INSTITUTO TECNOLOGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY
CAMPUS MONTERREY
DIVISIÓN DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE GRADUADOS DE INGENIERÍA

"Metodología para mejora de la productividad en una línea de producción a través de la aplicación del modelo 3M (Mano de obra, Máquinas y Materiales) para la eliminación de desperdicios"

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS
ESPECIALIDAD EN SISTEMAS DE MANUFACTURA

CARLOS ALBERTO ZOZAYA TORRES

MONTERREY, N.L. **DICIEMBRE 2005**

INDICE GENERAL

PAGINA

PRESENTACION..... i
INDICE GENRAL..... ii

CAPITULO I. INTRODUCCION

1.1 Antecedentes y justificación..... 1
1.2 Definición del problema..... 5
1.3 Objetivo de la tesis..... 6
1.4 Alcances y limitaciones..... 7
1.5 Hipótesis..... 7

CAPITULO II. MARCO TEORICO

2.1 Introducción..... 8
2.2 Los 7 desperdicios..... 8
2.3 Lean thinking..... 13
2.4 JIT..... 15
2.5 Kanban..... 18
2.6 Jidoka..... 19
2.7 SMED..... 20
2.8 TPM..... 24
2.9 Pokayoke..... 26
2.10 Control visual..... 31
2.11 5 S's..... 34

2.12 Andón..... 35
2.13 Takt time..... 36
2.14 Tiempo de ciclo..... 37
2.15 Value Stream Mapping..... 38
2.16 Kaizen (Mejora continua)..... 41
2.17 Operaciones estándar..... 42
2.18 Criterios de calidad..... 43
2.19 Pizarrones de producción..... 43
2.20 5 Whys..... 43
2.21 Automatización..... 46
2.22 Reingeniería..... 48
2.23 Multihabilidades..... 51
2.24 Videograbación y cronometraje..... 51
2.25 Cultura Laboral..... 51
2.26 Ergonomía..... 52
2.27 Seis Sigma..... 54

CAPITULO III. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

3.1 Etapas de la metodología a seguir..... 59
3.1.1 Revisión bibliográfica..... 59
3.1.2 Análisis de la bibliografía consultada..... 60
3.1.3 Crear modelo de las 3M..... 60
3.1.4 Dar a conocer y validar modelo 3M..... 61
3.2 Esquema de las 3M (Mano de obra, Máquinas y Materiales)..... 61
3.2.1 Mano de obra en el esquema 3M..... 62
3.2.2 Máquinas en el esquema 3M..... 63
3.2.3 Materiales en el esquema 3M..... 63

CAPITULO IV. MODELO 1 MANO DE OBRA

4.1 Descripción de la 1aM (Mano de obra)..... 64
4.2 Técnicas propuestas para la mejora de la Mano de obra..... 65
4.2.1 Comunicación y retroalimentación con los trabajadores..... 66
4.2.1a TPM como herramienta de apoyo en la comunicación con trabajadores... 68
4.2.1b Motivación de los trabajadores..... 68
4.2.2 Control visual..... 69
4.2.2a 5 S's..... 70
4.2.2b Tarjetas kanban..... 76
4.2.2c Sistemas Andón..... 78
4.2.2d Pizarrones de control de producción..... 80
4.2.2e Instrucciones de trabajo..... 83
4.2.2f Criterios de calidad..... 84
4.2.2g Control visual de equipos..... 86
4.2.3 Operaciones estándar..... 87
4.2.3a Tiempo de ciclo..... 87
4.2.3b Procedimiento de trabajo (secuencia de trabajo)..... 88
4.2.3c Stock estándar en mano..... 89
4.2.3d Función del supervisor en las operaciones estándar..... 89
4.2.4 Operadores con multi-habilidades..... 92
4.2.4a Trabajo y movimiento..... 92
4.2.4b Aumento de la densidad del trabajo..... 93
4.2.4c Reducción de las horas – hombre..... 94
4.2.4d Redistribuir el trabajo..... 95
4.2.4e Matriz de entrenamiento..... 96
4.3 Modelo 1. Mano de obra..... 98

CAPITULO V. MODELO 2. MAQUINAS

5.1 Descripción de la 2ª M (Máquinas)..... 99
5.2 Técnicas propuestas para la mejora en el tiempo de utilización de las máquinas..... 101
5.2.1 TPM (Mantenimiento Productivo Total)..... 101
5.2.1a Estrategia en el desarrollo del TPM..... 101
5.2.1b Pasos para la implementación del TPM..... 103
5.2.1c Efectividad global del equipo..... 107
5.2.1d Aspectos para una efectiva utilización de las máquinas..... 108
5.2.2 SMED (Single Minute Exchange of Die)..... 109
5.2.2a Como se mide un cambio de tipo (setup)..... 109
5.2.2b Técnica para aplicar el sistema SMED..... 110
5.2.3 Jidoka..... 114
5.2.4 Automatización..... 118
5.2.5 Tiempo de ciclo..... 121
5.2.6 Takt time..... 123
5.2.7 Pensar sobre el layout..... 126
5.2.7a Sugerencias para planificar un layout..... 127
5.2.7b Principios de distribución de layouts..... 127
5.2.7c Tipos de distribución de un área de producción..... 128
5.3 Modelo 2. Máquinas..... 129

CAPITULO VI. MODELO 3. MATERIALES

6.1 Descripción de la 3ª M (Materiales)..... 130
6.2 Técnicas propuestas para la mejora de la eficiencia de materiales..... 133
6.2.1 Kanban..... 133

6.2.1a Funciones del kanban..... 134
6.2.1b Tipos de tarjetas kanban..... 136
6.2.1c Ventajas del kanban y cuando aplicarlo..... 140
6.2.1d Reglas del kanban..... 141
6.2.1e Cálculo del número de kanban..... 143
6.2.2 Pokayoke..... 145
6.2.2a Mecanismos pokayoke en un proceso de manufactura..... 145
6.2.2b Métodos a prueba de error..... 146
6.2.2c Como fabricar con cero defectos..... 147
6.2.2d Ejemplos de pokayoke..... 150
6.2.3 Manufactura celular y one piece flow..... 151
6.2.3a Beneficios del one piece flow..... 152
6.3 Modelo 3. Materiales..... 155

CAPITULO VII. MODELO GENERAL PARA MEJORA DE LAS 3M

7.1 Kaizen (Mejora continua)..... 156
7.1.1 Procesos de mejora continua..... 157
7.1.2 Mejora y estandarización..... 160
7.1.3 Guiando la mejora desde la alta gerencia..... 162
7.1.4 Métodos para la mejora continua de la calidad y productividad..... 163
7.1.4a Kaizen teams..... 163
7.1.4b Círculos de calidad..... 168
7.1.4c Relación entre los Kaizen teams y los círculos de calidad..... 170
7.1.5 Sistemas de sugerencias con los trabajadores..... 171
7.1.5a Beneficios de un sistema de sugerencias..... 175
7.1.5b Porqué los sistemas de sugerencias fallan..... 176
7.2 Análisis y solución de problemas..... 177
7.2.1 Herramientas para solución de problemas..... 179

7.2.2 Actitudes necesarias para resolver problemas..... 180
7.3 Value stream mapping (VSM)..... 182
7.3.1 Iconos utilizados para elaborar un VSM.....183
7.3.2 Nomenclatura de iconos de un VSM..... 186
7.3.3 Elaboración de un VSM..... 187
7.3.3a Actual Value stream map..... 188
7.3.3b Futuro Value stream map..... 190
7.4 Seis Sigma..... 193
7.4.1 Pasos a seguir en un proyecto o proceso de Seis Sigma..... 193
7.5 Reingeniería..... 196
7.5.1 Exito de la reingeniería..... 198
7.6 Modelo General 3M..... 200

CAPITULO VIII. METODOLOGIA PROPUESTA

8.1 Pasos de la Metodología de la Tesis..... 202

CAPITULO IX. DIAGNOSTICO DE LA EMPRESA

9.1 Diagnóstico..... 205
9.1.1 Cuestionario del diagnóstico..... 206
9.1.2 Descripción del procedimiento de cálculo para obtención de resultados... 208
9.1.3 Resultados del diagnóstico..... 209
9.1.3a Aplicación del diagnostico, resultados y propuestas para la Empresa 1.... 210
9.1.3b Aplicación del diagnostico, resultados y propuestas para la Empresa 2.... 216
9.1.3c Aplicación del diagnostico, resultados y propuestas para la Empresa 3..... 222

CAPITULO X. CONCLUSIONES DE LA TESIS

10.1 Conclusiones finales..... 228
10.2 Recomendaciones para futuras investigaciones..... 230

CAPITULO XI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

11.1 Referencias bibliográficas consultadas..... 231

CAPITULO I. INTRODUCCION

1.1 Antecedentes y Justificación

La productividad es un índice que nos permite monitorear y controlar la producción, en base al consumo de recursos, por lo que podemos representarla con las siguientes ecuaciones:

Productividad = Producción / Insumos

La importancia del incremento en la productividad radica en el incremento de la rentabilidad de un negocio, el aumentar la productividad significa producir más con lo mismo, o inclusive, producir más con menos, dando así pie a una mejor situación económica y a mejores bases para el crecimiento de una Empresa.

Nosotros definiremos productividad como el índice que nos permite medir el aumento en la producción debido a la optimización en el uso de los recursos mediante la utilización de metodologías y herramientas de manufactura.

Con el pasar de los años, las Empresas de manufactura han venido experimentando la implementación de diferentes metodologías y herramientas de trabajo para ser cada vez más eficientes y productivas, tales como manufactura esbelta, calidad total, ISO-9000, reingeniería, 6 sigma, entre otras.

Lo que se ha buscado con estas metodologías por parte de las Empresas para ser más productivas, es atacar lo que las vuelve improductivas: **los desperdicios.**

Por tal motivo se puede decir, que en toda línea o área de producción, todo gira alrededor de los desperdicios, es decir, la disminución de todo tipo de desperdicio ayudará al incremento de la productividad de las áreas de producción, lo que hará que las Empresas sean competitivas, generen un buen servicio y utilidades, que es la razón de ser de todo negocio, es decir, el beneficio de un fabricante puede encontrarse en el modo de fabricar las cosas.

En un área de producción existen toda clase de desperdicios, tales como:

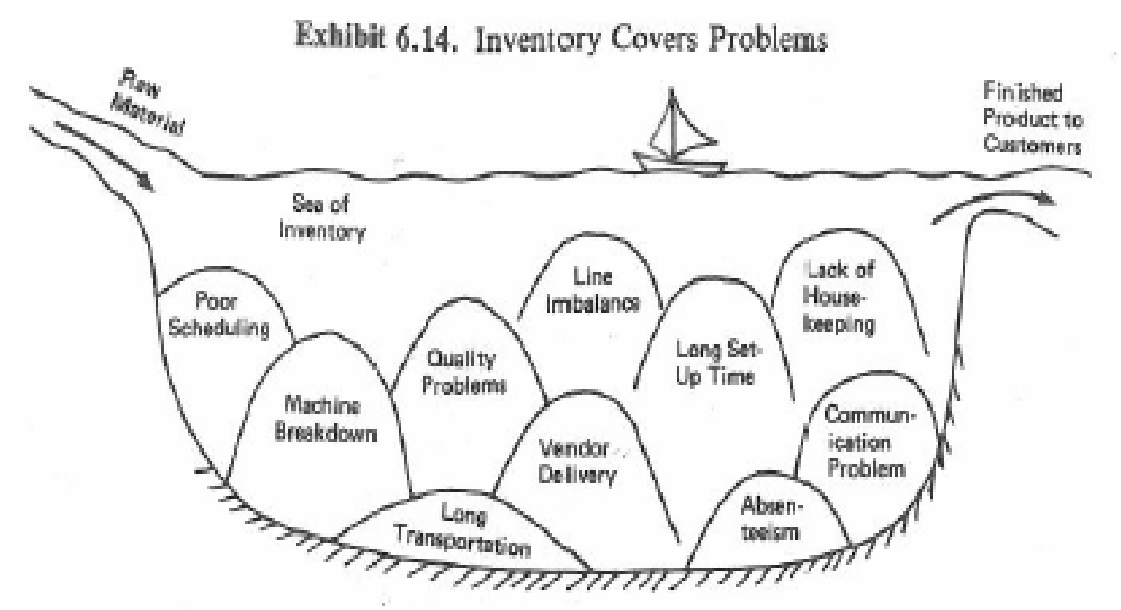
- Sobreproducción
- Tiempo en espera o demoras
- Transportación
- Movimientos innecesarios
- Defectos
- Inventario innecesario
- Procesos inapropiados

Lo que puede verse mas comúnmente en muchos lugares de trabajo es la progresión excesiva de la producción. Normalmente, los componentes en producción tienen que consignarse a lugares de espera, pero no obstante inmediatamente los trabajadores proceden a la siguiente fase del trabajo. Por tanto el tiempo que se supone tendría que ser tiempo de espera permanece oculto. Cuando se repite este proceso, los materiales o piezas producidas se acumulan entre o al final de la línea de producción, creando stock en mano innecesario. El transporte o reordenación de este stock requiere la realización de otro tipo de trabajos. Conforme este proceso sigue su curso, resulta cada vez mas difícil ver donde hay despilfarro o desperdicio.

De las muchas modalidades de desperdicio, se considera a la sobreproducción la peor de todas con mucho.

El desperdicio que surge de la producción en exceso es diferente a los demás desperdicios, porque al contrario que los otros, oculta a los demás y nos impide hacer correcciones y mejoras.

Altos niveles de inventario cubren los problemas, por el contrario, bajos niveles de inventario, revelan los problemas los cuales deben ser atacados de inmediato.



Por lo tanto el primer paso en cualquier actividad para mejorar la eficiencia en una línea de producción es eliminar el desperdicio que surge de la sobreproducción en exceso. Para hacer esto, deben reorganizarse las líneas de producción, deben establecerse reglas que impidan la sobreproducción, y las restricciones contra la producción en exceso deben ser una característica que se integre en cualquier equipo de la fábrica.

Una vez que se hayan puesto en práctica estos pasos, el flujo de los trabajos será normal. La línea producirá pieza por pieza conforme se necesite. El desperdicio se hará claramente discernible cuando surja. Cuando una línea de producción se reorganiza de esta forma, resultará mucho mas claro involucrarse en la actividad consistente en eliminar el desperdicio, reasignar trabajo y reducir o hacer más eficiente al personal.

En cualquier Empresa de manufactura, el común denominador es que existen tres factores fundamentales, a los que llamo las 3M (Mano de obra, Maquinas y Materiales).

Estos tres factores (3M) son clave para el éxito de cualquier metodología y/o herramienta de manufactura que se quiera aplicar para la disminución de desperdicios e incrementar la productividad.

Cabe mencionar que existe una cuarta M la cual se refiere a los Métodos con los cuales se trabaja en cualquier empresa, sin embargo, para esta investigación, se dará por entendido que esta cuarta M, está implícita en cada una de las 3M (Mano de obra, Máquinas y Materiales), puesto que la ejecución y mejora de eficiencia de cada una de las tres, se basará en métodos, sistemas o herramientas de manufactura.

Aumentar la eficiencia en el uso de las 3M da lugar a la posibilidad de tener un aumento en la productividad, a través de la liberación de tiempo de cada M para aumentar la producción, sin aumentar los medios para hacerla, esto hará bajar el costo de los productos, que es lo que actualmente se busca por todas las empresas manufactureras.

Puesto que el precio de venta es fijado por el mercado, el costo debe ser menor que él, para que se tengan utilidades de valor apropiado y necesario por los negocios.

Utilidad = Precio de venta – Costo del producto

Por tal motivo, hoy en día se pretende reducir costos de productos, disminuir desperdicio de materiales, disminuir tiempos muertos, mejorar el tiempo de entrega del producto, etc., es muy importante que la interacción de las 3M así como su mejora en la eficiencia se logren, esto puede lograrse a través de bajar los desperdicios, y solo agregar valor en cada una de las actividades del proceso.

Valor se define como el que percibe el cliente, según su particular punto de vista, y lo impulsa a comprar el producto o servicio de que se trate. El Valor es el punto de partida del Pensamiento Esbelto.

A medida que las organizaciones logren identificar el verdadero valor de sus productos para el cliente, podrán acercarse a desarrollar procesos apropiados que permitan la utilización mínima necesaria de cada una de las 3M, acercándonos a su vez a la definición básica del pensamiento esbelto, se caerá en la conciencia de que no hay fin para el proceso para reducir el esfuerzo, tiempo, espacio, costo y errores, mientras que se ofrecerá un producto mas cercano a lo que el cliente le da valor.

1.2 Definición del Problema

En cualquier línea o área de producción de una Empresa de manufactura uno de los problemas principales es hacerla funcionar lo más eficientemente posible incrementando la productividad, es decir, produciendo más valor con iguales o menos recursos.

Atacamos los tiempos muertos, desperdicio de materiales y defectos, para obtener el mayor numero de productos posibles dentro de las especificaciones definidas de tiempo y costo.

Para lograr esto es fundamental el coordinar lo más eficientemente posible lo que llamamos las 3M (Mano de obra, Maquinas y Materiales), para lo cual es necesario contar con las herramientas y metodologías adecuadas, la cuales se enfoquen en atacar desperdicios y buscando agregar valor en cada una de las estaciones de trabajo.

De no lograr lo anterior se pueden tener problemas serios en la operación del negocio, se verían afectados factores fundamentales tales como: los costos de los productos, la calidad del producto para con el cliente, altos desperdicios de materiales, baja en nivel de servicio a cliente al no tener el producto a tiempo, entre otros. Todo esto va en contra de uno de los objetivos principales de todo negocio que es el generar utilidades.

1.3 Objetivo de la Tesis

Definir un modelo general que permita incrementar la productividad de una línea o área de producción mediante la interacción y mejora de la eficiencia en la utilización de las 3M (Mano de obra, Máquinas y Materiales).

Este modelo propone el uso de herramientas y técnicas de manufactura que puedan ayudar a que cada una de las 3M's sean más eficientes y repercutan en la disminución de toda clase de desperdicios, y por consecuencia se incremente la productividad de un área de producción.

El incremento de la productividad puede permitir a las Empresas a alcanzar sus metas y objetivos.

1.4 Alcances y Limitaciones

El alcance de la presente investigación aplica para una línea o área de producción de cualquier Empresa de manufactura en general, independiente del giro de la misma.

En cualquier Empresa manufacturera, sea pequeña, mediana o grande, en una línea o área de producción, normalmente se existen 3 factores que son las 3M, independientemente del tipo de producto que fabriquen.

Se pretende que la elaboración de un modelo que mejore la eficiencia en el uso de las 3M sirva para incrementar la productividad en dicha línea, desde que recibe los materiales en la primera estación de trabajo, hasta que los termina en su última estación.

No contempla: el manejo y recepción de materiales en el almacén de materia prima por parte de los proveedores, inventarios de materia prima, el material en proceso antes de la primera estación de trabajo, inventarios de producto terminado, ni la distribución del producto del almacén de producto terminado hacia los clientes finales.

1.5 Hipótesis

Con la propuesta de este modelo, es posible mejorar la productividad de una línea de producción, eliminando los desperdicios mediante el uso de cada una de las 3M.

Para evaluar si esta hipótesis es correcta, se pretende validar la propuesta del modelo con la opinión de algunas empresas de manufactura de la localidad principalmente con el Gerente de Producción.

CAPITULO II. MARCO TEORICO

2.1 Introducción

En éste capitulo se explicarán de manera teórica cada una de las herramientas y técnicas de manufacturas utilizadas en esta tesis, a manera de soporte para cualquier consulta sobre qué significa cada una de ellas.

La parte concerniente a la forma en que se pueden llevar a la práctica, se explica en cada uno de los capítulos siguientes.

2.2 Los 7 desperdicios

La definición de desperdicio es todo aquello que está de más, aparte del mínimo de equipo, material, partes, espacio y tiempo de trabajo, que son absolutamente esencial para añadir valor al producto.

Aún y cuando los productos hechos en las plantas son diferentes, los típicos desperdicios son similares.

El desperdicio puede ser clasificado en siete tipos:

- Desperdicio de sobreproducción
- Desperdicio por tiempo de espera
- Desperdicio de transportación
- Desperdicio de procesamiento
- Desperdicio de inventario
- Desperdicio de movimiento
- Desperdicio por defectos de producto

2.2.1 Desperdicio por sobreproducción

Este desperdicio se genera cuando se producen cantidades de bienes encima y abajo del monto requerido del mercado. Este tipo de desperdicio se crea cuando se adelanta la producción, ya que se consumen materias primas y se pagan salarios de para trabajos que no son requeridos, generando inventario no necesario.

Esto a su vez requiere de un manejo adicional de materiales, espacio adicional para guardar inventario e intereses adicionales sobre el dinero invertido para mantener estos inventarios.

Por otra parte los inventarios en exceso generan confusión y no permiten identificar que es lo que se tiene que hacer primero, distrayendo a las personas y evitándoles enfocarse en las tareas inmediatas. Como resultado de esto, se requiere más personal y se puede llegar a comprar más equipo cuando éstos están ocupados en la producción de inventario innecesario.

La sobreproducción genera dificultades que a menudo oscurecen los problemas más fundamentales, por eso, se le considera como uno de los peores desperdicios, y por consecuencia se tiene que eliminar. El primer paso para lograr esto es entender que no se requiere necesariamente que las máquinas y los operarios estén completamente ocupados, para satisfacer la demanda del mercado.

Aunque el desperdicio por sobreproducción no es siempre fácil de identificar, a veces los operarios aparentan estar siempre muy ocupados, es importante considerar que aunque realmente lo estén esto no implica que estén desarrollando una actividad que genere valor.

2.2.2 Desperdicio por tiempo de espera

Este desperdicio se refleja en el tiempo perdido por el producto cuando espera ser procesado, mientras el lote anterior se está procesando y también cuando una pieza espera que las demás de su propio lote sean procesadas.

De la misma manera encontramos en las plantas personas que se dedican simplemente a supervisar la operación de una máquina. Estas situaciones se justifican generalmente con el argumento que se necesita tener una persona cerca de la máquina de tal forma que se puedan tomar acciones correctivas en el momento que sucede una situación anormal.

Sin embargo al contar con toda la infraestructura humana destinada a la supervisión de la operación de máquinas no tiene sentido, cuando existe la posibilidad de instalar mecanismos automáticos que pongan en evidencia una situación anormal y paren la producción cuando ésta se presente.

La falta de mecanismos que pongan en evidencia los problemas, no permitirá que el supervisor esté enterado cuando estos ocurran, y hará más difícil que este pueda tomar alguna iniciativa para resolverlos en forma definitiva.

2.2.3 Desperdicio por transportación

Este tipo de desperdicio paralelamente con el manejo excesivo del material son formas de desperdicio comunes en muchas fábricas. Una mala distribución de planta por sí sola hace necesaria la transportación de material a través de distancias muy largas. También puede resultar en el doble o triple manejo de partes que son colocadas en forma desordenada y en almacenes temporales y cambiantes. Un análisis del manejo de los materiales a lo largo de todo el proceso productivo puede poner en evidencia recorridos excesivos.

Para eliminar este desperdicio se tiene que mejorar la distribución de la planta y coordinar los procesos, y considerar los métodos de transportación, almacenamiento y organización del lugar de trabajo.

2.2.4 Desperdicio por procesamiento inadecuado

El método de procesamiento en sí mismo puede ser una fuente de problemas que resulta en la generación de desperdicio de materiales y tiempos. Los trabajos adicionales de acabado, retrabajos por fallas de ajustes correctos de dispositivos o por herramentales (moldes) dañados, defectuosos o con un mantenimiento no adecuado, y por procedimientos no apropiados, pueden ser evitados.

Los cambios o rediseños de dispositivos pueden facilitar la operación de la máquina o evitar el involucramiento de operarios.

2.2.5 Desperdicio por inventario innecesario

Como ya fue mencionado en la parte de desperdicio por sobreproducción, el inventario aumenta el costo del producto. Cada unidad de inventario no necesario requiere de más manejo, más espacio, cargo de interese adicionales, más personal, más trabajo administrativo, etc. A raíz de estos problemas asociados con el inventario innecesario, este se debe de reducir o eliminar.

Para esto algunas de las siguientes tácticas pueden ser necesarias:

- Eliminar el material obsoleto (organización del lugar de trabajo).
- No producir piezas no requeridas por el siguiente proceso (balanceo de la línea).
- Proveer solo la materia prima necesaria para producir lo requerido.

- No comprar o introducir piezas en lotes grandes (ahorros a través de descuento por grandes volúmenes pueden ser superados por desperdicios de inventario).
- Manufacturar productos en lotes pequeños (reducir tiempos de preparación, más cambios de modelos).
- Controlar inventarios de producto terminado.

2.2.6 Desperdicio de movimientos

Cualquier unidad de tiempo invertido en movimientos que no añaden valor al producto debe ser eliminado. En ese sentido mover no necesariamente significa trabajar.

En esta categoría encontramos búsquedas de herramienta que generan tiempos de preparación altos, lugares alejados de herramientas o piezas del lugar de uso, distancias largas a caminar para el personal.

Una ubicación más adecuada para herramienta y máquinas puede reducir este problema.

2.2.7 Desperdicio por defectos de producto

La aparición de defectos en una estación de trabajo puede causar tiempos de espera en la siguiente, incrementos en los costos y el tiempo de ciclo del producto. Además se pueden necesitar retrabajos o simplemente las partes producidas pueden convertirse en desecho.

En las líneas de ensamble se puede requerir mano de obra adicional para el desensamble, y piezas adicionales para el nuevo ensamble. Esto obviamente hace que sea necesario reajustar los programas de producción para acomodar estos cambios.

Las piezas defectuosas, por otra parte, generan un grado adicional de complejidad a las operaciones de control de calidad y es necesario agregar procedimientos para seleccionar las piezas buenas de piezas malas, generando desperdicio tanto de mano de obra añadida como de material.

Sin embargo el peor de los casos es cuando el cliente encuentra el defecto y se generan costos como son los de garantía y de envío, adicional al costo de la percepción del cliente y la pérdida del mercado.

Para eliminar estos problemas se tiene que desarrollar un sistema que permita la rápida identificación de estos defectos y sobre todo de las condiciones que los causan de tal forma que cualquier persona pueda tomar acciones correctivas inmediatas y permanentes.

El autocontrol ayuda a minimizar este efecto.

2.3 Lean thinking

El antidoto para contrarestar el Muda es: Lean Thinking

Muda: Cualquier actividad que consume recursos pero no agrega valor.

Lean thinking se apoya en 5 principios:

Principio 1:

- El punto crítico de partida del Lean Thinking es **valor**

- Valor se define por el cliente final, como el producto específico que cumple con las necesidades del cliente a un precio especifico en un tiempo especifico.

Principio 2:

- La cadena de valor (value stream) es el grupo de todas las acciones específicas requeridas para traer un producto específico a través de las 3 tareas gerenciales criticas de cualquier negocio: La tarea de solución del problema, la tarea de información gerencial y la tarea de transformación física.

- Identificar toda la cadena de valor para cada producto o familia de producto es el siguiente paso de lean thinking.

Principio 3:

- Flujo.- Después de crear la cadena de valor, el siguiente paso en lean thinking es crear el flujo de pasos de valor (value step flow).

- El reto es crear un flujo continuo en tamaños de lotes pequeños, hacer esto ha dado beneficios comprobados de tener una mayor productividad y reducciones dramáticas en errores y desperdicio.

Principio 4:

- Jalar.- Permitir al Cliente jalar el producto del productor según su necesidad en lugar de empujar productos a menudo no deseados hasta el Cliente.

- Esto que menciona el libro lo traslado a una línea de producción en donde la ultima estación jale el producto de su estación anterior y así subsecuentemente, cada una de las estaciones es el cliente interno de la estación anterior.

- Nadie en la cadena de valor debería producir una parte o servicio hasta que el cliente lo requiera.

Principio 5:

- Perfección.- A medida que las organizaciones empiezan a especificar valor con exactitud, a identificar la cadena de valor, a hacer flujo de valor para productos específicos constantemente, y que permiten a los clientes jalar valor de su empresa, algo bueno empieza a suceder; se cae en que no hay fin para el proceso para reducir esfuerzo, tiempo, espacio, costo y errores, mientras que se ofrece un producto mucho mas cercano a lo que el cliente realmente quiere. O sea que se cae en la busca de la Perfección que es el principio final de lean thinking.

- Si se logra que el valor fluya rápido siempre sacara a relucir desperdicios escondidos y entre mas fuerte se jale, se harán notorios los impedimentos que hacen que el producto no fluya de tal manera que puedan ser eliminados dichos impedimentos……Esto lo relaciono con el ejemplo de descubrir el iceberg, una vez que todo se haga con lean thinking, los problemas escondidos por el agua aparecerán o flotaran, y eso ayudara a atacarlos de raíz.

2.4 JIT (Justo a Tiempo)

El JIT no sólo es una forma de reducir inventario para obtener un mayor retorno en activos; es también un medio de resolver problemas que obstaculizan la construcción de una organización de manufactura de excelencia.

El JIT remueve el "velo" de las existencias de seguridad de los inventarios elevados y expone problemas operativos relacionados. Estos son problemas a los que es necesario enfrentarse y resolverlos, y por lo tanto pueden ser atacados a través del JIT.

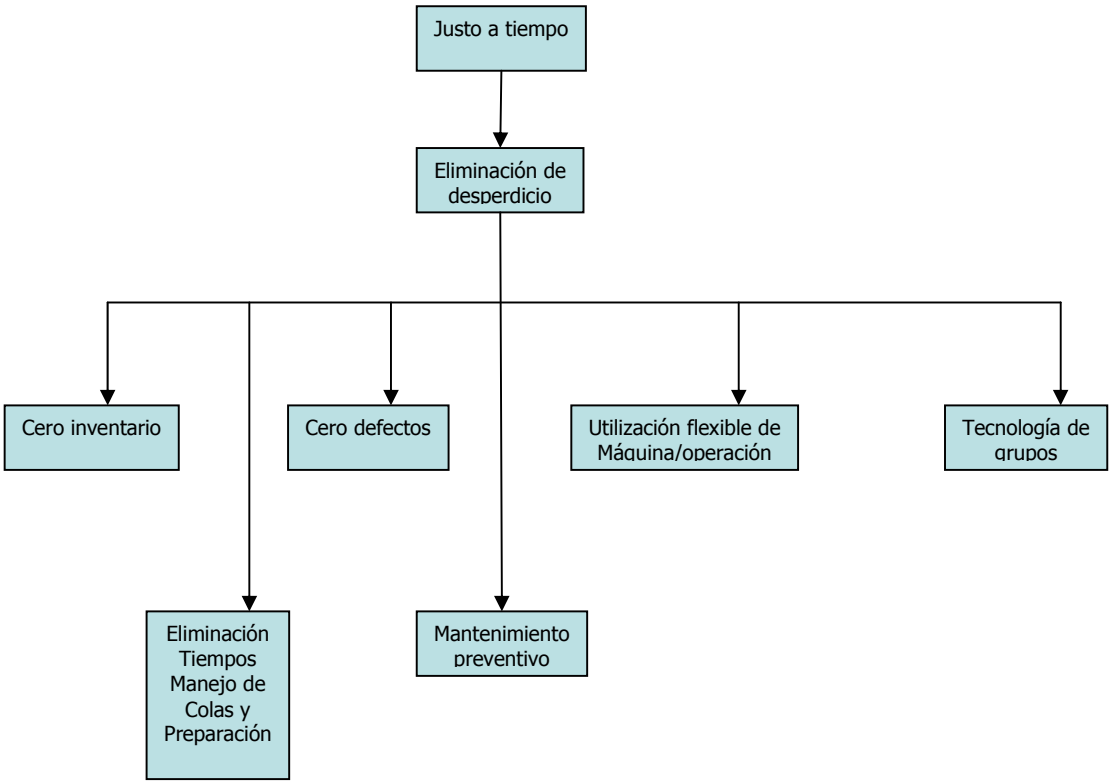
La conversión al JIT implica un gran cambio, tanto en la cultura de la empresa como en las operaciones de manufactura. Las rutinas y muchas de las reglas establecidas se vuelven obsoletas. Si los inventarios de respaldo fueron considerados alguna vez como una garantía contra faltantes y retrazos, ahora deben de ser vistos como una evidente falta de planeación y control, incluso de pereza.

Muy pocas empresas son flexibles, tanto en sus operaciones como en su mentalidad. La mayoría de las compañías han estado haciendo productos similares usando procesos similares durante mucho tiempo, porque sus gerentes y administradores están tranquilos con lo que hacen.

En este tipo de ambientes, los cambios se dan muy lentamente. Esta falta de flexibilidad y de percepción del JIT es manifestada por muchos ejecutivos. Se disculpan así mismos diciendo "Sé que el JIT ha beneficiado a muchos otros, pero en nuestra planta, en nuestro proceso y hasta en nuestra gente es diferente; en nuestra situación el JIT no funcionará".

La filosofía de Justo a Tiempo, con todo lo que ella significa, parte de la eliminación del desperdicio. Algunos puntos fundamentales son:

- Cero inventario
- Cero defectos
- Utilización flexible de máquina/operación
- Eliminación de tiempos de manejo, colas y preparación
- Mantenimiento preventivo
- Tecnología de grupos



El eliminar desperdicio no es sencillo ya que muchas veces no lo clasificamos como tal, y en otras ocasiones no le damos la importancia necesaria para cuantificarlo y emprender acciones de mejora.

Lo que se fabrica diariamente debería ser lo que se vende diariamente. Para esto se requieren de una producción adecuadamente flexible.

Plan de producción bajo JIT:

¿Cuánto produzco?

Expedición de kanban basado en la "demanda real" del proceso subsecuente

¿En qué cantidad?

Tan pequeño como sea posible. Objetivo = 0

¿De qué tamaño debe ser el margen de seguridad?

Tan pequeño como sea posible. Objetivo = 1 pieza

2.5 Kanban

Kanban es una técnica japonesa para cubrir los requerimientos de material de manufactura en un patrón basado en las necesidades del mismo, usando la técnica kanban.

Kanban, traducido literalmente, significa registro o placa visible. Genéricamente significa ficha o tarjeta. En el sistema de kanban de Toyota se emplean fichas que señalan la necesidad de entregar más partes y una ficha similar o idéntica para señalar la necesidad de producir más partes.

El kanban propiamente dicho es una ficha de papel, por lo general protegida dentro de un sobre de plástico transparente. Para cada producto, pieza o componente corresponde un contenedor y un kanban en el que está escrita la identificación de la pieza, así como la cantidad que puede caber en el contenedor. Todos y cada uno de los contenedores llenos deben ir acompañados obligatoriamente de su kanban.

Cuando el cliente, tratándose de la siguiente operación o de un cliente externo, empieza a consumir, se devuelve la ficha kanban al proveedor (que puede ser simplemente la operación anterior) y el operario que recibe un kanban sabe que debe comenzar una nueva fabricación.

El kanban es eficaz porque es sencillo. En el sistema kanban, la orden de fabricación puede ser materializada mediante una ficha depositada en un buzón y colocada a continuación en un tablero.

La información también puede ser materializada con otros medios que no sean una ficha: colocan envases de dos colores con, por ejemplo, una cara verde, sobre estantes.

Si la cara aparente es la verde, el envase está vacío y se da la orden de fabricación. Si es la roja, el envase está lleno y el proveedor debe esperar. A veces, puede ser un simple marco pintado en una mesa de trabajo lo que sustituye eficazmente la ficha kanban. La pieza a trabajar se coloca en el marco, y en cuanto el operario la saca, el espacio queda vacío, lo que constituye para el proveedor una orden de fabricación.

El funcionamiento óptimo de ésta técnica sólo es posible dentro de un sistema global concebido bajo el principio jalar (pull), el cual implica que el material se mueva a través de la línea solamente a medida que sea requerido.

Cuando el cliente y el proveedor está separados, se utiliza un almacén intermedio donde la operación cliente va a retirar el material o parte necesarios, en la cantidad definida en las tarjetas (Lote Kanban) contenidas en el o los contenedores (cuando el lote kanban son varios contenedores).

Al mismo tiempo que el operario toma un contenedor de piezas a trabajar, saca la ficha o tarjeta de producción y la coloca en el buzón de su propio proveedor, con lo que éste sabe que él también tiene que comenzar su respectiva fabricación.

Y así el flujo kanban continúa, de esta forma y el kanban va arrastrando la producción puesto por puesto, a todo lo largo del proceso de fabricación.

2.6 Jidoka

Jidoka es uno de los pilares del Sistema Toyota, es una metodología de trabajo cuyo significado se traduce como:

Máquinas automáticas y paro de línea cuando se produzca un error de tal modo que piezas con defectos no pasen a la siguiente estación y no interrumpan el flujo de la producción.

Bajo la forma de definir de Toyota, JIDOKA se traduce como la automatización de los procesos con un toque humano.

Toyota expande el significado de JIDOKA para incluir la responsabilidad de todos los trabajadores; por ejemplo, verificación de cada artículo producido y llegar a NO producir más si un defecto es detectado hasta que la causa del defecto ha sido identificada y corregida.

Jidoka es el sistema de automatización que funciona deteniendo la línea de producción, este sistema no aplica solamente a las líneas de producción automatizadas, sino también a las manuales.

La regla del pensamiento preventivo bajo JIDOKA es:

Si hay un problema o un defecto ⟶ Detener el proceso

2.7 SMED

La historia del SMED (nacimiento del SMED)

El SMED nació después de que Shigeo Shingo realizó un análisis en la fabrica Toyo Kogyo de Mazda, en Hiroshima, la cual pretendía eliminar los cuellos de botella provocados por los largos tiempos utilizados para el cambio de herramientas en las grandes prensas de moldeado de carrocerías.

En aquel momento a Shingo se le ocurrió que las operaciones de preparación de máquinas eran realmente de dos tipos fundamentalmente diferentes:

- Preparación interna.- como montar o desmontar matrices, que pueden realizarse sólo cuando una máquina está parada.

- Preparación externa.- como transportar las matrices viejas al almacén, o llevar las nuevas hasta la máquina, que pueden realizarse mientras la máquina está en operación.

A partir de ahí, Shingo estableció como principio distinguir claramente entre preparación interno y externa.

Así pues, el concepto recién nacido: SMED, dio sus primero pasos.

El término SMED se refiere a la teoría y técnicas para realizar las operaciones de preparación en menos de diez minutos. Aunque no todas las preparaciones puedan completarse en menos de diez minutos.

Efectos del SMED

Producción con stock mínimo

Los stocks desaparecen cuando las órdenes de trabajo de pequeño volumen unitario y de alta diversidad se ejecutan mediante la producción en pequeñas series y alta diversidad. Pero por otro lado, los componentes de alta diversidad y de pequeñas series, conducen inevitablemente a un sustancial incremento en el número de las operaciones de preparación que deben realizarse.

Sin embargo, reduciendo los tiempos de dos horas que precisaban las preparaciones a tres minutos utilizando el SMED, la situación cambia considerablemente. El sistema SMED ofrece el único método para alcanzar una producción en pequeñas series y alta diversidad con mínimos niveles de stock.

Además pueden esperarse los siguientes efectos colaterales:

- Se incrementan las tasas de rotación de capital
- Uso de planta más eficiente
- La productividad se incrementa conforme se eliminan las operaciones de manejo del stock.
- Se eliminan los stocks inútiles resultantes de los cambios de modelos.
- Se reducen o eliminan los deterioros en las mercancías

Incremento de las tasas de trabajo de máquinas y de la capacidad productiva

Si los tiempos de preparación/montaje se reducen drásticamente, entonces las tasas de trabajo de las máquinas se incrementarán y la productividad crecerá no obstante el aumento del número de operaciones de preparación/montaje.

Eliminación de los errores de preparación

Los errores de preparación/montaje se reducen, y la eliminación de las operaciones de ensayo reduce la incidencia de defectos.

Mejora de la calidad

También mejora la calidad, en cuanto que las condiciones operacionales se regulan completamente con anticipación.

Incremento de la seguridad

Las preparaciones más simples resultan también ser más seguras.

Reducción tiempo de preparación

Se reduce el tiempo total de preparación, incluyendo tanto la preparación interna como la externa, con la consiguiente reducción en las horas de personal.

Reducción de costos

La implementación del SMED aumenta la eficiencia de las inversiones haciendo posibles dramáticos incrementos en la productividad a relativamente poco costo.

Actitud de los operadores

Como la adopción del SMED significa que los cambios de herramientas son simples y rápidos, no hay ninguna razón para evitar una mejora en la actitud de los operadores.

Menor nivel de entrenamiento y requerimientos

La facilidad de los cambios de útiles elimina la necesidad de los trabajadores entrenados.

Reducción de los plazos de fabricación

Los períodos de fabricación pueden acortarse dramáticamente hasta en una 90% con la producción en pequeños lotes.

Incrementar la flexibilidad de la producción

La adopción del SMED facilita los cambios en los productos a fabricar, haciendo posible rápidamente a los cambios en la demanda e incrementando sustancialmente la flexibilidad de la fabricación.

Los resultados del SMED van más allá de acortar los tiempos de cambio de útiles y herramientas y mejorar las tasas de trabajo.

Los fabricantes que adoptan el sistema SMED pueden obtener ventajas estratégicas fundamentales eliminando los stocks y revolucionando sus conceptos de producción básicos.

2.8 TPM

Difusión del TPM

El TPM surgió y se desarrolló inicialmente en la industria del automóvil y rápidamente pasó a formar parte de la cultura corporativa de empresas tales como Toyota, Nissan y Mazda.

Inicialmente las actividades del TPM se limitaron a los departamentos directamente relacionados con los equipos. Sin embargo actualmente los departamentos administrativos lo aplican también para mejorar la eficacia de sus propias actividades. Los métodos de mejora TPM se están aplicando también en los departamentos de desarrollo y ventas.

¿Por qué es tan popular el TPM?

Hay tres razones principales por las que el TPM se ha difundido tan rápidamente en la industria japonesa y ahora lo esté haciendo por todo el mundo: garantiza drásticos resultados, transforma visiblemente los lugares de trabajo, y eleva el nivel de conocimiento y capacidad de los trabajadores de producción y mantenimiento.

Resultados tangibles significativos

Las empresas que ponen en práctica el TPM invariablemente logran resultados sobresalientes, particularmente en la reducción de averías de los equipos, la minimización de los tiempos en vacío y pequeñas paradas; en la disminución de defectos y reclamaciones de calidad; **en la elevación de la productividad**, reducción de los costos de personal, inventarios y accidentes; y en la promoción de la implicación de los empleados.

Transformación del entorno de la planta

A través del TPM, una planta sucia, oxidada cubierta de aceite y grasa, con fugas de lubricantes y polvo, puede transformarse en un entorno de trabajo grato y seguro. Los clientes y los otros visitantes quedan gratamente impresionados por estos cambios, y aumenta su confianza en los productos y en la calidad de la gestión de la planta.

Transformación de los trabajadores de la planta

Conforme las actividades TPM empiezan a rendir resultados concretos (mejorando el entorno de trabajo, minimizando las averías, mejorando la calidad, reduciendo los cambios útiles, etc.) los trabajadores se motivan, aumenta su integración en el trabajo, y proliferan las sugerencias de mejora. Las personas empiezan a pensar en el TPM como parte necesaria de su trabajo cotidiano.

El TPM ayuda a los operarios a entender su equipo y amplía la gama de tareas de mantenimiento que pueden practicar. Les da oportunidad de hacer nuevos descubrimientos, adquirir conocimientos, refuerza la motivación, genera interés y preocupación por el equipo, y alimenta el deseo de mantener el equipo en óptimas condiciones.

Definición del TPM

Como las actividades TPM fueron contempladas primeramente en el entorno de los departamentos de producción, el TPM se definió originalmente por el Japan Institute of Maintenance (JIPM) incluyendo las siguientes cinco estrategias:

1. Maximizar la eficacia global que cubra la vida entera del equipo
2. Establecer un sistema de PM global que cubra la vida entera del equipo
3. Involucrar a todos los departamentos que planifiquen, usen y mantengan equipos
4. Involucrar a todos los empleados desde la alta dirección hasta los operarios directos
5. Promover el PM motivando a todo el personal, promoviendo las actividades de los pequeños grupos autónomos

Sin embargo, el JIPM ha introducido en 1989 una nueva definición del TPM, con los siguientes componentes estratégicos:

1. Crear una organización corporativa que maximice la eficacia de los sistemas de producción
2. Gestionar la planta con una organización que evite todo tipo de pérdidas (asegurando los cero accidentes, defectos y averías) en la vida entera del sistema de producción

3. Involucrar a todos los departamentos en la implantación del TPM, incluyendo desarrollo, ventas y administración

4. Involucrar a todos, desde la alta dirección a los operarios de la planta, en un mismo proyecto

5. Orientar decididamente las acciones hacia las cero pérdidas apoyándose en las actividades de los pequeños grupos

2.9 Pokayoke

Pokayoke es una técnica para evitar los errores humanos en el trabajo.

¿Qué es Pokayoke?

Aunque el concepto de pokayoke ha existido durante mucho tiempo de diversas formas, ha sido el ingeniero de producción japonés Shigeo Shingo quien desarrolló la idea en una herramienta aceptable para alcanzar el cero defectos, y eventualmente eliminar las inspecciones de control de calidad, facilitando la participación de los operadores en el autocontrol. Los métodos que propuso fueron formalmente denominados "a prueba de tontos" (fool proofing).

Reconociendo que esta etiqueta podría ofender a muchos trabajadores, Shingo terminó proponiendo el término pokayoke, generalmente traducido como "a prueba de errores" o "de fallos" (evitar (*yokeru*) errores inadvertidos (*poka*)).

La idea que reposa detrás del pokayoke es respetar la inteligencia de los trabajadores. Asumiendo las tareas repetitivas o acciones que dependen de la memoria, el pokayoke puede liberar el tiempo y mente de un trabajador para que así se dedique a actividades más creativas o que añaden valor.

Muchas son las cosas que pueden ir mal en un entorno de trabajo; cada día hay oportunidades para cometer errores que resultarán en productos defectuosos.

Los defectos son despilfarro y, si no se descubren, frustran las expectativas del cliente sobre la calidad. Detrás del pokayoke está la convicción de que no es aceptable producir incluso un pequeño número de artículos defectuosos. Para llegar a ser un competidor de clase mundial, una compañía debe adoptar no solamente la filosofía sino la práctica de producir con cero defectos. Los métodos pokayoke son conceptos simples para alcanzar este objetivo.

¿Son inevitables los defectos?

Hay dos enfoques para tratar los defectos

- Los errores son inevitables.- Las personas siempre cometen errores. Mientras tendemos a considerar los errores como algo natural, reprendemos a los que los cometen. Con esta clase de actitud, probablemente pasaremos por alto los defectos conforme ocurren en la producción. Podrán detectarse solamente en la inspección final o peor aún por el cliente.

- Los errores pueden eliminarse.- Cualquier clase de equivocación puede reducirse e incluso eliminarse. Las personas cometen menos errores si se les apoya con el adecuado entrenamiento y por un sistema de producción basado en el principio de que los errores pueden evitarse siempre.

Hay diferentes clases de errores

Casi todos los defectos están causados por errores humanos. Sin embargo hay como mínimo diez clases de errores humanos.

1. Olvidos: Algunas veces olvidamos cosas cuando no estamos atentos. Por ejemplo, el jefe de estación olvida hacer descender la barrera del cruce. Salvaguardas: Alertar a los operarios con anticipación o chequear a intervalos regulares.

2. Errores debidos a desconocimientos: Algunas veces cometemos equivocaciones cuando llegamos a conclusiones erróneas antes de familiarizarnos con una situación. Por ejemplo, una persona que no ha utilizado un coche con transmisión automática, pisa en el freno pensando que es el embrague. Salvaguardas: Entrenamiento, verificación anticipada, estandarización de los procedimientos de trabajo.

3. Errores de identificación: Algunas veces juzgamos mal una situación porque la revisamos demasiado rápidamente o está demasiado alejada para verla bien. Por ejemplo, confundir el valor de dos billetes. Salvaguardas: entrenamiento, atención, vigilancia.

4. Errores de inexperiencia: A veces cometemos errores que se deben a la falta de experiencia. Por ejemplo, un nuevo trabajador no conoce la operación o justo acaba de familiarizarse con ella. Salvaguardas: Entrenamiento, estandarización del trabajo.

5. Errores voluntarios: A veces ocurren errores debido a que decidimos ignorar las reglas bajo ciertas circunstancias. Por ejemplo, cruzar una calle con el semáforo en rojo porque no hay coches a la vista en ese momento. Salvaguardas: educación básica y experiencia.

6. Errores por inadvertencia: A veces estamos distraídos y cometemos equivocaciones sin darnos cuenta de lo que ocurre. Por ejemplo, alguien perdido en su propio pensamiento intenta cruzar la calle sin advertir que el semáforo está en rojo. Salvaguardas: Atención, disciplina, estandarización del trabajo.

7. Errores debidos a lentitud: Algunas veces cometemos errores cuando nuestras acciones se realizan por retrasos en el juicio. Por ejemplo, una persona que está aprendiendo a conducir es lenta en pisar el freno. Salvaguardas: Entrenamiento, estandarización del trabajo.

8. Errores debidos a falta de estándares: Ocurren algunos errores cuando no hay instrucciones apropiadas o estándares de trabajo. Por ejemplo, una medición puede dejarse a la discreción particular del trabajador. Salvaguardas: Estandarización del trabajo, instrucciones de trabajo.

9. Errores por sorpresa: A veces ocurren errores cuando el equipo opera de forma diferente a lo que se espera. Por ejemplo, una máquina puede funcionar defectuosamente sin dar muestras de anomalías. Salvaguardas: Mantenimiento productivo total, estandarización del trabajo.

10. Errores intencionales: Algunas personas cometen errores deliberadamente. Ejemplos, son los sabotajes y crímenes. Salvaguardas: Educación fundamental, disciplina.

Las equivocaciones ocurren por muchas razones, pero casi todas ellas pueden evitarse si empleamos el tiempo necesario para identificar cuándo y porqué ocurren, y entonces adoptamos las acciones precisas para evitarlas empleando los métodos pokayoke y las salvaguardas relacionadas anteriormente.

No limitarse a la emisión de certificados

Considerando el tema de la inspección realizada por inspectores. Una idea común es que los inspectores diferencian entre productos buenos y malos, agregan los resultados y envían un informe al proceso precedente. Esto se considera usualmente el fin de la inspección, pero esta percepción es insuficiente.

Los inspectores tienen la responsabilidad de analizar las razones de la ocurrencia de defectos, investigar la causa, y modificar la práctica. No son examinadores cuya única función es asignar grados de paso o fallo.

Deben ser capaces de explicar a los trabajadores porqué tienen lugar los errores y enseñarles a que no cometan el mismo error de nuevo. Su función es análoga a la de un tutor.

La meta que un inspector debe fijarse a sí mismo no es la de no dejar pasar artículos defectuosos, sino eliminar totalmente su producción. Esto debe establecerse como criterio para juzgar sus actividades.

Para integrar la calidad en los procesos, deben estandarizarse los mecanismos (Poka yoke) que hacen al proceso a prueba de errores para asegurar una calidad estable con un mínimo de tiempo-hombre.

Si no se plantean así las cosas, cualquier persona, por cuidadosa que sea, puede cometer errores cuando mida magnitudes o chequee productos uno a uno. Deben de encontrarse modos de evitar la ocurrencia de desórdenes tales como la producción de material defectuoso, dar pasos en falso en el proceso de trabajo y sufrir accidentes.

El sistema a prueba de errores que sugerimos es un proceso para crear mecanismos que puedan descubrir o detectar desórdenes sin que los trabajadores tengan que estar al pendiente de los detalles en todo momento.

Al establecer un sistema poka yoke se seleccionan las áreas que se muestran más factibles a la implantación, y en las que estos sistemas puedan rendir buenos resultados.

2.10 Control visual

Los sistemas de administración visual, son sistemas que buscan hacer visibles las condiciones de los elementos que componen los procesos productivos en los pisos de trabajo, de tal forma que estas puedan ser percibidas por cualquier persona en cualquier momento.

El control visual es un concepto importante y está directamente conectado con los dos pilares del sistema Toyota: JIT y la automatización con tacto humano (Jidoka).

La estructura de un sistema de administración visual busca controlar la realidad del piso de trabajo por medio de dos diferentes niveles o fases de control:

Nivel 1

Eliminación de inhibidores de visibilidad por medio de la aplicación de la metodología de 5 S, la cual permitirá que se desalojen todos los materiales, equipos y herramientas que no sirven o no se utilicen, además de que se asignará un lugar para cada material o herramienta y hará que se limpie y dé mantenimiento a toda la línea o área de producción, esto a su vez dará sentido de pertenencia a todo el personal y los motivará para seguir adelante con otros proyectos.

Los inhibidores de visibilidad se eliminan para garantizar el desarrollo de un medio ambiente que permita el control de los elementos reales del piso sobre los cuales cualquier estrategia de manufactura pretenda actuar. Esta fase tiene como objetivo establecer los fundamentos para el control visual y debe aplicarse y mantenerse como requisito para la aplicación de cualquier estrategia de manufactura.

Los inhibidores de visibilidad se originan en el piso de trabajo básicamente por las siguientes causas:

a. La falta de selección de objetos.- Esta condición propicia la acumulación de elementos reales en el piso de trabajo que no contribuyen de ninguna forma a generar valor agregado, pero que en cambio disminuyen la capacidad de controlar y utilizar aquellos elementos reales que sí son necesarios.

b. La falta de orden.- Esta condición disminuye la capacidad de controlar el desperdicio de movimientos y tiempo improductivo invertido en búsquedas.

c. La falta de limpieza.- La suciedad se presenta como una barrera para percibir los elementos reales, cuando forma parte de las condiciones "normales" del piso. La suciedad oculta aquellas situaciones anormales que se manifiestan por medio de fugas de fluidos y la proyección de rebabas en máquinas y puede contaminar visualmente los sistemas visuales implantados restándoles la capacidad de comunicación.

Nivel 2

Establecimientos de mecanismos de control visual que permitan controlar y mejorar las operaciones del piso de trabajo, tales como los ciclos de control.

En los sistemas de administración visual (SAV), se asegura la correcta ejecución de los ciclos de control establecidos por una estrategia de manufactura y disminuye o elimina la probabilidad de que las situaciones anormales que pudieran presentarse, generen problemas sistemáticos que se propaguen hacia el resto de la cadena de producción. La estructura de administración visual muestra que el control visual es el producto de la aplicación del concepto de visibilidad en los ciclos de control practicados en piso.

Principales elementos que aseguran la implantación exitosa de los sistemas de control visual:

1. Iniciar implementando como la base de todo, las 5 S
2. Utilizar el control visual como medio efectivo para asegurar comunicación en grupos de trabajo.
3. El personal del piso de trabajo debe ser el cliente principal de los sistemas de control visual.
4. La participación de los empleados en el desarrollo de los sistemas es clave
5. Debe aplicarse como respuesta a una necesidad
6. Establecer reglas operativas para los sistemas y asegurarse que todas las personas estén familiarizadas con estas.
7. Enfocar la mejora hacia el piso de trabajo

2.11 5 S's

Las 5 S es una metodología que ayuda a organizar y da las condiciones necesarias para poder trabajar en un ambiente ordenado, limpio, agradable, el cual permita sentirse a gusto y disfrutar del ambiente laboral.

Esta metodología también permite aumentar la eficiencia en el trabajo, ya que ayuda a conservar en buen estado las herramientas y máquinas que se utilicen, asignándoles un lugar específico claramente identificado por etiquetas o señalamientos.

5 S establece estándares que permiten detectar anormalidades en el momento que estas ocurran, y ayuda a eliminar los inhibidores de visibilidad con lo cual se observa la operación, los defectos, los problemas, etc.

Las 5 S son de origen japonés y se dividen en 5 etapas:

1. Seiri = Selección
2. Seiton = Organizar
3. Seiso = Limpieza
4. Seiketsu = Estandarizar
5. Shitsuke = Disciplina

2.12 Andón

Andón se origina de la palabra japonesa que significa "lámpara".

Es un dispositivo de control visual colocado en el área de producción, típicamente con luces o un display, dando el status actual del sistema de producción y alertando a los miembros del equipo cuando surjan problemas.

Comúnmente los códigos de color verde significan que la operación está normal, el color amarillo significa que hay un cambio de tipo o un paro planeado, y el color rojo significa que hay un paro de máquina o una situación anormal.

Los andón usualmente son combinados con una señal audible como por ejemplo música o alarma.

El tablero andón funciona automáticamente o algún miembro del equipo puede avisar algún inconveniente (avería o retraso) en la línea o equipo que trabaja con este sistema.

Los sistemas andón se aplican no solamente a las líneas de producción mecánicas, sino también a las manuales. Si algo anormal sucede en alguna línea, el trabajador presiona un botón de paro, deteniendo dicha línea; además un tablero de luces elevado (para que todos puedan verlo) indica que la línea se

detuvo. De esta forma, el sistema de control visual andón contribuye a la revisión autónoma.

2.13 Takt time

Es el tiempo disponible de producción dividido entre la demanda del cliente. El Takt time es el heartbeat (marca el ritmo) de cualquier sistema esbelto.

El Takt time define la velocidad de la línea de producción y los tiempos de ciclo para todas las estaciones de trabajo de la línea.

Takt es una palabra alemana que significa el ritmo (paso) utilizado por un director de orquesta, para regular la velocidad a la cual los músicos tocan los instrumentos.

La palabra Takt llegó a Japón en los años 30's, cuando los japoneses estudiaban la producción de aviones de los ingenieros espaciales alemanes.

El Takt time es la razón (ritmo) a la cual un producto tiene que ser producido para cumplir con una demanda específica del cliente.

El objetivo es estar en el "takt time"

Una razón de producción más rápida que el takt time es considerada como desperdicio así como a razón de producción más lenta que el takt time.

El takt time determina el tiempo que un material es mantenido en una takt área de la línea de producción para ser procesado.

El takt área es la sección en la línea de producción en la cual el takt time es válido. Cada estación del proceso puede representar exactamente una takt área o también podemos definir varias takt áreas por estación del proceso.

El mismo takt time es definido frecuentemente en todas las estaciones de proceso de una línea de producción para realizar las operaciones.

También es posible definir diversos tiempos del takt para una cadena de producción.

Las órdenes deben fluir por la línea de producción tan eficientemente como sea. Las órdenes deben de fluir continuamente con colas entre las estaciones de trabajo tan pequeñas como sea posible. Células, como el área de trabajo en forma de U mostrada abajo, permiten a un sólo operador hacer varias operaciones u operar varias máquinas.

Manteniendo un ritmo en las operaciones nos lleva a una mejor eficiencia global. Esto puede ser referido como una línea balanceada o takt time.

2.14 Tiempo de ciclo

Es el tiempo requerido para completar un ciclo de una operación. Si el tiempo de ciclo para cada operación en un proceso puede ser reducido o igualado al takt time, los productos pueden ser hechos en one piece flow.

Tiempo de ciclo también se interpreta como el tiempo que se tarda en realizar una repetición de una tarea en particular.

El tiempo de ciclo puede ser dividido en:

- Tiempo de ciclo manual
- Tiempo de ciclo de la máquina

- También como el tiempo requerido para surtir un producto al cliente desde el momento de recepción de la orden del cliente.

2.15 Value Stream Mapping

Identificación de todas las actividades específicas que ocurren a lo largo de la cadena de valor para un producto o familia de producto. Dichas actividades se pueden clasificar en actividades que agregan valor y actividades que no agregan valor.

Valor

La estrategia Lean empieza con la definición de valor desde la perspectiva del cliente.

Valor, se define como las actividades que agregan valor y por las cuales el cliente está dispuesto a pagar.

Identificación del Value Stream (Cadena de valor)

Es el inicio de la implementación del Lean Thinking System. El valor debe ser expresado en términos de un producto específico y/o servicio que satisfacen las necesidades del cliente a un precio específico y en un momento específico.

La identificación del value stream (cadena de valor) se define como: El grupo de todas las actividades específicas requeridas para ofrecer un producto específico a través de tres tareas administrativas en todo el negocio…la solución de problemas….información gerencial….transformación física.

Determina cuales actividades crean valor y cuales no, desde la perspectiva del cliente y no desde la perspectiva de compañías individuales, funciones y/o

departamentos. Sirve para identificar cuando o donde el valor es agregado y donde se tiene desperdicio a través de la trayectoria completa del producto.

Provee un medio para reconocer y comunicar fácilmente que está pasando, permitiendo a los miembros del equipo identificar más fácilmente las fuentes de la generación de desperdicio, así como también los medios para eliminarlo.

Definición de Value Stream Mapping (Mapeando la Cadena de Valor)

Value Stream son todas las acciones que agregan y no agregan valor, y que son requeridas para analizar un producto a través de las principales cadenas del proceso:

- El flujo de producción, desde materia prima hasta las manos del cliente.
- El flujo del diseño desde su concepto hasta realizarlo.

El flujo de la producción será estudiado, desde la demanda del cliente hasta la materia prima, el cual es el flujo que usualmente está relacionado con Manufactura Esbelta, precisamente el área donde los esfuerzos se realizan para implementar métodos de lean.

Value Stream Mapping es una herramienta que utiliza un lápiz y papel para ayudar a ver y entender el flujo del material y la información del producto a través de la cadena de valor.

Es simplemente seguir el camino de la producción de un producto desde el cliente hasta el proveedor, y cuidadosamente dibujar una representación visual de cada proceso, el flujo de materiales y su información, más tarde aparecerán algunas preguntas claves que ayudarán a dibujar el mapa del estado futuro de cómo el valor deberá de fluir.

Value Stream Mapping es una herramienta cualitativa que describe en detalles como la compañía debe de operar con el propósito de crear valor. Value Stream Mapping ayuda a ver y a enfocarse en el flujo con una visión de un ideal o al menos una mejora para el estado futuro.

Cadena de información y materiales

Adentro del flujo de producción, el movimiento del material a través de la planta es el flujo que usualmente se nos viene a la mente. Pero existe otro flujo, que es el flujo de la información, el cual se encarga de determinar que hacer en cada proceso, y se le da la misma importancia que al flujo de materiales.

Value Stream Manager

Considere que el dibujar el value stream de cada familia de producto requiere atravesar los límites organizacionales de la compañía. Y como las compañías tienden a ser organizadas por funciones y departamentos, entonces nadie es responsable por la perspectiva de la cadena de valor.

De tal modo que para evitar que nadie tome esta función, se requiere una persona para entender la cadena de valor de una familia de producto así como sus posibilidades de mejora. Esta persona es llamada Value Stream Manager y algunas de sus funciones son:

- El reporta a la alta dirección
- El es una persona fuera del staff
- El dirige la creación del estado presente y futuro del value stream mapping y el plan de implementación para pasar del estado presente al futuro.
- Supervisa todos los aspectos de la implementación
- Cada día está presente en el lugar de la implementación
- El hace de la implementación su principal prioridad

- El mantiene y actualiza periódicamente el plan de implementación

El equipo encargado del mapeo e implementación del estado futuro de la cadena de valor necesita ser dirigido por una persona capaz de ver a través de los límites de la organización en la cual el valor de los productos fluyen.

Las mejoras de la cadena de valor (Kaizen flow), es manejado por kaizen. El Kaizen flor supone el cumplimiento de un kaikaku (cambio radical inicial).

2.16 Kaizen (Mejora continua)

Mejora es una actividad que entrelaza a todos los métricos u objetivos que se tengan en una empresa tales como calidad, costo, entregas, seguridad, eficiencia, etc.

Kaizen se define como la mejora continua incremental de una actividad para crear más valor con menos desperdicio. Es un ciclo in-interrumpido, el cual permite identificar las áreas de mejora.

Lean manufacturing busca cumplir con el principio de la perfección, la cual va ligada con kaizen ya que a medida que las organizaciones empiezan a identificar la cadena de valor, a hacer flujo de valor para sus productos constantemente, se cae en que no hay fin para el proceso de mejora continua, con el cual se logra reducir esfuerzos, tiempos, espacios, costos, errores, etc.

Esto hace que se alcance cada vez mas la perfección que es el principio final del lean thinking.

Kaizen es generalmente practicada como una serie de actividades continuas donde los desperdicios son identificados mediante observación y pasar tiempo real en el piso de producción, eliminándolos uno a uno con el mínimo costo posible.

Esto puede ser logrado mediante trabajo en equipo entre los trabajadores y los gerentes utilizando su experiencia y habilidades para incrementar eficiencias de manera constante.

Kaizen normalmente hace énfasis en operaciones de trabajo manual mas que en las capacidades de los equipos.

Kaizen puede ser aplicado a través de grupos de trabajo, sistemas de sugerencias y otros.

2.17 Operaciones estándar

Las operaciones estándar sirven para varias funciones útiles. Los trabajadores pueden apoyarse en ellas para elevar la productividad, los mandos intermedios pueden usarlas como base para gestionar su proceso y los grupos de actividades de mejora pueden usarlas como fundamento.

Es la combinación eficiente de gente, máquinas y materiales requerida para lograr producir de tal manera que se minimicen los desperdicios.

Los tres elementos básicos de las operaciones estándar son:

1. Takt time y tiempo de ciclo
2. Secuencia de trabajo estándar
3. Proceso de trabajo estándar (stock estándar en mano)

Una vez establecidas, las operaciones estándar no deben dejarse permanecer en forma complaciente. Debe siempre tenerse la necesidad de mejorarlos mediante su revisión una y otra vez, esto es el concepto de la mejora continua.

Un ejemplo de operación estándar son las instrucciones de trabajo o procedimientos de trabajo que se utilizan en cada estación u operación de un área de producción y con la cual los trabajadores pueden ejecutar su trabajo de la misma manera siempre.

2.18 Criterios de calidad

Son ayudas visuales que sirven de apoyo para los trabajadores de un área de producción tengan la capacidad de detectar aquellas situaciones anormales que causan problemas no solo de calidad, sino cualquier tipo de anormalidades no establecidas y que generan desperdicio.

Los criterios de calidad es un medio visual para lograr que todas las personas puedan percibir la misma información y que puedan interpretarla bajo criterios y reglas estandarizadas.

2.19 Pizarrones de producción

Es una herramienta que sirve como control visual, así como también sirve para comunicar a los trabajadores de la línea de producción las tendencias de los métricos de la línea de manera gráfica y/o con fotos, de las metas del área.

Hay también tableros electrónicos que dan información del avance del programa comparando la producción que se lleva contra lo que se debería llevar de acuerdo a la meta del día o del turno.

2.20 5 Whys

The Five Whys (5 Porqué) es el método de análisis para encontrar la causa raíz preguntándose PORQUE? Al menos 5 veces, y el pionero en la implementación de esta herramienta fue Taichi Ohno, el cual la implementó con los operadores del piso de producción involucrándolos en actividades de mejora.

Ohno instruyó y retó a su gente para hacerse las preguntas e ignorar sus tradicionales conceptos de respuesta…….de tal manera que cuando el quinto

porqué fuera contestado, su gente fuera capaz de preguntarse a sí mismos "cómo cambiarías esto para mejorarlo".

Ohno creía fuertemente en los operadores del piso de producción, y a menudo asignaba a sus ingenieros la tarea de "mirar las cosas hasta que las puedan ver".

Los 5 porque, típicamente se refiere a la práctica de preguntarse, 5 veces, porqué tal falla ha ocurrido con la idea de obtener la (s) causa (s) raíz del problema.

Puede haber más de una causa para un problema también. En una organización, generalmente el análisis de la causa raíz es manejado por un equipo de personas relacionadas con el problema. No se requiere de alguna técnica en especial.

Los 5 porqués es una técnica usada también en Seis Sigma, usada en la fase de Análisis en la metodología del DMAIC.

Si nos hacemos repetidamente la pregunta porqué, a menudo encontraremos que se necesitará hacer la pregunta tal vez menos o más de 5 veces antes de encontrar la solución o respuesta relacionada con un problema.

Beneficios de los 5 Porques

- Ayuda a identificar la causa raíz de un problema
- Determina las relaciones entre diferentes causa raíz y un problema
- Es una de las herramientas más fáciles de usar sin necesidad de un análisis estadísticos

Cuándo la herramienta de los 5 porques es de mayor utilidad?

- Cuando los problemas involucran factores o interacciones humanas
- En el día a día de la vida laborar, puede ser usado con o sin un proyecto de Seis Sigma

Cómo ejecutar los 5 porques?

1. Escriba el problema específico. Escribiendo el problema ayuda a formalizarlo y describirlo completamente. También ayuda al equipo a enfocarse en el mismo problema.
2. Pregunte porqué el problema está pasando y escriba la respuesta debajo del problema.
3. Si la respuesta no identifica la causa raíz del problema que se escribió en el paso 1, pregunte porqué nuevamente y escriba esa respuesta abajo.
4. Vuelva al inicio del punto 3 hasta que el equipo esté de acuerdo que la causa raíz del problema ha sido identificado. Nuevamente, esto debe tomar talvez menos o más veces de 5 porques.

Los 5 porque y el diagrama de pescado

Los 5 porque pueden usarse individualmente o como parte del diagrama de pescado (también conocido como diagrama causa efecto de Ishikawa) El diagrama de pescado ayuda para explorar todas las causas potenciales que ocasionan una falla o defecto.

Una vez que todas las entradas son establecidas en el diagrama de pescado, puedes usar la técnica de 5 porque para llegar a la causa raíz.

2.21 Automatización

En un contexto industrial se puede definir la automatización como una tecnología que está relacionada con el empleo de sistemas mecánicos-eléctricos-electrónicos para la operación y control de la producción.

Hay tres clases de automatización industrial:

- Automatización fija
- Automatización programable
- Automatización flexible

La automatización fija.- Se utiliza cuando el volumen de producción es muy alto, y por tanto se puede justificar económicamente el alto costo del diseño de equipo especializado para procesar el producto, con un rendimiento alto y tasas de producción elevadas. Además de esto, otro inconveniente de la automatización fija es su ciclo de vida que va de acuerdo a la vigencia del producto en el mercado.

La automatización programable.- Se emplea cuando el volumen de producción es relativamente bajo y hay una diversidad de producción a obtener. En este caso el equipo de producción es diseñado para adaptarse a las variaciones de configuración del producto; ésta adaptación se realiza por medio de un programa (Software).

La robótica coincide estrechamente con la automatización programable.

La automatización flexible.- Es más adecuada para un rango de producción medio. Estos sistemas flexibles poseen características de la automatización fija y de la automatización programada.

Los sistemas flexibles suelen estar constituidos por una serie de estaciones de trabajo interconectadas entre sí por sistemas de almacenamiento y manipulación de materiales, controlados en su conjunto por una computadora.

Ventajas de la automatización:

- Se minimiza el riesgo por parte de los trabajadores de sufrir accidentes
- Se incrementa la productividad al ahorrar mano de obra
- Se minimizan los errores humanos y de calidad

Sin embargo cuando una empresa esté pensando en automatizar el proceso de producción, debe estudiar con cuidado todas alternativas previas a tomar la decisión de automatizar, ya que pudiera resultar contraproducente el tomar esta decisión sino se analiza bien la línea o área de producción.

Debe cuidarse el equilibrio en capacidades cuando se introduce una estación automática en una línea manual o semiautomática.

Por ejemplo, supongamos que hay un plan que sugiere que se instale un mecanismo de control eléctrico, que cuesta $500 y que con esto se puede reducir en uno el número de trabajadores.

Esto representa un considerable ahorro para la empresa, y parece una buena idea. ¿Pero es realmente necesario tal mecanismo?

Por ejemplo con un examen más estricto, vemos que cambiando la secuencia del proceso puede retirarse una persona de ese proceso en partícula.

Por lo tanto los $500 serían realmente un desperdicio, se trataría de un plan prematuro y sin haber sido analizado en detalle.

En todo caso, se debe seleccionar un plan que pueda ahorrar más que lo que pueden hacer otros planes como se menciona anteriormente para que el automatizar sea justificable.

A menudo, sin pensarlo mucho, las empresas seleccionan automatizar, no conscientes del error que acabamos de mencionar.

2.22 Reingeniería

Las corporaciones existentes se pueden reinventar a si mismas. Las técnicas que pueden emplear para ello las denominamos reingeniería de negocios.

La reingeniería de negocios significa volver a empezar, arrancando de cero. Significa olvidarse de cómo se realizaba el trabajo en la época del mercado masivo y decidir cómo se puede hacer mejor ahora. En la reingeniería de negocios los viejos títulos y formas organizacionales (departamentos, divisiones, grupos, etc.) dejan de tener importancia.

Lo que importa en la reingeniería es cómo queremos organizar hoy el trabajo, dadas las exigencias de los mercados actuales y el potencial de las tecnologías actuales.

La reingeniería de negocios no pretende modificar el comportamiento de los trabajadores o de los gerentes. Por el contrario, aprovecha sus disposiciones naturales y da rienda suelta a su ingeniosidad.

Reingeniería: El camino del cambio

Reingeniería es la revisión fundamental y el rediseño radical de procesos para alcanzar mejoras espectaculares en medidas críticas y contemporáneas de rendimiento, tales como costos, calidad, servicio y rapidez.

Esta definición contiene cuatro palabras claves:

- **Fundamental**

Al emprender la reingeniería de su negocio, debe hacerse las preguntas más básicas sobre su compañía y sobre como funciona. ¿Por qué hacemos lo que estamos haciendo? ¿Y porqué lo hacemos en esa forma? Hacerse estas preguntas lo obliga a uno a examinar las reglas tácticas y los supuestos en que descansa el manejo de sus negocios. A menudo esas reglas resultan anticuadas, equivocadas o inapropiadas.

La reingeniería determina primero qué debe hacer una compañía, luego cómo debe hacerlo. No da nada por sentado.

- **Radical**

Rediseñar radicalmente significa llegar hasta la raíz de las cosas. Descartar todas las estructuras y los procedimientos existentes e inventar maneras enteramente nuevas de realizar el trabajo. Rediseñar es reinventar el negocio, no mejorarlo o modificarlo.

- **Espectacular**

La reingeniería no es cuestión de hacer mejoras marginales o incrementales sino de dar saltos gigantescos en rendimiento.

Existen tres tipos de compañías que emprenden la reingeniería:

1. Las que están en graves dificultades. Estas no tienen mas remedio y tienen que hacer un cambio radical.
2. Las que todavía no están en dificultades, pero cuya administración tiene la previsión de detectar que se avecinan problemas.
3. Las que están en óptimas condiciones. No tienen dificultades visibles pero su administración tiene aspiraciones y energía. Ejemplo Wal-Mart.

- **Procesos**

Es la más importante de las cuatro, pero también es la que más trabajo les da a los gerentes corporativos. Muchas personas de negocios no están orientadas a los procesos, sino que están enfocadas a tareas, en oficios, en personas, en estructuras, pero no en procesos.

Definamos un proceso de negocios como un conjunto de actividades que recibe uno o más insumos y crea un producto de valor para el cliente.

Iniciación de la reingeniería

Hacer que la gente acepte la idea de un cambio radical en su vida de trabajo, en su empleo, no es una guerra que se gane en una sola batalla. Es una campaña educativa y de comunicaciones que acompaña a la reingeniería desde el principio hasta el fin.

Es un trabajo de persuasión que comienza con la convicción de que es necesario rediseñar, y no termina hasta que los procesos rediseñados estén ya funcionando.

Las compañías que han tenido el mayor éxito en persuadir a sus empleados son las que han desarrollado mensajes claros sobre la necesidad de rediseñar. Los altos administradores de estas compañías han hecho el mejor trabajo de formular y exponer dos mensajes claves que tienen que comunicarle al personal que trabajo en sus organizaciones.

El primero de ellos es: Aquí es donde estamos y ésta es la razón por la cual la compañía no puede quedarse donde está.

El segundo es: Aquí es a donde tenemos que llegar como compañía.

No hay necesidad de que una compañía se halle al borde de la quiebra para que presente un alegato convincente a favor de la reingeniería.

Tal organización puede sostener que si no rediseña, se verá en dificultades, que ella no es tan buena como el mercado exigirá que sea, o que no es tan buena como ha resuelto y quiere ser.

2.23 Multihabilidades

Es la técnica en la cual los trabajadores son entrenados y capacitados de tal manera que sean capaces de operar y mantener diferentes tipos de equipos de producción.

Un buen entrenamiento de los trabajadores, también repercutirá de manera positiva en la eficiencia de la línea de producción, así como también en la calidad de los productos que se fabriquen en la misma.

2.24 Videograbación y cronometraje

Técnicas utilizadas para medir los tiempos de operaciones de trabajo con el fin de detectar áreas de oportunidad en tiempos de ciclo, cambios rápidos de herramientas o tipo (SMED), etc.

La video-grabación brinda la oportunidad de observar detenidamente y las veces que sea necesario un proceso en particular, y buscar en equipo o de manera individual las áreas a mejorar.

2.25 Cultura Laboral

La cultura laboral es algo que se logra a través del tiempo mediante una constante comunicación, retroalimentación y motivación de los trabajadores de una empresa.

Para esto es importante que la Gerencia esté 100% involucrada con todos los aspectos que tengan que ver con la implementación de nuevas técnicas y métodos de trabajo, con el fin de que toda la gente sienta que lo que se pretende implementar es realmente algo importante y de valor tanto para la compañía como para ellos mismos.

Una buena cultura laboral es la base del éxito de toda empresa que quiera emprender nuevos retos encaminados hacia la mejora continua y lograr ser mas productivos y competitivos.

2.26 Ergonomía

Es el campo de conocimientos multidisciplinarios que estudia las características, necesidades, capacidades, habilidades de los seres humanos, analizando aquellos aspectos que afectan el diseño de sus productos o de proceso de producción.

En todas las aplicaciones su objetivo es común: se trata de adaptar los productos, las tareas, las herramientas, los espacios, y el entorno en general a la capacidad y necesidades de las personas, de manera que mejore la eficiencia, la seguridad y el bienestar de los consumidores, usuarios o trabajadores (Instituto de Biomecánica de Valencia 1998).

La ergonomía es:

- Diseñar trabajos para adecuarse a las capacidades humanas
- Diseñar trabajos tomando en cuenta al trabajador
- Mejorar la comodidad para el trabajador
- Adecuar el trabajo al trabajador en lugar de adecuar el trabajador al trabajo.

La ergonomía incluye:

- Diseño del lugar de trabajo
- Diseño del equipo
- Educación / capacitación

- Sistemas de trabajo
- Estaciones de trabajo en la oficina
- Ritmo de trabajo, ciclos de trabajo y descanso
- Iluminación, calor, frío
- Regresar a trabajar
- Horario de trabajo
- Manipulación manual del material

La ergonomía NO es:

- Quitar todo el esfuerzo del trabajo
- Siempre 100% eficaz
- Diseñar para que la gente se haga perezosa

Para que usar la ergonomía?:

- Para prevenir y controlar los trastornos músculo-esqueléticos
    1. Para reducir el número de casos relacionados con el trabajo
    2. Para reducir cualquier costo directo y oculto relacionado con estos casos
- Para consideraciones de productividad
    1. Para reducir los esfuerzos innecesarios, y por tanto reducir la fatiga
    2. Para permitir que el trabajador esté más tiempo realizando trabajo productivo
- Para evitar errores y defectos
    1. Para permitir menos oportunidad de error o introducción de defectos provocados por el empleado
    2. Para mejorar la identificación de defectos

2.27 Seis Sigma

Origen

Esta filosofía se inicia en los años 80's como una estrategia de negocios y de mejoramiento de la calidad, introducida por Motorola, la cual ha sido ampliamente difundida y adoptada por otras empresas de clase mundial, tales como: G.E., Allied Signal, Sony, Polaroid, Dow Chemical, FeDex, Dupont, NASA, Lockheed, Bombardier, Toshiba, J&J, Ford, ABB, Black & Decker, etc.

Su aplicación requiere del uso intensivo de herramientas y metodologías estadísticas (en su mayoría) para eliminar la variabilidad de los procesos y producir los resultados esperados, con el mínimo posible de defectos, bajos costos y máxima satisfacción del cliente. Esto contrasta con la forma tradicional de asegurar la calidad, al inspeccionar post-mortem y tratar de corregir los defectos, una vez producidos.

Seis Sigma

Seis Sigma, es una filosofía de trabajo y una estrategia de negocios, la cual se basa en el enfoque hacia el cliente, en un manejo eficiente de los datos, metodologías y diseños robustos, que permite eliminar la variabilidad en los procesos y alcanzar un nivel de defectos menor o igual a 3,4 defectos por millón.

Adicionalmente, otros efectos obtenidos son: reducción de los tiempos de ciclo, reducción de los costos, alta satisfacción de los clientes y más importante aún, efectos dramáticos en el desempeño financiero de la organización.

Características principales de Seis Sigma

- Una filosofía empleada por las Empresas para mejorar la satisfacción del Cliente
- Una metodología para eliminación de la variación de los procesos mediante control estadístico
- 3.4 Defectos por millón de oportunidades
- entre otras

¿Porqué utilizar la metodología Seis Sigma?

- Satisfacción del Cliente
- Los Clientes demandan mejor calidad
- Reducción de costos
- Un gran número de Compañías (Motorota, Allied Signal, GE) han tenido mejoras dramáticas en niveles de calidad, satisfacción de cliente, costos y productividad mediante Seis Sigma
- Provee una ventaja competitiva ante las demás empresas

Seis Sigma está soportada por tres grandes columnas:

1. Enfoque en el Cliente, para asegurar que todas las salidas (del proceso) satisfagan los requerimientos y expectativas del cliente.
2. Basada en Datos, para poder identificar las entradas (al proceso), los procesos y áreas de mejora.
3. Y finalmente, se apoya en una Metodología Robusta y Sistemática, para poder definir, medir, analizar, mejorar y controlar los procesos y así maximizar la productividad del negocio, al tiempo de satisfacer las expectativas del cliente.

Elementos clave de Seis Sigma

Los elementos clave que soportan la filosofía Seis Sigma y que aseguran una adecuada aplicación de las herramientas, así como el éxito de esta iniciativa como estrategia de negocios, son los siguientes:

- Identificación de los elementos **Críticos para la Calidad (CTQ),** de los clientes ***Externos***.
- Identificación de los elementos **Críticos para la Calidad (CTQ),** de los clientes ***Internos***.
- Realización de los análisis de los modos y efectos de las fallas **(FMEA).**
- Utilización del **Diseño de Experimentos (DoE),** para la identificación de las variables críticas.
- Hacer **Benchmarking** permanente y establecer los objetivos a alcanzar, sin ambigüedades.

¿Cuánto tiempo toma implantar Seis Sigma?

Depende del tipo de organización y del nivel al cual se dirija la iniciativa. Generalmente un proceso de este tipo puede tomar en promedio unos tres a cinco años, pero si se inicia en una división de negocios en particular y se enfoca adecuadamente, en unos seis a nueve meses se puede comenzar a experimentar los primeros resultados, una vez completadas las primeras fases de Medición y Análisis.

¿Cuánto cuesta implantar Seis Sigma?

Depende de la organización y del nivel al cual se quiera aplicar. Lo más importante es una vez tomada la decisión de ir con esta estrategia, asignar un presupuesto exclusivo para la iniciativa y tomar en cuenta lo siguiente: costo

directo de los individuos dedicados al 100 % a Seis Sigma; costo indirecto por el tiempo utilizado por los ejecutivos, gerentes, miembros de equipos y otros dedicados parcialmente a estas actividades; costo de entrenamiento y consultoría y finalmente los costos de implementación de las mejoras y nuevas soluciones a aplicar.

La experiencia indica que en promedio cada proyecto Seis Sigma puede generar retornos o ahorros entre 150.000 a 175.000 dólares, con muchos casos en donde se alcanzan 230.000 dólares por proyecto.

¿Cuántos expertos se deben entrenar?

No existe una regla genérica al respecto, pero la experiencia de algunas organizaciones exitosas con los principales roles, es la siguiente: un Champion por Unidad de Negocios o Sitio de Manufactura; un Master Black Belt por cada 30 Black Belts o por cada 1.000 empleados; un Black Belt por cada 100 empleados para Industrias y uno por cada 50 empleados para Comercio; y finalmente, un Green Belt por cada 20 empleados.

¿Cuánto entrenamiento deben recibir?

Existen variantes de acuerdo al tipo y tamaño de la organización, pero en promedio el entrenamiento requerido para los principales roles, es el siguiente: de 24 a 40 horas para los Champions; de 240 a 400 horas para los Master Black Belts; de 160 a 240 horas para los Black Belts; y finalmente, de 48 a 120 horas para los Green Belts.

¿Quienes pueden ser entrenados?

Por lo general, cada rol requiere de un conjunto de habilidades, destrezas y experiencias adecuadas al tipo de actividad y responsabilidad a manejar: Alta Gerencia y Ejecutivos familiarizados con las herramientas estadísticas, como

Champions; Gerentes o Jefes con grados técnicos y dominio de las herramientas estadísticas básicas y avanzadas, como Master Black Belts; Ingenieros, técnicos o personal con cinco o más años de experiencia, con dominio de las herramientas estadísticas básicas, como Black Belts; y finalmente, personal técnico o de soporte del área involucrada, con conocimientos básicos de las herramientas estadísticas, como Green Belts.

¿Cómo se puede definir Seis Sigma, en forma sencilla?

Seis Sigma se puede definir como soportada por tres grandes columnas: Enfoque en el Cliente, para asegurar que todas las salidas (del proceso) satisfagan los requerimientos y expectativas del cliente; basada en Datos, para poder identificar las entradas (al proceso), los procesos y áreas de mejora; y finalmente, se apoya en una Metodología Robusta y Sistemática, para poder definir, medir, analizar, mejorar y controlar los procesos y así maximizar la productividad del negocio, al tiempo de satisfacer las expectativas del cliente.

¿Cuál es la diferencia entre DMAIC y DMADV?

La metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Control) se utiliza cuando un proceso o producto existente no satisface los requerimientos del cliente o tiene un pobre desempeño. Por otro lado, la metodología DMADV (Definir, Medir, Analizar, Diseñar, Verificar) se utiliza cuando el producto o proceso no existe y requiere ser desarrollado o uno existente (con pobre desempeño)debe ser rediseñado en su totalidad.

CAPITULO III. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

3.1 Etapas de la metodología a seguir para el objetivo

Para alcanzar los objetivos establecidos en este trabajo de investigación, fue necesaria la realización de las actividades que se presentan a continuación:

3.1.1 Revisión bibliográfica:

En la primera etapa de la tesis, fue necesaria la recopilación de información de diferentes metodologías y herramientas de manufactura, para lo cual se consultaron libros, tesis, bibliografía de diplomados y revistas.

A continuación se presentan las metodologías y herramientas investigadas, así como una correlación con cada una de las M:

NUMERO	HERRAMIENTA	MANO DE OBRA	MAQUINAS	MATERIALES
1	Kanban	X		X
2	SMED		X	
3	Pokayoke			X
4	5 S	X	X	X
5	Control Visual	X	X	X
6	Andón	X	X	
7	Pizarrones de producción	X	X	
8	Automatización	X	X	X
9	Criterios de calidad	X		X
10	Ergonomía	X		
11	TPM		X	
12	Takt time		X	
13	Value stream mapping	X	X	X
14	5 Whys	X	X	X
15	Reingeniería	X	X	X
16	Mejora Continua	X	X	X

17	JIT	X	X	X
18	6 Sigma	X	X	X
19	Lean thinking	X	X	X
20	Jidoka	X	X	
21	7 muda	X	X	X
22	Tiempo de ciclo		X	
23	Operaciones estándar	X		
24	Trabajadores con multihabilidades	X	X	X
25	Videograbación	X	X	
26	Cronometraje	X	X	
27	Cultura laboral	X	X	X

3.1.2 Análisis de la bibliografía consultada:

Una vez recopilada, se analizó la información de la bibliografía, con el fin de detectar las diferentes metodologías y herramientas de manufactura que puedan aplicar y contribuir a la mejora de la eficiencia de cada una de las 3M (Mano de obra, Maquinas y Materiales) y así ir formando parte de cada uno de los modelos de las M y del modelo en general.

3.1.3 Crear modelo de mejora de productividad de las 3M:

Se definirán tres modelos, uno para cada M, para ser integrados después en uno solo.

Modelo1.	Mano de obra
Modelo2.	Maquinas
Modelo3.	Materiales
Modelo General.	Mano de obra / Maquinas / Materiales

Una vez realizados cada uno de los modelos específicos de cada una de las M, se procederá a la integración de ellos para así obtener un modelo

general que ayude a la mejora de la productividad de una línea de producción.

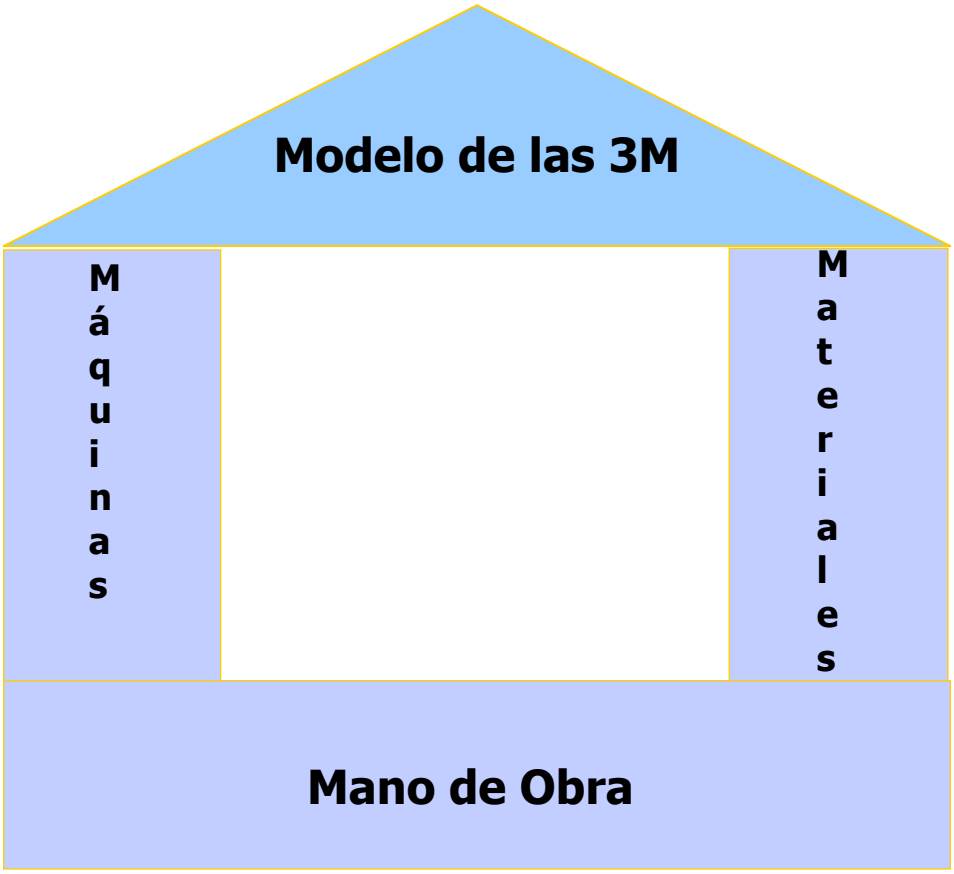
3.1.4 Dar a conocer y validar el modelo de mejora de la productividad:

Se realizará un diagnóstico en algunas empresas de manufactura de la localidad, apoyado con las herramientas de manufactura investigadas y propuestas en el modelo de mejora de productividad 3M, con la finalidad de obtener retroalimentación del modelo, y su grado de aplicabilidad.
Esta retroalimentación servirá para enriquecer el modelo y validarlo desde el punto de vista de su uso en campo directamente en las áreas de producción o manufactura de cualquier empresa no importando el giro de la misma.

3.2 Esquema que representa las 3M (Mano de obra, Máquinas y Materiales)

Las 3M (Mano de obra, Máquinas y Materiales) representan el pilar de cualquier línea o área de producción, resulta difícil lograr el éxito en la implementación de alguna metodología o herramienta de manufactura si una de ellas no interactúa de manera eficiente con las otras dos.

El siguiente esquema muestra de manera gráfica como la mano de obra es el cimiento que soporta la contribución de las máquinas y de los materiales, lo que produce el modelo conjunto que es base de la productividad de una línea de producción:



Del esquema anterior podemos mencionar lo siguiente:

3.2.1 Mano de obra:

De las 3M, la Mano de obra es el pilar en el cual se sostienen las otras dos M, ya que es la que se ve involucrada directamente con las tres.

Se refiere a las personas que laboran en las estaciones de trabajo de una línea o área de producción y que en un momento dado interactúan con el producto, incluyendo a los operadores de máquinas, inspectores de calidad, personal de mantenimiento y supervisores del área.

3.2.2 Máquinas:

Se refiere a las máquinas que conforman la línea, celda o área de producción. No se refiere a equipo para transporte, de oficina, de almacenes, etc.

Las máquinas forman parte importante de un área de producción puesto que las máquinas contribuyen directamente a la transformación a los materiales.

Es muy importante cuidar las máquinas en su operación ya que sin el cuidado correcto, se corre el riesgo de altos tiempos muertos y fallas de calidad en el producto.

La interacción de una máquina con la gente es básica para su buen funcionamiento para obtener el producto con la calidad requerida.

3.2.3 Materiales:

Los materiales son utilizados desde la primera estación de trabajo hasta la última. El flujo de los materiales debe ser tal que no haya acumulaciones de materiales o piezas entre cada estación de trabajo.

Los materiales son los que fluyen por cada una de las estaciones de trabajo en las cuales hay gente y máquinas, hasta transformarse en un producto final que llegará a las manos del cliente.

El cuidado que se tenga en su manejo tanto por la gente como por las maquinas para evitar su desperdicio como consecuencia del proceso, así como el tiempo que permanezca el material en la línea de producción, tendrá mucho peso en el resultado de la operación.

Lo que se busca es lograr el mayor número de productos buenos al final de la línea de producción en el menor tiempo posible.

CAPITULO IV. MODELO 1 MANO DE OBRA

En los capítulos IV, V y VI, se muestran las técnicas aplicables para la mejora de la eficiencia de cada una de las 3M, así como sugerencias para su implementación en el piso de producción.

4.1 Descripción de la 1ª M (Mano de obra)

La mayoría de nosotros podemos estar de acuerdo en que si logramos mejorar las habilidades de la gente, todo será mejor en el piso de producción.

Mejorando las habilidades de la gente, deberá haber menos problemas a resolver; los problemas serán atacados de raíz, y una información adecuada a través de la gente hace posible hacer las cosas más rápido.

La técnica del sistema Toyota implica multi-habilidades, además, autocontrol, es decir, un cambio sustancial en la habilidad de los operarios para beneficiar el producto y costo.

La gente es el recurso más importante de cualquier Empresa, así como también lo es para una línea de producción. De las 3M, la Mano de obra es el pilar en el cual se sostienen las otras dos M, ya que es la que se ve involucrada directamente con las tres.

Para este trabajo de investigación nos referiremos a la Mano de obra, como las personas que están laborando directamente en una línea de producción e interactuando con las máquinas y materiales que allí se procesan.

Las personas que normalmente interactúan en una línea de producción son: los operadores de producción, supervisores, inspectores de calidad, personal de

mantenimiento, principalmente, más sin embargo esto pudiera variar dependiendo de cada Empresa de acuerdo a su estructura organizacional.

Con la elaboración de este modelo 1, se pretende plasmar las diferentes técnicas o herramientas de manufactura con las cuales la gente debe o puede interactuar en una línea de producción y que puedan aportar valor para que la eficiencia de la mano de obra se incremente.

Para esto es importante enfocarse en la disminución de toda clase de desperdicios que puedan llevar a la utilización de más mano de obra de la necesaria:

- Procesamientos inadecuados,
- Movimiento innecesario,
- Esperas,
- Defectos y errores,
- Sobreproducción,
- etc.

4.2 Técnicas propuestas para la mejora de la mano de obra

El punto crítico de partida para la M (Mano de obra), así como también para las otras dos M, es el crear Valor, el cual a su vez es la base del pensamiento esbelto (Lean Thinking).

A continuación se presentan las diferentes técnicas o herramientas de manufactura propuestas para este modelo 1, así como una breve explicación sobre como llevarlas a cabo en el piso de producción.

4.2.1 Comunicación y Retroalimentación con los operarios

En muchas organizaciones tradicionales, el supervisor en el piso de trabajo no dedica ni siquiera 5 min. En juntas diarias con su personal a cargo al principio o fin del turno.

Es importante informar a los operarios sobre lo que acontece en la línea de producción, ya sea, introducción de nuevos productos, nuevos procesos, cambios de ingeniería, de tal manera que ellos puedan estar más preparados o contribuir con sus ideas.

Desde el punto de vista de los operarios, si la comunicación con los supervisores es limitada, entonces esto puede afectar la retroalimentación de los mismos para con sus superiores, cuando una **máquina empiece a hacer ruidos** extraños, vibrar o consumir mas aceite que el normal, si los **defectos** empiezan a aparecer, o si **una idea interesante** les viene a su mente, no habrá oportunidad para aprovechar su comentario u opinión (ver punto 4.2.2 a TPM como herramienta de trabajo para mejorar la comunicación y evitar que esto suceda).

Todo supervisor y/o Gerente de área debe tener muy en cuenta y saber detectar la actitud con la que los operarios están desempeñando su función, y no hay otra herramienta más que el tener una comunicación estrecha y saludable con los trabajadores de la línea para poder evitar que dicha actitud repercuta de forma negativa en el resto de los trabajadores y en contra de los objetivos de la empresa.

Por lo tanto, **se sugiere como herramienta de trabajo, que el supervisor tenga una junta diaria de no más de 5 min.**, ya sea al inicio o al final del turno en la cual se comuniquen los resultados que se obtuvieron el día anterior y que esperan del día actual, enfatizando en las metas y objetivos de la línea de producción.

Es importante mencionar que lo ideal en una linea de produccion seria trabajar sin supervisores, es decir, lograr una cultura y autocontrol en los

trabajadores de tal manera de que cada uno sea su propio supervisor, que sean capacez de inspeccionar su trabajo y materiales antes de pasarlo a la siguiente estacion de trabajo.

Otros aspectos importantes a los cuales el supervisor debe estar atento y trabajar con la gente son:

- Desarrollar claridad en las funciones.- Al cambiar las actividades y roles individuales y responsabilidades en el piso de trabajo, la gente se incomoda, si no fue informada con anticipación y claridad.

- Seguimiento y apoyo en el trabajo.- El compartir objetivos y metas, en que la gente participe en ideas y decisiones de mejoras.

- Desarrollar la orientación al cliente.- Viendo el siguiente proceso como un cliente, cada persona en la organización necesita saber la importancia de orientar su trabajo al cliente y encontrar formas para asegurar su satisfacción.

- Promover el involucramiento de todos.- Para cumplir el enfoque al cliente, necesitamos ver la creatividad de la gente y enfatizar en la satisfacción del cliente, lo que requiere que los roles y responsabilidades de la gente cambien.

- Incrementar la capacidad para solucionar problemas.- A mayor responsabilidad en cada individuo, y para poder lograr que la organización sea mas responsable hacia las demandas del cliente, la habilidad de solucionar problemas de cada individuo necesita actualizarse y mejorarse.

4.2.1 a TPM como herramienta de apoyo para mejorar la comunicación de los trabajadores

Al implementar el TPM en una línea de producción, y conforme las actividades del TPM empiezan a rendir resultados concretos (mejorando el entorno del trabajo, minimizando las averías, mejorando la calidad, reduciendo los tiempos de setup, etc.), los trabajadores se motivan, aumenta su integración en el trabajo, y proliferan las sugerencias de mejora. Las personas empiezan a pensar en el TPM como parte necesaria de su trabajo cotidiano.

El TPM ayuda a los operarios a entender su equipo y amplía la gama de tareas de mantenimiento que pueden practicar. Les da la oportunidad de hacer nuevos descubrimientos, adquirir conocimientos, refuerza la motivación, genera interés y preocupación por el equipo, y alimenta el deseo de mantener el equipo en óptimas condiciones.

4.2.1 b Motivación del personal

Dar retroalimentación a la gente sobre su desempeño provoca en la gente un sentido de importancia hacia su trabajo, debido a que se les mantiene al tanto de lo que está pasando en su área de producción y si su trabajo está siendo efectivo y productivo o no.

El otorgar reconocimientos a los trabajadores de manera continua es sumamente importante a manera de motivarlos por sus logros.

Existen diferentes maneras de incentivar a la gente para alcanzar las metas de su área de producción, por ejemplo:

- Bono de productividad (se sugiere poner una meta agresiva pero alcanzable)
- Sistema de sugerencias de mejora

- Reconocimientos mensuales tales como: bonos de despensa, artículos promocionales de la empresa, etc.
- Organizar convivencias donde se ofrezca, por ejemplo, comida para los trabajadores y se aproveche para tener interacción entre líderes y operarios en general..
- Entrega de diplomas o reconocimientos a las mejores áreas.
- Publicar fotografías de los equipos de trabajadores del mes
- Etc.

Para que estos planes de reconocimiento tengan mayor éxito, se sugiere dividir a los equipos de trabajo en turnos o bien por áreas, de tal manera que se fomente una competencia sana entre los equipos de trabajo por alcanzar las metas trazadas por la compañía.

4.2.2 Control Visual

Los sistemas de administración visual, son sistemas que buscan hacer visibles las condiciones de los elementos que componen los procesos productivos en los pisos de trabajo, de tal forma que estas puedan ser percibidas por cualquier persona en cualquier momento.

Algunos ejemplos de control visual que se sugieren son:

- 5 S
- Tarjetas de kanban
- Sistemas andón
- Pizarrones de control de producción
- Instrucciones de trabajo
- Ayudas visuales con criterios de calidad
- Control visual de equipos, accesorios y herramientas (señalización de niveles de presión y aceite, etc.)

4.2.2 a 5 S

A continuación se describe un ejemplo de cómo se puede implementar las 5 S en un área de producción:

Etapa 1 <u>Selección</u>

Propósito:

Eliminar todas las cosas que no sean necesarias, es decir, aquellas cosas que no se ocupen para la producción actualmente.

Pregúntese a usted mismo:

- ¿Qué es lo que se necesita?
- ¿Que es lo que no se necesita?
- ¿Qué se puede remover?
- ¿Qué podemos tirar?

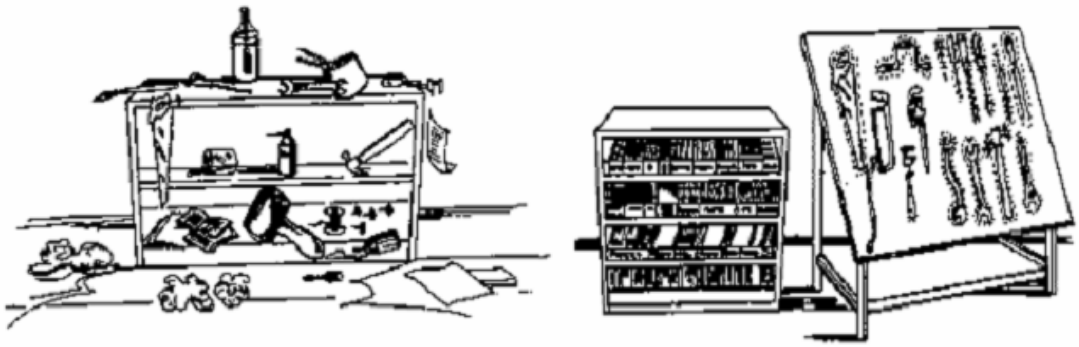
Etapa 2 <u>Organizar</u>

Organizar las cosas que quedaron, asignar un lugar para todo y almacenarlo. Hay que hacer que las cosas luzcan ordenadas y que de manera visual muestren el orden que hay en el área de producción.

Para esto clasifique las locaciones de las herramientas por frecuencia de uso:

Prioridad	Frecuencia de uso	Como ordenarlas
Baja	Menos de una vez por semana	Tirarlas!! u Almacenar en un lugar distante
Media	Una vez a la semana	Almacenar en algún lugar de la Fábrica
Alta	Una vez al día Una vez por taka time	Almacenar y mantener en el área de producción

ANTES DESPUES



¿Por qué es importante organizar?

- Para que cualquier persona en la línea de producción entienda la condición de la misma y determinar cuando existe una condición anormal o no.
- Para que cualquier persona pueda ayudar a mantener el sistema.
- Para coordinar mejor las actividades de la línea.
- Para proveer una base para la mejora continua.

Propósito:

Arreglar u ordenar las cosas de tal manera que puedan ser encontradas rápidamente por cualquier persona.

Cosas para tener en cuenta:

- Un mejor sistema, mejor organización, mejor hábito de trabajo
- Un lugar para cada cosa, y cada cosa en su lugar

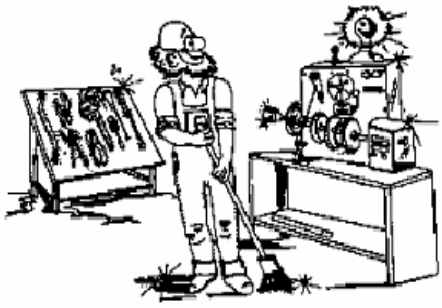
Etapa 3 **Limpieza**

Un lugar de trabajo limpio, entrelaza la calidad, seguridad y sentido de pertenencia.

Las irregularidades o mal-funciones pueden ser fácilmente detectados cuando las máquinas están limpias.

Repetir las rutinas de limpieza ofrecen la oportunidad de implementar mejoras para los procedimientos de limpieza los cuales repercutirán en la eficiencia.

ANTES DESPUES



Implementar un programa de limpieza regular en el área de producción y los equipos:

- Todos los trabajadores de la línea deben de compartir el trabajo de limpiar
- Listar el trabajo de limpieza, y hacer un programar diario y darlo a conocer
- Rotar el programa para compartir la carga de trabajo

WEEK 10	NAME	MACHINES	FLOORS	BENCHES	DRILL PRESS
	Johnson	√			
	Carter	√			
	Smith		√		
	Thomas			√	√
	Garcia				

Etapa 4 **<u>Estandarizar</u>**

Es importante estandarizar un método de limpieza y mantenimiento, si el lugar de trabajo no se ensuciara, no sería necesario limpiarlo.

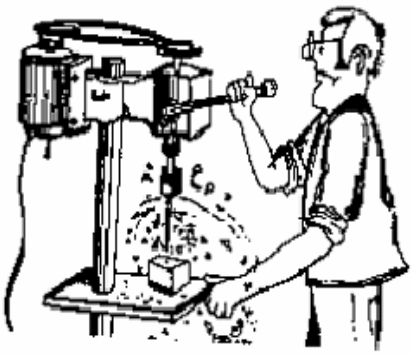
Propósito:

Mantener la selección, organización y limpieza. Y desarrollar contramedidas para prevenir y eliminar las fuentes de polvo, suciedad, fugas y derrames.

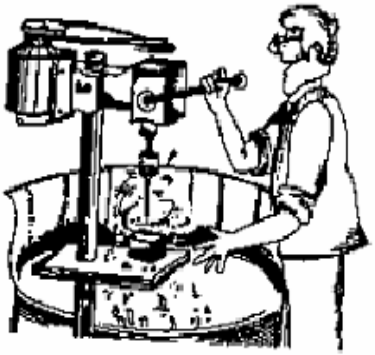
Objetivos:

- Crear y mantener un ambiente de trabajo seguro
- Estandarizar actividades de limpieza de tal manera que sean enfocadas y fácil de realizar

ANTES



DESPUES



Etapa 5 **<u>Capacitación y Disciplina</u>**

Responsabilidad del liderazgo

- La líderes a todos los niveles deben estar comprometidos para establecer y mantener el proceso de las 5 S.

- Antes de que los trabajadores dejen su lugar de trabajo, el líder de la línea debe asegurarse de que las estaciones de trabajo cumplan con los principios de las 5 S.

- El uso de check-list para monitorear las condiciones del área de trabajo, es una herramienta muy útil que los líderes de la línea pueden usar para ayudar a mantener el proceso de las 5 S.

- Los líderes deben de predicar con el ejemplo.

- Se sugiere realizar auditorias a las áreas de trabajo para asegurar que todo el esfuerzo realizado se mantenga con el tiempo.

Todo lo anterior debe de redituar en mantener el proceso de las 5 S, pero sobre todo en lograr que los trabajadores lo adopten como un hábito o cultura de trabajo diaria, de tal manera que sientan sentido de pertenencia por sus áreas de trabajo, tal como si fuera su propia casa.

Al implementar 5 S, es importante mostrar evidencias a la gente de cómo lucía antes algún lugar de trabajo y como quedó después de implementar 5 S, con el fin de evitar caer nuevamente en situaciones anormales.

Esto derivará en motivación para la gente para mantener el sistema de manera permanente y buscar mejorarlo.

Ejemplos:

ANTES DESPUES

ANTES

DESPU

4.2.2 b Tarjeta Kanban

Mediante esta tarjeta pueden encontrarse inmediatamente las anormalidades referentes al control del almacenaje, al procedimiento para manejar el trabajo en curso, el status del progreso, y las operaciones de transporte. A través de un tablero kanban pueden conocerse de una ojeada el tiempo de ciclo, el procedimiento de trabajo, el stock en mano estándar, la cantidad a transportar y otros elementos.

Para este modelo 1, se sugiere el uso de la tarjeta kanban desde el punto de vista de control visual, más adelante se hará referencia al kanban desde el punto de vista de control de inventarios en el modelo 3 de materiales.

En kanban, puede haber administración visual aun sin el uso de tarjetas, con la visión simplemente de los stocks entre procesos, o el de los

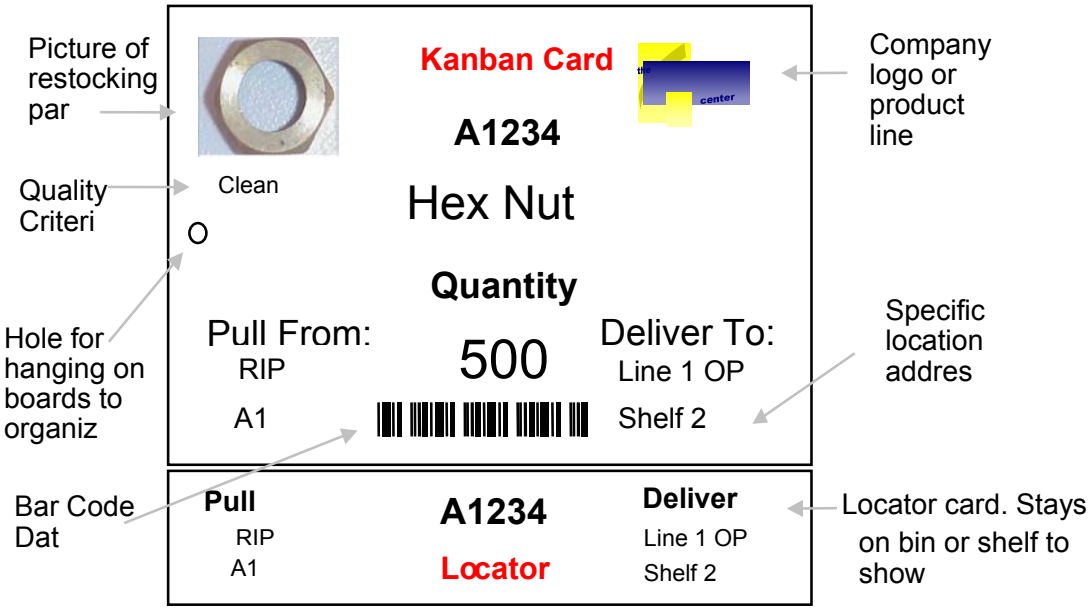
"supermercados" de la línea. El kanban controla la cantidad producida, más que la mano de obra utilizada.

Se parte de la base de un proceso estándar con un uso de mano de obra estándar que produce una calidad estándar.

Existen tres diferentes tipos de tarjetas kanban a saber: De producción, transportación y para solicitud a proveedores externos.

A continuación se muestra un ejemplo de tarjeta kanban la cual contiene información detallada y que puede servir como un control visual en el piso de producción.

Ejemplo de tarjeta kanban como ayuda de control visual:



Tarjeta de Kanban Detallada

4.2.2 c Sistemas Andón

Son luces de control ubicadas en las máquinas o en las líneas de producción para indicar el estado actual de la operación; utiliza el siguiente código y se combinan con alguna señal audible como alarma o en algunos casos música.

Verde: Operación normal
Amarillo: Mantenimiento preventivo o cambio de tipo
Rojo: Operación anormal

Un andón permite conocer de forma rápida las actividades de producción. El tablero andón funciona automáticamente o algún miembro del equipo puede avisar algún inconveniente (avería o retraso) en la línea o equipo que trabaja con este sistema de manera rápida.

También puede utilizarse para conocer:

- Estado actual de la calidad
- Eficiencia
- Seguridad
- Entrenamiento
- Puntualidad
- Etc.

Los sistemas andón se utilizan en muchas plantas en el mundo, entre ellas las de Toyota, tal como se menciona en los siguientes ejemplos reales:

Toyota Motor Manufacturing, Kentucky, Inc., Estados Unidos

Los miembros de la línea de producción son responsables por su propio trabajo y por el de sus compañeros como equipo. Cuando se detecta algún problema en los vehículos de la línea, cualquier miembro puede jalar el cordón de parada para detener la producción.

Una vez que el problema se resuelve se reestablece la línea, y se hace lo necesario para evitar que el problema se vuelva a repetir.

De esta forma, el control visual implica a cada miembro en el monitoreo y revisión de la calidad en cada producto producido: cada empleado es un "inspector de calidad".

Se busca que los empleados "no escondan sus errores o los defectos del equipo", sino que estén facultados para detectar fallas y corregirlas a través de las personas o sistemas establecidos para cada situación en particular.

Esto implica que los operadores deben ser capacitados para auto-controlarse.

Opel AG: The New Ruesselsheim Plant 2002, Alemania

Para implementar el principio de cero defectos, Opel AG implementó sistema andón en cada una de las estaciones de trabajo para prevenir el paso de partes defectuosas. De esta forma, en cada estación de trabajo se colocaron dos "cuerdas andón":

1. Si un empleado jala de la cuerda amarilla, se enciende una luz y se produce una señal acústica pidiendo la ayuda de otros miembros del equipo.
2. Si el empleado jala de la cuerda roja, se detiene la línea de producción hasta que el problema es resuelto.

4.2.2 d Pizarrones de control de producción

Esta es una herramienta que sirve como control visual, así como también sirve para comunicar a los trabajadores de la línea de producción las tendencias de los métricos de la línea de manera gráfica y/o con fotos, de las metas del área.

Hay también tableros electrónicos que dan información del avance del programa comparando la producción que se lleva contra lo que se debería llevar de acuerdo a la meta del día o del turno.

La información en los pizarrones se puede actualizar por parte del supervisor de la línea o bien por los mismos trabajadores de la línea a manera de que se vayan involucrando y comprometiendo más con la meta del turno hora por hora.

Esta información puede actualizarse a mano o también electrónicamente, según sea el caso.

Mediante estos pizarrones todos en la línea pueden entender el desempeño de su equipo de trabajo.

Puede darse el caso de que algunas personas prefieran no ver el pizarrón cuando los resultados sean malos, sin embargo, el supervisor debe estimular a la gente para que mejoren cada día la tendencia.

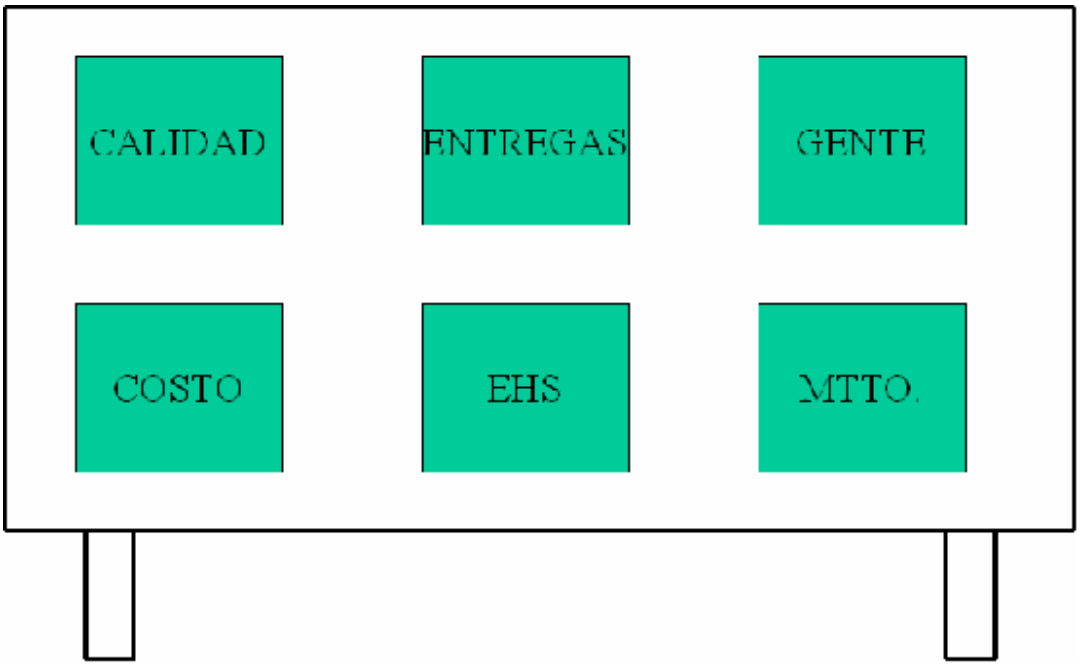
Es preferible un pequeño problema a tiempo, que al final o después de cierto tiempo se tenga un problema mayor y que sea demasiado tarde.

A manera de usar el pizarrón efectivamente se recomienda lo siguiente:

1. Los objetivos deben ser medibles y controlables por el grupo de trabajo
2. El número de objetivos claves debe ser manejable (5 como ejemplo)
3. Estos objetivos específicos deben estar amarrados a los objetivos globales de la compañía
4. La gente debe contar con herramientas y el soporte apropiado para trabajar en estos objetivos

La siguiente tabla muestra ejemplos de los posibles indicadores para colocar en los pizarrones:

Calidad	Nivel de aceptación de calidad, retrabajo, número de quejas de clientes, defectos.
Costo	Productividad, tiempo extra, gastos, espacio en piso
Entregas	Cumplimiento vs. El programa, tiempo de entrega, volumen de producción, volúmenes de ventas.
Seguridad	Número de accidentes, número de sugerencias relacionadas con seguridad.
Rec. Hum.	Ausentismo y retardos, rotación de personal, número de sugerencias.
Mtto.	Cumplimiento del programa de mtto. Preventivo, eficiencia del mantenimiento.



Date	Line Name and Assembly Line #1			
Oct 1	**Planned**	**Actual (Cummulating)**	**Units/ Completed During Hour**	**Operations Delayed**
8:00- 9:00	100	90	90	Operations Delayed
9:00-10:00	200	190	100	
10:00-11:00	300	280	90	Missing Parts Cover
11:00-12:00	400	380	100	
13:00-14:00	500	470	90	Defects
14:00-15:00	600	560	90	Breakdowns
15:00-16:00	700	660	100	
16:00-17:00 Overtime	800	750	90	Missing Parts

Este tipo de pizarrones se sugiere para dar seguimiento hora por hora de cómo se comporta la producción en la línea y poder detectar y atacar al momento las causas que están originando retrazo en la misma.

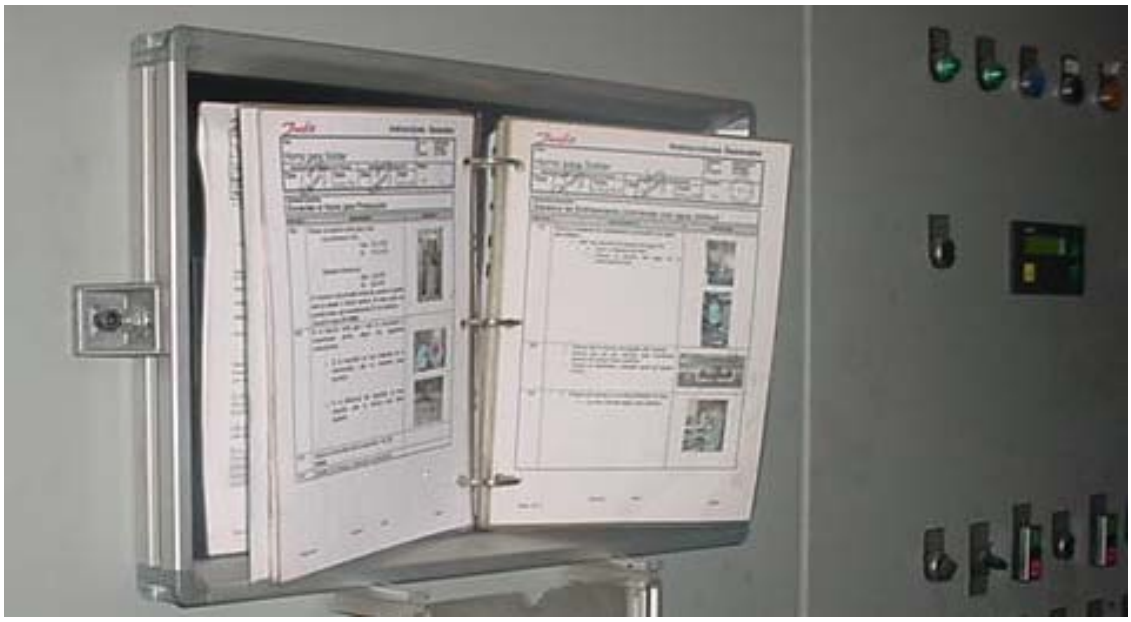
4.2.2 e Instrucciones de trabajo (hojas de proceso, hojas de operaciones)

Estas son como los procesos adoptados a la planta, allí van también instrucciones para la calidad y su control.

Este tipo de ayudas visuales, ayuda al trabajador a tener un apoyo en su mismo lugar de trabajo, el cual le pueda servir de consulta en alguna situación de duda, así mismo, este tipo de control visual sirve para que trabajadores de nuevo ingreso tengan una base en que apoyarse acerca de las actividades de su puesto en específico.

Las instrucciones de trabajo también son una forma de tener estandarizadas las operaciones de cada estación de trabajo, y evitar así el que cada trabajador las realice a su propio criterio.

Normalmente en cualquier empresa, el departamento de ingeniería es quien elabora e implementa las instrucciones de trabajo, pero se recomienda que se involucre a los operarios del piso de producción en la elaboración de las mismas, de tal manera que haya un mayor sentido de pertenencia, oportunidades para la crítica constructiva del documento y sobre todo que no haya rechazo al momento de solicitarle seguirlas al pie de la letra.



La figura de arriba muestra un ejemplo de una instrucción de trabajo en la cual se puede observar que se describen los pasos a realizar y se apoyan con fotografías para hacer aun mas fácil de entender y ejecutar.

4.2.2 f Control visual con criterios de calidad

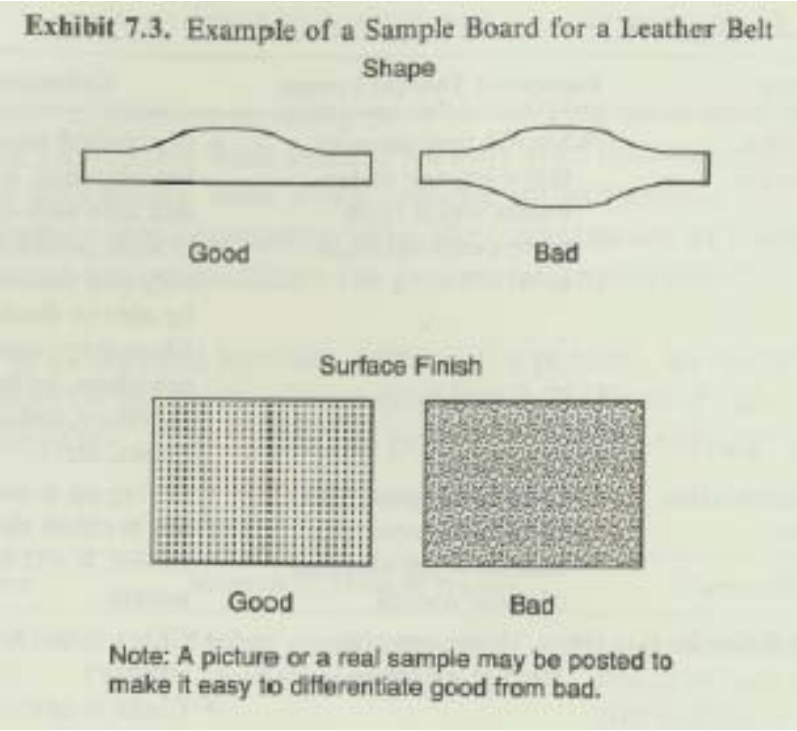
La función principal de la comunicación visual en el control de los procesos, es desarrollar la capacidad de hacer visibles aquellas situaciones anormales que causan problemas no solo de calidad, sino cualquier tipo de anormalidades no establecidas y que generan desperdicio.

La comunicación visual es un medio para lograr que todas las personas puedan percibir la misma información y que puedan interpretarla bajo criterios y reglas estandarizadas.

La implantación de sistemas de control visual tiene como efecto el desarrollo de la objetividad en el control, debe tener como consecuencia un enfoque hacia las causas de los problemas y no hacia los culpables.

Las ayudas visuales pueden ser con fotos, imágenes o inclusive con estaciones de comparación con muestras físicas del producto, es decir, material bueno y malo mostrado en distintas etapas del proceso.

A continuación se muestra una figura en la que se puede observar una ayuda visual con criterios de calidad de aceptación y rechazo.



Los principales elementos que se deben incluir en el desarrollo de los sistemas de control visual de calidad en el piso son:

- Despliegue de estándares (pieza que cumple y pieza que no cumple)

- Sistemas de alarmas visuales (andón)
- Registro de problemas
- Despliegue de líneas en el piso de producción (producto bueno en verde, producto rechazado en rojo, producto para inspección o retrabajo en amarillo)

4.2.2 g Control visual de equipos, accesorios y herramientas

El objetivo de este tipo de controles es poder contribuir a la creación de valor agregado, por medio de la prevención del desperdicio que se genera cuando alguno de estos elementos no puede ser localizado o no se encuentra en las condiciones adecuadas para ser utilizado o para trabajar con toda su capacidad, básicamente controlando la ubicación y la existencia.

El estado de uso puede ser objeto de otro "ciclo de control".

Existen varios tipos de controles que pueden ser implantados, por ejemplo:

1. Controles para mantenimiento preventivo
2. Controles de inspección diaria
3. Controles para la limpieza diaria
4. Controles de 5 S

En cualquiera de estos controles se puede controlar visualmente: tuberías, manómetros de presión de aire, niveles de aceite, estado y ubicación de herramientas, estado de limpieza de las máquinas, dados y accesorios, etc.

4.2.3 Operaciones Estándar

En las operaciones estándar es necesario combinar personas y cosas del modo más efectivo posible, teniendo en cuenta las condiciones requeridas para mejorar la productividad.

Hay tres componentes en las operaciones estándar las cuales no pueden existir sin cualquiera de estos tres componentes:

- Tiempo de ciclo
- Procedimiento de trabajo (secuencia de trabajo)
- Stock estándar en mano

4.2.3 a Tiempo de Ciclo

Es el intervalo de tiempo (minutos y segundos) necesario para producir una pieza de un producto. Las magnitudes básicas para el cálculo del tiempo de ciclo son la cantidad de la producción y el tiempo de operación.

Primero se divide la cantidad requerida en el mes por el número de días de operación, obteniéndose la cantidad requerida por día.

El tiempo de ciclo se obtiene de dividir el tiempo de operación diario por la cantidad requerida por día en unidades.

Cant. Requerida por día = Cant. Requerida en el mes / Núm. De días de operación
Tiempo de ciclo = Tiempo diario de operación / Cant. Requerida por día (unidades)

Una vez establecido el tiempo de ciclo, se determina la cantidad de trabajo de cada operario de modo que pueda hacer su trabajo dentro de la restricción del tiempo de ciclo.

Cuando el tiempo de ciclo se determina de esta forma, emergen de modo natural diferencias individuales, dependiendo del trabajador. Se sugiere no permitir ningún margen de tolerancia, para descubrir inmediatamente el desperdicio.

Esto se conecta directamente a la mejora; si cierto trabajo se separa ligeramente del tiempo de ciclo, el grupo o persona pueden esforzarse en corregirlo para ajustar la operación al tiempo de ciclo. Este es el comienzo de la mejora.

4.2.3 b Procedimiento de trabajo (secuencia de trabajo)

Este término denota el orden en el que se realiza el trabajo, siguiendo la secuencia del tiempo. Por ejemplo, cuando un trabajador tiene que: procesar, transportar los materiales (en algunos casos), montar las piezas en las maquinas, y retirar los productos de las máquinas.

Si el procedimiento de trabajo no es claro, cada trabajador puede realizar su tarea del modo que guste. Incluso la misma persona puede realizar la misma tarea de modo diferente cada vez.

Si el procedimiento se entiende real y completo, los trabajadores podrán ponerlo en práctica con confianza para hacer productos de alta calidad, rápidamente y con seguridad.

4.2.3 c Stock estándar en mano

Este término denota las piezas o materiales que son esenciales para arrancar el trabajo dentro del proceso. Incluyendo las que están montadas dentro de las máquinas, lo que se busca es tener el mínimo número de piezas o materiales en uso en cada estación de trabajo.

4.2.3 d Función del supervisor en las operaciones estándar

Los supervisores deben hacer ver a sus trabajadores la importancia del cumplimiento estricto de las operaciones estándar.

Por muy buenas que sean las operaciones estándar, si no se observan no puede haber estabilidad en los procesos. Cuando no se observan los estándares, los supervisores deben tomar medidas para evitar defectos y accidentes, de lo contrario, son probables toda clase de desperdicios.

Con el fin de que los trabajadores comprendan y observen las operaciones estándar, el supervisor mismo debe adquirir maestría en el uso.

Debe ser capaz de explicarles su importancia, y mostrarles ejemplos concretos de los resultados de la no observancia.

Algunas charlas amistosas de vez en cuando son útiles para promover en los trabajadores el deseo de alcanzar la excelencia y de asumir responsabilidad por la calidad.

Cuando no se observan las operaciones estándar, el supervisor debe investigar la razón, y corregir de ser necesario los estándares de modo que puedan seguirse fácilmente cada uno.

Aquí se recomienda que los procedimientos y/o instrucciones de trabajo contengan fotos e ilustraciones de tal manera, que hagan mucho más fácil su comprensión.

El supervisor debe rondar constantemente por las áreas de trabajo verificando los procesos para asegurarse si los trabajadores observan las operaciones estándar.

Las operaciones estándar son la madre de las mejoras. Nunca se podrá decir que las operaciones estándar que se tienen en la actualidad son las mejores y que no hay margen para mejorarlas.

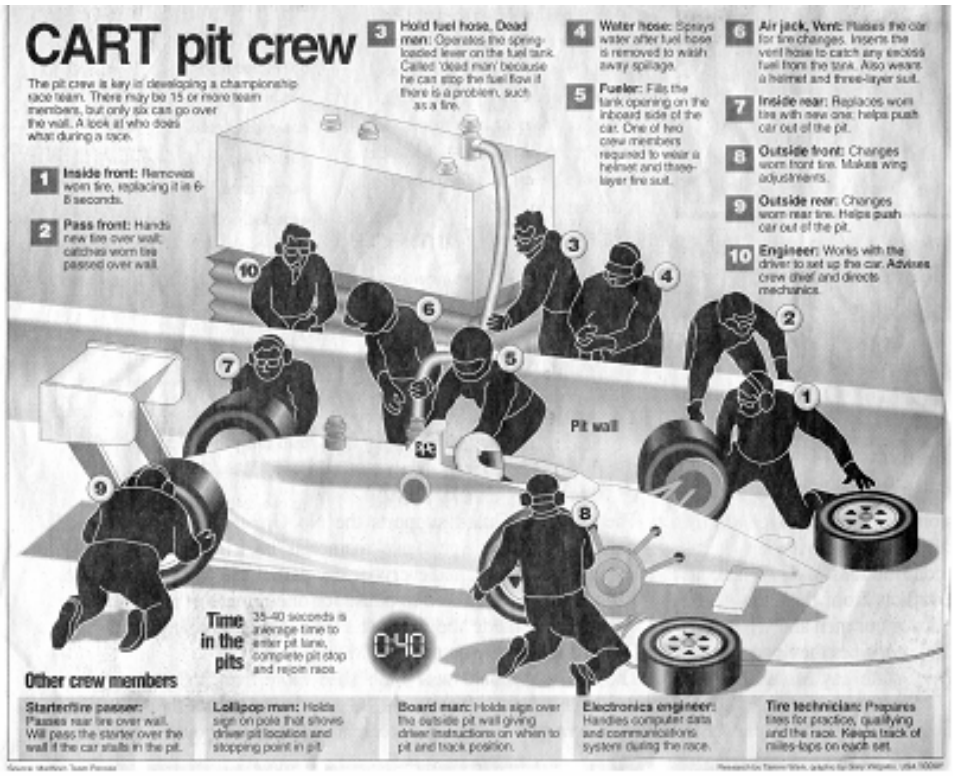
Son el resultado de una mejora detrás de otra y no tienen naturaleza estática.

Considerar y pensar siempre que en los presentes estándares hay desperdicios, y empiece inmediatamente a hacer mejoras.

Algunas de las normas que pueden ayudar a definir operaciones estándares son:

- ISO9000
- QS9000
- TS9000
- Entre otros

Un buen ejemplo de operaciones estándar es el siguiente:



1. Cada trabajador entiende su tarea
2. Tiene instrucciones completas del proceso a realizar
3. Todas las herramientas y el equipo están al alcance de la mano
4. La operación de trabajo estándar ha sido practicada hasta lograr la perfección
5. Una observación y análisis continuo llevan hacia la mejora continua

Los tipos de desperdicio eliminados pueden ser:

- Búsqueda
- Selección
- Transportación
- Movimiento

4.2.4 Operadores con multi-habilidades y reducción de horas-hombre

El tener trabajadores multi-funcionales o con multi-habilidades y una buena rotación de tareas hace que se usen al máximo las habilidades de cada trabajador.

La frecuente repetición de eventos de kaizen dan la oportunidad de participar activamente en el diseño del trabajo de cada estación, facilitado por los círculos de calidad.

La constante eliminación de desperdicios tales como tiempos y movimientos de los operadores repercute en que cada vez se pueden alcanzar a realizar más tareas por un mismo trabajador.

Cuando los trabajadores trabajan en celdas, normalmente deben desarrollar multi-habilidades para operar varias máquinas o realizar varias funciones.

4.2.4 a Trabajo y movimiento

El término trabajo se aplica solamente cuando una cierta acción eleva el valor añadido. No se denomina trabajo a que alguien tome algo, suelte o retire algo, deje una cosa encima de otra o busque algo en el lugar de trabajo. Estas cosas son meramente movimientos.

En el trabajo hay dos tipos de movimientos. Uno es el movimiento necesario para hacer productos, que lleva adelante el proceso de fabricación, y el otro es un movimiento que no añade valor. Por supuesto, este último es un desperdicio.

Es muy fácil descubrir que aproximadamente solo la mitad de lo que se hace en el piso de producción es trabajo real. Se puede dar una apariencia de trabajo duro, pero la mitad del tiempo se aplica meramente a hacer movimientos que no implican trabajo real.

Este es un desperdicio y de algún modo se debe de eliminar y dar pie a tener trabajadores que desempeñen varias funciones en el menor tiempo posible.

Reducir las horas-hombre implica reducir el desperdicio e incrementar la carga de trabajo real.

Aumentar la cantidad de trabajo real que hace un trabajador es totalmente diferente de hacerle trabajar más duro o de que se mueva más.

4.2.4 b Aumento de la densidad del trabajo

Por ejemplo, en Toyota, el movimiento de reducción de las horas-hombre se orienta a reducir el número global de horas-hombre eliminando movimientos desperdiciadores y transformándolos en trabajo.

La densidad de la tarea se define como:

Densidad de la tarea = Trabajo / Movimiento

El denominador recoge el conjunto de los movimientos, mientras el numerador es el movimiento y acción humana que son trabajo real. El acto de intensificar la densidad de la tarea o de elevación del factor de utilidad de la tarea, implica hacer mas pequeño el denominador (eliminando el desperdicio) sin hacer mayor el numerador. Idealmente la densidad de la tarea debe ser del 100%.

Trabajo / Movimiento = 100%

Alrededor de 1971, el slogan de Toyota Motor era: Eliminar el desperdicio mejorando la eficiencia.

4.2.4 c Actividades para la reducción de las horas-hombre: Conocer bien las áreas de trabajo

La tarea de comprometerse en las actividades de reducción de las horas hombre resulta mucho más fácil cuando el personal involucrado, conoce bien las condiciones internas de los lugares de trabajo.

Las actividades de reducción de las horas-hombre pueden adoptar las siguientes modalidades:

- Eliminar el desperdicio
- Mejorar el método de trabajo

Por tanto, cualquier actividad de reducción de horas-hombre debe empezar por el análisis de las condiciones existentes en el lugar de trabajo referentes a sus operaciones.

Si observamos de cerca el lugar de trabajo, las operaciones pueden clasificarse en las siguientes categorías:

1. Desperdicio (Muda).- Son las operaciones que son innecesarias para el trabajo y que pueden eliminarse inmediatamente.

2. Operaciones que no añaden valor.- Son operaciones que no añaden valor al producto, pero que en las condiciones de trabajo prevalecientes, son tareas que tienen que realizarse. Para eliminarlas, deben cambiarse parcialmente las condiciones existentes en el lugar de trabajo.

3. Operaciones netas que añaden valor.- Son las operaciones de proceso propiamente dicho, es decir, las que añaden valor al producto (cambio de forma, cambio de la calidad o naturaleza del producto, ensamble, etc.) Son la esencia de la fabricación de piezas o productos. Cuanto más elevada es la proporción de operaciones que añaden valor, más elevada es la eficiencia de las operaciones.

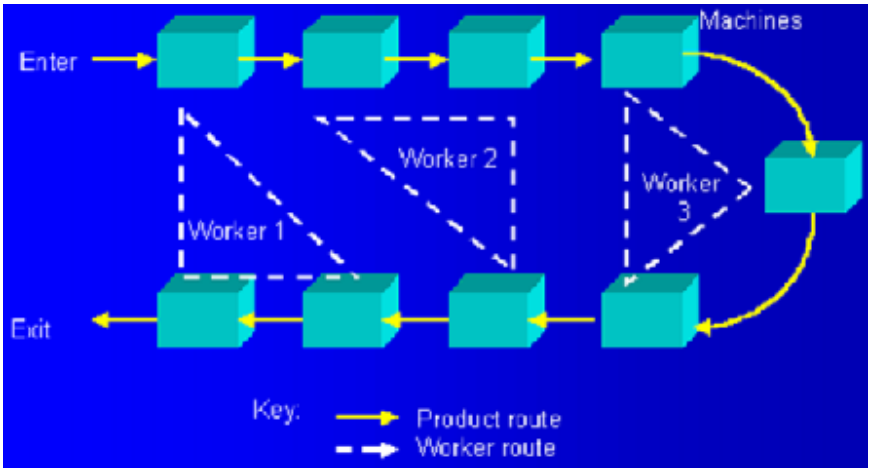
4.2.4 d Redistribuir el trabajo

Consiste en asignar a los trabajadores de manera secuencial el trabajo que contiene operaciones netas que añaden valor, e incluirlas todas ellas en el tiempo de ciclo.

De aquí nacen las posiciones multi-funcionales para los trabajadores del piso de producción, lo cual consiste en entrenar empleados para operar y mantener diferentes tipos de equipos de producción.

En el siguiente esquema se muestra un ejemplo de cómo se puede redistribuir el trabajo en una celda de producción que contiene 9 máquinas, utilizando solo 3 trabajadores, siendo que se pudiera pensar que deben de operarla 9 trabajadores.

Esto dependerá del tiempo de ciclo de cada máquina para que se pueda lograr redistribuir el trabajo entre menos gente.



Para esto es muy importante entrenar a los trabajadores para operar y mantener diferentes tipos de equipos o tareas de producción (ver siguiente punto 4.2.4 e).

4.2.4 e Matriz de entrenamiento (multi-habilidades)

El entrenar a los trabajadores en el mayor número de estaciones de trabajo posible, no solo permitirá que se desarrollen multi-habilidades en ellos y puedan operar varias máquinas a la vez, sino que también puede ser de gran ayuda para solventar los problemas de ausentismo, rotación de personal, incapacidades, vacaciones, etc.; lo cual es hasta cierto punto "normal" que suceda en las empresas de nuestra localidad y de todo México.

Un buen entrenamiento de los trabajadores, también repercutirá de manera positiva en la eficiencia de la línea de producción, así como también en la calidad de los productos que se fabriquen en la misma.

Para lo anterior se sugiere crear una matriz de habilidades que represente de manera visual las estaciones de trabajo en las cuales están entrenados cada uno de los trabajadores, es importante que esta matriz sea colocada en la línea de producción a manera de asegurar que no haya trabajadores realizando alguna función para la cual no están debidamente capacitados.

A continuación se muestra un ejemplo de matriz de habilidades de una línea de producción de 10 estaciones de trabajo, en la que se emplea 1 trabajador para cada estación:

El cuadro en color verde simboliza la posición en la cual el trabajador labora normalmente, y el cuadro en color amarillo significa las posiciones en la cuales cada trabajador puede operar en caso de ser necesario.

Se recomienda que se roten a todos los trabajadores, lo cual ayudará a que se especialicen en más de una estación de trabajo. Lo ideal sería que todos los trabajadores sepan operar todas las estaciones de trabajo.

Número empleado	Nombre del empleado	Est.1	Est.2	Est.3	Est.4	Est.5	Est.6	Est.7	Est.8	Est.9	Est.10
1234	Juan Pérez	X	X	X	X	X					
1235	Yolanda Mata		X	X	X	X	X				
1236	Sofia Valdez			X	X	X	X	X			
1237	Antonio Cabrera				X	X	X	X	X		
1238	Jose Martínez					X	X	X	X	X	
1239	Arturo Garcia						X	X	X	X	X
1240	Ricardo Guzman	X						X	X	X	X
1241	Irma Guevara	X	X						X	X	X
1242	Sandra Garcia	X	X	X						X	X
1243	Patricia Medrano	X	X	X	X						X

Se recomienda tomar en cuenta todas las cuestiones ergonómicas de cada estación de trabajo con la finalidad de que los trabajadores rindan al máximo en su función, lo cual repercuta en una mejor eficiencia de la línea de producción, así como también en evitar cualquier tipo de lesiones que pudieran ocasionar accidentes o incapacidades.

4.3 Modelo 1. Mano de obra

A continuación se muestra el modelo 1 de mano de obra el cual muestra cada una de las herramientas de manufactura anteriormente mencionadas en este Capitulo IV Modelo de la mano de obra, así como su posible relación con los 7 tipos de desperdicios que existen en Lean Manufacturing, como guía de lo que se puede mejorar para incrementar la eficiencia en la mano de obra en una línea de producción:

		Control visual									
7 Muda	Comunicación con trabajadores	5 S	Tarjetas kanban	Andon	Pizarrones producción	Instr. trabajo	Criterios calidad	Control visual equipos	Operac. Std.	Trabajadores multfuncionales	Ergonomía
Sobreproducción	X		X	X							
Defectos	X			X	X	X	X	X	X	X	
Inventario Innecesario	X	X	X				X				
Procesamiento inadecuado	X		X			X	X	X	X	X	X
Transportación excesiva		X									
Espera			X	X				X		X	
Movimiento innecesario		X				X			X	X	X

CAPITULO V. MODELO 2 MAQUINAS

5.1 Descripción de la 2ª M (Máquinas)

Las máquinas es otro de los pilares en una línea de producción, ya que es en las máquinas en donde se procesan y transforman los materiales que al final de la línea forman un producto final.

El cuidado que se les dé a las máquinas es clave para lograr tener el menor tiempo muerto posible y así disponer de las mismas a su máxima capacidad lo cual resultará en una mejora de la eficiencia de la línea y por consecuencia en un aumento en la productividad.

Una buena interacción de la gente con las máquinas es básica para su buen funcionamiento y obtener el producto con la calidad requerida.

Las máquinas en una línea de producción deben ser vistas por la gente que las opera y da mantenimiento como si fuera su propio automóvil, es decir, deben tener un sentido de pertenencia por las mismas, ya que son el instrumento mediante el cual pueden lograr ser eficientes y transformar los materiales en producto final.

En el sistema Toyota la utilización de las máquinas gira alrededor de dos técnicas primordiales como lo son TPM (Mantenimiento Productivo Total) y SMED (Cambio rápido de herramentales).

Para este trabajo de investigación nos referiremos solamente a las máquinas que conforman la línea, celda o área de producción (según sea el caso). No se refiere a equipo de transporte, de oficina, de almacenes, etc.

Las personas que normalmente interactúan con las máquinas en una línea de producción son: los operadores de producción, supervisores, ingenieros de proceso y personal de mantenimiento principalmente, sin embargo, esto pudiera variar dependiendo de cada Empresa de acuerdo a su estructura organizacional.

Con la elaboración de este modelo 2, se pretende plasmar las diferentes técnicas o herramientas de manufactura con las cuales las máquinas puedan mejorar su eficiencia en un área de producción.

Para esto es importante enfocarse en la disminución de toda clase de desperdicios que puedan hacer merma en las máquinas y así lograr evitar:

- Tiempos muertos por fallas,
- Tiempos muertos por cambios de herramental,
- Defectos por alguna mal-función de las máquinas,
- Procesamientos inadecuados,
- Reducción de velocidad
- Rendimientos menores
- etc.

Es muy importante mencionar adicionalmente, que un buen cuidado de las máquinas puede evitar el que la gente de la línea de producción sufra algún tipo de accidente.

El tener máquinas que no se encuentren en óptimas condiciones de operación, puede llegar a ocasionar situaciones fatales en algunos casos, de ahí la importancia de tener un buen mantenimiento preventivo en las mismas.

5.2 Técnicas propuestas para la mejora en el tiempo de utilización de las máquinas

A continuación se presentan las diferentes técnicas o herramientas de manufactura propuestas para este modelo 2, así como una breve explicación sobre como llevarlas a cabo en el piso de producción.

5.2.1 TPM (Mantenimiento Productivo Total)

Las empresas que ponen en práctica el TPM invariablemente logran resultados sobresalientes, particularmente en la reducción de averías de los equipos, al minimización de los tiempos muertos y paros menores no planeados; en la disminución de defectos y reclamaciones de calidad; en la elevación de la productividad, reducción de los costos de personal, inventarios y accidentes; y en la promoción de la implicación de los empleados.

5.2.1a Estrategia en el desarrollo del TPM

El desarrollo de un programa de TPM normalmente cuenta con cuatro fases (preparación, introducción, implantación y consolidación), que pueden descomponerse en doce pasos:

Paso	Puntos clave
Preparación	
1. Anuncio formal de la decisión de introducir el TPM	La alta dirección anuncia su decisión y el programa de introducción del TPM en una reunión interna;publicidad en revista de la empresa, etc.
2. Educación sobre TPM introductoria y campaña de publicidad	Dirección superior: grupos de formación para niveles específicos de dirección
	Empleados: cursos, diapositivas, ejemplos, etc.

3. Crear una organización para promoción interna del TPM	Comité de dirección y subcomités especializados
	Oficina de promoción del TPM
4. Establecer los objetivos y políticas básicas TPM	Establecer líneas de actuación estratégica y objetivos
	Preveer efectos
5. Diseñar un plan maestro para implantar el TPM	Desde la fase de preparación hasta la postulación para el premio PM

Introducción e Implantación

6. Introducción lanzamiento del proyecto empresarial TPM	Invitar a clientes, filiales y subcontratistas
7. Crear una organización corporativa para maximizar la eficacia de la producción	Perseguir hasta el final la eficacia global de la producción
7.1 Realizar actividades centradas en la mejora	Actividades de equipos de proyectos y de pequeños grupos en puntos de trabajo
7.2 Establecer y desplegar programa de mantenimiento autónomo	Proceder paso a paso, con auditorías y certificando la superación de cada paso
7.3 Implantar un programa de mantenimiento planificado	Mantenimiento correctivo, mantenimiento con parada, mantenimiento predictivo
7.4 Formación sobre capacidades para mantenimiento y operación correctos	Educación de líderes de grupo que después forman a miembros de grupos
8. Crear un sistema para la gestión temprana de nuevos equipos y productos	Desarrollar productos y equipos fáciles de usar y mantener
9. Crear un sistema de mantenimiento de calidad	Establecer, mantener y controlar las condiciones para el cero defectos
10. Crear un sistema administrativo y de apoyo eficaz: TPM en departamentos indirectos	Incrementar la eficacia de los departamentos de apoyo a producción
	Mejorar y agilizar las funciones administrativas y el entorno de oficinas
11. Desarrollar un sistema para gestionar la salud, la seguridad y el entorno	Asegurar un entorno de trabajo libre de accidentes y polución

Consolidación

12. Consolidar la implantación del TPM y mejorar las metas y objetivos legales	Postular para el premio TPM
	Contemplar objetivos más elevados

5.2.1b Pasos para la implementación del TPM

1. Seleccionar máquinas criticas o clave
2. Limpieza como punto de partida para la restauración del equipo
3. Proceso de tarjeteo
4. Encontrar causas raíz
5. Arreglar la máquina
6. Desarrollar un check-list para mantenimiento independiente
7. Programa de mantenimiento general de la máquina

1. Seleccion de maquinas clave

- Recolectar datos históricos de tiempo muerto en un pareto
- Seleccionar maquina basado en
  - Peor Eficiencia
  - Mayor tiempo muerto
- Reunir especificaciones de la maquina, manuales.

Esta maquina actuará como modelo para el resto de la línea!

2. Limpieza como punto de partida para la restauración del equipo

- Inspección a través de la limpieza
- Pare la máquina - 'Lock Out / Tag Out' (candadeo / tarjeteo)
- Limpie por completo la máquina (Pistones, bombas, tanques, etc)
- Observe las áreas mas sucias y de donde puede provenir la fuente de la suciedad
- Observe por dos horas la maquina
- Tomar fotos de antes/después

3. Proceso de tarjeteo

- Inspección a través de la limpieza
- Indentificar signos de deterioro, contaminación y mal-funciones
- Escriba en una tarjeta cada hallazgo
- Coloque la tarjeta a cada fuente del hallazgo en la máquina
- Revise y contabilice las tarjetas
- Realice un sumario de los hallazgos

Tabla con listado de los problemas encontrados en la máquina

No.	Mal-función	Acción	Quién	Cuando

4. Encontrar Causas Raíz

- Revizar las tarjetas y encontrar la verdadera fuente del deterioro
- Preguntese Porque? 5 veces para c/u
- Trate de que la solución sea a prueba de error para prevenir recurrencia

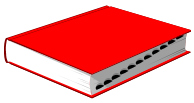
5. Arreglar maquina

- Checar el desempeño de la maquina vs. las especificaciones del fabricante
- Determinar porque los componentes fallan o se salen del rango optimo de funcionamiento (causas raíz)
- Cambiar filtros, bandas, controles, etc.
- Probar nuevas ideas inmediatamente
- Pintar toda la maquina de un color claro para identificar fácilmente los problemas

6. Checklist para mantenimiento independiente

- En equipo definir y documentar lo que los operadores pueden hacer diariamente en cuanto a limpieza, chequeo y lubricación
- Establecer sistemáticamente este cambio para asegurar que se cumpla
- Si esto se hace de manera regular el tiempo de enfoque debería de ser mínimo en el futuro
- Documentar mensual/trimestral el mantenimiento Preventivo a ser realizado por el equipo de Mantenimiento.

7. Programa de Mantenimiento General de la Maquina



- Curso de introducción a TPM
- Establecer Programas de Mantenimiento Preventivo General
  - Partes de la maquina a dar mantenimiento
  - Lubricación
  - Hidráulico
  - Sistemas eléctricos
- Asignar equipos de mantenimiento a áreas especificas
- Tus maquinas te hablaran si tu conoces su lenguaje!!

SUMARIO TPM

- Tus maquinas son uno de tus mas valiosos recursos.
- No hemos sido advertidos de todo lo que podemos hacer para mantenerlas en buena forma.
- Un carro viejo bien reparado puede funcionar bien:

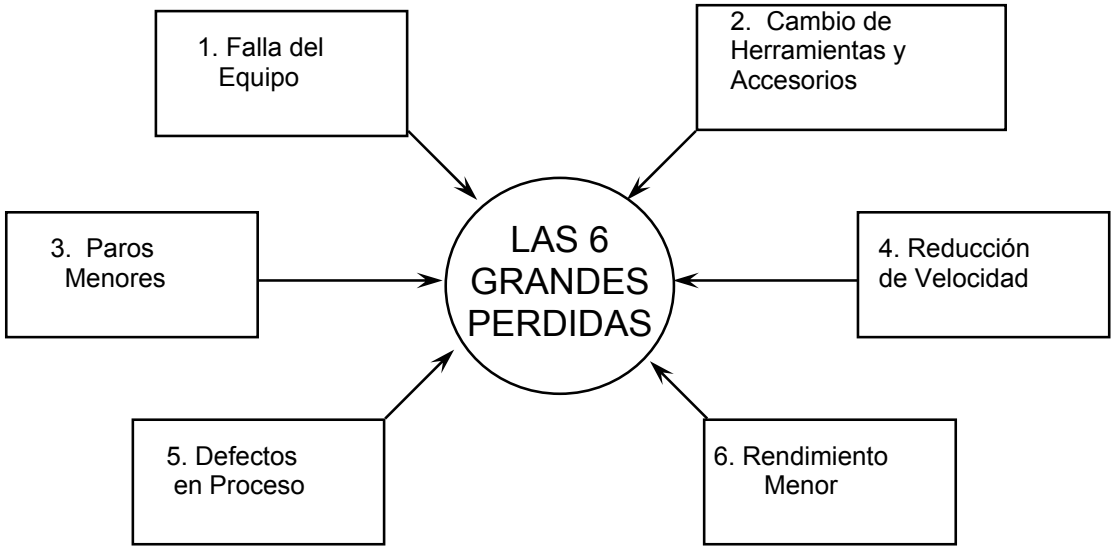
  1. Puede dar beneficios hoy (con checklist pequeños diariamente)...

  2. O tener repercusiones después (con pobre calidad, mucho Tiempo muerto, altos costos de mantenimiento., etc...)

5.2.1c Efectividad Global del Equipo (Las 6 grandes pérdidas)

Esta es una herramienta muy valiosa para evaluar día con día qué tan efectiva ha sido la implementación del TPM en algún equipo o maquina, y usarla para tomar las acciones necesarias para corregir o prevenir algún problema.

A continuación se muestran las 6 grandes pérdidas, cómo calcularlas y un ejemplo de real:



Fallas de Equipo/
Preparación y Ajustes → Disponibilidad= $\frac{\text{Tiempo Disponible} - \text{Tiempo Paro}}{\text{Tiempo Disponible}}$

Paros Menores/
Velocidad Reducida → Eficiencia = $\frac{\text{Tiempo de Ciclo x Pzas. Procesadas}}{\text{Tiempo Operación}}$

Defectos del Proceso/
Producción Reducida → Calidad = $\frac{\text{Pzas.Procesadas} - \text{Pzas. efectuosas}}{\text{Pzas. Procesadas}}$

Efectividad Global de Equipo = Disponibilidad x Eficiencia x Calidad

Ejemplo:

Disponibilidad = (450 min - 50 min) / 450 = 0.89

Eficiencia o desempeño = (1.5 min/pzas * 225 pzas) / 400 = 0.84

Calidad = (225 pzas - 25 defectos) / 225 = 0.89

OEE = 0.89 * 0.84 * 0.89 = 66%

5.2.1d Aspectos importantes a considerar para una efectiva utilización de las máquinas

- Tener las herramientas y piezas lo más cerca posible de las máquinas
- Evitar tener tiempos muertos por falta de abasto de materiales en la máquina
- Evitar tiempos muertos por defectos de programación de producción
- Evitar que el operador de la máquina se aleje de la misma mientras está funcionando
- El supervisor y/o inspector de la línea debe estar permanentemente cerca de la misma
- Realizar el mantenimiento de las máquinas en el tiempo establecido y con la calidad requerida para que arranque a tiempo y produciendo piezas buenas que eviten reprocesamientos
- Las máquinas no son para producir productos que no están requeridos, ya que esto sería uno de los desperdicios mas dañinos como lo es la sobreproducción
- Cuidar los aspectos de seguridad de las máquinas para evitar que los trabajadores sufran accidentes

5.2.2 SMED (Cambio Rápido de Herramientas)

Si los tiempos de preparación/montaje se reducen drásticamente, entonces las tasas de trabajo de las máquinas se incrementarán y la productividad crecerá no obstante el aumento del número de operaciones de preparación/montaje.

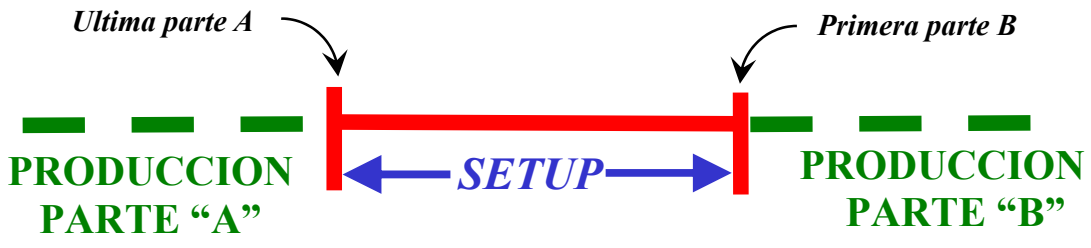
La adopción del SMED facilita los cambios en los productos a fabricar, haciendo posible responder rápidamente a los cambios en la demanda e incrementar sustancialmente la flexibilidad de la fabricación.

Los resultados del SMED van más allá de acortar los tiempos de cambio de herramientas y mejorar las tasas de trabajo.

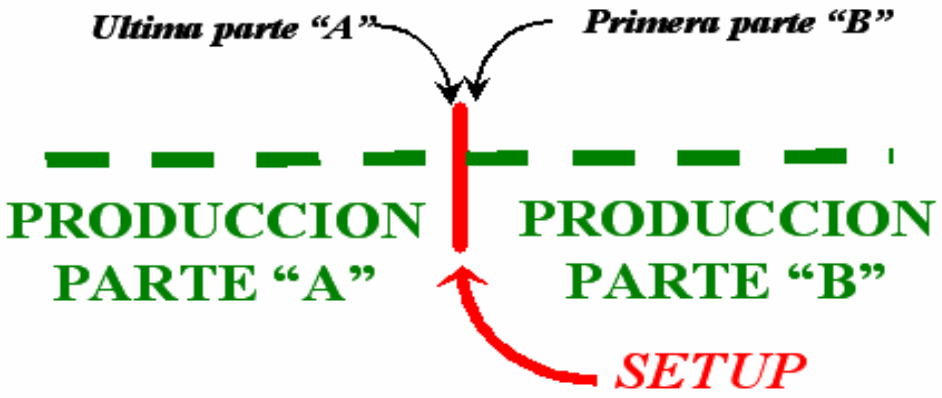
Las Empresas que adoptan el sistema SMED pueden obtener ventajas estratégicas fundamentales eliminando los stocks y revolucionando sus conceptos básicos de producción.

5.2.2a <u>Cómo se mide un cambio de tipo o setup?:</u>

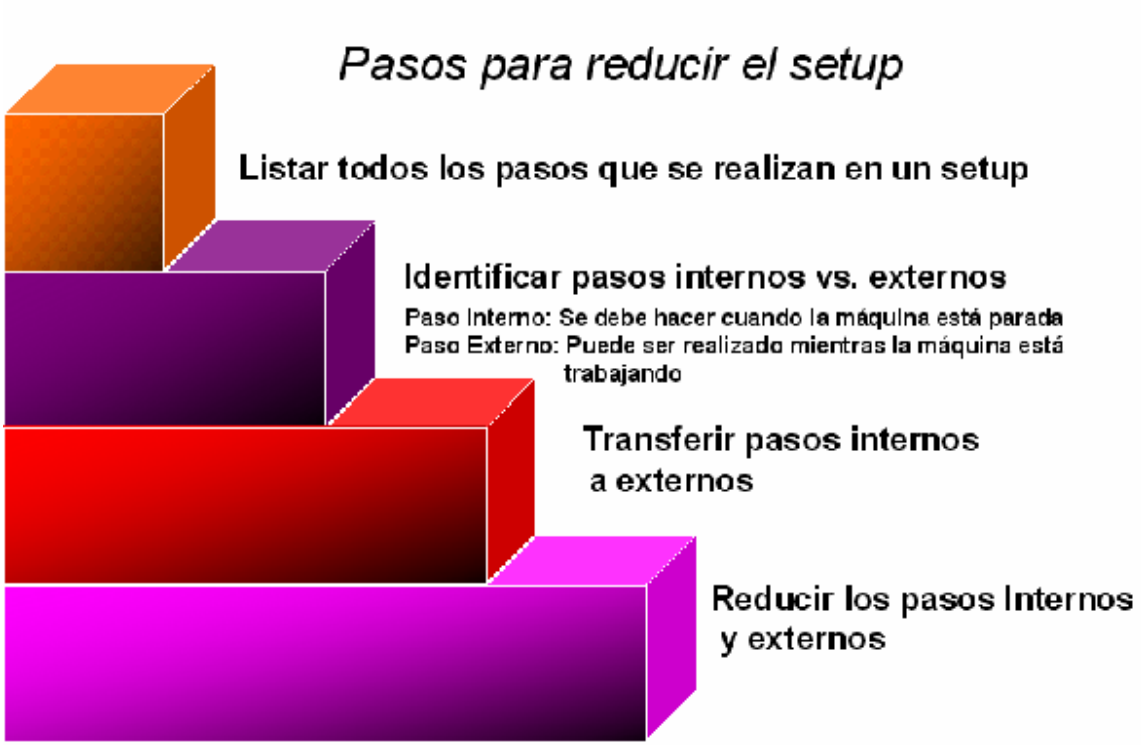
El tiempo del cambio de tipo empieza cuando se produce la última pieza del tipo anterior (parte A), y termina cuando se produce la primer pieza libre de defectos aceptada por calidad (parte B).



Lo que se busca con la aplicación del SMED es producir una mayor variedad de productos en lotes pequeños y así lograr tener una mayor flexibilidad y responder más rápido a la demanda del Cliente.



5.2.2b Técnica para aplicar el sistema SMED



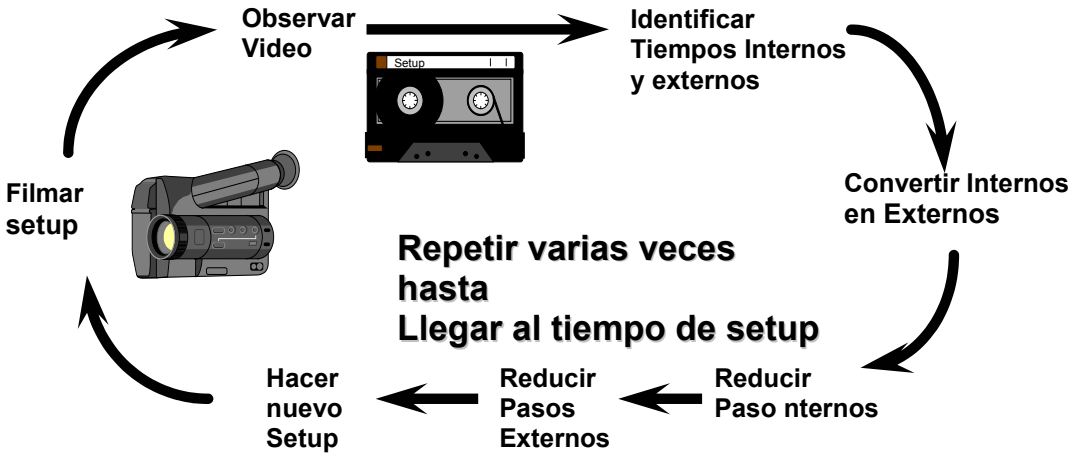
Primera etapa: <u>Listar los pasos que se realizan en el cambio de tipo actual</u>

Para realizar esto se recomienda utilizar un cronómetro para tomar el tiempo que se consume en cada etapa del cambio de tipo, este tipo de análisis puede tomar algo de tiempo pero sirve para precisar cada paso realizado.

Pero un método aún mejor lo constituye la grabación en video de la operación de preparación completa. Esto es extremadamente efectivo si el video se muestra a los trabajadores inmediatamente después de terminar la operación.

Si se les proporciona la oportunidad de expresar sus opiniones, a menudo aparecerán ideas y matices útiles que en muchas ocasiones se pueden aplicar inmediatamente.

Debemos observar el proceso para conocer el proceso!



Filmar un setup permite observar el setup Muchas veces para identificar los desperdicios

Segunda Etapa: Identificar los pasos internos y externos

El paso más importante en la realización del sistema SMED es la diferenciación entre la preparación interna y la externa. Todo el mundo está de acuerdo en que la preparación de piezas, el mantenimiento de los útiles y herramientas y operaciones análogas no se deben hacer mientras la máquina está parada. Sin embargo, sorprendentemente, esto ocurre con frecuencia.

Si hacemos un esfuerzo para tratar la mayor parte posible de la operación de preparación como externa, el tiempo necesario para la preparación interna, realizada mientras la máquina no funciona, se reducirá usualmente entre un 30 y 50%.

El dominar la distinción entre preparación interna y externa es el pasaporte para alcanzar el SMED.

Tercera Etapa: Convertir pasos internos en externos

Se ha comentado anteriormente que los períodos de preparación se pueden reducir entre un 30 y 50% simplemente separando los procedimientos de preparación interna y externa. Esta enorme reducción no es, sin embargo, suficiente para alcanzar los objetivos SMED.

La tercera etapa, comprende dos conceptos importantes:

- Reevaluación de operaciones para ver si algunos de pasos están erróneamente considerados como internos.
- Búsqueda de formas para convertir esos pasos en externos.

Es extremadamente importante adoptar nuevos puntos de vista que no estén influenciados por viejas costumbres.

Cuarta etapa: <u>Disminuir los tiempos de preparación internos y externos</u>

Aunque el nivel de los 10 minutos se puede alcanzar algunas veces simplemente convirtiendo la preparación interna en externa, no es así en la mayoría de los casos.

Esta es la razón por la cual debemos concentrar esfuerzos para perfeccionar todas y cada una de las operaciones elementales que constituyen las preparaciones interna y externa. Consecuentemente, la cuarta etapa necesitará un análisis detallado de cada operación elemental.

Los siguientes ejemplos sirven para mostrar lo que es posible conseguir tras la aplicación de las cuatro etapas:

- En Toyota Motor Company, el tiempo de preparación interna de una máquina de hacer tornillos, que antes era de 8 hrs, se redujo a 58 seg.

- En Mitsubishi Heavy Industries, el tiempo de preparación interna de una taladradora de 6 ejes, que antes era de 24 hrs, es ahora de 2 min 48 seg.

Las etapas tercera y cuarta no necesitan ser llevadas a cabo en ese orden, pudiendo prácticamente ser simultáneas.

Una vez que se aplicó el SMED en alguna máquina, es muy importante estandarizar y seguir al pié de la letra el nuevo procedimiento para un cambio de tipo.

Si el tiempo del cambio de tipo varia, es probable que sea debido a que no se tienen o no se siguieron los estándares establecidos para el mismo.

Para esto es importante considerar lo siguiente:

1. Definir por escrito el procedimiento correcto para el cambio de tipo
2. Verificar que el procedimiento se sigue correctamente en todos los turnos por todos los trabajadores todo el tiempo.
3. Entrenar a los trabajadores e ingenieros en el procedimiento correcto
4. Cuando se detecten o hagan mejoras al procedimiento, realice un nuevo procedimiento por escrito.

5.2.3 Jidoka

Para la metodología Jidoka, los empleados son considerados como la principal fuente de confianza que hace que Jidoka funcione mediante la delegación de responsabilidades a los mismos.

Dicha delegación de responsabilidades brinda a los trabajadores la autoridad para detener la línea productiva como un medio para mantener un alto nivel de calidad en toda la línea.

Si algo anormal sucede en alguna estación de trabajo, el trabajador presiona el botón de paro, deteniendo la línea; o también, se pueden apoyar en los sistemas andón mediante los cuales indican que la línea se detuvo.

Esto hace que se promueva el control de defectos autónomo y la verificación del proceso por todos los trabajadores del área de producción, de tal manera que no permitan que partes defectuosas vayan de una estación de trabajo a otra.

Esta responsabilidad trae como consecuencia los siguientes beneficios para la empresa:

- Eliminación de desperdicios (ahorro $)
- Mejora de la calidad
- Control autónomo
- Optimización de la fuerza laboral
- Satisfacción del cliente

Al utilizar la técnica Jidoka, el personal tendrá la autorización de parar la línea cuando detecte:

- Mal funcionamiento de equipo
- Localización de defectos
- Retrazo de trabajo
- Insuficiencia o desabasto de partes o materiales

En una línea automatizada, con la aparición de un defecto, la línea (o máquinas) cuenta con detectores para captar la situación y parar la línea al instante.

Ejemplo de Jidoka en una planta de Toyota:

En una maquinaria usada para tejer vestiduras, se presentó un problema con ciertos grumos de materia prima que se atoraban en la tela para vestiduras y generaban defectos en la misma durante el proceso de producción.

Con una tejedora manual se podía detectar y detener el proceso para remediar tales problemas, pero las tejedoras automáticas continuaban con el proceso en forma constante sin importar el problema generado.

Al final del proceso los resultados eran inaceptables ya que las telas no salían libres de desgarres y bien reforzadas.

Resultaban obvios el aumento en los costos y las dudas del material que parecía salir bien.

Para corregir la situación, a la máquina tejedora de Toyota se le incorporo un simple dispositivo de paro automático que se activaba por la presencia de cualquier grumo en la tela.

De esta manera la maquina se volvió "mas humana", y sabia cuando parar por la presencia de un defecto.

El resultado final fue un sistema confiable capaz de operar y producir la calidad esperada. Jidoka entonces previene que productos de inaceptable calidad continúen dentro del proceso, deteniendo la producción hasta que se corrija el defecto.

Otro ejemplo de aplicación de la técnica Jidoka:

Historia Real:

Había un supervisor en Toyota, al que llamaremos Señor A, que constantemente se rehusaba a parar su línea. Así mismo, había otro supervisor, al que llamaremos Señor B, que como se le había sugerido, paraba su línea si sucedía un problema.

El Sr. B no temía parar la línea, de modo que inicialmente la paraba con demasiada frecuencia. El número de automóviles montados en su línea se reducía dramáticamente y no podía mantener el plan de producción. Sin embargo la línea paraba como consecuencia de los muchos problemas que mientras eran conocidos por los trabajadores, no se habían presentado nunca a la atención del Sr. B

Parando la línea el problema se hacia obvio. Se resolvían uno tras otro. Después de tres semanas, la situación se invirtió. La línea del Sr. B superó en rendimiento a la del Sr. A. Este último continuaba pensando que parar la línea significaba reducir la eficiencia y crear una perdida a la compañía.

Aunque pueda sonar a paradoja, para Toyota parar la línea significa asegurar que será posible hacer más fuerte a la línea de modo que no tendrá que parar de nuevo por la misma razón.

Por lo tanto, cuando la línea para, los supervisores y los trabajadores de cada estación de trabajo se afanan en resolver los problemas.

No merecen crédito los supervisores que nunca ordenan parar la línea. Igualmente están en falla aquellos supervisores que paran la misma línea dos o tres veces por la misma razón.

Jidoka promueve la calidad apoyándose en el uso de herramientas de manufactura esbelta conocidas como:

- Andón
- Poka-Yoke

Estas herramientas si son aplicadas correctamente provocan un sentido de pertenencia a la fuerza laboral, así como motivación lo cual se convierte en una fuerza de trabajo más eficiente y proactiva.

El objetivo de Jidoka puede ser resumido como:

- Aseguramiento de la calidad el 100% del tiempo
- Prevención de paros de equipo/procesos
- Optimización de la fuerza laboral

Como consecuencia de la implementación del concepto JIDOKA, el resultado final se ve reflejado en la Satisfacción del cliente.

5.2.4 Automatización

Automatizar es una de las opciones mas viables para mejorar la productividad de una línea de producción, sin embargo hay que tener bien claro donde y cuando se puede aplicar.

Al automatizar, se estaría pensando en disminuir la cantidad de personal de la línea de producción y así incrementar la productividad ya que se harían las mismas o más piezas con menos gente.

A continuación se presenta un ejemplo real de automatización en una empresa de manufactura de vidrio de la localidad:

En la figura 1 se presenta la situación actual o antes de la mejora, en donde se puede observar en la parte de la derecha que hay un trabajador para mover las piezas de la máquina A, a la banda transportadora, y que hay otro trabajador para mover las piezas de la banda transportadora a la máquina B.

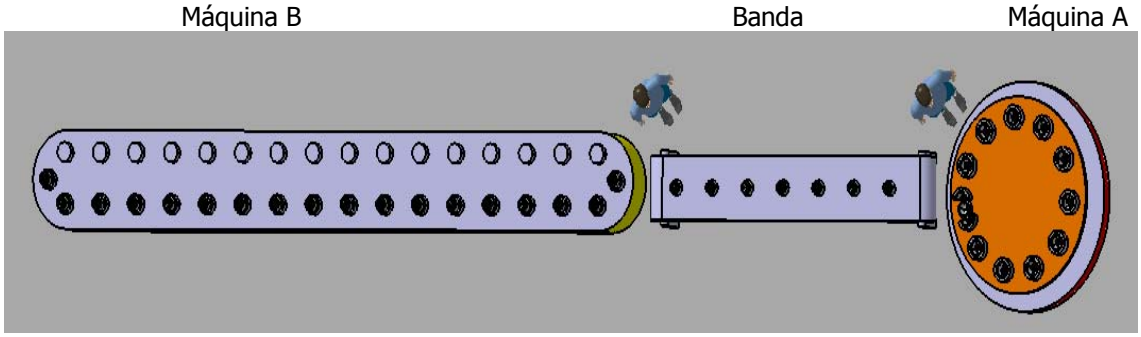


Figura 1. Vista aérea de la línea 63 actual

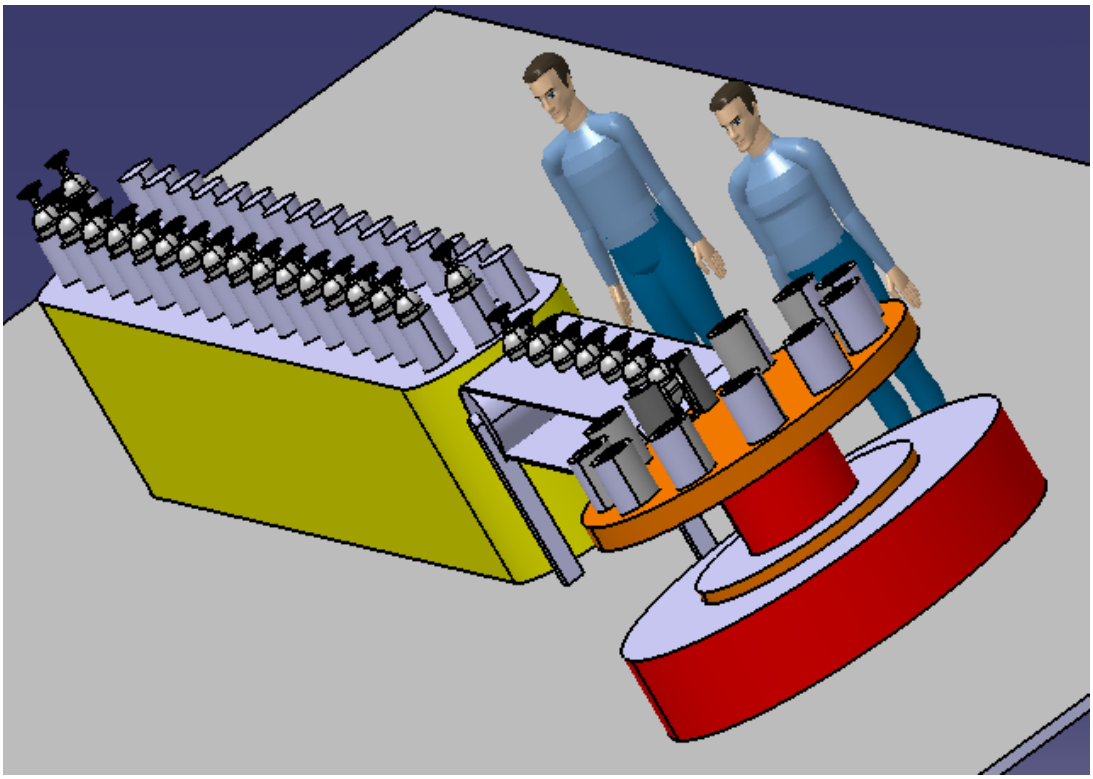


Figura 1. Vista isométrica línea 63 actual

En la figura 2 se muestra la implementación de un robot con el cual se redujo la cantidad de trabajadores de 2 a 0, y además se eliminó la banda transportadora la cual no agregaba valor al proceso.

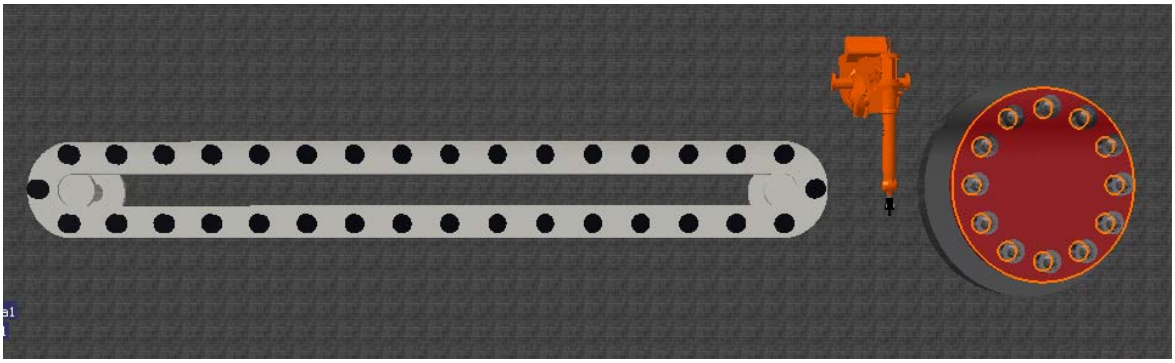


Figura 2. Vista superior línea 63 rediseñada

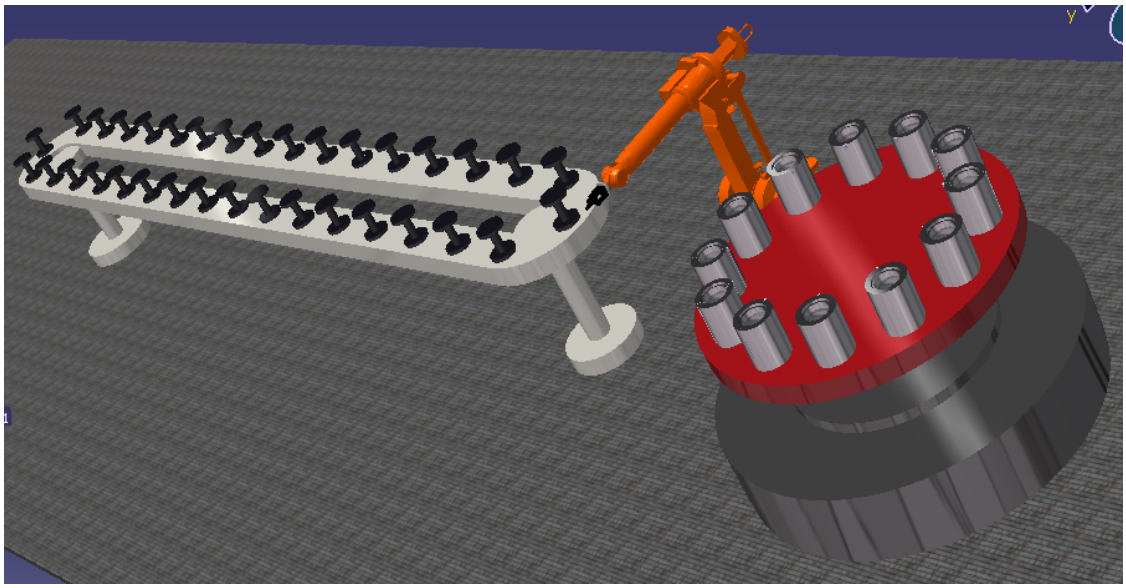


Figura 2. Vista isométrica línea 63 rediseñada

Ejemplos de donde se puede aplicar automatización:

- En las estaciones de trabajo donde se utilice mucha mano de obra para realizar un trabajo.

- Donde existan operaciones riesgosas para los trabajadores tales como soldadura, pintura, calor extremo, corte de piezas, etc.

- En máquinas que sean cuello de botella para así tener mayor capacidad.

- En operaciones donde se requiera una mayor precisión y calidad en las piezas a trabajar.

5.2.5 Tiempo de ciclo

Tiempo de ciclo es el tiempo requerido para completar un ciclo de una operación. Si el tiempo de ciclo para cada operación en un proceso puede ser reducido e igualado al takt time, los productos pueden ser hechos en one-piece flow.

Como determinar el tiempo de ciclo

Tiempo de ciclo es el intervalo de tiempo (minutos y segundos) necesario para producir una pieza de un producto.

Las magnitudes básicas para el cálculo del tiempo de ciclo son la cantidad de la producción y el tiempo de operación.

Primero se divide la cantidad requerida en el mes, entre el número de días de operación, obteniéndose la cantidad requerida a fabricar por día.

El tiempo de ciclo se obtiene de dividir el tiempo de operación diario entre la cantidad requerida por día en unidades.

Cant. Requerida por día = Cant. Requerida en el mes / Núm. De días de operación

Tiempo de ciclo = Tiempo diario de operación / Cant. Requerida por día (unidades)

Una vez determinado el tiempo de ciclo, se determina la cantidad de trabajo de cada operario de modo que pueda hacer su trabajo dentro de la restricción del tiempo de ciclo.

Cuando el tiempo de ciclo se determina de ésta forma, emergen de modo natural diferencias individuales, dependiendo del trabajador.

Y como no se debe permitir ningún margen de tolerancia, se descubre inmediatamente el desperdicio.

Esto se conecta directamente a la mejora continua. Si cierto trabajo se separa ligeramente del tiempo de ciclo, el grupo o persona pueden esforzarse en corregirlo para ajustar la operación al tiempo de ciclo. Este es el comienzo de la mejora.

Las posibles causas por las cuales cierta operación no cumpla con el tiempo de ciclo pueden ser:

- Máquinas con rendimiento menor a su especificación debido a un mantenimiento improductivo
- Trabajadores inexpertos o con falta de entrenamiento
- Falta de procedimientos o estándares de operación

Por lo tanto se sugiere apoyarse en las siguientes técnicas o herramientas para evitar que esto suceda y se cumpla con el tiempo de ciclo de cada operación:

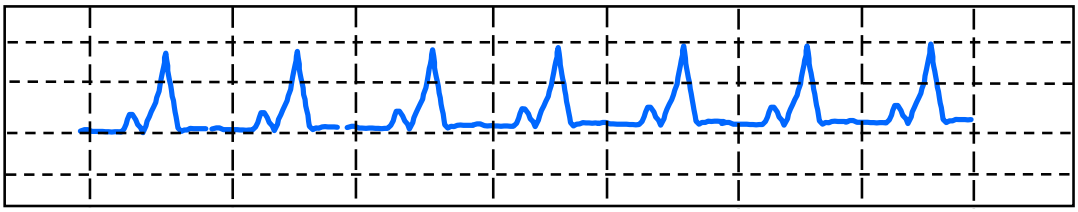
- TPM para asegurar que las máquinas no fallen
- Programas de entrenamiento para los trabajadores en las estaciones requeridas
- Implementar estándares de operación, tales como, procedimientos, instrucciones de trabajo, ayudas visuales, etc.

Esto ayudará no solo a cumplir el tiempo de ciclo de cada estación de trabajo, sino que también ayudará a que se cumpla con el takt time de la línea de producción.

5.2.6 Takt time

Takt time es el tiempo disponible de producción dividido entre la demanda del cliente. Todas las operaciones de manufactura deben ser construidas en base al Takt time.

El Takt time es el que marca el ritmo de cualquier sistema de manufactura esbelta.



El Takt time define la velocidad de la línea de producción y los tiempos de ciclo para todas las estaciones de trabajo de la línea.

$$\textbf{Takt Time} = \frac{\textit{Tiempo disponible del trabajo por día}}{\textit{Demanda requerida diaria (partes/día)}}$$

Ejemplo 1:

Demanda del Cliente: 1380 unidades/día
Tiempo disponible de operación: 1 turno de 8 hs = 27600 seg
Nota: con dos descansos de 10 min

Takt time = 27000 seg / 1380 unidades = 20 seg/unidad

Por lo tanto la línea de manufactura requiere producir una parte cada 20 seg para cumplir con los requerimientos del cliente.

Una de las herramientas del balanceo de trabajo es comparar el tiempo de ciclo del operador o estación de trabajo con el Takt time. Idealmente el tiempo de ciclo deberá ser cercano, pero no mayor al Takt time.

Si el tiempo de ciclo es menor al Takt time, el operador puede mantener el paso y cumplir con la demanda.

Si el tiempo de ciclo es mayor mayor que el Takt time, el operador no puede mantener el paso y por lo tanto no cumplirá con la demanda del cliente.

Manteniendo un ritmo en las operaciones nos lleva a una mejor eficiencia global. Esto puede ser referido como una línea balanceada o takt time.

Ejemplo 2:

La Figura da los tiempos de ciclo de un operador en una línea de producción. La línea horizontal es el Takt time de 11 segundos/parte para cumplir con la demanda del cliente. Los operadores A, C y D tienen tiempos de ciclo menores que once segundos y pueden cumplir con el takt time. El operador B tiene un tiempo de ciclo mayor a once segundos; entonces, este operador y consecuentemente la planta no puede cumplir con la demanda.

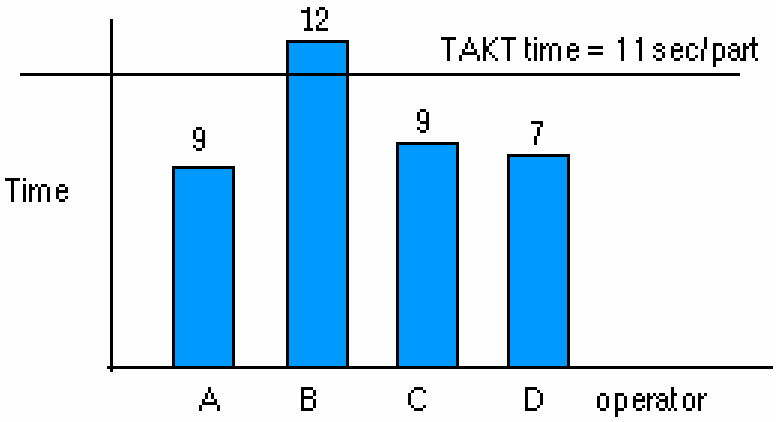


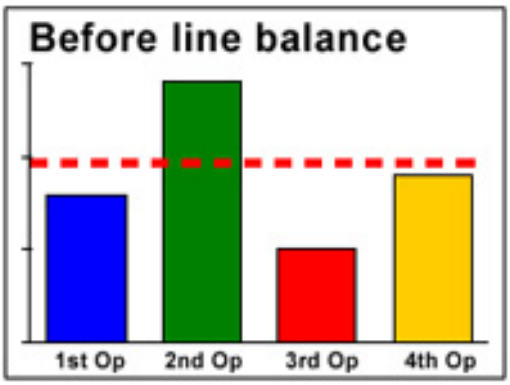
Figure 1. Operator work content

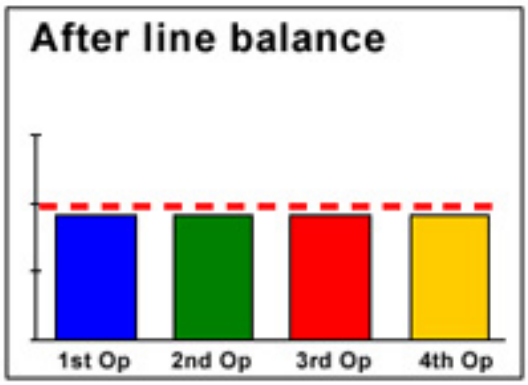
Una técnica para reducir el tiempo de ciclo del operador B es el reasignar el trabajo contenido entre los operadores de tal manera que el trabajo de cada operador tenga un tiempo de ciclo igual o ligeramente menor que el Takt time.

Otra técnica es ver los desperdicios de manufactura, para evaluar las operaciones y operadores, e identificar las oportunidades de mejora, las cuales reducirán los tiempos de ciclo.

Los siete desperdicios de manufactura son: Pérdidas por sobreproducción, Pérdidas por espera, Pérdidas por transportación, Pérdidas del Proceso, Pérdidas por Inventario, Pérdidas por movimiento y Pérdidas por hacer artículos defectuosos (ver definición en el marco teórico).

Después de efectuar mejoras para reducir los tiempos de ciclo y alcanzar el Takt time, se puede observar una mejora como la que se representa en las siguientes figuras:





5.2.7 Pensar sobre el layout

Cuando se planifica un layout es importante observar si satisface las tres condiciones básicas:

- flujo de los materiales,
- movimiento de personas y
- flujo de información.

La consideración más importante es que el layout apoye el sistema de flujo ordenado de producción. No es deseable tener un layout con áreas funcionales separadas unas de otras.

Otros factores a considerar son:

- Facilidad de supervisión
- Flexibilidad para posibles expansiones
- Efectividad en la utilización del espacio
- Apariencia

5.2.7 a Sugerencias para la planificación del layout

Juntar la entrada y la salida.- En primer lugar cuando se juntan la entrada y la salida de un proceso, es fácil introducir la práctica de cuando se extrae una pieza, puede entrar otra.

De este modo pueden permanecer constantes las piezas en mano en cada proceso. Y mas importante aun es que el layout puede inculcar en las mentes de los trabajadores la importancia del concepto just in time.

Concentrar las áreas de trabajo.- Esto ayuda para un mejor flujo de los materiales, un layout en "u" shaped sería un ejemplo de concentración de las estaciones de trabajo. Las islas ó máquinas separadas son indeseables.

Utilizar layouts centrados en las personas.- A menudo vemos fábricas en las que las unidades generadoras de energía y las de control se colocan exactamente en el medio del lugar de trabajo, dificultando los desplazamientos de las personas.

Quizá se instalaron antes de que se empezase a pensar en el nuevo layout definitivo. Pero debe corregir estos errores si puede, y hacerlo definitivamente.

5.2.7 b Principios de distribución de layouts

- Principio de la integración global.- Integrar de la mejor forma a los hombres, materiales, maquinaria, actividades auxiliares y cualquier otra consideración.

- Principio de la Distancia Mínima a Mover.- Minimizar los movimientos de los elementos entre las operaciones.

- Principio de Flujo.- Arreglar las áreas de trabajo para cada operación o proceso, para una secuencia apropiada de materiales o equipo, minimizar la interrupción del material a través del área evitando así las demoras.

- Principio de Espacio.- Obtener economías por el uso efectivo del espacio disponible tanto vertical como horizontal.

- Principio de Satisfacción y Seguridad.- Proveer de condiciones de trabajo sin riesgos y que satisfagan al personal. Contar con estaciones de trabajo ergonómicas permitirá un mayor rendimiento en las actividades de los trabajadores.

- Principio de Flexibilidad.- La distribución debe ser diseñada permitiendo un ajuste o arreglo al mínimo costo. Se recomienda ubicación de estaciones completas sobre ruedas para facilitar la redistribución y flexibilidad.

5.2.7 c Tipos de distribución de un área de producción

- Distribución de procesos por "Funciones".- Todas las operaciones y máquinas de un mismo tipo se agrupan.

- Distribución por "Línea".- El producto se procesa en un área y las instalaciones de trabajo están secuenciadas y el material se mueve a través de ellas.

- Grupos Tecnológicos.- En este tipo de distribución de máquinas, se procesan una serie de artículos de características similares que constituyen una familia. A este tipo de distribución también se le conoce como celdas de producción.

5.3 Modelo 2. Máquinas

A continuación se muestra en el recuadro de abajo el modelo 2 de máquinas, el cual muestra cada una de las herramientas de manufactura anteriormente mencionadas en este Capitulo V Modelo de las máquinas, así como

su posible relación con los 7 tipos de desperdicios que existen en Lean Manufacturing, como guía de lo que se puede mejorar para incrementar la eficiencia en las máquinas en una línea de producción:

7 Muda	TPM	SMED	Tiempo Ciclo y Takt time	Jidoka	Automatización	Layout
Sobreproducción		X	X	X		X
Defectos	X			X	X	
Inventario Innecesario		X	X	X		X
Procesamiento inadecuado	X		X	X	X	
Transportación excesiva		X			X	X
Espera	X	X				X
Movimiento innecesario		X	X		X	X

CAPITULO VI. MODELO 3 MATERIALES

6.1 Descripción de la 3ª M (Materiales)

Los materiales es otro de los pilares en una línea de producción, los materiales al ser manejados por la gente y transformados por las máquinas, llegan a formar un producto final que es el que será usado por el Cliente.

El cuidado con el que se manejen los materiales en la línea o área de producción, será muy importante para lograr tener el menor desperdicio posible y así alcanzar los niveles de eficiencia y calidad en los mismos, lo que representará un incremento de la productividad de la línea.

El objetivo de toda línea de producción en el manejo de los materiales debe ser el producir la mayor cantidad de productos buenos, de los que sean alimentados a la línea, mediante la eliminación de todas las causas que puedan generar desperdicio de material.

De lograr lo anterior, repercutirá de manera positiva en el costo de fabricación del producto, lo cual es uno de los principales objetivos de todas las Empresas; eso les podrá permitir generar utilidades.

Reduciendo el costo de fabricación del producto, las empresas podrán ser cada vez más competitivas. Para esto es importante tener en cuenta la siguiente fórmula:

Utilidad = Precio de venta (fijado por el mercado) – Costo de fabricación

Es importante mencionar que el costo de fabricación de un producto se compone no solo de la eficiencia con la que se manejen los materiales, sino

también de la mano de obra destinada a su fabricación, y del gasto en mantener las máquinas funcionando de manera óptima. Además de muchos otros indirectos.

Una buena interacción de la gente con los materiales es básica para obtener el producto final con la calidad requerida.

Los materiales en una línea de producción deben ser vistos y tratados por la gente que los maneja, como si la siguiente estación es su cliente, de tal modo, que siempre se entreguen materiales a la siguiente estación de trabajo con la calidad requerida, y no permitan pasar materiales defectuosos.

Además todos los trabajadores de la línea de producción deben estar concientes que al final de la línea, se entregará y embarcará el producto al Cliente final.

Cualquiera que sea la capacidad de producción que tenga una Empresa, si el producto es de una calidad deficiente, ningún consumidor lo comprará.

En el sistema Toyota el buen manejo de los materiales, se basa en técnicas tales como:

- Kanban
- Pokayoke
- One piece flow (flujo de una pieza a la vez)
- Entre otras

Para este trabajo de investigación nos referiremos solamente a los materiales que se manejan en la línea de producción desde la primera estación de trabajo hasta la última.

No nos referiremos a los materiales que están en el almacén de materia prima, ni al manejo de los materiales dentro del almacén de producto terminado o a su distribución hacia el Cliente final.

Las personas que normalmente interactúan con los materiales en una línea de producción son: los operadores de producción, supervisores, ingenieros de

procesos y personal de calidad principalmente; sin embargo, esto pudiera variar dependiendo de cada Empresa de acuerdo a su estructura organizacional.

Con la elaboración de este modelo 3, se pretende plasmar las diferentes técnicas o herramientas de manufactura con las cuales se pueda lograr la mayor eficiencia de los materiales que se utilizan en una línea o área de producción.

Para esto es importante enfocarse en la disminución de toda clase de causas que puedan hacer merma en los materiales y así lograr evitar tener desperdicios tales como:

- Piezas con defectos
- Sobreproducción
- Inventario innecesario
- Procesamientos inadecuados
- Transportación excesiva de materiales
- Retrabajos
- etc.

Se denomina desperdicio de materiales a:

- Cantidad de material desperdiciado en cada operación, es decir, que tenga defectos los cuales no cumplen con la especificación del producto.
- Al tiempo en que el material permanece en la línea de producción, se pretende que sea el menor posible, mediante un flujo continuo de los mismos.
- Todo aquel material que tenga defectos por parte del proveedor del mismo y que no cumpla con la especificación de diseño, también es considerado un desperdicio, puesto que en algunas ocasiones, se puede llegar a utilizar algún sustituto el cual pudiera ser mas caro que el anterior.

6.2 Técnicas propuestas para la mejora de eficiencia de los materiales

A continuación se presentan las diferentes técnicas o herramientas de manufactura propuestas para este modelo 3, así como una breve explicación sobre como llevarlas a cabo en el piso de producción.

6.2.1 Kanban

El sistema Toyota reduce los stocks hasta cerca de cero mediante la aplicación del sistema Kanban (Just in time).

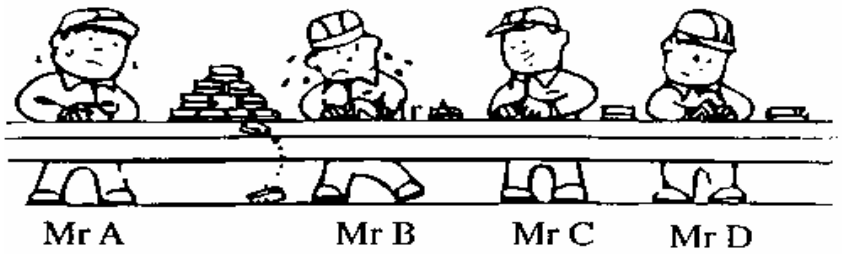
Para que este sistema funcione fluidamente, cada estación de trabajo debe acercarse a la estación anterior para extraer las piezas y materiales en el momento en que los necesita y en la cantidad necesaria.

La estación de trabajo anterior, debe de producir solo la cantidad exacta extraída por la siguiente estación.

El sistema kanban se creó para indicar qué necesita cada estación de trabajo y facilitar que las diversas estaciones se comunicasen entre si eficientemente.

El plan de producción de la empresa se comunica solamente a la línea de producción de ensamble final.

Cuando la estación de ensamble final acude a los procesos precedentes a extraer piezas y materiales, dispara una cadena de comunicaciones entre todos los procesos con sus precedentes y cada proceso conoce automáticamente cuanto y cuando producir las piezas y materiales que debe fabricar.



El sistema kanban es uno de los métodos de control utilizados en el sistema Toyota. Solo cuando el sistema de producción Toyota se aplica satisfactoriamente, puede utilizarse con efectividad el sistema kanban. Sin cambiar el método de hacer las cosas, es imposible obtener beneficios del sistema kanban.

Kanban es una tarjeta normalmente pequeña adherida a cajas de partes que regulan un sistema pull en producción.

El sistema pull, es cuando la demanda es quien regula la producción "estirando" la producción a lo largo del sistema.

6.2.1a Funciones del Kanban

Primera función Control de Producción.- El kanban contiene información que sirve como orden de trabajo. Es un medio de instrucción automático que provee información concerniente a producir lo que se demanda, con los materiales necesarios, con el trabajo y en el tiempo necesario.

Kanban y JIT siempre van de la mano!

A través del kanban, se conoce la cantidad a producir, la cantidad a transportar, el lugar de almacenaje, y el tipo de contenedores a utilizar.

La tarjeta kanban contiene la información necesaria para producir cuanto y cuando, por eso tiene el uso de una orden de trabajo.

El método para producir, las especificaciones, etc., están contenidas normalmente en la documentación de ingeniería y calidad.

Segunda función del kanban.- es la de moverse con el material. Ya hemos sugerido que el kanban es una herramienta para el control visual. Para esto, debemos poner en práctica al mismo tiempo las funciones primera y segunda.

Si el material y el kanban pueden moverse juntos de modo consistente, será factible lo siguiente:

1. No se producirá producción en exceso
2. Se optimizarán los niveles de inventario
3. Resultará obvia la prioridad en la producción
4. Resulta mas fácil el control del material

En la implantación del sistema kanban, se recomienda no poner en juego un número excesivo de kanbans.

Cuantos menos kanbans, mejor. Si hay demasiados kanbans, la información pierde precisión.

El kanban se podrá implantar en empresas que impliquen producción o cantidad de trabajo estable o con pocas variaciones a través del tiempo.

Además del compromiso y conocimiento del sistema, para su implementación se debe tener en cuenta:

- Desarrollar un sistema de nivelación de la producción.
- Establecer una ruta óptima de flujo de materiales.
- Definir rutas estándar.
- Producción en lotes pequeños.

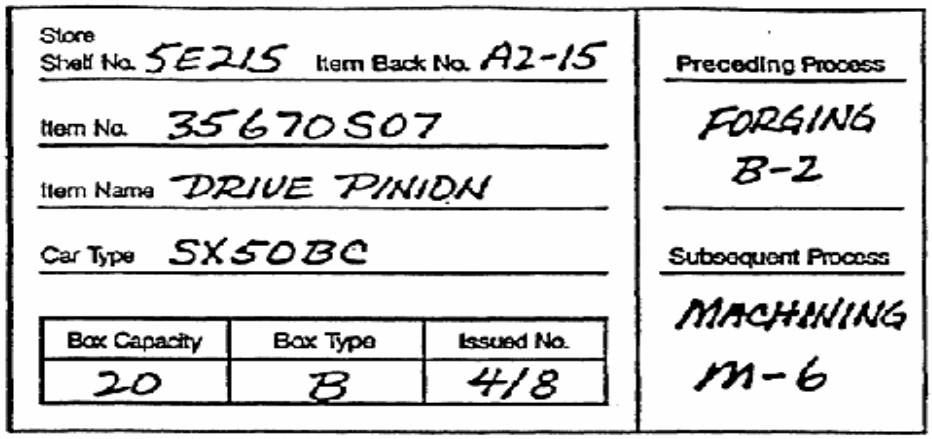
6.2.1b Tipos de tarjetas Kanban

Existen 2 tipos principales:

Kanban de Retiro y Kanban de Producción

Kanban de Retiro

El Kanban de Retiro especifica el tipo y la cantidad de producto que el proceso subsecuente (siguiente) debe de retirar del proceso precedente (anterior).


Store
Shelf No. 5E215 Item Back No. A2-15
Item No. 35670S07
Item Name DRIVE PINION
Car Type SX50BC

Box Capacity	Box Type	Issued No.
20	B	4/8

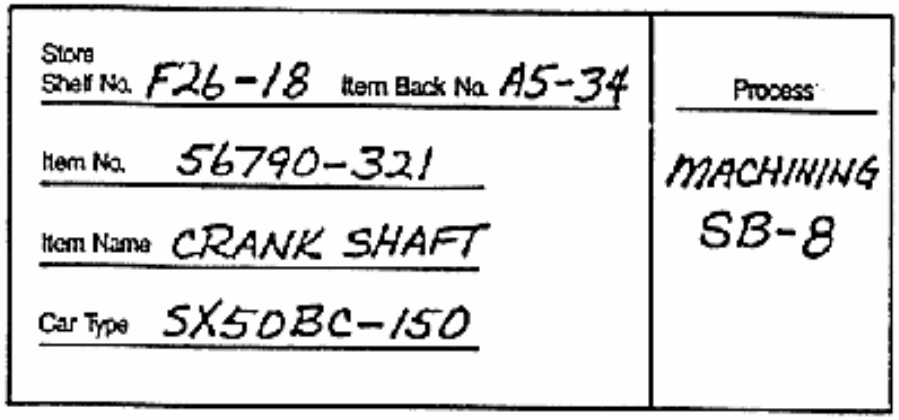
Preceding Process
FORGING
B-2
Subsequent Process
MACHINING
M-6

En la figura anterior, el proceso precedente (anterior) que fabrica este componente es Forjado (forging), y la persona cargando este kanban del proceso subsecuente (siguiente) debe de ir a la posición B-2 del departamento de forjado para retirar engranes (drive pinions). Cada caja contiene 20 unidades y la forma de la caja es 'B'. Este kanban es el #4 de 8 existentes.

Al retirar los engranes, dará automáticamente la señal al proceso de forjado para volver a fabricar la cantidad que haya sido retirada.

Kanban de Producción

El Kanban de Producción especifica el tipo y cantidad de producto que el proceso precedente (anterior) debe de producir.


Store
Shelf No. F26-18 Item Back No. A5-34
Item No. 56790-321
Item Name CRANK SHAFT
Car Type SX50BC-150
Process
MACHINING
SB-8

El Kanban anterior demuestra que el proceso de maquinado SB-8 debe producir el cigüeñal (crankshaft) para el auto tipo SX50BC-150. El cigüeñal producido debe ser colocado en el almacén F26-18.

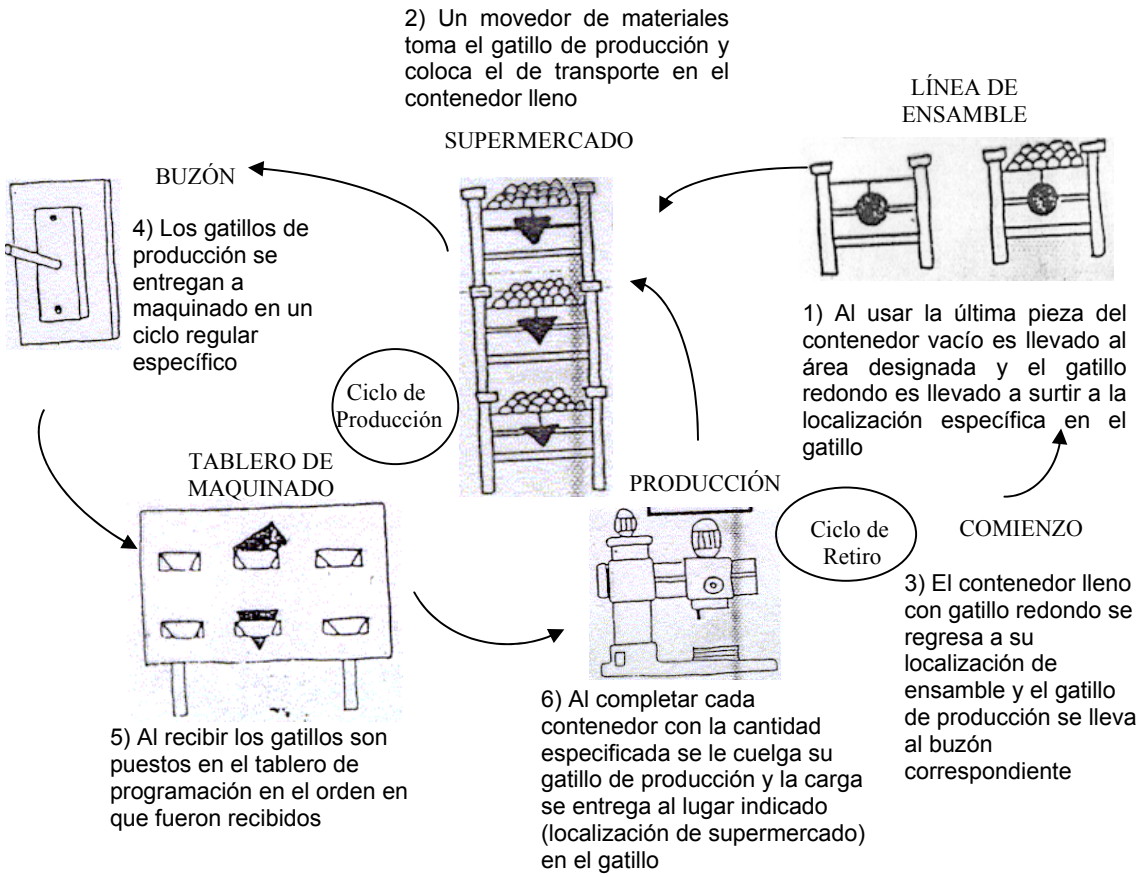
Supermercado

Cuando dos estaciones de trabajo están separadas, es común utilizar almacenes intermedios denominados supermercados, esto hace usar las dos tarjetas kanban anteriormente mencionadas, es decir, el proceso subsecuente va con la tarjeta de retiro al supermercado y retira el material colocando la tarjeta adherida al contenedor del supermercado.

Esto hace que la tarjeta de producción que tenía adherida el contenedor del supermercado sea llevada a la estación que produce la pieza, sirviendo de orden de producción.

Con la tarjeta de producción, el área donde se produce la pieza, llena el contenedor, le adhiere la tarjeta de producción y lo lleva al supermercado de vuelta. Allí el contenedor lleno con la tarjeta de producción adherida, entrega el siguiente requerimiento de la demanda.

Esta demanda concurrirá al supermercado, provista de la tarjeta de retiro. De esta manera se controla lo que se produce con relación a la demanda.



Existen 6 elementos críticos que se deben de incluir en las tarjetas de Kanban:

- **Punto de Uso:** La ubicación donde el componente es utilizada.
- **Punto de Suministro:** La ubicación de suministro para el componente.
- **Cantidad:** La cantidad solicitada.
- **Número de parte:** La identificación de parte para el componente.
- **Descripción:** La descripción del componente.
- **Punto de re-orden:** Cuando se debe reabastecer el contenedor de materiales.

Gatillo tipo charola

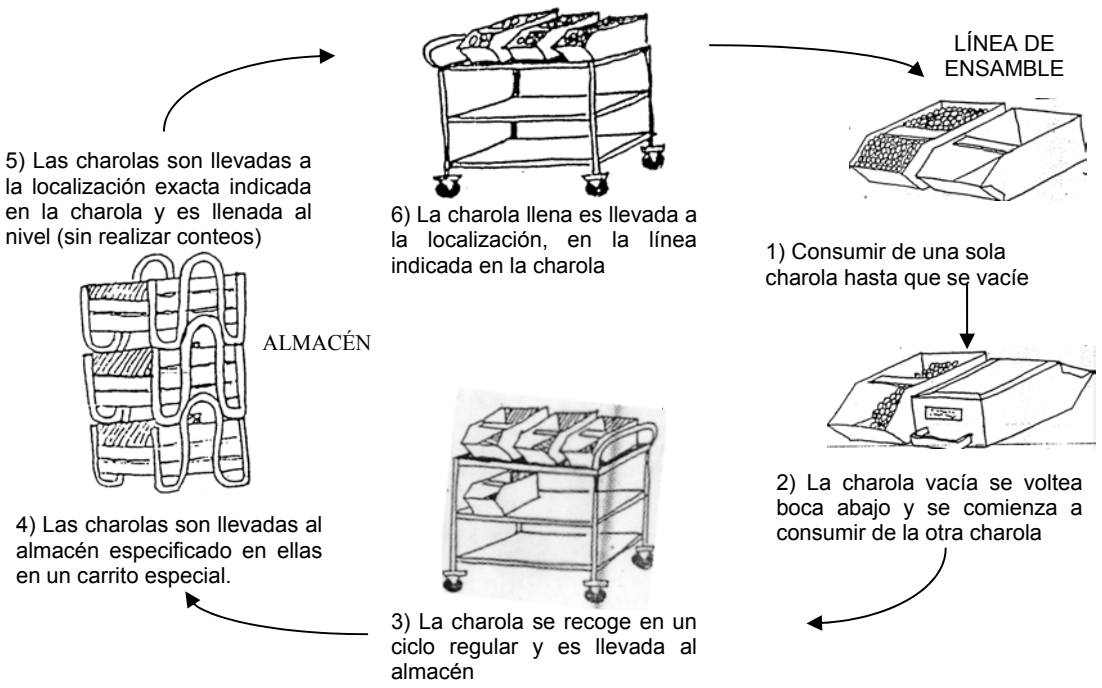
Los gatillos tipo charola son comúnmente usados en las líneas de producción como una señal de la necesidad de una acción.

Normalmente es usado para componentes de tamaño compacto y de uso continuo en los productos que se fabrican en la línea.

A continuación se muestra un ejemplo de este tipo de gatillo, en el que se puede observar que se colocan un par de charolas (pueden ser más dependiendo de la situación), de las cuales, cuando una se vacía es volteada como señal de que se tiene que volver a rellenar nuevamente, mientras tanto se sigue usando el material de la otra charola.

Este tipo de gatillo es fácil de implementar y sirve como control visual de la cantidad de materiales a tener en la línea, así como señal de la necesidad de reaprovisionamiento.

Gatillo Tipo Charola



6.2.1c Ventajas del Kanban y cuando aplicarlo

Ventajas del Kanban

1. Reducción en los niveles de inventario
2. Minimiza desperdicios
3. Reducción de tiempos
4. Flexibilidad de la producción
5. Evita la sobreproducción
6. Reducción de productos en proceso
7. Es un proceso simple y entendible para la gente
8. Provee información rápida y precisa
9. Transfiere información a bajo costo
10. Provee respuesta rápida a los cambios
11. Mantiene el control
12. Delega responsabilidad a los operarios de la línea
13. Visibilidad de los problemas de calidad

Dónde es apropiado usar el Kanban

- En una línea de producción (una serie de operaciones)
- En almacenes que alimentan a la línea de producción
- Un proveedor entrega a un cliente
- Entrega y empaque en un almacén
- Plantas con producto único (enfocado)
- Productos en familia
- Cuando se tengan operadores multi-hábiles
- Donde no existan problemas de calidad

Aunque puede usarse también en líneas de variedad de producto, adaptando el método.

Donde no es apropiado usar el Kanban

- Alta variedad de productos
- Presencia de alta variabilidad
    - descompostura de la máquinas
    - problemas de calidad
    - ausentismo
    - proveedores no-confiables
- Requerimiento de expertos y/o habilidades especiales
- No existe un programa maestro de producción efectivo
- No exista trabajo en equipo

6.2.1d Reglas del kanban

Seis reglas para el kanban

Cuanto mejores son las herramientas, más efectivas son para alcanzar las metas. Sin embargo si se utilizan de modo erróneo, pueden convertirse en estorbos que impedirán alcanzar las metas para las que fueron diseñadas.

A continuación explicamos las 6 reglas o precondiciones de la operación del kanban:

Regla 1: No enviar productos defectuosos al proceso siguiente

Fabricar productos defectuosos significa invertir materiales, equipos y trabajo en algo que no puede venderse. Es el mayor despilfarro de todos. Es la peor ofensa contra la reducción de costos, que es la meta de toda industria.

Regla 2: El proceso siguiente viene a extraer solo lo que necesita

Se crea una perdida si el proceso precedente (anterior) suministra piezas o materiales al proceso posterior en un momento en el que no los necesita o en cantidad que esta por encima de las necesidades de este ultimo.

Regla 3: Producir solamente la cantidad exacta retirada por el proceso posterior

El proceso mismo debe restringir su stock a un mínimo absoluto. Por esta razón debe observarse lo siguiente:

- No producir mas que la cantidad especificada en el kanban
- Producir en la secuencia en la que se reciben los kanbans

Regla 4: Nivelar la producción

Con el fin de cumplir la tercera regla, es necesario que todos los procesos mantengan equipo y trabajadores de modo tal que los materiales puedan producirse en el momento necesario y en la cantidad necesaria.

En este caso si el proceso posterior viene a retirar materiales con grandes desniveles en cuanto a tiempo y cantidad, el proceso precedente (anterior) requerirá equipo y personal en exceso para acomodarse a estas solicitudes. Aquí es donde entra en juego la cuarta regla, que insiste en la nivelación de la carga de producción.

Regla 5: El kanban es un medio para ajuste fino

No se permite enviar más información de producción y/o transporte que no sea a través de las tarjetas kanban de retiro y/o de producción.

Regla 6: Estabilizar y racionalizar el proceso

Si aplicamos el significado de defectuoso mas allá de las piezas defectuosas para incluir el trabajo defectuoso, entonces resulta fácil entender la Sexta regla.

Se produce trabajo defectuoso porque no hay suficientes estandarización y racionalización del trabajo.

Cuando hay desperdicios, el resultado es producción de piezas defectuosas.

Sin resolver esto no hay garantía de que el proceso siguiente tenga el aprovechamiento adecuado.

Las actividades de estandarización y racionalización del proceso son claves para una implantación eficiente del proceso de producción.

Para observar estas seis reglas es necesario gran cantidad de esfuerzo. Si el sistema kanban se introduce sin ellas, no puede funcionar con efectividad. Si reconoce la utilidad del kanban, debe prepararse para observar todas las reglas a pesar de su dificultad. Este es el único camino para alcanzar la verdadera reducción de costos en su empresa.

6.2.1e Cálculo del número de kanbanes a utilizar

$$\text{Número de Kanban} = \frac{\text{Demanda Prom. diaria} \times \text{Tiempo de entrega} \times (1 + \text{Factor de seguridad})}{\text{Capacidad del Contenedor}}$$

Donde:

Tiempo de entrega = Tiempo de proceso +Tiempo de espera +Tiempo de transporte +Tiempo de colección de Kanban

Ejemplo de cálculo de numero de Kanban

Demanda: 150 botellas por hora

Tiempo de entrega (lead time): 30 minutos /contenedor

Capacidad del contenedor: 25 botellas

Tomando en cuenta un factor de seguridad de 10%:

Núm. de Kanban (contenedores)=150*0.5*1.1/25=3.3 Kanbans (contenedores)

Redondear a 4 para permitir algo de holgura
ó
Reducir a 3 para forzar una mejora en el proceso.

Las variables que determinan el número total de Kanbanes en la fórmula son:

1.- Demanda promedio diaria
2.- Tiempo de Entrega (lead time)
3.- Coeficiente de seguridad o inventario de seguridad
4.- Capacidad del contenedor

La demanda promedio diaria debe de ser determinada usando la demanda suavizada diaria que se calcula en base de la demanda mensual.

Las plantas de Toyota normalmente utilizan el sistema de Kanban de Cantidad Constante. Esto se debe a que las plantas de Toyota tiene un tiempo de procesamiento (lead time) corto además de que los procesos se encuentran en condiciones estandarizadas.

El Kanban de Cantidad variable, Ciclo constante se utiliza para los proveedores con tiempos largos de entrega por distancia geográfica de los proveedores.

6.2.2 Pokayoke

El Pokayoke es un dispositivo a prueba de error que sirve para prevenir un defecto durante el proceso de manufactura.

El Pokayoke influye en la calidad de los procesos y materiales, mediante mecanismos que hacen que el proceso sea a prueba de errores para asegurar la calidad estable con un mínimo de tiempo-hombre, es decir, que se pueda descubrir o detectar desórdenes sin que los trabajadores tengan que estar al pendiente de los detalles en todo momento.

Usando Pokayoke, la eliminación completa de las pérdidas se hace posible, con una idea sencilla y en algunas ocasiones de bajo costo, que significa incorporar sistemas de detección automática de los productos defectuosos por inspección sobre todos los productos en cada etapa del proceso de fabricación.

Este método de inspección puede utilizar sistemas de detección y control electrónicos, neumáticos, mecánicos y muchos otros de gran practicidad.

6.2.2a Mecanismos pokayoke en un proceso de manufactura

- Si se da un paso en falso o se omite, el mecanismo pokayoke no permite que los artículos se monten en las plantillas.
- Si se encuentra un desorden en los artículos, el mecanismo no permite que la máquina empiece a procesar.
- Si se da un paso en falso o se omite, el mecanismo no permite que la máquina empiece a procesar.
- Si se da un paso en falso en el proceso de trabajo o en los movimientos, se ajusta automáticamente, y el mecanismo permite que siga el proceso.
- El desorden ocurrido en el proceso precedente se examina en el siguiente, y el mecanismo no permite que pase el defecto.
- Si cierta operación se omite o pasa por alto, el mecanismo no permite que empiece el proceso siguiente.

6.2.2 b Métodos a considerar en un planteamiento a prueba de errores:

- Método de señales: Se enciende una luz, fácil de reconocer por su color u otras características. Este es un método de control visual que facilita descubrir visualmente el desorden.
- Método de plantillas: Un artículo que no tiene las medidas apropiadas o que le falta determinada característica, o que no se monta en forma adecuada, se detecta por la plantilla y la máquina no se puede activar. En este método las plantillas se diseñan para la tarea de descubrir errores.
- Método automático: La máquina para si ocurre un desorden durante el proceso. Algunas personas no incluyen este método como parte de nuestro sistema a prueba de errores.

Al establecer un sistema Pokayoke se seleccionan las áreas que se muestran más factibles a la implantación, y en las que estos sistemas puedan rendir buenos resultados.

Las equivocaciones ocurren por muchas razones, pero casi todas ellas pueden evitarse si empleamos el tiempo necesario para identificar cuándo y porqué ocurren, y entonces adoptamos las acciones precisas para evitarlas empleando los métodos Pokayoke.

Hay varios tipos de defectos:

1. Procesos omitidos
2. Errores de proceso
3. Errores de montaje de piezas en máquina
4. Piezas omitidas
5. Piezas equivocadas

6. Proceso de pieza equivocada
7. Operación defectuosa
8. Error de ajuste
9. Equipo no montado apropiadamente (montaje defectuoso)
10. Utiles y plantillas mal preparados

6.2.2 c Logro de la fabricación con cero defectos, a prueba de errores, a través del Pokayoke

Los ocho principios de mejora básica para el pokayoke y el cero defectos

1. Construir la calidad en los procesos

Hacer imposible la fabricación de piezas defectuosas incluso aunque se cometa un error. El enfoque en este caso es la inspección al 100%, utilizando salvaguardas pokayoke en plantillas y procesos.

2. Pueden eliminar todos los errores y defectos inadvertidos

Debemos asumir que las equivocaciones no son inevitables. Donde hay una voluntad poderosa, puede encontrarse un modo para eliminar todos los errores y defectos.

3. Interrumpa el hacerlo mal, y comience a hacer lo correcto ¡ahora!

Elimine completamente los "peros" en proposiciones tales como "sabemos que no es correcto, pero…"

4. No piense en excusas, piense sobre cómo hacerlo bien

Más bien que pensar en excusas, piense sobre cómo pueden hacerse las cosas correctamente.

5. Un 60% de probabilidades de éxito es suficientemente bueno; implemente su idea ahora!

En las mejoras, no hay necesidad de contemplar la perfección antes de acometer la acción. Analice la causa y piense en una solución. Si su solución tiene una probabilidad de éxito superior al 50%, trabaje en ella inmediatamente. Podrá cambiar su solución o introducir refinamientos adicionales basándose en los hechos que resulten de implantarla sin demora.

6. Las equivocaciones y defectos podrán reducirse a cero si todos trabajan juntos para eliminarlos

Los cero errores y cero defectos no pueden conseguirse por una sola persona. Es importante que cada uno en toda la compañía trabaje con los demás para eliminar errores y defectos.

7. Diez cabezas son mejor que una

El esfuerzo mental de una persona es importante, pero la visión y creatividad que se siguen de los esfuerzos de diez personas es más valioso.

El trabajo en grupo es la clave para las ideas de mejora efectivas. La implementación de mecanismos Pokayoke, en muchas ocasiones depende de la creatividad de las personas que trabajan en la línea de producción.

8. Investigue la verdadera causa, usando las 5 Why y 1 How

La ocurrencia de un defecto no exige más inspectores. En vez de esto, vaya a la raíz del problema para asegurar que la contramedida aplicada es una solución real, y no justamente una venda.

Pregunte ¿Por qué ha ocurrido el defecto? Y con la contestación que obtenga, pregunte ¿Por qué? De nuevo.

No se dé por satisfecho con las causas que le vengan a la mente con facilidad.

Pregunte ¿Por qué? Al menos cinco veces para descubrir las raíces del problema.

Solamente entonces pregunte ¿Cómo podemos resolverlo?, y ponga la solución en práctica.

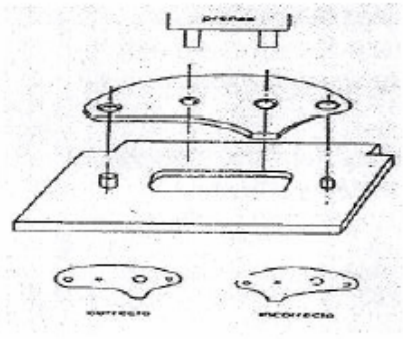
El Pokayoke elimina el despilfarro en las operaciones y las quejas de los clientes, y crea una fábrica rentable.

6.2.2 d Ejemplos de Pokayoke

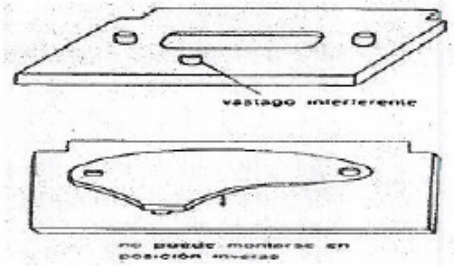
A continuación se muestran algunos ejemplos de dispositivos Pokayoke, que pudieran ser utilizados en una línea de producción.

Proceso: Punzonado de orificios mediante una prensa.

a) **Antes de la mejora:** Era posible colocar sobre la plantilla los accesorios en posición invertida

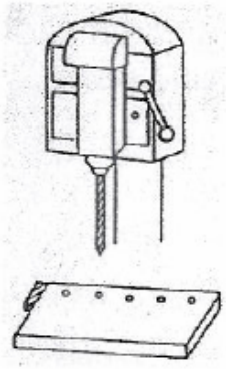


b) **Después de la mejora:** Se instaló en la plantilla un vástago de interferencia.Si la pieza de trabajo se coloca en posición inversa a la correcta, choca contra el vástago de interferencia y no puede ajustar apropiadamente.Con esto se identifican los errores de montaje.

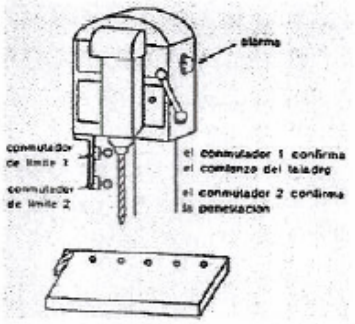


Proceso: Taladrado.

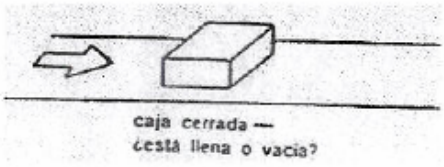
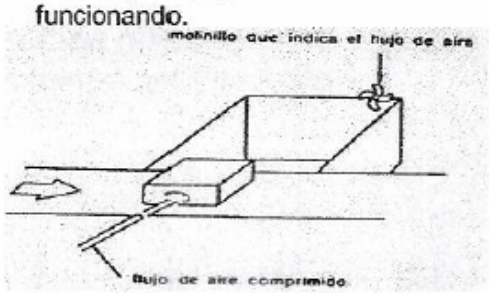
a) **Antes de la mejora:** La habilidad de los trabajadores decidía cuando el agujero había sido taladrado hasta la profundidad correcta.



b) **Después de la mejora:** Se han montado dos switch límite en el trabajo de la perforadora.El taladrado defectuoso se indica si el switch límite #1 se acciona antes de tocar el switch límite #2.Suena una alarma para alertar al operador.



Proceso: Empaquetado automático de cajas.

a) **Antes de la mejora:** Como las cajas son ligeras, se deslizan fuera del transportador con aire comprimido dirigido sobre todas las cajas desde un lateral. 	b) **Después de la mejora:** Los operarios confían en el dispositivo Poka-Yoke de chorro de aire comprimido que detecta las cajas vacías.Pero era necesario que el chorro de aire debe ser estable (que fluya) para que las cajas vacías no se escapen de la detección.Se instaló un rehilete para niños, cuando gira todos saben que el flujo de aire está funcionando. 

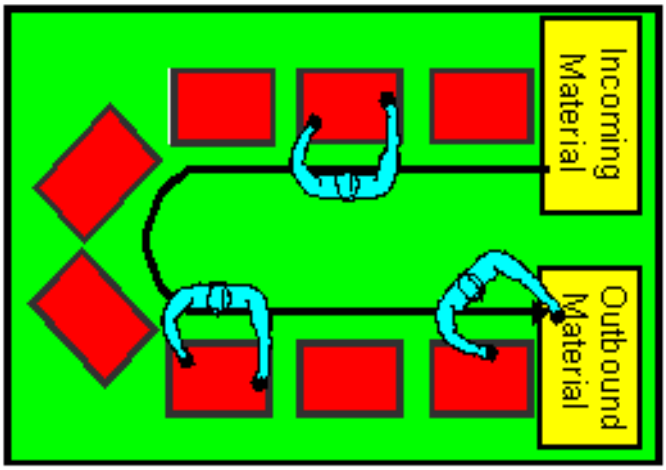
6.2.3 Manufactura Celular y One piece flow

One piece flow es un método de manufactura en donde las partes son hechas una a la vez y son pasadas a la siguiente estación de trabajo sin tener tiempos de espera entre los pasos del proceso.

En Japón se denomina a este método de trabajo como chaku-chaku, el cual se traduce como el método donde se maneja el flujo de una sola pieza de una máquina a otra.

En la manufactura celular el reto es crear un flujo continuo en tamaños de lotes pequeños o de una sola pieza, hacer esto ha dado beneficios comprobados de tener una mayor productividad y reducciones dramáticas en errores y desperdicio.

Si se logra que el producto fluya rápido siempre sacará a relucir desperdicios escondidos y entre mas fuerte se jale, se harán notorios los impedimentos que hacen que los materiales no fluyan de tal manera que puedan ser eliminados dichos impedimentos.



6.2.3 a Beneficios del One-piece Flow

Este método hace que se hagan visibles los 7 desperdicios y los problemas escondidos por los altos inventarios. One-piece flow también provoca lo siguiente:

Principio de la calidad.- Cuando se trabaja con one-piece flow, cada trabajador es un inspector de calidad. Cada pieza trabajada en una estación de trabajo es vista como si el siguiente proceso fuera su cliente inmediato, de tal manera que los defectos sean vistos y detenidos por cada una de las estaciones de trabajo antes de pasarla a la siguiente.

Reduce el costo del inventario.- El flujo de efectivo es liberado cuando el inventario es reducido. Todos los materiales que se tengan en el área de trabajo, significan dinero que se mueve, que se almacena y que se maneja, entre menor sea este número de materiales, mayor será el dinero ahorrado puesto que habrá un menor inventario en proceso.

También a menor cantidad de inventario que se tenga, menor será la posibilidad de tener materiales obsoletos por alguna anomalía encontrada una vez que se tenga un alto inventario en piso.

Mejora la productividad.- Muchas actividades que no agregan valor y que están asociadas con lotes grandes de materiales, desaparecen con el one-piece flow. Las multioperaciones se hacen posible cuando los tiempos de ciclo son balanceados con el takt time.

Libera espacio en piso.- One-piece flow se deshace del WIP (work in process) y del espacio usado para almacenar dichos materials. El flujo require que los procesos y el espacio entre equipos o máquinas sea reducido lo más posible.

Simplifica el reabastecimiento de material.- One-piece flow enlazado al takt time permite que el reabastecimiento de material se facilite. El flujo continuo y el balanceo de la línea hacen que la velocidad de la línea sea más confiable y que el material se surta de manera más fácil por ser menos la cantidad de materiales a utilizar.

Mejora la flexibilidad.- One-piece flow reduce el tiempo a través del proceso. Esto permite responder más rápido a los cambios frecuentes de demanda.

Mejora la seguridad.- De acuerdo a estudios de seguridad, la causa número uno de accidentes de trabajo es debido al manejo excesivo de materiales en piso. El cargar contenedores pesados y mover gran cantidad de tarimas de materiales puede ser minimizado cuando los lotes de materiales son de one piece. Teniendo menos montacargas e incluso no teniéndolos también se pueden reducir los accidentes ocasionados por los mismos, la cual es una de las mayores causas de accidentes en fábricas en el mundo (90 muertes y 90,000 accidentes por año).

Mejora la actitud.- La gente puede ver el efecto del trabajo que ellos realizan cuando desarrollan más procesos en one piece flow. La gente aprende nuevas habilidades ya que se puede promover más fácil las multihabilidades.

La gente trabaja más en equipo cuando las barreras del departamento son removidas. Es más fácil ver los problemas justo en el momento que estos suceden y solicitar ayuda o parar la línea si es necesario. Los problemas son resueltos mas pronto y así la cultura laboral cambia de encontrar culpables a encontrar soluciones. Esto le da a la gente un sentido de pertenencia y satisfacción.

Provoca que la mejora se haga de raíz.- One-piece flow y kaizen van de la mano. Si no se resuelven los problemas y no se hacen mejoras al proceso, one-piece flow no funcionará. Entonces se tendrá la necesidad de volver a tener grandes lotes de material y esconder los problemas nuevamente.

Una vez que las empresas de manufactura que no utilicen este método de one piece flow, se decidan a implementarlo, pueden comparar los resultados de productividad que obtendrán, contra las prácticas tradicionales en donde se tienen grandes lotes de materiales y colas entre estaciones de trabajo, y observarán que el flujo de una sola pieza a la vez, reditúa en un incremento de la productividad, tanto en incremento de volumen de piezas, mejora de la calidad, reducción de WIP, reducción de defectos, etc.

Para implementar adecuadamente este método es importante diseñar los equipos y estaciones de trabajo con un mínimo de tamaño, de tal manera que One piece flow pueda ser usado efectivamente como un agente identificador de desperdicios en la línea de producción, y forzando a los materiales a fluir en una pieza a la vez, procesando de acuerdo a la secuencia de la operación.

Sin embargo, es importante mencionar que este método de one piece flow, requiere un estado ideal en el que todas las estaciones de trabajo tengan el mismo tiempo de ciclo, de lo contrario, sería difícil que este método funcionara como tal;

si este fuera el caso, se sugiere tomar el mensaje del método, y utilizarlo como en manufactura celular en donde se utiliza la mínima cantidad de piezas entre estación y estación.

Por ejemplo, si se decidiera usar 5 piezas, entonces siempre deberán fluir estas 5 piezas entre cada estación de trabajo como si fueran una sola, lo cual también hará que la línea o celda de producción funcione efectivamente.

6.3 Modelo 3. Materiales

A continuación se muestra el modelo 3 de materiales, representado en el recuadro de abajo, el cual muestra cuales son las herramientas o técnicas de manufactura sugeridas a utilizar cuando se tengan problemas con los 7 desperdicios que existen en lean manufacturing y que generen pérdidas de eficiencia de materiales en una línea de producción.

7 Muda	Kanban	Pokayoke	One Piece Flow
Sobreproducción	X		
Defectos		X	X
Inventario Innecesario	X		X
Procesamiento inadecuado		X	
Transportación excesiva	X		X
Espera	X		X
Movimiento innecesario	X	X	X

CAPITULO VII. MODELO GENERAL PARA LA MEJORA DE LAS 3M (MANO DE OBRA, MAQUINAS Y MATERIALES)

En este capitulo se elaborará el modelo general de las 3M, el cual contendrá cada uno de los 3 modelos vistos en los capítulos IV, V y VI, y además se complementará con algunas otras herramientas o técnicas de manufactura que enriquecerán el modelo general y que aplican para cualquiera de las 3M.

Estas herramientas o técnicas que se describirán a continuación son:

- Kaizen (Mejora Continua)
- Análisis y solución de problemas
- Value Stream Mapping
- Seis Sigma
- Reingeniería

7.1 Kaizen (Mejora Continua)

Kaizen se define como la mejora continua incremental de una actividad para crear más valor con menos desperdicio. Es un ciclo in-interrumpido, el cual permite identificar las áreas de mejora.

Lean manufacturing busca cumplir con el principio de la perfección, la cual va ligada con kaizen ya que a medida que las organizaciones empiezan a identificar la cadena de valor, a hacer flujo de valor para sus productos constantemente, se cae en que no hay fin para el proceso de mejora continua, con el cual se logra reducir esfuerzos, tiempos, espacios, costos, errores, etc.

Esto hace que se alcance cada vez mas la perfección que es el principio final del lean thinking.

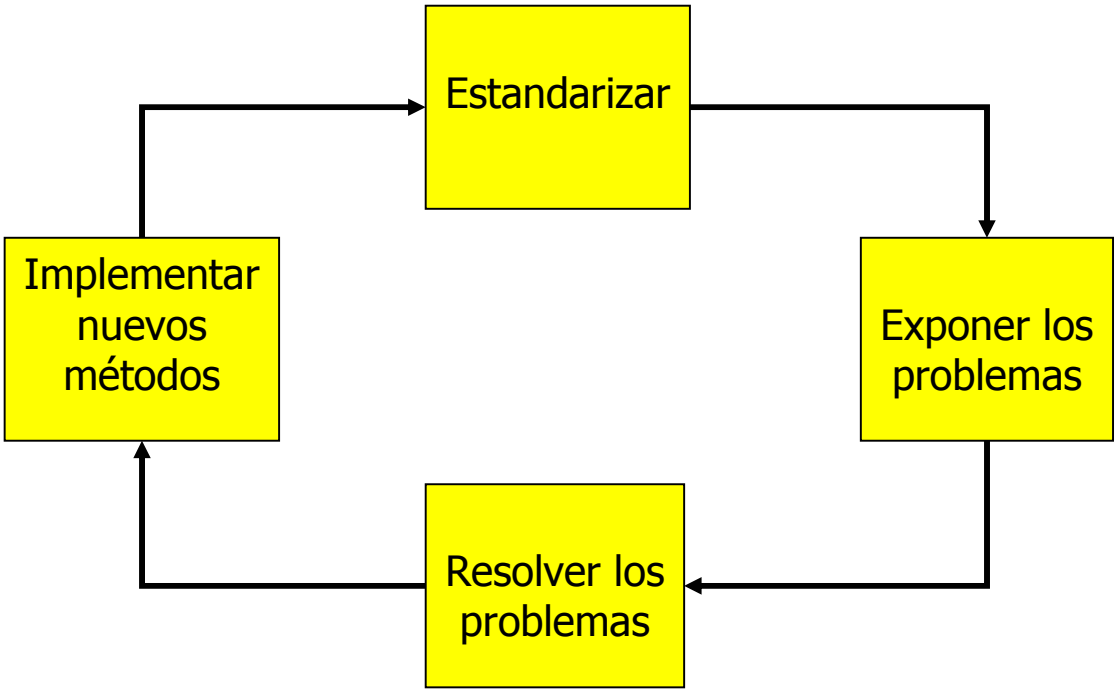
7.1.1 Procesos de Mejora Continua

Si consideramos que todas las actividades de mejora de una compañía se basan en su total creatividad, entonces cual es el proceso de mejora continua, y como podemos involucrar a todos de manera efectiva en este proceso?

Un concepto básico utilizado para la mejora continua es el ciclo que se describe a continuación:

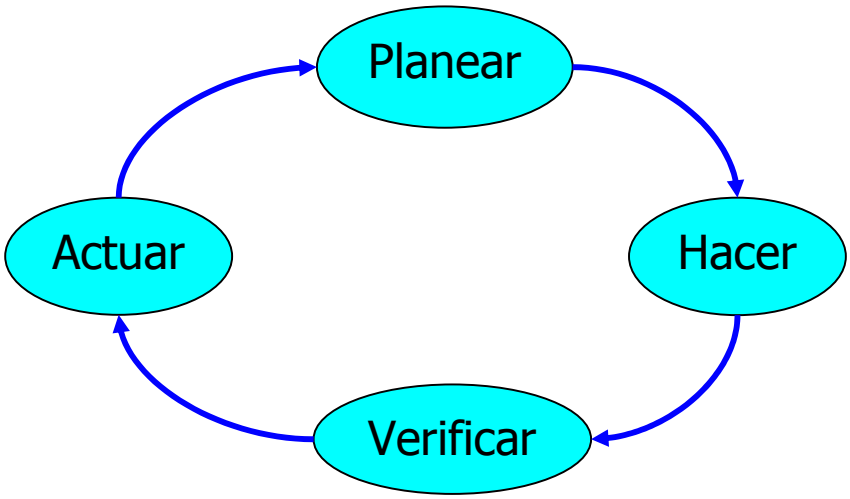
1. Estudiar la operación actual y estandarizar los procedimientos de trabajo.
2. Encontrar las áreas con problemas.
3. Resolver los problemas y desarrollar métodos de mejora.
4. Implementar nuevos métodos.
5. Si los nuevos métodos son satisfactorios, desarrollar los nuevos estándares de trabajo. Entonces regresar al punto 2 y continuar con el ciclo.

Ciclo de Mejora Continua



Como vemos aquí, la estandarización y la mejora son elementos críticos para la mejora continua.

El ciclo anterior tiene similitud con el Ciclo de Deming, el cual se describe a continuación:



El Círculo de Deming o también conocido como el círculo de calidad o círculo de la mejora continua, es una metodología recomendada para la realización de cualquier actividad que permite lograr los resultados esperados en forma sistemática, partiendo de información confiable para la toma de decisiones:

El Círculo de Deming tiene cuatro fases:

Planear.- En esta etapa se deben cumplir cuatro pasos:

- Definir los objetivos a lograr
- Determinación de la situación actual, realizando un diagnóstico y definiendo los problemas a resolver y las áreas de mejora, priorizadas en orden de importancia.
- Definición de las acciones de mejora necesarias para pasar de la situación actual a la situación deseada (objetivos definidos).
- Establecer a través de un plan de trabajo, todos los pasos que deben seguirse para la implementación de las acciones de mejora.

Hacer.- Esta etapa es la de implementación de la solución definida. Es importante que se efectúe el plan tal como fue diseñado y que se establezcan mecanismos de control, para ir evaluando los progresos y/o corrigiendo las fallas.

Verificar.- La fase de verificación permite comparar los resultados obtenidos, contra los esperados. La verificación se da en dos momentos: mientras se implementa el proceso y cuando ya se tienen los resultados.

La verificación pretende comprobar si lo que se planeó y ejecutó cumplió efectivamente con lo esperado.

Actuar.- De acuerdo con los resultados de la verificación, se deben ir haciendo los ajustes y replanteando las acciones para los beneficios esperados. Si los resultados se lograron se debe estandarizar y sistematizar los procedimientos para asegurar el mantenimiento de los resultados.

Este ciclo permite la renovación, el desarrollo, el progreso, y la posibilidad de responder a las necesidades cambiantes de nuestro entorno, para dar un mejor servicio o producto a los clientes y usuarios.

Existen algunas recomendaciones para elegir el área a mejorar:

- Analizar la importancia de los que desea mejorar
- El número de gente beneficiada
- El grado de insatisfacción actual con los resultados
- El impacto social y económico de la mejora
- La rentabilidad del proyecto de mejora
- El tiempo y costo que involucra

7.1.2 Mejora y estandarización

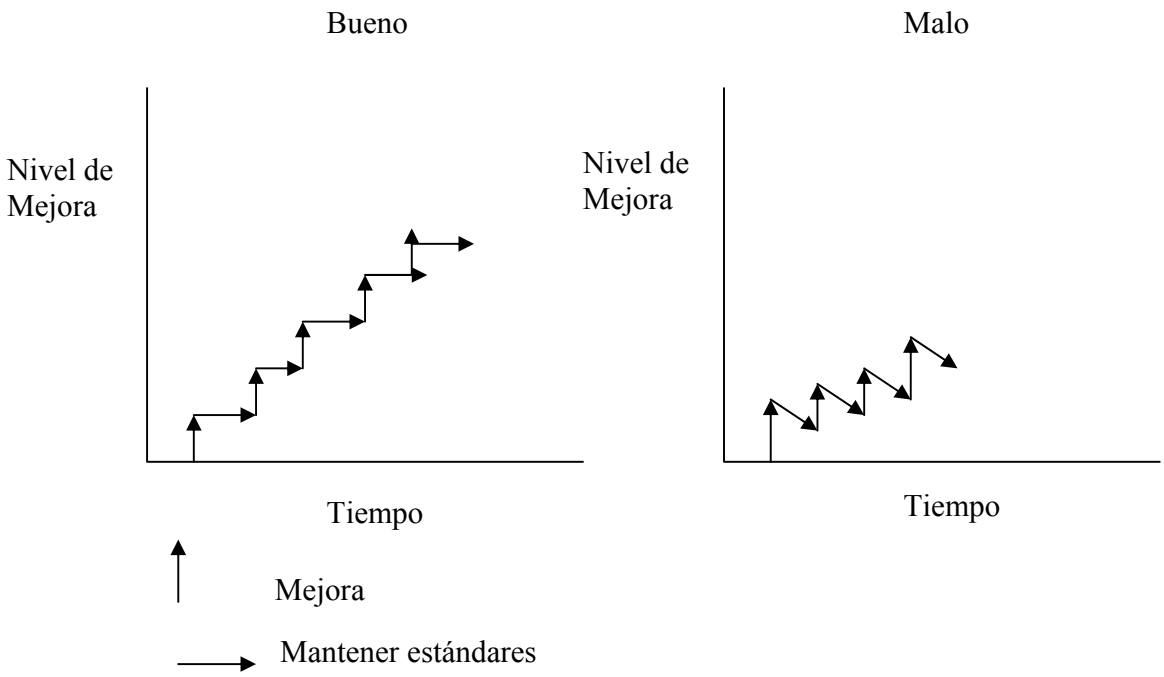
Mejora es una actividad que entrelaza a todos los métricos u objetivos que se tengan en una empresa tales como calidad, costo, entregas, seguridad, eficiencia, etc.

Estandarización y el mantenimiento de los estándares son actividades para mantener la condición actual, siguiendo procedimientos predeterminados. Ambas son muy importantes.

En la siguiente tabla se indica que si no se mantienen los estándares no habrá mejora efectiva.

En la tabla que dice "Bueno" los estándares ayudan a asegurar la posición cada vez que se realice una mejora de tal manera que se pueda seguir mejorando sin necesidad de retroceder.

En la tabla que dice "Malo", muestra que si no se tiene la habilidad de mantener los estándares, nuestro tiempo se consumirá apagando fuegos o reinventando la rueda, entonces el progreso será muy limitado.



Típicamente, las compañías con un largo registro de mejoramiento involucran a todos en la organización para mantener los estándares.

De hecho estas compañías tienden a enfatizar la importancia de los estándares, y de actualizarlos frecuentemente, y compartir las mejores practicas a través de toda la organización. Así la efectividad de toda la organización ira hacia arriba.

Ventajas de establecer estándares

- Reduce variabilidad, incrementa la predictibilidad
- Entrelaza la repetitibilidad, confianza y consistencia
- Clarifica los procedimientos
- Fomenta la comunicación
- Fomenta la solución de problemas
- Establece buena disciplina
- Desarrolla el estar atentos
- Provee las bases para la mejora
- Provee mecanismos para exponer problemas
- Provee bases para educación y entrenamiento
- Permite medir el avance hacia el logro de los objetivos
- Facilita la eliminación de retrabajo, rechazos, seguridad, problemas de confiabilidad de productos, etc.

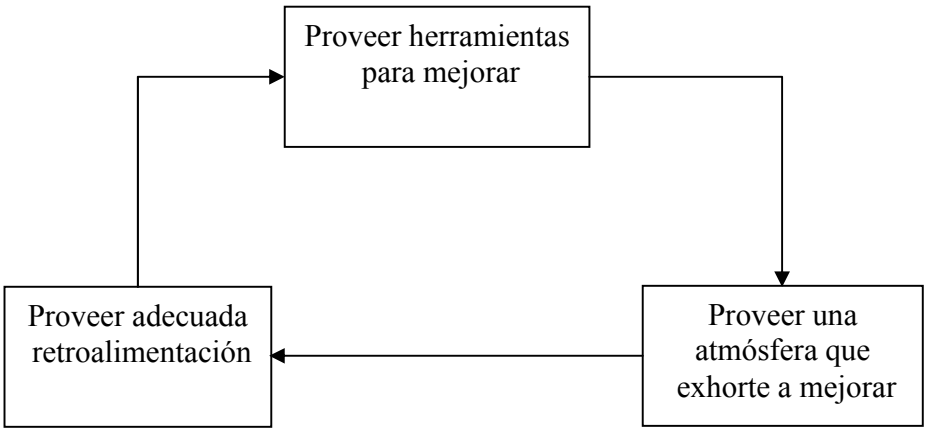
Ejemplos de estándares

- Líneas amarillas sobre el piso indicando vías de circulación
- Códigos de colores
- Pizarrones de control de producción
- Procedimientos de paros de línea
- Niveles de mínimos y máximos inventarios
- Luces Andon con display

- Check list (mantenimiento de maquinas, seguridad, cambios de turno,etc)
- SOP (Procedimientos estándares de las operaciones)
- Tabla de control de calidad de procesos
- Matriz de entrenamiento de la gente
- Pizarrones con muestras
- Pizarrones con métricos de producción
- Procedimientos de entrenamientos
- Pizarrones de Mejoras
- ISO – QS9000
- Procedimiento de cambio de herramientas estándar

7.1.3 Guiando las actividades de mejora desde la alta gerencia

Usando estándares e involucrando a todos los trabajadores, la alta gerencia debe establecer el ciclo mostrado a continuación para desarrollar las actividades de mejora de la compañía:



En el piso de trabajo es donde la teoría se vuelve a la práctica. No importa cuanto conocimiento se haya adquirido, sin una apropiada disciplina, nada se puede hacer realidad.

Para promover el ciclo de mejora continua, los gerentes necesitan tener experiencia de haber estado en piso para entender la mentalidad de la gente.

Al ir realizando mejoras y que se de una adecuada retroalimentación, podemos empezar a involucrar mas gente y proveer mas herramientas para lograr mas mejoras.

En cuanto los gerentes tengan éxito operando sus líneas de producción o áreas, ellos deben tratar de salirse del proceso, estandarizar y delegar trabajos a sus subordinados, y abrir un nuevo capitulo para explorar nuevas áreas y oportunidades para mejorar y hacerlo así de manera indefinida.

7.1.4 Métodos para la mejora continua de la calidad y productividad

A continuación se describirán dos métodos utilizados para realizar actividades de mejora continua en el piso de producción:

- Kaizen Teams
- Círculos de Calidad

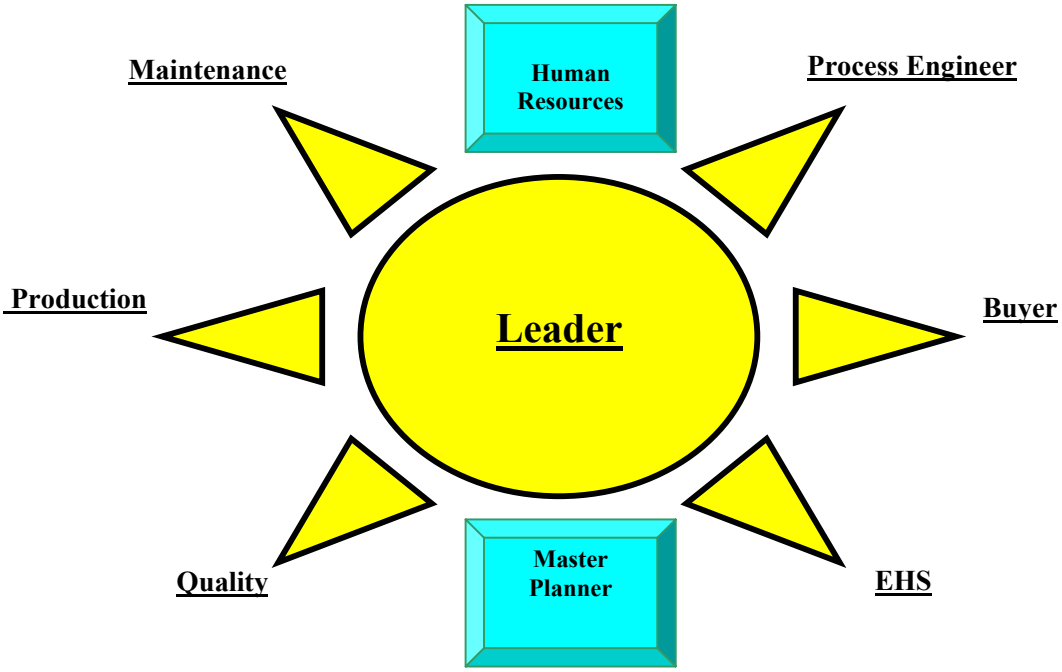
7.1.4a Kaizen Teams

Los Kaizen Teams es una metodología de mejora continua realizada por el Director de la Empresa donde laboro actualmente, y llevada a la práctica y perfeccionada por mí, con el fin de ejecutar día con día acciones de mejora continua en el piso de trabajo.

Este método se enfoca día con día en el monitoreo de los principales métricos del área de producción y de ahí nacen las actividades de mejora que harán que la calidad y productividad de la línea mejoren.

La estructura de los Kaizen Teams se encuentra formada por:

- Líder (se sugiere que sea el Gerente del área de producción a mejorar)
- Supervisor o Ingeniero de Producción
- Ingeniero de Calidad
- Supervisor o Ingeniero de Mantenimiento
- Ingeniero de Procesos/Ingeniería
- Comprador de Materiales
- Líder de Seguridad (EHS)
- Planeador de Producción
- Recursos Humanos



Los Kaizen Teams se integran por un miembro de cada uno de los departamentos que hacen o dan soporte a la línea de producción, en el entendido que los métricos del área de producción no son responsabilidad solo de los supervisores y personal de producción, sino que son responsabilidad de todos en la empresa.

De esta manera se busca fomentar el trabajo en equipo y la unión e interacción de todos los departamentos que intervengan con un área de producción específica.

Algunas de las características de los Kaizen Teams son:

- Se enfocan a actividades claves de los procesos de una determinada área de producción (ej. Rate de producción, Eficiencias de máquinas y materiales, scrap de materiales, etc.)
- Fomenta el trabajo en equipo al existir objetivos compartidos entre los diferentes departamentos
- Se centra en la mejora de los procesos y la mejora de la calidad
- Equipo autodirigido, se toman decisiones rápidas en el piso de trabajo por la gente que tiene el conocimiento lo cual facilita el progreso de la línea
- Promueve las multi-habilidades, ya que todos los departamentos de la planta interactúan juntos para resolver los problemas
- Es flexible y adaptable, ya que se pueden crear nuevos roles o equipos fácilmente
- Está alineado con las ideas de lean manufacturing ya que facilita y expedita la implementación de los conceptos de lean

A continuación se describe la dinámica mediante la cual el Kaizen Team opera diariamente:

Todos los días se tiene una reunión en la misma área de producción que haya sido seleccionado para implementar el Kaizen Team con duración aproximada de 30 min., en la cual participan cada uno de los miembros del Kaizen Team, lo cuales siguen una agenda en la cual se exponen los resultados de los métricos que a cada departamento concierne y que giran alrededor de los objetivos que busca la compañía.

Se enfocan en revisar los resultados del día anterior, qué se espera para el día actual, y que se espera para el (los) día (s) siguiente (s).

Ejemplo de agenda a seguir por el Kaizen Team:

Agenda semanal del Kaizen Team:

Departamento	Métricos a tratar diariamente
Planers	Programa de producción
Producción	Cantidad producida Eficiencia de máquina Eficiencia de materiales Nivel de Housekeeping
Materiales	Cero faltantes Nivel de inventario
Calidad	Dpms % Desperdicio Quejas de clientes
Ingeniería	Estatus de proyectos Costos de productos
Mantenimiento	Tiempos muertos Estatus de Mtto. Preventivo Estatus de Mtto. Correctivo Estatus de Mtto. Autónomo
EHS (Seguridad)	Estatus de accidentabilidad Uso de equipo de protección personal

Rec. Humanos	Ausentismo Rotación Nivel de multihabilidad Entrenamientos

Horario	Lúnes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes
8:00 - 8:10					
8:10 - 8:20					
8:20 - 8:30					

Los métricos pueden variar dependiendo de los objetivos de cada empresa, así como también la agenda y el tiempo que se le quiera invertir a la junta diaria.

En esta junta diaria nacen actividades de mejora de manera inmediata de tal manera que los problemas se ataquen en el mismo día o en el menor tiempo posible.

La siguiente tabla muestra la manera en la cual se da seguimiento a los problemas y a las acciones correctivas:

Problema	Causa Raíz	Acción de mejora	Responsable	Fecha de implementación

Algunos resultados y experiencias obtenidas con el Kaizen Team en una empresa de manufactura de la localidad son:

- Se han obtenido resultados prácticamente de manera inmediata o en un muy corto tiempo por la manera de dar seguimiento a los métricos.
- La eficiencia de materiales se ha mejorado de un 94% a un 97% y seguimos buscando mejorar más.
- Los tiempos muertos se han reducido de manera considerable, de tal manera, que la eficiencia de máquina se ha mejorado de un 82% a un 90%, y pretendemos seguir mejorando.
- El tiempo de cambio de tipo se mejoró de 45 min a 10 min
- Los dpms se han reducido de 5000 dpms a 1500 dpms
- El nivel de servicio a cliente aumentó de un 55% a un 97%

Esto ha provocado que la calidad y productividad del área incrementará, revazando y mejorando los objetivos trazados por la Dirección en el plan de operaciones de este año 2005.

7.1.4b Círculos de Calidad

Los círculos de calidad son grupos de empleados, normalmente, voluntarios del mismo grupo o área de trabajo, los cuales se reúnen una o dos veces por semana durante una hora, dentro del horario laboral.

Los miembros identifican, analizan y resuelven los problemas de su área de trabajo.

La estructura de los círculos de calidad se encuentra formada por:

- un consejo
- un facilitador
- un líder
- y las personas del mismo círculo

Algunas de las características de estos círculos son:

- su implementación no es sencilla
- requieren algo de tiempo
- requieren continuidad de los miembros del círculo
- son más difíciles de separar en actividades humanas que en actividades industriales.

La cantidad de personas que deben participar en un círculo de calidad, hará que este sea eficiente, para esto se recomienda que un círculo este conformado con un mínimo de 2 personas y un máximo de 10.

Para iniciar las actividades de un círculo es necesario:

1. Plantear un objetivo del círculo, el cual deberá ser bien entendido por todos los miembros y reconocido por los mismos como un área que necesita su atención.
2. Hacer sentir a los miembros, el progreso que han obtenido al participar en los círculos de calidad.
3. Determinar y acordar entre los miembros, la manera de administrar su círculo de calidad.

Algunas de las herramientas que utilizan las personas que conforman los círculos de calidad son:

- Como recolectar datos
- El papel de los supervisores
- Análisis de datos
- Diagrama de estratificación
- Diagrama causa – efecto

- Histograma
- Gráfica de pareto
- Hojas de verificación
- Diagrama de dispersión
- Estándares de operación
- Método de control
- Método de control de proceso
- Como llevar a cabo las actividades del Círculo de calidad
- Graficas de control
- Aseguramiento de calidad
- Inspección
- Etc.

7.1.4c Relación entre los Kaizen Teams y los Círculos de Calidad

Un Kaizen Team es llevado a la práctica principalmente por gente de mandos intermedios los cuales son responsables de ejecutar las acciones de mejora.

Una vez que se llegue a un cierto nivel de mejora, puede existir un enlace o transferencia entre los Kaizen Teams y los Círculos de Calidad, los cuales son integrados por personal operativo que trabaja directamente en el área de producción, y que está un nivel mas abajo que el de los Kaizen Teams.

Se sugiere que por un período de tiempo corto se lleven a cabo de manera simultánea los dos métodos de trabajo, con el fin de lograr dicho enlace o transferencia.

Lo que se pretende una vez que se haga el enlace o transferencia, es crear un sentido de pertenencia y compromiso en la gente que labora directamente en el área de producción, de tal manera que podrán continuar realizando actividades de mejora sin el Kaizen Team, el cual podrá moverse hacia otra área de producción

para iniciar de nuevo el ciclo de la implementación del Kaizen Team y posteriormente de los Círculos de Calidad.

7.1.5 Sistema de sugerencias con los operarios

Los sistemas de sugerencias con los operarios de las áreas de producción, es uno de los métodos fundamentales para desarrollar actividades de mejora y solución de problemas.

Típicamente los programas de sugerencias tienen cuatro fases de desarrollo como se muestra a continuación:

1. **Fase de preparación.-**

   Los Gerentes deben explorar iniciar un programa. Para esto es necesaria una apropiada preparación previa. Debe haber un compromiso en los altos mandos para que pueda funcionar. El objetivo debe ser tener un programa exitoso y sustentable.

   Si las expectativas o metas se trazan demasiado altas, la gente perderá confianza en el programa y no durará mucho tiempo. Un ejercicio efectivo para incrementar el entendimiento del programa es listar ideas que ya hayan sido implementadas en el piso de producción.
   Haciendo esto dará a la gente una idea de que se puede lograr con su propia iniciativa.

2. Fase de inicio.-

Una vez iniciado el programa si se empiezan a tener elevadas cantidades de sugerencias, dará un sentimiento de que el programa empieza a tener éxito.
Sin embargo, si el número de sugerencias empieza a bajar, como típicamente sucede en el arranque, es tiempo para que los Gerentes y empleados refuercen el programa con nuevas ideas para mejorar la situación.

Tal vez las sugerencias de la gente no han sido enfocadas a lo que ellos realmente hacen en sus puestos. Entonces la impaciencia de los Gerentes, falta de buen seguimiento a las sugerencias de la gente, o falta de entendimiento a las sugerencias y buen liderazgo en el programa puede ser el problema. Si estos problemas se resuelven, el programa de sugerencias para mejorar podrá tener éxito, de lo contrario, estará en riesgo de fracasar.

3. Fase de expansión.-

Una vez que el número de sugerencias se incremente y se estabilicen, la gente habrá establecido una base de experiencia mucho más sólida.

Al llegar a este punto será importante que los Gerentes tengan cuidado de compartir las ideas de mejora con la gente, es importante que se reconozca a la gente que sugirió las mejores ideas (diplomas, premios, artículo de la planta, etc.).
Esto es importante que se tome en cuenta desde el inicio del programa.

Exhibit 7.11. Weekly Suggestion Counseling Day

A manera de ganar mayor participación entre la gente, las sugerencias de mejora realizadas pueden ser publicadas en un pizarrón o vitrina en el área de producción, en donde se muestre el antes y el después de la mejora.

Y se puede seguir el mecanismo de que los supervisores se reúnan y voten por el primero, según y tercer lugar, dando pie a que se entreguen reconocimientos a los tres primeros lugares. En caso de que el premio consista en algo monetario, se recomienda que esto se reparta entre el equipo al que pertenece la persona para promover el trabajo en equipo.

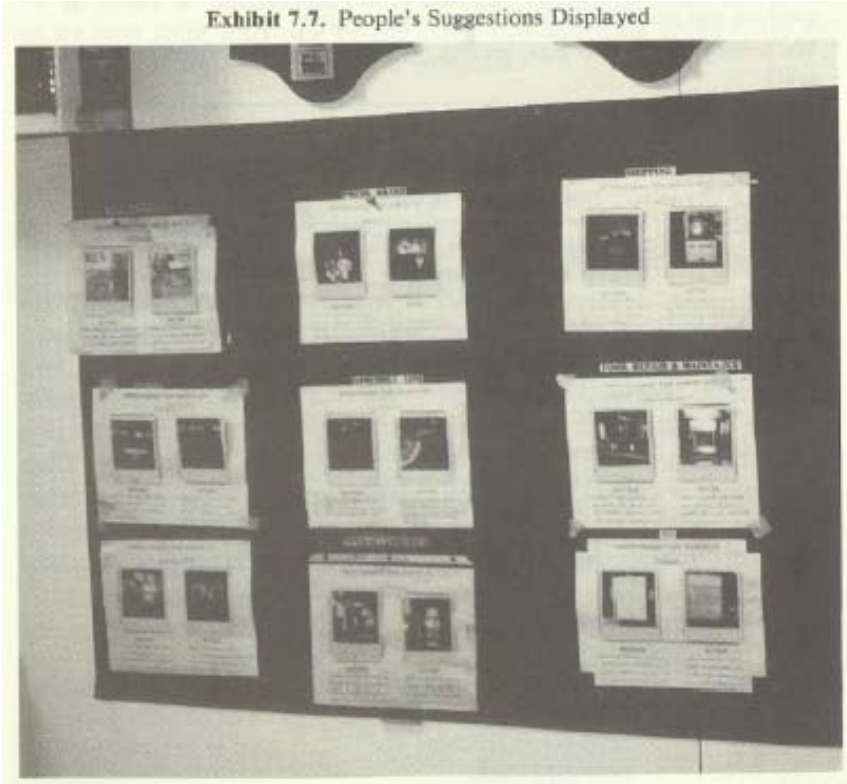


Exhibit 7.7. People's Suggestions Displayed

7.1.5a Beneficios de un sistema de sugerencias

- Haciendo sugerencias y compartiendo el progreso del programa ayuda a orientar nuestra manera de pensar hacia la mejora continua (esto debe ayudar a cambiar el comportamiento de la gente, hábitos e inclusive su destino).
- El simple acto de escribir una sugerencia clarifica nuestro proceso pensante.
- El número de sugerencias representa la creatividad o salud de la organización.
- Se facilita la comunicación entre la gente, para compartir ideas con gente de otros departamentos, nuevos empleados, etc.
- Expondrá áreas que necesitan soporte para mejorar.

4. Fase de mejoras adicionales.-

El contenido de las sugerencias mejora en esta fase y muchas ideas son implementadas a través de la compañía.

La gente habrá desarrollado sentido de pertenencia debido a su habilidad de hacer mejoras. Se tendrán mejores actitudes y mayor interés para aprender nuevas técnicas de análisis y solución de problemas.

También se tendrá una mejora en las actividades de trabajo en equipo. En muchas maneras, la gente percibe que hacer sugerencias es una parte de su trabajo.

Una buena práctica de un programa de sugerencias de mejora, es tener en el mismo piso de trabajo una sesión semanal en la cual la gente tenga un acercamiento personalizado con los Gerentes en donde se platican y reciben sus sugerencias. La gente debe acercarse de manera voluntaria.

Estas juntas son una importante oportunidad para los Gerentes para proveer coaching a su gente. Sin un apropiado coacheo, la gente no volverá la proxima vez.

Las juntas proveen a los Gerentes de la oportunidad de educar y apoyar a su gente, lo cual resultará en desarrollar también sus habilidades de liderazgo.

- Dando respuesta y seguimiento a las sugerencias, ayudará a la gente en seguir pensando en más sugerencias en el futuro.
- Se fomenta una competencia sana entre la gente.
- El programa servirá como enlace entre la comunicación entre los empleados y su jefe para recibir apropiado soporte, coaching y retroalimentación.

7.1.5b Porqué los programas de sugerencias fallan

- Los Gerentes inician el programa sin mucha preparación previa o compromiso.
- El programa es desarrollado más como una entidad independiente y no como parte de un todo enfocado hacia la mejora continua.
- La gente que hace las sugerencias no son las mismas que las implementan.
- El proceso de evaluación es muy complejo, toma mucho tiempo y esfuerzo, tratando de ser demasiado preciso, terminando en una pesadilla burocrática.
- No hay iniciativa de aprender de otras compañías que han implementado el programa de sugerencias con éxito.
- Los logros no son compartidos con la gente, y como resultado la gente se desmotivará al no tener retroalimentación.
- La falta de retroalimentación por parte de los Gerentes sobre los avances del programa sean buenos o malos, hará sentir a la gente que el programa no es importante para la Gerencia.
- No hay suficiente guía y coaching por parte de los Gerentes hacia la gente que sugiere las ideas.

7.2 Análisis y Solución de Problemas

Todos los días, el personal de las empresas destina buena parte de su tiempo al proceso de análisis y solución de problemas, así como otros recursos que en conjunto, representan una inversión importante.

Sin embrago, las empresas no siempre obtienen los resultados que buscan y en ocasiones, después de destinar una cantidad considerable de recursos ¡ni siquiera obtienen algún resultado!

El no tener una planeación adecuada de las actividades a realizar para poner fin a un problema o mejorar una situación nos lleva a tomar decisiones precipitadas y a hacer las cosas en el último momento sin importar que en ocasiones se sacrifique la calidad de la solución.

Podemos definir el análisis y solución de problemas como el proceso de aprendizaje sistemático por medio del cual un grupo comprometido de individuos trabajando en equipo, y en un ambiente en el que se promueve la libre expresión, la creatividad y el consenso, deciden cuál es la forma óptima de resolver un problema o mejorar una situación.

Para que esta solución sea óptima, debe cumplir con una serie de condiciones:

- El mínimo costo posible
- El mínimo tiempo posible
- El máximo beneficio posible

En términos generales, se busca una solución que nos permita aumentar la calidad de nuestros productos y servicios y la productividad de nuestros sistemas al menos costo posible.

¿Qué es un problema?

Podemos definir un problema como una desviación de lo que está ocurriendo con respecto a lo que debería ocurrir. Si sabemos en dónde estamos y deseamos ir a otro lugar, la dimensión del problema es la distancia que hay entre ambos sitios.

Esta definición tiene las siguientes ventajas que facilitan la resolución del problema:

- Convierte lo ambiguo y general en una meta concreta por alcanzar
- Define los límites del problema. Se empieza en el sitio en que estamos y definimos las soluciones como el hecho de llegar a una posición diferente
- Convierte el problema en un objetivo para la persona o grupo responsable

Todos los tipos de problemas se tienen que resolver de tal manera que se cumplan los objetivos de la compañía teniendo el menor desperdicio posible.

Si a la gente se le provee de todas las herramientas y habilidades para resolver problemas y llevar a la práctica tales habilidades cada vez que sea requerido, y en cualquier tipo de situación, los problemas podrán ser resueltos por la misma gente relacionada con el área de producción.

Hay 7 etapas básicas para la solución de problemas:

1. Definición del problema
2. Análisis del problema
3. Definición de soluciones comunes
4. Definición de soluciones creativas
5. Evaluación de alternativas de solución

6. Implantación de alternativas de solución
7. Búsqueda de nuevos problemas y/o oportunidades

El análisis y solución de problemas puede realizarse siguiendo una metodología en particular y siguiendo un determinado enfoque. Este enfoque es el que da los lineamientos o bases para realizar cada uno de los pasos de la metodología.

7.2.1 Herramientas para solucionar problemas

Conceptos y técnicas básicas para la solución de problemas

- Usando sentido común, creatividad e intuición de la gente
- Simplificar y eliminar
- Eliminación de los 7 desperdicios (sobreproducción, tiempo de espera, transportación, procesamiento, inventario, movimientos y productos defectuosos)
- Preguntarse "Porque" 5 veces
- Checklist (Mano de obra, maquina, y material)
- Atacar la área clave primero (usar pareto)
- Ciclo PDCA (planear-hacer-verificar-actuar)
- Lluvias de ideas mediante juntas en equipo
- Sistemas de análisis y solución de problemas
- Metodología de Seis Sigma

7.2.2 Actitudes necesarias para resolver problemas activamente

Si damos a nuestra gente un ambiente de trabajo apropiado, ellos pueden ser más creativos. Aun así hay una serie de razones por la cuales no tratamos de empezar a hacer mejoras. De manera muy interesante, la mayoría de estas razones son debidas a la tradicional mentalidad y actitudes de la gente.

Por otra parte, gente que lo ha hecho y adquirió el habito de la mejora continua, tiene posturas de actitud y mentalidad diferentes.

Actitudes mentales que bloquean la mejora

- Yo se que todo se esta moviendo bien, No hay problema
- Hemos tratado de todo. Tengo todas las causas por las cuales las cosas no funcionan
- Así lo hemos hecho por muchos años. Este es el mayor método para nosotros
- No es mi responsabilidad hacer mejoras
- Las mejoras cuestan dinero. Dame 10k usd entonces lo podré arreglar
- Estoy muy ocupado para hacer cualquier cosa
- No intentar las cosas, darse por vencido fácilmente, no experimentar
- Quejarse con los gerentes, gente del staff y otros
- No preguntar por sugerencias o comentarios a otros
- Asumir que hacer mejoras no es divertido

Actitudes mentales que promueven la mejora

- Preguntarse "porque" en repetidas ocasiones para llegar a la causa raíz y arreglarla permanentemente
- Implementar buenas ideas inmediatamente, detener los malos hábitos inmediatamente
- Aun y que no sea perfecto, permítase ir hacia adelante paso a paso
- El trabajo puede ser divertido. Sugiriendo nuevas ideas e implementándolas se obtiene una experiencia y sensación de satisfacción
- Escuche sugerencias y comentarios de la demás gente en lugar de encerrarse en su propia idea

Identificando problemas.- Actitud mental para identificar problemas

Conciencia	- Mantenerse conciente de que los problemas existen donde sea
Auto-estima	- Desarrollar auto-estima y evitar simplemente seguir instrucciones de alguien más
Espíritu de Reto	- Siempre asuma que debe haber un mayor reto - No piense que algo es imposible
Sentido Común	- Si sentimos inconsistencia en los métricos de producción, piense en maneras de solucionar los problemas
Orientado Al cliente	- Pregunte a los clientes acerca de sus problemas y escuche atento
Enfocado Al piso	- Busque problemas en el piso de producción - Pregunte a la gente por sus preocupaciones - Use herramientas para exponer los problemas efectivamente
Objetividad	- Observe la situación objetivamente, sin prejuicios - No se brinque a las conclusiones de manera inmediata
Análisis	- Pregúntese "porque" repetidamente cuando haya algún problema para encontrar la causa raíz - Utilice sistemas de medición y métodos estadísticos
Trabajo en Equipo	- Utilice habilidades de otra gente, su conocimiento y experiencia - Ninguno de nosotros es mas listo que todos nosotros juntos

7.3 Value Stream Mapping (VSM)

El mapa de valor (value stream map) nos da una idea mas clara para identificar las áreas de oportunidad (Muda) e implementar las herramientas necesarias para mejorar la eficiencia de las 3M.

Un value stream map busca identificar:

- Los procesos y actividades que no agregan valor, que se definen como aquellos procesos o actividades que toman tiempo, recursos o espacio y que no agregan valor al producto o proporciona un servicio.

- Los procesos que si agregan valor, que se definen como el proceso o actividad que transforma un producto o servicio.

Uno de los objetivos del value stream map es enfocarse a eliminar o disminuir los puntos críticos de un proceso que no agregan valor.

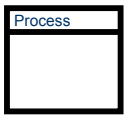
Algunas ventajas del Value Stream Mapping son:

- Ayuda a visualizar mejor los procesos
- Ayuda a ver mas que el desperdicio
- Provee un lenguaje común para hablar acerca de los procesos de manufactura
- Tomar decisiones acerca del aparente flujo de valor
- Enfoca los conceptos y técnicas de manufactura esbelta

7.3.1 Algunos iconos mas utilizados para elaborar un Value Stream Map

Iconos	Representa	Notas
225 piezas 1.5 días	Inventario	Cantidad y tiempo deben ser anotados.
Tuesda y	Embarques por tierra	Anotar la frecuencia de los embarques.
	Embarque aéreo	Crear otros iconos según se requiera, por Ejemplo: tren.
	Flujo de información electrónica	Por eejemplo: EDI, Fax, etc.
	Movimiento de material por PUSH	Identifica movimiento de material que es empujado por el fabricante, no jalado por el cliente (del siguiente proceso).
	Movimiento de producto Terminado al cliente	Tambiém muestra movimiento de Material prima y components desde Los proveedores si no están siendo Empujados.
	Supermercado	Muestra la ubicación de un supermercado…no confundir Con un almacén.
	Pull físico	Pull materiales de un supermercado.
FIF	Transferencia de cantidad De material controlado Entre Procesos con secuencia de 1as entradas, 1as salidas.	Indica un dispositivo que limita la cantidad Y asegura flujo de material con FIFO Entre los procesos.
	Flujo manual de información	Por ejemplo: programa de producción Programa de embarques

Weekly Schedule	Información	Describe un flujo de la información.
OXOX	Nivel de carga	Herramienta que nivela el volumen Y la mezcla del kanban sobre un Período específico de tiempo.
	Secuencia-Pull Ball	Da permiso para producer un Predeterminado tipo y cantidad.
20	Producción Kanban	Le dice a un proceso qué y cuanto Producir y da permiso para hacerlo.
	Withdrawal Kanban	Le dice a un proceso qué y cuanto Puede ser withdrawn y da permiso Para eso.
	Señal Kanban	Instrucción que ordena desde Un proceso de batch, ej: stamping.
	Posteo de Kanban	Lugar donde los Kanban son colectados Y esperan por su movimiento.
Kaizen	Aviso de necesidad de Kaizen	Resalta la necesidad de mejoras críticas Para un proceso específico. Puede ser usada para planear eventos Kaizen.
	Buffer o stock de seguridad	“Buffer” o “Stock de seguridad debe ser anotado.

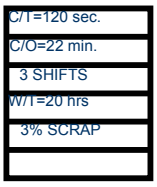


Proceso sencillo

- Punto del VS en el cual el flujo para Y se tiene inventario acumulado.
- Caja de proceso – o – pasos Múltimples en el proceso.

Recursos exteriores

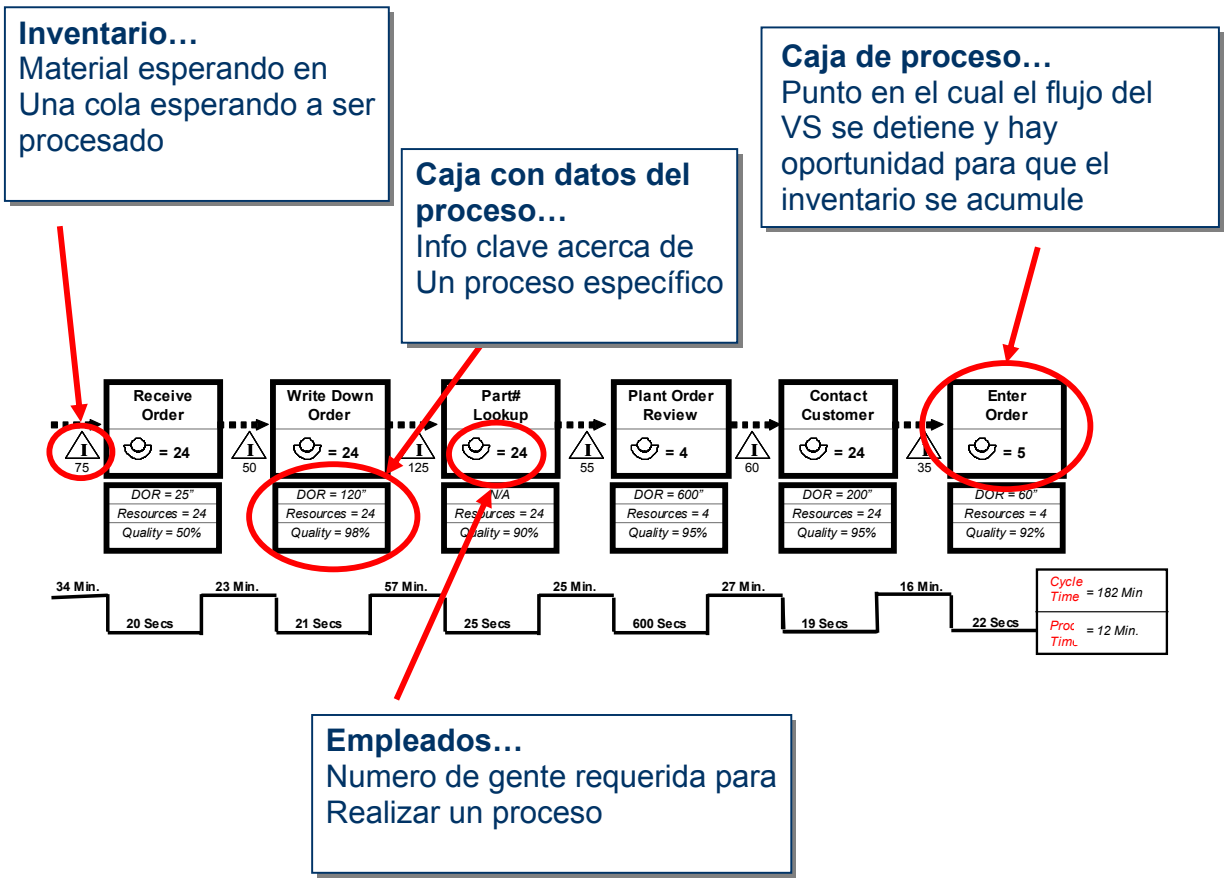
Usado para mostrar clients, proveedores Y procesos de manufactura externos.

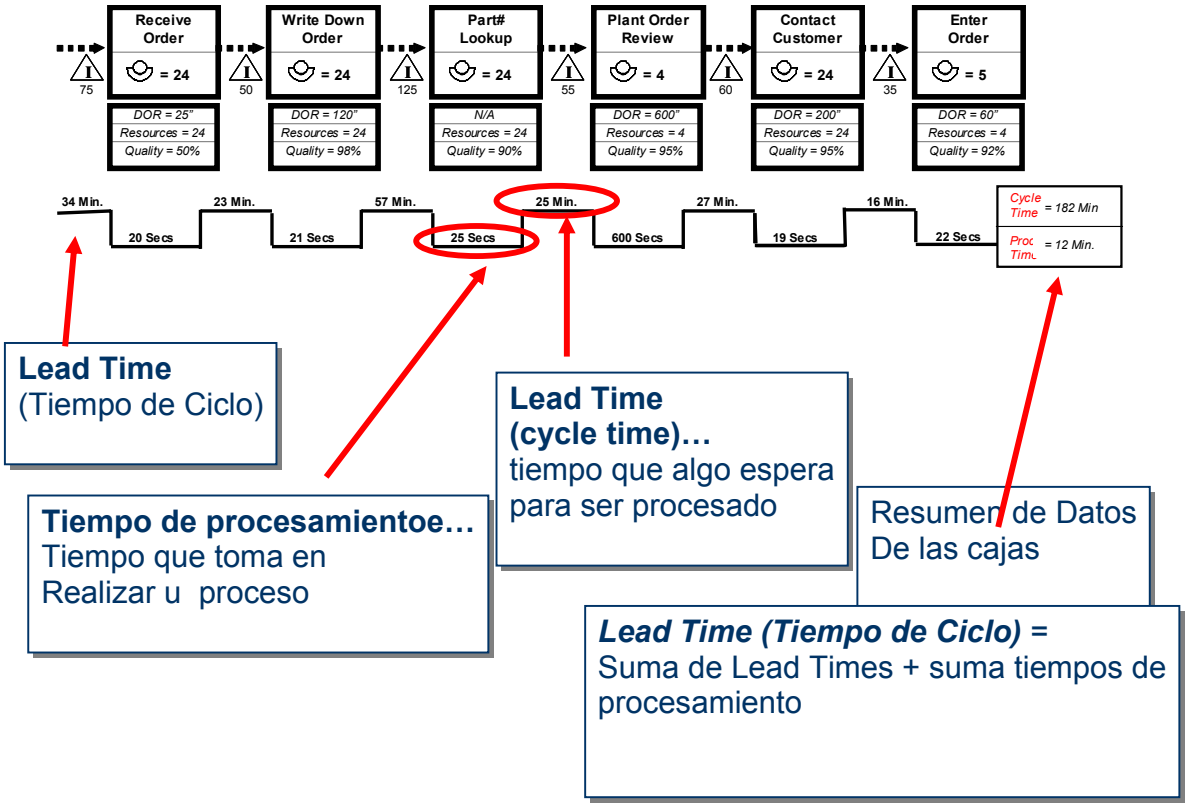


Caja con datos del proceso

Usada para registrar información Concerniente a procesos, departamentos, etc.

7.3.2 Nomenclatura de los Iconos utilizados en un Value Stream Map





7.3.3 Elaboración de un Value Stream Map

Algunos puntos importantes a considerar en la elaboración de una value stream map son:

- Recorra el proceso completo primero, antes de recolectar la información a manera de darse una idea general del mismo.
- El value stream map debe ser realizado por un equipo multifuncional.
- Piense en términos de relevancia, no en exactitud al momento de recolectar la información.

7.3.3a Actual Value Stream Map

El propósito del estado presente es documentar la situación actual de la producción mientras uno camina a través de la línea de producción.

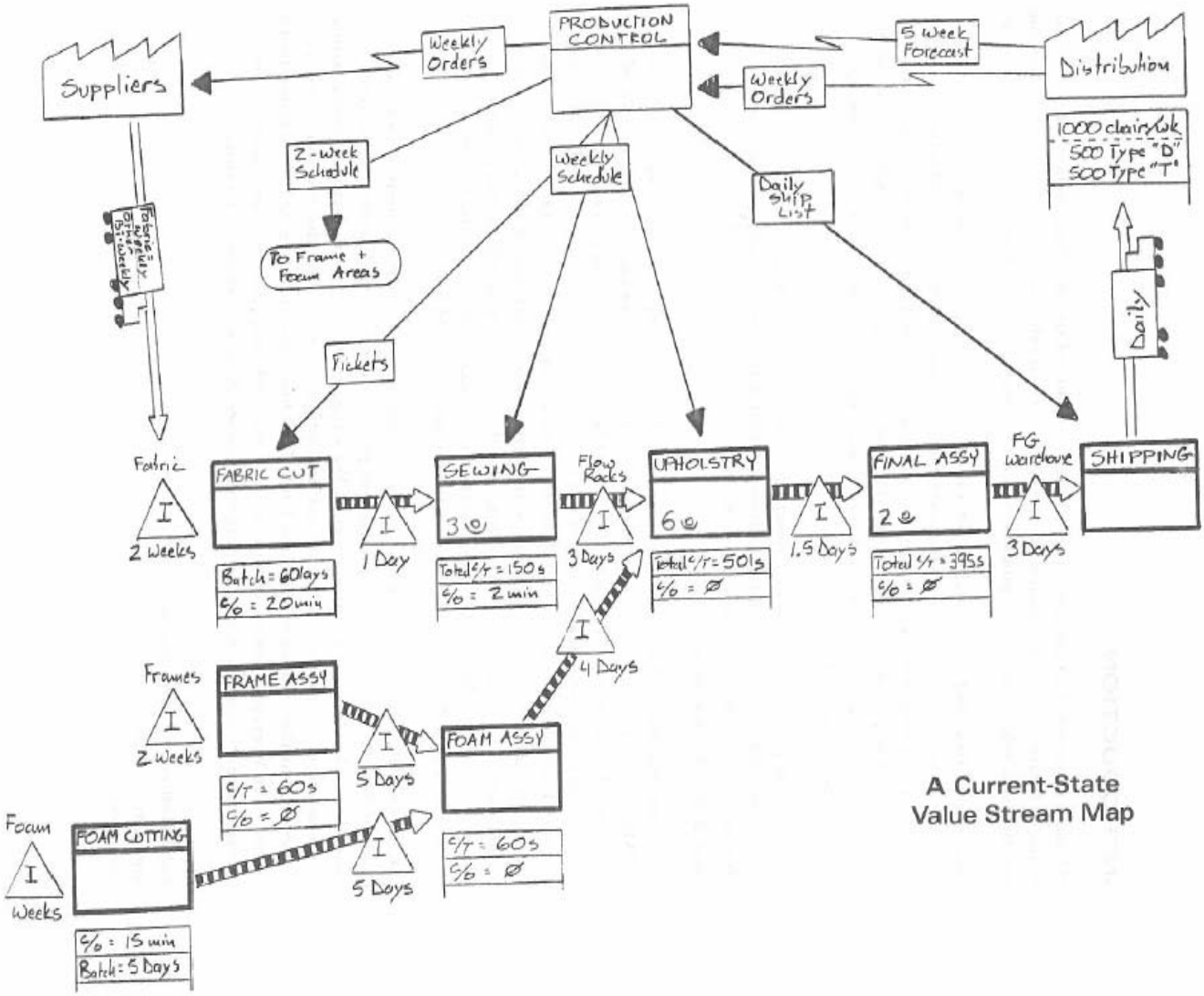
Al elaborar el Value Stream Map de la línea de producción, se recomienda usar lápiz y papel para ayudar a plasmar el flujo del material y la información del producto.

Para iniciar a elaborarlo se recomienda seguir el camino de la producción de un producto o familia de producto desde la materia prima, la primera estación de trabajo hasta la última, y cuidadosamente dibujar una representación visual de cada proceso, el flujo de los materiales y su información.

Se recomienda iniciar elaborando el mapa actual de la cadena de valor (ver definición en marco teórico) de la línea de producción, actividad por actividad, paso a paso, por familia de producto y cuidadosamente dibujar una representación visual de cada proceso, el flujo de los materiales y su información.

Una vez elaborado el mapa actual de la cadena de valor, se debe analizar la información recolectada para detectar las fuentes de desperdicio y eliminarlas llegando a la elaboración e implementación del futuro value stream mapping.

Ejemplo de Mapa Actual:



7.3.3b Futuro Value Stream Map

Los primeros pasos para realizar el value stream mapping futuro son:

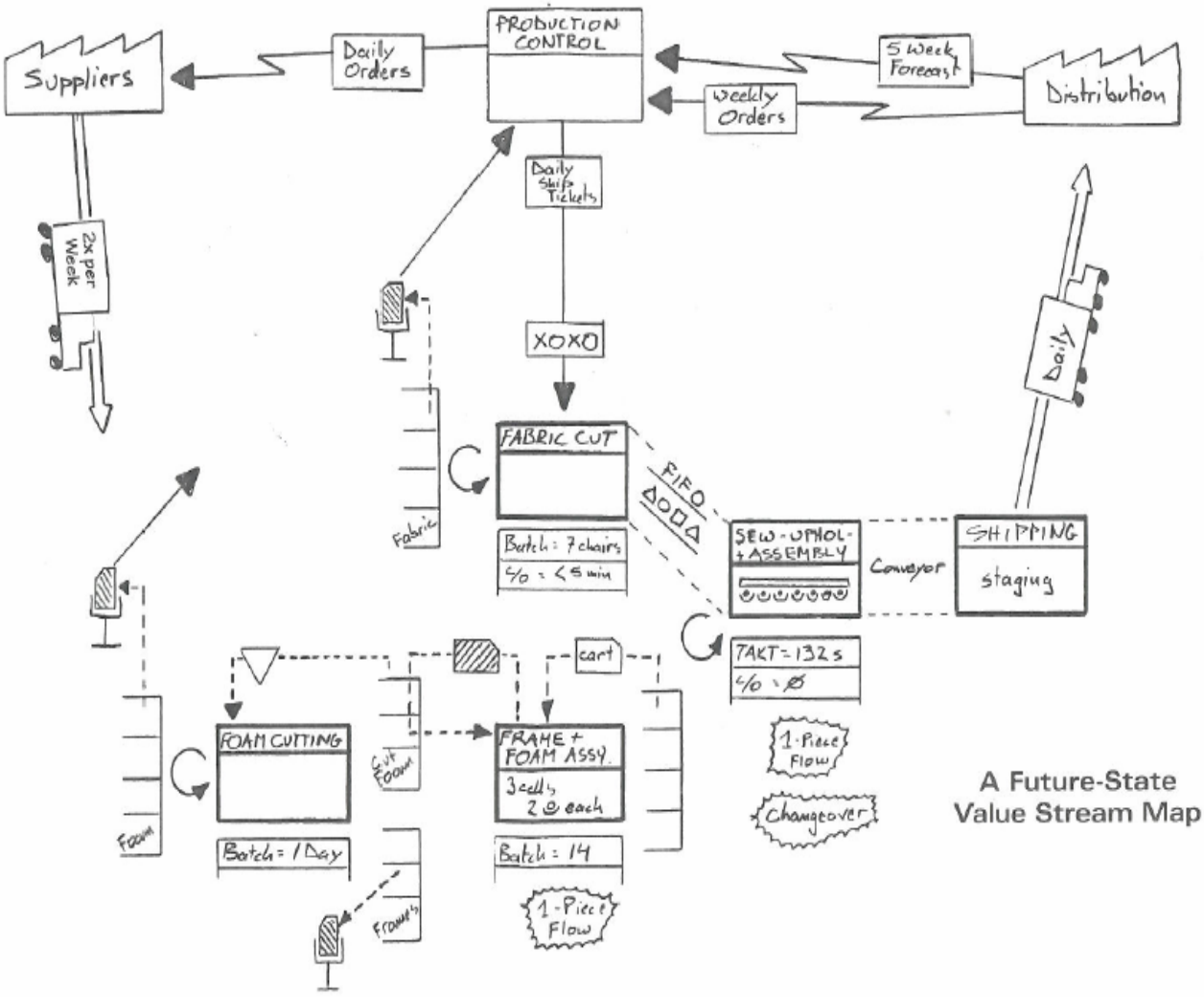
- Dibujar el estado actual del value stream mapping
- Realizar un plan de acción para eliminar las fuentes del desperdicio
- Ejecutar las actividades de mejora
- Dibujar el estado futuro del value stream mapping
- Es necesario que cualquier mapa tenga el mayor nivel de detalle posible

El estado futuro del value stream mapping muestra hacia donde se quiere ir; las propuestas de mejora deberán ser implementadas donde los procesos sean bien entendidos por la gente, donde las posibilidades de éxito de la implementación sean altas, donde sea posible predecir que la implementación tendrá un gran impacto.

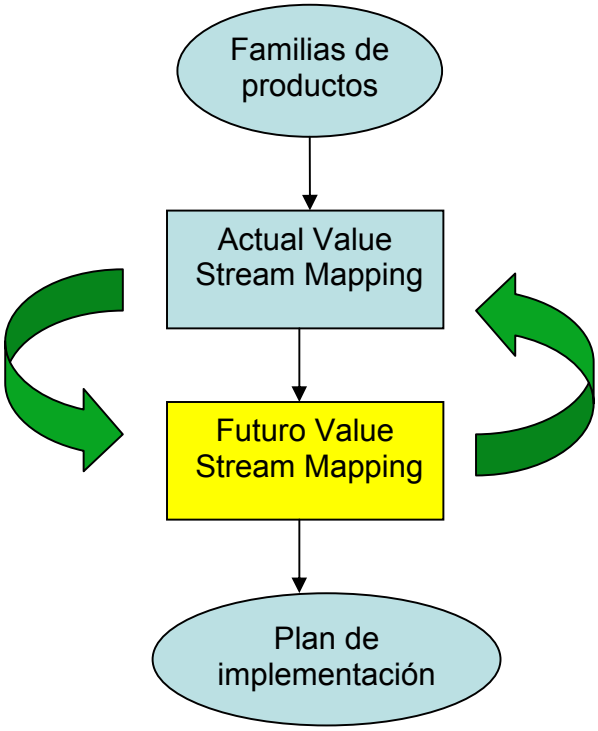
Las mejoras sobre un área específica siguen el siguiente patrón:

- Desarrollan un flujo continuo que opera teniendo en cuenta el takt time
- Establecen en lo posible un sistema pull para controlar la producción
- Implementan alguna manera de lograr un balance de la carga de trabajo

Ejemplo de Mapa Futuro:



El siguiente esquema muestra los pasos a seguir en el value stream mapping:



1. Se tienen que identificar las familias de productos que pasan por la línea o área de producción.
2. Note que el estado futuro es marcado en amarillo, porque la meta es diseñar un lean value stream. El estado presente sin el estado futuro no es de mucha utilidad, siempre debe haber una mapa del estado futuro.
3. Las flechas entre el estado presente y el futuro, significan que se requieren esfuerzos entrelazados. Las ideas del estado futuro llegarán mientras se realiza el mapa actual o presente.
4. El paso final es preparar y empezar activamente a realizar y ejecutar la implementación de un plan de acción. El plan debe describir como se planea realizar la transición del estado presente al estado futuro. Una vez que el estado futuro se vuelve realidad, el proceso de mapeo se

debe repetir, ya que siempre se requerirá de un nuevo estado futuro. A esto se le llama la mejora continua del value stream level.

Cabe mencionar que un value stream map puede incluir toda la información como se quiera o necesite para poder tomar acciones de mejora.

7.4 Seis Sigma

En esta sección nos enfocaremos solamente a los términos más comunes de la metodología Seis Sigma desde el punto de vista de herramienta para analizar y solucionar un problema, con el fin de realizar mejoras que permitan mejorar la calidad y productividad de un área de producción.

Así como también se explicarán las fases que comprenden un proyecto de Seis Sigma y que sirva como guía para su ejecución. No se verá a fondo toda la estructura de la metodología, sino más bien la parte práctica de la misma.

7.4.1 Pasos a seguir para realizar un proyecto o proceso de Seis Sigma

Seis Sigma se basa en el proceso del DMAIC, el cual es un método de análisis y solución de problemas:

Definir el problema.- Seleccionar la oportunidad para mejorar

Debe definirse claramente en que problema se ha de trabajar?, porqué se trabaja en ese problema en particular?, quién es el cliente?, cuáles son los requerimientos del cliente?, cómo se lleva a cabo el trabajo en la actualidad?, cuáles son los beneficios de realizar una mejora?.

Siempre debe tenerse en cuenta que definir correctamente un problema implica tener un 50% de su solución. Un problema mal definido llevará a desarrollar soluciones para falsos problemas.

Medir.- Identificar el proceso interno clave que está influenciando el problema y medir los defectos generados

El medir persigue dos objetivos fundamentales:

1. Tomar datos para validar y cuantificar el problema o la oportunidad. Esta es una información crítica para refinar y completar el desarrollo del plan de mejora.
2. Nos permiten y facilitan identificar las causas reales del problema.

El conocimiento de estadística se hace fundamental. **"La calidad no se mejora, a no ser que se la mida".**

Analizar.- Entender porqué los defectos son generados

El análisis nos permite descubrir la causa raíz. Para ello se hará uso de las distintas herramientas de gestión de la calidad. Las herramientas de análisis deben emplearse para determinar dónde estamos, no para justificar los errores.

Al respecto cabe mencionar que el Diagrama de Pareto es una herramienta clave para darle prioridad a los factores que mayor importancia tienen en la generación de fallos o errores, pero no debe significar dejar de atender las demás causas.

Mejorar.- Confirmar e implementar las variables claves y cuantificar el efecto en el proceso ya modificado

En esta etapa asume una preponderancia fundamental la participación de todos los participantes del proceso, como así también la capacidad creativa.

La fase de mejora implica tanto el diseño como la implementación. En esta fase de diseño es muy importante la actividad de benchmarking a los efectos de detectar en otras unidades de la misma empresa o en otras empresas (competidoras o no) formas más efectivas de llevar a cabo un proceso.

Controlar.- Asegurar que el proceso mejorado se mantenga

Es necesario confirmar los resultados de las mejoras realizadas. Debe por tanto definirse claramente unos indicadores que permitan visualizar la evolución del proyecto. Los indicadores son necesarios pues no podemos basar nuestras decisiones en la simple intuición.

Los indicadores nos mostrarán los puntos problemáticos de nuestro negocio y nos ayudarán a caracterizar, comprender y confirmar nuestros procesos. Mediante el control de resultados lograremos saber si estamos cubriendo las necesidades y expectativas de nuestros clientes.

Es además primordial verificar mediante el control la estabilidad de los procesos. Para esto se sugiere realizar un programa de auditorias internas para efecto de permitir un monitoreo constante en la evolución de los mismos por parte de los diferentes responsables de los procesos productivos y de mejoras.

¿Qué se requiere para implantar Seis Sigma?

Primero que nada reconocer la necesidad de emprender un cambio organizacional importante, que apoyado por la estrategia Seis Sigma produzca los

cambios requeridos que garanticen la permanencia en el tiempo de la organización.

En segundo lugar, el apoyo y soporte decidido de la alta Gerencia y Directiva de la organización, que promueva, incentive y guíe en el desarrollo de cada una de las etapas de esta estrategia, además del compromiso incondicional para asegurar el éxito.

7.5 Reingeniería

Reingeniería es la revisión fundamental y el rediseño radical de procesos para alcanzar mejoras espectaculares en medidas críticas y contemporáneas de rendimiento, tales como costos, calidad, servicio y rapidez.

La reingeniería no es cuestión de hacer mejoras marginales o incrementales sino de dar saltos gigantescos en rendimiento.

Existen tres tipos de compañías que emprenden la reingeniería:

1. Las que están en graves dificultades. Estas no tienen mas remedio y tienen que hacer un cambio radical.
2. Las que todavía no están en dificultades, pero cuya administración tiene la previsión de detectar que se avecinan problemas.
3. Las que están en óptimas condiciones. No tienen dificultades visibles pero su administración tiene aspiraciones y energía. Ejemplo Wal-Mart.

Quién va a rediseñar?

Las compañías no son las que rediseñan los procesos; son las personas.

Como escogen las compañías y organizan al personal que realiza la reingeniería, es clave para el éxito del esfuerzo:

- Líder: un alto ejecutivo que autoriza y motiva el esfuerzo total de reingeniería.
- Dueño del proceso: un gerente que es responsable de un proceso específico y del esfuerzo de reingeniería enfocado en él.
- Equipo de reingeniería: un grupo de individuos dedicados a rediseñar un proceso específico, que diagnostican el proceso y supervisan su reingeniería y su ejecución.
- Comité directivo: un equipo que elabore políticas, compuesto de altos administradores que desarrollan la estrategia global de la organización y supervisan su progreso.
- Zar de reingeniería: un individuo responsable de desarrollar técnicas e instrumentos de reingeniería y de lograr sinergia entre los distintos proyectos de reingeniería de la compañía.

En un mundo ideal, la relación entre todos estos sería así:

El líder nombra al dueño del proceso, quien reúne el equipo de reingeniería para rediseñar el proceso con ayuda del zar y bajo los auspicios del comité directivo.

Escoger el proceso para rediseñar: Normalmente se aplican tres criterios.

1. El primero es disfunción: ¿Qué procesos están en mayores dificultades?
2. El segundo es importancia: ¿Cuáles ejercen el mayor impacto en los clientes de la empresa?
3. El tercero es factibilidad: ¿Cuáles de los procesos de la compañía son en este momento más susceptibles de una feliz reingeniería?

A continuación se enumeran algunas de las experiencias tomadas por equipos de reingeniería:

- No se necesita ser un experto para rediseñar un proceso
- Es útil ser de fuera
- Hay que descartar las ideas preconcebidas
- Es importante ver las cosas con los ojos del cliente
- La reingeniería se hace mejor en equipos
- No se necesita saber mucho sobre el proceso existente
- No es difícil concebir buenas ideas
- La reingeniería puede ser divertida

7.5.1 Exito en la reingeniería

La clave del éxito está en el conocimiento y en la habilidad, no en la suerte. Si uno conoce las reglas y evita los errores, tiene todas las probabilidades de triunfar.

En la reingeniería se cometen una y otra vez los mismos errores, de manera que lo primero que hay que hacer es reconocer esas equivocaciones comunes y evitarlas.

A continuación se presentan la mayor parte de los errores comunes que llevan a las empresas a fracasar en reingeniería.

Al evitarlos casi será seguro de acertar y tener éxito:

- Tratar de corregir un proceso en vez de cambiarlo
- No concentrarse en los procesos
- No olvidarse de todo lo que no sea reingeniería de procesos
- No hacer caso de los valores y las creencias de los empleados
- Conformarse con resultados de poca importancia
- Abandonar el esfuerzo antes de tiempo

- Limitar de antemano la definición del problema y el alcance del esfuerzo de reingeniería
- Dejar que las culturas y las actitudes corporativas existentes impidan que empiece la reingeniería
- Tratar de que la reingeniería se haga de abajo para arriba
- Confiarle el liderazgo a una persona que no entiende la reingeniería
- Escatimar los recursos destinados a la reingeniería
- Enterrar la reingeniería en medio de la agenda corporativa
- Disipar la energía en un gran número de proyectos
- Tratar de rediseñar cuando al director ejecutivo le faltan sólo dos años para jubilarse
- No distinguir la reingeniería de otros programas de mejora
- Concentrarse exclusivamente en diseño
- Tratar de hacer la reingeniería sin volver a alguien desdichado
- Dar marcha atrás cuando se encuentra resistencia
- Prolongar demasiado el esfuerzo

Con todos los motivos que hemos encontrado se observa un factor común, y es el papel que desempeña la alta administración. Si la reingeniería fracasa, sea cual sea la causa inmediata, la razón subyacente se puede encontrar invariablemente en que los altos administradores no entienden bien la reingeniería o adolecen de falta de liderazgo.

La reingeniería nace siempre en las oficinas ejecutivas y con mucha frecuencia también muere ahí.

Pese a las posibilidades de fracaso, nos confortan los muchos casos de éxito. Las organizaciones que emprenden la reingeniería con comprensión, con compromiso y con un vigoroso liderazgo ejecutivo seguramente triunfarán.

Los beneficios del éxito son espectaculares para la empresa individualmente, para sus gerentes y empleados, y para la economía nacional en conjunto.

7.6 Modelo General 3M

A continuación se muestra el modelo general el cual está compuesto por los 3 modelos elaborados en los capítulos IV, V y VI, así como también por las técnicas o herramientas generadas en el capítulo VII las cuales son aplicables a cualquiera de las 3M y por consecuencia sirven de apoyo para atacar cualquiera de los 7 desperdicios que existen en Lean Manufacturing.

Al utilizar este modelo general se puede lograr una mejora en la eficiencia de las 3M y un incremento en la productividad de la línea de producción.

Las herramientas de manufactura son comunes para atacar los 7 desperdicios son:

- Value Stream Mapping
- Kaizen (Mejora Continua)
- Análisis y Solución de Problemas
- Six Sigma
- Reingeniería

MODELO GENERAL

3M	Tecnicas	Sobreproducción	Defectos	Inventario Innecesario	Procesamiento inadecuado	Transportación excesiva	Espera	Movimiento innecesario
MANO DE OBRA	Comunicación con trabajadores	X	X		X			
	Control Visual	X		X		X		X
	Operac. Std.		X		X			X
	Trabajadores multfuncionales		X		X			
	Ergonomía				X			X
MAQUINAS	TPM		X		X		X	
	SMED	X		X			X	X

	Tiempo Ciclo y Takt time	X		X	X			X
	Jidoka	X	X	X	X			
	Automatización		X		X	X	X	X
	Layout	X		X		X	X	X
MATERIALES	Kanban	X		X	X	X	X	X
	Pokayoke		X		X			X
	One Piece Flow	X	X	X			X	X
HERRAMIENTAS COMUNES	Value Stream Mapping	X	X	X	X	X	X	X
	Kaizen	X	X	X	X	X	X	X
	Analisis y solución de problemas	X	X	X	X	X	X	X
	Six Sigma	X	X	X	X	X	X	X
	Reingeniería	X	X	X	X	X	X	X

Este Modelo General o cuadro basico, asi definido, permanecera valido hasta que la Empresa haga cambios en la definicion del efecto estimado de la aplicación de cada herramienta, sobre cada uno de los desperdicios.

CAPITULO VIII. METODOLOGIA PROPUESTA

8.1 Pasos de la Metodología de la tesis

Paso1. Confección del modelo general 3M

El modelo general 3M es simplemente un cuadro en el cual se relacionan las herramientas o técnicas de manufactura con los siete tipos de desperdicios.

El cuadro que relaciona las técnicas y desperdicios se confeccionó mediante la elaboración de un modelo particular para la mano de obra, otro para las máquinas y otro para los materiales; así como también de herramientas comunes las cuales pueden ser aplicadas a cualquiera de las 3M.

Cada uno de estos modelos comprende las diferentes técnicas y herramientas que pudieran ayudar a mejorar la productividad en cada rubro (mano de obra, máquinas y materiales), mediante eliminar o disminuir desperdicios.

El criterio para asignar una herramienta a cada desperdicio se basa en el análisis de cual desperdicio pudiera ser disminuido o eliminado mediante la aplicación de alguna herramienta.

También se utilizó sentido común para dicha asignación; sin embargo, esto pudiera variar depende de cada empresa o persona, ya que no existe alguna fórmula fija para asignar una determinada herramienta o técnica para eliminar desperdicios.

Paso2. Elaborar diagnóstico de situación de la empresa (producción) respecto a desperdicios.

El diagnóstico consiste en aplicar a una empresa un cuestionario que contiene una lista de preguntas, las cuales deberán contestar preferentemente el

Gerente de Producción, Superintendente de producción y/o Supervisor de Producción de la empresa.

Para efectos de este trabajo de investigacion se decidio que el cuestionario de diagnostico los contestaran de 2 a 3 personas relacionadas con la linea de produccion.

Pero es importante mencionar que el cuestionario puede ser contestado por un numero mayor de personas que esten relacionadas con la linea de produccion, se recomienda que sean de las de: mantenimiento, calidad, ingenieria, etc.; con el fin de que el tamano de muestra de sea mayor.

Las preguntas están enfocadas a detectar los problemas que les impiden a la empresa cumplir sus objetivos.

La forma de contestarlo es seleccionando y/o marcando uno de los cinco números que aparecen del lado derecho de la pregunta. Cada pregunta tiene una numeración del 1 al 5 para poder diferenciar mejor las áreas de oportunidad en cada una de ellas y así poder proceder a dar un peso o ponderación a las herramientas a utilizar para su mejora.

El significado de cada número es como sigue:

1. Totalmente en desacuerdo
2. En desacuerdo
3. Algo de acuerdo
4. De acuerdo
5. Completamente de acuerdo

Paso3. Definir cuales desperdicios afectan más a los objetivos de la empresa.

Una vez aplicado el diagnóstico, se procede a definir los desperdicios que están afectando más los objetivos y metas de la empresa en el área de producción.

Para esto se elaborará un cuadro en el cual se ordenarán los desperdicios de mayor importancia a menor importancia, los cuales se obtendrán de los resultados del procedimiento de cálculo (ver Capítulo IX punto 9.1.2), en donde se recabarán las respuestas de cada empresa (Gerente producción, superintendente y/o supervisor).

Paso4. Seleccionar las herramientas o técnicas a aplicar y el orden de aplicación.

Una vez detectados los tipos de desperdicio que están afectando a la empresa, se procederá a consultar el modelo general 3M mencionado en el punto 1, con el fin de seleccionar las herramientas de manufactura a sugerir para al menos los primeros 4 desperdicios.

Al seleccionar las herramientas, se asignará un orden de aplicación para al menos 3 de ellas, considerando los resultados anteriores y los objetivos de produccion de la empresa.

Las herramientas y el orden de aplicación, podrían variar de acuerdo a los resultados obtenidos particularmente.

Paso5. Aplicación de herramientas de acuerdo al plan y aplicación de Círculo de Deming.

Cada empresa deberá aplicar las herramientas de acuerdo al plan y en el orden de aplicación sugerido.

Se sugiere que una vez implementadas las herramientas, se aplique el círculo de Deming con el fin de verificar su impacto en la productividad del área de producción, y proceder a aplicar la metodología de Mejora Continua de dicha área de producción.

CAPITULO IX. DIAGNOSTICO DE LA EMPRESA

9.1 Diagnóstico

Este diagnóstico se tratará de aplicar en algunas empresas de manufactura de la localidad con el fin de sugerir herramientas que puedan mejorar la situación actual de la misma y que esto les ayude a mejorar su productividad.

El diagnóstico consiste en una lista de preguntas, las cuales deberán contestar preferentemente el Gerente de Producción, Superintendente de producción y/o Supervisor de Producción de la empresa.

Las preguntas están enfocadas a detectar los problemas que les impiden cumplir sus objetivos, para luego traducir las respuestas a su influencia en los 7 desperdicios en relación a los cuales se elegirá la (s) herramienta (s) a utilizar.

La forma de contestarlo es seleccionando y/o marcando uno de los cinco números que aparecen del lado derecho de la pregunta. Cada pregunta tiene una numeración del 1 al 5 para poder diferenciar mejor las áreas de oportunidad en cada una de ellas y así poder proceder a dar un peso o ponderación a las herramientas a utilizar para su mejora.

El significado de cada número es como sigue:

6. Totalmente en desacuerdo (significa que la empresa no tiene nada implementado)
7. En desacuerdo (significa que la empresa esta en vias de implementarlo)

8. Algo de acuerdo (significa que la empresa tiene algo implementado pero no al 100%)
9. De acuerdo (significa que la empresa si lo tiene implementado pero no controlado)
10. Completamente de acuerdo (significa que la empresa si lo tiene implementado y controlado)

El Diagnóstico está dirigido únicamente a la planta de fabricación (producción).

9.1.1 Cuestionario de diagnóstico

#	Preguntas	1	2	3	4	5
1	Existen objetivos específicos definidos para las áreas de producción?	1	2	3	4	5
2	Empleados involucrados con las áreas de producción participan en la toma de decisiones?	1	2	3	4	5
3	Existen estándares de trabajo (procedimientos, hojas de trabajo, etc.)?	1	2	3	4	5
4	Se da capacitación al personal al menos una vez al año?	1	2	3	4	5
5	Los empleados tienen acceso a procedimientos que apoya sus labores?	1	2	3	4	5
6	Todos los operadores están capacitados para realizar más de una tarea?	1	2	3	4	5
7	Se tienen definidas las especificaciones de los productos fabricados?	1	2	3	4	5
8	Se entregan los pedidos dentro del tiempo acordado?	1	2	3	4	5
9	Existen planes de calidad para las áreas de producción?	1	2	3	4	5
10	No se tienen mermas y obsolescencia de producto en proceso y/o terminado?	1	2	3	4	5
11	Se cuenta con una metodología para realizar mejoras?	1	2	3	4	5
12	Los operadores aplican herramientas estadísticas para realizar mejoras en su área	1	2	3	4	5
13	Existe un ambiente de trabajo en equipo en los operadores?	1	2	3	4	5
14	Se fomentan la solución de problemas en equipo?	1	2	3	4	5
15	Los operadores presentan formalmente las mejoras logradas en su área?	1	2	3	4	5
16	Se lleva un control de rechazos en las operaciones de los procesos?	1	2	3	4	5
17	Se realizan al menos dos mejoras sugeridas por los operadores al año?	1	2	3	4	5
18	Se realiza una planeación detallada al establecer los objetivos y metas de mejora?	1	2	3	4	5
19	Se verifica continuamente el buen progreso de lo planeado contra lo actual?	1	2	3	4	5
20	Se usa algún sistema de aseguramiento de la calidad?	1	2	3	4	5
21	Se manejan indicadores de calidad (cantidad De productos defectuosos)?	1	2	3	4	5
22	Se ofrece algún tipo de motivación a los empleados?	1	2	3	4	5
23	Hay mecanismo oficial para que empleados expresen opiniones y sugerencias?	1	2	3	4	5
24	Hay programas de mantenimiento Preventivo?	1	2	3	4	5
25	El total de paros por día NO representa más del 40% de la jornada?	1	2	3	4	5

26	No existen tiempos muertos en los equipos?	1	2	3	4	5
27	Se mide la duración de tiempos muertos de maquinas y sus causas?	1	2	3	4	5
28	No existen tiempos de preparación mayores a una hora?	1	2	3	4	5
29	El equipo y material necesario se encuentra en lugares cercanos a los procesos?	1	2	3	4	5
30	El equipo y material usado es el adecuado para las operaciones que se realizan?	1	2	3	4	5
31	Las herramientas y materiales se encuentran disponibles en el lugar de siempre?	1	2	3	4	5
32	Se encuentran limpias y ordenadas las áreas de trabajo?	1	2	3	4	5
33	Los materiales y herramientas de trabajo se mantienen ordenados y limpios?	1	2	3	4	5
34	Los pasillos y áreas de trabajo se encuentran limpias y libres de obstáculos?	1	2	3	4	5
35	Ha habido falta de materia prima de manera constante en las áreas de producción?	1	2	3	4	5
36	Existe algún método para controlar y monitorear la existencia de materia prima?	1	2	3	4	5
37	Se sabe en base al uso de algún sistema o herramienta cuando solicitar material?	1	2	3	4	5
38	Se sabe con certeza cuando se recibirán los materiales solicitados?	1	2	3	4	5
39	Se toma en cuenta cual es el tiempo y el lote óptimo que se debe ordenar?	1	2	3	4	5
40	No hay esperas y retrazo en los procesos?	1	2	3	4	5
41	Hay un método definido para controlar los inventarios en proceso?	1	2	3	4	5
42	Existe algún medio de control que permita conocer el estatus de cada pedido?	1	2	3	4	5
43	Todas las actividades son programadas y ordenadas en base a un plan maestro?	1	2	3	4	5
44	Existe un sistema de ctrl. Computarizado para dar a empleados info. Requerida?	1	2	3	4	5
45	Se utilizan guías para la fabricación de productos en algunos procesos?	1	2	3	4	5
46	Es posible utilizar guías o mecanismos que eviten errores y agilicen el proceso?	1	2	3	4	5
47	Se usan sistemas que permiten detectar las fallas al momento de presentarse?	1	2	3	4	5
48	Se realiza ensamble o unión de piezas en los procesos?	1	2	3	4	5
49	Se realizan inspecciones antes, durante y después de los procesos?	1	2	3	4	5
50	Se llevan indicadores de productividad (productos por hora)?	1	2	3	4	5
51	Su producción NO es en masa?	1	2	3	4	5
52	Produce solo la cantidad demandada de artículos?	1	2	3	4	5
53	Los productos o materiales se reciben a tiempo a la entrada de los procesos?	1	2	3	4	5
54	Se cumple exactamente con la fecha de entrega a clientes?	1	2	3	4	5
55	Se mide la cantidad de desperdicio generado y su costo?	1	2	3	4	5
56	Se realizan periódicamente análisis estadísticos de los procesos?	1	2	3	4	5
57	Se emplean métodos para detectar y seleccionar los problemas prioritarios?	1	2	3	4	5
58	Se realizan mejoras periódicas en el área de trabajo?	1	2	3	4	5
59	Participan gentes de distintos deptos.en el análisis y sol. de problemas?	1	2	3	4	5
60	El balanceo de la línea es adecuado?	1	2	3	4	5
61	Los criterios de calidad son claros y se llevan a la práctica?	1	2	3	4	5
62	Se aplica el concepto de paro de línea cuando hay algún problema?	1	2	3	4	5
63	Las reglas y procedimientos son claros cuando se necesite el retrabajo?	1	2	3	4	5
64	Existe control sobre los tiempos de ciclo en cada estación de trabajo?	1	2	3	4	5
65	Están identificadas las áreas donde se almacenan materiales?	1	2	3	4	5
66	No existen acumulamientos de piezas o materiales entre las estaciones de trabajo?	1	2	3	4	5
67	Las máquinas trabajan sin problemas	1	2	3	4	5
68	No existen cuellos de botella detectados?	1	2	3	4	5
69	La distancia entre las máquinas de producción NO es grande?	1	2	3	4	5
70	Se usan hojas de proceso o proced. para fabricación o reparación de productos?	1	2	3	4	5
71	Existe algún programa de mantenimiento a instrumentos de medición?	1	2	3	4	5
72	Existe alguna base de datos común, usada por las personas del área de producción?	1	2	3	4	5

Asignación de tipo de desperdicio a cada pregunta del cuestionario:

Tipo de desperdicio	Preguntas
Sobreproducción	10, 11, 16, 19, 20, 50, 51, 52, 66
Espera	24, 25, 26, 27, 28, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 53, 67, 68
Transportación excesiva	29, 69
Procesamiento inadecuado	4, 5, 22, 30, 45, 48, 49, 56, 63, 70, 71
Inventario innecesario	8, 41, 42, 43, 54, 60, 62, 65
Movimiento innecesario	13, 31, 32, 33, 34, 64
Defectos de producto	1, 2, 3, 6, 7, 9, 12, 14, 15, 17, 18, 21, 23, 44, 46, 47, 55, 57, 58, 59, 61, 72

El numero de preguntas y su redaccion podra variarse en cada empresa de acuerdo a su criterio.

El objetivo del diagnostico es el de definir para cada una de las herramientas, el grado de aplicación en la empresa en cuestion en el momento del diganostico.

9.1.2 Descripción del procedimiento de cálculo para obtención de resultados

1. Asignar a cada pregunta del cuestionario, el desperdicio con el cual está relacionada.

2. Obtener la cantidad de preguntas relacionadas con cada desperdicio.

3. Sumar los puntos evaluados de las 2 o 3 personas que contestaron el cuestionario (Gerente producción, superintendente, supervisor), correspondientes a las preguntas relacionadas con cada desperdicio.

4. Encontrar el promedio para cada desperdicio mediante la siguiente operación:
   Promedio = Sumatoria Puntos / Número de preguntas

   Esto permitirá saber el orden de importancia a atacar cada uno de los 7 desperdicios.
   Por la forma en que se han redactado las preguntas, las calificaciones con numeros mas pequenos son las que tendrian mayor impacto por ser tecnicas aun no aplicadas en la empresa o aplicadas parcialmente, y cuya aplicación afecta directamente al desperdicio considerado.

5. Una vez hecho esto, se procederá a consultar el modelo de las 3M para sugerir qué herramientas o técnicas de manufactura pueden ayudar a reducir los desperdicios que afectan los objetivos de la empresa, así como el orden de su aplicación.
   Las herramientas se enfocarán a los 4 desperdicios que hayan tenido el menor valor de acuerdo a la fórmula mostrada en el punto 4.

9.1.3 Resultados del diagnóstico

Por cuestiones de privacidad no se revelará el nombre de las empresas, ni de las personas que contestaron las encuestas, pero sí se les entregará el resultado del diagnóstico, así como también las herramientas propuestas para la eliminación de desperdicios.

9.1.3a Resultados de la Empresa 1

Giro de la Empresa:

- Industria Automotriz (Manufactura de rins y ruedas de acero)

Objetivos de la Empresa:

- OEE (Efectividad Global del Equipo): 87.5% en el año
- FPY (First Part Yield): 97.5% (Significa el % de piezas buenas a la primera)
- Scrap de materiales: 2% (Es el desperdicio de materiales)
- Retrabajos: 0.5% (Cuantas piezas son retrabajadas por no cumplir con la especificación)
- Eficiencia de materiales: 98% (Es la eficiencia con la cual se utilizan los materiales)
- Eficiencia de máquinas: 93% (Es el tiempo en que las máquinas están disponibles)
- Costo de los productos de acuerdo al plan financiero (incluye: mano de obra, materiales y utilities)

Cuestionario contestado por la Empresa 1:

A la empresa se le entregó el cuestionario con las preguntas enumeradas de manera consecutiva, sin embargo, a continuación se muestran los cuestionarios contestados agrupados de acuerdo al tipo de desperdicio.

			Gerente					Superintendente					Supervisor				
Tipo de desperdicio	**#**	**Preguntas**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Defectos producto	1	Existen objetivos específicos definidos para las áreas de producción?			3						4					4	
Defectos producto	2	Empleados involucrados con las áreas de producción participan en la toma de decisiones?				4				3					3		
Defectos producto	3	Existen estándares de trabajo (procedimientos, hojas de trabajo, etc.)?					5				4						5
Defectos producto	6	Todos los operadores están capacitados para realizar más de una tarea?					5			3							5
Defectos producto	7	Se tienen definidas las especificaciones de los productos fabricados?					5				4					4	
Defectos producto	9	Existen planes de calidad para las áreas de producción?		2						3						4	
Defectos producto	12	Los operadores aplican herramientas estadísticas para realizar mejoras en su área	1					1							3		
Defectos producto	14	Se fomentan la solución de problemas en equipo?		2						3						4	
Defectos producto	15	Los operadores presentan formalmente las mejoras logradas en su área?	1					1						2			
Defectos producto	17	Se realizan al menos dos mejoras sugeridas por los operadores al año?	1					1						2			
Defectos producto	18	Se realiza una planeación detallada al establecer los objetivos y metas de mejora?			3						4						5
Defectos producto	21	Se manejan indicadores de calidad (cantidad De productos defectuosos)?					5					5					5
Defectos producto	23	Hay mecanismo oficial para que empleados expresen opiniones y sugerencias?	1							3				2			
Defectos producto	44	Existe un sistema de ctrl. Computarizado para dar a empleados info. Requerida?					5	1							3		
Defectos producto	46	Es posible utilizar guías o mecanismos que eviten errores y agilicen el proceso?			3						4					4	
Defectos producto	47	Se usan sistemas que permiten detectar las fallas al momento de presentarse?		2						3					3		
Defectos producto	55	Se mide la cantidad de desperdicio generado y su costo?				4				3							5
Defectos producto	57	Se emplean métodos para detectar y seleccionar los problemas prioritarios?				4				3							5

Defectos producto	58	Se realizan mejoras periódicas en el área de trabajo?				4			2							4	
Defectos producto	59	Participan gentes de distintos deptos. en el análisis y solución de problemas?					5	1								4	
Defectos producto	61	Los criterios de calidad son claros y se llevan a la práctica?				4				3						4	
Defectos producto	72	Existe alguna base de datos común, usada por las personas del área de producción?				4						5					5
Espera	24	Hay programas de mantenimiento Preventivo?		2						3							5
Espera	25	El total de paros por día NO representa más del 40% de la jornada?					5				4						5
Espera	26	No existen tiempos muertos en los equipos?		2					2					2			
Espera	27	Se mide la duración de tiempos muertos de maquinas y sus causas?		2						3							5
Espera	28	No existen tiempos de preparación mayores a una hora?	1						2					2			
Espera	35	No ha habido falta de materia prima de manera constante en las áreas de producción?	1						2						3		
Espera	36	Existe algún método para controlar y monitorear la existencia de materia prima?			3						4						5
Espera	37	Se sabe en base al uso de algún sistema o herramienta cuando solicitar material?				4			2								5
Espera	38	Se sabe con certeza cuando se recibirán los materiales solicitados?				4					4						5
Espera	39	Se toma en cuenta cual es el tiempo y el lote óptimo que se debe ordenar?		2						3							5
Espera	40	No hay esperas y retrazo en los procesos?	1						2						3		
Espera	53	Los productos o materiales se reciben a tiempo a la entrada de los procesos?		2					2							4	
Espera	67	Las máquinas trabajan sin problemas	1					1								4	
Espera	68	No existen cuellos de botella detectados?	1						2					2			
Inventario innecesario	8	Se entregan los pedidos dentro del tiempo acordado?				4					4						5
Inventario innecesario	41	Hay un método definido para controlar los inventarios en proceso?				4		1							3		
Inventario innecesario	42	Existe algún medio de control que permita conocer el estatus de cada pedido?		2					2								5
Inventario innecesario	43	Todas las actividades son programadas y ordenadas en base a un plan maestro?		2				1									5
Inventario innecesario	54	Se cumple exactamente con la fecha de entrega a clientes?			3						4						5
Inventario innecesario	60	El balanceo de la línea es adecuado?					5		2						3		
Inventario innecesario	62	Se aplica el concepto de paro de línea cuando hay algún problema?		2							4						5

Inventario innecesario	65	Están identificadas las áreas donde se almacenan materiales?					5			3							5
Movimiento innecesario	13	Existe un ambiente de trabajo en equipo en los operadores?		2					2						3		
Movimiento innecesario	31	Las herramientas y materiales se encuentran disponibles en el lugar de siempre?				4				3							5
Movimiento innecesario	32	Se encuentran limpias y ordenadas las áreas de trabajo?		2						3						4	
Movimiento innecesario	33	Los materiales y herramientas de trabajo se mantienen ordenados y limpios?		2						3						4	
Movimiento innecesario	34	Los pasillos y áreas de trabajo se encuentran limpias y libres de obstáculos?				4				3						4	
Movimiento innecesario	64	Existe control sobre los tiempos de ciclo en cada estación de trabajo?		2					2							4	
Procesamiento inadecuado	4	Se da capacitación al personal al menos una vez al año?					5				4						5
Procesamiento inadecuado	5	Los empleados tienen acceso a procedimientos que apoya sus labores?				4					4						5
Procesamiento inadecuado	22	Se ofrece algún tipo de motivación a los empleados?				4					4					4	
Procesamiento inadecuado	30	El equipo y material usado es el adecuado para las operaciones que se realizan?				4				3							5
Procesamiento inadecuado	45	Se utilizan guías para la fabricación de productos en algunos procesos?				4					4					4	
Procesamiento inadecuado	48	Se realiza ensamble o unión de piezas en los procesos?					5					5					5
Procesamiento inadecuado	49	Se realizan inspecciones antes, durante y después de los procesos?				4						5					5
Procesamiento inadecuado	56	Se realizan periódicamente análisis estadísticos de los procesos?				4					4					4	
Procesamiento inadecuado	63	Las reglas y procedimientos son claros cuando se necesite el retrabajo?		2					2								5
Procesamiento inadecuado	70	Se usan hojas de proceso o proced. para fabricación o reparación de productos?				4			2								5
Procesamiento inadecuado	71	Existe algún programa de mantenimiento a instrumentos de medición?				4					4						5
Sobreproducción	10	No se tienen mermas y obsolescencia de producto en proceso y/o terminado?	1							3			1				
Sobreproducción	11	Se cuenta con una metodología para realizar mejoras?		2						3						4	
Sobreproducción	16	Se lleva un control de rechazos en las operaciones de los procesos?			3					3						4	
Sobreproducción	19	Se verifica continuamente el buen progreso de lo planeado contra lo actual?			3						4						5
Sobreproducción	20	Se usa algún sistema de aseguramiento de la calidad?				4					4						5
Sobreproducción	50	Se llevan indicadores de productividad (productos por hora)?				4			2						3		
Sobreproducción	51	Su producción NO es en masa?					5					5			3		

Sobreproducción	52	Produce solo la cantidad demandada de artículos?		2				1								4	
Sobreproducción	66	No existen acumulamientos de piezas o materiales entre las estaciones de trabajo?			3			1						2			
Transportación excesiva	29	El equipo y material necesario se encuentra en lugares cercanos a los procesos?			3						4						5
Transportación excesiva	69	La distancia entre las máquinas de producción NO es grande?					5			3							5

Desperdicios detectados en la Empresa 1:

Orden importancia	Tipo de desperdicio	# de preguntas	Suma de puntos evaluados por persona 1	Suma de puntos evaluados por persona 2	Suma de puntos evaluados por persona 3	Suma total de puntos	Promedio
1	Espera	14	35	38	55	128	9.14
2	Sobreproducción	9	27	26	31	84	9.33
3	Movimiento innecesario	6	16	16	24	56	9.33
4	Defectos de producto	22	73	64	85	222	10.09
5	Inventario innecesario	8	27	21	36	84	10.50
6	Procesamiento inadecuado	11	44	41	52	137	12.45
7	Transportación excesiva	2	8	7	10	25	12.50

Herramientas propuestas para la mejora de la Empresa 1:

- Las herramientas propuestas a continuación, se enfocarán a los 4 primeros desperdicios de la tabla anterior, y servirán de guía para la empresa para disminuirlos o eliminarlos.
- La siguiente tabla muestra dichas herramientas sugeridas, las cuales fueron seleccionadas del modelo general 3M (Ver punto 7.6 del Capitulo VII), en el cual se muestra la relación de herramientas o

técnicas de manufactura, con los 7 desperdicios de lean manufacturing.

- El criterio para seleccionarlas, así como la asignación del orden de importancia para su aplicación, se basó en cumplir con los objetivos principales de la empresa.

Sin embargo cada empresa podrá adecuar las herramientas a aplicar según crea conveniente, ya que no existe una fórmula fija para atacar los desperdicios.

Normalmente al aplicar una de estas técnicas no solo se puede impactar de manera positiva a un solo tipo de desperdicio, sino que pueden impactar a más de uno.

# pregunta	Desperdicio por orden de importancia	Herramienta o técnica a utilizar	Herramienta por orden de importancia
24, 25, 26, 27, 40, 67	Espera	TPM	1
28, 68		SMED	2
35, 36, 37, 38, 39, 53		Kanban	3
51, 52	Sobreproducción	Kanban	1
66		One piece flow	2
10		Jidoka	3
31, 32, 33, 34	Movimiento Innecesario	Control visual	1
64		Tiempo de ciclo y Takt time	2
13		Kaizen	3
46, 47	Defectos de producto	Pokayoke	1
3, 7, 9, 21		Operación Estándar	2
2, 14, 15, 17, 23, 58, 59		Kaizen	3

9.1.3b Resultados de la Empresa 2

Giro de la Empresa:

- Iluminación

Objetivos de la Empresa:

- Nivel de cumplimiento de ordenes a cliente: 95%
- % desperdicio de materiales: 5%
- Defectos por millón interno: 6000 dpms
- % Tiempos muertos de máquinas: 5%

Cuestionario contestado por la Empresa 2:

A la empresa se le entregó el cuestionario con las preguntas enumeradas de manera consecutiva, sin embargo, a continuación se muestran los cuestionarios contestados, pero agrupados de acuerdo al tipo de desperdicio.

			Gerente					Supervisor				
Tipo de desperdicio	**#**	**Preguntas**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Defectos producto	1	Existen objetivos específicos definidos para las áreas de producción?			3						4	
Defectos producto	2	Empleados involucrados con las áreas de producción participan en la toma de decisiones?				4					4	
Defectos producto	3	Existen estándares de trabajo (procedimientos, hojas de trabajo, etc.)?		2						3		
Defectos producto	6	Todos los operadores están capacitados para realizar más de una tarea?				4				3		
Defectos producto	7	Se tienen definidas las especificaciones de los productos fabricados?		2						3		
Defectos producto	9	Existen planes de calidad para las áreas de producción?			3						4	

Defectos producto	12	Los operadores aplican herramientas estadísticas para realizar mejoras en su área		2					2			
Defectos producto	14	Se fomentan la solución de problemas en equipo?			3					3		
Defectos producto	15	Los operadores presentan formalmente las mejoras logradas en su área?		2					2			
Defectos producto	17	Se realizan al menos dos mejoras sugeridas por los operadores al año?		2					2			
Defectos producto	18	Se realiza una planeación detallada al establecer los objetivos y metas de mejora?			3						4	
Defectos producto	21	Se manejan indicadores de calidad (cantidad De productos defectuosos)?			3						4	
Defectos producto	23	Hay mecanismo oficial para que empleados expresen opiniones y sugerencias?	1						2			
Defectos producto	44	Existe un sistema de ctrl. Computarizado para dar a empleados info. Requerida?		2						3		
Defectos producto	46	Es posible utilizar guías o mecanismos que eviten errores y agilicen el proceso?		2					2			
Defectos producto	47	Se usan sistemas que permiten detectar las fallas al momento de presentarse?	1						2			
Defectos producto	55	Se mide la cantidad de desperdicio generado y su costo?			3					3		
Defectos producto	57	Se emplean métodos para detectar y seleccionar los problemas prioritarios?		2						3		
Defectos producto	58	Se realizan mejoras periódicas en el área de trabajo?			3					3		
Defectos producto	59	Participan gentes de distintos deptos.en el análisis y sol. de problemas?			3						4	
Defectos producto	61	Los criterios de calidad son claros y se llevan a la práctica?		2						3		
Defectos producto	72	Existe alguna base de datos común, usada por las personas del área de producción?				4					4	
Espera	24	Hay programas de mantenimiento Preventivo?			3						4	
Espera	25	El total de paros por día NO representa más del 40% de la jornada?			3						4	
Espera	26	No existen tiempos muertos en los equipos?	1					1				
Espera	27	Se mide la duración de tiempos muertos de maquinas y sus causas?			3					3		
Espera	28	No existen tiempos de preparación mayores a una hora?		2					2			
Espera	35	Ha habido falta de materia prima de manera constante en las áreas de producción?				4					4	
Espera	36	Existe algún método para controlar y monitorear la existencia de materia prima?				4					4	
Espera	37	Se sabe en base al uso de algún sistema o herramienta cuando solicitar material?	1						2			
Espera	38	Se sabe con certeza cuando se recibirán los materiales solicitados?	1						2			

Espera	39	Se toma en cuenta cual es el tiempo y el lote óptimo que se debe ordenar?	1						2			
Espera	40	No hay esperas y retrazo en los procesos?		2					2			
Espera	53	Los productos o materiales se reciben a tiempo a la entrada de los procesos?		2						3		
Espera	67	Las máquinas trabajan sin problemas		2						3		
Espera	68	No existen cuellos de botella detectados?		2						3		
Inventario innecesario	8	Se entregan los pedidos dentro del tiempo acordado?			3				2			
Inventario innecesario	41	Hay un método definido para controlar los inventarios en proceso?		2					2			
Inventario innecesario	42	Existe algún medio de control que permita conocer el estatus de cada pedido?	1						2			
Inventario innecesario	43	Todas las actividades son programadas y ordenadas en base a un plan maestro?	1						2			
Inventario innecesario	54	Se cumple exactamente con la fecha de entrega a clientes?		2					2			
Inventario innecesario	60	El balanceo de la línea es adecuado?			3					3		
Inventario innecesario	62	Se aplica el concepto de paro de línea cuando hay algún problema?		2				1				
Inventario innecesario	65	Están identificadas las áreas donde se almacenan materiales?		2					2			
Movimiento innecesario	13	Existe un ambiente de trabajo en equipo en los operadores?			3						4	
Movimiento innecesario	31	Las herramientas y materiales se encuentran disponibles en el lugar de siempre?			3						4	
Movimiento innecesario	32	Se encuentran limpias y ordenadas las áreas de trabajo?			3						4	
Movimiento innecesario	33	Los materiales y herramientas de trabajo se mantienen ordenados y limpios?		2						3		
Movimiento innecesario	34	Los pasillos y áreas de trabajo se encuentran limpias y libres de obstáculos?		2						3		
Movimiento innecesario	64	Existe control sobre los tiempos de ciclo en cada estación de trabajo?			3						4	
Procesamiento inadecuado	4	Se da capacitación al personal al menos una vez al año?			3						4	
Procesamiento inadecuado	5	Los empleados tienen acceso a procedimientos que apoya sus labores?		2						3		
Procesamiento inadecuado	22	Se ofrece algún tipo de motivación a los empleados?			3				2			
Procesamiento inadecuado	30	El equipo y material usado es el adecuado para las operaciones que se realizan?			3				2			
Procesamiento inadecuado	45	Se utilizan guías para la fabricación de productos en algunos procesos?			3					3		
Procesamiento inadecuado	48	Se realiza ensamble o unión de piezas en los procesos?	1						2			

Procesamiento inadecuado	49	Se realizan inspecciones antes, durante y después de los procesos?				4				3		
Procesamiento inadecuado	56	Se realizan periódicamente análisis estadísticos de los procesos?	1					1				
Procesamiento inadecuado	63	Las reglas y procedimientos son claros cuando se necesite el retrabajo?		2					2			
Procesamiento inadecuado	70	Se usan hojas de proceso o proced. para fabricación o reparación de productos?		2					2			
Procesamiento inadecuado	71	Existe algún programa de mantenimiento a instrumentos de medición?			3					3		
Sobreproducción	10	No se tienen mermas y obsolescencia de producto en proceso y/o terminado?		2					2			
Sobreproducción	11	Se cuenta con una metodología para realizar mejoras?				4				3		
Sobreproducción	16	Se lleva un control de rechazos en las operaciones de los procesos?		2					2			
Sobreproducción	19	Se verifica continuamente el buen progreso de lo planeado contra lo actual?			3					3		
Sobreproducción	20	Se usa algún sistema de aseguramiento de la calidad?				4					4	
Sobreproducción	50	Se llevan indicadores de productividad (productos por hora)?			3					3		
Sobreproducción	51	Su producción NO es en masa?				4					4	
Sobreproducción	52	Produce solo la cantidad demandada de artículos?		2					2			
Sobreproducción	66	No existen acumulamientos de piezas o materiales entre las estaciones de trabajo?		2					2			
Transportación excesiva	29	El equipo y material necesario se encuentra en lugares cercanos a los procesos?				4					4	
Transportación excesiva	69	La distancia entre las máquinas de producción NO es grande?				4						5

Desperdicios detectados en la Empresa 2:

Orden importancia	Tipo de desperdicio	# de preguntas	Suma de puntos evaluados por persona 1	Suma de puntos evaluados por persona 2	Suma total de puntos	Promedio
1	Inventario innecesario	8	14	16	30	3.75
2	Espera	14	27	39	66	4.71
3	Procesamiento inadecuado	11	25	27	52	4.73
4	Defectos de producto	22	54	67	121	5.50
6	Sobreproducción	9	26	25	51	5.67
5	Movimiento innecesario	6	16	22	38	6.33
7	Transportación excesiva	2	8	9	17	8.50

Herramientas propuestas para la mejora de la Empresa 2:

- Las herramientas propuestas a continuación, se enfocarán a los 4 primeros desperdicios de la tabla anterior, y servirán de guía para la empresa para disminuirlos o eliminarlos.
- La siguiente tabla muestra dichas herramientas sugeridas, las cuales fueron seleccionadas del modelo general 3M (Ver punto 7.6 del Capitulo VII), en el cual se muestra la relación de herramientas o técnicas de manufactura, con los 7 desperdicios de lean manufacturing.
- El criterio para seleccionarlas, así como la asignación del orden de importancia para su aplicación, se basó en cumplir con los objetivos principales de la empresa.

# pregunta	Desperdicio por orden de importancia	Herramienta o técnica a utilizar	Herramienta por orden de importancia
41, 43	Inventario Innecesario	Kanban	1
8, 54, 60		Tiempo de ciclo y Takt time	2
42, 65		Control visual	3
24, 25, 26, 27, 40, 67	Espera	TPM	1
35, 36, 37, 38, 39, 53		Kanban	2
28, 68		SMED	3
49. 63, 70	Procesamiento inadecuado	Operación Estándar	1
71		Multihabilidades	2
45		Pokayoke	3
46, 47	Defectos de producto	Pokayoke	1
2, 14, 15, 17, 23, 58, 59		Kaizen	2
3, 7, 9, 21		Operación Estándar	3

Sin embargo cada empresa podrá adecuar las herramientas a aplicar según crea conveniente, ya que no existe una fórmula fija para atacar los desperdicios.

Normalmente al aplicar una de estas técnicas no solo se puede impactar de manera positiva a un solo tipo de desperdicio, sino que pueden impactar a más de uno.

9.1.3c Resultados de la Empresa 3

Giro de la Empresa:

- Manufactura de componentes para sistemas de refrigeración

Objetivos de la Empresa:

- OEE (Efectividad Global del Equipo): Mínimo 75%
- Fallas internas de calidad: Máx. 9000 ppms (partes por millón)
- PPM externos (Clientes): Máx. 500 ppm
- Scrap (piezas defectuosas no retrabajables): 2%
- Confiabilidad de embarque a cliente (entrega en la primer fecha prometida): 95%
- Niveles de inventario en almacenes y piso de producción: En budget
- Días para contestar una acción correctiva solicitada por el Cliente: Máx. 10 días

Cuestionario contestado por la Empresa 3:

A la empresa se le entregó el cuestionario con las preguntas enumeradas de manera consecutiva, sin embargo, a continuación se muestran los cuestionarios contestados, pero agrupados de acuerdo al tipo de desperdicio.

			Gerente					Supervisor				
Tipo de desperdicio	**#**	**Preguntas**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Defectos producto	1	Existen objetivos específicos definidos para las áreas de producción?				4						5
Defectos producto	2	Empleados involucrados con las áreas de producción participan en la toma de decisiones?			3						4	
Defectos producto	3	Existen estándares de trabajo (procedimientos, hojas de trabajo, etc.)?				4						5

Defectos producto	6	Todos los operadores están capacitados para realizar más de una tarea?				4						5
Defectos producto	7	Se tienen definidas las especificaciones de los productos fabricados?					5					5
Defectos producto	9	Existen planes de calidad para las áreas de producción?				4						5
Defectos producto	12	Los operadores aplican herramientas estadísticas para realizar mejoras en su área		2								5
Defectos producto	14	Se fomentan la solución de problemas en equipo?				4				3		
Defectos producto	15	Los operadores presentan formalmente las mejoras logradas en su área?		2						3		
Defectos producto	17	Se realizan al menos dos mejoras sugeridas por los operadores al año?				4						5
Defectos producto	18	Se realiza una planeación detallada al establecer los objetivos y metas de mejora?				4						5
Defectos producto	21	Se manejan indicadores de calidad (cantidad De productos defectuosos)?					5					5
Defectos producto	23	Hay mecanismo oficial para que empleados expresen opiniones y sugerencias?			3							5
Defectos producto	44	Existe un sistema de ctrl. Computarizado para dar a empleados info. Requerida?				4					4	
Defectos producto	46	Es posible utilizar guías o mecanismos que eviten errores y agilicen el proceso?			3					3		
Defectos producto	47	Se usan sistemas que permiten detectar las fallas al momento de presentarse?			3						4	
Defectos producto	55	Se mide la cantidad de desperdicio generado y su costo?					5					5
Defectos producto	57	Se emplean métodos para detectar y seleccionar los problemas prioritarios?				4						5
Defectos producto	58	Se realizan mejoras periódicas en el área de trabajo?				4						5
Defectos producto	59	Participan gentes de distintos deptos.en el análisis y sol. de problemas?				4						5
Defectos producto	61	Los criterios de calidad son claros y se llevan a la práctica?					5					5
Defectos producto	72	Existe alguna base de datos común, usada por las personas del área de producción?				4					4	
Espera	24	Hay programas de mantenimiento Preventivo?				4						5
Espera	25	El total de paros por día NO representa más del 40% de la jornada?				4					4	
Espera	26	No existen tiempos muertos en los equipos?			3							5
Espera	27	Se mide la duración de tiempos muertos de maquinas y sus causas?				4						5
Espera	28	No existen tiempos de preparación mayores a una hora?				4						5
Espera	35	Ha habido falta de materia prima de manera constante en las áreas de producción?			3					3		

Espera	36	Existe algún método para controlar y monitorear la existencia de materia prima?					5					5
Espera	37	Se sabe en base al uso de algún sistema o herramienta cuando solicitar material?					5					5
Espera	38	Se sabe con certeza cuando se recibirán los materiales solicitados?				4						5
Espera	39	Se toma en cuenta cual es el tiempo y el lote óptimo que se debe ordenar?				4						5
Espera	40	No hay esperas y retrazo en los procesos?			3					3		
Espera	53	Los productos o materiales se reciben a tiempo a la entrada de los procesos?				4						5
Espera	67	Las máquinas trabajan sin problemas				4					4	
Espera	68	No existen cuellos de botella detectados?		2						3		
Inventario innecesario	8	Se entregan los pedidos dentro del tiempo acordado?				4					4	
Inventario innecesario	41	Hay un método definido para controlar los inventarios en proceso?			3						4	
Inventario innecesario	42	Existe algún medio de control que permita conocer el estatus de cada pedido?				4						5
Inventario innecesario	43	Todas las actividades son programadas y ordenadas en base a un plan maestro?				4						5
Inventario innecesario	54	Se cumple exactamente con la fecha de entrega a clientes?				4					4	
Inventario innecesario	60	El balanceo de la línea es adecuado?				4						5
Inventario innecesario	62	Se aplica el concepto de paro de línea cuando hay algún problema?					5				4	
Inventario innecesario	65	Están identificadas las áreas donde se almacenan materiales?					5					5
Movimiento innecesario	13	Existe un ambiente de trabajo en equipo en los operadores?				4					4	
Movimiento innecesario	31	Las herramientas y materiales se encuentran disponibles en el lugar de siempre?				4						5
Movimiento innecesario	32	Se encuentran limpias y ordenadas las áreas de trabajo?					5					5
Movimiento innecesario	33	Los materiales y herramientas de trabajo se mantienen ordenados y limpios?					5					5
Movimiento innecesario	34	Los pasillos y áreas de trabajo se encuentran limpias y libres de obstáculos?				4						5
Movimiento innecesario	64	Existe control sobre los tiempos de ciclo en cada estación de trabajo?				4					4	
Procesamiento inadecuado	4	Se da capacitación al personal al menos una vez al año?					5					5
Procesamiento inadecuado	5	Los empleados tienen acceso a procedimientos que apoya sus labores?					5					5
Procesamiento inadecuado	22	Se ofrece algún tipo de motivación a los empleados?			3							5

Procesamiento inadecuado	30	El equipo y material usado es el adecuado para las operaciones que se realizan?				4						5
Procesamiento inadecuado	45	Se utilizan guías para la fabricación de productos en algunos procesos?				4					4	
Procesamiento inadecuado	48	Se realiza ensamble o unión de piezas en los procesos?					5				4	
Procesamiento inadecuado	49	Se realizan inspecciones antes, durante y después de los procesos?					5					5
Procesamiento inadecuado	56	Se realizan periódicamente análisis estadísticos de los procesos?				4						5
Procesamiento inadecuado	63	Las reglas y procedimientos son claros cuando se necesite el retrabajo?			3							5
Procesamiento inadecuado	70	Se usan hojas de proceso o proced. para fabricación o reparación de productos?					5					5
Procesamiento inadecuado	71	Existe algún programa de mantenimiento a instrumentos de medición?				4						5
Sobreproducción	10	No se tienen mermas y obsolescencia de producto en proceso y/o terminado?			3						4	
Sobreproducción	11	Se cuenta con una metodología para realizar mejoras?				4					4	
Sobreproducción	16	Se lleva un control de rechazos en las operaciones de los procesos?					5					5
Sobreproducción	19	Se verifica continuamente el buen progreso de lo planeado contra lo actual?					5				4	
Sobreproducción	20	Se usa algún sistema de aseguramiento de la calidad?				4						5
Sobreproducción	50	Se llevan indicadores de productividad (productos por hora)?					5					5
Sobreproducción	51	Su producción NO es en masa?			3							5
Sobreproducción	52	Produce solo la cantidad demandada de artículos?					5					5
Sobreproducción	66	No existen acumulamientos de piezas o materiales entre las estaciones de trabajo?			3					3		
Transportación excesiva	29	El equipo y material necesario se encuentra en lugares cercanos a los procesos?					5					5
Transportación excesiva	69	La distancia entre las máquinas de producción NO es grande?				4						5

Desperdicios detectados en la Empresa 3:

Orden importancia	Tipo de desperdicio	# de preguntas	Suma de puntos evaluados por persona 1	Suma de puntos evaluados por persona 2	Suma total de puntos	Promedio
1	Espera	14	53	62	115	8.21
2	Defectos de producto	22	84	100	184	8.36
3	Sobreproducción	9	37	40	77	8.56
4	Inventario innecesario	8	33	36	69	8.63
5	Movimiento innecesario	6	26	28	54	9.00
6	Procesamiento inadecuado	11	47	53	100	9.09
7	Transportación excesiva	2	9	10	19	9.50

Herramientas propuestas para la mejora de la Empresa 3:

- Las herramientas propuestas a continuación, se enfocarán a los 4 primeros desperdicios de la tabla anterior, y servirán de guía para la empresa para disminuirlos o eliminarlos.
- La siguiente tabla muestra dichas herramientas sugeridas, las cuales fueron seleccionadas del modelo general 3M (Ver punto 7.6 del Capitulo VII), en el cual se muestra la relación de herramientas o técnicas de manufactura, con los 7 desperdicios de lean manufacturing.
- El criterio para seleccionarlas, así como la asignación del orden de importancia para su aplicación, se basó en cumplir con los objetivos principales de la empresa.

# pregunta	Desperdicio por orden de importancia	Herramienta o técnica a utilizar	Herramienta por orden de importancia
24, 25, 26, 27, 40, 67	Espera	TPM	1
28, 68		SMED	2
35, 36, 37, 38, 39, 53		Kanban	3
2, 14, 15, 17, 23, 58, 59	Defectos de producto	Kaizen	1
46, 47		Pokayoke	2
6		Multihabilidades	3
66	Sobreproducción	One piece flow	1
10		Jidoka	2
51, 66		Kanban	3
8, 54, 60	Inventario Innecesario	Tiempo de ciclo y Takt time	1
41, 43		Kanban	2
42, 65		Control visual	3

Sin embargo cada empresa podrá adecuar las herramientas a aplicar según crea conveniente, ya que no existe una fórmula fija para atacar los desperdicios.

Normalmente al aplicar una de estas técnicas no solo se puede impactar de manera positiva a un solo tipo de desperdicio, sino que pueden impactar a más de uno.

CAPITULO X. CONCLUSIONES DE LA TESIS

10.1 Conclusiones finales

Una vez realizado este trabajo de tesis, en el cual se elaboró el modelo general de las 3M (Mano de obra, Máquinas y Materiales), y luego de aplicar el diagnóstico de validación con algunas empresas de manufactura de la localidad y obteniendo resultados y comentarios de los Gerentes de Producción de cada una de ellas, podemos concluir, que es posible mejorar la productividad de una línea o área de producción mediante la implementación de las diferentes técnicas y herramientas de manufactura propuestas en el modelo general de las 3M.

Al enfocar dichas herramientas en disminuir o eliminar toda clase de desperdicio, puede ser posible mejorar los principales indicadores de productividad de un área de producción.

Por tanto la hipótesis planteada al principio de este trabajo de tesis, es valida.

Como parte de la conclusión de este trabajo de investigación, a continuación se muestran los comentarios de las 3 Empresas (Gerente de Producción) en las que se aplicó esta metodología:

Comentarios de la Empresa 1 sobre el modelo:

Con este modelo se pueden detectar los diferentes tipos de desperdicio que están afectando las áreas de producción y que están impidiendo que se cumplan con los objetivos trazados por la empresa.

Y al mismo tiempo se puede tener una o varias alternativas para disminuir dichos desperdicios y trabajar hacia la mejora continua.

Es una guía valiosa para saber por donde iniciar a implementar la (s) técnicas de manufactura esbelta en el piso de producción y así ser más productivos.

Comentarios de la Empresa 2 sobre el modelo:

El modelo ofrece diferentes alternativas de mejora que puede haber en una línea de producción y que puedan ayudar a mejorar la calidad de los productos y a su vez se pueda tener la posibilidad lograr las metas del área.

Ofrece a los líderes de producción una idea fácil de entender las técnicas que pudiera implementar con sus trabajadores, mejorar las condiciones de las máquinas y reducir el desperdicio de los materiales.

Comentarios de la Empresa 3 sobre el modelo:

Es una manera sencilla de descubrir las áreas de oportunidad que se tienen en las áreas de producción, y aplicar algún tipo de herramienta de manufactura para la disminución o eliminación de desperdicios y mejorar la productividad.

Aunque cada empresa conoce sus áreas de oportunidad, es bueno tener una retroalimentación mediante este tipo de modelos y diagnóstico, el cual pueda servir como punto de comparación con los métodos de manufactura que normalmente se pretende implementar.

Durante la elaboración de la tesis pude constatar la importancia que tienen todas las herramientas de la metodología de Lean Manufacturing, la cual hoy en día puede servir como medio principal para las empresas, para disminuir toda clase de desperdicios que les impidan ser productivas y por consecuencia competitivas en el mercado actual.

Mediante el uso del modelo de las 3M generado en esta tesis, se puede tener una guía o referencia de mucho valor para que las empresas sepan de manera específica qué tipo de desperdicios tienen en sus áreas de producción y qué tipo de herramientas o técnicas de manufactura pueden aplicar según sea el caso, para mejorar su situación actual.

Sin embargo, ningún modelo o herramienta serán efectivos por sí solos, es necesario contar con la firme decisión y apoyo de la alta gerencia para implementarlas en sus áreas productivas y de proveer a sus empleados de todas las herramientas necesarias para lograrlas, de lo contrario, el éxito difícilmente se alcanzará.

10.2 Recomendaciones para futuras investigaciones

En el Capítulo I de esta tesis indicamos el alcance de este trabajo como aplicable sólo para una línea o área de producción.

Pero como extensión de este trabajo de investigación, puede desarrollarse el mismo concepto del modelo de las 3M para toda la empresa en general, desde que los materiales se reciben en el almacén de materia prima (recibo), hasta que se almacenan y embarcan en el almacén de producto terminado. Adecuando según sea el área el modelo 3M, pero siempre con la misma intención, detectar y eliminar toda clase de desperdicios mediante la aplicación de las diferentes herramientas o técnicas de manufactura sugeridas en dicho modelo 3M.

También debe ser interesante aplicar el modelo en las áreas administrativas de la empresa tales como ventas, marketing, servicio a clientes, etc.

Este modelo es compatible con los sistema de calidad (ISO, QS, TS9000), los cuales se enfocan principalmente a estandarizar las operaciones y a la mejora continua, sin embargo, no especifican como pueden lograr la mejora continua.

El modelo 3M puede ayudar a estos sistemas de calidad a sugerir herramientas o tecnicas especificas a implementar para lograr la mejora continua de las operaciones de produccion.

CAPITULO XI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

11.1 Referencias bibliográficas consultadas

[1] Módulo I Administración Visual del Diplomado de Ingeniería de Producción. ITESM Campus Monterrey.

[2] Módulo II Análisis y Solución de Problemas del Diplomado de Ingeniería de Producción. ITESM Campus Monterrey.

[3] Módulo III Reducción de Inventarios del Diplomado de Ingeniería de Producción. ITESM Campus Monterrey.

[4] Módulo V TPM (Total Productive Maintenance) del Diplomado de Ingeniería de Producción. ITESM Campus Monterrey.

[5] James Womack & T. Jones Daniel. "Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in your Corporation". Editorial Simon & Schuster. Primera Edición.

[6] Jack Welch. "The GE Way Fieldbook".

[7] Japan Management Association. TGP Hoshin, S.L. KANBAN y Just in Time en Toyota. "La dirección empieza en las estaciones de trabajo".

[8] TPM en Industria de Proceso. "Visión general del TPM en las industrias de proceso".

[9] Shigeo Shingo. SMED "Una revolución en la producción: El sistema SMED, de Shigeo Shingo".

[10] Pokayoke. "Mejorando la calidad del producto evitando los defectos".

[11] Julián Cantú Segoviano. Tesis. "Aplicación de la filosofía del pensamiento esbelto en la cadena de suministro".

[12] Fabio Abdel Trinidad Azuara. Tesis. "Modelo estratégico de desarrollo de calidad y productividad en pequeñas y medianas empresas, basado en el uso de sistemas y herramientas de calidad y manufactura de clase mundial".

[13] Kiyoshi Suzaki. The New Shop Floor Management "Empowering people for continuos improvement".

[14] Michel Hammer & James Champy. "Reingeniería".

[15] Eduardo Sánchez Sánchez. Tesis. "Value Stream Mapping as a strategic tool in lean transition".

[16] Dr. José Luis Vallejo González. "Diseño Ergonómico".

[17] George, Michael L. "Lean Six Sigma: Combining Six Sigma quality with lean speed". Mc Graw Hill, New York. 2002

[18] Manual Curso Ex-A-ITESM. "Como motivar a nuestra gente"

[19] Determine the root cause: 5 Whys.
www.isixsigma.com/library/content/c020610a
www.qmt.co.uk/courses/quality/**5**_why's.htm

[20] Seis Sigma en acción Estrategia de Negocios. www.**seis-sigma**.com/

[21] Pokayoke: Fool proofing. www.swmas.co.uk/Lean_Tools/Pokayoke.php

[22] SMED, Single Minute Exchange of Dies. www.**smed**.info/