

La Mejora Continua

Índice

1	Mejora Continua.....	3
2	El ciclo PHVA de Shewhart.....	4
3	Equipos de Mejora.....	5
3.1	Composición de los Equipos de Mejora	5
3.2	Proceso de resolución de mejoras	6
3.3	La “Tormenta de ideas” o <i>Brainstorming</i>	8
4	Las 7 Herramientas Básicas de la Calidad	9
4.1	Hoja de control.....	10
4.2	Histograma	13
4.3	Gráfico de Pareto.....	14
4.4	Diagrama de causa y efecto	17
4.5	Estratificación.....	20
4.6	Diagrama de correlación y dispersión	21
4.7	Gráfico de control.....	23
5	Conclusiones.....	25
6	Referencias Bibliográficas	26

Objetivos

- Entender en qué consiste la mejora continua y el valor añadido que aporta a las empresas.
- Conocer qué son los Equipos de Mejora y su utilidad en la mejora continua.
- Conocer la metodología a seguir en un proceso de mejora.
- Conocer y saber usar herramientas básicas útiles en la resolución de problemas de mejora de la calidad.

1 Mejora Continua

La **Mejora Continua** constituye uno de los principios de la Gestión de la Calidad Total. Se puede definir como una actividad recurrente destinada a aumentar la capacidad para cumplir los objetivos y expectativas de las organizaciones.

La mejora continua debe alcanzar a todos los campos (los productos, la eficiencia de los recursos y los procesos, etc.).

El concepto de mejora continua guarda relación con el hecho de que nada puede considerarse como algo terminado o mejorado en forma definitiva. Por un lado, aunque la excelencia no sea alcanzable, su búsqueda permitirá al menos ser mejor que la competencia. Por otro lado, la realidad es cambiante: la demanda del mercado, los productos comercializados, los medios productivos (materias primas, maquinaria o mano de obra), y los procesos. En consecuencia, se está siempre en un proceso de desarrollo y cambio, con posibilidades de mejorar. En la medida que el desarrollo y cambio no paran, se requiere que la mejora sea continua, es decir, un ciclo ininterrumpible.

Lo deseable es mejorar un poco cada día, y **convertirlo en un hábito**, en vez de dejar las cosas tal como están, o abordar mejoras ocasionalmente, sin regularidad y con altibajos. Lo peor es un rendimiento irregular. Cuando se detecta un problema, la solución ha de ser inmediata. Su demora podría ocasionar consecuencias indeseadas.

La **mejora continua** requiere el liderazgo de la dirección, la centralización de su gestión, la implantación de un Sistema (objetivos, organización, procedimiento y metodología, planificación, etc.), la formación y motivación continua de la organización, y la participación activa de todas las personas.

"Mejora mañana lo que no puedas mejorar hoy, pero mejora todos los días".

Hay diferentes metodologías para abordar la mejora continua. De todas ellas, la más sencilla y utilizada es el **ciclo PHVA**. También hay otras más amplias o complejas, como Seis Sigma o Lean Management.

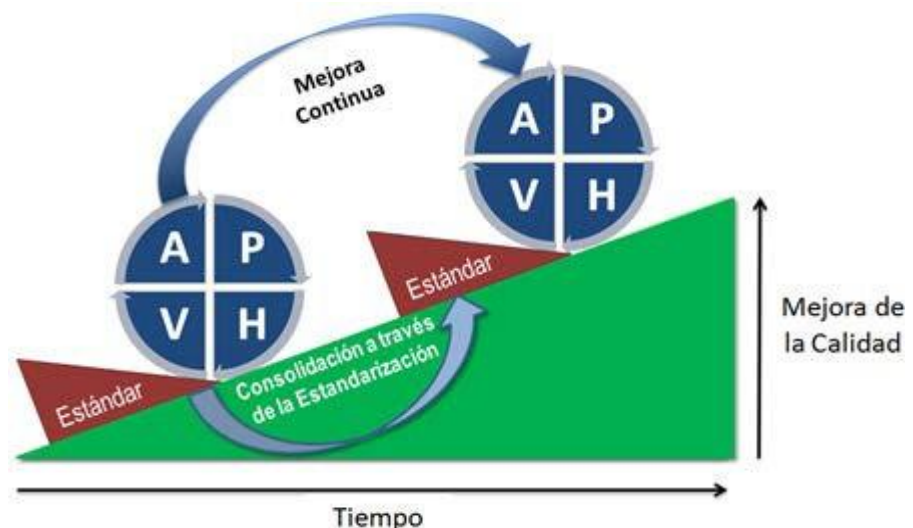
2 El ciclo PHVA de Shewhart

El **ciclo PHVA** debe su nombre a las iniciales de sus 4 fases (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar). También se le conoce como **ciclo PDCA** (*Plan, Do, Check y Act*) o **ciclo Deming** (aunque desarrollado por W. Shewhart, su mayor difusor fue W. E. Deming).

El **ciclo PHVA** es utilizado para lograr la mejora continua de la calidad. Consiste en la secuencia de los siguientes 4 pasos o fases:

- **Planificar:** Identificar el problema a resolver o la mejora a abordar, establecer los objetivos a alcanzar y los medios para conseguirlos, y determinar los indicadores de control.
- **Hacer:** Aplicar de forma controlada el plan establecido, recogiendo los datos para la verificación de la mejora.
- **Verificar:** Comprobar los resultados del plan concebido e implantado y compararlos con los objetivos de mejora establecidos. La verificación debe ser objetiva y sobre los datos reales medidos.
- **Actuar:** Analizar y corregir las posibles desviaciones detectadas o, en su defecto, estandarizar y consolidar la nueva forma de hacer para que los resultados sean mejores.

La repetición del ciclo de PHVA permite que el proceso de mejora sea continuo, fijándose cada vez objetivos más ambiciosos.



Los objetivos de mejora de las empresas suelen establecerse y abordarse periódicamente (habitualmente, períodos de un año) dentro de su sistema de gestión de la calidad. Normalmente se corresponden mejoras relacionadas con los procesos.

Pero hay problemas y mejoras que por su tipología (por ejemplo, fallos repetitivos de calidad, no conformidades en los productos o procesos, reclamaciones de clientes, etc.), resulta más adecuado resolverlos mediante equipos de personas expertas puestas expreso para tal cometido. Son los llamados **Equipos de Mejora**.

3 Equipos de Mejora

Los **Equipos de Mejora** se constituyen para solucionar un problema o mejora concreto, y se disuelven una vez que se ha resuelto.

Estos grupos están integrados por los operarios porque son los que antes y mejor conocen los problemas que afectan a su puesto de trabajo (ellos sufren las consecuencias directas) y por lo tanto son los que están en condiciones mejores para solucionarlos. El efecto grupo permite multiplicar los esfuerzos y aportaciones individuales, al presentar puntos de vista, experiencias y conocimientos diferentes pero complementarios.

Otros valores de los Equipos de Mejora son el permitir a los trabajadores contribuir mediante su intelecto, y el ser un factor de realización personal y motivante que contribuye al desarrollo profesional y compromiso con el trabajo.

3.1 Composición de los Equipos de Mejora

Para conseguir que un **Equipo de Mejora** sea eficaz es preciso que:

- El grupo tenga un número de integrantes manejable (< 10 personas).
- No ha de incluir personas que no tengan interés en participar en el Equipo de Mejora (la participación es voluntaria).
- Todos los miembros del grupo tengan conocimientos sobre el problema o mejora que se va a trabajar.
- El grupo sea heterogéneo de manera que estén representadas distintas visiones de la mejora a resolver.

Un Equipo de Mejora es un grupo reducido de trabajadores reunidos para resolver un problema.

- Cuando el problema o idea de mejora es presentada por un equipo de trabajo, dicho equipo o una representación del mismo debe formar parte del Equipo de Mejora.
- El grupo ha de ser homogéneo en cuanto a su nivel jerárquico dentro de la organización y evitar que esté jerarquizado o mediatizado por la jerarquía de la empresa.
- El grupo ha de estar organizado. Es necesaria la existencia de un líder responsable de coordinar al equipo y de apoyar a los participantes en la aplicación de las técnicas y herramientas de resolución de problemas. La elección del líder por los miembros del equipo, facilitará su trabajo.
- Los integrantes del grupo estén formados en:
 - **Técnicas de grupo** (proceso de resolución de problemas, participación en sesiones de “tormenta de ideas”, respeto a los demás y a sus opiniones, etc.).
 - **Técnicas de análisis de problemas** (7 herramientas básicas de calidad, etc.).
 - **Técnicas de liderazgo** (formación necesaria para los líderes de equipos de mejora).

3.2 Proceso de resolución de mejoras

El proceso de resolución de problemas o realización de mejoras consta de las siguientes fases:

1. Captación de problemas (existentes o potenciales) y oportunidades de mejora.

Consiste en identificar problemas y oportunidades de mejora de interés para la empresa. Esta identificación puede provenir de:

- No conformidades en productos o procesos, reclamaciones de clientes o no conformidades de auditorías de calidad.
- La detección en la gestión de la calidad (por los responsables de calidad, los responsables de procesos o subprocesos, operarios, etc.).
- Encuestas y entrevistas al personal de la empresa.
- Propuestas directas de los trabajadores.

El problema a resolver o mejora a realizar deben ser definidos de forma clara y precisa.

2. Priorización y selección de los problemas y mejoras.

Los problemas y mejoras identificados se priorizan en función de su incidencia negativa para la consecución de los objetivos de la empresa o las ventajas competitivas que la solución o mejora puedan aportar. Una vez priorizados, se van seleccionando las mejoras a resolver en cada momento.

3. Definición del problema o mejora.

Hay que definir el problema o mejora con la mayor precisión y claridad posible, así como los objetivos buscados con su resolución.

Para la definición del problema se recurre a preguntas abiertas como Qué, Quién, Por qué, Cuándo, Dónde, Cómo, conocidas en inglés como **5W+H** (*What, Who, Why, When, Where, How*).

4. Identificación y análisis de las causas del problema o mejora.

En esta fase se **buscan las causas, se clasifican, se analizan y se seleccionan** aquellas que tienen una mayor incidencia en el problema y se procura verificar la importancia de esas causas mediante la experimentación.

En la búsqueda de las causas se puede recurrir a la “Tormenta de ideas”. La clasificación de las causas se puede hacer mediante el Diagrama de causa y efecto. El análisis se puede servir de herramientas como la Estratificación, el Histograma, el Diagrama de correlación y dispersión o el Gráfico de control. La selección, a su vez, puede recurrir al Gráfico de Pareto.

En la medida que cualquier análisis ha de ser objetivo y sustentarse en datos reales, se pueden usar hojas de control.

5. Búsqueda de posibles soluciones.

En esta fase se trata de encontrar una solución a cada una de las causas identificadas (para ello se puede recurrir a la “tormenta de ideas” o a la interrogación sistemática: Qué, Cómo, etc.), y de agrupar las soluciones dadas a las distintas causas, con el objeto de ofrecer recomendaciones globales.

6. Definición de los criterios para la elección de la solución.

En esta fase se establecen y valoran los criterios, o los parámetros y medidas que permitan decidir cuál de las distintas soluciones planteadas puede ser la más válida. Con este propósito se puede recurrir a los objetivos de la mejora, la “tormenta de ideas”, la votación, el consenso, la opinión de expertos, etc.

La búsqueda de las causas de los problemas debe ser un proceso analítico.

7. Confrontación de soluciones y criterios.

En esta fase, a través de diagramas o cuadros específicos se confrontar las soluciones aportadas con los criterios de valoración establecidos.

8. Selección de la “mejor solución”.

Tras la confrontación de soluciones y criterios, se procede a elegir la solución que mejor cubra los criterios o requisitos establecidos. La **solución** elegida debe estar **sustentada, razonada y documentada** suficientemente si se desea que **sea aceptada** por quien tiene el poder de decisión para que se implante.

9. Implantación de la solución.

Una vez que la solución propuesta es aceptada, se procede a su implantación. El plan de implantación debe contemplar:

- La **solución** adoptada.
- Las **acciones** a emprender.
- La asignación de **responsabilidades**.
- Los **recursos** a emplear.
- El **plazo** de realización previsto.

10. Seguimiento y evaluación de la solución o mejora.

Implantada la solución, debe hacerse un seguimiento para comprobar que, en la práctica, la solución o mejora resulta eficaz.

11. Estandarización de la mejora.

Una vez asegurado que la solución o mejora realmente es beneficiosa y cumple los objetivos buscados, debe estandarizarse.

La estandarización consiste en modificar los procedimientos habituales de trabajo para incluir la solución o mejora aprobada y validada.

3.3 La “Tormenta de ideas” o *Brainstorming*

La “Tormenta de ideas” o *Brainstorming* es una técnica en la que un grupo de personas generen un gran número de ideas sobre un tema de interés (por ejemplo, la identificación de problemas a resolver por el grupo, la búsqueda de posibles causas del problema, la determinación de posibles soluciones, etc.).

En necesario verificar en la práctica la idoneidad de la solución elegida.

El **objetivo** del uso de esta herramienta es disponer del mayor número de ideas en relación con el tema de interés.

Las **ventajas** de la “tormenta de ideas” son:

- Complementar las visiones de un problema, y que se vislumbren nuevas perspectivas que enriquezcan las ideas aportadas.
- Potenciar la participación y creatividad de un grupo de personas para un objetivo común.
- Cohesionar el grupo y aumentar su compromiso con los resultados.

La **metodología** de la “tormenta de ideas” es la siguiente:

1. Nombrar un **moderador**.
2. **Definir el tema** objeto de la sesión de aportación de ideas.
3. Cada participante **aporta ideas por turno**. Se pueden utilizar ideas aportadas por otros para generar nuevas ideas.
4. Preparación de una **lista resumen de las ideas** aportadas.
5. En caso de que sea preciso **seleccionar** una sola idea entre todas las aportadas, puede realizarse mediante votación.

Para que la “tormenta de ideas” resulte eficaz es necesario cumplir unas **normas**:

- Ninguna idea se discute durante la fase de exposición.
- Se habla en orden rotatorio. Una idea por intervención. Si no se tienen ideas, se puede pasar.
- Se dan tantas vueltas pidiendo ideas como sean necesarias.
- Nadie debe temer dar una idea atrevida.
- Hay que respetar las ideas ajenas. Nada es una tontería.

La “tormenta de ideas” es una técnica para generar muchas ideas sobre un tema.

4 Las 7 Herramientas Básicas de la Calidad

La toma de decisiones en las empresas debe basarse en el análisis de datos objetivos y fiables. Las decisiones tomadas a partir del análisis de datos reales y fiables serán más eficaces que las que pudieran ser fruto de la intuición.

Existen técnicas específicas de resolución de problemas en las que se ayuda de herramientas simples y probadas, como **las 7 herramientas básicas de la calidad** desarrolladas por Kaoru Ishikawa.

Las 7 herramientas básicas de la calidad constituyen un conjunto de instrumentos para la recopilación sistemática de datos y el análisis de resultados. Cada herramienta tiene una utilidad diferente. Pueden usarse de manera individual, pero tienen mayor potencial usadas en grupo.

K. Ishikawa consideraba que el 95% de los problemas de las empresas pueden ser resueltos con **las 7 herramientas básicas** para el control de la calidad. Estas 7 herramientas básicas son las siguientes.

4.1 Hoja de control

Las Hojas de Control son formularios destinados a registrar la información sobre parámetros o características que se quieren controlar. Por ejemplo, los valores que va tomando un parámetro de un producto (ejemplo: la desviación en el peso de las unidades de pan elaboradas que teóricamente deben pesar 150 grs.), el tiempo de realización de una operación (tiempo que requiere cada vez que se realiza una determinada operación del proceso de fabricación de un determinado producto), etc. También se las conoce como Check Lists.

Los **objetivos** de la hoja de control son:

- Facilitar la recolección de datos.
- Organizar los datos para que puedan analizarse con facilidad.
- Organizar automáticamente los datos de manera que puedan usarse con facilidad más adelante.
- Es el punto de partida para la aplicación de otras herramientas, como por ejemplo los Histogramas o los Gráficos de Control.

Las **ventajas** de la hoja de control son:

- Proporciona datos fáciles de comprender y que son obtenidos de forma simple y eficiente.
- Refleja rápidamente las tendencias y patrones derivados de los datos.
- Proporciona registros históricos, que ayudan a percibir los cambios en el tiempo.

Las Hojas de Control son formularios para registrar la información de las características que se quieren controlar.

- Facilita el inicio del pensamiento estadístico.
- Permite traducir las opiniones en hechos y datos.

La **metodología** de elaboración y aplicación de la hoja de control es:

1. Identificar el efecto a seguir.
2. Definir el alcance de los datos a recoger.
3. Fijar la periodicidad de los datos a recolectar.
4. Diseñar el formato de la hoja de recogida de datos, de acuerdo con la cantidad de información a recoger.

Ejemplo:

Una máquina automática de corte de barras de acero se ha programado para el corte de vástagos cilíndricos destinados a fabricar espárragos roscados en sus dos extremos. La longitud especificada para los vástagos es de 70 mm., con una tolerancia de ± 2 mm.

La especificación de la máquina asegura que opera con una desviación inferior a 1 mm. Se quiere medir la longitud de 50 vástagos cortados, seleccionados aleatoriamente, para asegurar si la máquina funciona correctamente o necesita ser ajustada y calibrada.

Para registrar las desviaciones en las longitudes medidas de los 50 vástagos elegidos se ha preparado la hoja de datos de la figura (se han incluido, marcadas en rojo, las medidas registradas).

HOJA DE CONTROL

Producción: Espárragos roscados de 50 mm.

Operación: Corte de pernos

Máquina: 34-12C

Parámetro a controlar: Desviación de la longitud del perno cortado (mm.)
(la longitud debe ser de 50 mm.)

Inspector: Rodolfo Santos

Fecha: 14 de mayo de 2015

DESV.	FRECUENCIA										TOTAL
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	
-1,0											
-0,9											
-0,8											
-0,7											
-0,6											
-0,5	X										1
-0,4	X										1
-0,3	X										1
-0,2	X	X	X	X	X						5
-0,1	X	X	X	X	X	X	X	X	X		9
0,0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	12
0,1	X	X	X	X	X	X	X	X	X		10
0,2	X	X	X	X	X						5
0,3	X	X	X								3
0,4	X										1
0,5	X										1
0,6											
0,7											
0,8											
0,9											
1,0											

Los Histogramas son gráficos que muestran las veces que se repiten los valores registrados en mediciones sucesivas.

4.2 Histograma

Los Histogramas son diagramas o gráficos que muestran el número de veces que se repiten los valores registrados cuando se realizan mediciones sucesivas. Su uso está recomendado como análisis inicial en todas las tomas de datos que corresponden a una variable continua.

Los **objetivos** del histograma son:

- Dar una visión clara y sencilla de la distribución de los datos para poder interpretarlos.
- Ayudar a comprender la tendencia central, dispersión y frecuencias relativas de los distintos valores.

Las **ventajas** del histograma son:

- Muestra grandes cantidades de datos con una visión clara de su distribución.
- Ayuda a comprender la tendencia central, dispersión y frecuencias relativas de los distintos valores.
- Permite transmitir información sobre un producto o proceso de forma precisa e inteligible.

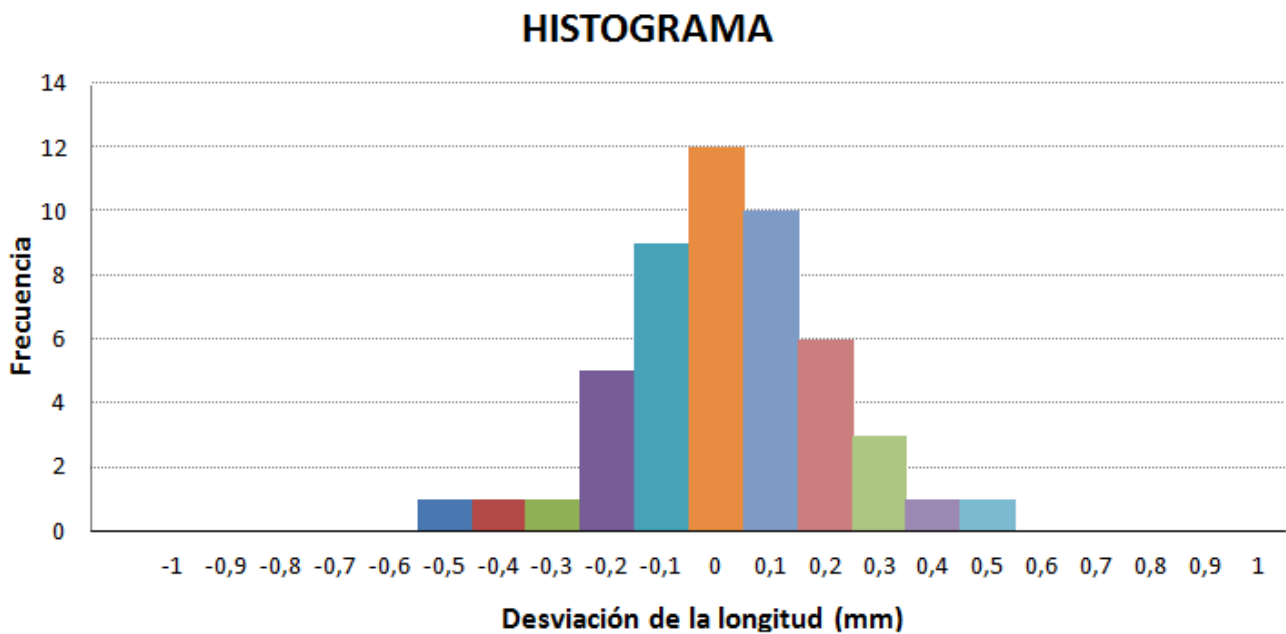
La **metodología** a seguir en la elaboración de un histograma es:

1. Determinar el rango de los datos (dato mayor menos dato menor).
2. Establecer las clases o intervalos de valores a representar (número de barras).
3. Establecer la longitud de clase (el rango dividido por el número de clases).
4. Construir los intervalos de clases (resulta de dividir el rango de los datos en intervalos iguales entre las clases).
5. Graficar el histograma (en caso de los gráficos de barras, las bases de las barras son los intervalos de clases y la altura son la frecuencia de las clases. Si se unen los puntos medios de la base superior de los rectángulos de cada clase se obtiene el polígono de frecuencias).

Los Histogramas dan una visión clara y sencilla de la distribución de los datos para poder interpretarlos.

Ejemplo:

Retomando el ejemplo de la máquina de corte de vástagos de 50 mm., los datos registrados sobre la desviación en la longitud de corte en las 50 muestras medidas se pueden mostrar en forma de histograma.



De forma sencilla y clara se puede observar que la longitud a que la máquina corta los vástagos está dentro de las tolerancias de la máquina y además bastante centradas (corte muy uniforme).

4.3 Gráfico de Pareto

También conocido como “Gráfico 80-20”. Recibe su nombre en honor del sociólogo y economista Vilfredo Pareto que, a partir de los datos empíricos del estudio de la población de su época, enunció el **Principio de Pareto o Regla del 80-20** según el cual un grupo minoritario del 20% de población, ostentaba el 80% de algo y el grupo mayoritario, formado por un 80% de población, el 20% de ese mismo algo.

Según el Principio de Pareto, el 20% de los procesos originan el 80% de los defectos.

El principio de Pareto se ha aplicado con éxito en otros ámbitos como el control de la calidad (el 20% de los procesos originan el 80% de los defectos). Los valores de 80 y 20 son arbitrarios, y pueden variar. Sustancialmente el principio indica que unos pocos (procesos, por ejemplo) son el origen de muchos (por ejemplo, defectos). Así, de forma relativamente sencilla, aparecen los distintos elementos que participan en un fallo y se pueden identificar los problemas realmente relevantes, que acarrearán el mayor porcentaje de errores.

El Gráfico de Pareto es un gráfico de barras verticales, de los factores sujetos a estudio, ordenados decrecientemente desde el más importante (barra más alta). En definitiva, se trata de un histograma con los datos ordenados por su frecuencia de mayor a menor.

Se elabora recogiendo datos del número de diferentes tipos de no conformidades, reclamaciones, o pérdidas, junto con sus frecuencias de aparición.

De todos los posibles factores de estudio, el análisis se limitará a aquellos cuya suma de frecuencias, supongan un porcentaje relevante (el “80%” del principio de Pareto).

El **objetivo** del gráfico de Pareto es:

- Evidenciar los problemas más importantes en los que deben concentrarse los esfuerzos de mejora y la prioridad con que deben abordarse.

Las **ventajas** del gráfico de Pareto son:

- Proporciona una visión rápida de la importancia relativa de los problemas.
- Centrarse en las causas de mayor impacto en los defectos que se originan.

La **metodología** de confección de un gráfico de Pareto es:

1. Seleccionar las categorías y período de tiempo para el análisis a realizar.
2. Reunir datos (se puede recurrir a hojas de control).
3. Totalizar los datos de cada categoría.
4. Calcular el porcentaje del total que cada categoría representa.
5. Ordenar las categorías desde la de más datos a la de menos.
6. Trazar los ejes de abscisas y ordenadas (hay dos ejes de ordenadas).
7. Trazar la escala del eje de ordenadas izquierdo para frecuencia (de 0 al total, según se calculó anteriormente)

El objetivo del Gráfico de Pareto es evidenciar los problemas más importantes en los que se debe concentrar la mejora.

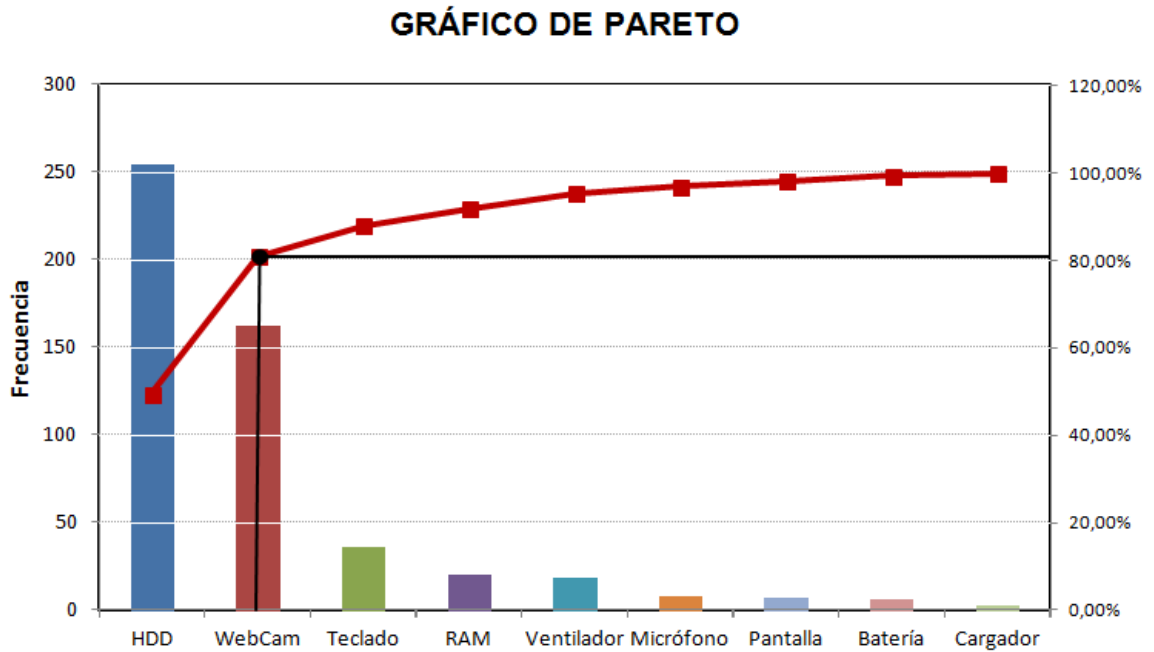
8. De izquierda a derecha trazar las barras para cada categoría en orden descendente. Si existe una categoría “otros”, debe ser colocada al final, sin importar su valor. Es decir, que no debe tenerse en cuenta al momento de ordenar de mayor a menor la frecuencia de las categorías.
9. Trazar la escala del eje vertical derecho para el porcentaje acumulativo, comenzando por el 0 y hasta el 100%.
10. Trazar el gráfico lineal para el porcentaje acumulado, comenzando en la parte superior de la barra de la primera categoría (la más alta)
11. Analizar la gráfica para determinar las pocas categorías (las que equivaldrían al 20% del principio de Pareto) que ocasionan la mayor parte de los efectos o resultados (lo que se correspondería con el 80% del principio de Pareto).

Ejemplo:

Los 528 fallos reportados por los clientes de un determinado modelo de ordenador portátil lanzado el último año se distribuyen de la manera siguiente: 7 de la pantalla, 254 se deben al disco duro (HDD), 20 a la memoria RAM, 18 al ventilador de refrigeración del microprocesador, 36 al teclado, 162 a la webcam, 8 al micrófono, 6 a la batería y 3 al cargador de la batería.

FALLOS EN ORDENADOR PORTÁTIL			
Fallo	Frecuencia	%	% Acumulado
HDD	254	49,42%	49,42%
WebCam	162	31,52%	80,93%
Teclado	36	7,00%	87,94%
RAM	20	3,89%	91,83%
Ventilador	18	3,50%	95,33%
Micrófono	8	1,56%	96,89%
Pantalla	7	1,36%	98,25%
Batería	6	1,17%	99,42%
Cargador	3	0,58%	100,00%
TOTAL	514		

Trasladados los datos de la tabla a un Gráfico de Pareto:



Los dos elementos con más defectos (22% de los elementos que fallan) suponen el 80,93% del total de fallos. Solventadas las causas de fallo del Disco Duro y la WebCam, se evitarían más del 80% de los fallos.

4.4 Diagrama de causa y efecto

También llamado **Diagrama de Ishikawa (por su creador) o Diagrama de espina de pescado** (por su aspecto visual).

Esta herramienta facilita la identificación de los factores o causas de una característica de calidad (efecto). Para ordenar el análisis, las posibles causas se clasifican en diferentes grupos o categorías. Las categorías a considerar vienen condicionadas por el tipo de efecto a analizar. Entre las más usadas están las 4M (Mano de Obra, Materia prima, Máquinas, Metodología) y las 5M (añade Medio ambiente).

Los **objetivos** del diagrama de causa y efecto son:

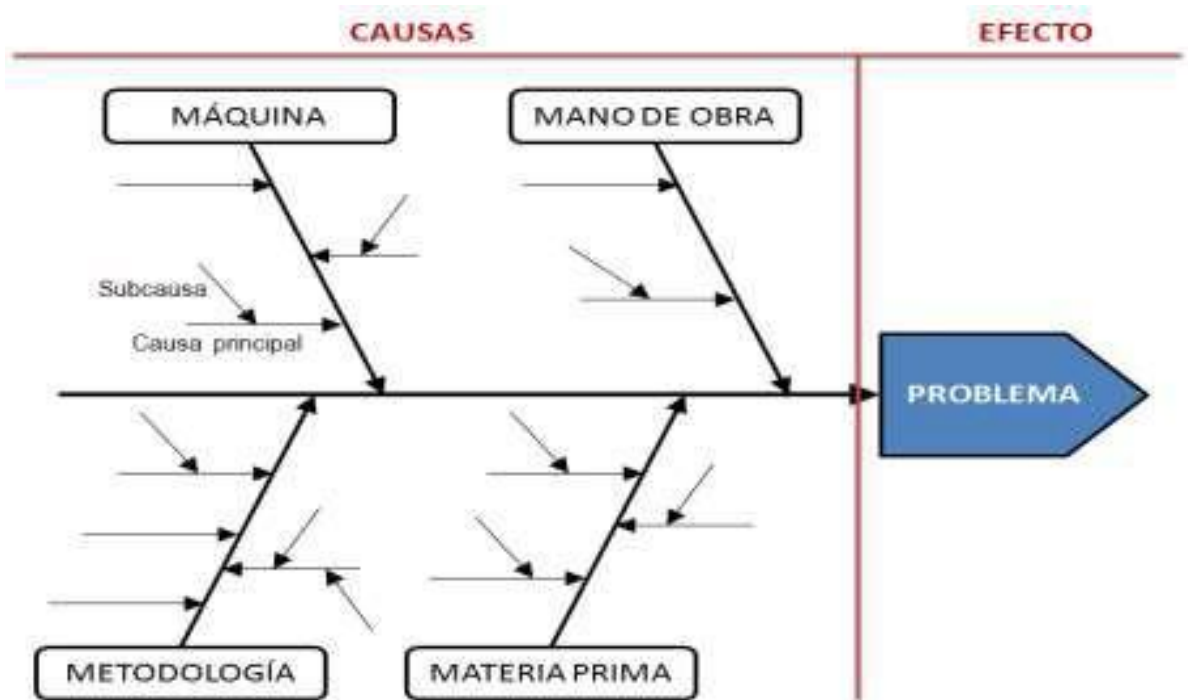
El Diagrama de causa y efecto permite identificar y ordenar las causas de un efecto.

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

Las **ventajas** del diagrama de causa y efecto son:

- Metodología sencilla para identificar las causas de un efecto de calidad analizado.
- Estimula el análisis en grupo, permitiendo así aprovechar mejor el conocimiento que cada miembro tiene sobre el producto o proceso.
- Muestra de forma clara y simple la relación entre el efecto de calidad y sus causas, facilitando su comprensión.

El Diagrama de causa y efecto muestra de forma clara y simple la relación entre un efecto de calidad y sus causas. Se realiza un diagrama por cada efecto a analizar.



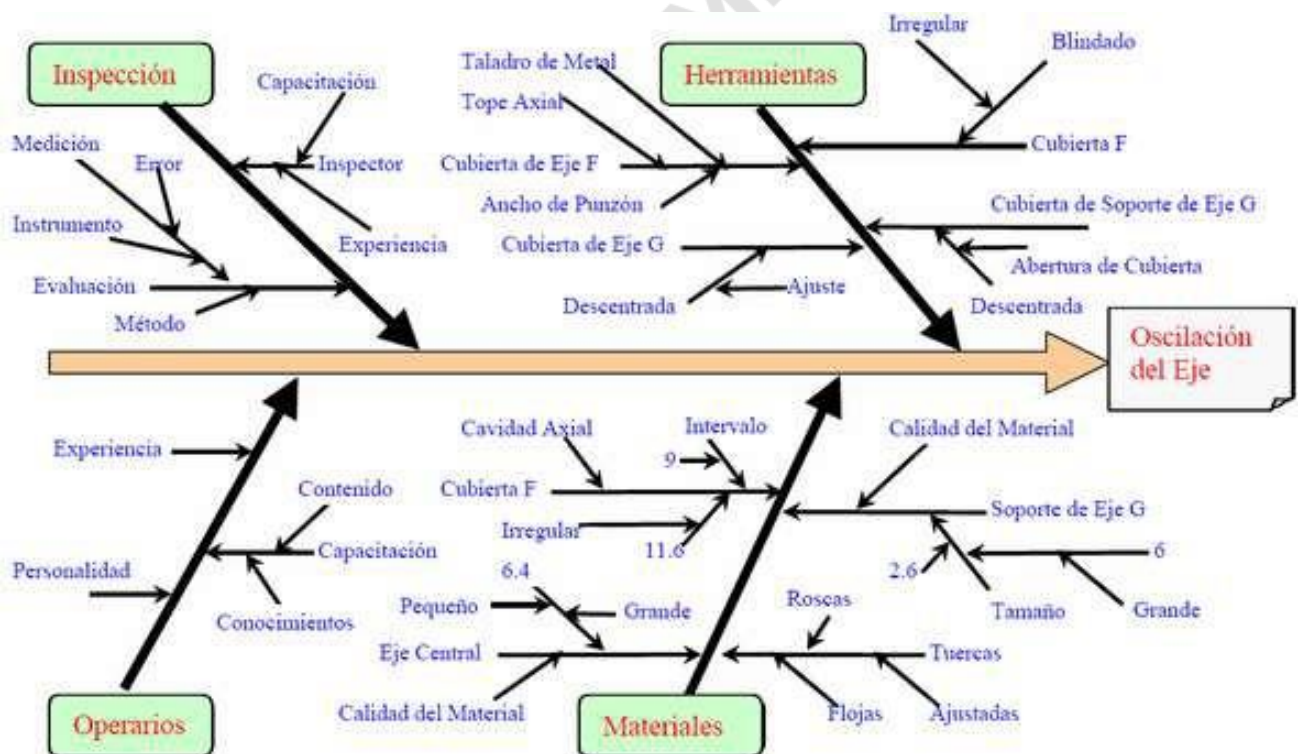
Para realizar un diagrama de causa y efecto se deben seguir los siguientes pasos:

1. Elegir la característica, problema o efecto de calidad objeto de análisis. Se representa con una línea horizontal (espina central).

2. Establecer las categorías a considerar. Cada categoría es una línea inclinada que acaba en la línea o espina central.
3. Para cada categoría, se identifican causas principales del efecto de estudio (flechas o “espinas” que van a la “espina” de su categoría).
4. Para cada causa principal hay que analizar si hay causas secundarias o subcausas (las causas secundarias, a sus vez, son flechas que terminan en flechas de causas principales).
5. El proceso prosigue ordenadamente hasta su conclusión.
6. Identificadas todas las causas, se pueden priorizar las mismas.

Ejemplo:

El siguiente diagrama de causa y efecto corresponde a un ejemplo de la Guía de Control de Calidad de Karou Ishikawa. El problema analizado corresponde a un defecto de calidad en el funcionamiento de una máquina, la oscilación de un eje durante la rotación.



4.5 Estratificación

La **Estratificación** consiste en clasificar los datos disponibles por grupos de similares características. A cada grupo se le denomina estrato.

Los estratos a definir en cada caso dependerán de la caso particular de estudio. Algunos ejemplos de criterios para la estratificación son: tipo de defecto, causas y efecto, material, producto, proceso, fecha de producción, grupo de trabajo, departamento, operario, proveedor, lote, etc.

Tiene especial utilidad cuando la información disponible es amplia. La estratificación es la base para otras herramientas.

El **objetivo** de la estratificación es:

- Clasificar la información disponible para facilitar su análisis.

Las **ventajas** de la estratificación son:

- Facilitar el análisis y resolución de los problemas o efectos.
- Presenta la información disponible de forma ordenada.

La **metodología** para realizar una estratificación es:

1. Seleccionar las variables de estratificación.
2. Establecer los estratos que se utilizarán en cada variable de estratificación.
3. Clasificar las observaciones dentro de los estratos.
4. Calcular el fenómeno que se está midiendo en cada estrato.
5. Mostrar los resultados. Los gráficos de barras suelen ser los más eficaces.

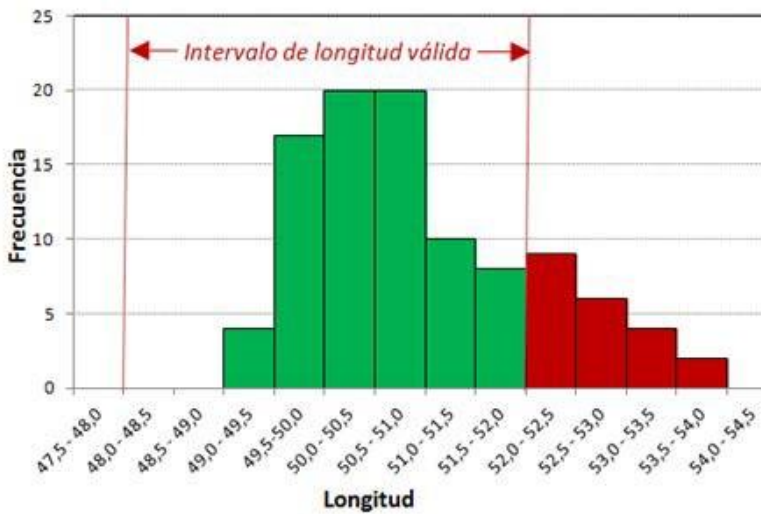
Ejemplo:

Consideremos el caso de la empresa que tiene un encargo de fabricación de espárragos roscados en sus dos extremos de longitud 50 mm. Con una tolerancia admisible por el cliente de ± 2 mm. Para atender este pedido, la empresa necesita trabajar en dos turnos.

Ante una serie de quejas y devoluciones del cliente en relación con la longitud de los espárragos fabricados la última semana, se ha decidido hacer un control en la operación de corte de los vástagos. Para ello se han seleccionado y medido 100 unidades aleatoriamente (50 en cada turno) a lo largo del tiempo total de producción del día y construido un histograma.

La Estratificación consiste en clasificar los datos disponibles por grupos de similares características.

La Estratificación presenta la información disponible de forma ordenada.



En el primer histograma (el más grande, a la izquierda) se observa que el 21% de los vástagos quedan fuera de tolerancias.

Para tratar de identificar el origen de los fallos, se decide estratificar los datos por turnos, y elaborar un histograma para cada turno.

Tras la estratificación, se observa que todos los fallos se producen en el turno de tarde. La estratificación ha servido por tanto para identificar cuándo se producen los fallos, y facilitar el análisis del problema y la identificación de sus causas.

4.6 Diagrama de correlación y dispersión

Los Diagramas de correlación y dispersión permiten estudiar la relación entre dos factores, dos variables o dos causas.

El **objetivo** de los diagramas de correlación y dispersión es:

- Averiguar si existe correlación entre dos variables (cuando se sospecha que la variación de una pueda estar ligada a la otra).

Las **ventajas** de los diagramas de correlación y dispersión son:

- Es útil para estudiar e identificar las posibles relaciones entre los cambios observados en dos conjuntos diferentes de variables.
- Proporciona un medio visual para comprobar la intensidad de una posible relación de dos variables.

Método para elaborar un diagrama de correlación y dispersión:

El Diagrama de correlación y dispersión permite estudiar la relación entre dos factores.

1. Elaborar una teoría razonable (que luego habrá que verificar).
2. Obtener los pares de valores y dibujar el diagrama.
3. Identificar la pauta de correlación (comparar con la teoría de partida).
4. Se estudian las posibles explicaciones.

Ejemplo:

En el ejemplo de la empresa que fabrica espárragos roscados de 50 mm. (± 2 mm.), al

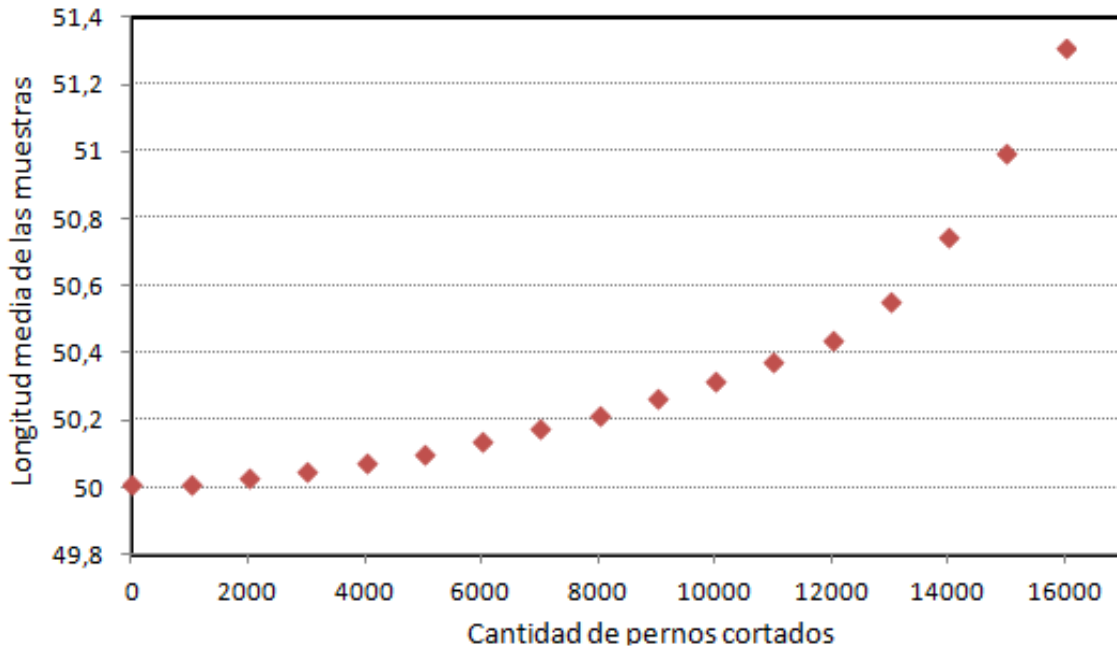
principio se comprobó que a partir de un momento, los vástagos cortados acababan excediendo la longitud máxima admisible.

Inicialmente se pensó que la máquina pudiera estar cortando con una tolerancia superior al ± 1 mm. de su especificación. Pero las medidas muestrales que se hicieron evidenciaron que la desviación en la longitud de corte respecto al valor central nunca llegaba a desviarse más de 1 mm.

Se optó entonces por comprobar si el valor central de corte al que se programa la máquina acababa desviándose a medida que se iban cortando vástagos. Para ello se hicieron pruebas midiendo las longitudes de 10 vástagos cada 1.000 vástagos que se cortasen, representándolas en un gráfico (en abscisas los intervalos de cada 1.000 vástagos fabricados, y en ordenadas la longitud media de los 10 vástagos medidos).

Se comprueba que el valor medio de corte va creciendo a medida que aumenta el número de vástagos cortados (correlación positiva).

Analizando el diagrama, se comprueba que a partir de los 15.000 vástagos, el valor medio de corte es de 51,0 mm., y teniendo en cuenta la tolerancia de la máquina de corte (± 1 mm.), podrían cortarse vástagos que superasen la longitud máxima admisible.



Por tanto es necesario reajustar la longitud de corte de la máquina al menos cada 15.000 vástagos cortados.

4.7 Gráfico de control

Los **Gráficos de Control** son diagramas destinados a mostrar la evolución en el tiempo de una característica de calidad objeto de estudio, y compararlo con unos límites de variación fijados de antemano que se usan como base para la toma de decisiones.

Estos gráficos contienen una “línea central” (LC), una línea superior que marca el “límite superior de control” (LSC), y una línea inferior que marca el “límite inferior de control” (LIC). Los puntos contienen información sobre las medidas hechas.

El **objetivo** de los gráficos de control es:

- Evaluar si un producto, servicio o proceso está o no en estado de control estadístico, es decir, evaluar su estabilidad y uniformidad.

Las **ventajas** de los gráficos de control son:

- Permiten vigilar la variación de un parámetro o proceso en el tiempo, y comprobar la efectividad de las acciones de mejora emprendidas.
- Permiten distinguir entre causas aleatorias (desconocidas) y específicas (asignables) de variación de los procesos o parámetros de los productos.

Método para la elaboración de un gráfico de control:

1. Selección de la variable.

El Gráfico de Control es un diagrama que muestra la evolución en el tiempo de una característica de calidad.

2. Definición del marco de muestreo y el método de selección.
3. Determinación del número de subgrupos o muestras (m).
4. Determinación del tamaño del subgrupo o muestra (n).
5. Recolección de la información.
6. Cálculo de límites de control.
7. Construcción del gráfico.

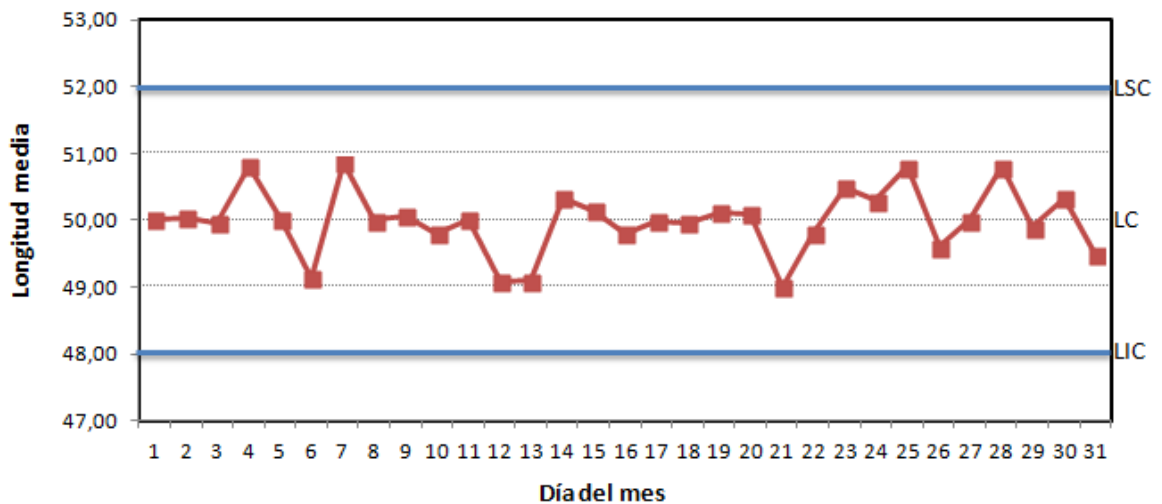
Ejemplo:

El Gráfico de Control permite controlar si un proceso es estable.

Siguiendo con el ejemplo de la fabricación de espárragos roscados de 50 mm. y la operación de corte de los vástagos en los que luego hay que generar la rosca, al final de cada jornada laboral y durante un mes (número de subgrupos o muestras) se mide la longitud (variable a controlar) de las últimas 10 piezas y se determina su valor medio (marco de muestreo y selección, y tamaño de los subgrupos o muestras).

Los resultados se van registrando en un gráfico de control. El valor de comparación será la longitud deseada de 50 mm. y los límites admisibles vendrán fijados por la tolerancia admisible (± 2 mm.).

GRÁFICO DE CONTROL



Se observa que todas las mediciones del mes fluctúan alrededor de la línea central y dentro de los límites de control preestablecidos. En el caso que las medidas de algún día no se encontrasen dentro de los límites de control sería indicio de que algo anda mal en el proceso.

5 Conclusiones

La Mejora Continua es una actividad recurrente destinada a aumentar la capacidad para cumplir los objetivos y expectativas de las organizaciones. Es uno de los principios de la Gestión de la Calidad Total.

La metodología más usada en la mejora continua es el ciclo PHVA, que consta de 4 fases: **Planificar** la mejora a realizar, **Hacer** o poner en marcha la mejora planificada, **Verificar** o comprobar los resultados de la mejora puesta en marcha, y **Actuar** según los resultados de la verificación, bien ajustando algunas partes cuyo resultado no es el deseado, bien estandarizando la mejora.

El ciclo se repite con nuevas mejoras, de forma que el proceso de mejora sea continuo.

Los Equipos de Mejora son grupos reducidos de personas de la empresa que se reúnen para resolver un problema o conseguir una mejora concretos.

El proceso de resolución de problemas o de mejoras comienza identificando el problema o mejora a resolver o realizar. Prosigue identificando y analizando sus causas. A continuación se buscan soluciones para las causas, y de entre todas las posibles se elige la mejor, que es la que se implanta. Una vez implantada se hace un seguimiento para verificar que la solución elegida es adecuada. De ser así, se acaba estandarizando la misma.

Todo análisis y toma de decisiones en un proceso de mejora debe ser objetivo y sustentado en información y datos reales.

Las siete herramientas básicas de la calidad tienen como propósito mejorar el proceso de toma de decisiones.

Las herramientas de gestión de calidad sirven para recopilar, visualizar y analizar datos. Su uso en conjunto genera gran efectividad.

6 Referencias Bibliográficas

- Aguayo, Rafael (2011). El Sistema Deming. Millennia Management Associates Ltd.
- Camisón, César; Cruz, Sonia; González, Tomás (2006). Gestión de la calidad: Conceptos, enfoques, modelos y sistemas . Madrid, Ed. Pearson Educación.
- Chang, Richard Y.; Niedzwiecki, Matthew E. (1999). Las herramientas para mejora continua Vol. 1. Ed. Granica.
- Chang, Richard Y.; Niedzwiecki, Matthew E. (1999). Las herramientas para la mejora continua de la calidad Vol. 2. Ed. Granica.
- Elola, José M^a; Kike Intxausti; Larrañaga, José M^a; Martínez de Murguía, José Ramón; Mújika, Iñaki (1997). Calidad y Mejora Continua. Usúrbil (Guipúzcoa), TALDEKA.
- González Gaya, Cristina; Domingo Navas, Rosario; Sebastián Pérez, Miguel Ángel (2000). Técnicas de mejora de la calidad. Madrid, Editorial UNED.
- Instituto Uruguayo de Normas Técnicas (UNIT) (2009). Herramientas para la mejora de la calidad. Montevideo, UNIT.
- López Lemos, Paloma (2016). Herramientas para la mejora de la calidad. Madrid, FC Editorial.
- Ozeki, Kazuo; Asaka, Tetsuichi (1990). Handbook of Quality Tools. Cambridge, Productivity Press.
- Palom Izquierdo, Fco. Javier (1987). Círculos de calidad. Barcelona, Ed. Marcombo.
- Solé Cabanes, Antonio (2009). Círculos de calidad. Madrid, Ed. Bubok
- Thompson, P.C. (1984). Círculos de la Calidad. Cómo hacer para que funcionen. Bogotá, Ed. Norma.
- Velasco Sánchez, Juan (2010). Gestión de la calidad: Mejora continua y sistemas de gestión. Madrid, Ed. Pirámide.