?**" Supongamos que el equipo que estudia esta cuestión decide concentrarse en el entrenamiento. El equipo identifica cuatro sub ideas principales en relación con el entrenamiento: a) su estructura; b) el instructor; c) los participantes; d) el medio ambiente.



La figura anterior muestra los resultados del equipo tratando de ampliar el subtema del medio ambiente. Los subtemas son:

**Antes**  
**Durante**  
**Después**

Después, el equipo amplía "durante," lo cual lleva a "externo" e "interno. Finalmente, el equipo amplía "externo" a "carga de trabajo adaptada mientras dura el entrenamiento"; es decir, esta es una cuestión sobre la cual se puede actuar. El nivel de detalles en la figura siguiente se amplía hasta determinarse las

cuestiones sobre las cuales se puede actuar, lo cual, si se logra, resultará en una transformación total de la calidad.

## DIAGRAMA MATRICIAL

El diagrama matricial es un método para organizar datos verbales con la finalidad de establecer conclusiones para resolver o prevenir problemas, a través de relacionar varios factores o elementos de ciertos eventos.

Específicamente, este diagrama es una tabla de datos que muestra la relación entre los diferentes elementos de dos eventos o aspectos, arreglándolos en renglones y columnas en forma de matriz. esto permite analizar la relación y tipo que existe entre dichos elementos con el fin de establecer conclusiones en función de sus intersecciones.

En la siguiente figura, A y B son los eventos relacionados con el problema (a1, a2, ..., an) son los elementos de A; (b1, b2, ..., bn) son los elementos de B. Todas las relaciones entre los elementos de A y los elementos de B son obtenidos en las intersecciones entre renglones y columnas.

En las intersecciones se analiza la relación, dependencia o grado de ésta. es claro que las ideas o “pistas” para resolver el problema pueden ser fácilmente establecidas en función de las conclusiones.

Otra forma de obtener las “pistas” para resolver o prevenir el problema es identificando las columnas o renglones que tengan más intersecciones.

A \ B	B			
	b1	b2	.....	b3
a1				
b1		▪		
:				
:				
:				
c1				

En la intersección se analiza la relación

### Procedimiento:

Los pasos recomendados para construir un diagrama matricial son los siguientes:

- A. Defina el propósito general para construir la matriz. Este puede ser el problema a analizar, o el tema de estudio, por ejemplo:

Demasiada demora en el número de llamadas

- B. Identifique los dos eventos o aspectos a relacionar y desglóselos en sus elementos o partes, por ejemplo:

- | Aspectos a relacionar y sus elementos   |   |
|---|---|
| 1. Recursos <ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilidades</li> <li>• Personal</li> <li>• Material</li> </ul> | 2. Trabajo <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recibo</li> <li>• Descarga</li> <li>• Registro</li> <li>• Inspección</li> </ul> |

- Almacén

- C. Dibuje el formato para la matriz correspondiente, anotando los eventos o aspectos y sus elementos identificados.

<b>RECURSOS</b> <b>TRABAJO</b>	Facilidades	Personal	Material
Recibo			
Descarga			
Registro			
Inspección			
Almacén			

- D. Llene cada intersección con la información correspondiente a la relación entre los elementos. Por ejemplo:

**Análisis matricial para mejorar el recibo de materiales**

<b>RECURSOS</b> <b>TRABAJO</b>	Facilidades	Personal	Material
Recibo	Demora en la Autorización		
Descarga	Dificultad de maniobra	Demasiado esfuerzo físico	Dificultad de maniobra
Registro		Demasiados Requisitos	
Inspección			Dificultad para muestreo al azar
Almacén	Falta Espacio		

- E. Establezca conclusiones.

En las intersecciones están las “islas” para resolver el problema o aprovechar áreas de oportunidad. En este ejemplo el esfuerzo debe concentrarse en la descarga.

**DIAGRAMA MATRICIAL**

**EJEMPLO**

Relación entre características de calidad funcionales y no funcionales

Producto: Rollo de papel para periódico




<b>Funcionales</b> <b>No funcionales</b>	CV (1)	No rompimiento	CV (2)	CV (3)	CV (4)
CS (1)					
Ancho		<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
Espesor		<b>X</b>			
CS (3)					
Resistencia a la tensión		<b>X</b>			<b>X</b>
CS (5)					

Nota: Las características de calidad funcionales o verdaderas (CV) son las cualidades o atributos del producto que el consumidor identifica benéficas e importantes para él y por las cuales decide su compra. Las no-funcionales o sustitutas (CS) son resultado del proceso y de las cuales dependen las funcionales.

En este ejemplo podemos establecer la relación entre ambas características de calidad y cuáles de las sustitutas son la críticas a controlar.

En el siguiente ejemplo es evidente las causas de la situación actual del medicamento “Z” en el mercado y qué es lo que se tiene que hacer.

Opiniones de consumidores:

 = Mejor  
 = Regular  
 = Mala

La siguiente tabla muestra la relación respecto a las preferencias de los consumidores.

### EJEMPLO

#### DIAGRAMA MATRICIAL

Producto: Medicamento “Z”

Compañía Características verdaderas	Competencia A	Competencia B	Competencia C	Nosotros
CV(1)	⊙	▲	▲	⊙
Dosificación	○	▲	▲	⊙
Efectos secundarios	○	⊙	○	▲
CV (4)	○	▲	⊙	▲
CV (5)	⊙	○	▲	○

CV = Características de calidad verdaderas

### ANÁLISIS DE CAMPOS DE FUERZA (ACF)

El ACF es un método para escuchar, discutir y tratar con las fuerzas que facilitan o entorpecen el cambio que se desea hacer. Es un método para identificar las razones para las que se mantiene una situación dada. Se asume que para cambiar una situación, por ejemplo para hacer el cambio en una escuela o en una empresa hacia la calidad total, hay algunas fuerzas que impulsan hacia el cambio (fuerzas conducentes) al mismo tiempo que hay otras que influyen en que dicho cambio no se dé (fuerzas de resistencia).

El ACF se utiliza normalmente con un Análisis de Causa-Efecto. Esta herramienta se utiliza para identificar cuáles son las causas que impiden el cambio de una situación y cuáles favorecen dicho cambio. Las fuerzas que impiden el cambio pasan a ser causas cuya influencia hay que reducir o eliminar: al mismo tiempo que deben fortalecerse las fuerzas a favor del cambio. El cambio se va a lograr en la medida en que se ponen acciones, en la forma más conveniente posible, en relación con los dos tipos de fuerzas.

La gráfica que ayuda a hacer el análisis de campos de fuerza toma la figura de una T.

- Arriba de esta figura se escribe la situación o problema que es objeto de análisis.
- En el espacio izquierdo de la T se transcriben las fuerzas conducentes con una flecha que apunta a la derecha,
- mientras que en el espacio derecho de la T se transcriben las fuerzas de resistencia con una flecha apuntando hacia la izquierda.

Si las fuerzas de resistencia son superiores a las fuerzas conducentes, es muy difícil hacer el cambio. Este se da, en la medida en que las fuerzas conducentes son más fuertes que las fuerzas de



resistencia. Esta técnica ayuda a diseñar la estrategia a seguir para lograr el cambio, debido a que facilita que las personas:

- Identifiquen los aspectos más importantes que están involucrados en el cambio deseado;
- y se pongan de acuerdo sobre cuáles de estos aspectos hay que atender en forma prioritaria a fin de hacer el cambio de la mejor manera posible.

Hay que tener en cuenta que el cambio se produce tanto si se refuerzan las fuerzas conducentes, como si se reduce la influencia de las fuerzas de resistencia. En muchas ocasiones, sin embargo, la estrategia de debilitar la influencia de las fuerzas de resistencia resulta ser más eficaz que la de fortalecer las fuerzas conducentes.

## Construcción

1. Plantear el problema y el nivel actual en que se encuentra (demasiado alto o demasiado bajo).
2. Hacer una Tormenta de Ideas sobre las fuerzas restrictivas y dibujarlas apuntando en la dirección que hace que estemos en el nivel actual.
3. Hacer una Tormenta de Ideas sobre las fuerzas motrices y dibujarlas en el sentido que apunta hacia una mejora.
4. Discutir el diagrama y determinar aquellos factores que pueden ser modificados para aumentar las posibilidades de éxito.
5. Desarrollar una Matriz de Decisiones para seleccionar la solución más efectiva. Hacer una lista de acciones para modificar las fuerzas restrictivas e incluir estas acciones en el posible Plan de Acción.

### Ejemplo:

Análisis de campo de fuerza para operar el cambio de una empresa hacia la calidad total.

(Fuerzas conducentes)		(Fuerzas de resistencia)	
Hacer productos de mejor calidad que la competencia	⇒	⇐	Prácticas administrativas rutinarias
Reducir costos evitando el desperdicio	⇒	⇐	Trabajadores sin deseo de superación
Contar con trabajadores más satisfechos	⇒	⇐	Directivos y administradores que desean controlar todo
Reducir el número de quejas de los consumidores	⇒	⇐	Miedo al cambio
Subir al frente de los rápidos cambios tecnológicos	⇒	⇐	Riesgo de fracasar
	⇒	⇐	Falta de compromiso de la alta dirección con respecto a la calidad.

### Ejemplo

En el momento actual nuestros niños no nos escuchan en absoluto. Las fuerzas restrictivas que las mantienen en ese nivel de escucha tan bajo son: Mamá y papá están mucho tiempo fuera de casa, la televisión está siempre encendida, etc. Se han sugerido posibles fuerzas motrices (soluciones): (a) enviar a los niños a un internado, (b) pedir a la suegra que se vaya a su casa, (c) buscar asesoramiento familiar. Examinando cada solución frente a cada fuerza restrictiva resulta que la solución más efectiva podría ser buscar asesoramiento familiar.

(Fuerzas conducentes)		(Fuerzas de resistencia)	
Mandar a los niños a un internado	⇒	⇐	Los niños siempre están viendo la televisión
La abuela debe abandonar la casa	⇒	⇐	La abuela es muy tolerante con los niños
Asesoramiento familiar	⇒	⇐	Los niños tienen problemas de comportamiento
Presencia programada de los padres en la casa	⇒	⇐	Los padres están siempre fuera de la casa
Etc.	⇒	⇐	Etc.
Etc.	⇒	⇐	Etc.

### Ejercicios

Hacer ACF para lograr cambios para:

- Mejorar la armonía familiar
- Practicar algún deporte determinado
- Mejorar el desempeño en el trabajo
- Dejar el hábito de fumar
- Mejorar la calidad de las clases de una escuela

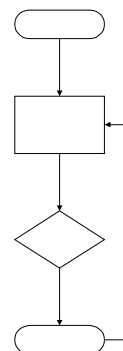
### DIAGRAMA DE FLUJO

El diagrama de flujo es una representación gráfica que muestra todos los pasos de un proceso y la forma como éstos se relacionan entre sí.

Esta representación ayuda a visualizar mejor cómo es el proceso y, por tanto, ayuda a identificar qué áreas del mismo pueden mejorarse. La exacta visualización del proceso es esencial para que la gente trabaje en la dirección correcta.

Se puede hacer un diagrama de flujo de cualquier proceso: el de la elaboración de una factura, el del flujo de materiales, los pasos necesarios para hacer una venta, el procedimiento a seguir para utilizar un producto.

Dibujar el diagrama de las actividades del propio trabajo ayuda a conocer mejor el en el que uno está involucrado.



El diagrama de flujo utiliza la simbología siguiente:

- El inicio y el final son óvalos.
- Los rectángulos se usan para pasos en el proceso.
- Los rombos indican puntos de decisión. En ellos el flujo se bifurca en dos o más direcciones.
- Los círculos se usan para conectar porciones del diagrama.

Pero lo más importante es presentar con claridad las conexiones que existen entre los diferentes pasos que integran el proceso que se grafica.

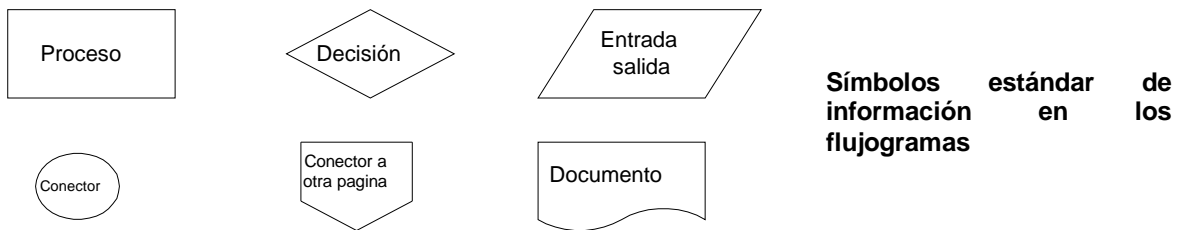
### Ejemplo: Una llamada telefónica.

El procedimiento que realizamos para hablar por teléfono es el siguiente:

1. Determinamos a quién hablar.
2. Identificamos el número telefónico de la persona a la que le queremos hablar.
3. Si conocemos el número, pasamos a marcarlo.
4. Si no lo conocemos, consultamos el directorio telefónico. En caso de que no aparezca en el directorio el nombre de la persona con quien deseamos hablar, lo solicitamos a "información", para luego pasar a marcarlo.
5. Al marcarlo puede ser que encontremos línea, o bien, que escuchemos el sonido de ocupado; en este caso esperamos un tiempo para volver a marcar.
6. Si la línea está desocupada y hay alguna persona que conteste, establecemos la comunicación.
7. Terminamos la conversación, colgamos el auricular.



Un equipo de símbolos son los que se emplean para los flujogramas de información estándar. La siguiente figura ilustra estos símbolos.



### Construcción

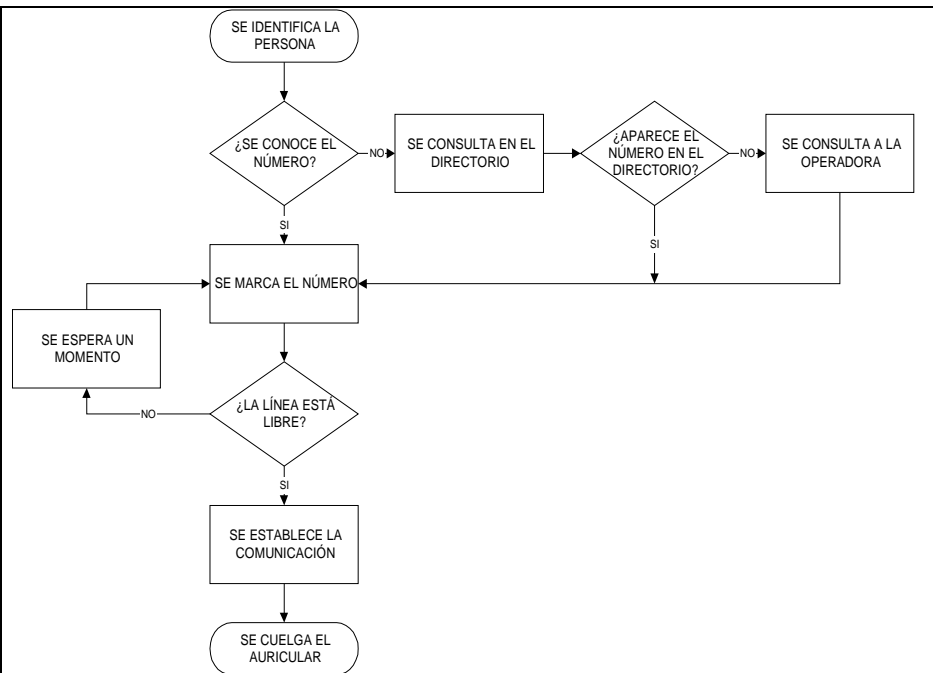
El primer paso en el desarrollo de flujogramas consiste en identificar los límites. Comenzando con el límite de entrada, el equipo identifica los resultados correspondientes y los traza en la gráfica con sus etiquetas apropiadas.

El resto de la gráfica debería describir el flujo de trabajo a través de los sucesivos pasos de transformación y control, de las entradas a los resultados. Así, el equipo sigue preguntando, "¿Cuál es la siguiente actividad que se realiza?", entonces, se agregan a la gráfica actividades específicas con sus correspondientes entradas y resultados, utilizando los símbolos y etiquetas apropiados. Estos pasos se repiten hasta que se traza y etiqueta la última actividad.

El equipo puede identificar las entradas y resultados haciendo las preguntas siguientes:

- ¿Qué productos, información o materiales de trabajo se requieren como insumos de esta actividad?
- ¿Cuáles son los requerimientos de estos insumos?
- ¿Existe una interfase entre esta actividad y la precedente?
- ¿Supone la actividad una decisión que lleva a dos estados de resultados?

**El diagrama de flujo, del procedimiento anterior, es el siguiente:**



Es posible dibujar un flujograma en forma horizontal o vertical, dependiendo de las preferencias del equipo o de la disponibilidad de la propia gráfica. Si se dibujan en forma horizontal, las líneas de límite deberán trazarse a la izquierda del primer símbolo de actividad y a la derecha del último símbolo (suponiendo un flujo de izquierda a derecha). En forma similar, si el proceso se describe de modo vertical, se deberán dibujar las líneas de límite encima del primer símbolo de actividad y por debajo del último símbolo (suponiendo un flujo de arriba hacia abajo).

Asimismo, él deberá indicar los límites de departamentos. Este sencillo paso permite al equipo del proyecto orientarse en los requerimientos de los resultados según los percibe quien recibe (el cliente) el producto del trabajo: el departamento o equipo a continuación en la línea del flujo de trabajo. Muchos problemas que suceden en los procesos de servicio y administrativos son resultado de la falta de comunicación entre el proceso y quien recibe éste.

**Una vez concluidos los flujogramas, los miembros del equipo deberán revisarlo. Si no están de acuerdo en la precisión de los flujogramas. Además, el equipo deberá asegurar que no se requiere información adicional (un flujograma de nivel 3) para comprender mejor el proceso.**

### Ejercicios

- Describa el procedimiento que sigue para contestar la prueba por escrito de un examen cualquiera: matemáticas, español, química.
- Haga el diagrama de flujo correspondiente.
- Describa el procedimiento para poner en operación el televisor.
- Haga el diagrama de flujo correspondiente.
- Haga el diagrama de flujo de la actividad que desempeña en el trabajo.

	<h1>EL MEJORAMIENTO DE PROCESOS</h1>
---	--------------------------------------

## EL MEJORAMIENTO CONTINUO

A través de los años los empresarios han manejado sus negocios trazándose sólo metas limitadas, que les han impedido ver más allá de sus necesidades inmediatas, es decir, planean únicamente a corto plazo; lo que conlleva a no alcanzar niveles óptimos de calidad y por lo tanto a obtener una baja rentabilidad en sus negocios.

Según los grupos gerenciales de las empresas japonesas, el secreto de las compañías de mayor éxito en el mundo radica en poseer estándares de calidad altos tanto para sus productos como para sus empleados; por lo tanto el control total de la calidad es una filosofía que debe ser aplicada a todos los niveles jerárquicos en una organización, y esta implica un proceso de Mejoramiento Continuo que no tiene final. Dicho proceso permite visualizar un horizonte más amplio, donde se buscará siempre la excelencia y la innovación que llevarán a los empresarios a aumentar su competitividad, disminuir los costos, orientando los esfuerzos a satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes.

Asimismo, este proceso busca que el empresario sea un verdadero líder de su organización, asegurando la participación de todos que involucrándose en todos los procesos de la cadena productiva. Para ello él debe adquirir compromisos profundos, ya que él es el principal responsable de la ejecución del proceso y la más importante fuerza impulsadora de su empresa.

Para llevar a cabo este proceso de Mejoramiento Continuo tanto en un departamento determinado como en toda la empresa, se debe tomar en consideración que dicho proceso debe ser: económico, es decir, debe requerir menos esfuerzo que el beneficio que aporta; y acumulativo, que la mejora que se haga permita abrir las posibilidades de sucesivas mejoras a la vez que se garantice el cabal aprovechamiento del nuevo nivel de desempeño logrado.

### Conceptos:

- James Harrington (1993), para él mejorar un proceso, significa cambiarlo para hacerlo más efectivo, eficiente y adaptable, qué cambiar y cómo cambiar depende del enfoque específico del empresario y del proceso.
- Fadi Kabboul (1994), define el Mejoramiento Continuo como una conversión en el mecanismo viable y accesible al que las empresas de los países en vías de desarrollo cierran la brecha tecnológica que mantienen con respecto al mundo desarrollado.
- Abell, D. (1994), da como concepto de Mejoramiento Continuo una mera extensión histórica de uno de los principios de la gerencia científica, establecida por Frederick Taylor, que afirma que todo método de trabajo es susceptible de ser mejorado (tomado del Curso de Mejoramiento Continuo dictado por Fadi Kbbaul).
- L.P. Sullivan (1994), define el Mejoramiento Continuo, como un esfuerzo para aplicar mejoras en cada área de las organización a lo que se entrega a clientes.
- Eduardo Deming (1996), según la óptica de este autor, la administración de la calidad total requiere de un proceso constante, que será llamado Mejoramiento Continuo, donde la perfección nunca se logra pero siempre se busca.

El Mejoramiento Continuo es un proceso que describe muy bien lo que es la esencia de la calidad y refleja lo que las empresas necesitan hacer si quieren ser competitivas a lo largo del tiempo.

## IMPORTANCIA DEL MEJORAMIENTO CONTINUO

La importancia de esta técnica gerencial radica en que con su aplicación se puede contribuir a mejorar las debilidades y afianzar las fortalezas de la organización.

A través del mejoramiento continuo se logra ser más productivos y competitivos en el mercado al cual pertenece la organización, por otra parte las organizaciones deben analizar los procesos utilizados, de manera tal que si existe algún inconveniente pueda mejorarse o corregirse; como resultado de la aplicación de esta técnica puede ser que las organizaciones crezcan dentro del mercado y hasta llegar a ser líderes.

## VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL MEJORAMIENTO CONTINUO

### Ventajas

- Se concentra el esfuerzo en ámbitos organizativos y de procedimientos puntuales.
- Consiguen mejoras en un corto plazo y resultados visibles
- Si existe reducción de productos defectuosos, trae como consecuencia una reducción en los costos, como resultado de un consumo menor de materias primas.
- Incrementa la productividad y dirige a la organización hacia la competitividad, lo cual es de vital importancia para las actuales organizaciones.
- Contribuye a la adaptación de los procesos a los avances tecnológicos.
- Permite eliminar procesos repetitivos.

### Desventajas

- Cuando el mejoramiento se concentra en un área específica de la organización, se pierde la perspectiva de la interdependencia que existe entre todos los miembros de la empresa.
- Requiere de un cambio en toda la organización, ya que para obtener el éxito es necesaria la participación de todos los integrantes de la organización y a todo nivel.
- En vista de que los gerentes en la pequeña y mediana empresa son muy conservadores, el Mejoramiento Continuo se hace un proceso muy largo.
- Hay que hacer inversiones importantes.

## ¿POR QUE MEJORAR?

Según Harrington (1987): "En el mercado de los compradores de hoy el cliente es el rey", es decir, que los clientes son las personas más importantes en el negocio y por lo tanto los empleados deben trabajar en función de satisfacer las necesidades y deseos de éstos. Son parte fundamental del negocio, es decir, es la razón por la cual éste existe, por lo tanto merecen el mejor trato y toda la atención necesaria.

La razón por la cual los clientes prefieren productos del extranjero, es la actitud de los dirigentes empresariales ante los reclamos por errores que se comentan: ellos aceptan sus errores como algo muy normal y se disculpan ante el cliente, para ellos el cliente siempre tiene la razón.

**El Proceso de Mejoramiento.** La búsqueda de la excelencia comprende un proceso que consiste en aceptar un nuevo reto cada día. Dicho proceso debe ser progresivo y continuo. Debe incorporar todas las actividades que se realicen en la empresa a todos los niveles.

El proceso de mejoramiento es un medio eficaz para desarrollar cambios positivos que van a permitir ahorrar dinero tanto para la empresa como para los clientes, ya que las fallas de calidad cuestan dinero.

Asimismo este proceso implica la inversión en nuevas maquinaria y equipos de alta tecnología más eficientes, el mejoramiento de la calidad del servicio a los clientes, el aumento en los niveles de desempeño del recurso humano a través de la capacitación continua, y la inversión en investigación y desarrollo que permita a la empresa estar al día con las nuevas tecnologías.

## **ACTIVIDADES BÁSICAS DE MEJORAMIENTO.**

De acuerdo a un estudio en los procesos de mejoramiento puestos en práctica en diversas compañías en Estados Unidos, Según Harrington (1987), existen diez actividades de mejoramiento que deberían formar parte de toda empresa, sea grande o pequeña:

- Obtener el compromiso de la alta dirección.
- Establecer un consejo directivo de mejoramiento.
- Conseguir la participación total de la administración.
- Asegurar la participación en equipos de los empleados.
- Conseguir la participación individual.
- Establecer equipos de mejoramiento de los sistemas (equipos de control de los procesos).
- Desarrollar actividades con la participación de los proveedores.
- Establecer actividades que aseguren la calidad de los sistemas.
- Desarrollar e implantar planes de mejoramiento a corto plazo y una estrategia de mejoramiento a largo plazo.
- Establecer un sistema de reconocimientos.

### **Obtener el compromiso de la Alta Dirección**

El proceso de mejoramiento debe comenzarse desde los principales directivos y progresa en la medida al grado de compromiso que éstos adquieran, es decir, en el interés que pongan por superarse y por ser cada día mejor.

### **Establecer un consejo directivo de mejoramiento**

Está constituido por un grupo de ejecutivos de primer nivel, quienes estudiarán el proceso de mejoramiento productivo y buscarán adaptarlo a las necesidades de la compañía.

### **Conseguir la participación total de la administración**

El equipo de administración es un conjunto de responsables de la implantación del proceso de mejoramiento. Eso implica la participación activa de todos los ejecutivos y supervisores de la organización. Cada ejecutivo debe participar en un curso de capacitación que le permita conocer nuevos estándares de la compañía y las técnicas de mejoramiento respectivas.

### **Asegurar la participación en equipos de los empleados**

Una vez que el equipo de administradores esté capacitado en el proceso, se darán las condiciones para involucrar a los empleados. Esto lo lleva a cabo el gerente o supervisor de primera línea de cada departamento, quien es responsable de adiestrar a sus subordinados, empleando las técnicas que él aprendió.

### **Conseguir la participación individual**



Es importante desarrollar sistemas que brinden a todos los individuos los medios para que contribuyan, sean medidos y se les reconozcan sus aportaciones personales en beneficio del mejoramiento.

#### **Establecer equipos de mejoramiento de los sistemas (equipos de control de los procesos)**

Toda actividad que se repite es un proceso que puede controlarse. Para ello se elaboran diagramas de flujo de los procesos, después se le incluyen mediciones, controles y bucles de retroalimentación. Para la aplicación de este proceso se debe contar con un solo individuo responsable del funcionamiento completo de dicho proceso.

#### **Desarrollar actividades con la participación de los proveedores**

Todo proceso exitoso de mejoramiento debe tomar en cuenta a las contribuciones de los proveedores.

#### **Establecer actividades que aseguren la calidad de los sistemas**

Los recursos para el aseguramiento de la calidad, que se dedican a la solución de problemas relacionados con los productos, deben reorientarse hacia el control de los sistemas que ayudan a mejorar las operaciones y así evitar que se presenten problemas

#### **Desarrollar e implantar planes de mejoramiento a corto plazo y una estrategia de mejoramiento a largo plazo**

Cada compañía debe desarrollar una estrategia de calidad a largo plazo. Después debe asegurarse de que todo el grupo administrativo comprenda la estrategia de manera que sus integrantes puedan elaborar planes a corto plazo detallados, que aseguren que las actividades de los grupos coincidan y respalden la estrategia a largo plazo.

#### **Establecer un sistema de reconocimientos**

El proceso de mejoramiento pretende cambiar la forma de pensar de las personas acerca de los errores. Para ello existen dos maneras de reforzar la aplicación de los cambios deseados: castigar a todos los que no logren hacer bien su trabajo todo el tiempo, o premiar a todos los individuos y grupos cuando alcancen una meta con realicen una importante aportación al proceso de mejoramiento.

### **NECESIDADES DE MEJORAMIENTO**

Los presidentes de las empresas son los principales responsables de un avanzado éxito en la organización o por el contrario del fracaso de la misma, es por ello que los socios dirigen toda responsabilidad y confianza al presidente, teniendo en cuenta su capacidad y un buen desempeño como administrador, capaz de resolver cualquier tipo de inconveniente que se pueda presentar y lograr satisfactoriamente el éxito de la compañía. Hoy en día, para muchas empresas la palabra calidad representa un factor muy importante para el logro de los objetivos trazados. Es necesario llevar a cabo un análisis global y detallado de la organización, para tomar la decisión de implantar un estudio de necesidades, si así la empresa lo requiere.

Resulta importante mencionar, que para el éxito del proceso de mejoramiento, va a depender directamente del alto grado de respaldo aportado por el equipo que conforma la dirección de la empresa, por ello el presidente está en el deber de solicitar las opiniones de cada uno de sus miembros del equipo de administración y de los jefes de departamento que conforman la organización.

Los ejecutivos deben comprender que el presidente tiene pensado llevar a cabo la implantación de un proceso que beneficie a toda la empresa y además, pueda proporcionar a los empleados con mejores

elementos para el buen desempeño de sus trabajos. Se debe estar claro, que cualesquiera sea el caso, la calidad es responsabilidad de la directiva.

Antes de la decisión final de implantar un proceso de mejoramiento, es necesario calcular un estimado de los ahorros potenciales. Se inician realizando un examen detallado de las cifras correspondientes a costos de mala calidad, además, de los ahorros en costos; el proceso de mejoramiento implica un incremento en la productividad, reducción de ausentismo y mejoramiento de la moral. Es importante destacar que una producción de mejor calidad va a reflejar la captura de una mayor proporción del mercado.

Para el logro de estos ahorros, durante los primeros años, la empresa tendrá que invertir un mínimo porcentaje del costo del producto, para desarrollar el proceso de mejoramiento; luego de esta inversión, el costo de mantenimiento del programa resultará insignificante.

Por otro lado, para percibir el funcionamiento eficaz del proceso de mejoramiento no sólo es necesario contar con el respaldo de la presidencia, sino con la participación activa de ella. El presidente debe medir personalmente el grado de avance y premiar a todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyan notablemente y realizar observaciones a quienes no contribuyan con el éxito del proceso.

Una manera muy eficaz de determinar si el equipo en general de administradores considera la necesidad de mejorar, consiste en llevar a cabo un sondeo de opiniones entre ellos. La elaboración del sondeo va a ayudar a detectar cómo el grupo gerencial considera a la empresa y cuánto piensan que debe mejorar. Se pueden realizar interrogantes:

- ¿Qué tan buena es la cooperación de las personas?
- ¿Qué tan buena es la cooperación de los departamentos?
- ¿Qué tanto preocupa a la dirección la calidad de trabajo?, entre otras.

Sin embargo, pueden incluirse temas como: la comunicación, la organización y la productividad; tomando en consideración que el valor del sondeo va a depender exclusivamente de la honestidad de las respuestas por parte de los miembros.

## **CARACTERISTICAS DEL PROCESO DE MEJORAMIENTO CONTINUO**

### **El Empleado y el Proceso**

Las personas le dan vida al proceso. Nuestro personal hace que el proceso funcione; sin él obtenemos nada. Necesitamos entender qué sienten acerca del proceso las personas que le dan vida a éste. ¿Qué obstaculiza su camino?, ¿qué partes del proceso les agradan?, ¿qué les causa molestia? El proceso final tiene que ser un matrimonio homogéneo entre personas y metodologías, en el cual el equipo es esclavo de las personas no al contrario.

Si no se tiene en cuenta el aspecto humano del proceso, el EMP no podrá tener éxito. Sólo existe una forma de lograr la comprensión que se requiere sobre la sensibilidad humana del proceso y los talentos y limitaciones que tienen nuestros colaboradores, y consiste en involucrarse en el ambiente laboral. Hable con ellos. Pídales sus opiniones e ideas. Luego, ponga en práctica sus sugerencias. Si las personas se involucran, los resultados finales serán mucho mejores y más fáciles de alcanzar.

### **Revisión del Proceso**

- Los empleados malinterpretan los procedimientos.
- No conocen los procedimientos
- Descubren una manera mejor de hacer las cosas.

- Es difícil poner en práctica el método documentado.
- Les falta entrenamiento.
- Se les entrenó para realizar la actividad en forma diferente.
- No cuentan con las herramientas indispensables.
- No disponen del tiempo suficiente.
- Alguien les dijo que lo hicieran en forma diferente.
- No comprenden por qué deben seguir los procedimientos.

La única manera de comprender realmente lo que sucede en los procesos de la empresa es a través de un seguimiento personal del flujo de trabajo, analizando y observando su desarrollo. Esto se conoce como revisión del proceso.

A fin de prepararse para la revisión del proceso, el EMP debe asignar miembros del equipo, a las diferentes partes del proceso. Por lo general, un miembro del equipo de revisión (ER) pertenece al departamento en el cual se realiza la actividad. Las personas que se asignan al ER deben tener algún conocimiento de la actividad que les corresponderá evaluar. Cada ER debe:

- Estar muy familiarizado con toda la documentación existente y pertinente al proceso
- Acordar con el jefe del departamento las entrevistas con su personal
- Entrevistar a una muestra de las personas que ejecutan la tarea, para conocer cabalmente lo que ocurre dentro del proceso
- Comparar la forma en que diferentes personas hacen el mismo trabajo para determinar cuál deberá ser la mejor operación estándar

El EMP debe preparar un *cuestionario de revisión del proceso* para reunir la información necesaria acerca de éste. Las preguntas típicas podrían ser las siguientes.

- ¿Cuáles son los *inputs* que se requieren?
- ¿Qué entrenamiento *recibió* usted?
- ¿Qué hace usted?
- ¿Cómo sabe usted que su *output* es bueno?
- ¿Qué retroalimentación recibe usted?
- ¿Quiénes son sus clientes?
- ¿Qué le impide realizar un trabajo libre de errores?
- ¿Qué puede hacerse para facilitar su trabajo?
- ¿Cómo hace usted para que sus proveedores sepan cuán bien están trabajando?
- ¿Cómo utiliza su *output*?
- ¿Qué sucedería si usted no ejecutara el trabajo?
- ¿Ha revisado la descripción de su trabajo?
- ¿Qué sucedería si cada uno de sus proveedores dejara de suministrarle el *input*?
- ¿Qué cosas cambiaría si fuese el jefe?

En algunos casos, el EMP pondrá en marcha un ejemplo piloto y hará un seguimiento total del proceso. Después de cada entrevista el equipo debe programar una reunión corta para revisarla y ponerse de acuerdo en lo siguiente:

- Flujo de tareas
- *Inputs* necesarios
- Medidas
- Sistemas de retroalimentación
- Conformidad con relación al procedimiento y a otros empleados
- Problemas importantes

- Estimativos sobre tiempo del ciclo
- Contenido de valor agregado
- Requerimientos de entrenamiento

Con frecuencia resulta útil elaborar un diagrama de flujo de las tareas, de manera que el equipo tenga una mejor comprensión de la actividad que se evalúa y se encuentre en una mejor posición de comunicar sus hallazgos al EMP.

Nos parece que es una buena práctica revisar los hallazgos con los entrevistados para tener la seguridad de que el equipo no haya interpretado mal sus comentarios. Analice por qué todas las personas no llevan a cabo el mismo trabajo de igual forma. La estandarización es la clave del mejoramiento y la primera tarea que debe emprenderse. Seleccione una forma de realizar una actividad que genere los mejores resultados y utilícela constantemente, hasta realizar un cambio fundamental en el proceso. Es importante que todos hagan el mismo trabajo de manera idéntica.

Cuando la revisión esté completa, cada ER debe presentar sus hallazgos al EMP. Esto le suministra a todo el EMP una mejor comprensión del proceso.

Es importante identificar fácilmente todas las actividades y tareas que no se estén realizando según los procedimientos prescritos. Deben desarrollarse planes de acción para cambiar el procedimiento o para que la actividad se desarrolle de conformidad con él.

Es importante tratar de dividir los problemas de calidad en ocasionales y crónicos. Los problemas ocasionales sólo se presentan esporádicamente, tienden a sobresalir y se corrigen fácilmente. Por otra parte, resulta difícil identificar los problemas crónicos, puesto que el proceso se adapta a éstos; por tanto con frecuencia son difíciles de corregir.

	Ocasional	Crónico
Ocurrencia	No frecuente	Frecuente
Análisis	Datos limitados Causas simples Causas especiales	Datos abundantes Causas complejas Causas comunes
Corrección	Corrección localizada Acción individual	Amplia gama de medidas Acción gerencial

Ahora que el EMP se encuentra ya familiarizado con todos los elementos del proceso, le corresponde observar la totalidad del proceso para determinar lo siguiente:

- ¿Son apropiados los límites? En caso negativo, haga que el responsable del proceso presente los cambios recomendados al equipo ejecutivo de mejoramiento (EEM).
- ¿Se presta el proceso a ser dividido en subprocesos para incrementar la eficiencia del EMP? En caso afirmativo, el responsable del proceso debe nombrar EMS-P para que se centren en estos procesos menores. No obstante, el EMP debe seguir reuniéndose para revisar la actividad total a fin de garantizar que no se genere suboptimización.

### Efectividad del Proceso

La efectividad del proceso se refiere a la forma acertada en que éste cumple los requerimientos de sus clientes finales. Esta evalúa la calidad del proceso. Específicamente la efectividad se refiere a:

- El output del proceso cumple los requerimientos de los clientes finales
- Los outputs de cada subproceso cumplen los requerimientos de *input* de los clientes internos
- Los inputs de los proveedores cumplen los requerimientos del proceso

- El mejoramiento de la efectividad genera clientes más felices, mayores ventas y mejor participación de mercado.

### ***¿Cómo podríamos identificar estas oportunidades de mejoramiento?***

El primer paso consiste en seleccionar características de efectividad más importantes. Las características de efectividad son indicadores del modo tan eficiente como está funcionando el proceso. La meta es tener la seguridad de que el *output* satisface requerimientos del cliente.

Los indicadores típicos de falta de efectividad son:

- Producto y/o servicio inaceptables
- Quejas de los clientes
- Altos costos de garantía
- Disminución de la participación en el mercado
- Acumulaciones de trabajo
- Repetición del trabajo terminado
- Rechazo del *output*
- *Output* retrasado
- *Output* incompleto

Posteriormente, debemos reunir información sobre estas características de efectividad. El propósito de estos datos es revisar metódicamente la calidad de aquellas actividades fundamentales involucradas en el proceso y tratar de descubrir los así como las posibles causas (*input*, métodos, entrenamiento). Asegúrese de incluir preguntas sobre efectividad como parte de su cuestionario de revisión del proceso.

### **Eficiencia del Proceso**

Lograr la efectividad del proceso representa principalmente un beneficio para el cliente, pero la eficiencia del proceso representa un beneficio para el responsable del proceso: la eficiencia es el *output* por unidad de *input*. Las características típicas de eficiencia son:

- Tiempo del ciclo por unidad o transacción
- Recursos (dólares, personas, espacio) por unidad de *output*
- Porcentaje del costo del valor agregado real del costo total del proceso
- Costo de la mala calidad por unidad de *output*
- Tiempo de espera por unidad o transacción

A medida que realiza la revisión, busque y registre los procedimientos para medir la eficiencia de actividades y grupos de actividades. Estos datos se utilizarán posteriormente, cuando se establezca el proceso total de medición.

### **Tiempo del Ciclo del Proceso**

El tiempo del ciclo es la cantidad total de tiempo que se requiere para completar el proceso. Esto no sólo incluye la cantidad de tiempo que se requiere para realizar el trabajo, sino también el tiempo que se dedica a trasladar documentos, esperar, almacenar, revisar y repetir el trabajo. El tiempo del ciclo es un aspecto fundamental en todos los procesos críticos de la empresa. La reducción del tiempo total de ciclo libera recursos, reduce costos, mejora la calidad del *output* y puede incrementar las ventas. Por ejemplo, si reduce el tiempo del ciclo correspondiente al desarrollo del proceso, podrá ganar ventas y participación de mercado. Si reduce el tiempo del ciclo del producto, reducirá el costo del inventario y mejorará los despachos. Si reduce el ciclo de facturación, tendrá más dinero en efectivo a su alcance. El tiempo del ciclo puede establecer la diferencia entre el éxito y el fracaso.

Usted debe calcular el tiempo real del ciclo de su proceso. Este tiempo probablemente será totalmente diferente del tiempo teórico del ciclo, definido en los procedimientos escritos o supuestos por la organización. Existen cuatro formas de reunir esta información: medidas finales, experimentos controlados, investigación histórica y análisis científico.

### **Costo**

El costo es otro aspecto importante del proceso, a menudo resulta imposible determinar el costo de la totalidad del proceso.

El costo de un proceso, como el tiempo del ciclo, proporciona impresionantes percepciones acerca de los problemas y las ineficiencias del proceso. Es aceptable la utilización de costos aproximados, que se estiman utilizando la información financiera actual. La obtención de costos exactos podría requerir una enorme cantidad de trabajo, sin mayores beneficios adicionales.

*Los gastos indirectos variables* son aquellos gastos indirectos que podrían excluirse si se eliminara una actividad. Pídale al departamento financiero que le suministre las cifras de los gastos indirectos variables correspondientes a cada organización.

Otra forma de lograr una estimación del costo del proceso es obtener de los registros financieros los costos mensuales totales de un departamento y hacer luego que el jefe del departamento asigne los costos al proceso, utilizando los cálculos de tiempo.

El objetivo de revisar los diagramas del ciclo – costo es analizar los componentes de costo y tiempo y encontrar la manera de reducirlos. Esto garantiza el mejoramiento de la efectividad y eficiencia del proceso.

## **PASOS PARA EL MEJORAMIENTO CONTINUO**

Los siete pasos del proceso de mejoramiento son:

1. Selección de los problemas (oportunidades de mejora)
2. Cuantificación y subdivisión del problema
3. Análisis de las causas, raíces específicas.
4. Establecimiento de los niveles de desempeño exigidos (metas de mejoramiento).
5. Definición y programación de soluciones
6. Implantación de soluciones
7. Acciones de Garantía

### **➤ PRIMER PASO: SELECCIÓN DE LOS PROBLEMAS (OPORTUNIDADES DE MEJORA)**

Este paso tiene como objetivo la identificación y escogencia de los problemas de calidad y productividad del departamento o unidad bajo análisis.

A diferencia de otras metodologías que comienzan por una sesión de tormenta de ideas sobre problemas en general, mezclando niveles de problemas (síntomas con causas), en ésta buscamos desde el principio mayor coherencia y rigurosidad en la definición y escogencia de los problemas de calidad y productividad.

### **Actividades:**

- a) Este primer paso consiste en las siguientes actividades:

- b) Aclarar los conceptos de calidad y productividad en el grupo.
- c) Elaborar el diagrama de caracterización de la Unidad, en términos generales: clientes, productos y servicios, atributos de los mismos, principales procesos e insumos utilizados.
- d) Definir en qué consiste un problema de calidad y productividad como desviación de una norma: deber ser, estado deseado, requerido o exigido.
- e) Listar en el grupo los problemas de calidad y productividad en la unidad de análisis (aplicar tormenta de ideas).
- f) Preseleccionar las oportunidades de mejora, priorizando gruesamente, aplicando técnica de grupo nominal o multi votación.
- g) Seleccionar de la lista anterior las oportunidades de mejora a abordar a través de la aplicación de una matriz de criterios múltiples, de acuerdo con la opinión del grupo o su superior.

Las tres primeras actividades (a, b y c), permiten lo siguiente:

- Concentrar la atención del grupo en problemas de calidad y productividad, y:
- Obtener mayor coherencia del grupo al momento de la tormenta de ideas para listar los problemas.
- Evitar incluir en la definición de los problemas su solución, disfrazando la misma con frases como: falta de..., carencia de..., insuficiencia, etc. lo cual tiende a ser usual en los grupos poco experimentados. La preselección (actividad "e") se hace a través de una técnica de consenso rápido en grupo, que facilita la identificación en corto tiempo de los problemas, para luego, sobre todo los 3 o 4 fundamentales, hacen la selección final (actividad "f") con criterios más analíticos y cuantitativos, esto evita la realización de esfuerzos y cálculos comparativos entre problemas que *obviamente* tienen diferentes impactos e importancia.

### **Observaciones y recomendaciones generales**

Este es un paso clave dentro del proceso, por lo que debe dedicarse el tiempo necesario evitando *quemar* actividades o *pasarlas* por alto, sin que el equipo de trabajo haya asimilado suficientemente el objetivo de las mismas.

Conviene desarrollar este paso en tres sesiones y cuando mínimo dos (nunca en una sola sesión) y cada una de 1 1/2 horas de duración. En la primera pueden cubrirse las tres primeras actividades, en la segunda las actividades «d» y «e» y en la última la «f»; esta actividad debe ser apoyada con datos según los criterios de la matriz, por tanto, esta actividad debe hacerse en una sesión aparte.

La caracterización de la unidad debe hacerse gruesamente evitando detalles innecesarios. Debe considerarse que luego de cubiertos los siete pasos, (el primer ciclo), en los ciclos de mejoramiento posteriores se profundizará con mayor conocimiento, por la experiencia vivida. Esta recomendación es válida para todas las actividades y pasos, la exagerada rigurosidad no es recomendable en los primeros proyectos y debe dosificarse, teniendo presente que el equipo de mejora es como una persona que primero debe gatear luego caminar, luego trotar, para finalmente correr a alta velocidad la carrera del mejoramiento continuo.

**Técnicas a utilizar:** Diagrama de caracterización del sistema, tormenta de ideas, técnicas de grupo nominal, matriz de selección de problemas.

### **➤ SEGUNDO PASO: CUANTIFICACION Y SUBDIVISION DEL PROBLEMA U OPORTUNIDAD DE MEJORA SELECCIONADA**

El objetivo de este paso es precisar mejor la definición del problema, su cuantificación y la posible subdivisión en sub problemas o causas síntomas.

Es usual que la gente ávida de resultados o que está acostumbrada a los *yo creo* y *yo pienso* no se detenga mucho a la precisión del problema, pasando de la definición gruesa resultante del 1er. paso a las causas raíces, en tales circunstancias los diagramas causales pierden especificidad y no facilitan el camino para identificar soluciones, con potencia suficiente para enfrentar el problema. Por ejemplo, los defectos en un producto se pueden asociar a la falta de equipos adecuados en general, pero al defecto específico, raya en la superficie, se asociará una deficiencia de un equipo en particular.

Debido a que tales desviaciones se han producido en varias aplicaciones de la metodología, hemos decidido crear este paso para profundizar el análisis del problema antes de entrar en las causas raíces.

### **Actividades:**

Se trata de afinar el análisis del problema realizando las siguientes actividades:

- a) Establecer el o los tipos de indicadores que darán cuenta o reflejen el problema y, a través de ellos, verificar si la definición del problema guarda o no coherencia con los mismos, en caso negativo debe redefinirse el problema o los indicadores.
- b) Estratificar y/o subdividir el problema en sus causas-síntomas. Por ejemplo:
  - El retraso en la colocación de solicitudes de compra, puede ser diferente según el tipo de solicitud.
  - Los defectos de un producto pueden ser de varios tipos, con diferentes frecuencias.
  - Los días de inventario de materiales pueden ser diferentes, según el tipo de material.
  - El tiempo de prestación de los servicios puede variar según el tipo de cliente.
  - Las demoras por fallas pueden provenir de secciones diferentes del proceso o de los equipos.
- c) Cuantificar el impacto de cada subdivisión y darle prioridad **utilizando la matriz de selección de causas y el gráfico de Pareto**, para seleccionar el (los) estrato(s) o subproblema(s) a analizar.

### **Observaciones y recomendaciones generales**

- Debe hacerse énfasis en la cuantificación y sólo en casos extremos (o en los primeros proyectos) a falta de datos o medios ágiles para recogerlos se podrá utilizar, para avanzar, una técnica de jerarquización cualitativa como la técnica de grupo nominal, con un grupo conocedor del problema.
- Sin embargo, se deberá planificar y ordenar la recolección de datos durante el proceso.
- Este paso conviene desarrollarlo en tres o, al menos, dos sesiones, dependiendo de la facilidad de recolección de datos y del tipo de problema.
- En la primera sesión realizar las actividades «a» y «b», en la segunda analizar los datos recogidos (actividad «c») y hacer los reajustes requeridos y en la tercera sesión la actividad «d» priorización y selección de causas síntomas.
- Técnicas a utilizar: **indicadores, muestreo, hoja de recolección de datos, gráficas de corrida, gráfico de Pareto, matriz de selección de causas, histogramas de frecuencia, diagrama de procesos.**

### **➤ TERCER PASO: ANÁLISIS DE CAUSAS RAICES ESPECÍFICAS**

El objetivo de este paso es identificar y verificar las causas raíces específicas del problema en cuestión, aquellas cuya eliminación garantizará la no recurrencia del mismo. Por supuesto, la especificación de las causas raíces dependerá de lo bien que haya sido realizado el paso anterior.



Nuevamente en este paso se impone la necesidad de hacer medible el impacto o influencia de la causa a través de indicadores que den cuenta de la misma, de manera de ir extrayendo la causa más significativa y poder analizar cuánto del problema será superado al erradicar la misma.

### **Actividades**

- a) Para cada subdivisión del problema seleccionado, listar las causas de su ocurrencia aplicando la tormenta de ideas.
- b) Agrupar las causas listadas según su afinidad (dibujar diagrama causa-efecto). Si el problema ha sido suficientemente subdividido puede utilizarse la subagrupación en base de las 4M o 6M (material, machine, man, method, moral, management), ya que estas últimas serán lo suficientemente específicas. En caso contrario se pueden subagrupar según las etapas u operaciones del proceso al cual se refieren (en tal caso conviene construir el diagrama de proceso), definiéndose de esta manera una nueva subdivisión del subproblema bajo análisis.
- c) Cuantificar las causas (o nueva subdivisión) para verificar su impacto y relación con el problema y jerarquizar y seleccionar las causas raíces más relevantes. En esta actividad pueden ser utilizados los **diagramas de dispersión, gráficos de Pareto, matriz de selección de causas**.
- d) Repetir b y c hasta que se considere suficientemente analizado el problema.

### **Observaciones y recomendaciones generales**

- Durante el análisis surgirán los llamados problemas de solución obvia que no requieren mayor verificación y análisis para su solución, por lo que los mismos deben ser enfrentados sobre la marcha.
- Esto ocurrirá con mayor frecuencia en los primeros ciclos, cuando usualmente la mayoría de los procesos está fuera de control.
- Este paso, dependiendo de la complejidad del problema, puede ser desarrollado en 3 o 4 sesiones de dos horas cada una.

En la primera sesión se realizarán las actividades a y b, dejando la actividad c para la segunda sesión, luego de recopilar y procesar la información requerida. En las situaciones donde la información esté disponible se requerirá al menos una nueva sesión de trabajo (tercera), luego de jerarquizar las causas, para profundizar el análisis. En caso contrario se necesita más tiempo para la recolección de datos y su análisis (sesiones cuarta y quinta).

**Técnicas a utilizar: tormenta de ideas, diagrama causa-efecto, diagrama de dispersión, diagrama de Pareto, matriz de selección de causas.**

### **CUARTO PASO: ESTABLECIMIENTO DEL NIVEL DE DESEMPEÑO EXIGIDO (METAS DE MEJORAMIENTO)**

El objetivo de este paso es establecer el nivel de desempeño exigido al sistema o unidad y las metas a alcanzar sucesivamente.

Este es un paso poco comprendido y ha tenido las siguientes objeciones:

- El establecimiento de metas se contradice con la filosofía de calidad total y con las críticas de W.E. Deming a la gerencia por objetivos.
- No es posible definir una meta sin conocer la solución.
- La idea es mejorar, no importa cuánto.
- La meta es poner bajo control al proceso por tanto está predeterminada e implícita.

A tales críticas, hacemos las siguientes observaciones:

- Cuando estamos fijando una meta estamos estableciendo el nivel de exigencia al proceso o sistema en cuestión, respecto a la variable analizada, en función o bien de las expectativas del cliente, cuando se trata de problemas de calidad o del nivel de desperdicio que es posible aceptar dentro del estado del arte tecnológico, lo cual se traduce en un costo competitivo. En ambas vertientes la meta fija indirectamente el error no en que operamos; es decir, el no importa cuánto, la idea es mejorar, o que la meta consiste sólo en poner bajo control el proceso, son frases publicitarias muy buenas para vender cursos, asesorías y hasta pescar incautos, pero no para ayudar a un gerente a enfrentar los problemas de fondo: los de la falta de competitividad.
- La solución que debemos dar a nuestro problema tiene que estar condicionada por el nivel de desempeño en calidad y productividad que le es exigido al sistema. Bajar los defectuosos a menos de 1% tiene normalmente soluciones muy diferentes en costo y tiempo de ejecución a bajarlo a menos de 1 parte por mil o por 1 millón. El ritmo del mejoramiento lo fijan, por un lado, las exigencias del entorno, y por el otro, nuestra capacidad de respuesta, privando la primera. El enfrentamiento de las causas, el diseño de soluciones y su implantación debe seguir a ritmo que la meta exige.

En tal sentido, el establecimiento del nivel de desempeño exigido al sistema (meta) condicionará las soluciones y el ritmo de su implantación.



### **Actividades**

Las actividades a seguir en este paso son:

- Establecer los niveles de desempeño exigidos al sistema a partir de, según el caso, las expectativas del cliente, los requerimientos de orden superior (valores, políticas, objetivos de la empresa) fijados por la alta gerencia y la situación de los competidores.
- Graduar el logro del nivel de desempeño exigido bajo el supuesto de eliminar las causas raíces identificadas, esta actividad tendrá mayor precisión en la medida que los dos pasos anteriores hayan tenido mayor rigurosidad en el análisis.

Algunos autores llaman a esta actividad «visualización del comportamiento, si las cosas ocurriesen sin contratiempos y deficiencias», es decir, la visualización de la situación deseada.

### **Observaciones y recomendaciones generales**

- En los primeros ciclos de mejoramiento es preferible no establecer metas o niveles de desempeño demasiado ambiciosos para evitar desmotivación o frustración del equipo; más bien con niveles alcanzables, pero retadores, se fortalece la credibilidad y el aprendizaje.
- Este paso puede ser realizado en una o dos sesiones de trabajo. Debido al proceso de consulta que media en las dos actividades, normalmente se requieren de dos sesiones.
- Cuando se carece de un buen análisis en los pasos 2 y 3, por falta de información, conviene no fijar metas al *boleo* y sólo cubrir la actividad "a" para luego fijar metas parciales, según el diseño de soluciones (paso 5) y la búsqueda de mayor información, lo cual puede ser, en la primera fase, parte de la solución.

## **➤ QUINTO PASO: DISEÑO Y PROGRAMACION DE SOLUCIONES**

El objetivo de este paso es identificar y programar las soluciones que incidirán significativamente en la eliminación de las causas raíces. En una organización donde no ha habido un proceso de mejoramiento sistemático y donde las acciones de mantenimiento y control dejan mucho que desear, las soluciones tienden a ser obvias y a referirse al desarrollo de acciones de este tipo, sin embargo, en procesos más avanzados las soluciones no son tan obvias y requieren, según el nivel de complejidad, un enfoque creativo en su diseño. En todo caso, cuando la identificación de causas ha sido bien desarrollada, las soluciones hasta para los problemas inicialmente complejos aparecen como obvias.

### **Actividades**

- a) Para cada causa raíz seleccionada deben listarse las posibles soluciones excluyentes (tormenta de ideas). En caso de surgir muchas alternativas excluyentes antes de realizar comparaciones más rigurosas sobre la base de factibilidad, impacto, costo, etc., lo cual implica cierto nivel de estudio y diseño básico, la lista puede ser jerarquizada (para descartar algunas alternativas) a través de una técnica de consenso y votación como la Técnica de Grupo Nominal TGN).
- b) Analizar, comparar y seleccionar las soluciones alternativas resultantes de la TGN, para ello conviene utilizar múltiples criterios como los señalados arriba: factibilidad, costo, impacto, responsabilidad, facilidad, etc.
- c) Programar la implantación de la solución definiendo con detalle las *5W-H* del plan, es decir, el qué, por qué, cuándo, dónde, quién y cómo, elaborando el cronograma respectivo.

### **Observaciones y recomendaciones generales**

- No debe descartarse a priori ninguna solución por descabellada o ingenua que parezca, a veces detrás de estas ideas se esconde una solución brillante o parte de la solución.
- Para que el proceso de implantación sea fluido es recomendable evitar implantarlo todo a la vez (a menos que sea obvia e inmediata la solución) y hacer énfasis en la programación, en el quién y cuándo.
- A veces, durante el diseño de soluciones, se encuentran nuevas causas o se verifica lo errático de algunos análisis. Esto no debe preocupar, ya que es parte del proceso aprender a conocer a fondo el sistema sobre o en el cual se trabaja.  
En estos casos se debe regresar al 3er. paso para realizar los ajustes correspondientes:
- **Técnicas a utilizar: tormenta de ideas, técnica de grupo nominal, matriz de selección de soluciones, 5W-H, diagramas de GANTT o PERT.**

## SEXTO PASO: IMPLANTACION DE SOLUCIONES

Este paso tiene dos objetivos:

1. Probar la efectividad de la(s) solución(es) y hacer los ajustes necesarios para llegar a una definitiva.
2. Asegurarse que las soluciones sean asimiladas e implementadas adecuadamente por la organización en el trabajo diario.

### Actividades

- Las actividades a realizar en esta etapa estarán determinadas por el programa de acciones, sin embargo, además de la implantación en sí misma, es clave durante este paso el seguimiento, por parte del equipo, de la ejecución y de los reajustes que se vaya determinando necesarios sobre la marcha.
- Verificar los valores que alcanzan los indicadores de desempeño seleccionados para evaluar el impacto, utilizando gráficas de corrida, histogramas y gráficas de Pareto.

### Observaciones y recomendaciones generales:

- Una vez establecido el programa de acciones de mejora con la identificación de responsabilidades y tiempos de ejecución, es recomendable presentar el mismo al nivel jerárquico superior de la unidad o grupo de mejora, a objeto de lograr su aprobación, colaboración e involucramiento.
- A veces es conveniente iniciar la implementación con una experiencia piloto que sirva como prueba de campo de la solución propuesta, ello nos permitirá hacer una evaluación inicial de la solución tanto a nivel de proceso (métodos, secuencias, participantes) como de resultados. En esta experiencia será posible identificar resultados no esperados, factores no tomados en cuenta, efectos colaterales no deseados-
- A este nivel, el proceso de mejoramiento ya implementado comienza a recibir los beneficios de la retroalimentación de la información, la cual va a generar ajustes y replanteamientos de las primeras etapas del proceso de mejoramiento.

## ➤ SEPTIMO PASO: ESTABLECIMIENTO DE ACCIONES DE GARANTIA

El objetivo de este paso es asegurar el mantenimiento del nuevo nivel de desempeño alcanzado. Es este un paso fundamental al cual pocas veces se le presta la debida atención. De él dependerá la estabilidad en los resultados y la acumulación de aprendizaje para profundizar el proceso.

### Actividades

En este paso deben quedar asignadas las responsabilidades de seguimiento permanente y determinarse la frecuencia y distribución de los reportes de desempeño. Es necesario diseñar acciones de garantía contra el retroceso, en los resultados, las cuales serán útiles para llevar adelante las acciones de mantenimiento. En términos generales éstas son:

- Normalización de procedimientos, métodos o prácticas operativas.
- Entrenamiento y desarrollo del personal en las normas y prácticas implantadas.
- Incorporación de los nuevos niveles de desempeño, al proceso de control de gestión de la unidad.
- Documentación y difusión de la historia del proceso de mejoramiento.
- Esta última actividad es de gran importancia para reforzar y reconocer los esfuerzos y logros alcanzados e iniciar un nuevo ciclo de mejoramiento.

### **Observaciones y recomendaciones generales**

- Puede ocurrir que el esfuerzo realizado para mejorar el nivel de desempeño en un aspecto parcial de la calidad y productividad afecte las causas raíces que también impactan en otros aspectos y se producen así efectos colaterales de mejora en los mismos, debido a una sinergia de causas y efectos que multiplican entonces los resultados del mejoramiento.
- Es en este paso donde se ve con más claridad la importancia en el uso de las gráficas de control, las nociones de variación y desviación y de proceso estable, ya que, para *garantizar* el desempeño, dichos conceptos y herramientas son de gran utilidad.



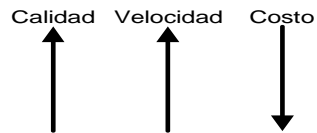
### **Introducción**

*“No es tan complicado. Nuestra misión es hacerlo todo mejor, más rápido y más barato que la competencia. Si no somos capaces de lograrlo, quebraremos antes de darnos cuenta. En ese caso, ya no tendremos una misión”.*

En el mundo empresarial de hoy en día, ya no es suficiente hacer mejor las cosas. Por supuesto que es importante, pero no suficiente. El mundo entra en una nueva era. Una era en la que la satisfacción del cliente y el éxito en los negocios dependen de la velocidad en igual medida que del costo y de la calidad de los artículos que se producen y de los servicios que se proporcionan. Así, hacer las cosas mas rápido es ahora tan importante como hacerlas mejor y más barato. *Mejor, más rápido y más barato.* Quizá no sea agradable, pero es la nueva realidad de nuestros días.

<b>Proceso:</b>	es la mezcla y transformación de un conjunto específico de insumos en uno de rendimientos. Un proceso es algo que se hace para producir un artículo, concluir una tarea, prestar un servicio.
<b>Reingeniería:</b>	es el rediseño radical de un proceso en particular para lograr mejoras dramáticas en velocidad, calidad y servicio. Similar a arrojar al bebé por el drenaje y comenzar de nuevo desde el principio.

Las palabras de moda, en nuestro tiempo, son innovación, velocidad, flexibilidad, adaptabilidad, servicio y calidad. Si las empresas han de competir y esforzarse en este nuevo entorno, es preciso realizar cambios importantes. Es preciso pensar de nuevo y rediseñar la forma de trabajar. Es necesario rediseñar el **qué**: los procesos de trabajo para aprender a trabajar en forma más inteligente, no más dura.

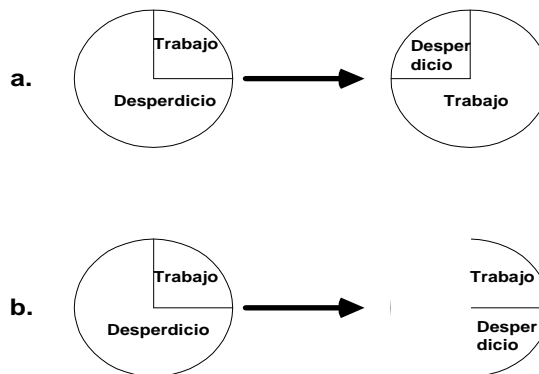


## 1. Reingeniería de procesos

El objetivo de la reingeniería de procesos es reducir la cantidad de desperdicio en cualquier proceso de trabajo. Esto, o su vez, eleva la eficiencia del trabajo. Una eficiencia elevada es deseable.

Como se ilustra en la siguiente figura, las mejoras del proceso pueden originar:

- Más trabajo en el mismo tiempo.
- La misma cantidad de trabajo en mucho menos tiempo.



¿Puede pensar el estudiante en un ejemplo en el que sería preferible lograr la misma cantidad de trabajo en mucho menos tiempo? Por ejemplo, ¿qué sucedería si el estudiante trabajara con desperdicios radiactivos muy peligrosos. De verdad querría reducir al mínimo el tiempo de exposición: es decir, desearía entrar y salir del área de trabajo con la mayor rapidez posible. Hacer la misma cantidad de trabajo en menos tiempo permite lograr esta meta.

## 2. Proceso de trabajo

Un proceso es la mezcla y transformación de un grupo específico de insumos en un conjunto de rendimientos de mayor valor.

Piense el estudiante en preparar una jugosa hamburguesa con queso. El rendimiento es la hamburguesa cocinada. Los insumos son pan, carne, queso, lechuga, jitomates y cebollas. El proceso consiste en prepararlo todo: rebanar los jitomates, cocinar la carne, derretir el queso, etcétera. Un proceso transforma los insumos en un conjunto de rendimientos de mayor valor.

Los rendimientos pueden ser:

- La producción de un artículo. Los ejemplos de producir un artículo incluyen preparar una hamburguesa con queso, llenar un formato y ensamblar una computadora. La hamburguesa cocinada, la forma llena y la computadora ensamblada son productos.
- Proporcionar un servicio. Los ejemplos de proporcionar un servicio incluyen atender a los comensales en un restaurante, a un cliente en un banco y a los pasajeros en un vuelo de Nueva York a San Francisco.
- Concluir una tarea. Los ejemplos de concluir una tarea incluyen el cambio del filtro en una bomba, la inspección de tambores de acero que contienen productos químicos peligrosos y capturar un satélite fuera de control en el espacio exterior.

Los insumos incluyen muchas cosas:

Personas	Procedimientos
Materiales	Políticas
Equipo	Tiempo
Información	Dinero

Es posible describir un proceso, la transformación de los insumos en rendimientos en la forma que se observa en el flujograma siguiente:



Sin embargo, la representación gráfica de un proceso no es del todo correcta. Deja fuera dos importantes elementos: clientes y proveedores.

Los rendimientos van a los clientes. Estos reciben los productos o servicios. Existen dos tipos de clientes: internos y externos. Los clientes internos trabajan en la misma empresa. Los clientes externos trabajan fuera de ella. Cuando el estudiante recibe un rendimiento, sea un producto o servicio, por parte de un compañero de trabajo, el estudiante es un cliente interno. Y cuando va al supermercado, es un cliente externo.

Los clientes, ya sean internos y externos, son la parte más importante de cualquier proceso. Son quienes compran o reciben los rendimientos. Cuando ya no necesitan o desean adquirir los rendimientos, la empresa se encuentra en graves problemas.

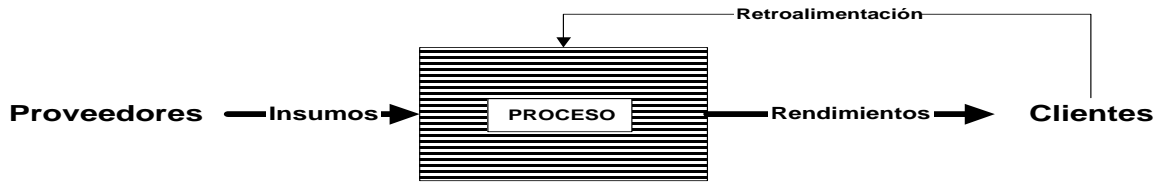
A veces, el efecto del rendimiento es positivo. Esto provoca clientes felices. Estos son buenos. No obstante, a veces el efecto es negativo. Cuando este es el caso, se tienen clientes descontentos. Que no es tan bueno.

Satisfacer con éxito las necesidades de los clientes es la razón de existir del proceso. Los clientes satisfechos mantienen vivas a las empresas. Ya que son tan importantes, es preciso descubrir de manera constante lo que piensan de los rendimientos. Es preciso escuchar sus opiniones. Y luego esta información, llamada retroalimentación, se ha de incorporar al proceso. La retroalimentación de los clientes permite mejorar los rendimientos en forma constante.

Los proveedores proporcionan algunos insumos. En el ejemplo de la hamburguesa con queso, el supermercado donde se adquirieron los ingredientes es un proveedor. Es importante establecer parámetros a los proveedores. Si se han de producir rendimientos de alta calidad, son necesarios insumos de alta calidad.



### Un modelo de proceso



Como se observa en el modelo, un proceso transforma los insumos en rendimientos. Por lo general, los proveedores proporcionan algunos insumos. El objetivo de cualquier proceso es satisfacer con éxito a los clientes y sus necesidades. Para lograrlo, es preciso obtener una retroalimentación continua de los rendimientos. Otro objetivo del proceso es entregar rendimientos mejor, más rápido y más baratos que la competencia.

Para pensar más en los insumos, rendimientos, clientes y proveedores intente el estudiante resolver el ejercicio siguiente:

### Ejercicio

Piense el estudiante en un proceso de trabajo en el que se encuentre involucrado. Y después responda a las preguntas siguientes:

- ¿Cuáles son los rendimientos del proceso?
- ¿Representan los rendimientos un producto, servicio, conclusión de una tarea, o alguna combinación de lo anterior?
- ¿Quién recibe los rendimientos? ¿Quiénes son los clientes?
- ¿Son los clientes internos o externos? ¿O ambos?
- ¿Cuáles son algunos de los insumos del proceso?
- ¿Quiénes son algunos de los proveedores de insumos?

### Otras características del proceso

Es preciso cubrir algunos puntos adicionales de los procesos antes de abrir la caja negra de éstos. La mayoría de las empresas están organizadas en líneas departamentales o funcionales. Por ejemplo, una empresa típica tiene un departamento de contabilidad, otro de ingeniería, uno más de capacitación, etcétera. La organización en departamentos o funciones separadas crea una jerarquía funcional. Sin embargo, los procesos no saben de jerarquías funcionales. No son demasiado listos. Hacen cosas estúpidas como atravesar los límites de departamentos y funciones.

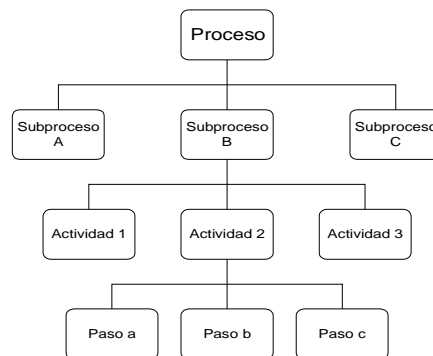
Esta diferencia entre procesos y organizaciones crean muchos problemas. Generan una abundancia de pugnas internas, mala comunicación y una coordinación deficiente. Así mismo provoca situaciones en las que nadie parece tener el control. Todos poseen parte del pastel, pero nadie es dueño del total. Para evitar tal confusión, las empresas comienzan a organizarse en función de los procesos. Están aprendiendo a administrarse en forma multidisciplinaria. Cuando las empresas se organizan de acuerdo a los procesos, empiezan a ocurrir cosas buenas: mejoran la comunicación, la coordinación y la calidad, las cosas se hacen más rápido y en forma más barata.

A veces, las personas dividen a los procesos en distintos niveles. Por ejemplo, es posible dividirlos en subprocesos. El empaque y embalaje se consideran un subproceso del proceso de embarque. Al igual que un proceso, un subproceso tiene sus propios insumos y rendimientos. La única diferencia es que los rendimientos de un subproceso son los insumos del siguiente.

Por ejemplo, un subproceso en el proceso de producción de un artefacto podría consistir en la fabricación de brazos. El rendimiento de este subproceso son los brazos del artefacto. A su vez, la producción de este subproceso de fabricación de brazos se convierte en un insumo del subproceso de ensamble del artefacto. En un subproceso, el brazo del artefacto es un rendimiento. En el siguiente, es un insumo.

Es posible dividir aun más un subproceso en actividades. En el subproceso de producción de brazos de artefactos recién descrito, una actividad podría ser la pintura del brazo. A su vez, las actividades pueden subdividirse en una serie de pasos (ver figura). Más adelante se profundizará más respecto a los pasos.

Es preciso hacer énfasis en un último punto respecto a los procesos. Los rendimientos esenciales del proceso representan un valor real para la empresa. Es preciso recordar que un proceso esencial es la razón de existir de una empresa. A las empresas se les paga por el rendimiento de un proceso esencial: un servicio o producto en particular. Las empresas ganan dinero con los rendimientos de los procesos esenciales.



Sin embargo los insumos cuestan dinero. También la transformación de estos en rendimientos. Es decir, los procesos asimismo cuestan dinero. La utilidad equivale al valor de los rendimientos menos el costo de los insumos y del proceso.

Utilidad = Valor del rendimiento - (costo de insumos + costo de proceso).

Por ejemplo si un producto cuesta 50 lempiras, los insumos valen Lps.20 y el proceso Lps.25, la utilidad se calcula en la forma siguiente:

$$\text{Lps.50} - (\text{Lps.20} + \text{Lps.25}) = \text{Lps.50} - \text{Lps.45} = \text{Lps.5}$$

No obstante, si los costos del proceso se elevan a Lps.35, se origina una pérdida de Lps.5:

$$\text{Lps.50} - (\text{Lps.20} + \text{Lps.35}) = -\text{Lps.5}$$

¿Por qué es tan importante esta idea? El valor que reciben las empresas por rendimientos similares es más o menos igual. Para permanecer competitiva, la empresa A debe vender un producto similar a un precio más o menos igual a las empresas B, C y D. Así es como funcionan las empresas.

Asimismo, el costo de los rendimientos es asimismo fijo. La empresa A pagará más o menos el mismo precio por los insumos y materiales que las empresas B, C y D. También es así como funcionan las empresas.

Parece ser que el único sitio disponible para mejorar las utilidades es el proceso. Mientras más barato sea éste, mayor será la utilidad. Mientras más caro sea aquel menor será ésta. Así de sencillo.

Se observará un ejemplo. Dos empresas, A y B, ubicadas en la misma ciudad, Fabrican artefactos idénticos. Ambas empresas los venden por 35 lempiras la pieza. Cada empresa gasta 40 lempiras en insumos A la empresa A, el proceso cuesta 20 lempiras. Sin embargo, el costo de éste para la empresa B sólo 10 lempiras.

La utilidad de la empresa A es:

$$\text{Lps.35} - (\text{Lps.10} + \text{Lps.20}) = \text{Lps.5}$$

La utilidad de la empresa B es de:

$$\text{Lps.35} - (\text{Lps.10} + \text{Lps.10}) = \text{Lps.15}$$

El costo del proceso de la empresa B es la mitad del de la empresa A. Como resultado, la empresa B logra una utilidad mucho más elevada por artefacto que la empresa A: Lps.15 contra Lps.5. ¿Qué empresa considera el estudiante que es más competitiva? ¿Para cuál de ellas le gustaría trabajar, A o B?

- ☛ **Punto clave** Por lo general, las empresas con costos menores de proceso tienen mayores utilidades. Por ello es tan importante eliminar el desperdicio en el proceso. El desperdicio cuesta dinero. Reduce las utilidades. Eliminarlo permite a las empresas permanecer competitivas y rentables.

### Ejercicio

Dos empresas, X y Y, ofrecen servicios idénticos. La empresa X cobra Lps.40 por sus servicios. La empresa Y cobra Lps.35. Para ambas empresas, el costo de los insumos es de Lps.10. A la empresa X los procesos le cuestan Lps.25. Para la empresa Y, el costo de los procesos es de Lps.15.

- ¿Qué empresa logra más utilidades por llamada de servicio?
- ¿Por cuánto?
- ¿Qué empresa considera el estudiante que es más competitiva?

### Características deseadas del proceso

La meta de cualquier proceso es transformar los insumos en rendimientos con la mayor eficacia, confiabilidad y eficiencia, así como al precio mas bajo que sea posible. En realidad, ¿qué significan estas palabras: eficaz, confiable, eficiente y barato?

Eficacia supone calidad de un rendimiento; su influencia sobre un cliente. Un proceso eficaz satisface las necesidades de los clientes. Los rendimientos de alta calidad constituyen clientes contentos. Y éstos son buenos.

Confiabilidad significa consistencia en el rendimiento del proceso; el nivel de calidad del rendimiento es siempre igual. ¿Ha ido alguna vez el estudiante a un restaurante en el que recibió un servicio y comida excelentes, luego regresó y recibió un servicio pésimo, si bien la comida seguía siendo excelente, y fue allí una tercera vez, sólo para recibir un excelente servicio con una pésima comida? Este es un buen ejemplo de proceso no confiable. Si fuera confiable, el estudiante habría recibido un servicio y comida excelentes las tres veces.

Por lo general, la eficiencia se relaciona con la velocidad del proceso; cuánto tiempo es necesario para transformar los insumos en rendimientos. El tiempo de ciclo es una expresión de la eficiencia del proceso. Este es el tiempo que necesita un proceso para transformar un conjunto de insumos en rendimientos.


La economía es el costo de transformar el conjunto de insumos en uno de rendimientos. Mientras más barato sea el proceso, mayores serán las utilidades. Muchas cosas afectan el costo de un proceso. Un factor es el tiempo de ciclo. El antiguo adagio "el tiempo es oro", es absolutamente cierto. Mientras mayor sea la demora en un proceso, más caro será éste.

Características claves del proceso				
<b>Eficacia:</b> ¿Satisfacen los rendimientos los requerimientos del cliente?	El cliente desea	O		
	El cliente recibe			
<b>Confiabilidad:</b> ¿Cumplen siempre los rendimientos los requerimientos del cliente?	El cliente siempre desea	O	O	O
	El cliente siempre recibe	O	Δ	Φ
<b>Eficiencia:</b> ¿Es aceptable el tiempo de ciclo?	El tiempo del ciclo del proceso es: 4 horas 45 minutos			
	El tiempo del ciclo del proceso debería ser: 1 hora 35 minutos			
<b>Costo:</b> ¿Son aceptables los costos del proceso?	El proceso cuesta: Lps.23 por rendimiento			
	El proceso debería costar: Lps.16 por rendimiento			


Un proceso es la mezcla y transformación de insumos en rendimientos. Al transformar los insumos en rendimientos, se realiza una serie de pasos. Por ejemplo, para elaborar la hamburguesa con queso se

corta la lechuga, se fríe la carne, se derrite el queso, se tuesta el pan, etcétera. Estos se conocen como pasos del proceso. Existen seis pasos básicos del proceso:

Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenaje	Retrabajo
-----------	------------	------------	--------	------------	-----------


Operación 

Es un paso que hace avanzar el proceso de ensamble del artefacto. Cuando se piensa en procesos, la mayoría de las personas piensa en pasos de operación. Estos agregan valor de manera directa a un rendimiento. Cuando el cajero de un supermercado logra leer con éxito el precio de la leche en un scanner, es un paso de operación. Hace avanzar el proceso de cobro y pago de los víveres. El símbolo para un paso de operación es un círculo.

Transporte 

Asimismo, durante el proceso, se mueven las cosas de un punto a otro. Por ejemplo, al ensamblar los artefactos, se va a un estante de partes para obtener algunas de ellas. Después se regresa al banco de trabajo con muchas partes. Cuando se regresa, el operario y las partes del artefacto se desplazan. Este paso de movimiento se conoce como transporte. Esto se refiere a desplazar algo a cambiar la ubicación de algo. El objeto que se mueve puede ser cualquier cosa, incluso el propio estudiante.


Una flecha simboliza un paso de transporte. Sin embargo, la dirección de la flecha carece de significado.

Inspección 

Para continuar con el ejemplo, después de ensamblar el artefacto, éste pasa a control de calidad (CC). Cuando el artefacto ya terminado se desplaza físicamente a control de calidad, es un paso de transporte. Cuando se lo examina allí, se trata de un paso de inspección. Estos incluyen verificar la calidad y la cantidad. Asimismo, pueden incluir la revisión de cosas: por ejemplo, llenar una forma o informe de la empresa. También, los pasos de inspección incluyen autorizar algo. Las inspecciones de calidad y cantidad, las revisiones y las autorizaciones son ejemplos de pasos de inspección. Un cuadrado simboliza un paso de inspección.

Demora  
(no programada) 

En el proceso de ensamble del artefacto, también se pasa algo de tiempo esperando. Este período de espera es asimismo un paso del proceso. Se conoce como paso de demora. Estos no se programan. Por ejemplo, al ir al estante de partes (un paso de transporte), quizá sea necesario esperar el elevador. O tal vez se descomponga una banda transportadora, provocando una espera durante la reparación. Acaso sea necesario esperar a la persona que entrega las partes del artefacto. Todo período no programado o de espera es una demora. Una D alargada es el símbolo de los pasos de demora.

Almacenaje  
(programado) 

Después de aprobar la inspección de calidad, el artefacto pasa a una bodega para su almacenaje antes del embarque final. Este período de almacenaje programado es otro tipo de paso de proceso. Es una clase de demora, pero programada, de modo que se le llama almacenaje. Las demoras no se programan, los almacenajes sí. Por lo general, el almacenaje se refiere a objetos, no a personas. Los artefactos se demoran y almacenan. Las personas sólo se demoran, no se almacenan. El símbolo de los pasos de almacenaje programado es un triángulo invertido.



## Retrabajo



A veces durante el proceso de ensamble de artefactos, Se comete un error y es preciso repetir un paso. Por ejemplo, quizá se coloque un brazo al revés en un artefacto. Regresar para arreglar un error como este es un retrabajo, que consiste en repetir un paso operativo. Recabar dos veces lo mismos datos es otro ejemplo de un paso de retrabajo, al igual que registrar los mismos datos dos veces en una computadora. Por lo general, el retrabajo es a causa de errores humanos, materiales o partes defectuosas, o procesos mal diseñados. El símbolo del retrabajo es un círculo con una R en medio.

En el resto del material, se utilizarán los seis pasos básicos del proceso y sus símbolos. Resolver el ejercicio siguiente. Incluye la identificación de los diversos pasos del proceso.

**Ejercicio: Seleccionar el tipo correcto**

Descripción						
Buscar información						
Ensamblar dos componentes						
Repetir un paso en un proceso						
Mover materiales						
Revisar un informe						
Esperar el inicio de una reunión						
Registrar datos por segunda vez						
Caminar hacia la camioneta de servicio						
Enviar información por telefax						
Almacenar material en un depósito						
Captar los datos una sola vez en su origen						
Efectuar una inspección de control de calidad						
Esperar por un listado de computadora						
Autorizar un formato de solicitud						
Dejar un formato con una charola						
Encontrar una demora no programada						

**Símbolos del proceso**

Una secuencia de procesos se lee de izquierda a derecha, al igual que un manual. Usando los seis símbolos básicos, es posible ilustrar en forma gráfica los pasos de cualquier proceso: Esta secuencia representa un proceso que **contiene siete pasos**. Estos son: Operación, Demora, Transporte, Demora, Inspección, Transporte, Almacenaje



A veces, una secuencia de proceso se dibuja en forma vertical. Cuando esto ocurre, se lee de arriba a abajo: operación, demora, transporte, inspección, transporte, almacenaje:

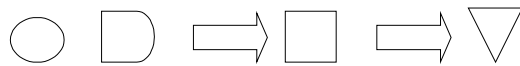




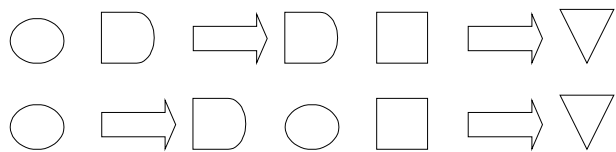
Asimismo, es posible ilustrar de manera gráfica las distintas secuencias del proceso. Existen cinco secuencias básicas:

- Lineal
- Paralela
- Convergente
- Divergente
- Árbol de decisión

Un proceso lineal es aquel en que los pasos son secuenciales. Primero se realiza el paso 1, luego el 2, a continuación el 3, etc. El siguiente es un ejemplo de un típico proceso lineal.

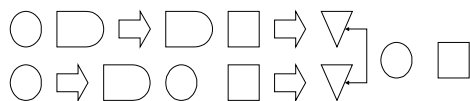


En este caso, el paso 1 es una operación, al que sigue el paso 2, una demora es seguida por el paso 3, un transporte, y así sucesivamente. Los procesos pueden ocurrir también en paralelo. Un proceso paralelo supone realizar dos subprocesos al mismo tiempo. Por ejemplo, en el proceso de ensamble del artefacto, la producción de brazos y piernas son dos procesos paralelos. Es decir, los brazos y las piernas se fabrican al mismo tiempo. Un proceso paralelo se ilustra en la forma siguiente

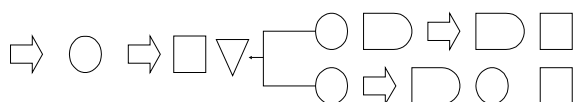


La línea superior representa al subproceso 1. El subproceso 2 está representado por la línea inferior. Se muestran como líneas paralelas, ya que ocurren al mismo tiempo.

Asimismo, los procesos pueden ser convergentes. Un proceso de este tipo contiene dos o más procesos paralelos que convergen, o “se unen” en un solo proceso lineal. Por ejemplo, los subprocesos de fabricar los brazos y las piernas del artefacto pueden unirse en el subproceso de ensamblar el artefacto. Esta fusión de dos subprocesos paralelos en uno solo se conoce como proceso convergente. Luce así:



También los procesos pueden separarse. Un proceso divergente se divide a partir de un proceso lineal, en dos o más procesos paralelos. Por ejemplo, cortar troncos de madera es un proceso divergente para la fabricación de brazos y piernas. En este ejemplo, ambos subprocesos utilizan los mismos rendimientos del proceso de corte de troncos de madera. Los rendimientos de un subproceso alimentan a los otros dos procesos. Un proceso divergente luce así:



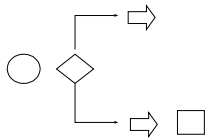


Algunos procesos contienen puntos de decisión. Con base en la decisión que se toma, el proceso puede seguir dos o más caminos distintos. Tales puntos se conocen como árboles de decisión. El símbolo de un árbol de decisión es un diamante:

punto de decisión

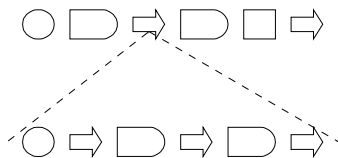


Se verá un breve ejemplo de uso de árboles de decisión. El proceso de una solicitud de seguro de vida es diferente dependiendo de un examen médico inicial. Si el examen es positivo, la solicitud se acepta en forma automática y pasa directamente a facturación. Sin embargo, si los resultados del examen son cuestionables, la solicitud sigue una segunda ruta, mucho más compleja. Esta última puede incluir papeleo adicional, la revisión y aprobación de la dirección. Tal proceso de decisiones se vería así:



Los árboles de decisiones permiten elevar en gran medida la eficiencia de un proceso. Con frecuencia, éste está diseñado para cubrir las excepciones, no las reglas. Es decir, muchas veces se diseñan procesos que cubren el 1% de las posibilidades, no el 99% restante. Con un árbol de decisión, una excepción se convierte en una mera ruta alterna. Se discutirán con mayor detalle los árboles de decisión en el apartado 6.

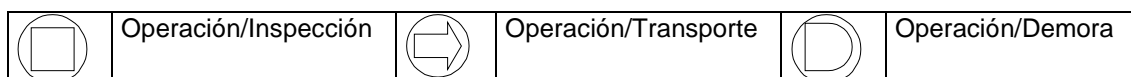
Cuando se ilustra un proceso en forma gráfica, es importante recordar que algunos procesos en una secuencia en realidad representan pasos mayores, o actividades. Por ejemplo ir del punto A al B es un paso de transporte. Es difícil subdividir más a fondo este paso de transporte. Aún se hiciera, no proporcionaría demasiada información adicional. Enviar algo por correo es asimismo un paso de transporte. Sin embargo, este paso puede dividirse con facilidad en varios pasos distintos de proceso. Esta idea compuesta queda ilustrada así:



Este diagrama revela que el paso de transporte consiste de varios otros pasos de proceso: operación, transporte, demora, transporte, etcétera. Muchas veces vale la pena dividir una actividad como enviar algo por correo. Sin embargo, a veces no lo es. Más adelante se profundizará más sobre la elección del nivel adecuado. Sólo es preciso recordar que es indispensable algo de análisis de procesos. Sin embargo, demasiado análisis solo supone perder un valioso tiempo de mejoras.

Una nota final: los pasos de proceso asimismo pueden estar combinados. Por lo general, estos pasos combinados de proceso incluyen un paso de operación en combinación con una inspección, demora o transporte. Combinar los pasos de proceso aumenta la eficiencia del mismo. Se hablará más sobre la combinación de pasos del proceso en el apartado 6.

Los siguientes son algunos de los símbolos típicos de combinación de procesos:









### Desperdicio de proceso

En el apartado 2 se dividió el tiempo en el empleo en trabajo y desperdicio. El trabajo representa pasos de proceso que agregan valor. El trabajo hace avanzar un proceso. El desperdicio representa los pasos que no agregan valor al proceso. El desperdicio añade sólo demoras y costos. Es preciso recordar que la clave para mejorar el proceso es eliminar o reducir el desperdicio.

Si se observan los seis pasos del proceso: operación, transporte, demora, Inspección, almacenaje y retrabajo, sólo los pasos de operación agregan valor en forma directa. Un paso operativo hace avanzar el proceso. Los pasos operativos representan trabajo, que es bueno.

Los otros cinco pasos: transporte, demora, inspección, almacenaje y retrabajo, representan desperdicio. (ver tabla). Sólo agregan costos y demoras. Ninguno de estos cinco pasos hace avanzar de manera directa un proceso. Si se eliminan o reducen, por lo general no se afecta el valor del rendimiento. De hecho casi siempre se eleva.

Paso	Símbolo	Trabajo	Desperdicio
Operación		X	
Transporte			X
Demora (no programada)			X
Inspección			X
Almacenaje (demora programada)			X
Retrabajo			X

Considerar el proceso de ensamble del artefacto. Para obtener las partes de éste, es preciso desplazarse una distancia total de 15 metros. ¿Agregan esos 15 metros valor al artefacto? ¿Se reducirá el valor del rendimiento si se caminan sólo 7 metros? ¿Y si fueran sólo 3 metros? ¿Y qué sucede si no es necesario desplazarse para obtener las piezas? En este caso, eliminar el paso de transporte en realidad agrega valor al rendimiento. Reduce el tiempo de ciclo del proceso, y el tiempo es dinero.

Sin embargo, ¿qué le ocurre al valor del rendimiento si no se ponen brazos al artefacto? Al eliminar un paso operativo - ensamblar brazos - se reduce el valor del rendimiento. ¿Quién quiere comprar un artefacto sin brazos? Los pasos operativos agregan valor a un rendimiento.

En algunos casos no es posible eliminar un paso que no agrega valor. Por ejemplo, no es posible eliminar la distancia de transporte entre los puntos A y B. Tampoco se puede reducir. Sin embargo, a veces sí es factible reducir el tiempo necesario para ir de A a B. Más al respecto después.

La clave para hacer los procesos mejores, más rápidos y más baratos es:

- Identificar los diversos tipos de pasos de un proceso.
- Eliminar o reducir al mínimo todos los pasos de procesos que representan desperdicio.

Es necesario recordar que el desperdicio incluye los pasos de transporte, inspección, demora, almacenaje y retrabajo.

### 3. Análisis y medición de procesos

Existe un antiguo proverbio: “Sin datos, sólo eres alguien más con una opinión”. Esto es especialmente válido cuando se habla de reingeniería de procesos. Cuando se pregunta a los gerentes sobre un proceso, es sorprendente lo poco que saben. ¿Qué pasos supone el proceso? ¿Cuáles son la eficiencia y el tiempo de ciclo? ¿Cuánto cuesta el proceso? ¿Qué áreas están maduras para la mejora? Sin esta información es casi imposible lograr mejoras importantes al proceso. Para realizar estas se requieren datos relativos al proceso.

Una forma sencilla de obtener los datos necesarios es mediante un análisis de proceso. En este apartado, se introducirá el análisis del proceso. El apartado 5 cubrirá la parte práctica del análisis sistemático del proceso.

Un análisis de proceso describe los distintos tipos de pasos que se asocian a un proceso en particular. Identifica los pasos que le agregan valor (es decir, trabajo) y los que no lo hacen (desperdicio). Es preciso recordar que la clave de la reingeniería de procesos es eliminar o reducir al mínimo el desperdicio del proceso. Sin embargo, antes de poder eliminarlo o reducirlo al mínimo, es preciso identificarlo. Un análisis del proceso permite esto: identificar el desperdicio.

Además, un análisis del proceso permite examinar el flujo global de cualquier actividad de trabajo. Los procesos suponen una serie de pasos, y un análisis del proceso permite captar los tipos y el orden específico de éstos. Asimismo, un análisis del proceso permite captar datos cuantitativos, incluyendo:

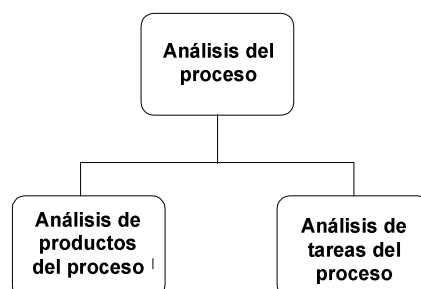
- Cuánto tiempo toma el proceso.
- Cuánto desperdicio contiene.
- Cuántas personas involucra.
- Cuánto cuesta.

Los datos cuantitativos son numéricos. Por ejemplo si se declara que el tiempo de ciclo del proceso es de 2.5 horas, se trata de un dato cuantitativo. Es una medición numérica. Estas mediciones numéricas del proceso se conocen como medidas. Una medida es una medición cuantitativa del proceso. El tiempo, el costo, la distancia y el número de personas son medidas.

Sin embargo, el propósito de un análisis de proceso no es sólo recolectar datos. Más bien, se trata de realizar algún tipo de mejora. Recolectar datos y no hacer nada al respecto supone una pérdida de tiempo y esfuerzo. El propósito final de cualquier análisis del proceso es:

- Elevar la calidad del proceso.
- Aumentar la eficiencia.
- Reducir los costos relativos al proceso.
- Hacer el trabajo más sencillo y menos fatigoso.
- Hacer el trabajo más seguro.

Existen diferentes tipos de análisis del proceso. Se hará énfasis en dos. Uno de ellos se conoce como análisis de tareas del proceso. El otro lleva el nombre de análisis de productos del proceso (ver figura).



Un análisis de tareas del proceso se centra en la actividad humana. Un análisis de productos del proceso se orienta sobre lo que se hace a un objeto.

En un análisis de tareas del proceso, se es "uno" con la persona. En el análisis de productos del proceso, se es "uno" con el objeto.

Pensar de nuevo en el proceso de ensamble de artefactos. Es posible orientar el análisis a lo que hacen los humanos con los artefactos. Asimismo, se puede orientar éste hacia los propios artefactos. Un análisis de tareas del proceso se orienta a lo que alguien hace para ensamblar el artefacto. Tales pasos del proceso pueden incluir el ensamble de partes, caminar para conseguir éstas, buscarlas, llevarlas de regreso a una mesa de trabajo, ensamblar las nuevas partes, inspeccionar el artefacto ensamblado, etc.

Un análisis de productos del proceso se centra en el artefacto y lo que le sucede a éste al ensamblarse. Por ejemplo, el artefacto puede recibir los brazos, viajar en una banda transportadora, retrasarse, mientras se encuentra en una mesa de trabajo, ser inspeccionado, ser transportado a un almacén y guardado allí antes de su embarque.

Los análisis de tareas de productos del proceso revelan secuencias de pasos de proceso. Es posible representar en forma gráfica los pasos por medio de los símbolos del proceso. El proceso de ensamble del artefacto identifica lo que una persona le hace a éste, y consiste de seis pasos:

Ensamblar las partes. Caminar para obtener las partes. Buscar las partes necesarias. Llevar las partes a la mesa de trabajo. Ensamblar las partes. Inspeccionar las partes ensambladas.

Usando los símbolos apropiados, el proceso luce así:



Es posible hacer lo mismo en el análisis de productos del proceso. No obstante, es preciso recordar que esto se centra en un objeto. En este caso, el objeto es el artefacto. El proceso consiste de un artefacto:

Que recibe brazos. Que viaja en una banda transportadora. Que sufre una demora en una mesa de trabajo. Que es inspeccionado. Que es transportado a su lugar de almacenaje. Que es almacenado antes de su embarque.

Estos seis pasos lucen así:



Asimismo, es posible determinar cuánto tiempo requiere cada paso. Por ejemplo, en el anterior análisis de productos del proceso de ensamble del artefacto, obtener los brazos requiere 10 minutos, viajar en la banda transportadora toma 5 y el artefacto permanece 45 minutos en una mesa de trabajo. Con estos datos, es posible calcular información tan útil como el tiempo de ciclo y la eficiencia del trabajo.







En una forma bastante sencilla, se llevó a cabo un análisis del proceso. Este consiste en:

Observar y registrar cada paso del proceso.	Colocar cada paso en su secuencia apropiada.	Identificar cada tipo de paso.	Registrar todas las medidas relevantes.
---	--	--------------------------------	---

Como ayuda para realizar todas estas cosas, es posible utilizar una hoja de trabajo de análisis del proceso. Esta es una sencilla herramienta para recabar los distintos tipos de información que se requieren. La siguiente figura representa una hoja de trabajo de análisis del proceso en blanco.

Una hoja de trabajo de análisis del proceso proporciona un sitio para:







- Describir cada paso del proceso (columna de Pasos).
- Mostrar el símbolo del paso (columna de Flujo).
- Registrar una medida apropiada (columna Min. o Minutos).
- Arreglar los tipos de pasos en su orden correcto (columna de Símbolos Gráficos).

#	Paso	Flujo	Min.	Símbolo en la gráfica					
									
1									
2									
3									
4									
::									

**Hoja de trabajo de análisis de proceso es una eficiente herramienta de recolección de datos.**

Con base en esta información, es posible crear una gráfica sumario de datos. En ésta se resume el número de pasos diferentes en un proceso. Asimismo compila importantes datos cuantitativos.

La siguiente figura representa una hoja de trabajo de análisis del proceso en blanco. Para ilustrar el uso apropiado de las hojas de trabajo de análisis del proceso y las gráficas sumario de datos, se observarán dos ejemplos.

Paso	Símbolo	Pasos	Minutos
Operación			
Transporte			
Demora			
Inspección			
Almacenaje			
Retrabajo			
Total			

**Gráfica sumario de datos simplifica el cálculo de medidas como la eficiencia en el trabajo y el tiempo de ciclo del proceso.**

### Ejemplo 1: Un análisis de tareas del proceso

El apartado 2 presentó varios ejemplos que ilustran la diferencia entre trabajo y desperdicio. Un ejemplo describió a ingenieros de campo dando mantenimiento y reparando un complejo equipo hospitalario de rayos X o imágenes. Para dar mantenimiento y reparar el equipo, los ingenieros deben referirse en forma constante a voluminosos manuales y procedimientos prolongados. Estos materiales de referencia pesan aproximadamente 75 kilogramos. Contienen 7,509 páginas de información. Debido a su peso y tamaño, se encuentran en un anaquel especial en la camioneta de servicio de cada ingeniero. Para buscar la información que requieren, los ingenieros deben realizar varios viajes a la camioneta cada día.

Un alto ejecutivo de la empresa desea conocer cuánto representa este ir y venir a la camioneta, es decir; cuánto le cuesta a la empresa en realidad este paso de transporte. La empresa opera en la parte central del país. Dar mantenimiento y reparar el equipo hospitalario de rayos X e imágenes es un proceso esencial. La empresa emplea a aproximadamente 750 ingenieros de mantenimiento. El trabajo se realiza siguiendo muchos procedimientos. En esencia, un ingeniero sigue los mismos pasos que cualquier otro. En otras palabras, el proceso es esencialmente el mismo para los 750 ingenieros.

Es posible responder a la pregunta de cuánto cuesta llevando a cabo un sencillo análisis del proceso. La orientación central del análisis es hacia un ser humano que hace algo: dar mantenimiento y reparar un equipo. Esto requiere un análisis de tareas del proceso. La medida del proceso es el tiempo. Para obtener los costos, el tiempo se convierte a unidades monetarias.

Se observan seis ingenieros de mantenimiento en diferentes lugares del país. Las observaciones revelan que el proceso de dar mantenimiento y reparar equipo consiste de los siguientes pasos:

Trabajar en el equipo.	Caminar a la camioneta de servicio.	Buscar la información requerida.	Caminar de regreso al lugar de trabajo.
------------------------	-------------------------------------	----------------------------------	---

Quienes analizan las tareas del proceso quedan sorprendidos de cuán similares son los pasos del proceso para cada ingeniero de servicio. Al combinar los seis análisis se genera una hoja de trabajo de análisis de las tareas del proceso típica (ver figura).

Antes de discutir lo que se descubrió, sería bueno hacer notar que es posible subdividir aún más el paso de operación de reparar el equipo de imágenes (pasos 1, 5, 9 y 13). No obstante, para propósitos de este manual, esto no es necesario. Cuando se realiza un análisis del proceso, es preciso seleccionar el nivel adecuado. En este caso, es aceptable consolidar en un solo paso la operación de reparar el equipo de imágenes.

Con base en la hoja de trabajo de análisis del proceso, se construyó una gráfica sumario de datos (ver figura más adelante)










Los datos de sumario revelan que el proceso de dar mantenimiento y reparar el equipo supone 270 minutos de trabajo (pasos de operación). Además, incluye 90 minutos de desperdicio ( $72 + 18 = 90$  minutos) Sobre esta información, es posible calcular la eficiencia de trabajo:







$$\text{Eficiencia de trabajo} = \frac{270}{270 + 90} \times 100\% = 75\%$$

La eficiencia del trabajo es del 75 por ciento. Un eficiencia del 75 por ciento significa que este proceso tiene un importante potencial de mejora.

#	Paso	Flujo	Min.	Símbolo en la gráfica					
1	Reparar el equipo de imágenes		90	●					
2	Caminar a la camioneta de servicio		12		●				
3	Buscar la información		6			●			
4	Regresar al trabajo		12		●				



5	Reparar el equipo de imágenes		75	●					
6	Caminar a la camioneta de servicio		12		●				
7	Buscar la información		6			●			
8	Regresar al trabajo		12		●				
9	Reparar el equipo de imágenes		80	●					
10	Caminar a la camioneta de servicio		12		●				
11	Buscar la información		6			●			
12	Regresar al trabajo		12		●				
13	Reparar el equipo de imágenes		25	●					

Paso	Símbolo	Pasos	Minutos
Operación		4	270
Transporte		6	72
Demora		3	18
Inspección			
Almacenaje			
Retrabajo			
Total		13	360

**Gráfica sumario de datos. Reparar equipo de imágenes.**

Ahora bien, calcular el costo de ir y venir a la camioneta de servicio. El tiempo total de transporte es de 72 minutos. Supone que una hora de trabajo, es decir 60 minutos, le cuesta a la empresa Lps.50. Este total incluye salarios, prestaciones y gastos generales. En un trabajo promedio 72 minutos, es decir, 1.2 horas, se pasan caminando (transporte) para obtener información. Esto se traduce en:

$$1.2 \times \text{Lps.50} = \text{Lps.60 por día}$$

También suponer que un año promedio cuenta con 208 días hábiles. los costos anuales de transporte son:  $208 \text{ días} \times \text{Lps.60} = \text{Lps.12,480 al año}$

La empresa paga Lps.12,480 a los ingenieros de mantenimiento por ir y venir a las camionetas de servicio. Es decir, hay Lps.12,480 de desperdicio. Y esa es la "buena" noticia. La siguiente noticia es de verdad mala!

Ya que hay 750 ingenieros de mantenimiento, es preciso multiplicar Lps.12,480 por 750:

750 ingenieros x Lps.12,480 = Lps.9,360,000 al año

¡Una cantidad impresionante, Lps.9,360,000, de desperdicio! El paso de transporte, ir y venir a la camioneta, le cuesta a la empresa más de Lps.9 millones al año. Y cuando se pregunta cuál es el valor que ese paso agrega al proceso la respuesta es ninguno. Usar la información agrega valor. Obtenerla no. De hecho, obtener la información cuesta aún más que los Lps.9.36 millones ya calculados. No se ha considerado el paso de demora, la búsqueda de información. Ahora se hará eso también.

En un trabajo promedio se pasan 18 minutos ( $6 + 6 + 6 = 18$ ), es decir, 0.3 horas, buscando información. Los costos de demora son:

$0.3 \times \text{Lps.50} = \text{Lps.15}$  al día

Utilizando los 208 días hábiles con que cuenta un año promedio, es posible determinar el costo anual:

$208 \text{ días} \times \text{Lps.15} = \text{Lps.3,120}$

La empresa paga Lps.3,120 lempiras a cada ingeniero de mantenimiento por buscar la información. Es decir; Lps.3,120 de desperdicio.

En este momento es posible calcular el costo anual de cada ingeniero de mantenimiento que busca información. Son:

$\text{Lps.12,480 (transporte)} + \text{Lps.3,120 (demora)} = \text{Lps.15,600}$

El costo total de los 750 ingenieros obteniendo información es:

$\text{Lps.15,600} \times 750 \text{ ingenieros} = \text{Lps.11,700,000}$

La tarea de obtener información, que no agrega valor, supone Lps.11.7 millones en desperdicio. En el apartado 5 se revisará este ejemplo. Se verá la forma de reducir al mínimo el paso de transporte, es decir, el ir y venir a la camioneta de servicio. También se verá la manera de reducir al mínimo el paso de demora, es decir, la búsqueda de la información. Es preciso recordar que la razón de ser de la reingeniería de procesos es eliminar y reducir al mínimo el desperdicio.

Este ejemplo demuestra cuán costoso puede ser el desperdicio para una empresa. Tal vez ir y venir a la camioneta de servicio para obtener información parezca una acción trivial. Es parte del trabajo, ¿no es así? ¡Pero le cuesta a la empresa casi Lps.12 millones al año! Un análisis del proceso permite identificar estas llamadas acciones triviales y comenzar a eliminarlas o reducirlas al mínimo.

Ejemplo 2: Un análisis de productos del proceso\*

Una gran empresa tiene problemas al procesar los formatos de requisición de materiales. La sola obtención de la aprobación inicial parece ser eterna. Después, es preciso fincar el pedido, recibir los materiales y entregarlos en el lugar adecuado.

Estas demoras provocan sólo molestias menores. Sin embargo, a veces una carencia de material detiene toda la operación. Después de un caso así, un alto ejecutivo decidió que era suficiente. Quería conocer la razón de las excesivas demoras. Y también quién era el culpable del problema.

Se lleva a cabo un análisis del proceso de requisición. Este se divide en tres subprocesos:

- Llenado y autorización del formato de requisición.
- Fincar el pedido.
- Recepción y entrega.

Se trabajará en el primer subproceso, llenado y autorización de la requisición; por razones de brevedad, proceso de requisición. El producto final de requisición es una forma llena y aprobada.. La forma llena es un objeto. Debido a que el análisis trata de un objeto, se realiza un análisis de productos del proceso. Como el parámetro que más interesa es el tiempo, éste se utiliza como medida.

Se rastrea una serie de formas de requisición por todo el sistema. Sin embargo, es difícil observar físicamente el procesamiento de un formato.

- "Hola, ¿qué hiciste hoy?"
- "No mucho. Sólo me senté y observé un formato que se quedó en una charola todo el día. Muy interesante."













Para evitar este tipo de cosas interesantes, es posible usar un viajero. Esto es simplemente una bitácora de registro. Permite registrar varios tipos y tiempos de proceso. Se hablará más al respecto en el apartado 5.




Después de recabar varios viajeros, se efectúa un análisis representativo del proceso. En forma interesante, todos los viajeros eran muy similares. La figura (siguiente página) representa la hoja de trabajo de análisis del proceso.

Es de hacer notar que es posible subdividir los pasos de transporte, 2, 6 y 10: envíos del formato. En realidad esta actividad se compone de diversos pasos de proceso. No obstante, para el propósito de este manual, tiene poco objeto realizar la subdivisión. Una vez más, es importante escoger el nivel adecuado de análisis del proceso.

El análisis de productos revela que el proceso de requisición contiene diez pasos: dos operaciones, una inspección, cuatro demoras y tres transportes. La gráfica sumario de datos de la siguiente figura representa los tiempos totales para cada tipo de paso..







Dicha gráfica muestra que, en promedio, el proceso de requisición toma 2,475 minutos, es decir, 41.25 horas. El proceso contiene 28 minutos de trabajo y 2,447 minutos de desperdicio ( $2,160 + 275 + 12 = 2,447$  minutos). La eficiencia del trabajo es de 1 por ciento:

#	Paso	Flujo	Min.	Símbolo en la gráfica					
									
1	Inicio de la forma de requisición		10	●					
2	Envío de la forma a abastecimientos		720		●				
3	La forma permanece en una charola		75			●			
4	Terminación de la forma de requisición		18	●					
5	La forma permanece en una charola		75			●			
6	Envío de la forma a autorización		720		●				
7	La forma permanece en una charola		45			●			

8	Revisión y autorización de la forma		12		●				
9	La forma permanece en una charola		90			●			
10	Envío de la forma a pedidos		720		●				

$$\text{Eficiencia de trabajo} = \frac{28}{28 + 2,447} \times 100\% = 1\%$$

Quizá el estudiante se sorprenda por una eficiencia tan pobre. Sin embargo, no son raras en muchos procesos administrativos. Algunas empresas experimentan eficiencias de trabajo del orden de 0.01 por ciento en los procesos administrativos.

Paso	Símbolo	Pasos	Minutos
Operación		2	28
Transporte		3	2,160
Demora		4	275
Inspección		1	12
Almacenaje			
Retrabajo			
Total		10	2,475

**Gráfica sumario de datos. Forma de requisición**

Este ejemplo permite aprender importantes lecciones. El proceso es de una ineficiencia terrible, pero la operación es bastante eficiente, ya que toma sólo 28 minutos. Cuando se piensa en el proceso, la mayoría de las personas consideran sólo los pasos de operación: lo que alguien le hace a algo. Como se observa en el ejemplo, tales pasos son sólo la punta del iceberg. Son los demás pasos: transporte, demora, inspección y retrabajo, los que hacen ineficientes los procesos.

Además, enfocarse en encontrar alguien a quién culpar no mejorará en gran medida el proceso de requisición. Si se lograra que las personas trabajaran el doble de velocidad, se ahorrarían sólo 20 minutos: 14 en los pasos de operación y 6 en las inspecciones. Sin embargo, si se reducen a la mitad las demoras y transportes, se ahorran 1,361 minutos, es decir, 22.7 horas (ver siguiente cuadro).

Si se reducen	Entonces se pasa de
Los pasos de operación a la mitad	41.25 horas a 40.9 horas
Los pasos de demora y transporte a la mitad	41.25 horas a 21.0 horas

Es por esta razón que las empresas deberán enfocarse en el *qué*, no el *quién*. Por lo general, mejorar el *qué* rinde más beneficios que hacerlo con el *quién*.

Importancia del análisis del proceso

Como lo ilustramos en los dos ejemplos, es posible aprender mucho de un análisis. Por lo general se descubren algunas verdaderas sorpresas, junto con grandes cantidades de desperdicio que es preciso eliminar, e al menos reducir en gran proporción.

Además, un análisis del proceso reemplaza la opinión con hechos. Puede proporcionar mediciones específicas del desempeño del proceso, no sólo opiniones como "¡yo creo que va muy bien!".

Para practicar un análisis del proceso, tratar de resolver el siguiente ejercicio. Es preciso recordar que un proceso consiste de:

- Observar y registrar cada paso del proceso.
- Colocar cada paso en la secuencia apropiada.
- Identificar cada tipo de paso.
- Registrar todas las medidas importantes.

Con base en esta información, es posible crear una gráfica sumario de datos. Con ésta se calculan medidas tan útiles como eficiencia del trabajo, tiempo de ciclo y costo del proceso. Y sobre esta información, a su vez es posible comenzar a realizar importantes mejoras al proceso. Pero se llegará al proceso en los apartados 5 y 6.

### 3. Ejercicio

Para practicar la realización de un análisis del proceso, revisar la siguiente conversación. Recordar que fue algo así:

- "Hola Juan, ¿cómo va el proceso de ensamble de artefactos?"
- "Fantástico, todo va de maravilla."
- "Qué bueno, Entonces, ¿ya se eliminó la mayor parte del desperdicio?"
- "Sí, ya no tenemos desperdicio."
- "Qué bueno. ¿Y cuál es la eficiencia del trabajo?"
- "¿Eh?. No sé"
- "¿Cuánto se redujo el tiempo de ciclo?"
- "No sé."
- "¿Y cuáles son los costos del proceso?"
- "No tengo la más remota idea. ¡Pero es una maravilla de proceso!"

Trate el estudiante de mejorar las respuestas de Juan.

Después de hablar con Juan, Miguel Aguirre, propietario de Artefactos Aguirre, queda un poco inquieto. Quería que Juan le diera datos específicos relativos al proceso, no sólo un puñado de opiniones. Dándose cuenta que es preciso hacer algo, contrató al estudiante como consultor. Quiere saber:

- ¿Cuál es la eficiencia de trabajo del proceso de ensamble de artefactos?
- ¿Cuál es el tiempo de ciclo del proceso?
- ¿Cuál es el costo de mano de obra?

Además, desea ver una hoja de trabajo de análisis del proceso y una gráfica sumario de datos ya completos.

Aceptando el trabajo, el estudiante observa varias veces el proceso de ensamble de artefactos. Asimismo, cronometra cada paso. Los pasos y los tiempos relativos a los mismos, colocados en el orden correcto, son:

- Caminar al estante de partes (2 minutos).

- Buscar piernas (1 minuto).
- Llevar las piernas al lugar de trabajo (2 minutos).
- Colocar las piernas (5 minutos).
- Caminar al estante de partes (2 minutos).
- Buscar brazos (1 minuto).
- Llevar los brazos al lugar de trabajo (2 minutos).
- Colocar los brazos (3 minutos).
- Caminar al estante de partes (2 minutos).
- Buscar cabezas (1 minuto).
- Llevar las cabezas al lugar de trabajo (2 minutos).
- Colocar las cabezas (2 minutos).
- Realizar una inspección de calidad del artefacto ensamblado (2 minutos).
- Llevar el artefacto al estante de artefactos ensamblados (3 minutos).

Una hora de mano de obra, incluyendo todos los costos asociados, representa Lps.40.00.

- Llenar la hoja de trabajo de análisis del proceso.
- Llenar la gráfica sumario de datos.
- Calcular la eficiencia del trabajo.
- Calcular el tiempo de ciclo del proceso.
- Calcular el total de costos de mano de obra por artefacto ensamblado.
- Calcular los costos totales de desperdicio por artefacto ensamblado.
- Responder a la pregunta: "¿Cómo va el proceso de ensamble de artefactos?"
- Eficiencia del trabajo:
- Tiempo de ciclo del proceso:
- Total de costos de mano de obra:
- Costos totales de desperdicio:

*"¿Cómo va el proceso de ensamble de artefactos?"*

#### **4. El método de los siete pasos para el rediseño o la mejora de procesos**

Muchos esfuerzos de reingeniería y mejora de procesos fracasan. ¿Por qué? Porque carecen de un plan. No existe un método para la locura. Las personas se guían sólo por un "yo creo que". Las mejoras se basan en opiniones. no en hechos.

Asimismo, las personas persiguen los muchos triviales: las pequeñas cosas que no representan mucho, si bien pasan por alto las cosas de verdad importantes. Pasan por alto cosas que cuestan a las empresas millones de lempiras, cosas que, si se cambian, pueden mejorar en forma importante el desempeño, cosas susceptibles de mejorar la calidad, acortar los tiempos de ciclo, reducir los costos o de hacer el trabajo más sencillo, seguro y menos exigente.

Para evitar tales fracasos se recomienda un método, es decir una forma sistemática de aplicar la reingeniería de procesos. Es preciso un método capaz de proporcionar resultados cuantificables, que ayude a identificar con rapidez las áreas de mejora que repare lo que está descompuesto y que reduzca el desperdicio en el lugar de trabajo.

El método se conoce como mejora de procesos. Debido a que el nombre es un poco largo se abreviará como método MP. MP son las iniciales de mejora del proceso. El método consta de siete pasos de modo que se le llamará *Método de Siete Pasos de MP*. No se deben confundir los siete pasos del método MP

con los seis pasos básicos del proceso son cosas distintas. Es preciso recordar que los pasos del proceso son operaciones, transporte, demora, inspección, retrabajo y almacenaje. Los siete pasos del método MP son diferentes:

1. Definir los límites del proceso.
2. Observar los pasos del proceso.
3. Recolectar los datos relativos al proceso.
4. Analizar los datos recolectados.
5. Identificar las áreas de mejora.
6. Desarrollar mejoras.
7. Implantar y vigilar las mejoras.

### ➤ **Paso 1: Definir los límites del proceso.**

Para mejorar un proceso, es preciso seleccionarlo primero. De eso se trata el primer paso, de elegir un proceso o subproceso candidato. El paso 1 asimismo supone definir los límites del mismo (es decir, el inicio y el final del proceso). También incluye la identificación de los insumos y rendimientos del proceso.

Por ejemplo, el proceso de ensamble del artefacto comienza con la obtención de las partes y concluye con el artefacto ya ensamblado y listo para su embarque. El rendimiento es el artefacto ensamblado. Los insumos incluyen brazos, piernas, cabeza y otros.

Cualquier proceso es candidato a la reingeniería. Las sugerencias para elegir un proceso apropiado ya son conocidas. Después de elegir un proceso, familiarizarse con él. Discutirlo. Leer sobre él. Andarlo en forma casual.

Asimismo, es preciso determinar el propósito del análisis del proceso en el paso. ¿Cuál es el objetivo:

- Aumentar la eficiencia del proceso reduciendo el tiempo de ciclo del proceso.
- Reducir los costos relativos al proceso.
- Mejorar la calidad o confiabilidad del proceso.
- Hacer el trabajo más seguro.
- Hacer el trabajo más sencillo y menos frustrante.
- Lograr alguna combinación deseable de las metas precedentes.

Una vez determinado el propósito del análisis, elegir las medidas apropiadas. Por ejemplo, si el propósito es reducir el tiempo de ciclo la medida obvia será el tiempo. Reducir la distancia física entre dos procesos puede ayudar a disminuir el tiempo de ciclo. Si el propósito es mejorar la calidad, una medida útil podría ser el número de defectos de cada paso específico del proceso.

Al elegir una medida adecuada, emplear el sentido común. Recabar todo respecto a un proceso puede ser agradable, pero requiere tiempo. Elegir las medidas que se pueden utilizar, incluyendo tiempo, número de defectos o de personas, distancia y costos.

Por último, es preciso determinar el tipo de análisis del proceso que se llevará a cabo. ¿Será necesario un análisis de tareas o de productos del proceso, o ambos?

El paso 1 del método de MP de siete pasos es un inicio. Establece la dirección de los siguientes seis. Al final del paso 1, se habrá.

- Identificado el proceso candidato.
- Determinado el principio y fin del proceso.
- Identificado los insumos y rendimientos del proceso.
- Identificado el propósito del análisis del proceso.
- Elegido las medidas apropiadas.
- Determinado el tipo de análisis (es decir, de tarea o de producto).
- Alcanzado una familiaridad generalizada con el proceso.

### ➤ **Paso 2: Observar los pasos del proceso.**

Luego de concluir los aspectos preliminares, es tiempo de observar el proceso. Es importante hacer énfasis en la palabra *observar*. Esta es una parte muy importante del esfuerzo de mejora de procesos.

Muchos esfuerzos de mejora de procesos consisten de personas que se reúnen en algún rincón y elaboran un flujograma de lo que creen que debería ser el proceso, o de lo que creen que es. Por



desgracia, un proceso es casi siempre distinto de lo que debería ser o de lo que se piensa que es. Cuando las personas describen un proceso sin observarlo en realidad, casi siempre dejan algunas cosas fuera. Por ejemplo, acaso pasen por alto todos los pasos importantes que no agregan valor, incluyendo transporte, demoras, inspección, almacenaje y retrabajo. Por ejemplo, si alguien describiera el proceso de ensamble del artefacto, tal vez sonaría así:

*“Es muy sencillo. Primero se colocan las piernas. Luego los brazos. Por último la cabeza. Después se realiza una rápida verificación de calidad en el ensamble y se coloca el artefacto en el estante de artefactos ensamblados. ¡Eso es todo!”*

Tres de los pasos descritos son operativos. Uno más es de inspección. Esta es una buena descripción de la operación de ensamble del artefacto. Para lograr tal información, es preciso observar el proceso.

Es posible utilizar varias técnicas de observación. Por ejemplo, se puede observar un proceso en forma física. Asimismo es posible grabarlo en vídeo. O bien usar un viajero. Es preciso recordar que un viajero es simplemente un formato para registrar información de los pasos de un proceso. Más adelante en este apartado se presentará un ejemplo de viajero.

**Punto clave** Informar siempre a todas las personas que se les observará. Explicar con exactitud lo que se está haciendo y por qué. Asimismo, asegurar a cada persona que no se trata de una misión de espionaje ni se pretende hacerlos trabajar más rápido. El enfoque de la observación deberá radicar en el qué, no el quién.

Durante el paso 2, el estudiante deberá.

- Identificar y registrar todos los pasos del proceso.
- Hacer una breve descripción de cada paso.
- Arreglar todos los pasos en el orden correcto (es decir, paso 1, 2, 3, etc.)
- Identificar cada paso de proceso por su tipo (es decir, operación, transporte, inspección, etc.).

Como se describió en el apartado 4, una hoja de trabajo de análisis del proceso es una útil herramienta para registrar esta información. La siguiente figura muestra la hoja de trabajo de análisis del proceso de ensamble del artefacto.





















Es de hacer notar cuán distinto es el proceso de ensamble observado del descrito. ¿Se recuerda la descripción?

*“Es muy sencillo: Primero se colocan las piernas. Luego los brazos. Por último la cabeza. Después se realiza una rápida verificación de calidad en el ensamble y se coloca el artefacto en el estante de artefactos ensamblados. ¡Eso es todo!”*

De acuerdo con el proceso descrito, existen:

- Tres pasos de operación o de ensamble.
- Un paso de inspección.

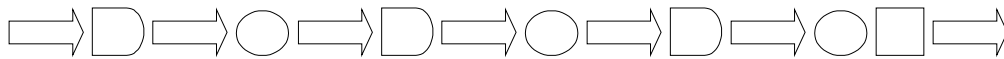
Sin embargo, cuando se observa en realidad el proceso, surge una imagen muy distinta. Se detectan muchos otros pasos que representan desperdicio. Por lo general, observar un proceso supone una información muy distinta a la que se recaba cuando simplemente se escucha a alguien describirlo.

#	Paso	Flujo	Min.	Símbolo en la gráfica					
									
1	Caminar al estante de partes				●				
2	Buscar las piernas					●			
3	Llevar las piernas a la mesa de trabajo				●				
4	Ensamblar las piernas			●					
5	Caminar al estante de partes				●				
6	Buscar los brazos					●			
7	Llevar los brazos a la mesa de trabajo				●				
8	Ensamblar los brazos			●					
9	Caminar al estante de partes				●				
10	Buscar la cabeza					●			
11	Llevar la cabeza a la mesa de trabajo				●				
12	Ensamblar la cabeza			●					
13	Realizar inspección de calidad						●		
14	Llevar el artefacto ensamblado al estante				●				

Una hoja de trabajo de análisis del proceso es una excelente herramienta a utilizar en el paso 2. Proporciona un método bien estructurado para recabar la información correcta. Dependiendo de la situación, quizá se desee crear un diagrama de la visión global del proceso. La orientación va de arriba hacia abajo. Un diagrama de visión global del proceso es útil en entornos que no cubren grandes distancias (por ejemplo, algunos entornos de oficina y de manufactura). Se debe utilizar un diagrama de visión global del proceso en forma adicional a la hoja de trabajo de análisis del proceso. La figura muestra un diagrama de visión global del proceso de ensamble de artefactos.

Como se observa, un diagrama de visión global del proceso es simplemente un mapa del proceso. Indica en dónde se lleva a cabo cada paso. Asimismo ilustra lo que ocurre entre éstos. Los números en el diagrama de visión global del proceso corresponden al orden de los pasos en la hoja de trabajo de análisis del proceso. En la medida que se requiera, es posible agregar información al diagrama de visión global del proceso. Por ejemplo, quizás se deseen añadir las distancias reales que supone cada paso de transporte, o la cantidad de personas que trabaja en cada estación.

Un flujograma del proceso de ensamble de artefactos luce así:



- Observado todos los pasos del proceso.
- Registrado todos los pasos del proceso.
- Identificado el flujo y secuencia del proceso.
- Clasificado todos los tipos de pasos del proceso.

Para apoyar las observaciones, también se requieren datos cuantitativos como tiempo, número de personas, distancia y cantidad de defectos. En el paso 3, sólo se recaban. A veces se combinan los pasos 2 y 3. Por ejemplo si se observa un proceso, muchas veces tiene sentido recabar las medidas al mismo tiempo que la demás información necesaria.

GESTIÓN DE PROCESOS  
José Angel Maldonado 2011























- Calculado todas las medidas del proceso.
- Registrado las medidas en una hoja de trabajo de análisis del proceso.

➤ **Paso 4. Analizar los datos recabados.**

Una vez que se recabaron los datos de los pasos 2 y 3, es hora de analizarlos y resumirlos. No es necesario pasar mucho tiempo en el paso 4. Por lo general, los problemas evidentes surgen sin tener que realizar muchos cálculos. Se obtiene poco al refinar éstos en forma continua.

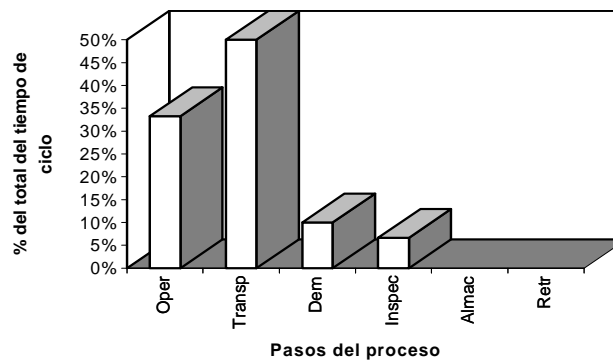
Si se recabaron datos de tiempos, se deberá calcular la eficiencia de trabajo y el tiempo de ciclo del proceso. Asimismo acaso se desee calcular el costo asociado de mano de obra. Una vez más, calcular y resumir lo que tiene sentido.

Una gráfica sumario de datos es una eficaz herramienta para ilustrar los datos recolectados. Al presentar éstos en una gráfica sumario, por lo general se tornan obvias las áreas de mejora.

#	Paso	Flujo	Min.	Símbolo en la gráfica					
									
1	Caminar al estante de partes		2		●				
2	Buscar las piernas		1			●			
3	Llevar las piernas a la mesa de trabajo		2		●				
4	Ensamblar las piernas		5	●					
5	Caminar al estante de partes		2		●				
6	Buscar los brazos		1			●			
7	Llevar los brazos a la mesa de trabajo		2		●				
8	Ensamblar los brazos		3	●					
9	Caminar al estante de partes		2		●				
10	Buscar la cabeza		1			●			
11	Llevar la cabeza a la mesa de trabajo		2		●				
12	Ensamblar la cabeza		2	●					
13	Realizar inspección de calidad		2				●		
14	Llevar el artefacto ensamblado al estante		3		●				

La siguiente figura representa una gráfica sumario de datos del proceso de ensamble de artefactos.

Paso	Símbolo	Pasos	Minutos
Operación	○	3	10
Transporte	→	7	15
Demora	D	3	3
Inspección	□	1	2
Almacenaje	▽		
Retrabado	Ⓡ		
Total		14	30



A veces, una sencilla gráfica de barras es asimismo muy eficaz para resumir los datos. Con base en la gráfica sumario de datos del proceso de ensamble de artefactos, la siguiente figura representa una gráfica de barras que muestra el porcentaje del tiempo total de ciclo para cada tipo de paso.

Al final del paso 4, todos los datos relacionados con el proceso se analizan ("pero no a fondo".) resumen e ilustran en un formato adecuado. Al final del paso 4, se habrá:

- Resumido todas las medidas de cada paso del proceso.
- Concluido una gráfica sumario de datos.

### ➤ **Paso 5. Identificar las áreas de mejora.**

Si se realizaron en forma correcta los pasos 1 a 4, el paso 5 será relativamente sencillo. Ya que la meta de la reingeniería de procesos es eliminar o reducir al mínimo el desperdicio, los primeros objetivos serán siempre transporte, demoras, inspección, retrabajo y almacenaje. Cuando se eliminan o reducen al mínimo estos pasos, es posible comenzar a mejorar los pasos de operación.

Entre los buenos candidatos a objetivos para la mejora se incluyen:

- Pasos de transporte redundantes o innecesarios.
- Pasos de transporte que consumen tiempo.
- Pasos de demora redundantes o innecesarios.
- Pasos de demora que consumen tiempo.
- Pasos redundantes de inspección.
- Todos los pasos de retrabajo.

- Diagramas ineficientes de proceso.
- Secuencias o flujos de proceso ineficientes.

Al buscar áreas a mejorar, se deberán hacer preguntas como:

- ¿Cuál es el propósito o función de este paso?
- ¿Agrega este paso valor al proceso en forma directa?
- ¿Es posible eliminar este paso? Si se elimina, ¿cuál será el efecto en la calidad y confiabilidad del rendimiento?
- Si no es posible eliminar el paso, ¿se puede reducir al mínimo?
- ¿Es posible combinar el paso con uno de operación?

Una vez concluido el paso 5, se identifican y clasifican las áreas de mejora. Con esta información, es posible comenzar la parte de mejora de la reingeniería de procesos. De eso se trata el paso 6. Una vez más, después del paso 5, se habrán:

- Identificado las áreas potenciales de mejora.
- Clasificado las áreas de mejora.

### ➤ **Paso 6. Desarrollo de mejoras.**

El paso 6 supone diseñar y desarrollar en realidad una mejora del proceso. Es la cura para la enfermedad identificada. El apartado 6 discute en detalle las ideas de mejora de procesos. Entre las ideas a considerar se incluyen:

- Eliminar varios pasos del proceso, en especial los que no le agregan valor.
- Reducir al mínimo el tiempo asociado con ciertos pasos.
- Reducir la complejidad del proceso al simplificar éste.
- Combinar varios pasos de proceso.
- Elegir un método alternativo de transporte.
- Cambiar un proceso lineal a paralelo.
- Usar rutas alternas de proceso que se basan en decisiones
- Cambiar la secuencia de pasos del proceso.
- Usar la tecnología para elevar la eficacia o eficiencia del proceso.
- Dejar que los clientes hagan algo del trabajo del proceso.

La frase de ingeniería "eliminar; simplificar y combinar" es un buen consejo. También lo es MES, que significa *¡Mantenlo estúpidamente sencillo!* Mejoras sencillas y de poco costo pueden traducirse en enormes ahorros en calidad, tiempo de ciclo y costos.







Al elegir una mejora del proceso, asegurarse que el remedio no es peor que la enfermedad. Esto reviste especial importancia si se ha de adquirir equipo costoso y de alta tecnología. Quizá sea necesario un análisis de costos y beneficios. De ser así sería bueno contar con la ayuda del departamento de contabilidad.

Una gráfica de antes y después es un método eficaz para documentar los beneficios que se esperan de una mejora propuesta. Compara el proceso antes y después de dicha mejora. La siguiente figura presenta una gráfica de antes y después en blanco, que utiliza el tiempo como medida.

Considerar un ejemplo utilizando la gráfica de antes y después. ¿Recuerda el estudiante el proceso de ensamble de artefactos? El transporte es un objetivo obvio de mejora. Representa aproximadamente el 50 por ciento del tiempo total de ciclo del proceso. Al observar el diagrama de visión global del proceso, la mayoría de los pasos de transporte consisten en ir y venir del estante de partes (ver siguiente figura).











Paso	Símbolo	Antes		Después	
		Pasos	Minutos	Pasos	Minutos
Operación					
Transporte					
Demora					
Inspección					
Almacenaje					
Retrabajo					
Total					

Quizá una mejora podría ser el cambio de ubicación de dicho estante, es decir; modificar el diagrama del proceso. En vez de estar en una habitación separada, los estantes de partes podrían ubicarse directamente por encima de las mesas de trabajo de ensamble del artefacto. Esto elimina todos los pasos de transporte; o en vez de tener dos estantes generales, quizá se podrían tener estantes separados para piernas brazos y cabezas. Al separar los estantes, es posible reducir la demora que supone buscar la parte adecuada. Después de aplicar la reingeniería al diagrama físico del proceso, la gráfica de antes y después podría ser parecida al ejemplo que aparece en el siguiente cuadro.

Al rearmar el diagrama físico, se redujo el tiempo de ciclo en 16.5 minutos. Asimismo se mejoró del 33 al 75 por ciento la eficiencia del trabajo. ¡No está mal!

El paso 6 del método de MP de siete pasos supone desarrollar una mejora apropiada. También incluye calcular los beneficios que se esperan. Después del paso 6, se habrán;

- Desarrollado mejoras específicas.
- Calculado beneficios potenciales.
- Concluido las comparaciones de antes y después.

Paso	Símbolo	Antes		Después	
		Pasos	Minutos	Pasos	Minutos
Operación		3	10	3	10
Transporte		7	15		
Demora		3	3	3	1.5
Inspección		1	2	1	2
Almacenaje					
Retrabajo					
Total		14	30	7	13.5

### ➤ Paso 7. Implantar y vigilar las mejoras.

El paso 7 supone implantar la mejora desarrollada. Es el paso en el que se supone en funcionamiento la mejora. Por lo general, las mejoras al proceso se implantan en una de tres formas:

- Una corrida piloto
- Un cambio completo
- Un cambio gradual

Una corrida piloto es como una prueba. Se prueba y se ve si funcionará. Un cambio completo es simplemente hacer las cosas. Un momento se hace de la forma antigua y al siguiente es de la nueva manera. Un cambio gradual es una transición paulatina hacia la mejora.

¿Cuál es la mejor forma? Depende de varios hechos. depende del costo de la mejora. También de la complejidad y el riesgo de fracaso. Un cambio completo es adecuado para mejoras sencillas del proceso, que es posible implantar de manera sencilla y con poco riesgo de fracasar. Por lo general, los procesos complicados o de alta tecnología requieren de pruebas piloto. Los cambios graduales tienen sentido en mejoras de proceso cuyo fracaso supondría altos costos. Una vez más, el método corregido de implantación depende del costo, la complejidad y la posibilidad de fracaso.

Cada vez que se implanta una nueva mejora al proceso, ésta debe vigilarse. En el paso 6, se creó una gráfica propuesta de antes y después. En el paso 7, es posible desarrollar una gráfica auténtica. Ambas gráficas deberían ser similares. De no ser así, tratar de buscar la razón y realizar acciones correctivas. Una palabra de advertencia no esperar siempre enormes milagros al principio. A veces, es necesario un breve período de ajuste.

El paso 7 consiste en implantar la mejora que se desarrolló. Es el paso de que veamos si funciona. Una vez que se implanta una mejora, también es preciso vigilarla. Después del paso 7, se habrá:

- Identificado el método de implantación
- Implantado el método de mejora.
- Vigilado la mejora.

### Ejemplo 1

Este ejemplo es sobre la gran empresa que se describió en el apartado 4, que tiene problemas al procesar formas de requisición. Parece ser necesaria una eternidad para ordenar los materiales y que éstos se entreguen en el lugar de trabajo.

**Paso 1.** Definir límites del proceso. Se asigna para mejora el proceso de requisiciones. Sin embargo, debido al tamaño de éste, se decide dividirlo en tres subprocesos más pequeños y manejables:

- Llenado y autorización de la requisición.
- Formalizar el pedido.
- Recepción y entrega.

La tarea consiste en mejorar el subproceso de requisiciones. Este comienza al iniciar la forma de requisición y termina con dicha forma llena y aprobada, que se envía al departamento de compras. El rendimiento es una forma de requisición llena y aprobada. El propósito de este análisis de proceso es mejorar la eficiencia al reducir el tiempo de ciclo. La medida elegida es el tiempo. Debido a que el enfoque del análisis es sobre un objeto (es decir, una forma llena), se lleva a cabo un análisis de productos del proceso. Antes de comenzar el paso 2, se recibe una breve descripción del proceso. En forma interesante, todas las personas creen que una persona en particular es responsable de las extensas demoras.

**Paso 2.** Observar los pasos del proceso. Primero, se desarrolla un viajero para acompañar a doce formas de requisición. El siguiente cuadro (incompleto) lo presenta.

Viajero del proceso				
Fecha	Hora de llegada	Hora de salida	Descripción	Iniciales
:	:	:	:	:
:	:	:	:	:
:	:	:	:	:

Se informa a todo el personal dentro del proceso antes de enviar el viajero. Esta información incluye el propósito del estudio, así como todos los tipos de pasos a registrar. Por ejemplo, algunas personas consideran que una forma en una charola es un paso del proceso.

Después de llenar y aprobar las formas de requisición, se recuperan los viajeros. Con base en éstos, ya llenos, es posible desarrollar una hoja de trabajo de análisis del proceso representativa del subproceso de requisición. Esta aparece en la siguiente gráfica combinada con el paso 3.

**Paso 3.** Recabar los datos relativos al proceso Con base en los viajeros llenos, se registran asimismo todos los tiempos cada paso del proceso. Después se desarrolla una hoja de trabajo de análisis del proceso representativa, completa con los tiempos promedio (ver siguiente gráfica).

#	Paso	Flujo	Min.	Símbolo en la gráfica					
1	Inicio de la forma de requisición		10	●					
2	Envío de la forma a abastecimientos		720		●				
3	La forma permanece en una charola		75			●			
4	Terminación de la forma de requisición		18	●					
5	La forma permanece en una charola		75			●			
6	Envío de la forma a autorización		720		●				
7	La forma permanece en una charola		45			●			
8	Revisión y autorización de la forma		12		●				
9	La forma permanece en una charola		90			●			
10	Envío de la forma a pedidos		720		●				

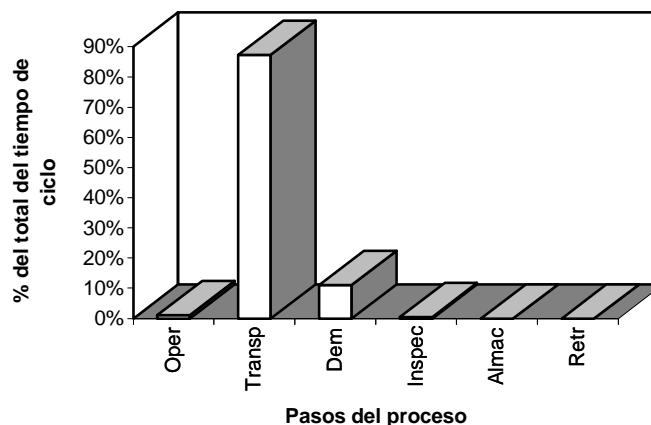
**Paso 4.** Analizar los datos recabados. Con la hoja de trabajo de análisis del proceso, se desarrolla una gráfica sumario de datos (ver cuadro).

Paso	Símbolo	Pasos	Minutos
Operación	○	2	28
Transporte	⇒	3	2,160
Demora	⏸	4	275
Inspección	□	1	12
:	:	:	:
:	:	:	:
Total		10	2,475

Asimismo, se crea una gráfica de barras de los descubrimientos resumidos (ver siguiente figura).

También se calcula la eficiencia del trabajo, del subproceso de requisiciones. Esta es de 1 por ciento;

$$\text{Eficiencia de trabajo} = \frac{28}{28 + 2,447} \times 100\% = 1\%$$



**Paso 5.** Identificar las áreas de mejora. Con base en los datos recabados, es obvio que el subproceso requiere una importante mejora. El lugar obvio para comenzar es la eliminación de todos los pasos de transporte. ¡El sólo envío por correo de las formas supone demasiada demora!

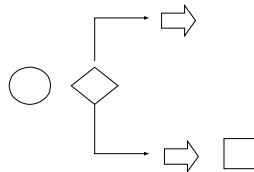
**Paso 6.** Desarrollar mejoras. Ya que el transporte representa el 87 por ciento del tiempo total del ciclo, se comienza a pensar en métodos alternos de transporte. Una respuesta obvia es utilizar las máquinas de telefax, ya que todas las oficinas tienen una.

Asimismo, se observa de nuevo el flujo del proceso, que luce así:



Se cuestiona la necesidad del segundo paso de operación. ¿Por qué es necesario que una persona inicie la forma y otra la concluya? ¿Por qué la primera persona no hace ambas cosas? Cuando se hacen estas tres preguntas, nadie conoce la respuesta en realidad. La respuesta más común es “Así se ha hecho siempre”. Se elimina a la segunda persona que concluye la forma. Ahora, la primera persona la inicia y la concluye. La inspección al final del subproceso es una revisión y autorización, pero sólo la necesita la pequeña parte de las formas de requisición que excede de cierta cantidad de dinero. El resto

de las formas no requiere de revisión y autorización. Cuando se pregunta por qué se envían todas las formas a revisión y autorización, se recibe la respuesta que esto asegura que "¡se aprueben todas las formas que así lo requieran!", este es un ejemplo clásico de diseño de un proceso para la excepción, sin importar si esta ocurre rara vez. Se rediseña el proceso para incluir un árbol de decisión. Si la forma de requisición supera cierta cantidad de dinero, se envía por fax para su revisión y autorización. Si no excede tal suma, se manda directamente a compras. El subproceso rediseñado luce ahora así:



Son de hacer notar los extensos cambios al antiguo proceso, que lucía así:



Siguiendo el método de MP de siete pasos, se eliminó el envío de las formas por el correo de la empresa. Ahora se transmiten por fax. Asimismo, se eliminó un segundo paso de operación al combinar dos operaciones en un solo paso. También se eliminó la inspección, excepto en los casos que de verdad lo requieren. Se llena una gráfica de antes y después para la mayoría de los casos (es decir, para los que no requieren aprobación. Los esfuerzos de reingeniería redujeron el tiempo de ciclo de 2,475 a 24 minutos, un ahorro de 2,451 minutos o casi 41 horas (ver cuadro). La eficiencia del trabajo mejoró asimismo de 1 a 83 por ciento: ¡nada malo para un día de reingeniería de procesos!

Paso	Símbolo	Antes		Después	
		Pasos	Minutos	Pasos	Minutos
Operación		2	28	1	20
Transporte		3	2,160	1	4
Demora		4	275		
Inspección		1	12		
Almacenaje					
Retrabajo					
Total		10	2,475	2	28

**Paso 7.** Implantar y vigilar las mejoras. Se presentan los descubrimientos a la dirección. Los ejecutivos demuestran un gran entusiasmo por la mejora que se sugiere. No se requieren gastos adicionales para la mejora. Asimismo, el riesgo de fracaso es muy pequeño. Como resultado, se implanta un cambio completo al nuevo subproceso de requisición que se rediseñó. La vigilancia subsecuente del proceso no revela problemas. De hecho, trabaja muy bien.