



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLÁN

INTRODUCCIÓN A LAS HERRAMIENTAS
DE MANUFACTURA ESBELTA

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A :

JOSÉ ALFREDO DE LA GARZA ANDRADE

ASESOR:

M.A.I. PEDRO GUZMÁN TINAJERO

CUAUTITLÁN IZCALLI, EDO. DE MEX.

2005

m.344815



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas

Tesis Digitales

Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

Introducción a las Herramientas de Manufactura Esbelta

que presenta el pasante: José Alfredo de la Garza Andrade
con número de cuenta: 076944323 para obtener el título de :
Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 14 de Abril de 2005.

PRESIDENTE	<u>M.A.I. Pedro Guzmán Tinajero</u>	
VOCAL	<u>Inq. Ana María Terreros de la Rosa</u>	
SECRETARIO	<u>Inq. Albino Arteaga Escamilla</u>	
PRIMER SUPLENTE	<u>M.I. Victor Hugo Hernández Gomez</u>	
SEGUNDO SUPLENTE	<u>Inq. Angel Rueda Angeles</u>	

Índice de Tesis:

Introducción a las Herramientas de Manufactura Esbelta.

Capítulo 1.- Introducción	1
1.1.- Antecedentes	1
1.2.- Manufactura en Masa	4
1.3.- Manufactura Esbelta	5
1.4.- Los Ocho desperdicios.	7
1.5.- Herramientas de Manufactura Esbelta	13
 Capítulo 2.- Liderazgo	 18
2.1.- El rol del Liderazgo	18
2.2.- Evolución del Liderazgo	21
2.3.- Cultura de Bienestar	26
 Capítulo 3.- Grupos de trabajo	 29
3.1.- Introducción	29
3.2.- Creación y Evolución de los Grupos de Trabajo	31
3.3.- Estructura, Roles y Responsabilidades.	37
3.4.- Entrenamiento	43
3.5.- Involucramiento, compromiso y soporte.	46
3.6.- Herramientas del Grupo de Trabajo	48
3.7.- Comunicación, Medibles y Efectividad del Grupo de Trabajo	54
 Capítulo 4.- Calidad en la estación de trabajo	 55
4.1.- Antecedentes	55
4.2.- Fábrica Visual y 5 Eses.	57
4.3.- 5 Eses	62
4.4.- Hoja de instrucción de la operación	67
4.5.- Poka Yoke	71
4.6.- Cambio Rápido	75

Capítulo 5.- Mantenimiento Productivo Total	80
5.1.- Introducción	80
5.2.- TPM	83
5.3.- Los siete pasos para implantar TPM.	87
5.4.- Nuevo tareas del área de mantenimiento.	95
5.5.- Estrategias que soportan la implantación del TPM	101
5.6.- Indicadores de Éxito del TPM	102
5.7.- Teoría de Restricciones.	111
5.8.- Conclusiones	114
 Capítulo 6.- Kanban	 118
6.1.- El Origen del Kanban	118
6.2.- Que es Kanban	119
6.3.- Tipos de tarjetas Kanban	121
6.4.- Flujo de la tarjeta Kanban	122
6.5.- Otras alternativas de surtido de materiales	125
6.6.- Mercados	132
6.7.- Implementación	138
6.8.- Beneficios	140
 Capítulo 7.- Mapa de flujo De Valor	 145
7.1.- Introducción	145
7.2.- Mapa de Flujo de Valor Actual	148
7.3.- Mapa de Flujo de Valor futuro	158
7.4.- Conclusiones	160
 Capítulo 8.- Seis sigma	 163
8.1.- Introducción	163
8.2.- Definición	165
8.3.- Medición	169
8.4.- Análisis	176
8.5.- Mejorar	180
8.6.- Control	184
 Bibliografía	 193

Capítulo 1 - Introducción

1.1.- Antecedentes

Durante los inicios del siglo pasado, las industrias de Norteamérica se caracterizaban por ser economías de escala con máquinas de precisión, variedad de productos mediante flujo de producción limitado además de contar con un mercado masivo, en tanto que en Asia trabajaban con máquinas para hilados y tejidos y en general con recursos muy limitados.

Henry Ford rompió con el esquema de fabricación artesanal implementando un sistema que le permitió satisfacer las necesidades del Mercado mejor conocido como Producción Masiva.

En 1945 con la explosión económica de la post Guerra, las condiciones de Norteamérica cambiaron haciendo mayor énfasis en las finanzas y contabilidad, se generaban productos más complejos y había una gran diversificación del mercado mediante producciones de grandes lotes y automatización, la **Manufactura en masa** se generaliza adaptándose a los cambios del mercado, en tanto que en Asia se establece la Visión de alcanzar a Norteamérica con escasos recursos, necesidades importantes de capital y pobre calidad en sus productos. Se establecieron fuertes objetivos en Calidad, Costo, Tiempo de Entrega y Flexibilidad mediante la adquisición y puesta en marcha de Seminarios de Productividad y Calidad que funcionaron en Norteamérica, principalmente basados en la filosofía de E. Demming. El resultado fue que la Industria Japonesa adopta al sistema de **Manufactura**

Capítulo 1 - Introducción

Esbelta integrando en sus actividades el uso de las herramientas básicas obteniendo un éxito fantástico al término de la década de los años 60's. Este efecto, causó que en Norteamérica la industria como la electrónica y la automotriz entre otras empezaran a perder penetración y mercado.

El detonador fue la crisis de energéticos de principios de los 70's. Los productos japoneses más económicos y con mejor calidad, lograron que la industria japonesa diera un gran paso hacia delante, logrando lo siguiente:

- La industria japonesa alcanzó, y duplicó su ventaja competitiva en términos de satisfacción al cliente, costo, crecimiento y valor para sus accionistas.
- En esos momentos no existían estudios serios sobre las prácticas de manufactura en Japón.
- El primer factor evidente fue la alta calidad de manufactura impulsada bajo los principios de E. Demming. Entonces... cuál era la estrategia detrás del éxito Japonés?

El Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT) desarrolló un proyecto de investigación llamado International Motor Vehicle Program (IMVP).

Capítulo 1 - Introducción

La investigación consistiría en analizar 52 plantas de ensamble automotriz localizadas en 14 países distintos. El resultado fue que encontraron diferencias significativas entre las plantas de Japón y las del resto del mundo.

Las principales observaciones fueron:

- Inventarios reducidos de materiales directos e indirectos.
- Alta utilización de los espacios en el piso de la fábrica.
- Alta Calidad y diversidad de productos.
- Mayor eficiencia de labor directa e indirecta.
- Mayor satisfacción y contribución de los empleados.

El término utilizado por el MIT para resumir estas prácticas fue "Lean Manufacturing " o conocido en Español como **Manufactura Esbelta**.

Según el MIT (Instituto Tecnológico de Massachussets), la **Manufactura Esbelta** pretende la eliminación del **Desperdicio** en todas las áreas de producción incluyendo su relación con el cliente, diseño del producto, red de proveedores y Gerencia.

Capítulo 1 - Introducción

Su objetivo es conseguir menor esfuerzo humano, menos inventario, menor tiempo de desarrollo de productos, menor espacio para lograr una gran capacidad de respuesta a la demanda del cliente a la vez que se producen productos de la más alta calidad, de la forma más eficiente y económica posible.

1.2.- Manufactura en Masa

Manufactura en Masa es el método tradicional de producción en el cual se producen en cada estación grandes cantidades de producto sin importar el resto del proceso, los ocho desperdicios, de los cuales hablaremos mas adelante son evidentes.

Las características de **Manufactura en Masa** son las siguientes:

- Liderazgo por comando y control
- Gran variabilidad de los procesos de Manufactura
- Calidad deficiente del producto
- Lugar de trabajo inseguro
- Inventario excesivo de materiales en proceso.
- Se produce para un inventario de producto terminado
- Nivel de servicio alto
- Costo de producción alto

Capítulo 1 - Introducción

- Empleados pocos satisfechos en su trabajo y aportación mínima de los mismos.

1.3.- Manufactura Esbelta

La Manufactura Esbelta se caracteriza por producir sólo lo requerido por la siguiente estación de trabajo si así lo requiere, los ocho grandes desperdicios se han reducido a su mínima expresión.

La **Manufactura Esbelta** se caracteriza por:

- Administración basada en **Grupos de Trabajo**.
- Poca variabilidad en los procesos.
- Pocos o ningún defecto de calidad, enfoque en **Seis Sigma**
- Lugares ergonómicos y seguros
- Sólo el inventario en proceso que se está transformando en cada estación de trabajo
- Se produce sólo el pedido solicitado por el cliente
- Nivel de servicio medio
- Costo de producción bajo
- Empleados satisfechos y con poder de decisión enfrentando retos

Capítulo 1 - Introducción

La **Manufactura Esbelta** se puede resumir en los siguientes conceptos:

- Producción integrada de una sola pieza es decir, un flujo continuo de trabajo con inventarios mínimos en cada etapa del proceso de producción.
- Capacidad de producción en lotes pequeños sincronizado con la programación de embarque.
- Prevención de defectos en lugar de inspección y retrabajo al crear la **Calidad en la Estación de Trabajo** e implementar procedimientos de retroalimentación en tiempo real.
- Planeación de producción impulsada por la demanda del cliente, soportado por un sistema **Kanban**.
- Organizaciones basadas en el concepto de **Grupos de Trabajo** tomando decisiones con enfoque de mejora continua mediante una cultura de **Seis Sigma** para la prevención de defectos.
- Integración cercana de todo el flujo de valor desde materia prima hasta producto terminado (**Mapeo del Flujo de Valor**) a través de las relaciones orientadas a la cooperación con los Proveedores y Distribuidores. En general, Manufactura Esbelta quiere decir la eliminación del desperdicio a través del Proceso de Producción.

Capítulo 1 - Introducción

- La maquinaria de la fábrica es confiable y repite en el objetivo deseado basado en el sistema de **Mantenimiento Productivo Total**.
- El **Liderazgo** de la industria soporta la nueva cultura organizacional y promueve el uso de herramientas de mejora continua.

1.4.- Los ocho desperdicios.

El desperdicio es todo aquello que no agrega Valor al producto, así como Valor es todo aquello que el cliente final está dispuesto a pagar.

El enfoque de la Manufactura Esbelta es a utilizar las nuevas herramientas que mencionaremos mas adelante para eliminar o reducir los ocho desperdicios que se describen a continuación.

- **Sobreproducción.-** Significa producir por encima de lo que el cliente requiere/producción de material y productos innecesarios. Algunos ejemplos:
 - Pérdidas por operaciones o equipos "Cuello de Botella".
 - Se produce por lotes y no por secuencia.
 - Se descarga o surte por "materiales críticos" y no por requerimientos.
 - Búsqueda de subensambles, materiales no almacenados o perdidos.

Capítulo 1 - Introducción

- Exceso de subensambles como indisciplina al NO Cumplimiento del horario de trabajo.

- **Inventario.-** Espera o adquisición innecesaria a proveedores, trabajo en proceso.

-Mentalidad de producción en masa, lotes o exceso de subensambles entre estaciones de trabajo.

- Entrega y embarques ineficientes de materiales, subensambles o ensambles internamente y externamente.

- Programas de producción no están coordinados entre procesos.

- No se utiliza la fábrica visual para controlar el proceso, ejemplo: máximos y mínimos; marcado de estaciones, flujo de proceso, etc.

- **Transportación.-** Múltiples maniobras, retardos en el manejo de material, manejos innecesarios.

- Grandes distancias entre operaciones o estaciones de trabajo.

- Grandes distancias entre bodegas y terminales.

- Los surtidores de material no tienen rutas, ni programas de surtido.

- Bodegas en las áreas productivas o fuera de ellas.

- Recorridos excesivos entre los puntos de recibo de material y los puntos de uso.

Capítulo 1 - Introducción

- **Espera.-** Procesos u operaciones detenidas esperando al proceso anterior, retrasos, paros.
 - Espera para recibir apoyo por problemas de equipo, información y/o materiales.
 - Baja efectividad del equipo (**OEE**) y paros excesivos de equipo (vehículos industriales, maquinaria, etc.)
 - Contenidos de labor desbalanceados.
 - Juntas indisciplinadas.

- **Movimientos.-** Desplazamientos de gente o equipo que no agregan valor.
 - Configuración y organización de las áreas de trabajo deficiente.
 - Contenido de labor mal balanceado.
 - Fábrica Visual No incorporada.

- **Sobre-procesamiento.-** Elementos o pasos de trabajo innecesarios, inspecciones, procedimientos que no agregan valor.
 - Los estándares de producción son desconocidos o no son claros para los operadores. Ejemplos: poner más sello del requerido, dar puntos o cordones de soldadura donde no son requeridos, pintar áreas que no son necesarias, ensamblar componentes no requeridos, sobre inspeccionar características no relevantes para el Cliente, etc.

Capítulo 1 - Introducción

- La programación de producción es desconocida o no es clara para los operarios. Ejemplo: surten más material del requerido, almacenan material donde no es requerido, pintan áreas no necesarias, ocupan más equipo del requerido.
- No se tienen ayudas visuales como soporte a los operarios.
- Uso diario del concepto "Más es Mejor".
 - **Corrección.-** Partes que requieren retrabajo o partes dañadas.
- Escasa o lenta retroalimentación de problemas de calidad.
- Inspección excesiva, en el recibo de material, en la estación de trabajo o fuera de las estaciones de trabajo.
- Las reparaciones son vistas como un proceso aceptable dentro de los procesos.
- Dispositivos a Prueba de Error poco efectivos.
- No se tiene una estandarización del trabajo realizado, provocando una variabilidad excesiva en el proceso.
- Mantenimiento poco efectivo al equipo y/o herramienta
 - **Subutilización del Recurso Humano.-** No darle seguimiento a la implementación de ideas y sugerencias.
- Desaprovechamiento de talentos y experiencia
- No involucramiento y participación de la gente.

Capítulo 1 - Introducción

En resumen la implementación de la Manufactura Esbelta ha logrado los siguientes resultados en la Industria.

- La mitad de horas de esfuerzo Humano en su lugar de trabajo
- La mitad de defectos en el producto terminado
- Un tercio de horas de esfuerzo de Ingeniería
- Mitad del espacio en planta para el mismo resultado

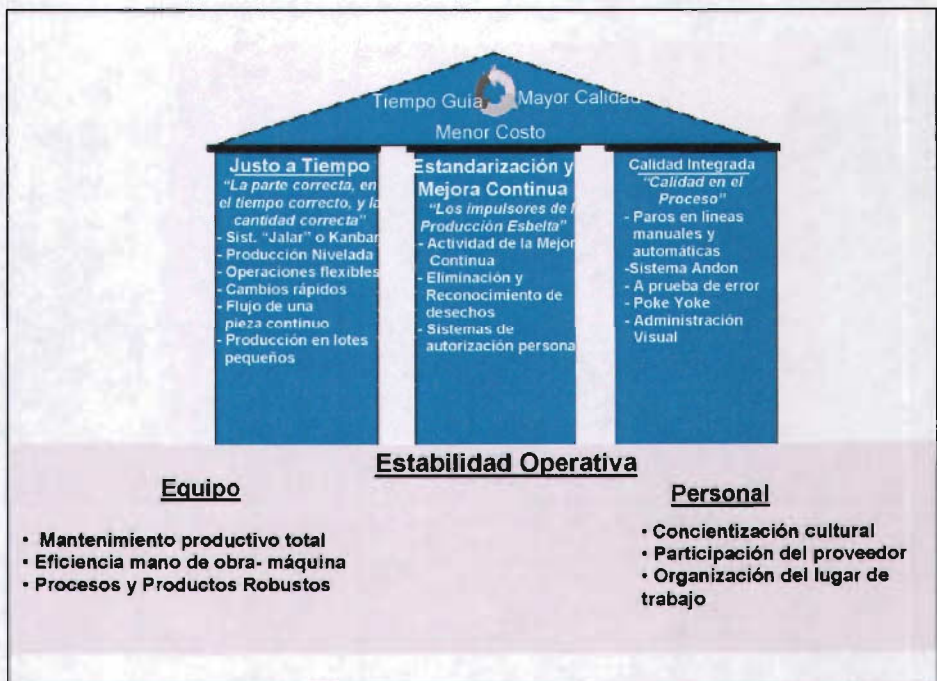


Figura 1.4.1.- Modelo de Manufactura Esbelta (Fuente: Propia)

Capítulo 1 - Introducción

La Figura 1.4.1 representa el Modelo de la Manufactura Esbelta, donde uno de los Pilares significa el **Justo a Tiempo**, donde la producción se activa según los requerimientos del cliente en cada etapa del proceso de producción y no se presiona para satisfacer los requerimientos de carga de la máquina o flujos de trabajo inflexibles. Este sistema “Jalar” o **Kanban** es una de las principales herramientas utilizadas para administrar el flujo de trabajo y los materiales en un ambiente de producción esbelta.

El objetivo del pilar central es el trabajo estandarizado, que se logra con la aplicación de herramientas como son la **Hoja de Instrucción de la Operación** y **Fábrica Visual y 5 Eses** para minimizar las variaciones e integrar la calidad al tiempo que se logra la mayor productividad posible mediante las herramientas de 6 Sigma.

El último pilar, elemento de Calidad Integrada son Paros Automáticos y Manuales de Línea donde la producción se detiene por anomalías, dar a las máquinas la capacidad humana de tomar una decisión, mediante la filosofía de Calidad: No aceptar partes defectuosas, no generar defectos y no pasarlos a la siguiente estación.

Los elementos de la Estabilidad Operativa para el equipo son:

- Mantenimiento productivo total
- Eficiencia mano de obra- máquina

Capítulo 1 - Introducción

- Procesos y Productos Robustos
- Y la parte Cultural, donde la implementación exitosa de los Principios de Manufactura Esbelta requiere de una concientización profunda en toda la organización. Mayor responsabilidad y autoridad de los trabajadores, disciplina en el proceso y una búsqueda constante de la mejora continua son elementos críticos para lograr los objetivos a largo plazo de la compañía.

1.5.- Herramientas de la Manufactura Esbelta

La transformación de la Manufactura en Masa a Manufactura Esbelta se ha logrado en aquellas industrias que han utilizado las herramientas que a continuación se mencionan, estas herramientas están enfocadas a la eliminación de los ocho desperdicios. Estas herramientas se comentarán más ampliamente en los siguientes capítulos.

Liderazgo.- Es un elemento que sirve como marco de referencia para la implantación de la Manufactura Esbelta. Incluye requerimientos de Seguridad, Calidad, Entrega, Costo, Ambiente y especialmente con Grupos de Trabajo.

El Liderazgo mide el grado de compromiso y soporte hacia los principios de la Manufactura Esbelta, se puede considerar que el cambio en el estilo de liderazgo es el punto de partida para iniciar un proceso de manufactura esbelta. El capítulo 2 amplía el concepto de Liderazgo.

Grupos de Trabajo.- Es un grupo pequeño de personas que utilizan las herramientas de la manufactura esbelta para eliminar el desperdicio, los integrantes del grupo se complementan entre si, se encuentran comprometidos con un mismo propósito y objetivos comunes, en el capítulo 3 se presentará más ampliamente el concepto de esta herramienta.

Calidad en la Estación de Trabajo.- Se define como un conjunto de herramientas que permitirán que los estándares de calidad son asegurados en la estación de trabajo, evitando la generación de defectos y reparaciones y como consecuencia asegurando que el cliente recibirá productos libres de defectos. Una de las herramientas comúnmente usada es la **Hoja de Instrucción del Operario**, ésta nos permite estandarizar el trabajo en la estación. El objetivo de trabajo estandarizado es minimizar las variaciones e integrar la calidad al tiempo que se logra la mayor productividad posible.

Otra de las herramientas usadas para controlar la Calidad en la Estación de Trabajo son las **Fábrica Visual y las 5 Eses**. Las herramientas, partes, y arreglos están identificados y ubicados donde se necesitan, los contenedores, herramientas y estantes de partes están claramente etiquetados y accesibles. Los procesos y las máquinas están acomodados para facilitar el flujo continuo de una pieza. Las líneas distinguen áreas de trabajo y recepción de material y pasillos. Los señalamientos de Precaución, Salidas, Extinguidores de Incendios y Procedimientos de Emergencia están claramente visibles. El desperdicio de la Planta es evidente.

Capítulo 1 - Introducción

Los operarios consideran el orden y limpieza como parte importante de su trabajo.

Otra herramienta muy útil es el **Poka Yoke**, un Poka Yoke es cualquier dispositivo o instrumento que sirve para detectar o prevenir que se generen productos defectuosos y que éstos pasen a la siguiente estación de trabajo..

Los procesos de manufactura están equipados con la capacidad y tecnología necesaria para detectar anomalías cuando se presentan. Se dividen en:

- Procesos automatizados. Dispositivos de diseño a fin de que se garanticen la ubicación y posición de la parte. Sensores instalados para verificación de la ubicación y presencia de seguros y tuercas. Guías de alimentación diseñadas a fin de que las partes fuera de especificación no quepan en la máquina
- Procesos Manuales. Diseño e implementación de verificación rápida con medidores de pasa/ no-pasa. Uso de herramientas neumáticas con el control de torque adecuado. Instalación de guías para prevenir que los seguros y partes pequeñas caigan en los ensambles.

Otra herramienta que soporta el control de la Calidad en la Estación de Trabajo pero sobre todo la eliminación de tiempo perdido durante los cambios de herramental que se realizan en las diferentes industrias para fabricar diferentes productos o modelos es el **Cambio Rápido**. Revisaremos más a detalle estas herramientas en el capítulo 4.

Capítulo 1 - Introducción

El Mantenimiento Productivo Total es un proceso interactivo de 7 pasos que utiliza la participación de todo el grupo de trabajo que integra manufactura, mantenimiento, compras y proveedores de equipo al proceso de Ensamble. En el capítulo 5 se revisa esta herramienta ampliamente.

Kanban. La producción se activa según los requerimientos del cliente en cada etapa del proceso de producción y no se presiona para satisfacer los requerimientos de carga de la máquina o flujos de trabajo inflexibles. Este sistema “Jalar” o Kanban es una de las principales herramientas utilizadas para administrar el flujo de trabajo y los materiales en un ambiente de producción esbelta. El concepto de Kanban se revisará en el capítulo 6.

Mapa de Flujo de Valor. El mapeo es una descripción gráfica de las acciones (tanto las de valor agregado como las de no valor agregado) que se necesitan para mover un producto a través de un sistema y los principales flujos que intervienen en estas acciones.

Sirve para identificar las fuentes del desperdicio y debe contener los indicadores relevantes para el mapeo como son: Horas por producto, costo por producto, inventario entre estaciones, tiempo de proceso, etc. Establece las bases para la eliminación de desperdicio. Revisaremos el concepto de MFV en el capítulo 7.

Capítulo 1 - Introducción

Seis Sigma es considerada como una de las herramientas del negocio más poderosas creada en la historia. Seis sigma es un proceso del negocio que permite a las compañías mejorar drásticamente sus procesos, revisaremos esta herramienta con más detalle en el capítulo 8.

2.1.- El rol del Liderazgo

El liderazgo es el factor de éxito más crítico para energizar y autorizar al personal hacia la implementación de la **Manufactura Esbelta**. Los líderes deben desarrollar y comunicar la visión. Se debe modelar el Liderazgo en el piso de producción.

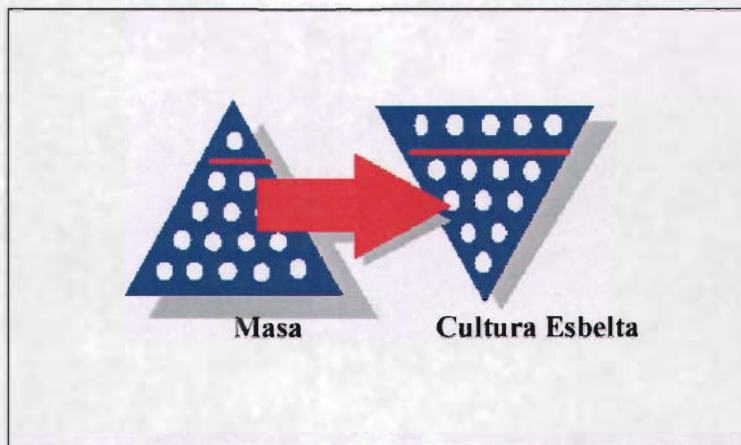


Figura 2.1.1.- Pirámide invertida (Fuente: Industria Automotriz)

La figura 2.1.1 nos muestra lo que se conoce como la pirámide invertida, que representa el cambio de cultura de Masa a Esbelta en liderazgo. Para explicar este proceso haremos las siguientes definiciones:

Pirámide en Masa. El "Jefe" es la persona más importante en la Organización. Toda la información fluye a través del él (comando y control).

Capítulo 2 - Liderazgo

La línea roja en la figura superior representa la separación del Jefe con el resto de la Organización.

Estado Actual.-Las características del negocio en este estado son las siguientes:

- Costo como el indicador dominante; podríamos tomar malas decisiones de negocios.
- Enpoderamiento limitado. Haz lo que digo, no cuestiones la autoridad!
- Administración por crisis, sin tiempo para planear...No paren la línea!
- Competencia por el apoyo y los recursos del departamento y turnos.

Cultura Esbelta. Es una estructura que apoya hacia arriba las actividades de los **Grupos de Trabajo** y hacia abajo la retroalimentación a los Líderes en cada nivel de la Organización. La línea roja en la figura representa todo lo que interfiere con los operarios haciendo el trabajo de **Valor Agregado**.

Estado Futuro: Las características del negocio en este estado son las siguientes:

- Medibles duros del negocio simples, claros
- Mejora Continua liderada por Grupos de Trabajo

Capítulo 2 - Liderazgo

-Supervisión y Departamentos de Servicio apoyando a los Grupos de Trabajo a través de la planeación

-No pasen ningún defecto!

-Coordinación adecuada del apoyo y los recursos entre departamentos y turnos

El personal es el engrane Central en las Organizaciones para la Implementación de la Manufactura Esbelta. Algunos puntos clave son:

Personal con poder de decisión (empowerment), Flexible, Capaz y altamente Motivado.

Cuando en una industria o empresa se ha logrado la transformación de cultura de masa a cultura esbelta basado en el nuevo rol de liderazgo es fácil identificar lo siguiente:

- Empleados conscientes de las metas y objetivos de la Organización, y de cómo contribuyen sus trabajos a lograrlos.
- Líneas de comunicación abierta entre los niveles de trabajadores de producción, media y alta gerencia.
- Empleados habilitados para identificar y eliminar el desperdicio.

Capítulo 2 - Liderazgo

- Un equipo gerencial **Comprometido**, Involucrado y Apoyando a la Organización para el logro de los resultados duros del negocio basados en una mentalidad de Manufactura de Clase Mundial.
- El proceso de enseñanza y aprendizaje es proporcionado en todos los niveles de la Organización incluyendo Proveedores y Clientes, así como el sistema de Reconocimiento.

2.2.- Evolución del Liderazgo.

Para lograr la evolución de liderazgo que soporte la implantación de la manufactura esbelta es necesario estandarizar los nuevos valores y conductas para transformar la cultura enfocada en la eliminación de los ocho desperdicios ya comentados en el capítulo anterior, ver figura 2.2.1



Figura 2.2.1.- Redefinición de Valores (Fuente: Industria Automotriz).

La Figura 2.2.2 representa la Evolución del Liderazgo. En sus inicios (primer cuadrante) identificamos aspectos generales de estándares de cumplimiento, basados en Comando y Control, Líderes expertos en sistemas de producción donde la participación del Sindicato era muy restringida.

Capítulo 2 - Liderazgo



Figura 2.2.2.- Etapas de evolución de Liderazgo (Fuente: Propia)

En el segundo cuadrante nacen los Grupos de trabajo, los planes de entrenamiento y capacitación son proporcionados en base a un análisis más

Capítulo 2 - Liderazgo

detallado de necesidades enfocadas en reducir el Desperdicio. La participación e Involucramiento del Sindicato en los conceptos de Manufactura son mas sólidos y se generan Roles y Responsabilidades específicos en cada banda Organizacional con una misma Visión de Negocio.

El tercero, muestra a la Gerencia enseñando los conceptos de Manufactura Esbelta con los Grupos de Trabajo (bajo el estándar de Modelar con el ejemplo), la metodología Seis Sigma para la solución y prevención de problemas, la estrategia de difusión de objetivos enfocadas en las características vitales del proceso y los resultados. El manejo del tiempo y los datos adquieren una responsabilidad y compromiso en toda la organización.

El cuarto cuadrante, indica la Visión de Clase Mundial como son TPM, Cinco Eses, Kanban, etc, pensamiento de clase mundial y de mejora continua, Cultura de Calidad en la Organización y se establecen Conductas Esbeltas de comportamiento. La Gerencia desarrolla planes con la Organización para mejorar la efectividad de los grupos de Trabajo y el Liderazgo incluyendo a Proveedores y Clientes. El sistema de Reconocimiento es otorgado al personal por la Gerencia para fomentar las buenas prácticas y soportar los casos de éxito. La Cultura de Bienestar en las Organizaciones es factor determinante para promover el sentido de pertenencia y entregar resultados duros del Negocio.

Capítulo 2 - Liderazgo

Las características básicas de las Conductas Esbeltas de Liderazgo son las siguientes:

- Respeto por las personas:
 - Proveer retroalimentación frecuente y reconocimiento.
 - Enfoque en el problema, no culpar a la persona.
 - Respetar el tiempo y prioridades de los demás.
 - Tratar a todo el personal con dignidad y respeto.
 - Involucrar a la gente en decisiones que afectan su trabajo.

- Aprendizaje y Mejora Continua
 - Compartir ideas, conocimiento e información.
 - Buscar y exponer los problemas.
 - Usar un enfoque total de sistemas.
 - Promover y practicar el trabajo en equipo entre departamentos.

- Enfoque en Resultados y Procesos
 - Hacer cambios de procesos en forma disciplinada.
 - Tomar decisiones firmes en forma oportuna basadas en datos.
 - Ser responsable y confiable para entregar resultados.
 - Enfoque en el cliente (interno y externo)

2.3.- Cultura de Bienestar.

En toda Organización el factor determinante de éxito es su Gente, trabajando en equipo, motivada y comprometida por obtener los resultados, donde se reconoce al personal por sus Logros. Esto se obtiene fomentando las historias de éxito con un enfoque hacia lo positivo y los problemas y fracasos se ven como aprendizajes. La gente se enfoca en lo positivo creando y generando sinergia aportando ideas y manteniendo a la Organización con un alto desempeño por entregar resultados basado en el talento de cada persona. La cultura de bienestar está basada en los conceptos más modernos de liderazgo que soportan que la Gente aporta mucho mas cuando se encuentra ligada a su lado positivo, las tres conductas esbeltas mencionadas anteriormente son un elemento estructural de la Cultura de Bienestar.

El desempeño de los empleados necesita ser evaluado de manera apropiada para reforzar los Comportamientos que llevarán a la Planta y a los Grupos de Trabajo hacia el pensamiento de Manufactura Esbelta.

El concepto por las Recompensas y Reconocimiento No Monetarios involucra la exhortación y el apoyo a las personas y los equipos que contribuyen, a través de su conducta al éxito de la Organización. Puede variar desde dar las gracias a alguien por un trabajo bien hecho hasta recompensar a un grupo por cumplir con un objetivo. Una operación debe poner gran énfasis en las técnicas de refuerzo positivas incluyendo el reconocimiento personal y el

Capítulo 2 - Liderazgo

reconocimiento grupal por logros en cuanto a seguridad y acciones seguras. Esto puede incluir comentarios verbales positivos durante las visitas a Piso, publicación en fotografías, presentación de reconocimientos, eventos y Ceremonias de Reconocimiento.

Algunos de los beneficios de una Cultura de Bienestar son los siguientes:

- Incrementa la motivación del personal en todos niveles
- Conectar los conceptos de Manufactura Esbelta a la realidad de planta, compartiendo casos de éxito (experiencias – vivencias).
- Interacción entre todos los niveles de la organización en cada sesión.
- Fomentar el concepto de Líder como Maestro entre todos los niveles de la organización.
- Trascender a Valores las herramientas y conceptos de Manufactura Esbelta.
- Robustece Estándares y Liderazgo.

Algunos ejemplos de actividades que aseguran el éxito de una Cultura de Bienestar son los siguientes:

- Manejo disciplinado del tiempo y las juntas

Capítulo 2 - Liderazgo

- Actividades Culturales y deportes en compañía de la familia
- Programas para el cuidado de la Salud
- Encuestas de Satisfacción del Empleado
- Efectividad de los Grupos de Trabajo
- Autoaprendizaje

3.1.- Introducción

En Japón los empleados y empresas trabajan juntos para obtener mutua prosperidad, el soporte al trabajo en equipo viene de sus creencias religiosas: El Budismo enseña el bienestar común antes del bienestar individual.

¿Por qué Grupos de Trabajo?

Los Grupos de Trabajo proveen de múltiples beneficios a las organizaciones y a los individuos:

Beneficios Individuales

- Se aprenden nuevas herramientas (solución de problemas y trabajo en equipo)
- Incrementa el valor individual de la persona
- Incrementa la satisfacción personal

Beneficios organizacionales

- Mejora la satisfacción de los clientes
- Incremento en la Calidad
- Incremento en la Productividad
- Reducción de Costos

Capítulo 3 – Grupos de Trabajo

- Eliminación del desperdicio

Un **Grupo de Trabajo** es un grupo pequeño de personas con herramientas propias que se complementan entre si, comprometidos con un mismo propósito y objetivos comunes.

La filosofía de los Grupos de Trabajo es crear una organización de alto desempeño que dé mayor flexibilidad a los procesos, la respuesta a los problemas sea mucho más rápida y que todos los integrantes de la organización estén comprometidos y satisfechos al 100 %.

El Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT) desarrolló un proyecto de investigación llamado International Motor Vehicle Program (IMVP)-80's, la investigación consistiría en analizar 52 plantas de ensamble automotriz localizadas en 14 países distintos. El resultado fue que encontraron diferencias significativas entre las plantas de Japón y las del resto del mundo, el resultado del proyecto mostró observaciones de gran interés, unas de las principales observaciones fueron las siguientes:

- Trabajo en Equipo
- Mayor satisfacción
- Contribución de los empleados

Según el MIT (Instituto Tecnológico de Massachusetts): “La Manufactura esbelta pretende la eliminación del desperdicio en todas las áreas de

Capítulo 3 – Grupos de Trabajo

producción incluyendo las relaciones con el cliente, diseño del producto, red de proveedores y gerencia. Su objetivo es conseguir menor esfuerzo humano, menos inventario, menor tiempo de desarrollo de productos y menor espacio para lograr una gran capacidad de respuesta a la demanda del cliente a la vez que se producen productos de la más alta calidad, de la forma más eficiente y económica posible, todo esto basado en una organización de Grupos de Trabajo con la infraestructura para motivar al personal.

Uno de los aspectos más importantes requeridos para institucionalizar la Manufactura Esbelta es que la Gerencia, Empleados, Trabajadores y los Lideres Sindicales (donde aplique), provean compromiso y apoyo, mostrando compartimientos que demuestren conocimiento de las herramientas de Manufactura Esbelta.

3.2.- Creación y Evolución de los Grupos de Trabajo

Convertirse en un Grupo de Trabajo completamente maduro, funcional y exitoso no ocurre de la noche a la mañana, requiere de un proceso de evolución. Los Grupos de Trabajo también pasan por etapas de desarrollo y cambio. Competitive Solicions, Inc. Compara el proceso evolutivo que experimentan los Grupos de Trabajo con las etapas de desarrollo humano desde la infancia hasta la edad adulta.

Cada etapa de desarrollo se define a continuación, ver la siguiente Gráfica.



Grafica 3.2.1 Evolución de Grupos de Trabajo Autodirigidos (Fuente: Propia)

La primera etapa del desarrollo de un Grupo de Trabajo es la infancia o etapa de análisis e implantación. En esta etapa los Grupos de Trabajo tienen poca conciencia. El enfoque es aun sobre las necesidades individuales básicas. El liderazgo en esta etapa está analizando lo que será necesario para establecer y sostener una cultura de Grupos de Trabajo y para ayudar a los individuos a crecer y madurar a fin de convertirse en Grupos de Trabajo completamente

Capítulo 3 – Grupos de Trabajo

funcionales y exitosos. Se está definiendo la visión general de donde desea estar la organización en el futuro. Se están estableciendo los valores que definen los modos de conducta que apoyará la visión.

La segunda etapa del desarrollo de un Grupo de Trabajo es la etapa de la niñez o etapa de desarrollo. En esta etapa, los Grupos de Trabajo están aprendiendo las habilidades necesarias para tener éxito. Están aprendiendo técnicas de comunicación, están desarrollando la coordinación y comenzando a aprender a interactuar con los demás, comienzan a ver sus límites y probándolos a ver si son reales. Están obteniendo una perspectiva del negocio mediante la identificación y seguimiento de metas del negocio en equipo. Desean hacer las cosas por si solos pero, al igual que los niños pequeños, aun necesitan una guía cercana de parte de su padre o entrenador.

El liderazgo en esta fase está ayudando a los Grupos de Trabajo a desarrollarse dándoles el "que", el "por qué" y los parámetros de una situación y permitiendo que los equipos determinen el "cómo". El liderazgo está entrenando y apoyando a los Grupos de Trabajo a entender sus límites o restricciones dentro de los cuales pueden funcionar. Su papel consiste en partes iguales de tutela, guía y supervisión. Están reforzando el enfoque del negocio para los equipos. Tanto los Grupos de Trabajo como el liderazgo están definiendo y reforzando sus expectativas el uno del otro, formando los lazos que les ayudarán a pasar por el periodo de transición.

La tercera etapa de la evolución de un Grupo de Trabajo es la adolescencia o etapa de ejecución. Al igual que los adolescentes, los Grupos de Trabajo en

esta etapa piensan qué están listos para enfrentarse al mundo. Pero, al igual que los adolescentes, les hace falta la experiencia o la "visión completa" que se necesita para tener éxito. Los equipos que se encuentran en esta etapa tienen un conocimiento excelente de sus propias áreas y pueden hacerse cargo de las actividades cotidianas de su área exitosamente; sin embargo, aun les falta un conocimiento general del negocio. Continúan llevando el control e informando los resultados del equipo para el negocio y desarrollando habilidades para resolver problemas. Entienden por experiencia propia los beneficios de una cultura de equipos y la necesidad de los procesos.

Durante la etapa adolescente, el liderazgo está expandiendo los límites de los equipos a medida que éstos maduran y demuestran sus capacidades. A los Grupos de Trabajo se les permite hacerse cargo de asuntos cotidianos del negocio y de aplicación de técnicas de solución de problemas. El liderazgo está actuando como un recurso y compartiendo su conocimiento y experiencia con los equipos mientras se desarrolla dentro de sus propios rangos.

La etapa final de la evolución de un Grupo de Trabajo es la etapa adulta o de integración. En esta etapa los Grupos de Trabajo se integran completamente a la cultura organizacional. En esta etapa de evolución, el enfoque del Grupo de Trabajo ha expandido hacia el beneficio general de la compañía. Los **Grupos de Trabajo** están desarrollando habilidades de hacer internas funciones tradicionalmente externas, tales como acciones correctivas, evaluaciones de rendimiento, retroalimentación, medibles del negocio, reconocimiento y resolución de conflictos. Están reportando y presentando resultados completos

Capítulo 3 – Grupos de Trabajo

del negocio con planes de acción y de desarrollo a sus propios presupuestos en base a directrices generales.

El liderazgo en la etapa adulta está estableciendo criterios generales para la organización. Su enfoque ha pasado de las actividades diarias a la planeación estratégica del negocio a largo plazo y al desarrollo de una visión futura de la compañía. Su papel es actuar como guías de los equipos y como visionarios de la compañía. Al igual que con los padres, aunque los equipos han madurado completamente, no significa que estos no tengan que "volver a casa" para recibir consejos de vez en cuando. Este proceso lo podemos observar en el modelo de Tuckman que se muestra a continuación en la figura 3.2.2.



Figura 3.2.2 Modelo de Tuckman. Desarrollo y Evolución de los Grupos de Trabajo vs Líder (Fuente: Academia de Seis Sigma)

Los **Grupos de Trabajo** deberán de reunirse con cierta regularidad, deberán de tener contacto visual y auditivo el uno con el otro, durante las reuniones, debe de existir una identificación de problemas del Grupo para cumplir los objetivos, discusión de las técnicas de solución de los problemas, toma de decisiones e información del negocio.

Los Grupos de Trabajo deberán de programar en forma regular la frecuencia de las juntas, se recomienda 30 minutos semanales y que este tiempo sea el punto de partida de los Grupos de Trabajo; conforme el Grupo de Trabajo aplique las herramientas de Manufactura Esbelta, reduzca el desperdicio y mejore sus medibles, el Grupo de Trabajo podrá sesionar con mayor frecuencia ver figura 3.2.3.



Figura 3.2.3 Sesión de Grupos de Trabajo (Fuente: Industria Automotriz)

3.3.- Estructura, Roles y Responsabilidades

El objetivo es implementar una organización basada en **Grupos de Trabajo** a nivel piso de la planta (incluyendo alineación y apoyo de todos los niveles de la organización de la planta), enfocado en la eliminación de desperdicio y utilizando las herramientas de Manufactura Esbelta y Medibles de Negocio

Capítulo 3 – Grupos de Trabajo

para mejorar continuamente los resultados de la empresa y la satisfacción del empleado.

La Estructura mide la extensión en la cual el liderazgo de la planta está dirigiendo y apoyando de forma activa la implementación de una organización basada en Grupos de Trabajo.

Una estructura de liderazgo formada por el Comité Directivo de la planta, la cual provea dirección general y apoyo a los grupos de Trabajo. Los Grupos de Trabajo deberán de reunirse con el Comité Directivo y discutir/revisar la organización, Roles y Responsabilidades y acciones para determinar el involucramiento/soporte.

Las compañías en conjunto con todos sus empleados deberán de participar en la asignación de los nuevos Roles y las Responsabilidades del Grupo de Trabajo. Todos los miembros del Grupo de Trabajo son responsables de desempeñar funciones primarias inherentes a su puesto, pero también necesitan definir los Roles y Responsabilidades adicionales que les permita operar de manera eficaz en una cultura de Grupos de Trabajo. A medida que el equipo evoluciona y se desarrolla, aumenta su grado de facultamiento con su nivel de responsabilidad.

Los Roles y Responsabilidades del Grupo de Trabajo deberán centrarse en mejorar el negocio y facilitar la comunicación. Algunas funciones serán desarrolladas por el equipo directivo de la organización a fin de garantizar procesos de comunicación consistentes y con enfoque en el negocio que estén

alineados a la visión de la compañía. Cualesquiera otras funciones y responsabilidades deberán ser identificadas y acordadas por los miembros del Grupo de Trabajo. Los **Grupos de Trabajo** también son responsables de decidir como asignar las diversas funciones y de programar la rotación de los puestos entre los miembros del Grupo de Trabajo.

Cuando los Grupos de Trabajo están en la primera etapa de evolución, el Líder puede ser más que un Líder tradicional. Con el tiempo, a medida que el Grupo de Trabajo madura y se encarga de las responsabilidades de las operaciones diarias, el Rol del Líder se vuelve mas bien de apoyo y soporte al grupo de Trabajo. El Rol del Líder sigue el mismo proceso de evolución del los Grupos de trabajo, ver Tabla 3.3.1.

Los Grupos de Trabajo deberán de contar con distintas funciones operativas clave para garantizar el logro de los objetivos de negocio de la compañía.

Capítulo 3 – Grupos de Trabajo

I. Analizar	• Dirige la mayoría de las actividades diarias • Hace cumplir las reglas • Toma de decisiones autoritaria • Total responsabilidad por los resultados <u>Enfoque: Control</u>
II. Desarrollar	• Actúa como moderador • Ayuda a ejecutar las reglas • Supervisa • Desarrolla y autoriza <u>Enfoque: Agente de cambio</u>
III. Implementar	• Asesora al Grupo de Trabajo • Responsabiliza al equipo para el logro de metas • Enlace con la dirección <u>Enfoque: Orientación y Guía</u>
IV. Integrar	• Consultas • Auditarias • Asesoría • Desarrollo de estrategias a largo plazo <u>Enfoque: Asesor</u>

Tabla 3.3.1 Etapas de evolución del Líder (Fuente: Propia)

Capítulo 3 – Grupos de Trabajo

Los **Grupos de Trabajo** deberán contar con un modelo que integre distintas funciones operativas clave para garantizar el logro de los objetivos del negocio, este modelo se conoce como "Concepto Estrella", en el cual cada función define una punta de estrella. Cada punta de estrella tendrá una lista de responsabilidades que detalle esa función, se espera que el encargado de cada Punta de Estrella coordine actividades y que no sea un experto en cada una, de modo que cada coordinador deberá tener bien definidas sus responsabilidades, ver figura 3.3.2.

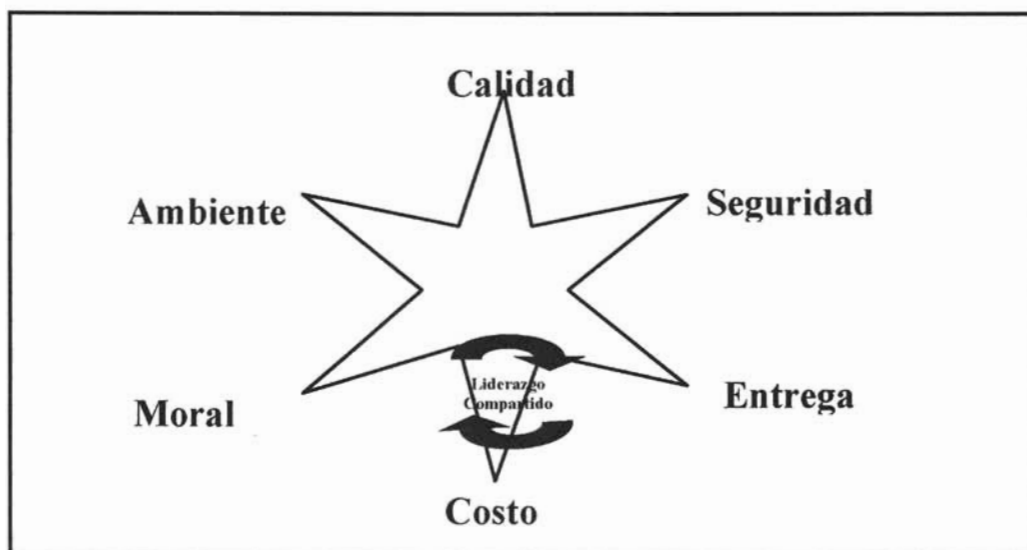


Figura 3.3.2 Modelo de puntas de estrella (Fuente: Propia)

Ahora que el Grupo de Trabajo ya tiene Roles y Responsabilidades Punta de Estrella establecidas y ha determinado quien ocupara cada función y durante cuanto tiempo, es hora de ver como funciona el proceso.

Capítulo 3 – Grupos de Trabajo

El sistema Puntas de Estrella está diseñado para funcionar satisfactoriamente en cualquier organización con todos los Grupos de Trabajo funcionales. El sistema también permite que el Líder asuma su responsabilidad en el equipo de manera ordenada, asegura que una sola persona no se encargue de efectuar todas las tareas y permite que los equipos evolucionen hacia la etapa de integración. Este sistema permite la rotación de funciones a fin de que todos los miembros del grupo de Trabajo obtengan la experiencia necesaria para una operación eficaz.

El sistema de puntas de estrella también crea una Red que ayuda a administrar los departamentos y, finalmente, el escenario completo. Las funciones puntas de estrella están diseñadas para ser similares en todos los equipos, pero con responsabilidades diferentes, dependiendo de la misión y función de cada Grupo de Trabajo, ver figura 3.3.3.

El sistema puntas de estrella está diseñado para facilitar la transición de una cultura tradicional a una cultura de Grupo de Trabajo en los negocios. La función del Líder pasa de ser supervisor a ser instructor y apoyo a medida que los equipos crecen y adquieren más experiencia.

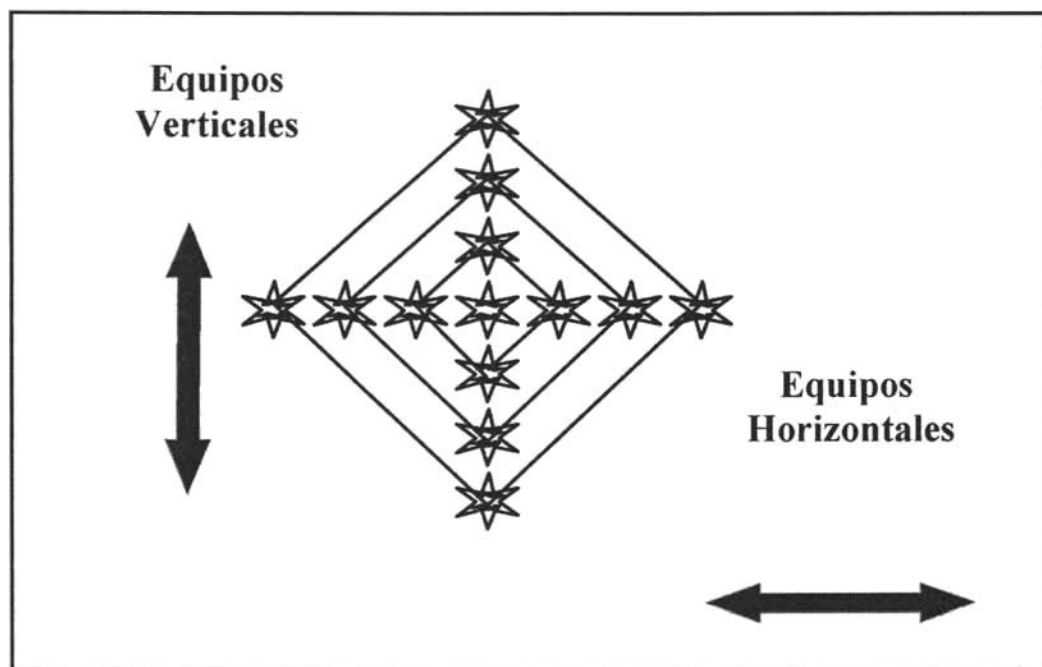


Figura 3.3.3 Red de Puntas de Estrella (Fuente: Propia)

3.4.- Entrenamiento

Se enfoca en proveer a los grupos de trabajo y al Líder de los Grupos de Trabajo las habilidades y conocimiento necesarios en Manufactura Esbelta para ejecutar de forma efectiva la reducción del desperdicio.

Capítulo 3 – Grupos de Trabajo

- Entrenamiento en las Habilidades Fundamentales necesarias de Producción
- Entrenamiento en Medibles y Herramientas de Manufactura Esbelta
- Desarrollo de matrices de versatilidad

Se debe de elaborar un plan de entrenamiento, incluyendo objetivos, tiempos, contenido y recursos, para proporcionar a los Grupos de Trabajo las habilidades para implementar y participar en el trabajo de equipo. El entrenamiento necesario se identifica por medio del análisis de necesidades de entrenamiento de la planta. La planta debe garantizar que los Grupos de Trabajo sean capaces de llevar a cabo juntas efectivas, que cuenten con las habilidades para resolver problemas, que conozcan sus Roles y Responsabilidades y la forma en que utilizan las herramientas de Manufactura Esbelta para la Reducción del Desperdicio.

El entrenamiento debe ser impartido en el momento en que los integrantes del Grupo de Trabajo tengan la oportunidad de aplicar las habilidades y el conocimiento. A continuación se presenta el proceso de entrenamiento de grupos de trabajo, ver Tabla 3.4.1.

Capítulo 3 – Grupos de Trabajo

ANÁLISIS DE NECESIDADES DE ENTRENAMIENTO	El Objetivo es llevar a cabo un análisis de necesidades de entrenamiento para determinar quien necesita entrenamiento y de que tipo.
PLAN DE ENTRENAMIENTO	El objetivo es crear un plan de entrenamiento que incluya herramientas específicas de Manufactura Esbelta y que haya sido revisado y personalizado conforme a las necesidades de la planta. Deben de existir objetivos de aprendizaje en conocimiento como en aplicación en piso.
CERTIFICACION DE LOS INSTRUCTORES	El objetivo es asegurarse que todos los instructores estén calificados y tengan las habilidades de poder enseñar.
EVALUACION / REGISTRO DE ENTRENAMIENTO	El objetivo es asegurarse que la efectividad y resultados del entrenamiento se midan y que exista una base de datos o sistema de mantenimiento de registros.

Tabla 3.4.1 Proceso de entrenamiento (Fuente: Propia.)

Hoy en día es importante que cada organización cuente con un Instituto de Manufactura Esbelta el cual debe de estar enfocado a acelerar el proceso de entrenamiento e implementación de las herramientas de manufactura así como los aspectos físicos de la transición de “Masa a Esbelto”.

Capítulo 3 – Grupos de Trabajo

El Entrenamiento debe de ser con practicas en piso orientado a mejorar las habilidades del personal en función al proceso de Manufactura Esbelta, Roles y Responsabilidades, incrementar las Conductas de Liderazgo, apoyar el crecimiento y la evolución de los Grupos de Trabajo y a Desarrollar Lideres conocedores para implementar y enseñar “Manufactura Esbelta”. Los beneficios que tendría este instituto serian:

- Promueve el "Trabajo en Equipo"
- Pone en práctica le herramientas de manufactura esbelta con practicas en piso.
- La asignación de Proyectos en función a los Procesos Clave de Crecimiento.
- Mayor Integración de las áreas de la Planta
- Abarcar el aspecto social y el aspecto técnico.

3.5.- Involucramiento, compromiso y soporte

El Involucramiento, Compromiso y el Soporte por parte de todos los integrantes de la compañía y del liderazgo sindical (donde aplique) se considera un factor crítico de éxito para implementar con efectividad un proceso de manufactura esbelta.

Al exhibir conductas no tradicionales, los nuevos papeles para la gerencia y el sindicato deberán ser los de asesores y agentes de cambio para apoyar el

Capítulo 3 – Grupos de Trabajo

despliegue y la mejora, tanto de los procesos como de los Grupos de Trabajo, por toda su planta si es que desean lograr la **Manufactura Esbelta**. Solamente si la gerencia y el liderazgo sindical verdaderamente se comprometen a la implementación será capaz una planta de lograr la visión de la Manufactura Esbelta.

Se esperan comportamientos poco comunes por parte de todos los niveles de la organización. La alta gerencia, el liderazgo sindical (donde aplique), la gerencia media y los supervisores, incluyendo las áreas de soporte, requieren jugar un papel como agentes de cambio y proporcionar una infraestructura, facultamiento y recursos para poder transformarse en una organización basada en Grupos de Trabajo.

Otro aspecto clave del involucramiento, compromiso y soporte es que la gerencia proporcione la estructura adecuada con funciones y responsabilidades definidas y niveles adecuados de autoridad para tomar decisiones en la implementación de Manufactura Esbelta para una organización basada en Grupos de Trabajo.

Se debe de considerar lo siguiente:

- Organigramas, Roles, Responsabilidades y Planes por escrito.
- Objetivos alineados a la Visión
- Establecer métricos claros para cada responsabilidad
- Garantizar recursos para conseguir los objetivos

Capítulo 3 – Grupos de Trabajo

- Establecer los límites y transferir autoridad
- Fomentar la toma de decisiones y la solución creativa de problemas en todos los niveles
- Garantizar que los individuos y los equipos trabajen juntos para lograr los objetivos alineados
- Establecer un clima de confianza y proporcionar el consejo oportuno y constructivo y la retroalimentación de desempeño
- Garantizar que la gente se desarrolle a su máximo potencial
- Proporcionar la revisión franca y oportuna del desempeño
- Fomentar, reconocer y premiar el logro

El involucramiento, compromiso, soporte y el trabajo de equipo necesitan estar complementados por un aspecto muy importante; la evaluación de desempeño y el reconocimiento.

3.6.- Herramientas del Grupo de Trabajo

Herramientas de Mejora Continua

Kaizen es una herramienta de mejora continua que significa "hacer pequeñas cosas mejor, en forma diaria" esta herramienta mejora la productividad de cualquier área o sección seleccionada en cualquier empresa, mediante la implementación de diversas Herramientas y Filosofías de trabajo de Manufactura Esbelta, Técnicas de Solución de Problemas y Detección de

Capítulo 3 – Grupos de Trabajo

Desperdicios, basados en el trabajo en equipo, capacitación y reconocimiento del personal, ver figura 3.6.1.



Figura 3.6.1 Ejemplo de Actividad de Kaizen (Fuente: Industria Automotriz)

MFV, Mapa de Flujo de Valor, es una descripción visual de la secuencia de un proceso o servicio, y con el análisis de cada operación permitiendo visualizar la fuente de los 8 desperdicios también muestra la unión entre el Flujo de Información y el Flujo de Material.

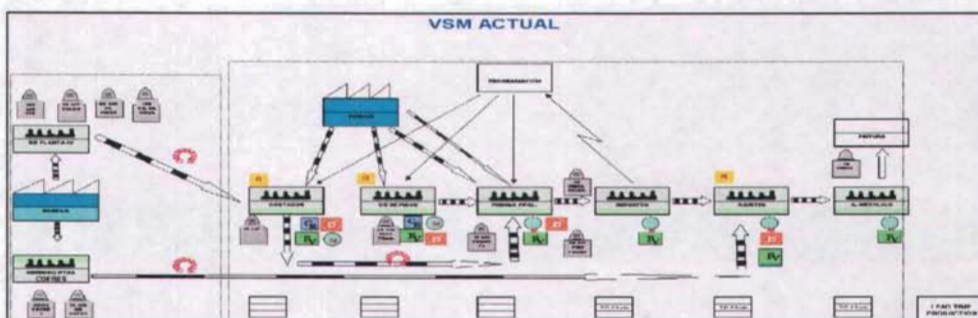


Figura 3.6.2 Mapa de Flujo de Valor (Fuente: Industria Automotriz)

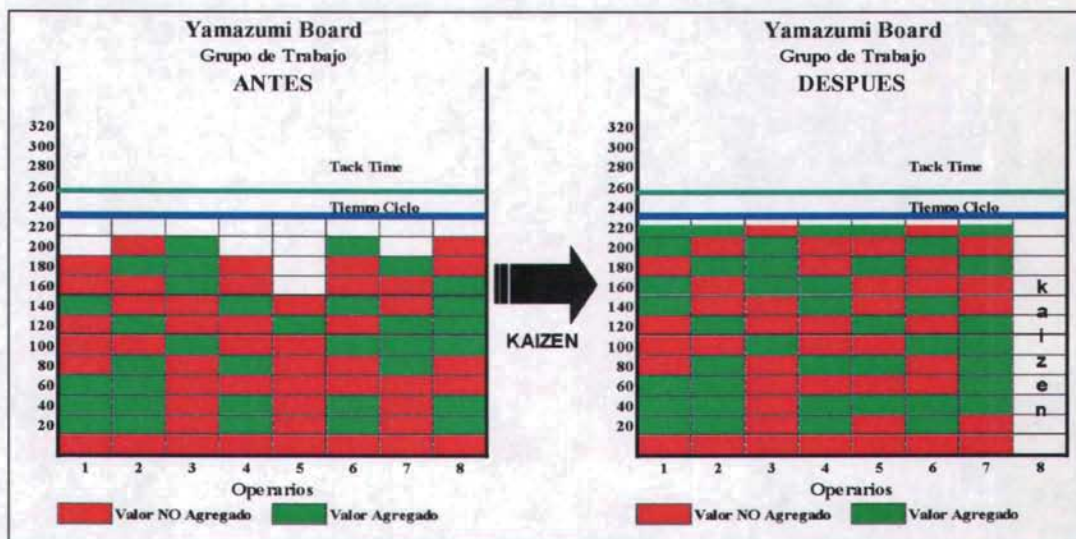
Seis Sigma es la herramienta de negocio más poderosa creada en la historia. Seis Sigma es un proceso de negocio que permite a las compañías mejorar drásticamente sus procesos de línea, diseñando y monitoreando las actividades de negocio de formas que minimicen los recursos utilizados, mejorando simultáneamente la satisfacción de los clientes.

Mientras los programas de Control de Calidad se enfocan a la detección y corrección de defectos, Seis Sigma provee métodos específicos para re-crear el proceso de forma que los defectos nunca ocurrirán.

Yamazumi Board (Tablero de Balanceo de Cargas), es una representación gráfica de todos los trabajos concernientes al **Grupo de Trabajo** por operario para evaluar la distribución de la carga de trabajo y si los trabajos se pueden contener dentro del Índice de Demanda del Cliente (Tack Time).

Los Tableros se utilizan principalmente para ayudar a los Grupos de Trabajo en la identificación de oportunidades para eliminar los ocho desperdicios y para simplificar el rebalanceo y poder acomodar a los integrantes del Grupo de Trabajo conforme al índice de la demanda del cliente (Gráfica 3.6.3) La información contenida en los Tableros de Balanceo del Trabajo deberá estar actualizada y contener todos los pasos de trabajo y tiempos idénticos a sus Instrucciones del Operador. Siempre que haya un cambio de producto, proceso, índice de la demanda, o secuencia de trabajo, el Tablero de Balanceo de Trabajo deberá de actualizarse y comunicarse al Grupo de Trabajo.

Capítulo 3 – Grupos de Trabajo



Grafica 3.6.3 Yamazumi del Grupo de Trabajo Antes y después (Fuente: Industria Automotriz).

PDCA es una herramienta de mejora continua P (Plan-Planeación), en esta etapa los Grupos de Trabajo analizan, identifican y desarrollan sus planes de mejora de sus medibles y de la reducción de sus desperdicios. D (Do- Hacer), esta etapa es 100 % realización de las actividades en tiempo y forma de los planes de la etapa anterior, la siguiente etapa C (Check – Revisar), es la verificación efectiva de los avances de las actividades realizadas por los Grupos de Trabajo, en esta etapa se mide la efectividad de la Planeación / Realización. La última etapa es A (Act- Ajustar), en esta etapa el Grupo de Trabajo mide la diferencia de los resultados obtenidos y de los Planeados de la primera etapa, ajusta los planes y empieza nuevamente el proceso PDCA.

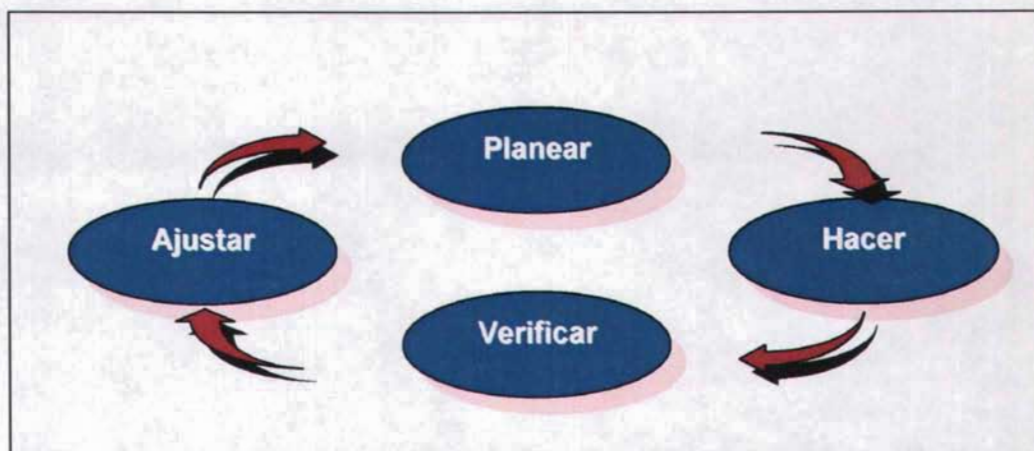


Figura 3.6.4. - Proceso PDCA (Fuente: Industria Automotriz)

Herramientas básicas de los Grupos de Trabajo

El conjunto de herramientas utilizada por los **Grupos de Trabajo** para analizar operaciones, identificar y eliminar desperdicios se les conoce como estandarización, a continuación se presentan las herramientas básicas que utilizan los Grupos de Trabajo:

TPM (Mantenimiento Total Productivo), el objetivo de esta herramienta es mejorar la efectividad total de las instalaciones, equipos, procesos y herramientas a través del esfuerzo enfocado de los Grupos de Trabajo y la eliminación de las pérdidas asociadas a los equipos.

CCE (Control de la Calidad en la Estación), el objetivo de esta herramienta es producir conforme al estándar de calidad en la estación de trabajo y eliminar desperdicio previniendo que se produzcan defectos y se pasen a la siguiente estación de trabajo ó proceso a través de la utilización de procedimientos y herramientas estandarizados.

- **5 Eses** (Organizar, Estabilizar, Limpieza, Estandarizar, Sostener) / **Fábrica Visual**, es el uso de controles visuales que habilitarán a una persona a reconocer inmediatamente un estándar y cualquier desviación del mismo, las 5 Eses son los pilares de implementación de la fabrica visual.
- **CR** (Cambio Rápido), es un método que facilita a los Grupos de Trabajo analizar y reducir significativamente el tiempo de organización de los cambios.
- **PY** (Poka Yoke), es una herramienta de calidad que previene los errores en la estación de trabajo.

Kanban (Sistema Jalar), es una de las principales herramientas para administrar el flujo de trabajo y los materiales en un ambiente de producción esbelta.

3.7.- Comunicación, Medibles y Efectividad del Grupo de Trabajo

El propósito de la comunicación es garantizar que los objetivos de la planta y por departamento se comuniquen al nivel de los **Grupos de Trabajo** y que los Grupos de Trabajo reciban retroalimentación regular en cuanto a su desempeño en el estado de la planta y del departamento de dichos objetivos.

Los Grupos de Trabajo deberán de participar en el establecimiento de objetivos de mejora continua para su área, los cuales deben de estar alineados con los objetivos de la planta. El propósito de esta actividad es que los Grupos de Trabajo se comprometan a mejorar su parte del negocio.

Los resultados del negocio han mejorado como resultado de las actividades de mejora continua de los Grupos de Trabajo. Un grupo de trabajo “efectivo” es aquel puede demostrar que se han hecho mejoras a sus métricos de negocios.

Se debe establecer y desarrollar un métrico “clave” del grupo de trabajo en conjunto con el proceso de despliegue de objetivos. Los métricos “clave” del Grupo de Trabajo deberán representar su mayor oportunidad para mejorar los resultados del negocio. En donde los objetivos se hayan cumplido durante el año, el Grupo de Trabajo deberá desarrollar y acordar nuevos objetivos y estar trabajando para lograrlos.

4.1.- Antecedentes

Hoy en día la lucha continua por la lealtad del cliente hacia el bien o servicio proporcionado por la industria, realza el aspecto de dos características en particular, la Calidad y el Costo. Lo anterior tiene como consecuencia que las empresas enfoquen todos los esfuerzos disponibles en optimizar los recursos (eliminar los desperdicios para dar Valor Agregado al Producto).

El presente capitulo establece la descripción de algunas herramientas utilizadas ampliamente en la industria en general para llevar un sistema de **Producción en Masa** a una **Manufactura Esbelta**, a través de la eliminación de los 8 desperdicios.

Por décadas se había considerado que debía de existir un departamento que controlara los requerimientos necesarios del producto, con la finalidad de cumplir las expectativas del cliente; sin embargo al crear el departamento de "Control de Calidad" se le veía como un inspector que solamente resaltaba lo malo.

En base a lo anterior, la aplicación de prácticas estándar es el punto inicial en el desarrollo de actividades de Mejora Continua para asegurar la supervivencia de cualquier compañía. La organización en el trabajo es la base fundamental para obtener la Calidad del producto en la Estación de trabajo.

Capítulo 4 – Calidad en la Estación de Trabajo

Es importante que dentro de una compañía de Manufactura de Clase Mundial se tengan **Grupos de Trabajo** organizados, capacitados, motivados y enfocados hacia el logro de los objetivos, que soporten todas las acciones de mejora a través del uso efectivo de las herramientas de Manufactura Esbelta.

Generando un producto libre defectos para ser entregados de manera inmediata al cliente.

Para asegurar que las prácticas estándar se ejecuten de igual manera en todas las áreas de la planta, se desarrollaron las herramientas que a continuación describiremos:

- Fábrica Visual y 5 Eses.
- Hoja de Instrucción de la Operación.
- Poka Yoke (A Prueba de Error).
- Cambio Rápido.

Los 8 desperdicios comúnmente eliminados con el uso de las herramientas antes mencionadas son:

- 1) Movimiento.
- 2) Reparaciones.
- 3) Espera.
- 4) Sobreproducción.
- 5) Inventario.

- 6) Sobreprocesamiento.
- 7) Transportación.
- 8) Subutilización del Recurso Humano.

4.2.- Fábrica Visual y 5 Eses.

La Fábrica Visual es una técnica que permite que cualquier persona ajena a la estación de trabajo pueda identificar en forma inmediata el quién, qué, dónde, cómo y porqué del área, sin abrir ningún libro, manual o preguntar a alguien; es decir, esta técnica crea un lenguaje visual en el área de trabajo que permite distinguir rápidamente las condiciones anormales de las normales e ilustra el desperdicio de tal manera que es obvio para cualquiera.

Dentro del **Grupo de Trabajo** es importante la Fabrica Visual debido a que ayuda al operario a ubicarse en la **estación de trabajo** y le permite visualizar de manera inmediata, donde se encuentra cada uno de la materiales y las herramientas necesarias para realizar una operación con los más altos estándares de Calidad a la primera vez.

La implementación de las **5 Eses** de la organización del área es la base de la Fábrica Visual y es una herramienta que facilita la organización del área de trabajo.

Capítulo 4 – Calidad en la Estación de Trabajo

La figura 4.2.1 muestra una estación de trabajo típica en la industria automotriz donde se aprecia perfectamente los elementos de la fábrica visual tales como:

- 1).-Mesa de subensamble de **poka yoke** para ensamblar manguera de compresor de aire acondicionado.
- 2).-Ayuda visual para ver tipo de compresor de acuerdo a opción de vehículo,
- 3).-Buzón para tarjeta de surtido de material (sistema **Kanban**).
- 4).- Identificación de material productivo con número de parte y
- 5).- Ayudas visuales (escuadras) que identifican claramente el lugar donde debe ser colocado el material productivo dentro de la estación de trabajo.



Figura 4.2.1.- Ejemplo de Fábrica Visual (Fuente: Industria Automotriz).

La figura 4.2.2 muestra la operación de llenado de transmisión donde es de suma importancia la fábrica visual para garantizar la Calidad en la Estación de Trabajo.

- 1).- Ayuda visual de operación del equipo de llenado de transmisión,
- 2).-Pantalla de verificación de cantidad aplicada,
- 3).-Buzón para surtido de material (sistema **kanban**) y
- 4).- Flujo de Proceso.

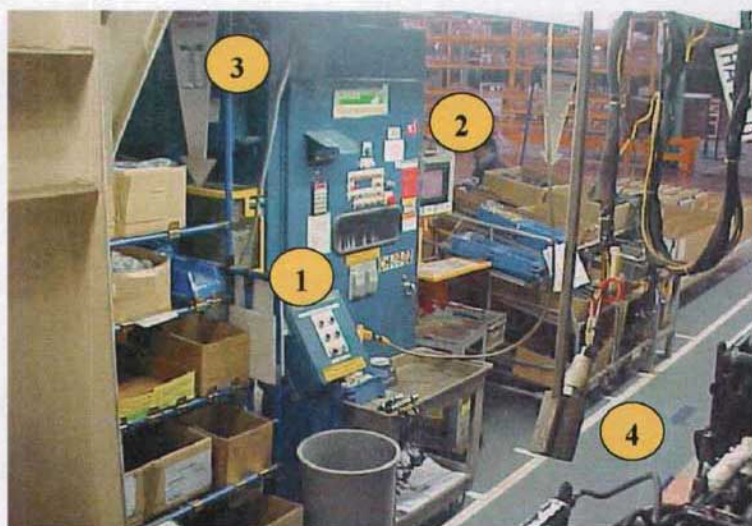


Figura 4.2.2 Ejemplo de Fábrica Visual (Fuente: Industria Automotriz).

Los objetivos de la Fábrica visual se enlistan a continuación:

- Promueve el **Cero Defectos** asegurando acciones para crear productos de Calidad.
- Dar soporte (ayuda) a los grupos de trabajo en su estación
- Incrementa la seguridad, haciendo obvias las condiciones inseguras.
- Mejora la comunicación a través de la estandarización (Hojas de registro, tableros de control, tableros de información, señalización, etiquetas, etc.).
- Incrementa la satisfacción en el trabajo, otorgando la responsabilidad al operario para tomar decisiones efectivas y rápidas.
- Elimina y/o reduce el desperdicio.

Capítulo 4 – Calidad en la Estación de Trabajo

- Promueve la prevención de defectos antes de que estos ocurran en la estación de trabajo.

La Fábrica Visual tiene los siguientes tres componentes principales:

- **Despliegues Visuales.** El propósito de los despliegues visuales es comunicar información clave sobre los medibles, situaciones, planes y estado de los **Grupos de Trabajo**, algunos ejemplos son: Tableros con volumen de producción, pizarrones con tendencias de Calidad, etc.
- **Controles Visuales.** En combinación con facilidades y/o instrumentos de "a prueba de errores" aseguran la prevención de cualquier anomalía, identifican y detienen los defectos para que no sigan a la siguiente estación y construyen estándares en la zona de trabajo. Los Controles Visuales, comunican los estándares establecidos y manejan conductas hacia el cumplimiento de estos (ejemplo: Niveles mínimos y máximos de material, pasillos peatonales, etc.).
- **Organización en el lugar de Trabajo (5 Eses).** 1) Organizar. 2) Estabilizar. 3) Limpiar. 4) Estandarizar y 5) Sostener.

La figuras 4.2.3 y 4.2.4 muestran el surtido de material a la estación de trabajo (izquierda) con la identificación del número de parte correcto de acuerdo a la opción de vehículo que se vaya a ensamblar. Este es un claro ejemplo de "**Control de Calidad en la estación de Trabajo**" al tener solamente lo necesario para la producción del día de hoy.

Capítulo 4 – Calidad en la Estación de Trabajo



Figuras 4.2.3 y 4.2.4.- Identificación de material productivo (Fuente: Industria Automotriz).

4.3.- 5 Eses

La técnica de 5 Eses fue creada en Japón básicamente para eliminar todo lo que no es necesario en el área de trabajo, organizando de tal manera los elementos y herramientas básicas de la operación para facilitar al operador realizar el trabajo con un mínimo esfuerzo, incrementando con esto la productividad de la compañía.

Por otra parte al tener un lugar ordenado se tiene también un ambiente de trabajo seguro, fomentando a su vez una mejor calidad de vida laboral. De hecho, los estándares de una compañía de manufactura de clase mundial no pueden ser alcanzados si no se tiene la disciplina de mantener la cultura de las 5 Eses en la estación de trabajo.

Capítulo 4 – Calidad en la Estación de Trabajo

Esta metodología toma este nombre debido a que las cinco fases que contempla esta herramienta provienen de las siguiente palabras del idioma Japonés que inician con la letra S: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke.

A continuación describiremos en que consiste cada una de estas fases:

1.- Seiri-Organizar. El objetivo es decidir qué es y qué no es necesario. Con estas acciones reducimos la cantidad de cosas, equipo y maquinaria, herramental, troqueles, equipo de limpieza, equipo de Seguridad, material para reparaciones, materiales de oficinas administrativo, material de instalaciones que se tienen en la estación de Trabajo.

La etiquetación de cosas en el área de trabajo deberá realizarse cada mes como método de aseguramiento y evitar un nuevo acumulamiento de partes/objetos en el área. Para facilidad de los grupos de trabajo deberá de hacerse uso de la regla de Frecuencia de uso.

Regla de Frecuencia de uso:

Utilizado diariamente. Mantener en el área de trabajo.

Utilizado una vez a la Semana/Mes. Almacenar donde este accesible.

Uso desconocido, innecesario en el área. Colocar tarjeta roja y retirar del área.

Roles y responsabilidades para el "Procedimiento de Tarjeta Roja":

Capítulo 4 – Calidad en la Estación de Trabajo

El Grupo de Trabajo identifica un artículo de uso desconocido ó innecesario en el área de trabajo, coloca tarjeta roja y entrega copia al personal de Mantenimiento.

Mantenimiento retira artículo del área, llena bitácora y coloca en área roja.

Actualización del Inventario semanal de artículos. Publicación a toda la organización.

El artículo se mantiene máximo 90 días (tiempo durante el cual, cualquier grupo puede hacer uso del mismo).

Si después de 90 días no es utilizado se elimina el artículo o se puede enviar a otras plantas donde sea requerido su uso.

2.- Seiton-Estabilizar. Ordenar, arreglar las cosas de tal forma que éstas sean fáciles de encontrar, fáciles de usar y fáciles de regresar. Encontrar un lugar para cada cosa y que cada cosa esté en su lugar correcto.

Identificación de Flujo de Material Productivo.- Todo material obsoleto o en exceso deberá ser retirado del área de trabajo y colocado en un lugar de reubicación.

Los niveles máximos y mínimos de partes en la línea deberán estar claramente identificados y etiquetados para todos los inventarios de material. Los lugares para colocar material deberán estar claramente identificados, incluyendo material en proceso, producto terminado, scrap, partes nuevas y prototipos.

Capítulo 4 – Calidad en la Estación de Trabajo

Si el Grupo de Trabajo requiere de un artículo que se encuentra en el área roja, debe de hacer los siguientes pasos :

- El Grupo de Trabajo revisa el inventario del área roja.
- Solicita a Mantenimiento el artículo almacenado.
- Mantenimiento retira artículo del área roja, actualiza bitácora y el artículo al grupo de trabajo.
- El grupo coloca estándares al artículo en su área.

3.- Seiso-Limpiar: Tiene como objetivo enfatizar la eliminación de suciedad, polvo, líquidos, o cualquier otro material que pueda ensuciar las manos si lo tocan, es decir, hacer de la limpieza una rutina diaria de todos los trabajadores adoptando el concepto de limpieza es inspección. Si se encontrara una condición anormal deberá ser documentada por el trabajador y resuelta por su líder de grupo. Cada grupo deberá de tener su estándar de limpieza del área de acuerdo al equipo y/o herramienta existente en el mismo.

4.- Seiketsu-Estandarizar: La meta de la cuarta clave es alcanzar un estado en el cual las tres primeras Eses estén mantenidas constantemente y aplicadas en el área de trabajo. Esto se logra a través del chequeo, estandarización y mantenimiento de los métodos establecidos de estandarización.

Capítulo 4 – Calidad en la Estación de Trabajo

5.- **Shitsuke–Sostener:** Los procedimientos se convierten en Cultura. Mantener Auto-Disciplina, seguimiento a los procedimientos correctos usando la Técnica de 5 Eses.

Las figuras 4.3.1 y 4.3.2 muestran áreas donde se ha implementado 100% la técnica de 5 Eses, donde es fácilmente identificar qué se encuentra fuera de su lugar e identificar de manera inmediata el desperdicio.



Figuras 4.3.1 y 4.3.2.- Ejemplo de aplicación de 5 Eses (Fuente : Industria Automotriz)

Los beneficios de aplicar correctamente la herramienta de 5 Eses se nota de manera inmediata al tener un área mas ordenada con todos los elementos necesarios para la operación el día de hoy en la cantidad y en el lugar correcto,

Capítulo 4 – Calidad en la Estación de Trabajo

disminuyendo con esto una cantidad de tiempo considerable empleado para mejorar la ejecución de la operación.

Algunos otros puntos importantes que se obtienen como beneficio de esta herramienta son los siguientes:

- Incremento en Calidad
- Incremento en Productividad
- Un lugar de trabajo mucho más limpio y mucho más seguro
- Reducción de espacio requerido para estaciones de trabajo
- El desperdicio es evidente.
- Reducción de Costo

4.4.- Hoja de instrucción de la operación.

La Hoja de Instrucción del Operador es una herramienta que refleja de una forma visual las actividades del operario durante el desarrollo de su trabajo. Debe llenarse sólo por el operador titular de la operación.

La Hoja de Instrucción del Operador, es un documento vivo, y como tal debe ser actualizada cuando ocurra un cambio, ya sea de método, materiales, arreglo en área de trabajo, cambio de Ingeniería, etc.

La Hoja de Instrucción del Operario cumple las siguientes funciones:

Capítulo 4 – Calidad en la Estación de Trabajo

- Para asegurar que el proceso se ejecute de la misma manera, aunque sea realizada por operarios diferentes.
- Como apoyo para entrenar nuevos operadores quienes trabajarán en el mismo proceso.
- Como monitoreo si un operador está ejecutando el proceso de manera cíclica y constante.
- Para separar el trabajo en pasos que permiten identificar el Valor Agregado del No Agregado.

Los beneficios de la Hoja de instrucción del Operario son varios beneficios entre ellos los siguientes:

- Apoyar la seguridad del trabajo.
- Asegurar la estandarización y la calidad del producto.
- Se convierte en una herramienta valorada de entrenamiento cuando en el Grupo de Trabajo se tiene un elemento nuevo y requiere de adiestramiento.

La forma de llenar una HIO se describe en los siguientes pasos:

- 1.- Departamento / Sección.
- 2.- Proceso: Nombre de la operación mayor que se realiza en la estación.
- 3.- Nombre y No. de parte de la pieza que se ensambla.
- 4.- Fecha de elaboración de la Hoja de Instrucción del Operador.

Capítulo 4 – Calidad en la Estación de Trabajo

- 5.- No. de documento controlado de acuerdo a ISO 9000.
- 6.- Nombre del personal titular de la operación.
- 7.- Sección de firmas.- Debe firmar Supervisor/Ing. De Procesos/Ing. Industrial/Seguridad.
- 8.- Escribir tiempo objetivo, tiempo ciclo y unidades por hora.
- 9.-Dibujo de la secuencia del trabajo.- Se debe colocar un dibujo, foto o ayuda visual que ilustre el área de trabajo, así como indicar con una flecha el flujo del proceso.
- 10.- Pasos del trabajo.- Se describe en forma concreta paso a paso la actividad que se desarrolla en la operación, la división de los pasos debe ser tal que se distinga claramente cuando inicia, y cuando termina, deben ser cortos, concretos, e iniciar siempre con un verbo (ej. Caminar, tomar, etc.). Si el paso del trabajo indica una operación mandatoria se debe escribir también la herramienta y la especificación de la operación.
- 11.- Caminando.- Se coloca el tiempo correspondiente a la actividad.
- 12.- Manual.- Se coloca el tiempo correspondiente a la actividad realizada manualmente.
- 13.- Automático.- Se coloca el tiempo correspondiente a la actividad, siempre que ésta sea realizada automáticamente por un equipo.

Capítulo 4 – Calidad en la Estación de Trabajo

14.- Acciones clave de calidad.- Se escriben todas las actividades clave que tiene la operación para realizarla con un alto grado de calidad y/o seguridad.

15.- Riesgo de operación.- Se debe marcar con una cruz el tipo de riesgo que tiene la operación, ejemplo:

- Riesgo A.- Riesgo de muerte o incapacidad.
- Riesgo B.- Riesgo de accidente serio.
- Riesgo C.- Riesgo mínimo de accidente.

16.- Para cada tarea, se deben de describir los riesgos de Seguridad durante la ejecución. Se deben listar los métodos que son utilizados para controlar los riesgos identificados en el punto anterior, algunos ejemplos son:

Usos de equipo de protección personal.

- Uso de brazo de reacción para herramientas con torque alto.
- Uso de mascarilla en lugares con exposición a gases tóxicos.

17.- Iconos de seguridad.- Se debe marcar con una cruz cada tipo de protección personal requerida para realizar la operación.

18.- Registro de revisiones.- Se registra la fecha de cada cambio a la hoja, ya sea por cambio de material, cambio de parte, cambio de Ingria., mejora en la secuencia, en el desarrollo de la operación o un accidente ocurrido, etc.

Capítulo 4 – Calidad en la Estación de Trabajo

La figura 4.4.1 muestra una Hoja de instrucción de Operación. La información contenida puede cambiar de acuerdo a las necesidades de cada Grupo de Trabajo y las actividades del proceso ejecutado. Es un instrumento básico para el entrenamiento de nuevos operadores.

[illegible]

Figura 4.4.1.- Hoja de Instrucción de Operación (Fuente: Industria Automotriz).

4.5.- Poka Yoke

Un Poka Yoke es cualquier dispositivo o instrumento, que sirve para detectar y/o prevenir que los productos con defectos pasen al siguiente proceso.

Capítulo 4 – Calidad en la Estación de Trabajo

Un Poka Yoke es un dispositivo de mejora del proceso el cual:

- Previene daños al personal.
- Detecta productos defectuosos.
- Previene daños a la Maquinaria.
- Reduce la variación en general.
- Evita Productos defectuosos.

El objetivo primordial de un dispositivo Poka Yoke es el de evitar que se generen errores en el proceso o productos defectuosos desde el mismo instante en que éste se está manufacturando en la Estación de Trabajo.

Existen tres niveles de Poka Yoke que se describen a continuación:

Nivel 1: Prevención.- Elimina la condición de generar error en el producto.

Nivel 2: Detección.- Detecta un error en el momento en que ocurre, antes que resulte en defecto

Nivel 3: Inspección.- Detecta un defecto después de haber sido hecho, antes de pasar a la siguiente estación.

La Figura 4.5.1 muestra un Poka Yoke que evita que un grupo de tornillos no sean apretados al torque correcto, cuando el torque no se da o no se alcanza el

Capítulo 4 – Calidad en la Estación de Trabajo

valor mínimo especificado, el Poka Yoke detiene la línea y suena una alarma, evitando que el defecto pase a la siguiente estación.



Figura 4.5.1.- Ejemplo de Poka Yoke (Fuente: Industria Automotriz).

La figura anterior muestra un Poka Yoke que requiere cierto nivel de inversión, sin embargo los grupos de trabajo podrán diseñar y construir Poka Yokes muy sencillos y de muy bajo costo, pero que podrán asegurar que el nivel de calidad se mantenga en la estación de trabajo, algunos ejemplos pueden ser un tope, o una plantilla que asegura que un proceso repita siempre. También es importante mencionar que los dispositivos Poka Yoke se deben incluir en los programas de mantenimiento preventivo para asegurar su confiabilidad, las frecuencias de mantenimiento a estos dispositivos será determinada por el área de mantenimiento.

En la operación donde este implantado un dispositivo Poka Yoke, se deberá indicar en la **Hoja de Instrucción del Operador**, que existe este dispositivo y se debe verificar al inicio de cada turno, que dicho dispositivo o sistema

Capítulo 4 – Calidad en la Estación de Trabajo

funciona correctamente, que cumple con las funciones para las que fue diseñado y en los casos donde aplique, se llenará el listado de verificación preparado por el área de mantenimiento, con estas rutinas de verificación se asegurara que el Poka Yoke funcione correctamente.

Las áreas u operaciones donde se implanten dispositivos Poka Yoke deberán ser identificadas con una ayuda visual como la que se muestra en la siguiente figura:

Nombre: _____

Descripción: _____

Tipo: _____

Poka Yoke

Mica: Solamente

Nombre, Descripción y tipo de Poka Yoke.

Forma B/ECO-W-016 Fecha de Revisión Julio 23, 23

Período de Validación 0131 (V+1) 28-04

Figura 4.5.2.- Etiqueta de identificación de Poka Yoke (Fuente: Industria Automotriz)

4.6.- Cambio Rápido

En los procesos existen cambios de herramental ó ajuste de equipos para producir diferentes tipos de productos, los cuales consumen tiempo para realizarlos, por lo que debemos de trabajar conjuntamente para promover la mejora continua reduciendo el tiempo de ejecución de estos cambios, enfocando nuestros esfuerzos, a la identificación y eliminación de tiempos perdidos.

Los cambios rápidos son ampliamente usados en la industria y un ejemplo de ello es la inyección de plásticos, donde en un equipo en particular se pueden fabricar diferentes tipos de partes usadas en industrias como la electrodoméstica. Entre un lote de una parte "X" y otra parte "Y" se tiene un tiempo intermedio, durante el cual se tienen que cambiar los moldes y los herramentales necesarios para poder fabricar cada una de estas opciones; el Grupo de Trabajo debe de estar enfocado a reducir al mínimo el tiempo invertido en este ajuste, mejorando con esto la productividad.

Un Cambio Rápido es un método que facilita durante la ejecución del trabajo estandarizado realizar diferentes arreglos de la herramienta o equipo, con la finalidad de manufacturar diferentes opciones de producto.

Se aplica en cualquier área de Producción y de Servicio donde se realicen cambios de un producto o proceso a otro, en operaciones que requieren

Capítulo 4 – Calidad en la Estación de Trabajo

cambio de herramental y herramientas de Producción, así como en equipos y dispositivos de calibración.

Para entender el proceso del cambio rápido se deben considerar las siguientes definiciones:

- Tiempo de Cambio Rápido.- Es el tiempo entre la ultima pieza buena de un lote de producción y la primera pieza buena del siguiente lote.
- Elemento externo del Cambio Rápido.- Son las actividades que se realizan mientras que la máquina o el equipo está trabajando en producción.
- Elemento Interno del Cambio Rápido.- Son las actividades en las que la máquina o el proceso se detienen para poder realizarlas.

El objetivo principal de este proceso es convertir todos los elementos internos en externos, es decir, todos los ajustes deberán de ejecutarse durante la operación de la máquina

Para analizar un cambio rápido se recomienda usar un formato como el que se muestra en la siguiente figura.

En este formato, en la primera columna se numera la secuencia de los elementos que se requieren para efectuar el cambio y después se deberán seguir los siguientes pasos:

Capítulo 4 – Calidad en la Estación de Trabajo

- 1.- En la segunda columna se describen uno por uno los elementos para realizar el cambio que se analiza.
- 2.- En la tercera columna se registra el tiempo que se tarda en realizar cada elemento.
- 3.- En la columna 4, se va registrando el tiempo acumulado de cada uno de los elementos para obtener el tiempo total del cambio.
- 4.- En la columna 5, se hacen anotaciones relativas al elemento que se analiza. (espera, desplazamiento, condición insegura, etc.)
- 5.- En la columna 6, se identifica si el elemento es Interno.
- 6.- En la columna 7, se identifica si el elemento es Externo.
- 7.- En la columna 8, se describe la acción para convertir un elemento interno (que consume tiempo al parar la maquina o equipo), en un elemento externo.
- 8.- En la columna 9, se describe que oportunidades hay para mejorar el elemento interno.
- 9.- En la columna 10, se describe que oportunidades de mejora hay en el elemento externo.

Capítulo 4 – Calidad en la Estación de Trabajo

10.- En la columna 11, se registra la secuencia de los elementos del nuevo método.

11.- En la columna 12, se registran los tiempos de duración de los elementos del nuevo método para obtener el total, y compararlo contra el método inicial identificando la mejora de tiempo en el cambio analizado.

Cada Grupo de Trabajo debe contar con la matriz de Cambios Rápidos del área, con la finalidad de tenerlos debidamente identificados, así como los potenciales que se deban analizar para definir si proceden o no.

La figura 4.6.1 muestra una hoja de análisis de cambio rápido, esta puede cambiar en función de la complejidad del proceso en estudio.

FORMATO CAMBIO RAPIDO												
PLANTA: _____		GRUPO: _____		AREA: _____		Numero de cambio rapido: _____		Fecha de Revisión: _____				
HOJA DE TRABAJO DEL CAMBIO RAPIDO.												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
No. de Secuencia Elemento del	Cambio Rápido	Tiempo del elemento	Tiempo Acumulado	Consideraciones	Adicionales.	Elementos Interno	Elementos Externo	Cambio de Elementos	Internos a Externos. Oport. de Mejora en	Ellem. Internos. Oport. de Mejora en	Ellem. Externos. Nuevo Método	Tiempo de los Elementos del Nuevo Método
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
											Total:	

Figura 4.6.1.- Hoja de análisis de Cambio Rápido.(Fuente: Industria Automotriz)

Llevar los Cambios Rápidos al mínimo tiempo en su ejecución van a garantizar la flexibilidad necesaria para poder satisfacer la demanda actual del cliente, el cuál busca variedad en los productos a un bajo costo con un tiempo mínimo de entrega.

Algunos de los beneficios esperados son:

- Identifica y elimina tiempo muerto durante la operación.
- Proporciona flexibilidad al manufacturar diferentes tipos de productos.
- Al reducir tiempos de cambio de herramental se incrementa capacidad de producción.
- Asegura que los estándares de Calidad sean observados durante el proceso de cambio.

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

5.1.- Introducción.

Las herramientas, máquinas, accesorios y procesos han tenido un desarrollo de lento y gradual a acelerado y explosivo, aunque difícil en sus inicios, con la Revolución Industrial, finalmente se tuvo una industria con maquinaria que ofrecía las ventajas de la incipiente automatización que ofrecía mayores volúmenes de producción y reducción de costos.

Durante la primera mitad del siglo XX, la producción en masa se convirtió en la regla a seguir por las empresas manufactureras, fabricando un gran volumen de determinado producto considerando que existe un gran volumen de consumidores en espera de dicho producto.

Capítulo 5 – Mantenimiento Productivo Total

Los roles y responsabilidades en este sistema de producción se podría describir en la siguiente tabla:

Rol Tradicional.	Responsabilidades tradicionales.
Operador	-Pide a mantenimiento que repare su equipo. -Nunca le piden sus ideas ni opinión. -Usa sus brazos y piernas pero no su mente. -No siente conexión con el trabajo, los clientes o la compañía.
Operador de Mantenimiento Rutinario	-Repara el equipo cuando se descompone. Nunca le dan tiempo de hacerlo bien. -Está separado física y emocionalmente de la compañía, producción y clientes. -Tiene desarrollada la mentalidad de “apaga-fuegos”.
Ingeniero de Manufactura	-Responsable del diseño del equipo y selección del proveedor. -Trabaja en piso con los supervisores cuando existen problemas de equipo.
Administración Gerencia	-Los empleados le tienen confianza limitada. -No están cerca del proceso de producción (exceptuando supervisores) -Comunicación limitada con operadores. -Satisfechos con el sistema “mantenimiento cuando hay fallas”

Tabla 5.1.1.- Roles y responsabilidades en un sistema tradicional(Fuente: Propia)

Capítulo 5 – Mantenimiento Productivo Total

Este esquema se mantuvo hasta mediados del siglo pasado, en los años sesenta y setenta los empresarios se dieron cuenta de que producir en grandes volúmenes implicaba la construcción de enormes bodegas con inventarios elevados, tanto de producto terminado, como de componentes y materia prima. Además, responder a cambios en las tendencias de compra, si bien no era imposible, tomaba mucho tiempo.

Fueron los japoneses los que iniciaron esta revolución con un método más que conocido en el ambiente industrial, el Mantenimiento Productivo Total. Las limitaciones de espacio y la necesidad de atacar mercados más pequeños con una mayor variedad de productos fueron los verdaderos impulsores de la nueva técnica.

La lección aprendida a finales del siglo XX fue clara: La producción debe obedecer a la eficiencia, a la eliminación de Manufactura en Masa y al aprovechamiento de los espacios físicos, es decir, debe ser “más delgada”. Esto es lo que a dado origen a la **Manufactura Esbelta**.

Es mandatario dar un giro de 180° a las cosas en lo que a sistemas de Producción se refiere y esto es lo que el **Mantenimiento Productivo Total (TPM)** hace.

El mantenimiento preventivo fue introducido en Japón en la década de los cincuenta en conjunto con otras ideas como las de control de calidad, Ciclo Deming y otros conceptos de dirección americanos. En la década de los

Capítulo 5 – Mantenimiento Productivo Total

sesenta en el mundo del mantenimiento en empresas japonesas se incorporó el concepto Kaizen o de mejora continua. Esto significó que no solo corregir las averías era la función de mantenimiento, sino mejorar la fiabilidad de los equipos en forma permanente con la contribución de todos los trabajadores de la empresa.

Este progreso de las acciones de mejora llevó a crear el concepto de prevención del mantenimiento, realizando acciones de mejora de equipos en todo el ciclo de vida: diseño, construcción y puesta en marcha de los equipos productivos para eliminar actividades de mantenimiento.

La primera empresa en introducir estos conceptos fue la Nippon Denso Co. Ltd. en el año 1971.

5.2.- TPM

Mantenimiento Productivo Total es la traducción de TPM (Total Productive Maintenance). El TPM es el sistema japonés de mantenimiento industrial desarrollado a partir del concepto de Mantenimiento Preventivo creado en la industria de los Estados Unidos.

Se asume el término TPM con los siguientes enfoques: la letra M representa acciones de dirección y mantenimiento. Es un enfoque de realizar actividades

Capítulo 5 – Mantenimiento Productivo Total

de dirección y transformación de empresa. La letra P está vinculada a la palabra productivo o productividad de equipos pero hemos considerado que se puede asociar a un término con una visión más amplia como perfeccionamiento. La letra T de la palabra total se interpreta como todas las actividades que realizan todas las personas que trabajan en la Empresa.

El TPM es una estrategia compuesta por una serie de actividades ordenadas que una vez implantadas ayudan a mejorar la competitividad de una organización industrial o de servicios. Se considera como estrategia, ya que ayuda a crear capacidades competitivas a través de la eliminación rigurosa y sistemática de las deficiencias de los sistemas operativos. El TPM permite diferenciar una organización en relación a su competencia debido al impacto en la reducción de los costos, mejora de los tiempos de respuesta, fiabilidad de suministros, el conocimiento que poseen las personas y la calidad de los productos y servicios finales.

El Japanes Institute of Plant Maintenance, JIPM, define el TPM como un sistema orientado a lograr:

- a) Cero Accidentes
- b) Cero Desperdicios
- c) Cero Tiempo Muerto
- d) Cero Defectos

Estas acciones deben conducir a la obtención de productos y servicios de alta calidad, mínimos costos de producción, alta moral en el trabajo y una imagen de empresa excelente. No solo deben participar las áreas productivas, se debe buscar la eficiencia global con la participación de todas las personas de todos los departamentos de la empresa. **La obtención de las "cero pérdidas" se debe lograr a través de la promoción de la estructura en Grupos de Trabajo, comprometidos y entrenados para lograr los objetivos personales y de la empresa.**

Los objetivos que una organización busca al implantar el TPM pueden tener diferentes dimensiones:

El proceso TPM ayuda a construir capacidades competitivas desde las operaciones de la empresa, gracias a su contribución a la mejora de la efectividad de los sistemas productivos, flexibilidad y capacidad de respuesta, reducción de costos operativos y conservación del "conocimiento" industrial.

El TPM tiene como propósito en las acciones cotidianas que los equipos operen sin averías y fallos, eliminar toda clase de pérdidas, mejorar la fiabilidad de los equipos y emplear verdaderamente la capacidad industrial instalada.

El TPM busca fortalecer el trabajo en equipo, incremento en la moral en el trabajador, crear un espacio donde cada persona pueda aportar lo mejor de sí,

Capítulo 5 – Mantenimiento Productivo Total

todo esto, con el propósito de hacer del sitio de trabajo un entorno creativo, seguro, productivo y donde trabajar sea realmente grato.

Obsérvese como los objetivos mencionados forman parte vital de la **Manufactura Esbelta**.

Las características más significativas del TPM son:

- Acciones de mantenimiento en todas las etapas del ciclo de vida del equipo.
- Participación amplia de todas las personas de la organización.
- Es observado como una estrategia global de empresa, en lugar de un sistema para mantener equipos.
- Orientado a la mejora de la Efectividad Global de las operaciones, en lugar de prestar atención a mantener los equipos funcionando.
- Intervención significativa del personal involucrado en la operación y producción en el cuidado y conservación de los equipos y recursos físicos.
- Procesos de mantenimiento fundamentados en la utilización profunda del conocimiento que el personal posee sobre los procesos.

El modelo original TPM propuesto por el Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas sugiere utilizar pilares específicos para acciones concretas diversas, las cuales se deben implantar en forma gradual y progresiva, asegurando cada paso dado mediante acciones de autocontrol del personal que interviene.

5.3.- Los siete pasos para implantar el TPM.

El TPM consta de 7 pasos, los cuales son descritos brevemente a continuación:

1.- Limpieza inicial del equipo ó Limpieza es inspección:

Tiene como finalidad el mejorar las habilidades del operario de producción y el de mantenimiento al realizar de manera sistemática sus inspecciones diarias, además que, al tener un acercamiento del personal con la máquina limpia es posible descubrir potenciales problemas, por ejemplo, grietas, fisuras, tornillos flojos, falta de prisioneros, cables flojos, mirillas sin visión, partes resacas (faltas de lubricación), etc.

La recomendación es que, al menos la primera vez, la limpieza se haga de manera profunda, eliminando incluso la pintura del equipo.

Es realmente increíble la cantidad de oportunidades que surgen a los ojos de todo mundo después de haber realizado esta práctica la primera vez.

Lo anterior no sirve de nada si no se lleva un control de las oportunidades detectadas. La sugerencia aquí es colocar una tarjeta por cada uno de los hallazgos que se vayan teniendo así como una relación de los mismos, para poder tener el control de los problemas detectados y poder llevar a cabo un plan de corrección.

Capítulo 5 – Mantenimiento Productivo Total

Los formatos, listados, etcétera, deben ser definidos por los grupos de trabajo. La única regla que existe es que sean estándar en toda la organización.



Figura 5.3.1.- Limpieza es inspección.(Fuente: Industria Automotriz.)

En la Figura 5.3.1 se puede ver a personal de un grupo de trabajo llevando a cabo el paso de "Limpieza es Inspección". Acercándonos a la máquina nos percatamos de problemas con los cuales ya nos habíamos acostumbrado a vivir.

En este compresor se detectaron problemas tales como: falta de un cable tierra, fuga de aceite de la bomba de lubricación, la cual se controlaba mediante tapetes absorbentes, una ancla floja.

Capítulo 5 – Mantenimiento Productivo Total

2.- Mejorar la habilidad de limpiar, inspeccionar y prevenir recurrencia. Esto incluye el detectar las fuentes de contaminación y los lugares inaccesibles de la maquina o equipo.

Consiste en identificar las fuentes que están causando la generación de la suciedad que presenta la máquina y si es posible acceder a todas las partes de la maquina para limpiar, inspeccionar y lubricar.

La acción esperada del **Grupo de Trabajo** es que proponga métodos, formas, aditamentos, etc, que prevengan que la máquina se ensucie, modificaciones para facilitar la mantenibilidad de la maquina y forma de verificar rápidamente las condiciones de operación, mismas que deberán ser registradas y puestas en un plan de acción.



Figura 5.3.2. Forma rápida de verificar la temperatura. (Fuente: Industria Automotriz).

Capítulo 5 – Mantenimiento Productivo Total

En la figura 5.3.2 se ilustra la manera en la que el **Grupo de Trabajo** definió que mejoraría la habilidad de inspeccionar: para determinar rápidamente si la temperatura está correcta basta corroborar que esté dentro de las marcas verde y rojo, que corresponden al rango de operación del parámetro para cierta aplicación, este es un ejemplo sencillo de aplicación de **Fabrica Visual**.

3.- Desarrollar estándares y listas de verificación de limpieza, lubricación y seguridad.

Con los conocimientos adquiridos en los pasos 1 y 2, el grupo debe elaborar métodos estandarizados para efectuar la limpieza y lubricación, así como la verificación de la máquina o equipo de manera rápida y efectiva, los cuales deberán realizar diariamente y el tiempo requerido deberá ser máximo de 10 minutos.

Está demostrado que aproximadamente el 65-75% de las fallas en una máquina o equipo ocurren debido a problemas de lubricación: lubricantes contaminados, lubricante incorrecto, lubricación deficiente o excesiva.



Figura 5.3.3. Actividades estándares. (Fuente: Industria Automotriz)

La figura 5.3.3 se ilustra la manera en que el **Grupo de Trabajo** decidió llevar a cabo las actividades estándar: Se elaboró el listado de verificación de limpieza, lubricación y seguridad; a cada descripción de actividad se le asignó un número. Alrededor de la máquina se colocan huellas con los mismos números, que corresponde al lugar donde el operario debe colocarse para poder ejecutar la actividad solicitada, que es otro ejemplo de la utilización de la **Fabrica Visual**.

4.- Desarrollar las habilidades necesarias en los operadores para conducir inspecciones generales y de operación estándares de los equipos, así como listados estándares de verificación.

En esta etapa el objetivo buscado es darles un mejor entrenamiento y desarrollo de habilidades a los operadores de las máquinas sobre el funcionamiento de la máquina o equipo de manera tal que amplíen su

Capítulo 5 – Mantenimiento Productivo Total

conocimiento básico sobre aspectos de seguridad, hidráulica, neumática, electricidad, sistemas de potencia y algo más de detalles sobre aspectos de lubricación.

El sustento de este punto es que nadie mejor que la persona que opera la máquina sabe cuando algo empieza a ir mal al notar un cambio en el sonido, en la vibración, en el comportamiento de la misma, etc.



Figura 5.3.4.- Operadores ejecutando un listado de verificación. (Fuente: Industria Automotriz)

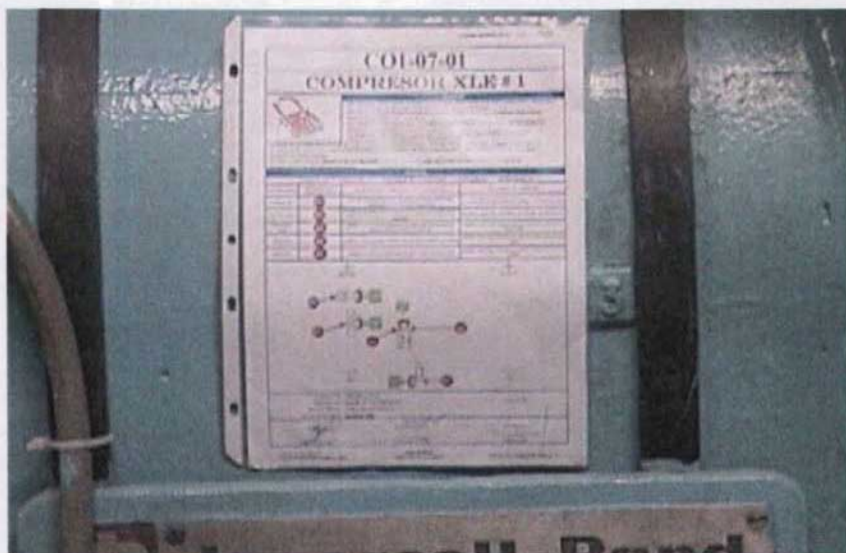
En la figura 5.3.4 se puede ver personal de un **Grupo de Trabajo** realizando inspecciones generales. Obsérvese que uno de los operarios está parado

justamente en el área indicada en el piso, para ejecutar una de las tareas, en este caso, reponer aceite al lubricador.

5.- Implantación de las actividades de los operadores de acuerdo a la frecuencia determinada.

En esta etapa, el **Grupo de Trabajo** ha ya madurado lo suficiente como para hacerse responsable de efectuar confiablemente las actividades de limpieza, lubricación e inspección de la máquina o equipo, siguiendo las hojas de instrucciones y listados de verificación estándares.

También ha desarrollado la habilidad para poder realizar una retroalimentación al sistema, ampliando o cambiando actividades indicadas en los estándares, buscando siempre mejorar el sistema.



5.3.5.- Un Listado de Verificación de Seguridad. (Fuente: Industria Automotriz).

En la figura 5.3.5 se muestra un listado de verificación estándar de seguridad. Este describe la manera de asegurar el equipo para que el personal pueda realizar actividades de limpieza, lubricación, etc, sin correr algún riesgo por cualquier tipo de energía. Debe ejecutarse antes de cada actividad programada.

6.- Manejo de las actividades propias del área por el **Grupo de Trabajo**.

A estas alturas estamos hablando de un grupo de trabajo bastante maduro, el cual es capaz de manejar la planeación de las actividades propias de su área: elaboran el programa de todas las actividades que deben realizar en su área, las cuales se distribuyen entre ellos, emiten los correspondientes listados de verificación y mantenimiento y llevan el control de la ejecución.

7.- Autonomía del grupo de trabajo.

Etapa 100% madura del grupo en la cual es capaz de identificar las necesidades de su máquina, equipo o proceso, elabora los estándares requeridos, pide la capacitación que necesitan, planea, controla y mide la eficacia de sus acciones y lleva los registros del comportamiento de área de trabajo, según los medibles que les aplique. (mínimo: OEE, MTBF, MTTR, Resultados de calidad, Tiempos muertos y análisis de problemas).

5.4.- Nuevas tareas del área de mantenimiento.

No es objetivo del TPM convertir al personal de operación en Técnicos de Mantenimiento.

Una de las metas es liberar al personal de mantenimiento de todas aquellas actividades pequeñas y sencillas que reditúan un gran beneficio para la continuidad de la producción pero que, sumadas, representan una gran cantidad de horas hombre de las que se necesita disponer en un lapso de tiempo muy corto, digamos a la hora del arranque.

Las actividades de reparaciones mayores, habilidades especializadas (soldadura, programación, torneros) y trabajos con equipos especiales y/o riesgosos continuarán estando a cargo de los técnicos de mantenimiento.

La gran diferencia es que:

a) Las actividades de TPM consiguen que el personal de Mantenimiento se involucre directamente con el proceso de producción al ser guías y entrenadores de los operadores, actividades que los involucra de manera directa con la problemática del proceso productivo. De la efectividad y participación que logre con sus entrenados y co-participes dependerá que esa cierta área de producción, la del grupo de trabajo, opere sin interrupciones y con altos índices de calidad.

b) Una vez que los problemas menores sean controlados por el personal de operación, los técnicos de mantenimiento podrán dedicar mayor tiempo a la **Prevención** de los problemas haciendo uso de todas las herramientas de las que pueda disponer: mantenimiento preventivo y predictivo, mantenibilidad de equipos actuales y nuevos, mejoras a sistemas actuales, etcétera.

c) Una vez que los grupos de trabajo estén involucrados con sus máquinas o equipos, el personal de mantenimiento lo esté con el proceso productivo, la calidad y la mejora continua, el resto de la organización debe involucrarse también para, juntos, optimizar el proceso y **transformar el proceso de manufactura en masa a manufactura esbelta**, por medio de la eliminación de los desperdicios.

Los roles y responsabilidades que se deben observar con el proceso TPM se resumen en la siguiente tabla:

Capítulo 5 – Mantenimiento Productivo Total

Operador-propietario		-Facultado para operar la parte del negocio que le corresponde. -Visita y platica con sus clientes. -Entrenado para conducir diariamente tareas de mantenimiento preventivo. Efectúa reparaciones menores. -Liderea y contribuye a la solución de problemas.
Técnico de Mantenimiento		-Entrena a los operadores en las tareas diarias de mantenimiento preventivo. -Mentalidad enfocada al mantenimiento preventivo. -Realiza inspecciones y tareas de mantenimiento preventivo programadas en paros. -Ayuda a diagnosticar, desarrollar e implantar estrategias de mantenimiento predictivo.
Ingeniero de Manufactura		-Educa a fabricantes de equipos sobre los requerimientos de documentación y mantenibilidad. -Trabaja en piso con los operadores-propietarios y supervisores para resolver problemas. -Entrena a técnicos de mantenimiento. -Corrige/mejora equipos actuales.
Administración Gerencia	-	-Emplea hasta 20% de su tiempo en piso para promover y guiar el TPM. -Fomenta cierres de planta planeados para implantar mejoras. -Comunicación abierta y rápida por medio de visitas diarias a la planta y al menos una junta general mensual. -Requiere a la gente que se entrene y desarrolle.

Tabla 5.4.1.- Nuevos roles y responsabilidades del área de mantenimiento. (Fuente: Propia)

Capítulo 5 – Mantenimiento Productivo Total

El Mantenimiento Preventivo también llamado Mantenimiento Programado consiste en realizar trabajos de reemplazo de partes de una máquina o equipo con una periodicidad establecida de acuerdo a las recomendaciones del fabricante y a la estadística observada durante el funcionamiento real en el proceso productivo.

Actualmente existen una gran variedad de Programas de computación (software) que administran este tipo de Mantenimientos. En ellos se programan los trabajos a realizar en cada uno de los equipos y sus frecuencias. Cuando se requiere hacer una reparación no incluida en el Mantenimiento Preventivo, se genera una Orden de Mantenimiento Correctivo. Todos los trabajos preventivos y correctivos son guardados de manera que en el sistema se puede consultar el historial de cada maquina.

Los software mas completos pueden guardar hojas de información de los equipos, partes, componentes y, de acuerdo a la programación que se haya hecho, ordenar al almacén las partes de repuesto que se necesitarán en determinado tiempo, para que estén disponibles en la fecha que será realizado el mantenimiento, (no antes, no después) de manera tal que la espera e inventarios se minimice.

El mantenimiento predictivo tiene como finalidad determinar las condiciones de operación de la maquina o equipo utilizando características específicas de funcionamiento.

Ejemplos.

A un motor eléctrico se le pueden aplicar técnicas de **Análisis de Vibraciones**, para determinar el estado de los rodamientos, predecir el tiempo que puede operar confiablemente y establecer fechas de reemplazo antes de que se presente la falla del componente.

También se pueden aplicar **Técnicas de Termografías**, la cual presenta las diferentes temperaturas que se tienen en cada parte del motor. Conociendo el tipo de aplicación se puede determinar si las temperaturas que muestra la termografía son correctas o algunas están arriba del nivel permitido. Con esta técnica se puede "ver" el comportamiento de los devanados, los rodamientos y las conexiones eléctricas, coples mecánicos.

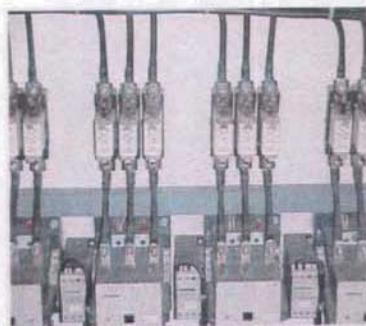
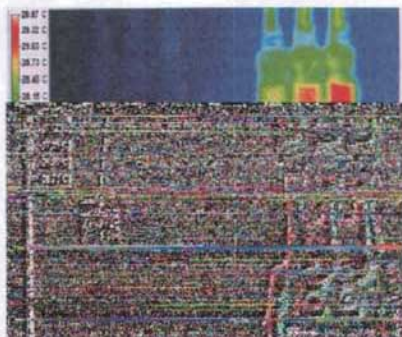


Figura 5.4.2.- Técnica de Termografía. (Fuente: Industria Automotriz).

La figura 5.4.2 es una termografía tomada a un tablero de un banco de capacitores. Las zonas de color rojo corresponden a temperaturas altas, las azules a temperaturas bajas. (En este caso, el rango empleado es 29.2 grados C la temperatura más alta)

Transformador Eléctrico de Potencia, a estos equipos se les pueden aplicar técnicas de **Cromatografía de gases** para el aceite dieléctrico. El fundamento de esta técnica es que el aceite de un transformador sufre una degradación según la falla que se esté presentando internamente, y esto ocasiona la generación de diferentes tipos de gases dentro del transformador: hidrógeno, nitrógeno, monóxido de carbono, metano, dióxido de carbono, etileno, etano, etc.

Por ejemplo, un chisporroteo en los contactos del cambiador de conexiones generará hidrógeno, el cual es detectado y cuantificado con la cromatografía de gases. Arriba de ciertos valores, la operación del transformador no es confiable. (Valores normales: < 150 ppm.)

Otra técnica Predictiva aplicable al transformador son las **Pruebas de resistencia de aislamiento e Índice de polarización**. Consisten en efectuar mediciones de las corrientes de fuga que se tienen en los diferentes devanados eléctricos al aplicar voltajes similares al de operación normal. Dentro de determinados rangos, la operación del equipo es confiable.

5.5.- Estrategias que soportan la implantación del TPM.

Para poder pensar en la implantación del TPM, es mandatorio que los siguientes prerequisites se cumplan:

Se requiere compromiso de la alta gerencia dado que implica un cambio en los roles de las gentes, la alta gerencia debe impulsarlos con gran decisión. Sin este apoyo el proceso TPM no puede darse.

Formación de **Grupos de Trabajo** e implantación de técnica de **5 Eses**, con toda la implicación que ello representa: Acuerdos laborales, entrenamiento a cada elemento de cada grupo de trabajo sobre el rol que se espera desempeñe, entrenamiento específico sobre las técnicas de 5 Eses, etc.

Dado que el TPM se fundamenta en el correcto funcionamiento de los grupos de trabajo, este prerequisite es vital.

Gente de tiempo completo dedicada a la implantación de este proceso. Por el hecho de ser una de las partes más difíciles de manejar, dado que involucra cambios en la actitud de las gentes, se requiere asignar tiempo completo a, mínimo, una persona suficientemente capacitada, comprometida, facultada y con fuerte apoyo gerencial.

Empezando desde cero, la implantación de este proceso lleva mínimo 3 años.

Capítulo 5 – Mantenimiento Productivo Total

Cubierto lo anterior, los siguientes pasos pueden ser seguidos:

- 1.- Seleccionar el facilitador o coordinador de TPM.
- 2.- Seleccionar la primera área piloto y el primer grupo de trabajo piloto de TPM en la planta.
- 3.- Desarrollar los objetivos de mejora del área piloto y establecer un programa de eventos de TPM.
- 4.- Entrenar a los operarios del grupo de trabajo en actividades de mantenimiento autónomo.
- 5.- Dar entrenamiento sobre los procedimientos de Mantenimiento Preventivo a los técnicos de mantenimiento.
- 6.- Dar entrenamiento sobre los procedimientos de Mantenimiento Predictivo a los técnicos de Mantenimiento.

5.6.- Indicadores de Éxito del TPM.

Las mejoras que se van obteniendo en cada grupo de trabajo pueden ser medidas a través de los siguientes indicadores, que son los más comúnmente utilizados:

OEE, MTBF, MTTR, Piezas bien a la primera, Tiempos muertos, Teoría de Restricciones.

Capítulo 5 – Mantenimiento Productivo Total

A continuación se describen cada uno y se muestra la forma de calcularlos.

OEE (eficiencia total del equipo, por sus siglas en Ingles overall equipment efficiency) y se obtiene de la multiplicación de:

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} \times \text{Eficiencia} \times \text{Calidad}$$

Donde:

Disponibilidad = Es el tiempo efectivo de trabajo de la máquina comparado con el tiempo programado de trabajo. La disponibilidad se ve afectada por las fallas de equipo, paros no programados, ajustes, paros menores y pérdidas por arranque.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo programado de producción} - \text{Paros de equipo no planeados}}{\text{Tiempo programado de producción}}$$

Como

$$\text{Tiempo disponible} = \text{Tiempo programado de producción} - \text{Paros de equipo no planeados.}$$

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo Disponible}}{\text{Tiempo programado de producción}}$$

Capítulo 5 – Mantenimiento Productivo Total

Ejemplo: Si el **tiempo programado de producción** son 8 hs y en área del grupo de trabajo se tuvieron paros de equipos por 43 minutos (0.72 hs), el **tiempo disponible** del equipo fue $8 - 0.72 = 7.28$ hs, entonces la **Disponibilidad** del equipo sería de $7.28 / 8 = 0.91$

Eficiencia en el Desempeño: Determina qué tan cercana se encuentra la máquina de correr a su capacidad de diseño cuando el equipo se encuentra disponible para producción. En el número de piezas producidas se incluyen también las defectuosas

$$\text{Eficiencia} = \frac{(\text{Tiempo ciclo estándar}) \times (\text{Núm. de piezas producidas})}{\text{Tiempo disponible}}$$

Por ejemplo: Si un producto o pieza tiene un **tiempo ciclo estándar** de fabricación de 2.5 minutos y la máquina tiene un **núm. de piezas producidas** de 168, entonces la **Eficiencia** de la máquina es de $(2.5) \times (168) / (8 \times 60) = 0.875$

Por último

Calidad: Indica la cantidad de defectos o partes que corrieron por la máquina que salieron defectuosas del total de partes producidas.

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Total piezas producidas} - \text{Total piezas defectuosas}}{\text{Total piezas producidas}}$$

Capítulo 5 – Mantenimiento Productivo Total

Como

Total piezas buenas = Total piezas producidas – Total piezas defectuosas

Entonces:

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Total piezas buenas}}{\text{Total piezas producidas}}$$

Por ejemplo, si de las 168 piezas producidas se tuvieron 2 desechos y 3 retrabajos, el **total piezas buenas** fueron 163 y la **Calidad** fue = $163/168 = 0.97$

Por lo tanto:

$$\text{OEE} = 0.91 * 0.875 * 0.97 = 0.772$$

MTBF: Tiempo medio entre fallas de una misma máquina.

$$\text{MTBF} = \frac{\text{TIEMPO DE OPERACIÓN ACUMULADO}}{\text{NÚMERO DE FALLAS OCURRIDAS (INCIDENCIAS)}}$$

Tiempo de Operación Acumulado se refiere a ir sumando el tiempo de operación transcurrido día a día.

Capítulo 5 – Mantenimiento Productivo Total

El Número de Fallas Ocurridas o Incidencias se refiere a ir sumando el número de veces que la línea se ha detenido día a día.

Ejemplo: Se registraron los siguientes datos en un equipo determinado: tiempo 20 días hábiles; producción solamente durante el primer turno (8 horas). Se presentaron 5 fallas durante los 20 días hábiles. Calcular el MTBF.

$$\begin{aligned} & \text{TIEMPO DE OPERACIÓN ACUMULADO} \\ \text{MTBF} = & \frac{\text{NÚMERO DE FALLAS OCURRIDAS (INCIDENCIAS)}}{\text{(20 días * 8 horas/día)}} \\ \text{MTBF} = & \frac{5 \text{ fallas}}{32 \text{ horas}} \end{aligned}$$

Lo anterior lo podemos interpretar que aproximadamente cada 32 horas podemos tener una falla en ese equipo. Entre mayor es el tiempo que transcurra para que ocurra una falla en el equipo, este es **MÁS ROBUSTO**.

MTTR: Tiempo medio entre reparaciones (referido a un mismo equipo).

$$\begin{aligned} & \text{TIEMPO DE PAROS ACUMULADO} \\ \text{MTTR} = & \frac{\text{NÚMERO DE REPARACIONES ACUMULADO}}{\text{NÚMERO DE FALLAS OCURRIDAS (INCIDENCIAS)}} \end{aligned}$$

Capítulo 5 – Mantenimiento Productivo Total

Tiempo de Paros Acumulado se refiere a ir sumando el tiempo de paros transcurrido día a día.

El Número de Reparaciones Ocurridas se refiere a ir sumando el número de veces que se va teniendo paros de una línea o equipo.

Ejemplo: Se registraron los siguientes datos en un equipo determinado: tiempo 20 días hábiles; producción solamente durante el primer turno (8 horas). Se presentaron 5 fallas, cada una de 10 min, 8 min, 15 min, 20 min, y 17 min, durante los 20 días hábiles. Calcular el MTTR.

Tiempo de paros acumulado = $10+8+15+20+17 = 70$ min

Número de reparaciones acumulado = 5

MTTR = $70/5 = 14$ minutos.

Lo anterior quiere decir que cuando llegue a ocurrir una falla en este equipo o máquina, esperamos corregirla en 14 minutos.

Un MTTR bajo indica un buen diseño en la **MANTENIBILIDAD** de la máquina.

Piezas bien a la primera: Este concepto se aplica a un área formada por uno o varios grupos de trabajo, abarca generalmente varias máquinas o equipos y

Capítulo 5 – Mantenimiento Productivo Total

da una visión del desempeño global de dicha área. Se conoce también como FTT (first time through).

$$\text{Piezas bien a la Primera} = \frac{\text{Piezas producidas} - \text{piezas defectuosas o dañadas}}{\text{Piezas producidas}}$$

Ejemplo: En el área de pintado se procesaron 220 piezas. Se tuvieron 25 piezas con pintura sucia, las cuales se volvieron a repintar; se tuvieron además 12 piezas dañadas las cuales no se pudieron recuperar.

$$\text{Piezas bien a la primera} = (220 - (25 + 12)) / 220 = 0.87$$

Tiempos muertos: es el registro de todos aquellos tiempos que una línea de producción o equipo permanece detenido, relacionándolos con las causas que los producen.

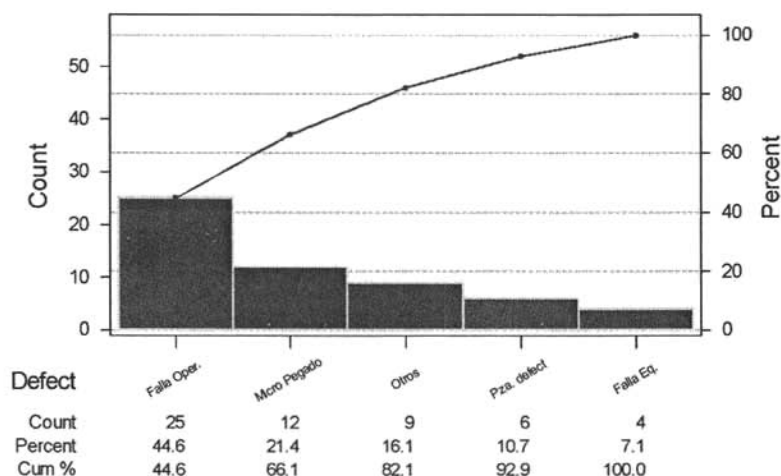


Figura 5.6.1.- Carta de Pareto de tiempos muertos. (Fuente: Industria Automotriz.)

Esto nos lleva a obtener una gráfica de Pareto, la cual permite guiar los esfuerzos de los grupos de trabajo hacia aquellos problemas que ocasionan los mayores daños.

La figura 5.6.1 es un ejemplo de cómo la información que se recaba en el área del **Grupo de Trabajo** los ayuda a identificar los equipos o máquinas que están afectando más la productividad y cual de ellos debe ser atendido primero, para obtener el mayor beneficio.

Capítulo 5 – Mantenimiento Productivo Total

Se deduce fácilmente que los medibles arriba mencionados pueden ser graficados, lo que permite ver de manera objetiva la evolución del proceso de implantación del TPM y es posible evaluar de manera tangible los beneficios que los grupos de trabajo están logrando en sus respectivas áreas.

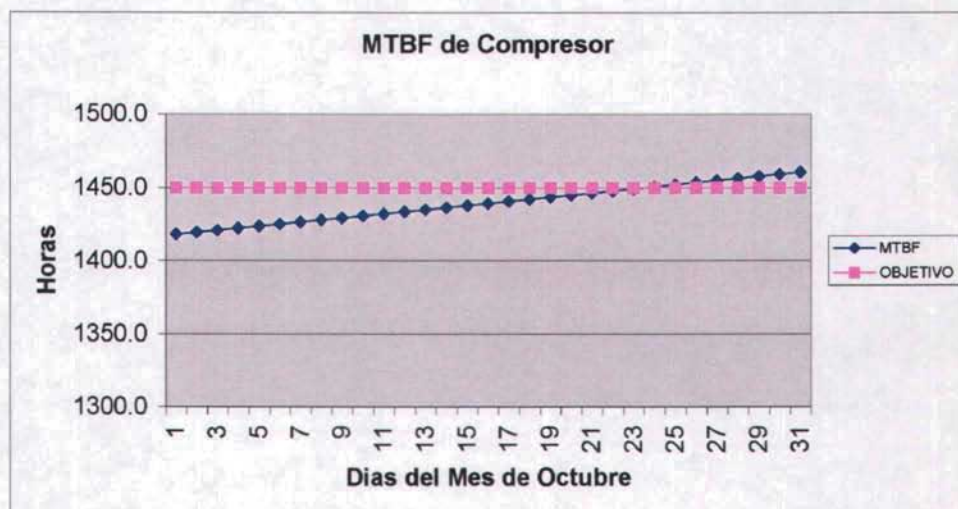


Figura 5.6.2.- Gráfica del MTBF de Compresor (Fuente: Industria Automotriz).

En la figura 5.6.2 se graficó el comportamiento del Tiempo Medio Entre Fallas de un compresor de aire para servicio en el proceso, durante el mes de Octubre, 2004. Nótese que al pasar los días sin tener algún paro el MTBF aumenta. Se puede ver que próximos estamos del objetivo.

5.7.-Teoría de Restricciones

Permite identificar de manera ordenada los equipos que generan una restricción al Flujo Continuo del Sistema. Una vez que las restricciones son identificadas los Grupos de Trabajo pueden enfocar sus actividades de TPM a dichos equipos.

La metodología utilizada tiene cinco pasos básicos que son:

Identificación del Equipo Restrictor.- Usualmente se dice que la restricción es aquella que tiene el tiempo ciclo más alto del sistema, sin embargo, se puede relacionar con el OEE de cada equipo mediante la siguiente fórmula:

$$PRT = \frac{\text{Tiempo Ciclo} * 100}{O.E.E.}$$

PRT = **Process Rate Time**, que es la razón del tiempo relacionado a la Eficiencia Total del Equipo. El PRT más alto será considerado el equipo Restrictor del Sistema.

MAQs	PRT	T.CICLO	OEE	DISPONIB	EFICIEN	CALIDAD
Maq.3	463.722	3.8	0.819456	0.97	0.88	0.96
Maq.10	316.445	2.2	0.695224	0.86	0.86	0.94
Maq.13	386.393	2.5	0.647010	0.79	0.90	0.91
Maq.16	582.893	4.2	0.720544	0.88	0.92	0.89
Maq.20	343.974	2.2	0.639584	0.92	0.79	0.88

Tabla 5.7.1.- Datos para determinar el equipo restrictor (Fuente: Industria Automotriz.)

Capítulo 5 – Mantenimiento Productivo Total

La tabla 5.7.1 muestra los datos recabados en una área de un grupo de trabajo con el fin de determinar el equipo restrictor.

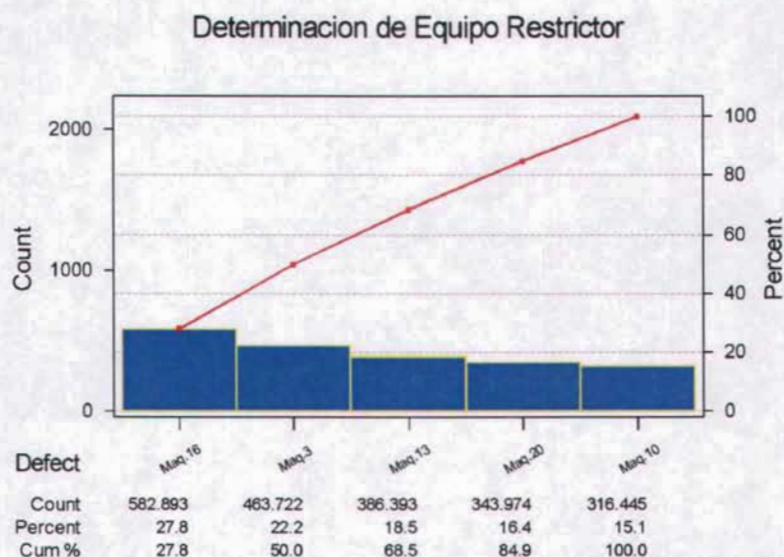


Figura 5.7.2.- Grafica de PRT's. (Fuente: Industria Automotriz).

Al analizar la gráfica de la figura 5.7.2, la razón del tiempo respecto a la Eficiencia Total del Equipo, PRT, de las diversas maquinas, de acuerdo al método, aun cuando la maquina 20 tiene el menor OEE, el equipo restrictor es la maquina 16.

Enfoque a la Restricción del sistema. - El Grupo de Trabajo que tenga bajo su responsabilidad el equipo restrictor deberá de darle seguimiento continuo al

Capítulo 5 – Mantenimiento Productivo Total

desempeño de dicho equipo y concentrar todas sus actividades de TPM. en elevar la eficiencia de dicho equipo.

Subordinar el proceso productivo a la Restricción.- Este punto establece que todos los equipo productivos deben de tener la capacidad para mantener operando al 100 % el equipo restrictor. El Grupo de Trabajo debe considerar el objetivo de mantener operando de manera continua su equipo restrictor al 100% de su capacidad.

Mejorar la efectividad del Equipo.- Este punto tiene como base la disminución de las Siete Grandes pérdidas del equipo (*Arranque, Ajustes, Fallas de equipo, Paros Menores, Velocidad Reducida, Rechazos, Paros no programados*)

Repetir el proceso.- Para tener un control de las actividades y poder dar seguimiento a los avances del Grupo de Trabajo se debe de utilizar algún tipo estándar de formato y colocarlo en el equipo Restrictivo.

Beneficios de la aplicación de la Teoría de Restricciones:

- Mejoras en la calidad de los productos obtenidos de nuestros equipos productivos.
- Aumento en la Productividad del Sistema.
- Participar de manera activa en el mejoramiento continuo de nuestros equipos productivos.

- Eliminar los tiempos perdidos por equipo.
- Ambiente de trabajo más seguro.

5.8.- Conclusiones

Los resultados que se esperan al implantar el TPM son minimizar o incluso eliminar:

Los 8 Desperdicios que se tienen en un proceso:

- **Movimiento**
- **Transportación**
- **Corrección**
- **Inventario**
- **Espera**
- **Sobre proceso**
- **Sobreproducción**
- **Desperdicio de gente o talento**

Las 7 pérdidas por maquinaria o equipo:

- Paros por falla de herramental
- Paros por fallas del equipo

Capítulo 5 – Mantenimiento Productivo Total

- Paros por preparación y ajustes de los equipos
- Paros menores de máquina, herramental o equipos
- Baja velocidad de maquinas o equipos
- Malfuncionamiento de máquina o equipo que producen defectos o desperdicio.
- Pérdida de producción en los arranques.

Y muy especialmente: Determinar cuellos de botella a lo largo del proceso aplicando la **Teoría de Restricciones**.



Figura 5.8.1.- Área después de aplicar TPM.(Fuente: Industria Automotriz)

La figura 5.8.1 muestra un área de un grupo de trabajo después de aplicar los conceptos de TPM.

Capítulo 5 – Mantenimiento Productivo Total

Después de haber visto de manera breve lo que es el TPM, los pasos de que consta, las estrategias para aplicarlo y los resultados que se obtienen, podemos afirmar que:

- El TPM es una de las herramientas más poderosas que permite a una empresa pasar de la **Manufactura en Masa** a la **Manufactura Esbelta**.
- La manufactura de clase mundial era un concepto casi extinto, pero ha despertado de un letargo de casi 40 años con la promesa de robustecer a los procesos de fabricación. Sin embargo, convertirse en una **Empresa Esbelta**, más allá de la eliminación de desperdicios y el fortalecimiento de los sistemas productivos, advierte sobre la urgencia de crear una nueva cultura laboral.
- Por tal motivo, la conversión a la Manufactura Esbelta no es tarea sencilla; tampoco es imposible. Lo que sí podemos garantizar es que si pretendemos hacer tales cambios sin:
 - El firme convencimiento de la alta gerencia.
 - La firme y hasta obsesionada decisión y firmeza de la alta gerencia por lograr el cambio
 - El convencimiento e involucramiento de los mandos medios
 - El clima laboral propicio entre la empresa y los representantes de los trabajadores

Capítulo 5 – Mantenimiento Productivo Total

- El convencimiento, involucramiento y aceptación de la necesidad de establecer una cultura laboral diferente por parte de trabajadores y empleados.

La implantación del TPM no es posible.

6.1.- El Origen del Kanban

El origen del Kanban se genera a partir del concepto de los supermercados americanos. Después de la Segunda Guerra Mundial muchos gerentes e ingenieros japoneses viajaron a EE.UU. para estudiar los sistemas de las plantas manufactureras que habían aprovechado los efectos de la guerra. Durante estas visitas los japoneses vieron el concepto del supermercado, un lugar donde los clientes podían comprar cualquier artículo en el momento en que ellos lo necesitaran y solamente en la cantidad que ellos requirieran. Más allá de esto cuando el cliente regresaba al supermercado al día siguiente encontraba que los artículos habían sido reabastecidos en los anaqueles.

Para Taiichi Ohno la persona que desarrollo el TPS (Toyota Production System), el concepto de supermercados elimina el desperdicio porque los clientes no requieren adquirir muchas partes de un mismo articulo (comprar mas de lo que se necesita). Ohno se quedo intrigado con este proceso y analizo como ese concepto podría ser aplicado en la relación cliente-proveedor en los procesos de una planta de manufactura.

6.2.- Que es Kanban

Kanban es una palabra japonesa que significa letrero o señal. Kanban son señales desarrolladas para sistematizar los ciclos de reemplazo de materiales usados repetitivamente en una planta. El sistema Kanban es un método de **Manufactura Esbelta** el cual sirve para **jalar** el material, es decir: surtir a las líneas de producción o al siguiente proceso solo el material requerido para seguir produciendo cuando este se necesita, no antes ni después.

El sistema kanban comunica la necesidad de **jalar** material del proveedor al cliente, kanban une procesos relacionados como si estuvieran conectados por un transportador invisible.

El concepto original de Kanban se basa en el uso de tarjetas (ver figura 6.2.1) llamadas tarjetas kanban, para dar la señal o comunicar que un área o proceso requiere de mas material para seguir produciendo (relación cliente proveedor). La señal kanban representa un producto específico o número de parte en una cantidad especifica. Es necesario asegurar que todos entienden que número de parte y que cantidad de este representa cada señal.

Tarjeta Kanban
Cliente: (Nombre de su empresa para Proveedores externos, o la siguiente operación Para proveedores internos.)
Número de parte: 1CE2500
Descripción: Cartucho para impresora
Proveedor: Consumibles Star S.A. de C.V.
Orden de compra o número de orden de Trabajo: # OC05-152548 (Usualmente a los proveedores se les entrega ordenes de compra abiertas (blanket orders) por al menos 1 año.)
Número de Piezas: 5 pzas
Número de contenedores:

Figura 6.2.1.- Tarjeta Kanban (Fuente: Manufactura de Clase Mundial).

6.3.- Tipos de Tarjetas Kanban

- Tarjeta plástica o de cartón (figura 6.2.1) la cual se puede incorporar dentro de los contenedores portátiles (contenedores para partes pequeñas que pueden ser entregadas a mano por una persona o equipo pequeño) tanto como a los pallets (contenedores para partes grandes las cuales por su peso o dimensión requieren de un montacargas o equipo especial para ser entregadas a su punto de uso).
- Tarjeta plástica o de cartón la cual se puede incorporar a los contenedores portátiles o a los pallets en un plástico transparente fijo a un costado de los mismos.
- Una marca pintada en un borde o en el piso alrededor del contenedor estándar, la marca pintada sirve como una señal visual, la falta de material por debajo de la marca se convierte en la anomalía y eso significa que se requiere más material.
- Código de colores en forma de pelotas (similares a pelotas de golf), estas pelotas se pueden enviar por algún transportador de gravedad o con un tubo neumático al surtidor del material, cada código de color representa un número de parte.

- Otra señal típica de kanban podría ser el mismo contenedor vacío diseñado para mantener una cantidad estándar de material o partes. En el contenedor se agregan instrucciones escritas para rellenar el contenedor. Estas instrucciones generalmente incluyen el número de parte, descripción, cantidad, cliente (punto de uso), proveedor y orden de compra o número de orden de trabajo.
- Una gran variedad de variaciones de las anteriores.

Otra información que se puede incluir en las tarjetas kanban (lo más importante es que sean simples):

- Proceso anterior
- Tiempo de entrega
- Proveedor

6.4.- Flujo de Tarjetas Kanban

El flujo del sistema kanban es básicamente un ciclo cerrado el cual se resume en los siguientes 6 pasos:

- 1.- Inicia cuando el personal de producción identifica que uno o mas materiales han llegado a su mínimo (ver figura 6.4.1) , cada material

deberá de estar identificado en el punto de uso, indicando punto de uso, número de parte, descripción, mínimo y máximo y depositan o entregan una tarjeta kanban por cada material requerido.

2.- El personal de manejo de materiales recoge los contenedores vacíos retornables y toma la o las tarjetas kanban.

3.- Se dirige a dejar los contenedores vacíos a su área de almacenamiento para ser retornados a los proveedores.

4.- Recoge el material en su área de almacenamiento (la tarjeta le indica qué parte se requiere, cantidad, donde esta almacenado y que área lo está solicitando).

5.- Toma el material del área de almacenamiento y lo lleva al área que lo está requiriendo.

6.- Entrega el material en el área que lo esta requiriendo junto con la tarjeta kanban para solicitudes posteriores y comienza de nuevo el ciclo con el punto 1.

Lo recomendable es que este flujo se genere desde el punto de instalación en la planta de producción hasta el proveedor de la parte, esto se puede hacer ya sea mandando vía fax la tarjeta kanban (figura 6.2.1) al proveedor o el mismo contenedor vacío indica al proveedor que se debe de reabastecer mas material.

Market Address A-01-A	SMART Number 11421 v1	Unieside Address MEZANINE
Part Number E662254 - S71M		
Part Description CLIP SHAFT RETAINING 8		
Minimum Quantity 1	Lineside Address Label 11/1/997	Maximum Quantity 2

Figura 6.4.1.- Identificación de material en punto de uso (Fuente: Industria Automotriz).

Por lo que podríamos resumir que el sistema Kanban es:

- Medios de comunicación de un punto de uso a una operación previa (cliente proveedor).
- Órdenes de compra para sus proveedores.
- Órdenes de trabajo para su área de manufactura.
- Herramientas de comunicación visual.
- Eliminación de trabajo en papel.

El sistema Kanban no es apropiado para:

- Piezas únicas o lotes de producción
- Stock de seguridad.
- Herramientas de planeación de largo rango. Cambios en número de partes usados debido a cambios de ingeniería o cambios del cliente en el uso del producto deben de ser manejados por métodos mas tradicionales

tales como planes de producción y sistemas MRP (material requirement planning).

6.5.- Otras alternativas de surtido de materiales

El sistema kanban se puede aplicar para todas las partes en un proceso, sin embargo también se tienen las siguientes alternativas las cuales cumplen con el concepto de **jalar** material al punto de instalación:

- Partes de llamado.
- Partes secuenciadas.
- Materiales JIT desde proveedor.
- Kits.

Las partes de **llamado** son aquellas partes demasiado grandes para ser surtidas a mano por el surtidor de manejo de materiales y su máximo es igual a un contenedor en línea y el mínimo será calculado en base al tiempo que se requiera para tomar una parte del mercado y llevarla a la línea de producción. Para este tipo de reabastecimiento de partes se utiliza un sistema electrónico el cual pueda mandar una señal electrónica al operador de manejo de materiales para **jalar** los materiales requeridos en un punto de instalación, esta tecnología

se basa en utilizar botoneras las cuales pueden ser alámbricas o inalámbricas (ver figura 6.5.1):

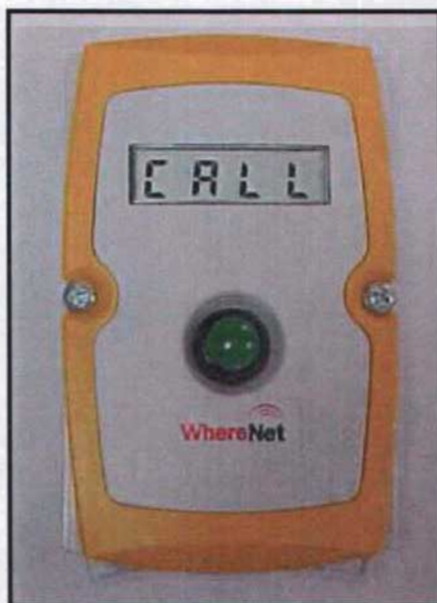


Figura 6.5.1.- Botonera inalámbrica (Fuente: WhereNet).

El sistema electrónico con botoneras para jalar el material funciona de la siguiente manera:

1. Se asignan niveles mínimos de inventario en el punto de uso del material (ver figura 6.5.2), este nivel se calcula de acuerdo al tiempo que le tomara al surtidor de manejo de materiales llevar un material al punto donde es requerido, este tiempo debe de considerar el

desplazamiento que toma desde el monitor que recibe las llamadas (ver figura 6.5.3) mas el desplazamiento del monitor al área donde se almacena el material mas el desplazamiento de ahí al punto donde se requiere el material, estas identificaciones deberán de estar colocadas en las botoneras por material.

2. El operador de producción la presiona cuando las partes llegan al nivel mínimo.
3. El sistema mandara un mensaje electrónico al monitor de llamado (éste deberá de estar localizado en el mercado de partes de llamado) de inmediato.
4. El monitor recibe la llamada de la línea, y el surtidor de materiales puede ver que número de parte le están solicitando, donde la están solicitando y donde esta almacenada.
5. El surtidor de materiales va al área de almacenamiento y toma la parte y la lleva al punto de uso, en el punto de uso hace el cambio del contenedor vacío por el lleno.
6. Llevar el contenedor vacío al área de almacenamiento de contenedores vacío para ser regresado al proveedor.

Capítulo 6 – Kanban

7. Regresar al monitor de llamado para esperar la siguiente solicitud de material.

El monitor puede tener una señal luminosa (Torreta) arriba del monitor la cual enciende para identificar que hay llamadas, esto por si el surtidor se encuentra lejos del monitor y pueda identificar que hay una llamada nueva.

Arreglo marcado	Punto de uso
CAL1-D-01	1V-5F-03
Número de parte	
2C34 – 2502222 – BAYGAK	
Descripción de Partes	
P131/215 GOMA PUERTA RH	
Punto de re-orden	Tiempo Ciclo
3 Pzas.	12 Min.
	Número SM A/R

Figura 6.5.2.- Identificación de Material de llamado (Fuente: Industria Automotriz).



Figura 6.5.3.- Monitor de llamado (Fuente: Industria Automotriz).

El surtido mediante **Kits** es parte fundamental de un sistema de **Manufactura Esbelta** para la eliminación de los desperdicios, el surtir las partes en kit permitirá eliminar el desperdicio de Movimiento, ya que con un kit (ver figura 6.5.4) lo que se logra surtiendo varias partes de uno o varios procesos dentro / junto a la parte a producir es reducir el desperdicio ya que el operador de producción no tendrá que ir por el material. El ir a tomar el material es un desperdicio el cual es necesario pero con el sistema de entrega de partes por Kit se reduce al mínimo.



Figura 6.5.4.- Caja con divisiones para surtido de un Kit (Fuente: Industria Automotriz).

Un **secuenciado** es la forma de surtir un material el cual tiene varias opciones de acuerdo a su uso, ejemplo, las defensas de un automóvil tiene varias opciones de uso, es decir de acuerdo al color de la unidad se instala una defensa del mismo color, por lo que se tienen varias alternativas de uso, el surtir todas las alternativas de uso directamente en el punto de instalación hará que el desplazamiento del operador sea de muchos metros por unidad procesada de tal manera que se tendrá claramente un desperdicio de Movimiento y la mayor parte del tiempo de este operario será en ir y tomar el material. El tiempo de valor no agregado (valor no agregado es el tiempo que se utiliza para procesar un producto y no hace que este cambie o sea mejor a los ojos del cliente) será mayor que el tiempo de valor agregado (valor

agregado es aquel es el tiempo que se utiliza para procesar un producto y hace que este cambie o sea mejor a los ojos del cliente), es recomendable tener secuenciados cuando se tienen 3 o mas opciones de uso, es necesario desarrollar un dispositivo especial para poder surtir los materiales secuenciados (ver Figura 6.5.5).



Figura 6.5.5.- Secuenciado de radiadores (Fuente: Industria Automotriz).

Otra forma de surtido es el **Just in Time**, este método al igual que los anteriores ayuda a reducir el desperdicio de Movimiento, esta es la alternativa que da el mayor beneficio de reducción de inventario en Planta, ya que el proveedor manda las partes a la Planta en el orden en el que serán usados pero con una anticipación de 1 a 2 horas, por tal motivo el inventario será de tan

solo 1 o 2 horas, el JIT es muy similar a un secuenciado con el beneficio adicional que es la reducción de inventario.

6.6.- Mercados

Tal y como lo describe el concepto de Kanban, es importante que el material pueda ser tomado de manera fácil y de acuerdo a la cantidad necesaria que requiera el cliente. Por tal manera es muy importante almacenar los materiales con el concepto de mercados, para que el surtidor de manejo de materiales pueda tomar del área de almacenamiento de partes de manera fácil la cantidad que le solicite producción. Es recomendable que el material se le asigna una localización fija, esto evitara problemas de pérdidas de materiales en las áreas de almacenamiento. Un mercado deberá de cumplir con las siguientes condiciones:

- El material deberá de ser almacenado por tipo de material, es decir un área para materiales de tarjeta y otra para materiales de llamado.
- El material de tarjeta deberá de estar almacenado en racks de rodillos (lo que asegura que se cumpla con las primeras entradas / primeras salidas) para facilitar tomar el material caja por caja (ver figura 6.6.1) y deberá de realizar letreros que identifiquen la localización, número de parte y cantidad mínima y máxima por material (ver figura 6.6.2).

El material de llamado deberá de estar almacenado a nivel de piso por su peso (ver figura 6.6.3) y deberá de realizar letreros que identifiquen la localización, número de parte y cantidad mínima y máxima por material (ver figura 6.6.4).

- Para los materiales de llamado deberá asignar un sentido de entrada de materiales y un sentido para salida con la finalidad de cumplir con las primeras entradas / primeras salidas (ver figura 6.6.5).
- Para los materiales de llamado puede colgar la identificación a la altura que cumple con la cantidad máxima de cajas para que visualmente identifique las partes con excesos.
- Para ambos tipos de materiales (tarjeta y llamado) no deberá de mezclar partes.
- Es muy importante tener en cuenta que un área de mercado no deja de ser un desperdicio (**inventario**) por lo que es de suma importancia buscar tener proveedores lo mas cercano posible a la planta de producción para tener el nivel mínimo de inventario posible.



Figura 6.6.1.- Mercado de materiales de tarjeta (Fuente: Industria Automotriz).



Figura 6.6.2.- Identificación de materiales en el mercado de tarjeta (Fuente: Industria Automotriz).

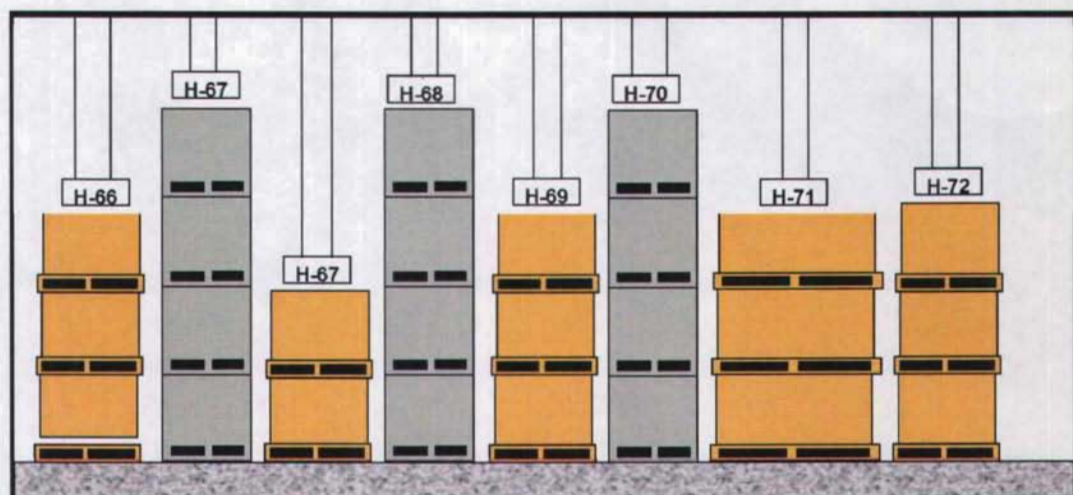


Figura 6.6.3.- Mercado de materiales de llamado (Fuente: Propia).



Figura 6.6.4.- Identificación de materiales en el mercado de llamado (Fuente: Industria Automotriz).

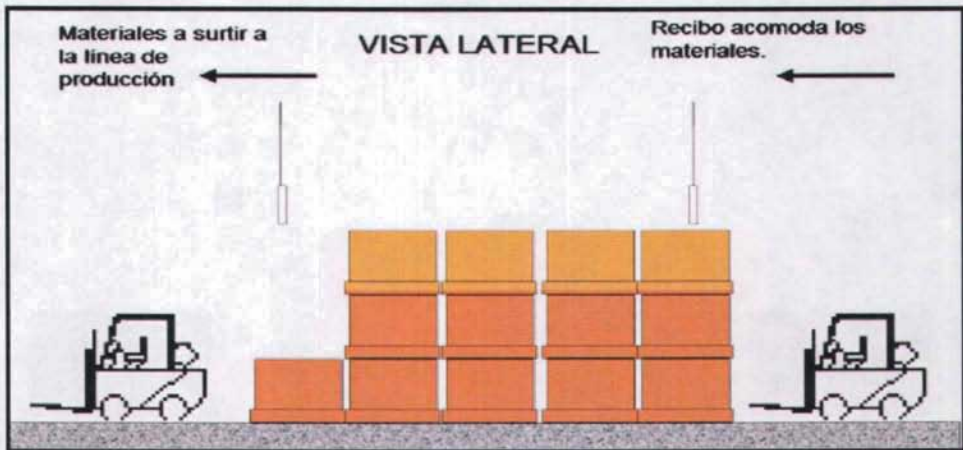


Figura 6.6.5.- Recibo y surtido de materiales en el Mercado de, (Fuente: Propia)

Una vez implementadas las áreas de mercado el **proceso sería** de la siguiente manera:

Se asigna un administrador del área de mercado, que es quien se encarga de alertar al área de control de partes cuando las partes llegan a su mínimo o máximo.

1. El área de recibo es responsable de descargar los materiales y almacenarlos en su área de mercado correspondiente.
2. Cuando un surtido de materiales requiere reabastecer un material lo toma de su área de mercado.

3. El surtidor de materiales cambia el contenedor vacío por el lleno en el punto de uso y lleva el contenedor vacío al área de contenedores vacíos.
4. El área de recibo toma los contenedores vacíos y los regresa a los proveedores.

6.7.- Implementación

Para iniciar un sistema de jalar es necesario Planear la Logística de surtido de materiales y esto se debe de manejar en tres etapas:

- Desarrollar un plan para cada parte.
- Desarrollar la logística externa.
- Coordinar los Procesos de Logística Interna y Externa.

Desarrollo de un Plan para Cada Parte:

El plan para cada parte es una matriz donde se deben de contemplar todos los números de parte necesarios para realizar un producto y en este se determina todas las características que tendrán. Esta matriz deberá de contener información de la logística interna y externa:

Logística Interna

- Número de parte.
- Descripción de la parte.
- Forma de surtido de la parte (tarjeta, llamado, secuenciado).
- Área de mercado.
- Punto de uso.
- Mínimos y máximos en el punto de uso.
- Mínimos y máximos en el mercado.
- Tipo de empaque (retornable o desechable).
- Densidad del empaque
- Medidas del empaque

Una vez que se tiene completa la información de la logística interna se inicia con la recopilación de la información de la logística externa, al menos se requiere:

- Nombre del proveedor.
- Dirección.
- Teléfono y nombre de los contactos.
- Frecuencias de embarque.
- Método de recolección.
- Ruta asignada.
- Horario de recolección.
- Rampa de entrega.

Cuando se termina de generar el plan para cada parte se recomienda seguir la siguiente secuencia:

1. Proveer Entrenamiento (roles y responsabilidades).
2. Desarrollo de Mercados de partes de llamado y de tarjeta.
3. Establecer rutas de Movimientos de Material.
4. Establecer Estaciones de Trabajo Ergonómicas.
5. Aplicar técnicas de Fabrica Visual.
6. Iniciar con el uso de tarjetas y botoneras.
7. Inicio de entregas cada hora de Material a la línea.

6.8.- Beneficios

Kanban ayuda a eliminar o a reducir el desperdicio de inventario porque:

- Eliminan sobreproducción.
- Eliminan la necesidad de áreas de reserva.
- Eliminan la necesidad de revisar órdenes de compra resultando en la reducción de costos de papelería, bajos costos de correo y menos requerimientos de personal de compras.
- Reduce la cantidad de datos administrados por el departamento de programación de producción y elimina la necesidad de órdenes de producción.

- Reduce inventario en el punto de instalación y en los mercados (ver figura 6.8.1).
- Reduce la cantidad de partes faltantes.
- Reduce la cantidad de movimientos de material (de recibo al área de reserva y del área de reserva al punto de uso)

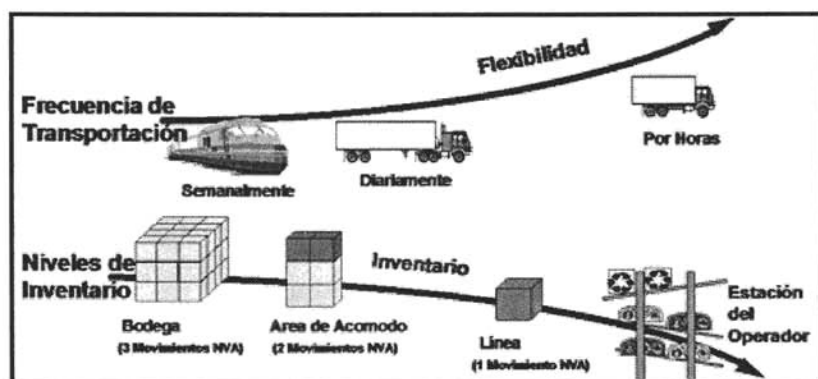


Figura 6.8.1.- Grafica de comportamiento del Inventario VS Frecuencia (Fuente: Industria Automotriz).

En la figura 6.8.2 se muestra como la logística externa debe de identificar el punto óptimo entre las frecuencias de transportación y los niveles de inventario, donde entre más frecuente sean los embarques subirá el costo de transportación VS la disminución del costo de inventario.

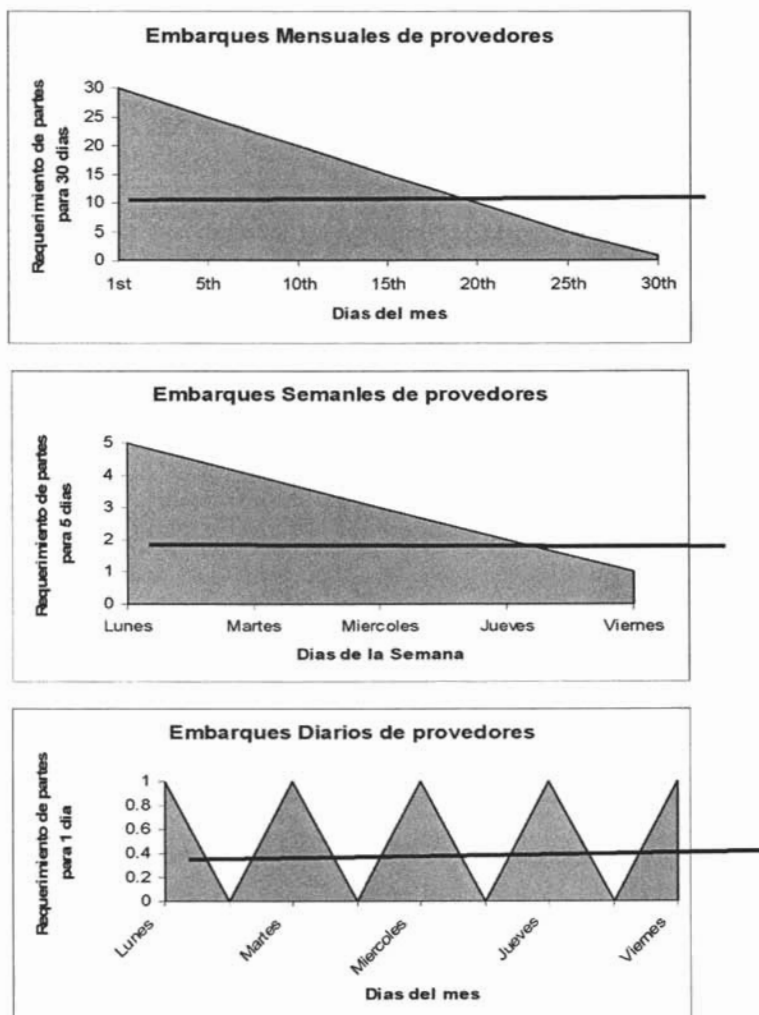


Figura 6.8.2.- Picos de inventario según frecuencias de embarque (Fuente: Manufactura de Clase Mundial).

La reducción de inventarios además de dar el beneficio de no requerir una gran inversión en los almacenes permitirá mejorar:

- Calidad:

El sistema kanban incrementa la disponibilidad de materiales en el punto de instalación lo que disminuye los factores de error.

- Entregas de producto terminado en tiempo:

Al incrementar la disponibilidad de materiales en el punto de instalación se incrementará la cantidad de productos que estarán listos para ser entregados en tiempo.

- Seguridad:

Al disminuir la cantidad de material en el punto de instalación permite tener orden y limpieza reduciendo condiciones de riesgo.

- Reducción de material dañado:

Al tener menos materiales en el punto de instalación reduce la cantidad de material dañado al igual que el tener menos material almacenado se reduce la cantidad de movimientos de material reduciendo también la probabilidad de daños por movimientos.

- Flexibilidad para satisfacer los requerimientos de los clientes:

Al tener menos inventario en planta permite reaccionar de una manera más efectiva por si se requiriera realizar un cambio de alguna parte para mejorarla o sustituirla por otra para incrementar la satisfacción de los clientes.

Con los beneficios que se pueden obtener al incorporar un sistema kanban podemos decir que este es una herramienta para poder tener un flujo de materiales que cumple con los requerimientos de un **sistema de Manufactura Esbelta**.

7.1.- Introducción

El Mapa de Flujo de Valor (MFV), es una nueva herramienta analítica usada en los procesos de **Manufactura Esbelta**, es una simple representación visual de todas las operaciones de la fabricación de un producto incluyendo dos elementos esenciales en la Manufactura Esbelta, flujo de materiales e información.

El MFV usa una técnica muy simple de figuras o iconos para ilustrar el estado de producción actual y futuro de la Planta.

Dentro de una Planta Productiva, el flujo es la vía más efectiva y eficiente para entregar un bien o servicio a un cliente, la organización debe estar enfocada en remover los desperdicios de los procesos, si el proceso productivo tiene una buena representación gráfica de su flujo de producción, se puede lograr lo siguiente:

- Reducir el tiempo de proceso
- Reducir el costo de producción
- Mejorar la calidad

Como consecuencia, los clientes verán mejor su empresa, con un servicio más consistente, sus trabajadores estarán en lugares más seguros y ergonómicos.

Capítulo 7 – Mapa de flujo de Valor (MFV)

Una empresa que busque producir con una Manufactura de Clase Mundial, o que busque transformar su Manufactura en Masa a una Manufactura Esbelta o Flexible con procesos simples pero sin desperdicios o que simplemente aplique técnicas de Mejora Continua como Seis Sigma, debe iniciar con un Mapa de Flujo de Valor ya que de una forma grafica y entendible, podemos obtener los siguientes beneficios:

- Soporta los cambios necesarios para dirigir a la compañía hacia su Estrategia de Negocio.
- Muestra la conexión entre Materiales, Personas e Información.
- Se visualizan los grandes desperdicios y obstáculos.
- Estandariza la forma de documentar la administración de los Procesos
- Identifica el valor agregado y no agregado del proceso
- Visualiza el Costo Total.
- Proporciona datos para los medibles del Negocio.
- Prioritiza las mejoras.
- Documenta la secuencia de los proceso.

Valor Agregado es una parte del proceso de Manufactura donde se cambia la forma, contenido o función del producto para cumplir con las especificaciones finales, y por lo tanto el cliente esta dispuesto a pagar esta transformación del producto.

Capítulo 7 – Mapa de flujo de Valor (MFV)

Valor no Agregado pero Necesario es una parte del proceso que no cambia la forma o contenido del producto, sin embargo, no se puede eliminar del proceso total, pero, si se puede reducir y por lo tanto el cliente no esta dispuesto a pagar por algo que no le da ningún valor y que es una parte ineficiente del proceso de Manufactura.

Desperdicio es una parte de la Producción que no agrega valor al contenido del producto, añadiendo solo tiempo y costo, y el cliente no esta dispuesto a pagar por este tiempo y este costo.

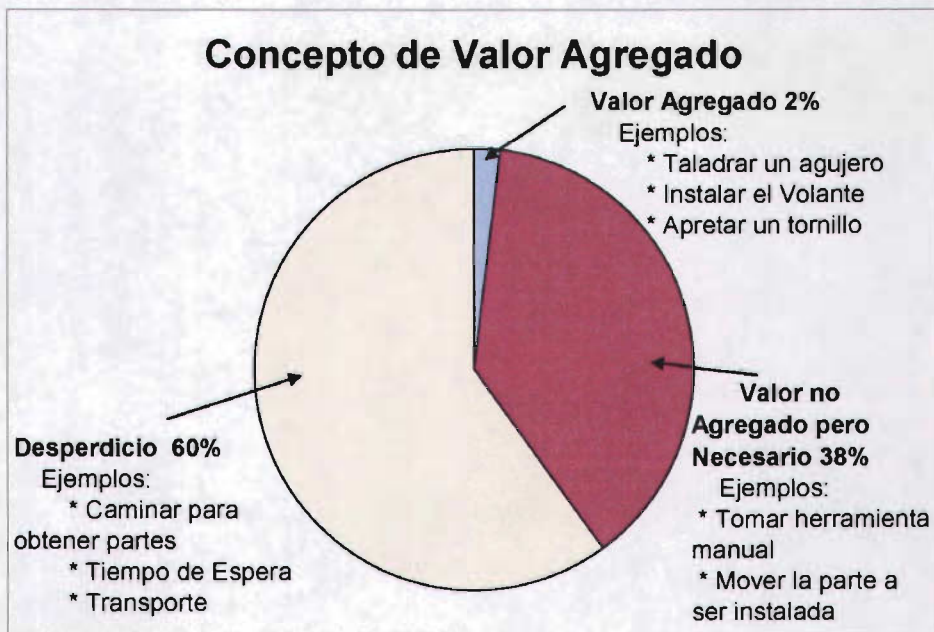


Figura 7.1.1.- Ejemplo de Valor agregado, no agregado pero necesario y desperdicio. (Fuente: Propia)

7.2.- Mapa de Flujo de Valor Actual.

Un mapa de flujo de valor actual se debe usar por las siguientes razones:

- Muestra a toda la organización de forma grafica como opera realmente el sistema de producción actual.
- Crea una base de datos del proceso actual, que servirá como partida para medir la mejora futura.
- Es una representación visual de horas por unidad por proceso, inventarios por área, tiempos ciclo, índices de calidad y todos los indicadores que sean valiosos para el proceso.
- Quedan expuestos los desperdicios.
- Conecta todas las herramientas de una Manufactura Esbelta.

Realizar un Mapa de Flujo de Valor para todo el proceso productivo puede resultar muy complejo y se perderían algunos puntos clave de cada producto, por lo tanto se recomienda realizar un Mapa para cada familia de productos siguiendo estos pasos:

Capítulo 7 – Mapa de flujo de Valor (MFV)

- Identifique todos los productos que se producen en la Planta
- Agrúpelos por similitud de procesos y características, por ejemplo productos de acero inoxidable, de acero al carbón, productos para camiones, para pasajeros, metálico, de plástico, etc.
- Identifique cada proceso productivo de la Planta.
- Separe la Planta por procesos similares, por ejemplo, estampado, troquelado, rolado, torneado, soldadura, maquinado, acabado, ensamble, empaque, etc.
- Decida que agrupación de productos y procesos son similares para poder trabajarlos conjuntamente.
- El área debe ser lo suficientemente pequeña para realizar un Mapa a detalle, sin embargo debe mostrar claramente las oportunidades de mejora, el flujo de proceso debe mostrar los datos y los inventarios en los cuales se deberán enfocar las mejoras (eliminación de desperdicios).
- Existen diferentes opciones para el análisis de los datos a coleccionar. Tome en cuenta primeramente los propósitos del Mapa, y que datos son relevantes para estos propósitos y establezca la disponibilidad y la

Capítulo 7 – Mapa de flujo de Valor (MFV)

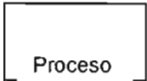
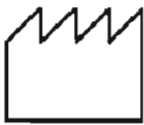
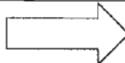
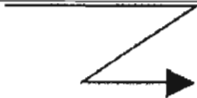
integridad de los datos, posteriormente acuerde como será calculada y analizada la información que formará parte de los datos del Mapeo.

Ejemplos de Datos a coleccionar:

- Tiempo Ciclo
- Labor directa
- Labor indirecta
- Eficiencia del Equipo (OEE)
- Indicadores de operación
- Unidades por hora
- Costo por unidad
- Unidades bien a la primera vez.
- Accidentes
- Inventario de unidades con Valor Agregado
- Inventario de unidades sin Valor Agregado

Con el propósito de estandarizar el Mapeo, se han usado iconos que se reconocen con una actividad específica, en caso de contar con un proceso único, se puede adicionar un nuevo icono que la Planta identifique claramente, las siguientes figuras nos muestran algunos ejemplos de iconos comúnmente usados en la elaboración de un MFV.

Capítulo 7 – Mapa de flujo de Valor (MFV)

	Caja de operación, representa un proceso en la empresa, cualquier proceso adicional deberá representarse con una caja adicional
	Caja de proceso externo, se usa para identificar a un proveedor, cliente o cualquier proceso en la cadena que se encuentre fuera de las instalaciones de la Planta.
	Tumba, el inventario puede ser identificado en cantidad de piezas por hora o día.
	Sistema Empujar, indica que no hay un control en el siguiente proceso y se envía producto independientemente a la demanda.
	Flujo de materiales del proveedor o hacia el cliente
	Información que fluye manualmente
	Información que fluye electrónicamente.
	Flujo continuo de materiales y productos, procesados con primeras entradas primeras salidas.
	Línea de Tiempo, la línea superior, indica el tiempo requerido de una estación a otra, y la línea inferior indica el tiempo ciclo de la operación, la suma de ambas indica el "Dock to Dock" o tiempo de la puerta de

Capítulo 7 – Mapa de flujo de Valor (MFV)

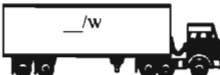
	inicio a la puerta de salida.
	Operador
	Un sistema de "Jalar" ha sido implementado, (solo se produce lo que la estación siguiente requiere si es que lo requiere).
	Arribo o embarque final de partes.

Figura 7.2.1.- Iconos de un Mapa de Flujo de Valor (Fuente: Learning to See)

Capítulo 7 – Mapa de flujo de Valor (MFV)

	Indicador de Seguridad		Oportunidad de Costo
	Indicador de Calidad		Inversión requerida
	Indicador de Costo		Ahorros Actuales
	Indicador de Entrega		Indicador de Manufactura Esbelta
	Indicador de Moral		Identificación de áreas de oportunidad
	Indicador de Medio Ambiente		Sistema TPM (Mantenimiento Productivo Total)

Figura 7.2.2- Ejemplo de Iconos usados en un MFV. (Fuente: Learning to See)

Los siguientes puntos clave se deben considerar al elaborar un Mapa de flujo de valor:

- Dibuje en una hoja larga cada área de trabajo
- Los cuadros de datos del proceso deben estar en la mitad inferior de la hoja.

Capítulo 7 – Mapa de flujo de Valor (MFV)

- Los cuadros de los proveedores y clientes deben estar en la mitad superior de la hoja.
- Muestre todo el proceso como una cadena .
- Muestre el inventario en cada área
- Muestre el método del transporte del producto y la frecuencia del mismo.
- Muestre el flujo de información de Control de Producción.
- Coloque la línea de tiempo, en la parte superior coloque el inventario en proceso en termino de tiempo, en la parte inferior muestre los tiempos ciclo de los procesos.
- Camine el proceso.
- Inicie por el último proceso, justo antes de que el producto sea embarcado hacia el cliente.
- Cuente lo siguiente:
 - Inventarios en proceso.
 - Inventario de producto terminado.
 - Almacén de partes
 - Almacenes de partes en proceso.
 - Áreas de carga y descarga
- Junte los procesos con flechas de empujar, usando también los iconos de inventario.

Capítulo 7 – Mapa de flujo de Valor (MFV)

- Muestre cada proceso con datos que se acuerden en el grupo, hasta representar gráficamente todo el proceso seleccionado.
- Ponga los datos del Valor Agregado y los de Valor no Agregado
- Dibuje las cajas de los proveedores y clientes en la mitad superior de la hoja.

En la parte inferior del MFV se dibuja la línea de Tiempo en la parte superior se coloca el inventario en días u horas que existe entre procesos, en la parte inferior de la línea se escriben los tiempos ciclos de cada proceso. El tiempo ciclo es el tiempo requerido desde el inicio de una operación hasta el inicio de la misma operación en la siguiente unidad. La suma de los tiempos de inventario en proceso más los tiempos ciclos se define como DTC (dock to dock), que es el tiempo desde que se reciben las materias primas hasta que se embarca el producto terminado al cliente, este indicador es uno de los más importantes de la eficiencia de una planta.

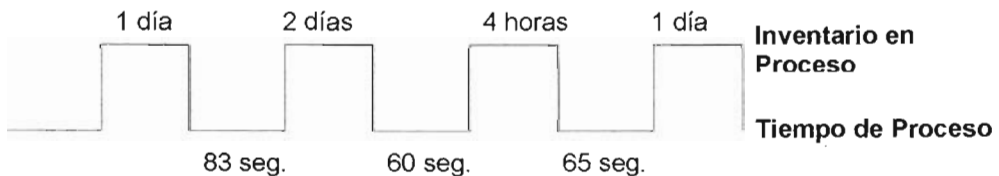


Figura 7.2.3.- Ejemplo de línea de tiempo (Fuente: Propia)

Capítulo 7 – Mapa de flujo de Valor (MFV)

Para calcular el inventario en días, horas, o minutos identifique las partes o unidades que existen entre cada proceso, asegúrese de sumar las partes que se encuentran en almacenes esperando el siguiente proceso, divida este inventario entre las unidades o partes que se producen por hora al final del proceso y esto dará como resultado el inventario en términos de tiempo. El siguiente ejemplo ilustra esta operación:

$$\begin{array}{rcl} & 3000 \text{ partes} & \\ \text{Ejemplo} & \text{-----} & = 50 \text{ horas de inventario} \\ & 60 \text{ partes / hora} & \end{array}$$

Considerar en la elaboración del MFV los siguientes elementos:

- Recuerde los ocho desperdicios
- Identifique el exceso de inventario, la sobre producción, la espera, movimientos, las reparaciones, sobre procesamiento y transportación
- Identifique el valor agregado y el no agregado.
- Dibuje cada oportunidad en el Mapa
- Genere una lista de acciones para mejorar cada oportunidad identificada
- Involucre a los responsables de llevar a cabo cada acción
- Programe cuando se implantarán las acciones.
- Involucre a la gerencia del área
- Realice una junta de apertura para la realización de las acciones
- Revise periódicamente los avances

Capítulo 7 – Mapa de flujo de Valor (MFV)

La siguiente figura es un ejemplo de un Mapa de Flujo de Valor Actual.

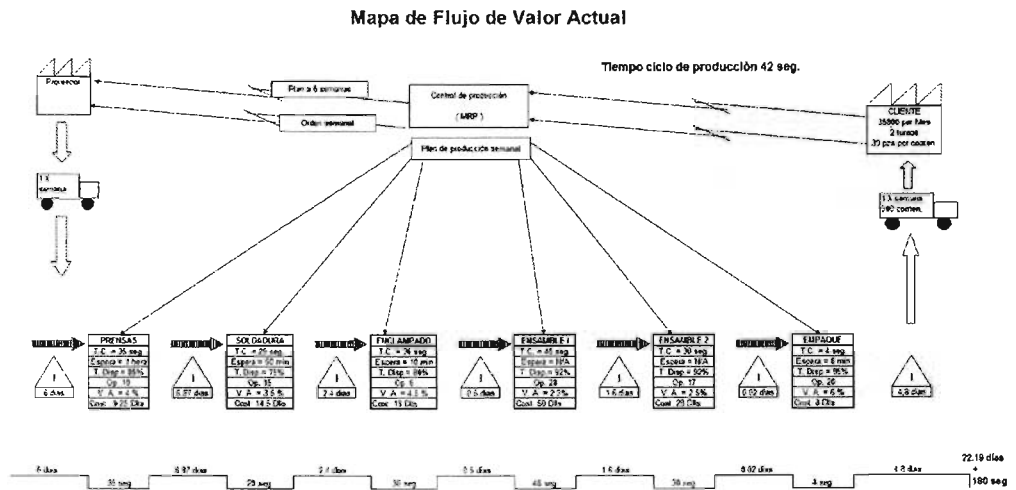


Figura 7.2.4.- Ejemplo de un MFV actual (Fuente: Learning to See)

7.3.- Mapa de Flujo de Valor Futuro

La visión del proceso perfecto nace con asignarle a cada paso del proceso de Manufactura, solo el tiempo y los recursos necesarios que el proceso próximo demande, y esto, si es que realmente lo requiere, la visión de un mapa de flujo de valor futuro debe estar orientada a reducir el tiempo desde que se recibe la orden hasta que el producto es entregado al cliente.



Figura 7.3.1.- Tiempo de proceso (Fuente: Propia)

Cada persona en la organización debe de estar diseñando como hacer la línea de tiempo de proceso más corta.

Un **Mapa de Flujo de Valor Futuro** es una representación visual de un proceso perfecto, un flujo de información perfecta y un producto perfecto donde se considera que:

- Los desperdicios han sido eliminados

Capítulo 7 – Mapa de flujo de Valor (MFV)

- Se ha logrado una Sincronización del Flujo de Materiales
- El sistema de Manufactura se mueve de manera de jalar, es decir se produce solo lo que el siguiente proceso requiere y no más.
- El proceso enlaza los conceptos y técnicas de Manufactura Esbelta.
- El proceso se maneja de acuerdo a la demanda del Cliente.
- Se usa un Plan detallado de implementación

Para realizar un MFV futuro considere los siguientes pasos:

- Involucre con los conceptos que se quieran usar en el futuro a su **Grupo de Trabajo**, use como referencia el Mapa del Proceso Actual.
- Desarrolle una visión del negocio y posteriormente del proceso.
- Describa las expectativas futuras.
- Determine las prioridades.
- Enliste las políticas en las cuales estará construido su futuro.
- Provea el soporte necesario para desarrollar su modelo futuro, maneje métricos que soporten la mejora continua que se logrará.
- Identifique que mejoras obvias debemos hacer en el proceso antes de optimizar el flujo.
- Dibuje o plasme todas las ideas en su Mapa de Flujo Actual, transfórmelo para tener en el Mapa la Visión Futura.

Algunas de las herramientas usadas en la industria de clase mundial para ir de un MFV actual a un MFV futuro son las mencionadas en este trabajo y son

Capítulo 7 – Mapa de flujo de Valor (MFV)

principalmente: Liderazgo, Grupos de trabajo, Control de la Calidad en la Estación, Kanban, Seis Sigma, TPM, etc.

La siguiente figura nos muestra un ejemplo de un MFV Futuro.

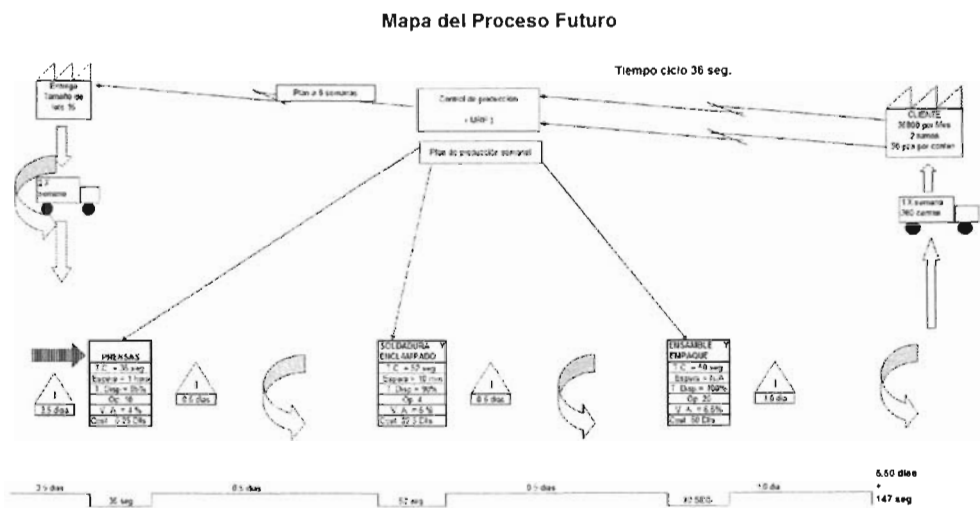


Figura 7.3.2.- Ejemplo de un MFV futuro (Fuente: Learning to See)

7.4.- Conclusiones

Todas las áreas de Producción y de Soporte son responsables de la creación del Mapa Actual y Futuro. Estos Mapas son utilizados por los Grupos de

Capítulo 7 – Mapa de flujo de Valor (MFV)

Trabajo y son soportados por toda la organización, incluyendo Ingeniería del Producto, Ingeniería de Manufactura, Mantenimiento, Logística de Materiales, Abastecimientos, etc.

- El Mapa de Flujo de Valor es un documento vivo y como tal se debe actualizar con cada cambio en el proceso, producto o planes del negocio.
- Las actividades en el MFV deben estar alineadas a la Visión y los objetivos de la Compañía, siempre siguiendo la estrategia de negocios planteada
- Use una colección de datos que realmente midan la efectividad y el desempeño de los procesos de la compañía.
- El **Grupo de Trabajo** debe ser multidisciplinario, sin embargo, debe tener el conocimiento y sobre todo la actitud de mejora continúa haciendo a un lado los paradigmas actuales.
- Frecuentemente refiérase y regrese al MFV para evaluar su progreso.

El Mapa de Valor es una herramienta clave que ayuda a las actividades del proceso de mejora continua con planes de acción e implementación para la conversión estratégica hacia un proceso esbelto.

Capítulo 7 – Mapa de flujo de Valor (MFV)

El análisis del Mapa de Valor es una herramienta visual muy poderosa y flexible, con dispositivos que todo el personal de la organización puede interpretar y conocer fácilmente cada paso del proceso de mejora, incluyendo los tiempos del proceso, valores agregados, desperdicios y datos relevantes de la operación.

Siempre trate de involucrar a todo el personal de la organización en los procesos de mejora, se sorprenderá de la aportación que cada individuo puede aportar hacia la mejora continua, no hay más experto que la persona que realiza su trabajo cotidianamente 8 horas diarias, seguramente él es el que tiene la mejor solución a los problemas, solo requiere que lo dejemos participar y lo soportemos para llevar a cabo su aportación al proceso.

8.1.- Introducción

El presente capítulo sobre **Seis Sigma (Six Sigma)** debe ser considerado como una introducción a los conceptos generales de las fases y componentes de esta metodología.

La metodología Seis Sigma tuvo sus orígenes en el año 1979 en la compañía Motorola cuando uno de sus ejecutivos declaró que la calidad de esta compañía tenía muchas oportunidades. A partir de entonces Motorola inició una nueva etapa enfocada a lograr mejoras significativas en calidad a la vez que se reducían los costos. Con el lanzamiento de nuevos productos se aplicaron los conceptos de Seis Sigma logrando un diseño superior y una manufactura de clase mundial y para 1993 Motorola estaba operando a niveles de Seis Sigma en casi todos sus procesos de manufactura.

Seis Sigma se ha vuelto algo tan cotidiano y que ha cobrado tanto auge e importancia en las organizaciones a nivel mundial. La relevancia que ha cobrado Seis Sigma a escala mundial se debe principalmente a que está enfocada a lo que desde tiempos inmemoriales han estado buscando las empresas y organizaciones, y esto es el lograr mayores eficiencias en los procesos con sus respectivos beneficios en reducción del desperdicio y satisfacción de los clientes a la vez que se logran mayores ganancias para los inversionistas. Es notable resaltar que en la práctica varias organizaciones

importantes han trabajado en la combinación de la metodología Seis Sigma con principios y prácticas de **Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing)** y a esta fusión le llamamos "**Lean Six Sigma**" logrando así una sinergia impresionante que les ha permitido reducir el desperdicio, la variabilidad y hacer más eficientes los procesos y prácticas de negocios.

Es así que al aplicar los principios de Manufactura Esbelta tales como: Fábrica Visual, Control de la Calidad en la Estación, Mapeo del Flujo de Valor, Grupos de Trabajo, reducción de los ocho desperdicios (sobreproducción, exceso de inventario, espera, movimiento, sobre-proceso, transporte, defectos y pérdida de conocimiento) se logra la estandarización del proceso, sin embargo la estandarización por sí sola no logra reducir la variabilidad de estos. Es por eso que la aplicación de Lean Six Sigma produce resultados asombrosos en el corto plazo.

Seis Sigma es en su conjunto una filosofía administrativa que mejora de manera significativa la efectividad y eficiencia de los procesos de negocios, tiene además una aplicación universal, ya que se puede aplicar tanto en el sector manufacturero como en el sector de servicios.

La estructura organizacional de Seis Sigma tiene en la base a los **Green Belts** (Cintas verdes), quienes son personas entrenadas en conceptos básicos de la metodología que se caracterizan por apoyar la parte técnica de proyectos de Seis Sigma. Los líderes de proyecto (**Project Champions**) son por lo general Gerentes y administradores de las áreas que ya cuentan con la experiencia de haber sido Green Belts y cuya principal función es identificar

oportunidades de aplicación y proporcionar facilidades y recursos a Green y Black Belts.

Los **Black Belts** (cintas negras) son personas altamente capacitadas en técnicas estadísticas y que poseen grandes habilidades de liderazgo y manejo de cambios. Son los responsables de la ejecución de los proyectos. Finalmente tenemos a los **Master Black Belts**, los cuales además de poseer las habilidades técnicas y de liderazgo, son verdaderos entrenadores y mentores que dan servicio y apoyo a proyectos de Green y Black Belt.

El entrenamiento de los Green Belts, Black Belts y el liderazgo de los campeones de proyecto y Master Black Belts es la base para ir generando esa nueva cultura enfocada y dirigida en base a datos. Es por esto que en adición a los aspectos estratégicos y de manejo del cambio cultural, la organización de Seis Sigma debe tener un riguroso entrenamiento en la parte técnica. A esta parte técnica la denominaremos de aquí en adelante como metodología **DMAIC**, este es el término acuñado por el Dr. Mikel Harry, fundador del Six Sigma Academy para las fases de: **Definición (D)**, **Medición (M)**, **Análisis (A)**, **Mejora (I del inglés Improve)** y **Control (C)**, de las cuales hablaremos en detalle más adelante.

8.2.- Definición

El objetivo de la fase de **Definición** se centra básicamente en la identificación de proyectos viables y que estén alineados con las prioridades del negocio, o

en palabras muy simples, es el identificar "en que se va a trabajar y porqué". Seis Sigma requiere que los planteamientos sean soportados en base a datos, las palabras no son suficientes.

En la fase de Definición se debe saber sobre como transformar los requerimientos del cliente en requerimientos internos de los procesos, de los principios de cómo llevar buenos indicadores y como aplicarlos. Hacer énfasis en indicadores de tipo financiero, no olvidemos que la administración de proyectos en Seis Sigma es la unidad básica de actividad de sus miembros y es el vehículo por medio del cual la visión de liderazgo se hace realidad.

Durante la fase de Definición las herramientas utilizadas son: **Matriz Causa-Efecto**, la cual en algunas ocasiones puede ser utilizada en su variante de **Casa de la Calidad o QFD (Quality Function Deployment)**, y por medio de esta herramienta se puede dar prioridad a las variables de entrada que tengan mayor importancia sobre las variables clave de salida.

A continuación se muestra en la figura 8.2.1 un ejemplo de una Matriz Causa-Efecto aplicada en un caso de transportación de vehículos para identificar la prioridad de las diferentes piernas de tránsito que afectan dicho proceso.

Rango de Importancia para el Cliente		3	9	1	1							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Entradas		Verificación de la Aceptación de la Orden	Entrega en 45 Días	Rastreo del Vehículo por sistema	Notificación de la entrega en 24 horas							Total
1	Sistema de Orden	9	3	1	1							56
2	Planta	3	9	9	1							100
3	Ferrocarril	1	9	9	9							102
4	Centro de Mezcla	1	3	3	9							42
5	Camiones	1	3	3	9							42
6												
7												

Figura 8.2.1.- Matriz Causa y Efecto (Fuente: Six Sigma Academy)

En adición a lo anterior algunos practicantes del Seis Sigma también prefieren utilizar un diagrama llamado **SIPOC** (Proveedores, Entradas, Proceso, Salidas y Clientes) en el cual se hace un mapa de la interrelación de estos componentes a fin de obtener una identificación de las variables clave de entrada y salida del proceso así como su interacción con los proveedores y Clientes. En la figura 8.2.2 se incluye un ejemplo de un SIPOC genérico.

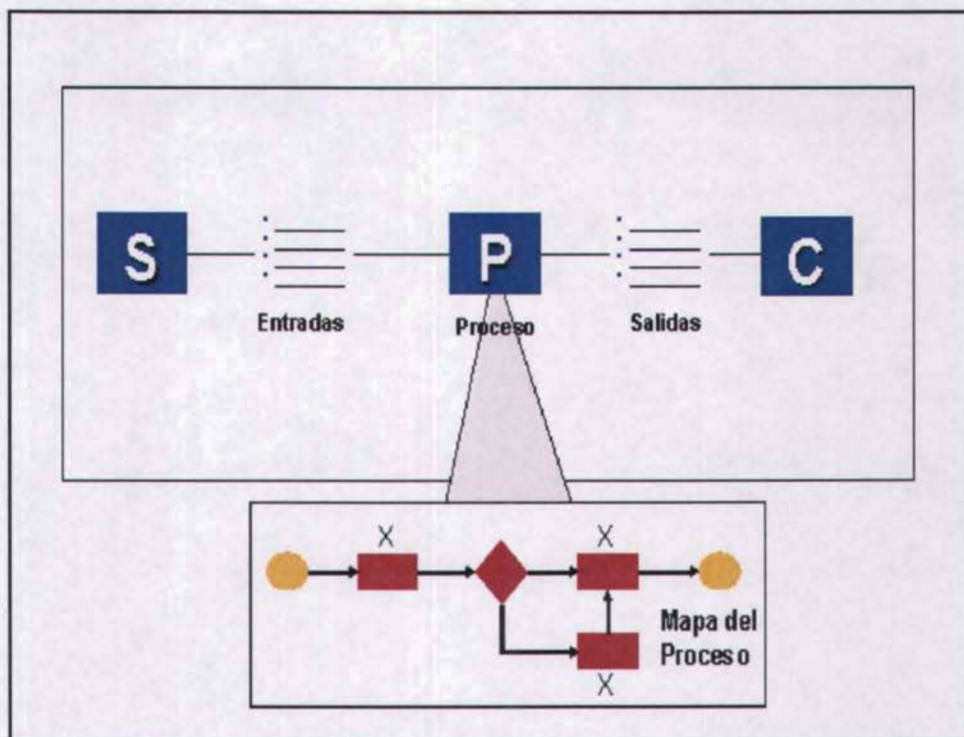


Figura 8.2.2.- SIPOC Genérico (Fuente: Six Sigma Academy)

Una vez completada la fase de Definición se debe elaborar un contrato en el cual se identifica el proyecto o proyectos a realizar y además establecidas las prioridades, las metas y los objetivos, los miembros del equipo y sus roles y responsabilidades así como un estimado de los ahorros potenciales en reducción del desperdicio y de incremento de satisfacción del cliente, es cuando ya podemos iniciar propiamente con la fase de Medición.

Capítulo 8 – Seis Sigma

Ver la figura 8.2.3 que nos muestra un ejemplo de formato genérico de asignación del proyecto (Project Charter):

ASIGNACION DEL PROYECTO	
Titulo del Proyecto: _____	
Declaracion del Prblerna: _____	
Impacto en el Cliente: _____	Informacion del Proyecto
Impacto en Ford: _____	Funciones Clave:
_____	Nombre: _____
	Titulo: _____
	Tarea: _____
Declaracion del Alcance _____	Nombre: _____
del proyecto: _____	Titulo: _____
	Tarea: _____
Metas del Proyecto: _____	Nombre: _____
_____	Titulo: _____
	Tarea: _____
Ubicacion del Proyecto: _____	Tiempo: _____
	Fecha de Inicio: _____
	Fecha de Termina: _____

Figura 8.2.3.- Formato genérico de Asignación de un Proyecto (Fuente: Six Sigma Academy)

8.3.- Medición

El objetivo de la fase de **Medición** es el de recolectar información sobre la situación actual del proceso en estudio para dar un enfoque preciso sobre cuales son las oportunidades de mejora.

Capítulo 8 – Seis Sigma

Los principios fundamentales de una buena medición reflejan el reconocimiento de que para operar a niveles de Seis Sigma es necesario cuantificar cosas tales como la satisfacción de clientes, la estética y las propiedades físicas de nuestros productos y procesos. El uso de herramientas para la solución de problemas tales como el Análisis de Pareto, diagramas de dispersión, diagramas de flujo de procesos y mapeos son parte de la etapa de Medición.

A continuación la figura 8.3.1 nos da un ejemplo de un Pareto que nos ayuda a poder identificar los problemas principales de un área de abastecimientos.

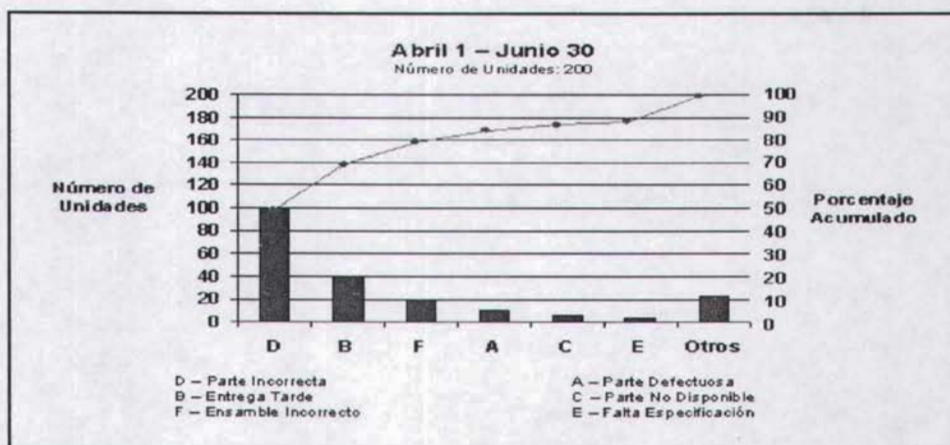


Figura 8.3.1 Diagrama de Pareto para dar Prioridad (Fuente: Six Sigma Academy)

En la figura 8.3.2 tenemos una muestra de un mapa de proceso aplicado a un proceso automotriz de distribución.

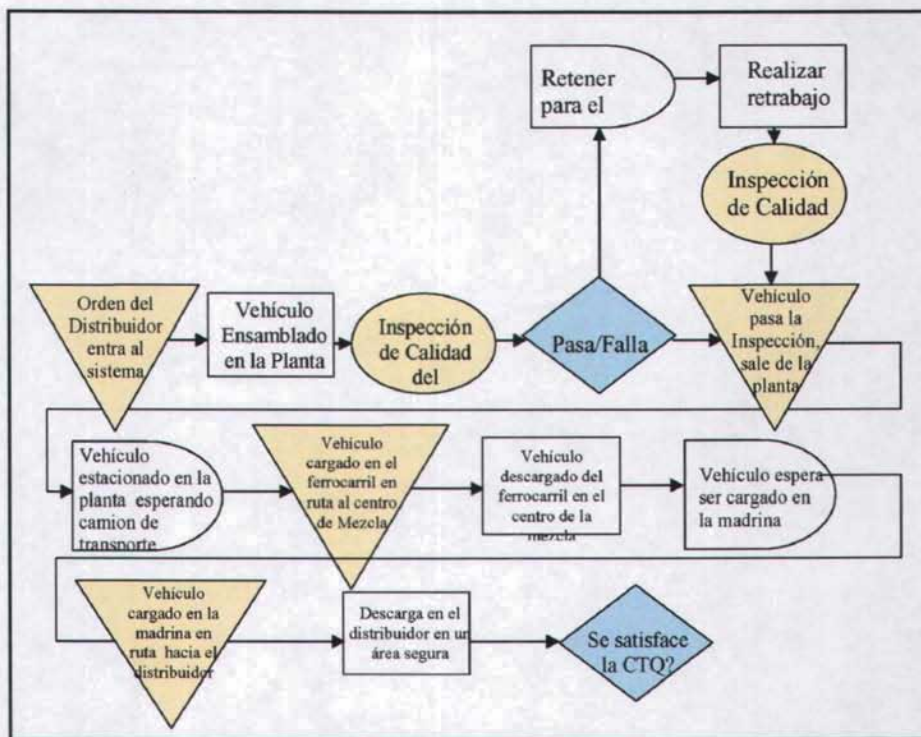


Figura 8.3.2.- Ejemplo de un Mapa de Proceso (Fuente: Industria Automotriz)

Es importante señalar que en la etapa de Medición establecemos la línea base del desempeño del proceso y para esto es recomendable asegurarse de que los datos a analizar en el proyecto bajo estudio provengan principalmente de una distribución normal.

Capítulo 8 – Seis Sigma

En la comprobación de la normalidad de los datos se recomienda emplear las pruebas de Anderson-Darling para muestras grandes y Kolmogorov-Smirnoff para muestras pequeñas en donde valores de "P value" cercanos a 0.1 nos aseguran que los valores de nuestros datos muy probablemente provengan de una distribución de tipo normal. De aquí que podamos aplicar sin ninguna restricción las técnicas para el cálculo de DPMO's (Defectos por Millón de Oportunidades).

La figura 8.3.3 muestra una Prueba de Normalidad de Anderson-Darling para una muestra de 50 datos.

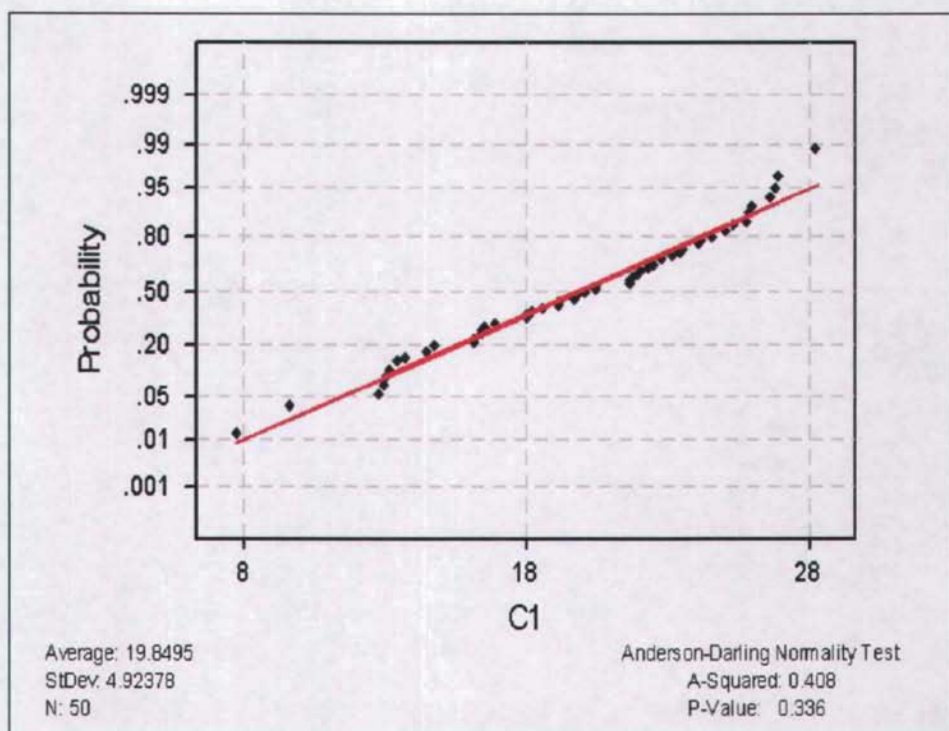


Figura 8.3.3.- Prueba de Normalidad (Fuente: Six Sigma Academy)

Capítulo 8 – Seis Sigma

En la etapa de medición también es fundamental el validar la calidad de la información recolectada por medio de **estudios de Repetibilidad y Reproducibilidad GR&R** aplicados no solo al instrumento de medición sino al sistema de medición utilizado. El método a utilizar para el **GR&R** dependerá de si los datos recolectados son por variables o por atributos. Esto nos servirá para establecer el nivel de Defectos Por Millón de Oportunidades (DPMO's) y el nivel de sigma. La figura 8.3.4 da un ejemplo del Cálculo de DPMO's para un proceso con datos por variables para el rendimiento de un proceso automotriz.

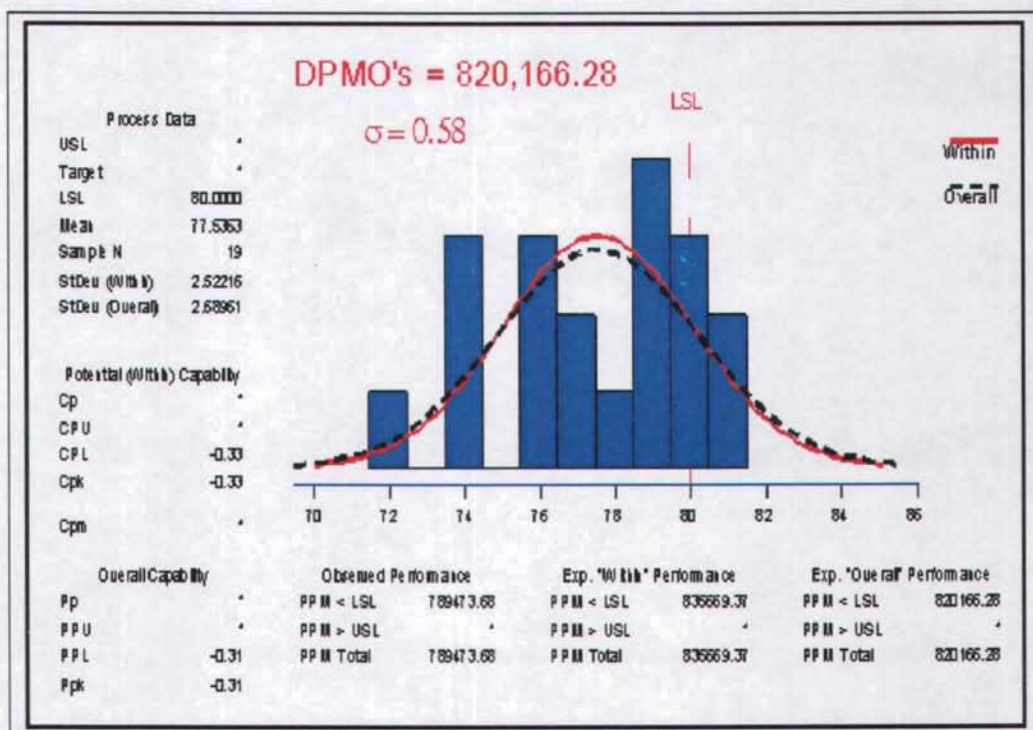


Figura 8.3.4.- Cálculo de DPMO's para un proceso (Fuente: Six Sigma Academy)

Los estudios de **GR&R (Repetibilidad y Reproducibilidad del instrumento de Medición)** pretenden demostrar que el método de recolección de datos es confiable validando tanto la habilidad de los operarios que recolectan la información como la del sistema de medición en general, por esta razón también a esta fase de la metodología se le conoce como **MSA (Análisis del sistema de medición)**.

Los estudios GR&R disponibles en los principales paquetes comerciales por ejemplo: Minitab TM nos permiten realizar GR&R para variables continuas (GR&R Cruzado y GR&R anidado), también incluye una variante de GR&R para datos por atributos utilizando Técnicas de Round Robin y evaluación de Experto.

La figura 8.3.5 muestra un ejemplo de un estudio GR&R cruzado utilizando una tabla ANOVA.

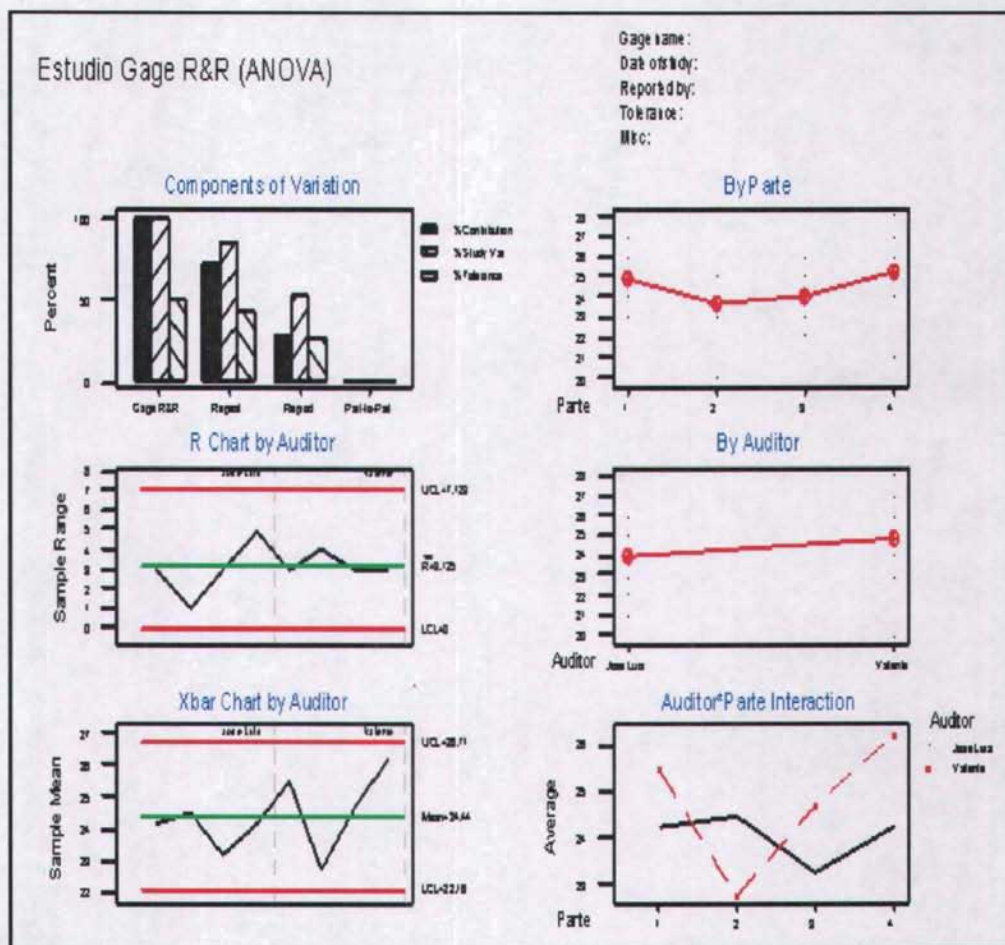


Figura 8.3.5.- Ejemplo de un Estudio GR&R cruzado (Fuente: Industria Automotriz)

8.4.- Análisis.

Durante esta fase nos centraremos en los métodos de análisis descriptivos aplicados tanto de manera individual como en equipo.

En esta etapa es de vital importancia tener una idea global de la naturaleza y alcance de las oportunidades de mejora y para estos hacemos uso de herramientas estadísticas de nivel intermedio. En esta sección nos enfocamos a la discusión acerca del **análisis exploratorio de datos (AED)**.

La diferencia principal radica en que mientras que los métodos de análisis descriptivos son aplicados principalmente a datos obtenidos directamente de la fuente a investigar, el AED permite re-expresar esta información a través de numerosas transformaciones, a la vez que proporciona métodos gráficos sencillos para resumir esta información con una pérdida mínima de la misma.

Se recomienda aplicar métodos para realizar pruebas de hipótesis, en estas hay una gran gama disponible dependiendo de lo que se va a comparar. Por ejemplo, se pueden hacer pruebas de hipótesis para intervalos de confianza, pruebas para la media usando distribuciones Z normal o t de Student dependiendo de si conocemos o no la desviación estándar de la población.

Esto es muy útil al comparar una media vs. un objetivo, pero también se pueden hacer comparaciones entre dos o más medias, para esta última un Análisis de Varianza (ANOVA) es la herramienta sugerida.

Las pruebas de hipótesis para varianzas también van a comparar una varianza vs. un objetivo, o ver si existe diferencia estadísticamente significativa entre dos o más varianzas. Hay que recordar que la hipótesis nula siempre establecerá que no hay diferencia mientras que la hipótesis alterna intentará probar más ayuda de cualquier duda razonable que si la hay.

Ver la figura 8.4.1 para un ejemplo de prueba de hipótesis de medias para la comparación de dos vehículos en la que se muestran sus diagramas de caja (Box plot) y el resultado final es que la hipótesis nula debe ser rechazada por tener un valor P menos al nivel de significancia de 0.05 de la misma figura

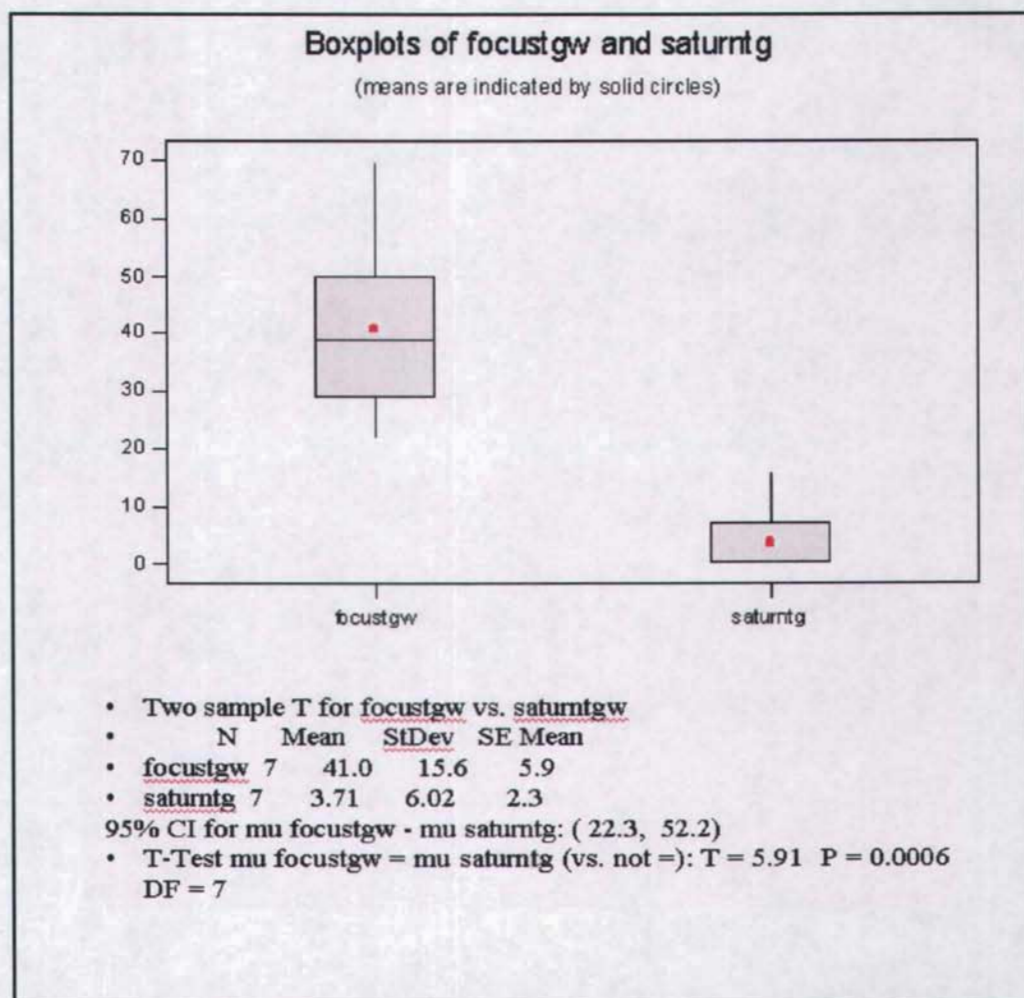


Figura 8.4.1.- Ejemplo de Prueba de Hipótesis de medias (Fuente: Six Sigma Academy)

Con todo esto debemos obtener como salida de la fase de análisis la identificación de las causas potenciales que causan la variación en el proceso o producto bajo estudio

Durante la fase de análisis también se recomienda aplicar técnicas de "Benchmarking" para determinar los objetivos del proyecto y así saber cuando realmente se ha logrado cumplirlos a la vez que se consideran las mejores prácticas de negocios disponibles para poder replicarlas en nuestra organización y lograr sinergias y velocidad en la ejecución de nuestros proyectos de Seis Sigma.

En el caso de tener identificadas múltiples variables de entrada, una técnica sugerida para identificar cuales de estas son variables clave del proceso (KPIV's) es aplicar técnicas de regresión simple ya sea lineal, cuadrática o cúbica, también existe la regresión múltiple. Antes de aplicar regresión deberá comprobar que las variables son independientes entre sí por medio de analizar sus coeficientes de correlación de Pearson.

Por medio de estas técnicas de regresión obtendremos valores de probabilidad llamados "P values", los cuales serán un índice que nos guiará en identificar cuales variables son estadísticamente significativas, es decir, P values menores al nivel de significancia que por lo general se supone como alfa.

Aplicar la regresión tiene solo un inconveniente y éste es que se necesita contar con una buena cantidad de datos históricos sobre el proceso a analizar. En caso de no contar con esta información y que no sea factible conseguirla

recomiendo ir directamente a realizar Diseños de Experimentos de los cuales hablaremos en más detalle en la siguiente fase que es la de Mejorar.

8.5.- Mejorar

La fase de **Mejorar** es donde pondremos a prueba las variables clave del proceso para saber si son independientes entre sí y como estas a su vez se relacionan con la(s) variable(s) de salida. El encontrar la relación entre las variables es parte esencial de la metodología para encontrar la solución al problema y a la vez alcanzar las metas de mejora estableciendo las condiciones óptimas del proceso.

Durante esta fase hablaremos de tópicos avanzados de Seis Sigma tales como diseño de experimentos (DOE), Métodos para superficies de respuesta (RSM), tablas de contingencia Chi cuadrada, incluyendo el uso de herramientas para la evaluación de riesgos tales como Análisis del Modo y Efecto de la falla Potencial (AMEF) y finalmente el tema de Tolerancias estadísticas todo esto para asegurar que el proceso realmente ha reducido su variabilidad.

Capítulo 8 – Seis Sigma

Abajo en la figura 8.5.1 se muestra un formato genérico del AMEF

Comprender la Hoja de Cálculo AMEF

___ Sistema

___ Subsistema

___ Componente

Programa del Año del Modelo: _____

Equipo: _____

Responsabilidad del Proceso: _____

Fecha dave: _____

Nombre/número AMEF: _____

Preparado por: _____

Fecha AMEF (Orig.): _____ (Rev.): _____

Punto/Función	Posible Modo de Falla	Posibles Efectos de la Falla	S e v e	C l a s e	Causa Posible/ Mecanismo de Falla	O c u	Controles Actuales del Proceso (Detectar)	Controles Actuales del Proceso (Prevenir)	D a t	N P R	Acciones Recomendadas	Responsabilidad y fecha objetivo de terminación	Resultados de Acción				
													Acciones Tomadas	S e v	O c u	N P R	
¿Cuál es el paso del proceso?	¿De qué forma puede salir mal la entrada clave?	¿Cuál es el impacto en las variables clave de salida (requerimientos del cliente) o requerimientos internos?	¿Qué tan severo es el efecto en el cliente?		¿Qué causa que saiga mal la entrada clave?	¿Qué tan frecuente se presenta la causa del MF?	¿Cuáles son los controles y Procedimientos que evitan la causa o el modo de falla		¿Qué tan bien pueden detectar la causa del MF?		¿Cuáles son las acciones para evitar la recurrencia de la causa o para mejorar la detección?	¿Quién es responsable de la acción Recomendada?	¿Cuáles son las acciones a tomar con el NPR recalculado? Asegúrese de incluir el año/mes de terminación				

Figura 8.5.1.- Formato genérico (Fuente: Six Sigma Academy)

En relación al **Diseño de Experimentos (DOE)** hablamos que hay varios tipos, en primera instancia tenemos los DOE de tamizado que nos sirven para identificar las variables críticas de entrada del proceso (KPIV) cuando no contamos con datos históricos. En este caso podremos utilizar DOE Factorial completo o DOE Factorial Fraccionado con diferentes niveles de resolución y

diferentes aplicaciones para determinar la significancia estadística de los factores en relación a la(s) variable(s) de salida.

Una vez identificadas las KPIV's, podemos aplicar DOE's de mayor resolución como DOE Factorial completo o Fraccionados con Puntos centrales, bloqueo de factores que causan ruido e incluso DOE de Superficie de Respuesta (RSM, Response Surface Method) para obtener las condiciones óptimas de operación del proceso mejorado.

Capítulo 8 – Seis Sigma

A continuación las imágenes de la figura 8.5.2 nos muestran ejemplos de gráficos de superficie derivados de un DOE para encontrar las condiciones óptimas de proceso:

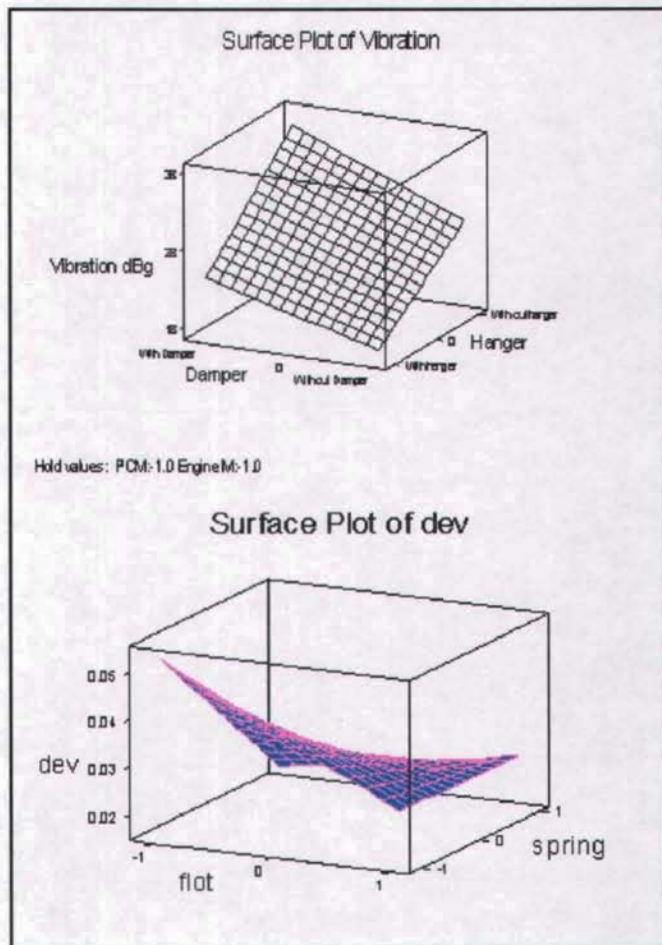


Figura 8.5.2.- Ejemplos Gráficos de Superficie (Fuente: Six Sigma Academy)

Durante el proceso de optimización y establecimiento de las tolerancias de operación del proceso ya podemos ir identificando la factibilidad de aplicar dispositivos de Control que prevengan la posibilidad de falla, dichos dispositivos reciben el nombre de **Poka Yoke**.

8.6.- Control

Durante esta última fase de la metodología aseguramos que las mejoras logradas puedan prevalecer y permanecer en el tiempo asegurando que el proceso DMAIC es sostenible. En adición al uso de dispositivos a prueba de errores, se deberá volver a validar el sistema de Medición pero esta vez no para las variables de salida, sino para las variables clave del proceso o "**pocas vitales**" encontradas durante la fase de Mejorar.

Se deberá proceder también a recalcular los DPMO's del proceso y niveles de sigma para corroborar que efectivamente se han logrado los objetivos planteados al inicio del proyecto. Esto es haber alcanzado los ahorros pronosticados y lograr reducir al menos en un 70% los DPMO's iniciales.

No está por demás señalar que todas las mejoras logradas deberán ser documentadas en las memorias corporativas tales como: Instrucciones de trabajo, procedimientos, hojas de proceso, programas de mantenimiento preventivo de equipos y métodos de medición.

Capítulo 8 – Seis Sigma

La figura 8.6.1 nos da un ejemplo de un formato genérico de un Plan de Control.

Planes de Control										
Departamento:				Preparado por:				Página: de		
Proceso:				Aprobado por:				Documento No:		
Ubicación:				Aprobado por:				Fecha de Rev:		
Otros:				Aprobado por:				Superecede:		

Verificación del Empleado	Característica/Parámetro	CTQ/CL	Especificación/Requerimiento	Método de Medición	Tamaño de la Muestra	Frecuencia	Quién Mide	Dónde se Registra	Regla de Decisión/ Medida Correctiva	Número de Referencia

Figura 8.6.1.- Ejemplo de Plan de Control (Fuente: Industria Automotriz)

Seis Sigma recomienda a todos aquellos que desean transformar su compañía en una de Clase Mundial, que de manera rutinaria utilicen el método científico para lograr ganancias significativas en calidad, productividad y ventas, que se centren en la utilización de cartas de Control Estadístico del Proceso incluyendo las típicas de atributos y de variables hasta otras más sofisticadas como son las **EWMA (cartas de promedios móviles ponderados exponencialmente)**.

La metodología de Seis Sigma utiliza en la fase de CONTROL como parte de sus herramientas básicas al **Control Estadístico del proceso (CEP)** y es por esa razón es que deseamos compartir con todos ustedes algunos consejos para la interpretación de gráficos de control.

La incorporación de cartas de control estadístico del proceso (CEP) deberá ser aplicada de manera más bien intensiva que extensiva entendiéndose por esto que solo aquellas variables clave vitales del proceso que no pueden tener POKA YOKES de prevención son las que deberán llevar este tipo de gráficos de control, ya que de otro modo el llevar gráficos de control que no agregan valor son considerados como un desperdicio y la metodología DMAIC también está enfocada a eliminar el desperdicio.

La evaluación de gráficos de control es parte del entrenamiento en Seis Sigma. A continuación se presentarán algunos patrones comunes no aleatorios que pueden ocurrir al llevar gráficos de control de Shewhart. Estos patrones no aleatorios pueden ser usados como base para la interpretación de gráficos de control y/o establecer corridas de prueba para determinar condiciones "fuera de control".

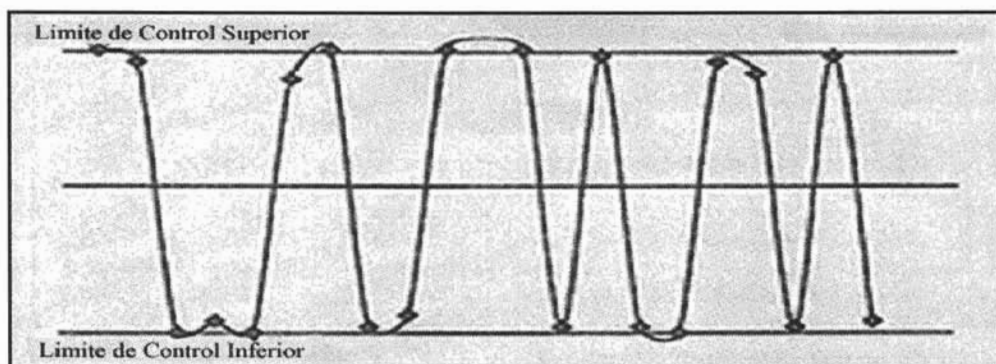


Figura 8.6.2.- Patrones Mezclados (Fuente: Control Engineering)

Patrones Mezclados

Este tipo de patrón se observa cuando los puntos graficados tienden a caer cerca de los límites de control, con relativamente pocos puntos cerca de la línea central. Recuerda que un gráfico de control de Shewhart contiene como elementos básicos los límites de control, superior e inferior, localizados a $\pm$ tres veces la desviación estándar de los datos, y además una línea central que representa la media de la muestra que está siendo analizada.

Un patrón mezclado ocurre cuando dos o más distribuciones traslapadas actúan sobre la salida del proceso. La severidad de este tipo de patrón depende de que tanto esas distribuciones se traslapen.

Algunos patrones mezclados son el resultado de "sobre controlar" el proceso donde los operadores responden a variaciones aleatorias en vez de a causas bien identificadas.

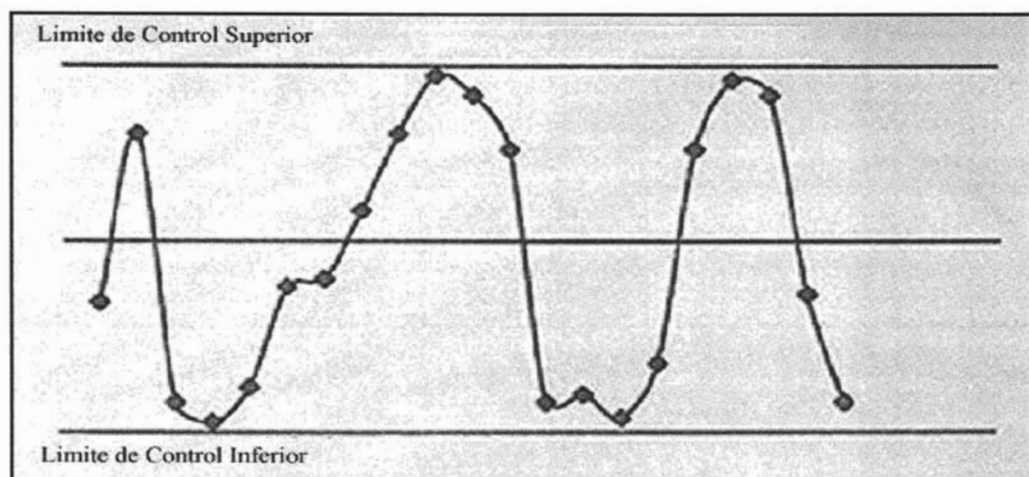


Figura 8.6.3.- Patrones Ciclicos (Fuente: Control Engineering)

Patrones Ciclicos

En gráficos X, tal tipo de patrón puede indicar un cambio sistemático tal como; temperatura, fatiga del operario, rotación de máquinas, fluctuaciones de voltaje, presión u otros factores.

En gráficos R éste patrón podría indicar programas de mantenimiento o desgaste de una herramienta.

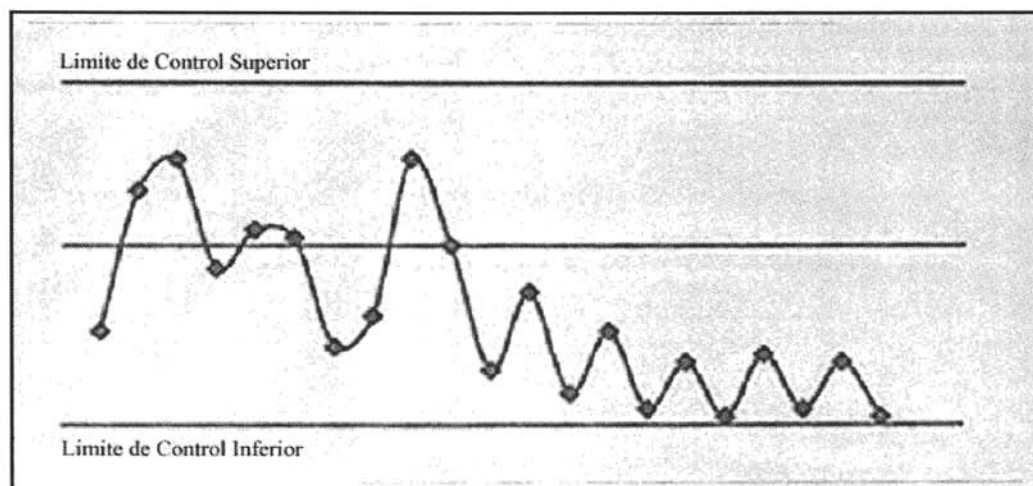


Figura 8.6.4.- Patrones Cambiantes (Fuente: Control Engineering)

Patrones Cambiantes

Los cambios podrían ser el resultado de la introducción de nuevos operarios, métodos, materias primas, máquinas, etc. También podrían ser el resultado de cambios en los métodos de inspección, estándares o de un proceso de mejora.

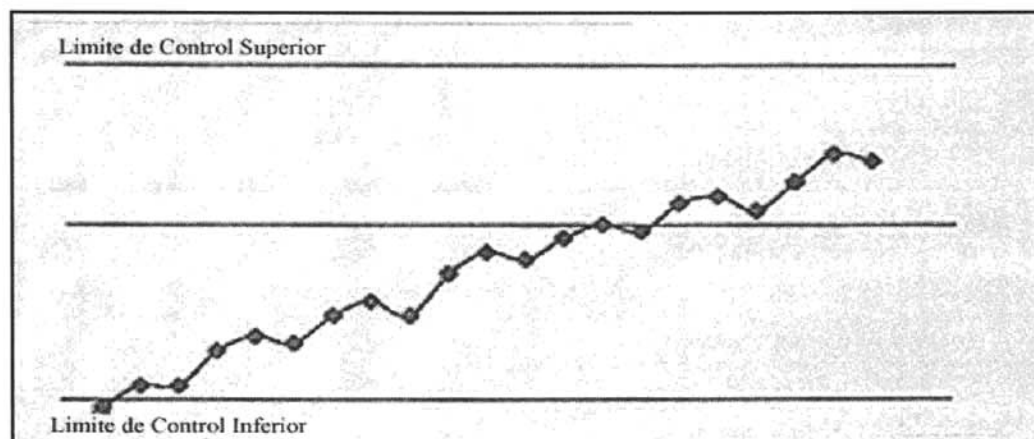


Figura 8.6.5.- Tendencias (Fuente: Control Engineering)

Tendencias

Las tendencias son generalmente debidas a una saturación gradual, desgaste, deterioro de una herramienta o de algún otro componente crítico del proceso.

Las tendencias pueden también ser el resultado de la influencia de las estaciones (temporadas).

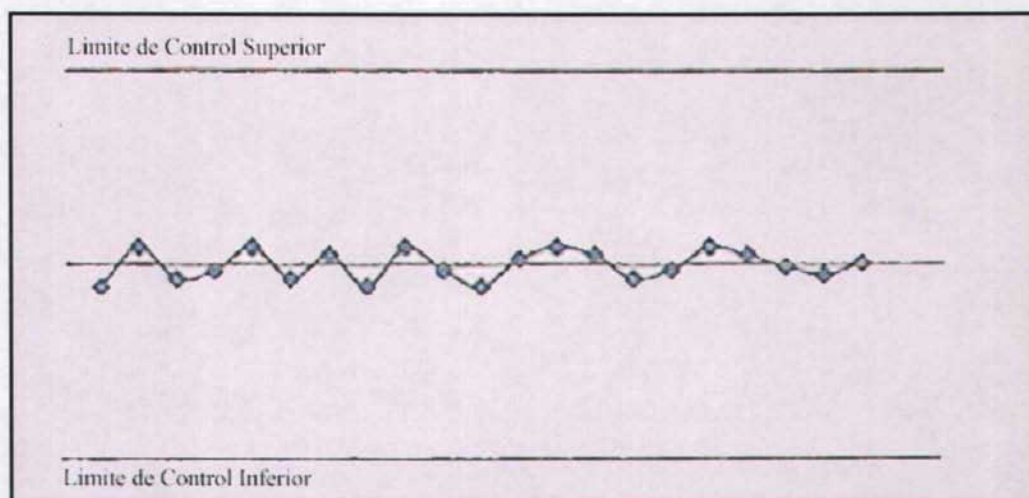


Figura 8.6.6.- Patrones Estratificados (Fuente: Control Engineering)

Patrones Estratificados

Cuando los puntos graficados muestran una tendencia a agruparse alrededor de la línea central esto podría indicar que los límites de control han sido calculados de manera inadecuada. Esto también podría significar que el proceso está mejorando. En cualquier caso, los límites de control deberán ser recalculados.

Y finalmente como corolario: "Los datos no proporcionan información – Usted tiene que torturarlos para que le den la información. Y el instrumento de tortura es la estadística"

- Dr. Mikel Harry, Six Sigma Academy -

Seis Sigma produce resultados espectaculares haciendo que las compañías que adoptan esta metodología sobrepasen a sus competidores a la vez que logran ahorros. Por ejemplo General Electric en 1997 reportó ahorros por \$300 millones de dólares en su estado de resultados y para 1998 los beneficios financieros fueron cerca de \$600 millones de dólares. En Allied Signal bajo el liderazgo de su CEO Larry Bossidy han reportado ahorros en costos directos por más de \$2 millones de dólares de 1994 a 1999. Otro ejemplo es el de Daniel P. Burman CEO de Raytheon quienes estimaban ahorros por más de \$1 billón de dólares de 1998 al 2001.

Y por lo mencionado anteriormente Seis Sigma se ha convertido en la piedra angular en la estrategia de las organizaciones. Seis Sigma es una de las herramientas que soportan la **Manufactura Esbelta** y es comúnmente usada en las empresas de clase mundial.

Bibliografía

Putting 5S to Work
Hiroyuki Hirano
PHP Institute, 1993

Circuitos de Calidad
Philip C. Thompson
Editorial Norma, 1984

World Class Manufacturing
Larry Rubrich & Madelyn Watson
WCM Associates, 1998

Lean Six Sigma
Michael L. George
Mc Graw Hill, 2002

La Inteligencia Emocional
Daniel Goleman
Editorial Vergara, 2002

The New Floor Management
Kiyoshi Susaki
Free Press, 1993

Learning To See
Mike Rother and John Shook
The Lean Enterprise Institute, 1999

Las 21 leyes de liderazgo
John Maxwell
Panorama, 2002

El líder resonante crea más
Daniel Goleman
Plaza Janes, 2002

Just in time at Toyota
Japan Management Association
Productivity, 1989

Making six Sigma Last
G. Eckes
Wiley 2001.

BB Training Material
Six Sigma Academy
2004

Como Administrar con el Metodo Demming
Mary Watson
Editorial Norma, 1988

TPM In Process Industries.
Sochi Kogio
Japan Institute of Plant Maintenance, 1992