



Sistemas de Ejecución de Manufactura (MES)

Ing. Eddie Sobrado

MES: Manufacturing Execution System

- Es una **aplicación de software** usada para ayudar en la **planeación**, **ejecución** y **monitoreo** de procesos dentro de un ambiente de manufactura.
- Típicamente, las aplicaciones de software MES incluyen una multitud de características relacionadas con prácticamente cada faceta del contexto de manufactura. Estas incluyen, pero no se limitan a las siguientes funcionalidades principales:
 - ✓ Programación de órdenes de producción
 - ✓ Ejecución y monitoreo de órdenes de producción
 - ✓ Gestión de inventario y materiales
 - ✓ Gestión de herramientas y máquinas
 - ✓ Adquisición de datos en tiempo real
 - ✓ Monitoreo del rendimiento con KPIs, OEE, análisis y reportes
 - ✓ Administración de calidad, genealogía y seguimiento de lotes
 - ✓ Control de procesos (SPC)

Crear informes dinámicos de MES

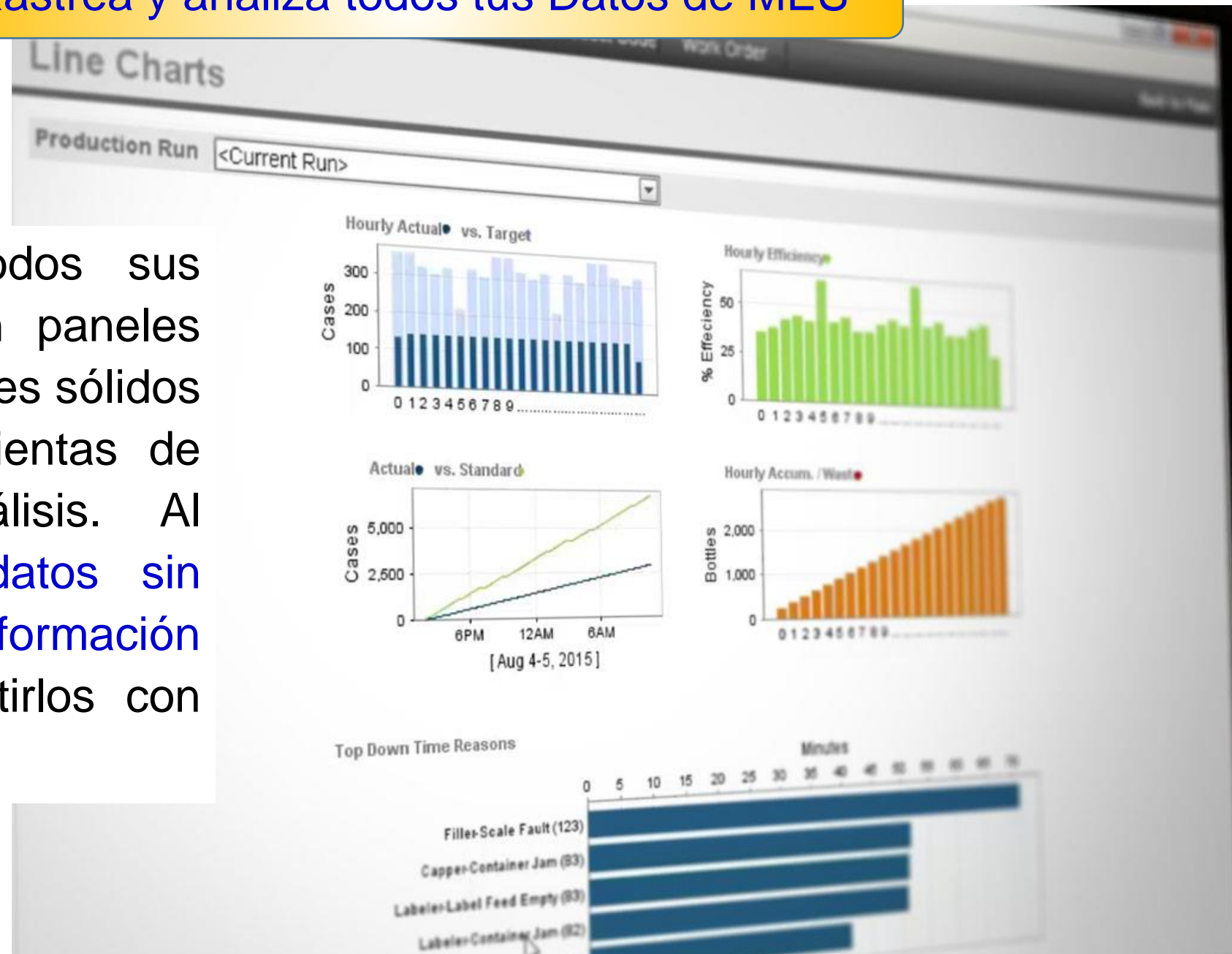
- Genere informes dinámicos de MES, como **OEE**, seguimiento del tiempo de inactividad, gestión de producción, análisis de datos históricos, garantía de calidad y SPC.

El OEE es el indicador universal para medir la productividad de los equipos industriales



Rastrea y analiza todos tus Datos de MES

- Se puede reunir todos sus datos importantes en paneles de control empresariales sólidos con potentes herramientas de visualización y análisis. Al permitirle convertir **datos sin procesar** en **información procesable** y compartirlos con todo su equipo.



Objetivo del MES

- La meta principal del software MES es bastante simple: **mejorar el proceso de manufactura**.
- Para lograr esto, el software MES generalmente se concentra en 3 áreas principales del proceso de producción:

Planeación

Ejecución

Monitoreo

MES y manufactura discreta

- La **manufactura discreta** es un tipo de manufactura en la que se producen ítems distintos e individuales.
- Ejemplos de productos producidos por manufactura discreta incluyen cosas como **aparatos domésticos**, **aviones** y **automóviles**. Esto figura en completo contraste con **manufactura continua**, donde las unidades producidas individualmente no son fácilmente identificables.
- Entre ejemplos de la **manufactura continua** se tienen cosas como **petróleo**, **sal** o **sustancias químicas**.
- A causa de las amplias diferencias entre los tipos de manufactura continua y discreta, los usos principales de software MES difieren drásticamente dependiendo del tipo de manufactura que ocurre.

MES y manufactura discreta

- Cada proceso de manufactura discreta es un tanto diferente que otro proceso de manufactura discreta.
- En general, no obstante, los procesos discretos caen en una de dos categorías:
 - ✓ Procesos de **alta complejidad/volumen bajo** o
 - ✓ procesos de **baja complejidad/alto volumen**.
- Dependiendo del tipo de proceso en cuestión, MES proporciona diferentes tipos de beneficios a los fabricantes.

MES y naturaleza del proceso

- En el ambiente de **alta complejidad / bajo volumen**, el MES se usa para mejorar la **velocidad de producción** y **reducir los costos**.
- Los propósitos principales de MES en este ambiente son:
 - ✓ mejorar el tiempo al mercado,
 - ✓ reducir el costo al eliminar reprocesos y desperdicios,
 - ✓ proporcionar altos niveles de rastreabilidad.
- En muchos casos, los productos altamente complejos también se pueden beneficiar de cierto nivel de automatización, que es otra característica de muchas aplicaciones MES.

La rastreabilidad, es el conjunto de procedimientos que permite detectar el origen y acompañar el movimiento de un producto a lo largo de la cadena productiva, mediante elementos informativos y documentales registrado

MES y naturaleza del proceso

- Por otra parte, los procesos de **baja complejidad** / **alto volumen** tienen un conjunto de metas completamente diferente. En este ambiente, el software MES se usa para:
 - ✓ mejorar los tiempos de producción
 - ✓ reducir desperdicio,
 - ✓ mejorar capacidades de planeación y programación
 - ✓ rastrear el consumo de materiales.

Conclusión

- En tanto que las metas específicas del software MES pueden variar dependiendo del tipo de proceso de **manufactura discreta** que se considera, MES proporciona algunas herramientas que son comunes a casi cualquier proceso discreto.
- Estos incluyen el control perfeccionado sobre la ejecución de operaciones dentro de un proceso de manufactura, recolección de datos a profundidad y análisis inteligente.

MES para discreta: planeación de producción

- MES proporciona un número de características que buscan mejorar la planeación de procesos de producción, administración de materiales e inventarios y disponibilidad de herramientas entre otras funciones de planeación importantes.
- Para los propósitos de planeación, estas herramientas proporcionan un número de ventajas en un ambiente discreto:
 - ✓ Certeza mejorada en programación de órdenes de producción (OT)
 - ✓ Habilidad de visualizar y entender la disponibilidad de materiales de entrada
 - ✓ Habilidad para programar contra disponibilidad de herramientas
 - ✓ Mayor conocimiento de niveles de inventario
 - ✓ Mejor comunicación con proveedores atrás en la cadena y consumidores más adelante en la cadena

MES para discreta: planeación de producción

- Por supuesto, las capacidades de planeación son tan solo un conjunto de características que ofrecen los productos MES.
- MES también se enfoca en suministrar las herramientas necesarias para ejecutar y monitorear la ejecución de procesos de producción. En lo principal, la mayoría de herramientas MES proporcionan características que incluyen:
 - ✓ Control fino sobre la ejecución de proceso de producción.
 - ✓ Monitoreo a profundidad del estatus de procesos de producción
 - ✓ Rastreo a profundidad de genealogía de órdenes de producción
 - ✓ Adquisición en tiempo real de datos provenientes del piso de producción
 - ✓ Capacidades de automatización

MES para discreta: monitoreo de producción

- Aunque el planear y ejecutar procesos de producción son componentes clave del proceso de manufactura real, el entender y **analizar los datos recuperados** durante estas actividades es igualmente importante. El software MES generalmente suministra características relacionadas con **recolección de datos**, **análisis** y **reportes**. El conjunto de características para estas capacidades varía ampliamente dependiendo del software específico que se escoja, pero las siguientes características están disponibles por lo general:
 - ✓ Recolección de datos en tiempo real
 - ✓ Agregación de datos
 - ✓ Reportes
 - ✓ Análisis y visualización

Rol critico: Integración

- EL software MES muchas veces no operan en total aislamiento. En general, el software MES se integra con sistemas existentes en el **piso de producción** y en **niveles corporativos** de una organización.
- Mientras que la integración **no siempre es necesaria** para utilizar las características de software MES, estas integraciones permiten capacidades expandidas de no solo el software MES, sino de aplicaciones de software existentes que se utilizan a lo largo de la organización.
- Siendo este el caso, la mayoría de aplicaciones de software MES ofrecen la habilidad para crear integraciones concisas con buena parte del software más usado en la industria. Estas integraciones incluyen software diseñado para planeación y programación avanzadas al nivel corporativo, la administración de datos de Product Lifecycle Management (PLM), herramientas de reporte y análisis avanzadas, y mucho más.

Rol critico: Integración

- MES puede recopilar todos sus datos industriales, conectarse a cualquier sistema SCADA o ERP y crear prácticamente cualquier tipo de aplicación MES.

Integración: Conectarse a todos los datos operativos

- El software viene con un conjunto de herramientas para la adquisición de datos, incluida la integración de la base de datos SQL incorporada y OPC UA para una fácil conectividad a prácticamente cualquier PLC a través de servidores OPC de terceros. Muchos se puede conectarse a prácticamente cualquier historiador industrial.

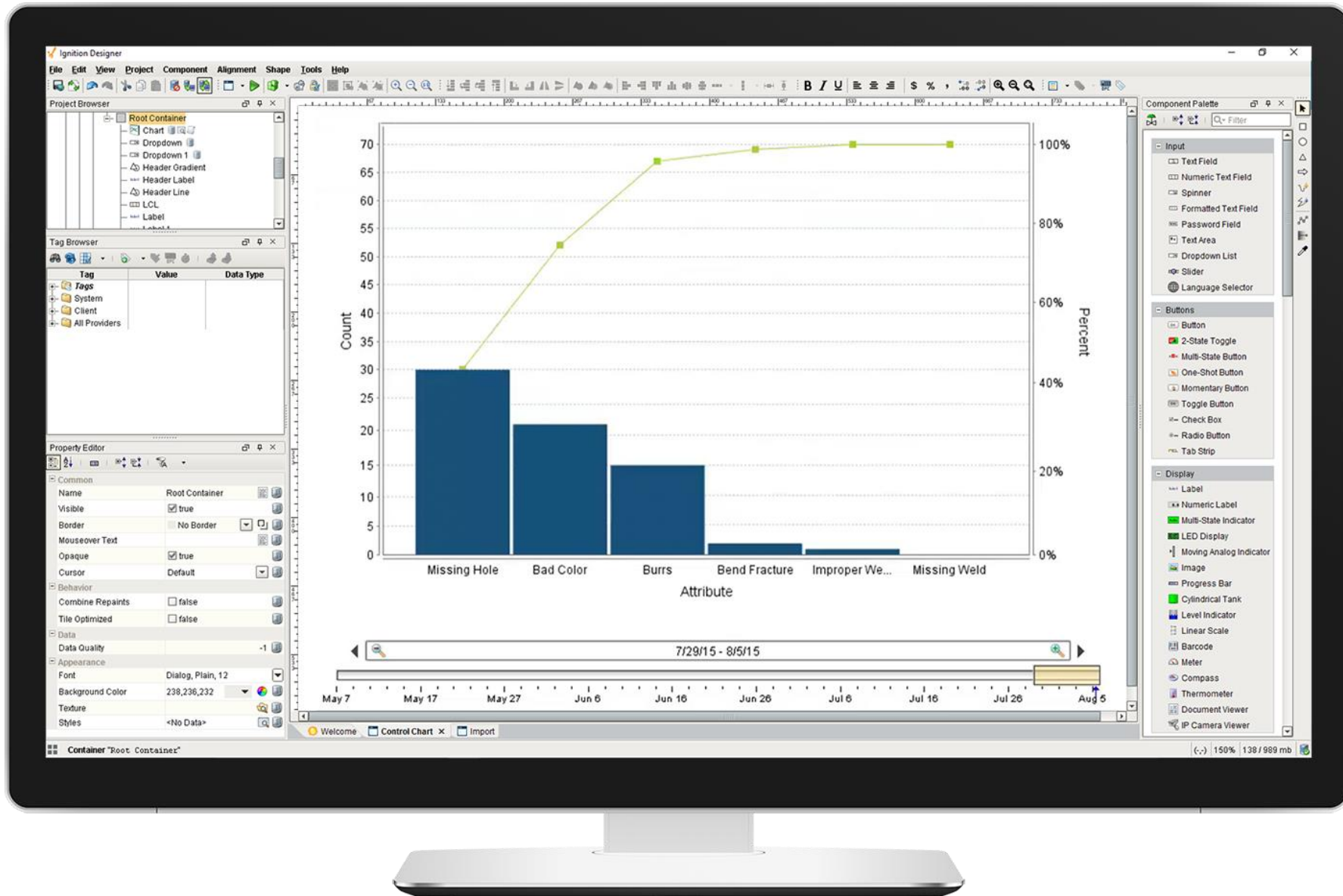
Además, algunos tiene módulos de software que permiten conexiones a dispositivos en serie, como escáneres, básculas y sensores.



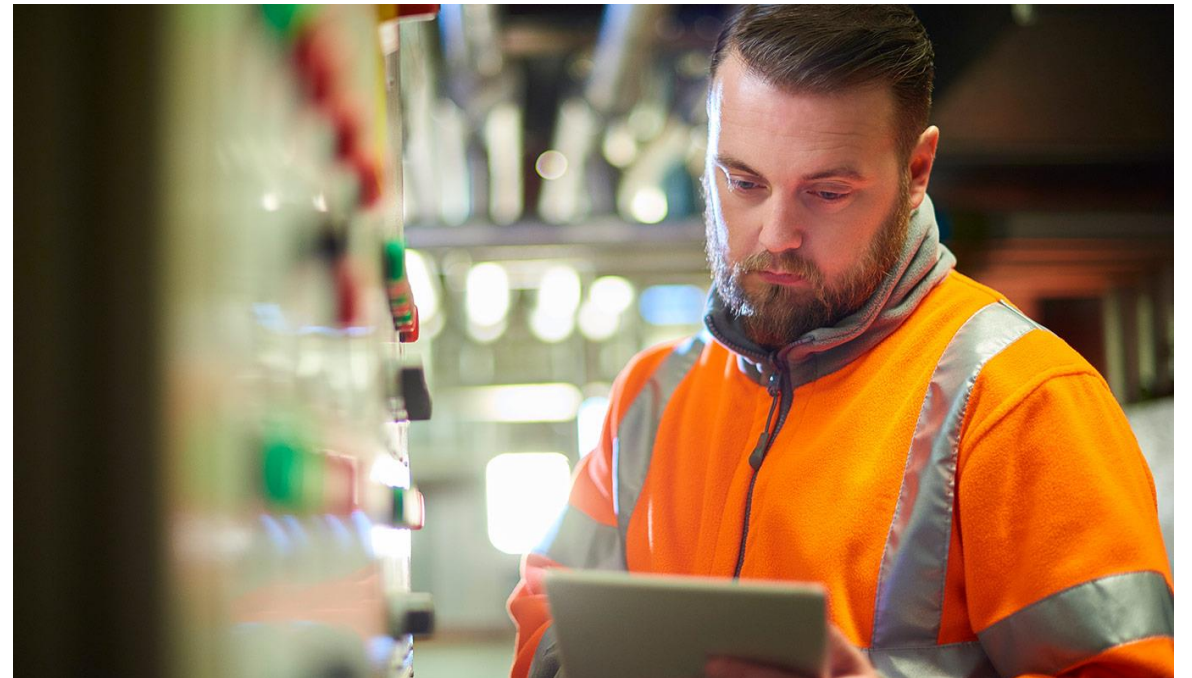
Conectividad ERP flexible

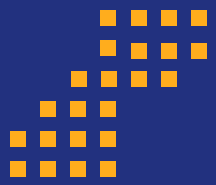
- Con la integración completa de **SQL** lista para usar, capacidad de conectarse sin problemas a cualquier **base de datos SQL**. capacidad de habilitar conexiones a servicios web, incluidos REST y SOAP. Con estas características, es posible conectarse a prácticamente cualquier sistema empresarial, incluidos los sistemas ERP como SAP.

Cree soluciones MES personalizadas



- Muchos softwares MES proporcionan herramientas que necesita para desarrollar y personalizar aplicaciones MES para adaptarse a sus procesos únicos. Se diseñan aplicaciones para la efectividad general del equipo (OEE) y el tiempo de inactividad, control estadístico de procesos (SPC), gestión de recetas, trazabilidad, programación, genealogía, seguimiento de producción y más.



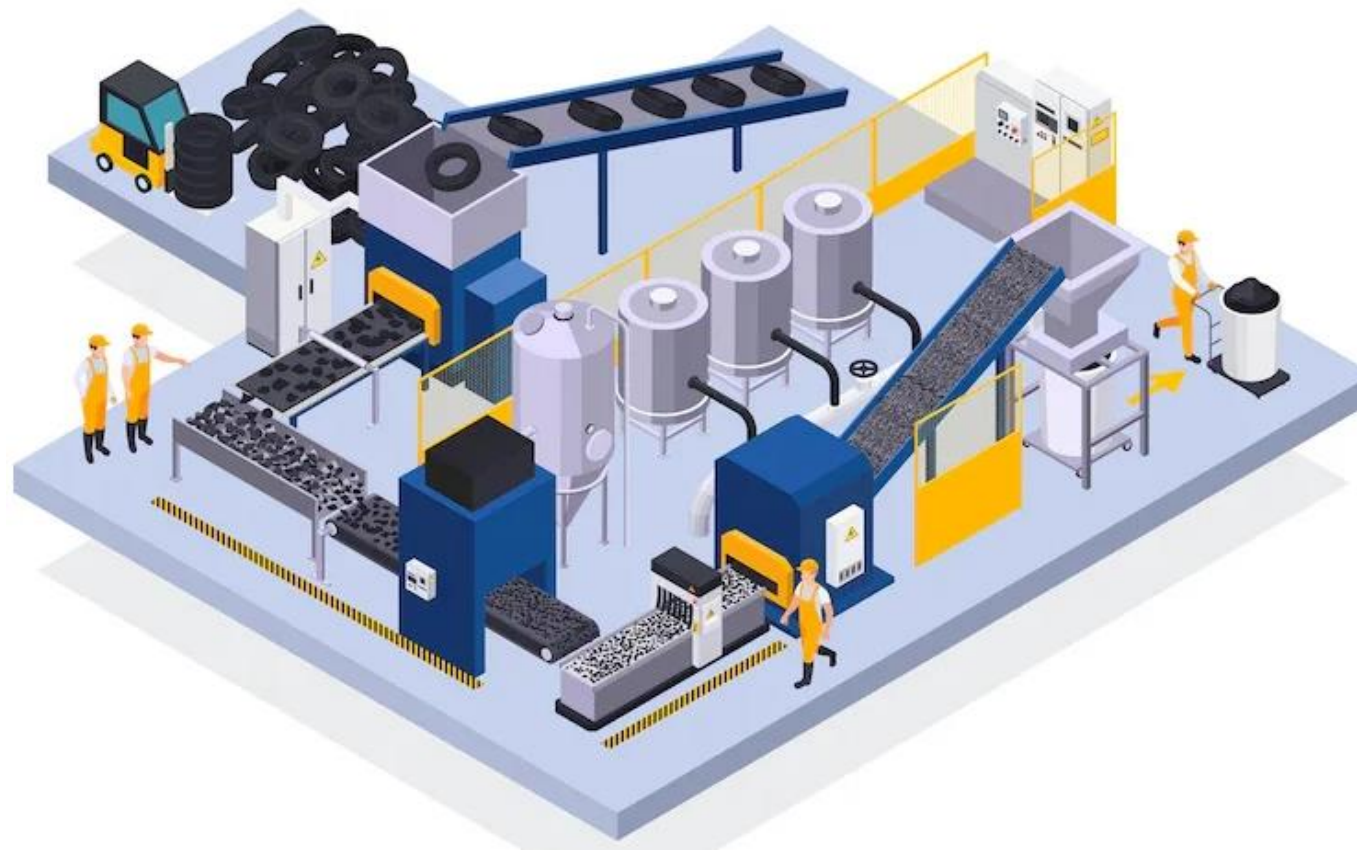


Software para Control Estadístico de Procesos (SPC)

Ing. Eddie Sobrado

Introducción

- La **variabilidad** en los procesos industriales está detrás de muchos de los problemas de calidad que sufren las empresas manufactureras. Si no se monitoriza correctamente, este fenómeno aumenta las probabilidades de fabricar **unidades defectuosas** y, como consecuencia, eleva los costes de producción.



¿Qué es el control de calidad de manufactura?

- La gestión de calidad en manufactura han visto los siguientes beneficios:
 - Reducir la **variación** de procesos
 - Reducir **defectos** y unidades defectuosas
 - Minimizar **costos** de producción
 - Reducir **errores humanos** durante la producción
 - Reducir operaciones manuales durante la producción
 - Lograr estándares de calidad más altos
 - Mantener el desempeño de equipos
 - Habilitar monitoreo en tiempo real de tendencias de calidad
 - Asegurar cumplimiento regulatorio y proteger a la marca



¿Qué es el control de calidad de manufactura?

- Los sistemas de control de calidad habilitan la administración efectiva de todo el proceso de manufactura, desde laboratorio hasta la etiqueta, identificando complicaciones en tiempo real y prediciendo problemas antes de que estos ocurran.
- Por ello se debe proporcionar retroalimentación de tiempo real a la gerencia, ayudándoles a reaccionar más rápido a los problemas que se suscitan durante la producción.
- Mediante la combinación de un **conjunto integrado de módulos de software** para pruebas en y sobre la línea:
 - ✓ Electronic Work Instructions (EWI)
 - ✓ Gestión electrónica de flujo de trabajo,
 - ✓ Acciones correctivas, alarmas,
 - ✓ **Control estadístico de procesos (SPC)** y
 - ✓ Sistemas de gestión de información de laboratorio (LIMS)

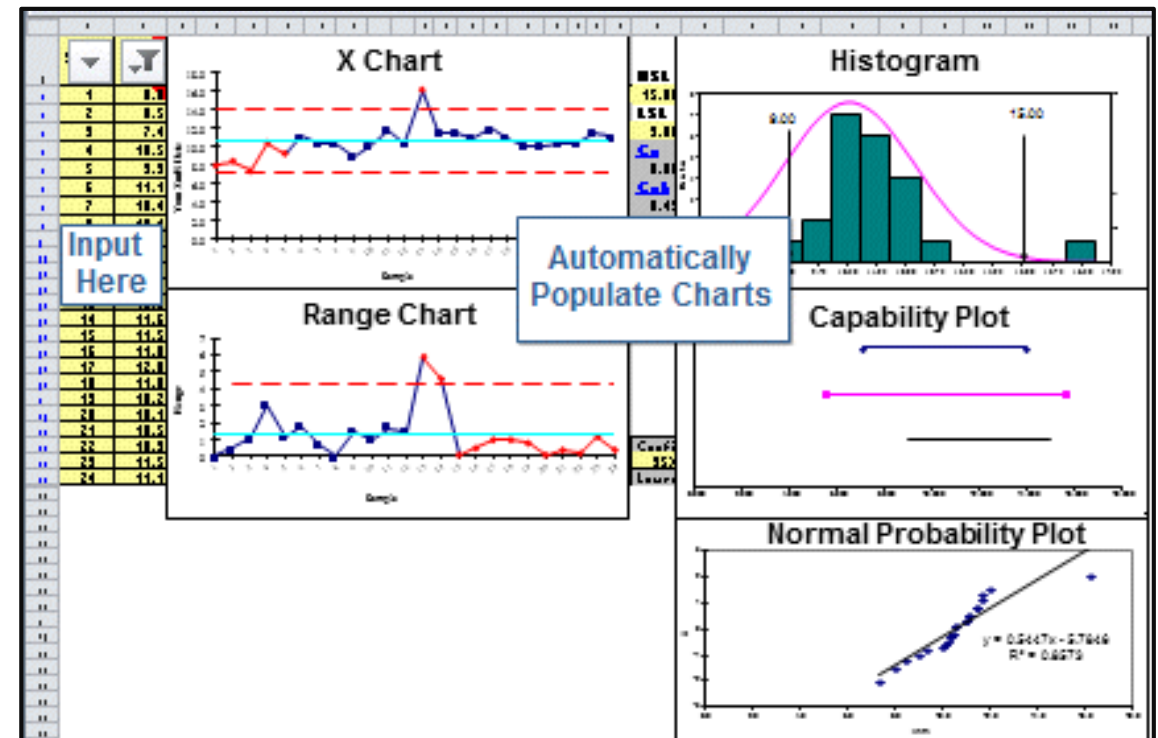
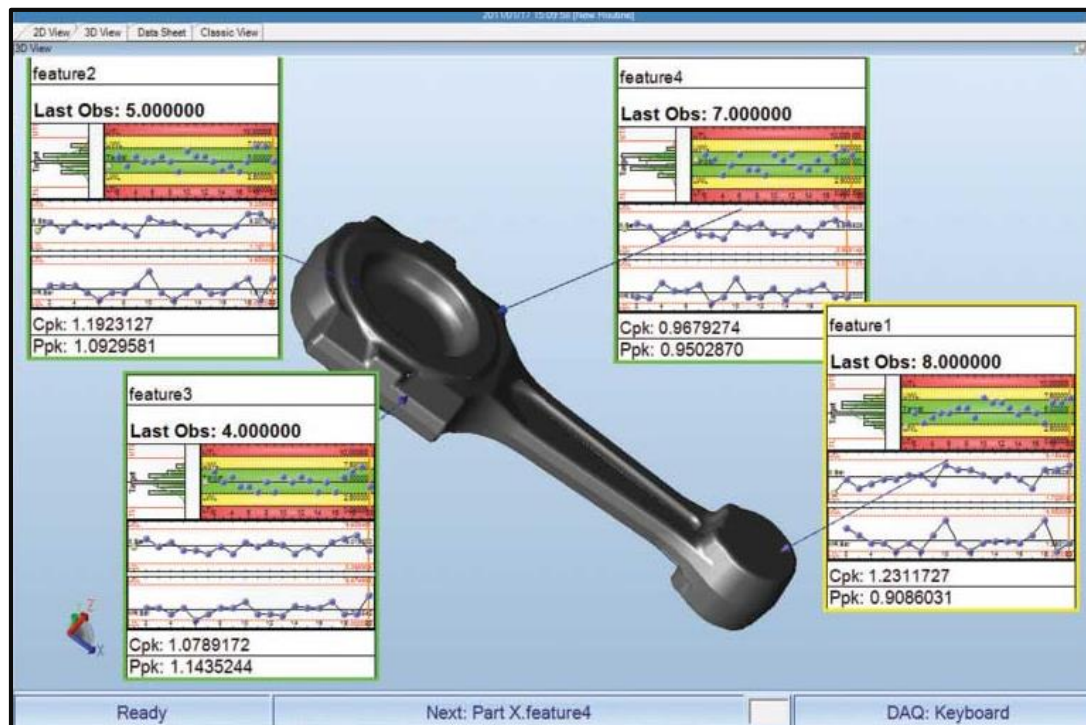
se logra la consistencia en calidad e integridad de producto en todo el ciclo de vida de manufactura.

Calidad de manufactura y control estadístico de procesos (SPC)

- El fin último de cualquier solución de calidad de manufactura es mejorar la calidad del producto final al monitorear y controlar el proceso que la produce.
- Los costos de desperdicios, reprocesos y defectos no capturados, así como los gastos incurridos por inspecciones de calidad, tienen todos un impacto directo e inmediato en los resultados financieros de un negocio.
- Se busca digitalizar y automatizar tantos datos de medida como sean posibles y usar **análisis estadístico** para dar justa dimensión a la frecuencia de inspecciones humanas.

Introducción a SPC

- Por ello, para optimizar sus procesos necesita una solución que monitoree el proceso en tiempo real **directamente del piso de producción** y que detecte el riesgo antes de que surjan los problemas.
- Los **software SPC** sirven para optimizar procesos de forma predictiva.

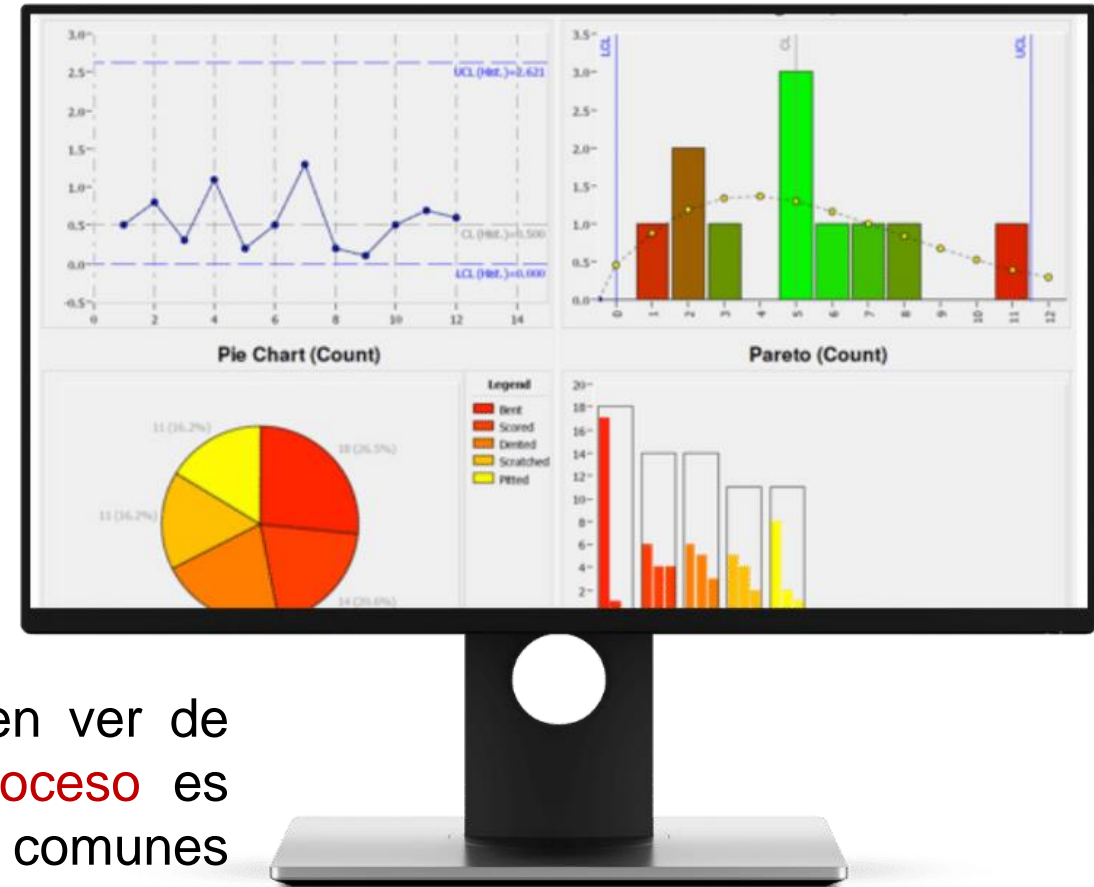


Introducción a SPC

- El Control Estadístico de Procesos (en un método para monitorear y controlar la **variabilidad de un proceso de fabricación** a través del análisis estadístico, con el objetivo de reducir costos de desperdicio y retrabajo, disminuir la variación del proceso y ahorrar en el consumo de materiales.
- Se basa en la **recopilación de datos (muestras) aleatorias** de calidad en maquinas y equipos durante la producción. con las que posteriormente elaboran gráficas de control con un **valor promedio** o línea central y un **límite de control superior** y otro **inferior**, calculados según el conjunto de muestras obtenido. Es decir se hace un **análisis estadístico** para determinar si un proceso está bajo control
- Se trata de una estrategia proactiva y preventiva de control de la calidad, a través de la cual las empresas pueden garantizar la **estabilidad de sus procesos industriales** y cumplir con **las especificaciones** de sus clientes sin tener que inspeccionar el 100% de la producción.

SPC

- El software SPC usa herramientas para:
 - ✓ Elabora gráficos de control,
 - ✓ Gráficos de Pareto,
 - ✓ Histogramas
 - ✓ Diagramas de causa-efecto, etc.



- Con este tipo de gráficos, las empresas pueden ver de forma rápida y visual si la **variabilidad del proceso** es esperable y está provocada por causas comunes (**naturales y constantes a lo largo del tiempo**) o si, por el contrario, los valores se han alejado del promedio debido a causas asignables (**aleatorias e impredecibles**) y es necesario aplicar acciones correctivas cuanto antes.

SPC

- La metodología estadística SPC tiene como objetivo principal **detectar variaciones (desviación) significativa** en un proceso de producción y tomar las **acciones correctivas** oportunas antes de que afecte a la calidad del producto final a fin de conseguir una mejora en la calidad del producto.
- Permiten a los responsables de planta y calidad identificar patrones, tendencias o desviaciones que podrían indicar problemas potenciales en el proceso, suponiendo numerosas pérdidas económicas.

Funcionalidades

Las funcionalidades principales le permiten:

1. Hacer cumplir **verificaciones obligatorias** y **cálculos** de rutina para asegurar la completa responsabilidad de pruebas/procedimientos requeridos.
2. Identificar violaciones y **disparar flujos de trabajo** de acciones correctivas inmediatas.
3. Asegurar que la **documentación esté completa** con firmas electrónicas, capturas cuando se requiera.
4. Notificar a auditores, supervisores y otro personal respecto a desviaciones críticas de límites así como de violaciones regulatorias.

Funcionalidades

5. Hacer cumplir un proceso de aprobación (**HACCP, cumplimiento de etiquetas, peso**) para asegurar que todas las verificaciones se hayan realizado apropiadamente antes de que se libere el producto
6. Rastrear y dar seguimiento a toda la información de calidad y defectos, brindando a los usuarios acceso a registros de genealogía y bitácoras de proceso completas.
7. Utilizar diferentes gráficos de datos y herramientas analíticas (**Pareto, Xbar, Análisis de Capacidad, Gráficos de Tendencia**)
8. Utilizar **herramienta para la adquisición de datos** de calidad robusta y flexible (ingreso manual, integración de calibre/medida, fuentes de datos automatizadas, fuentes de datos externas)



Las principales características del SPC

- **Monitorización Continua**

El SPC implica la recopilación de datos de forma regular a lo largo del proceso de producción, por ejemplo: **un control de peso cada X tiempo/unidades**. Estos datos se utilizan para realizar un seguimiento continuo del desempeño del proceso.

- **Límites de Control**

Se establecen **límites** de control **superiores** e **inferiores** basados en la variabilidad natural del proceso. Estos límites indican la variación esperada y permiten identificar desviaciones significativas.

- **Detección de Desviaciones**

Si los datos muestran que el proceso se desvía significativamente de su comportamiento esperado, se **activan alarmas** y se toman **medidas correctivas** para prevenir la producción de productos defectuosos.

- **Acciones Correctivas y Preventivas**

Cuando se detectan desviaciones, se implementan **acciones correctivas inmediatas** para corregir el problema. Además, se buscan soluciones preventivas para evitar que las desviaciones vuelvan a ocurrir.

¿Que se hace con un Software SPC?

❖ Recopilación de Datos

Captura y registra los datos más relevantes de tu proceso, como **variables** y **atributos**, y otros parámetros importantes.

❖ Análisis Estadístico

Desviación estándar, histogramas, gráficos de control, capacidad de proceso, etc. Identifica patrones y tendencias.

❖ Gráficos de control

Con más de 90 informes precargados, automatizados y listos para usar se evitan muchas horas de trabajo.

❖ Alertas

Configura límites de control y establece reglas de alarma para recibir notificaciones cuando el proceso se desvíe.

❖ **Análisis de Tendencias**

Realice análisis de tendencias a largo plazo para identificar mejoras o cambios significativos en el proceso en el tiempo.

❖ **Informes**

Genere informes personalizados y presentaciones gráficas de los resultados para la toma de decisiones.

❖ **Integraciones**

Fácil transferencia de datos y la colaboración entre diferentes sistemas y departamentos (SAP, SAP, Oracle, etc.)

❖ **Análisis Avanzado**

Obtenga un análisis más profundo de los datos del proceso e integre sus soluciones de Business Intelligence.

beneficios de tener un control estadístico de procesos

❑ Control total de la producción en tiempo real:

Proporciona datos de producción fiables.

❑ Mejora sustancial en la toma de decisiones:

Facilita decisiones basadas en datos precisos y actualizados. Mejora de la capacidad de análisis dentro de la empresa.

❑ Reducción de los tiempos de producción y los tiempos de inactividad:

Minimiza averías y paros, optimizando el flujo de trabajo.

❑ Incremento de la transparencia en la producción:

Proporciona una visión clara y precisa del proceso productivo.

❑ Costes Mantenimiento

Reducción sustancial de costes e incremento de la eficiencia (OEE).

❑ Mejora continua de los procesos productivos:

Promueve una cultura de optimización de recursos y mejora constante.

❑ Reducción de ratio de defectos:

Mejora de la calidad al poder reaccionar antes de que aparezcan defectos en la producción.

Minimización de los costes de producción por una reducción de reprocesos y desperdicios.

❑ Reporting en tiempo real y análisis exhaustivo de los procesos para tomar las mejores decisiones.

SPC: la clave para fabricar con cero defectos

Fundamentos del Control Estadístico de Procesos

- En algunos casos su adopción por la industria obedece a una estrategia de mejora continua de los procesos y de reducción de costes, en otros casos, es un requisito del cliente o de los referenciales aplicables en el sector.
- **Los gráficos de control por variables y atributos** permitirán distinguir si la variación observada en las características analizadas se debe a causas comunes (ligadas a la propia naturaleza del proceso) o a causas especiales (identificables y evitables).
- **Los estudios de capacidad** permitirán evaluar la probabilidad de producir unidades defectuosas dadas las características del proceso y las especificaciones definidas por el cliente.

Ejemplo: Control de preenvasado

- Registro de parámetros críticos del proceso de cualquier tipo
- Control de contenido neto: peso medio / nivel de llenado mínimo
- Comprobación de sólidos y líquidos
- Modos de tara: tara fija (promedio), tara variable, detección de tara destructiva
- Pesaje de prueba para preparación de lotes sin que se incluya en el registro oficial
- Definición de estándares: se editan y amplían las tolerancias para tener en cuenta los nuevos requisitos
- Control de cabezal de llenado múltiple
- Períodos de estadísticas libremente seleccionables y criterios de filtrado adicionales para evaluaciones individuales
- Cualquier tipo de datos puede ser visualizado, impreso o exportado (PDF, Excel, Word)

Comprobaciones de atributos

- Las pruebas de **atributos** permiten supervisar los criterios de calidad importantes, cuya evaluación relativa al embalaje y el entorno es crucial para el buen estado de un producto. Algunos ejemplos de atributos son:
 - ✓ Etiquetas torcidas
 - ✓ Embalaje incorrecto
 - ✓ Código de barras ilegible

7 herramientas básicas de calidad

QC7

- **Kaoru Ishikawa** definió lo que hoy conocemos como las **siete herramientas de control de calidad**.
- De acuerdo a ello, el control de calidad consiste en **desarrollar, diseñar producir y anunciar nuestros productos y servicios** con la más efectiva estrategia para ahorrar costos y que los clientes compren nuestros productos sabiendo que son buenos.
- Ahora con esta definición es claro que el control de calidad era mucho más que solamente inspeccionar las partes al final de la línea de ensamblaje.
- Las herramientas más utilizadas para resolver problemas de control de calidad en las organizaciones se llaman las **siete herramientas de calidad o QC7**.



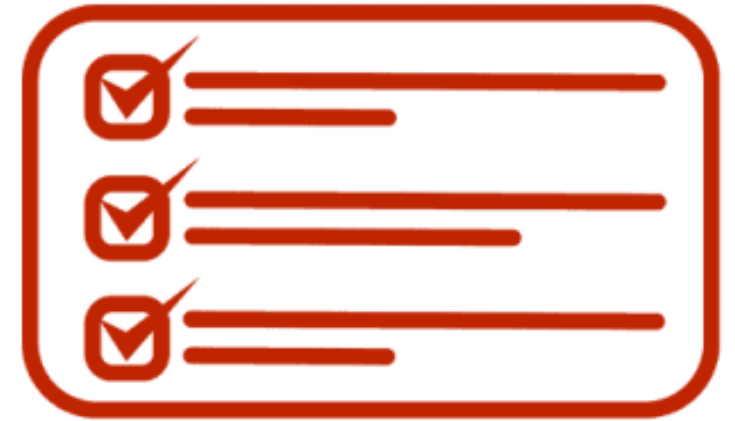
1. Gráficos

- La mayoría de nosotros hemos usado o visto **gráficas** en más de una ocasión. Con las gráficas, la información es presentada fácilmente para **comparar cantidades** o cambio en las cantidades. También son utilizadas para acomodar información, compartir información con otros y tomar decisiones.



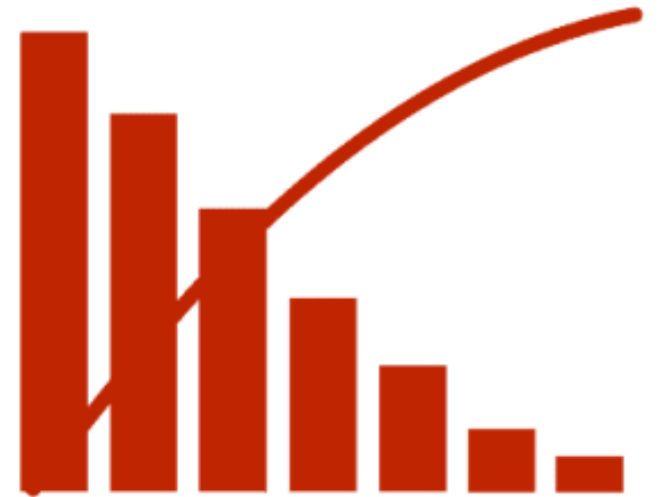
2. Hoja de verificación (checklist)

- Estas son **tablas** usadas para organizar el **tipo de información** y **verificar** su cumplimiento.
- También usamos esta herramienta simple pero muy poderosa para revisar que los **trabajos se terminen** sin ningún problema y también para prevenir que sucedan errores.



3. Diagrama de Pareto

- El diagrama de Pareto clasifica problemas y defectos por tipo y el orden de las cantidades y muestra los totales acumulados.
- Los diagramas de Pareto se usan para revisar y resaltar problemas o defectos que se necesitan solucionar rápidamente. En otras palabras, los diagramas de Pareto ayudan a identificar **dónde está el problema**. Como nota importante los diagramas de Pareto adoptan ese nombre en honor al economista italiano Wilfredo Pareto, quien fue el primero en identificar la **regla de 80 20**.



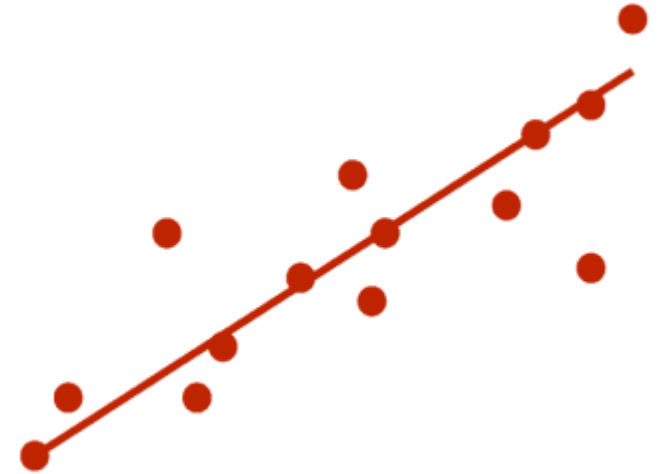
4. Diagrama de causa efecto (diagrama de espinas de pescado)

- El diagrama de causa y efecto acomoda sistemáticamente los resultados de los efectos y los factores que los influyen. Con esta información nosotros podemos aclarar las causas y las razones que posiblemente influyen en el problema que estamos estudiando.



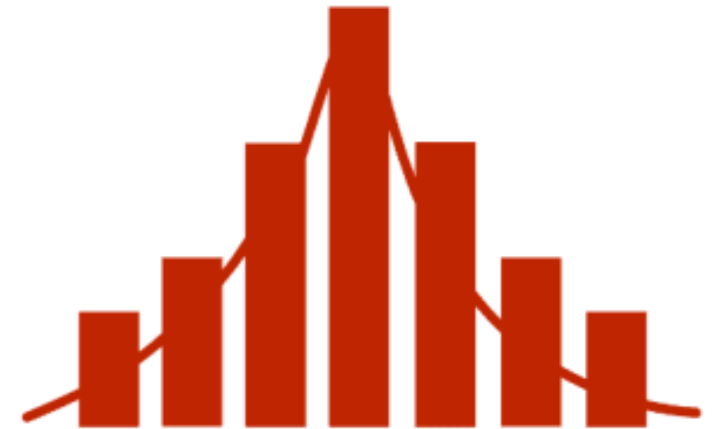
5. Diagrama de dispersión

- Es una gráfica usada para examinar la correlación entre variables. Los diagramas de dispersión ayudan a determinar las relaciones entre dos variables, ya sea que estén asociadas o no, o que estén correlacionadas una con la otra.



6. Histograma

- El histograma es una muestra gráfica de información numérica en la forma de barras verticales. Con los histogramas podemos aprender muchas cosas incluyendo cuánta variación o diferencia contiene un grupo de números.
- Cuando sumamos los límites de especificación del cliente, somos capaces de calcular el **CP** y el **CPK** (capacidad de Proceso) conceptos que a grandes rasgos nos dicen cómo nuestro proceso satisface los requerimientos de nuestros clientes.



7. Gráficos de control

- Es una herramienta que se usa para saber la situación entre valores de calidad y **límites de control** para poder verificar la estabilidad del proceso.
- La gráfica de control también se utiliza para entender si estamos lidiando con **causas comunes** o **causas con variaciones especiales**. Esta es información extremadamente importante que debemos saber cuando trabajamos con control de calidad en todos los niveles de nuestra organización.

