



# **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO**

---

**INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS  
E INGENIERÍA**

**MONOGRAFÍA**

**“HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS LEAN  
MANUFACTURING EN SISTEMAS DE  
PRODUCCIÓN Y CALIDAD”.**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO INDUSTRIAL.**

**PRESENTA:**

**P.D.I.I. GUILLERMO MALDONADO VILLALVA.**

**DIRECTOR.**

**M. En C. JOSÉ ANTONIO AGUILAR HERNÁNDEZ.**

**MINERAL DE LA REFORMA HIDALGO MARZO DE 2008.**

## *AGRADECIMIENTOS*

*A Dios: Gracias por darme vida, salud, fuerza y claridad de mente para lograr mis objetivos.*

*A mi Familia: Por su apoyo, cariño, esfuerzos realizados y confianza depositada en mi para que pudiera conseguir esta meta. Se pasaron sacrificios pero ahora se convierten en fortalezas y ventajas para ser mejor persona cada día. Gracias, los quiero mucho!*

*A la UAEH y Profesores: Agradezco a esta gran institución por darme la oportunidad de concluir una carrera profesional. A mis profesores por sus conocimientos, experiencias, tiempo ofrecidos para mi formación universitaria y la consecución de este trabajo..Muchas Gracias!*

*A Yenuen: Gracias bonita por tu aliento en esta parte importante de mi vida, por tu amor que me inspira a seguir adelante y realizar muchas más cosas que quiero compartirlas junto a ti. TAY.♥*

*Att. Guillermo Maldonado Villalva.*

# Contenido General

	<b>Página</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>I</b>
<b>Justificación.....</b>	<b>II</b>
<b>Objetivo.....</b>	<b>III</b>
<b>Objetivos Específicos.....</b>	<b>IV</b>
<b>Capitulo 1 Términos, conceptos y generalidades.....</b>	<b>1</b>
1.1 Términos.....	1
1.2 Conceptos de Lean Manufacturing. ....	5
1.3 Reseña histórica de Lean manufacturing.....	7
1.3.1 El origen de la producción esbelta.....	8
1.4 Los 14 principios de Toyota.....	14
1.5 Enfoque de Lean Manufacturing al flujo de la cadena de valor.....	15
1.6 Objetivo y principios de Lean Manufacturing.....	18
<b>Capitulo 2 Herramientas y técnicas Lean Manufacturing para mejora de procesos.....</b>	<b>20</b>
<b>2.1 Value Stream Mapping (Mapeo de la cadena de valor).....</b>	<b>20</b>
2.1.1 Análisis y mapeo de la cadena de valor en la empresa.....	22
<b>2.2 Herramienta de las 5 S' .....</b>	<b>28</b>
2.2.1 La metodología de implantación de las 5 s' .....	34
<b>2.3 Trabajo Estandarizado.....</b>	<b>37</b>
2.3.1 Balanceo de línea.....	39
<b>2.4 SMED (Intercambio de Herramienta en Minutos).....</b>	<b>41</b>
2.4.1 Como se aplica SMED.....	44
2.4.2 Resultados y efectos de SMED. ....	48
<b>2.5 Poka-Yoke.....</b>	<b>49</b>
2.5.1 Tipos de inspección Poka-Yoke.....	50
2.5.2 Funciones y métodos de sistemas Poka-Yoke.....	53
2.5.3 Tipos de medidores Poka-Yoke.....	54
2.5.4 Los 8 principios de mejora Poka Yoke.....	56
2.5.5 Ejemplos de dispositivos Poka-Yoke.....	57
<b>2.6 TPM (Mantenimiento Productivo Total).....</b>	<b>58</b>
2.6.1 Evolución, características y objetivos de TPM.....	59
2.6.2 Los 7 Pilares de TPM.....	60
2.6.3 Beneficios de TPM.....	64

<b>2.7 Just in Time (Justo a Tiempo)</b> .....	65
2.7.1 Objetivos esenciales del JIT.....	65
2.7.2 Flujo Continuo (One Piece Flow).....	68
2.7.3 Establecer sistemas para identificar problemas.....	72
2.7.4 Enfoque y reglas de operación JIT.....	74
2.7.5 Distribución de centros de trabajo en JIT.....	75
2.7.5.1 Células de Manufactura en los talleres.....	76
2.7.5.2 La segmentación y puesta en línea del taller de fabricación.....	77
2.7.6 Actividades de recepción, almacenaje y expedición en JIT.....	77
2.7.6.1 Reducción de stocks y plazos de fabricación.....	78
2.7.7 Calidad y costo en la producción JIT.....	79
2.7.7.1 Costo del JIT.....	80
<b>2.8 Kanban</b> .....	81
2.8.1 Objetivos y funciones Kanban.....	82
2.8.2 Información necesaria en una etiqueta kanban.....	83
2.8.3 Tipos y etiquetas de kanban.....	84
2.8.4 Reglas Kanban.....	86
2.8.5 Movimiento de las tarjetas kanban.....	88
2.8.6 Ventajas, mejoras y limitaciones del kanban.....	89
2.8.6.1 Kanban como promotor de mejoras.....	89
2.8.6.2 Limitaciones del sistema kanban.....	90
<b>2.9 Kaizen</b> .....	91
2.9.1 El kaizen y el Gemba.....	92
2.9.2 Los seis aspectos del kaizen.....	94
2.9.3 Enfoque kaizen y enfoque de la innovación (kaikaku/kakushin).....	101
2.9.4 Eliminar el muda del Gemba.....	103
2.9.5 Beneficios y preguntas de aplicación de Kaizen.....	105

### **Capítulo 3 Elementos asociados a la transformación Lean; Medibles y Casos de éxito en México.....108**

3.1 De manufactura esbelta a empresa esbelta.....	108
3.2 Relación de Supply Chain Management con Lean Manufacturing.....	110
3.3 Factores de éxito en la implementación.....	113
3.3.1 El proceso de transformación e implementación Lean.....	113
3.4 Medibles y mejoras de este sistema de producción.....	115
3.5 Casos de aplicación exitosa en México.....	118
3.5.1 Caso SOLECTRON.....	118
3.5.2 Caso DELPHI Steering.....	120
3.6 El éxito de Lean Manufacturing (La Gente).....	121

<b>Conclusiones</b> .....	126
<b>Índice de figuras y tablas</b> .....	128
<b>Glosario de términos y anglicismos</b> .....	130
<b>Bibliografía y referencias</b> .....	135
<b>Cibergrafía</b> .....	136

## INTRODUCCIÓN

El entorno industrial con el que comienza este siglo se caracteriza por la competitividad, la velocidad de los cambios y la inestabilidad de la demanda. Ello se debe, en buena medida, al aumento de las exigencias de los clientes en mercados maduros, que requieren productos de calidad que se ajusten a sus necesidades específicas, así como entregas más frecuentes y rápidas. La respuesta de las empresas en este entorno, mediante el aumento de la variedad de productos finales y su producción a medida que el cliente lo requiere se manifiesta en productos como los automóviles, electrodomésticos y computadoras que años atrás se fabricaban en masa.

En la fabricación de este tipo de productos, los sistemas de producción que han adoptado la manufactura esbelta han tenido un auge sin precedentes durante las últimas décadas. Así, después del éxito de las compañías japonesas durante los años que siguieron a la crisis de los 70's, investigadores y empresas de todo el mundo centraron su atención en un forma de producción que, hasta este momento, se había considerado vinculada con las tradiciones tanto culturales como sociales de Japón y por tanto, considerada difícil de implantar en empresas no japonesas.

Sin embargo, la puesta en práctica de las herramientas, técnicas y principios de la manufactura esbelta, si bien requieren un profundo cambio en la filosofía de producción, no pretenden un patrón de sociedad. A partir de la experiencia de las fábricas japonesas que están en otros países, se puede decir que el éxito de la puesta en marcha de sistemas de producción con manufactura esbelta depende de la organización de un ambiente favorable en la empresa, y que esta situación también puede darse en industrias no japonesas y países como México. La manufactura esbelta, en los últimos años ha tomado gran importancia a nivel mundial por la necesidad de eficiencia en todos los sectores industriales, en nuestro país esta necesidad se ha acentuado, pues el bajo costo de la mano de obra dejó de ser una ventaja competitiva.

El conjunto de herramientas y técnicas de este concepto representa una oportunidad de desarrollo para la manufactura actual. Si su implementación se lleva a cabo de manera correcta, se puede añadir flexibilidad y confiabilidad a la producción, satisfacer mejor las necesidades y requisitos de los clientes, responder más rápido a la variación de la demanda, reducir el desperdicio y reducir los costos. Lo que se traduce en mayor competitividad, más contratos o pedidos obtenidos, mayores beneficios económicos, y supervivencia de la empresa.

El fin de este trabajo es dar a conocer un poco más este sistema de manufactura, de que trata, las herramientas que utiliza y los beneficios que logra, esperando interesar a estudiantes, catedráticos o profesionales, en el desarrollo y aplicación del mismo en nuestro país, estado y región.

En el capítulo 1 se ofrecen algunos términos para entender mejor de lo que van a tratar los capítulos posteriores, se hace mención de conceptos de lo que es Lean Manufacturing, también se muestra una reseña histórica y orígenes de este sistema de producción que esta basado en el sistema de producción de Toyota, así como los 14 principios detrás de este sistema (Toyota Production System). Se hace un énfasis en como la Manufactura Esbelta se enfoca en los procesos a todo lo largo de la cadena de valor en una organización y por lo tanto eliminando todo lo que no agregue valor (desperdicio), desde el concepto de diseño hasta el producto final en las manos del cliente por medio de cinco pasos esenciales: *1. Identificar el valor y que*

*características crean valor, 2. Identificar la secuencia de actividades o corriente de valores, 3. Mejorar el flujo, ya sea de información, material y producto mismo, 4. Permitir el “jalar”, que el cliente consiga el producto o servicio a través del proceso, 5. Perfeccionar el proceso o procesos.* Por ultimo se describen brevemente en este capítulo el objetivo y los principios Lean manufacturing.

El capítulo 2 trata de las herramientas y técnicas utilizadas en la Manufactura Esbelta, se describe cada una de ellas así como los beneficios y resultados de su aplicación en los procesos de producción y calidad. En cualquier cosa que se quiera hacer o se quiera ir como por ejemplo al iniciar un viaje, primero se debe tener en cuenta en donde estamos parados, cual es nuestra situación y hacia donde se quiere ir en un futuro, esto se facilita mucho con la ayuda de un mapa. Por lo que se aborda en primera instancia la herramienta de **Value Stream Mapping** que es precisamente mapear los procesos, material, información desde la concepción del producto hasta el cliente final. Así nos damos cuenta de la situación en la que estamos y de todo lo que pasa en la cadena de valor de una forma integral. Una vez sabiendo en donde estamos y hacia donde queremos ir, la segunda herramienta es **5 S'** que aporta las bases necesarias para crear un entorno de trabajo limpio y adecuado pudiendo entonces aplicar las siguientes herramientas de producción esbelta. **Trabajo estandarizado** es la siguiente herramienta para empezar a producir flujo de producción, dentro del ritmo de demanda (**Takt Time**) del cliente. Se continúa con **SMED**, mostrando su aplicación y efectos resultantes en la disminución de tiempo en la preparación de maquinaria o equipo, logrando también una mayor flexibilidad. La siguiente herramienta es **Poka Yoke** donde se describe los tipos de inspección, las funciones de Poka Yoke, ejemplos y beneficios principalmente en la mejora de la calidad por medio de dispositivos, autoinspección, e inspección en la fuente. **TPM** es la herramienta para tener maquinaria y equipos siempre confiables dentro de todo el tiempo de su uso. Después se explica el **JIT**, herramienta que sirve para producir solo lo necesario, cuando sea necesario y en las cantidades que se demanda (objetivos, enfoque, reglas) ; en esta herramienta se desglosan otras de importancia como **One Piece Flow** que describe la producción no por lotes ,si no por medio de pieza a pieza o pequeños lotes de piezas; así como la distribución de centros de trabajo en **Manufactura celular** y **Fábrica visual** (tableros, ANDON). Se sigue con **Kanban** que es la base para un sistema “jalar” por medio de señales y tarjetas para producir solo lo que se necesita y lograr el JIT. Por ultimo se menciona **Kaizen** que es la herramienta que se utiliza para mejorar continuamente y que echa mano de las herramientas mencionadas anteriormente.

El tercer capítulo describe la aplicación de Lean Manufacturing en todo el contexto de una organización involucrando no solo la parte operativa o de manufactura, convirtiéndose así en **Empresa esbelta**. Se describe brevemente la correlación que tiene con un adecuado manejo de la logística y relación con proveedores. (**Supply Chain Management**) en este sistema de manufactura. Después se mencionan los **medibles o resultados** que se obtienen por medio de su implantación que sirven para evaluar el progreso de la empresa, así como los factores necesarios para su aplicación, luego se mencionan también unos **casos de aplicación** de Lean Manufacturing en empresas mexicanas que consiguieron grandes resultados. Además se muestra **la importancia de la gente**, parte muy trascendental en la consecución de las ventajas, mejoras y aplicación de Lean Manufacturing en las empresas.

## **Justificación.**

- La justificación de este trabajo se basa en la necesidad de una mejor comprensión y conocimiento de las herramientas y técnicas desarrolladas conocidas en su conjunto como “Manufactura Esbelta” (Lean Manufacturing) que han sido motor en el mejoramiento de la competitividad y calidad en la industria manufacturera e incluso industria de servicios de los países en los cuales se ha entendido y aplicado, resultando en grandes beneficios que no han sido logrados por la manufactura y sistemas de producción tradicionales.
- La necesidad de nuestra industria nacional por alcanzar sistemas de manufactura que compitan con los de otros países equiparando o tal vez superando esos niveles de logros, y la necesidad cada vez mas amplia en las empresas, de personas preparadas o con conocimiento en esta filosofía y herramientas de producción.

## **Objetivo General.**

- Contribuir con un mayor entendimiento de lo que es la Manufactura Esbelta y desarrollar más interés en este sistema de producción, en otros profesionistas por la investigación y desarrollo así como también su aplicación a nuestras empresas e industria en su conjunto como un sistema de manufactura para lograr altos niveles de competitividad.

## **Objetivos Específicos.**

- Dar a conocer las herramientas, técnicas y filosofía que conforman y se utilizan en la manufactura esbelta así como sus beneficios o resultados que se logran al adoptar este sistema de manufactura en las organizaciones.
- Despertar un mayor interés en los estudiantes y cuerpo académico de la UAEH por conocer más sobre Lean Manufacturing para abrir cursos o materias en este tema, así como la posibilidad de adquirir material educativo (libros, videos, etc.) para fortalecer el aprendizaje y preparación de los mismos.
- Proporcionar un marco de referencia sobre este sistema de manufactura y sus herramientas; a partir del cual se pueda crear un sistema propio que se adapte a las necesidades y circunstancias de las empresas y organizaciones en nuestra región.



## **Capítulo 1. Términos, conceptos y generalidades.**

### **1.1 Términos.**

#### **Manufactura (Manufacturing).**

La manufactura es la creación de bienes y servicios. La administración de manufactura son las actividades que se relacionan con la creación de bienes y servicios a través de la transformación de insumos en salidas. Las actividades que generan bienes y servicios tienen lugar en todas las organizaciones.

En otras organizaciones que no manufacturan productos físicos, la función producción se dice que está escondida. A este tipo de compañías se les llama organizaciones de servicio.

Una organización productiva es la estructura técnica de las relaciones que deben existir entre las funciones, niveles y actividades de los elementos humanos y materiales de un organismo, con el fin de lograr su mayor eficiencia al transformar la materia prima en productos industriales. De este modo, se crea el concepto de manufactura o fabricación que es la elaboración de productos o servicios al más bajo costo posible, en el tiempo más breve posible y que cumpla con todas las especificaciones de diseño.

Hay dos objetivos que tienen los procesos de manufactura:

Objetivo primario (geométrico): Un producto de forma, dimensiones y acabado superficial requeridos.

Objetivo secundario: La eficacia óptima de los recursos empleados para obtener los productos y a su vez, lograr la exactitud de la pieza, economía y rapidez en la ejecución de las actividades, así como la facilidad de fabricación y el menor costo de producción.

Lo anterior se puede resumir como la eliminación del desperdicio.

#### **Manufactura y Productividad.**

La búsqueda continua para lograr eliminar el desperdicio es sinónimo de búsqueda de productividad, entendida como la capacidad de la sociedad (o empresa) para usar de forma racional y óptima los recursos de que dispone: humanos, naturales, financieros, científicos y tecnológicos que intervienen en la generación de la producción para proporcionar los bienes y servicios que satisfacen las necesidades de sus integrantes, de manera que mejore y se eleve el nivel de vida de una persona, clase social o comunidad.

Ahora bien, si se desea saber en qué medida se aprovechan los recursos con los que cuenta la empresa es necesario medir la productividad, y esto se logra mediante la relación entre unidades producidas y los insumos empleados para un tipo específico de trabajo, es decir,

$$\text{PRODUCTIVIDAD} = \frac{\text{UNIDADES PRODUCIDAS}}{\text{INSUMOS EMPLEADOS}}$$

Con base en lo anterior, se dice que aumenta la productividad cuando existe una reducción de los insumos mientras las salidas permanecen constantes, o un incremento de las salidas mientras los insumos permanecen constantes.

Las compañías identifican las opciones disponibles para maximizar las oportunidades y minimizar las amenazas. La estrategia se evalúa constantemente contra el valor ofrecido por el cliente y las realidades competitivas.

Cuando la estrategia de manufactura se encuentra bien integrada con otras áreas funcionales de la empresa y soporta los objetivos totales de la compañía, se puede crear una ventaja competitiva. Una función de operaciones bien cimentada y bien administrada incrementa la productividad y genera una ventaja competitiva. La ventaja competitiva implica la creación de un sistema que tiene una ventaja única sobre sus competidores.

### **Valor<sup>1</sup>.**

Cuando se aplica el sistema de Manufactura Esbelta, se inicia examinando los procesos de manufactura desde el punto de vista del cliente. La primera pregunta en este sistema de producción siempre es: ¿Qué es lo que el cliente espera de este proceso? (tanto para el cliente del siguiente proceso dentro de la línea de producción, como para el cliente externo). Esto se define como valor. A través de los ojos del cliente, puede observarse un proceso y separar los pasos que agregan valor de los que no. Se puede aplicar a cualquier proceso (manufactura, información o servicio).

El punto es minimizar el tiempo que se gasta en operaciones que no agregan valor mediante el acomodo de herramientas, equipos y materiales tan cerca como sea posible dentro del proceso. Después de conocer qué es lo que agrega valor al producto o servicio, podemos pasar a ver qué es el desperdicio.

### **Desperdicio<sup>2</sup>.**

Se han identificado 7 tipos de desperdicios que no agregan valor al proceso de manufactura, los cuales son: Sobreproducción, Espera, Transporte innecesario, Procesamiento incorrecto, Inventarios, Movimiento innecesario, y Defectos o retrabajos. El objetivo principal es minimizar el desperdicio. MUDA (palabra japonesa cuyo significado es desperdicio), es todo aquello que no agrega valor y por lo que el cliente no está dispuesto a pagar.

### **Los 7 tipos de desperdicios clásicos que aparecen en las empresas.**

*1 Defectos y Retrabajos.* Este es el mayor tipo de derroche, que es la cantidad de trabajo que necesita volverse a hacer, con la consecuente reutilización de recursos para llevarlo a cabo (otra vez). La necesidad de reacondicionar partes en proceso o productos terminados, como así también reciclar o destruir productos que no reúnen las condiciones óptimas de calidad provocan importantes pérdidas. A ello debe sumarse las pérdidas generadas por los gastos de garantías, servicios técnicos, recambio de productos, y pérdida de clientes y ventas. Es lo que en materia de Costos de Mala Calidad se denomina *costos por fallas internas* y *costos por fallas externas*.

---

<sup>1</sup> Villaseñor Contreras Alberto "Manual de Lean Manufacturing" Limusa, México, 2007, pp. 20.

<sup>2</sup> Villaseñor Contreras Alberto "Manual de Lean Manufacturing" Limusa, México, 2007, pp. 20.

2 Procesamiento Incorrecto. Este tipo de producto no mejora el producto y se trata de pasos innecesarios o procedimientos/elementos de trabajo (trabajo que no agrega valor al producto). Desperdicios generados por fallas en materia de layout, disposición física de la planta y sus maquinarias, errores en los procedimientos de producción, incluyéndose también las fallas en materia de diseño de productos y servicios.

3 Sobreproducción. Este tipo de derroche origina material procesado o producto final que no es requerido. La misma es el producto de un exceso de producción, producto entre otros factores de: fallas en las previsiones de ventas, producción al máximo de la capacidad para aprovechar las capacidades de producción (mayor utilización de los costos fijos), lograr un óptimo de producción (menor coste total), superar problemas generados por picos de demandas o problemas de producción. Cualquiera sea el motivo, lo cual en las fábricas tradicionales suelen ser la suma de todos estos factores, el coste total para la empresa es superior a los costes que en principio logran reducirse en el sector de operaciones. En primer lugar tenemos los costos correspondientes al almacenamiento, lo cual conlleva tanto el espacio físico, como las tareas de manipulación, controles y seguros. Pero además debe tenerse muy especialmente en cuenta los costos financieros debidos al dinero con escasa rotación acumulada en altos niveles de sobreproducción almacenados.

4 Inventario. Se refiere al material que se acumula en el lugar de trabajo, entre procesos, o como producto final que podría ser entregado al cliente. Tiene muchos motivos, y en el se computan tanto los inventarios de insumos, como de repuestos, productos en proceso e inventario de productos terminados. El punto óptimo de pedidos, como el querer asegurarse de insumos, materias primas y repuestos por problemas de huelgas, falta de recepción a término de los mismos, remesas con defectos de calidad y el querer aprovechar bajos precios o formar stock ante posibles subas de precios, son los motivos generadores de este importante factor de desperdicio. En el caso de productos en proceso se forman stock para garantizar la continuidad de tareas ante posibles fallas de máquinas, tiempos de preparación y problemas de calidad. A los factores apuntados para la sobreproducción deben agregarse las pérdidas por roturas, vencimiento, pérdida de factores cualitativos como cuantitativos.

5 Movimiento. Movimientos sin valor agregado de gente, materiales, piezas o maquinaria. Se hace referencia con ello a todos los desperdicios y despilfarros motivados en los movimientos físicos que el personal realiza en exceso debido entre otros motivos a una falta de planificación en materia ergonómica. Ello no sólo motiva una menor producción por unidad de tiempo, sino que además provoca cansancio o fatigas musculares que originan bajos niveles de productividad.

Una estación de trabajo mal diseñada es causa de que el personal malgaste energía en *movimientos innecesarios*, constituyendo el sexto tipo de despilfarros. Así por ejemplo situar los departamentos que prestan asistencia al trabajo de valor añadido en oficinas alejadas de las personas productoras de valor agregado aumenta los movimientos innecesarios. Las herramientas, los equipos, los materiales y las instrucciones que se necesitan para realizar el trabajo han de colocarse en el lugar más conveniente para que el operario ahorre energía. En las empresas de categoría mundial el personal de primera línea no ha de ir a buscar ayuda, sino que la reclama para que ésta vaya a ellos.

6 Espera. Tener que esperar a que otro proceso termine antes de empezar el trabajo. Motivado fundamentalmente por: los tiempos de preparación, los tiempos en que una pieza debe esperar a otra para continuar su procesamiento, el tiempo de cola para su procesamiento, pérdida de tiempo por labores de reparaciones o mantenimientos, tiempos de espera de ordenes, tiempos de espera de materias primas o insumos. Los mismos se dan también en las labores administrativas. Todos estos tiempos ocasionan menores niveles de productividad.

7 Transportación. Se presenta cuando materiales, información, herramientas o partes no necesarios para la producción JIT se desplazan de un lugar a otro. Despilfarro vinculado a los excesos en el transporte interno, directamente relacionados con los errores en la ubicación de máquinas, y las relaciones sistémicas entre los diversos sectores productivos. Ello ocasiona gastos por exceso de manipulación, lo cual lleva a una sobre-utilización de mano de obra, transportes y energía, como así también de espacios para los traslados internos.

### **Takt Time.**

Satisfacer la demanda que tiene el cliente sobre un determinado producto o servicio es lo que permite la existencia y permanencia de una empresa. Por ello, para seguir existiendo, es vital entender la demanda del cliente, incluyendo las características de calidad, tiempos de entrega (Lead Time) y precio.

El cliente es quien marca el ritmo, decide la manera y forma en la que se le entregaran los productos o servicios que desea; además es quien decide que agrega y que no agrega valor dentro de los procesos, que es lo que genera desperdicio y por lo cual no esta dispuesto a pagar.

Por lo tanto, de la información que se tenga de la demanda del cliente, se debe determinar el takt time, o el ritmo de producción que marca el cliente. "TAKT" es una palabra en alemán que significa "ritmo". Entonces, esto quiere decir que el takt time marca el ritmo de lo que el cliente esta demandando, al cual la compañía requiere producir su producto con el fin de satisfacerlo. Producir con el takt time significa que los ritmos de producción y de ventas están sincronizados, que es una de las metas de Lean Manufacturing.

### **Como se calcula el Takt Time.**

El Takt time se calcula dividiendo el tiempo de producción disponible (o el tiempo disponible de trabajo por turno) entre la cantidad total requerida (o la demanda del cliente por turno). Se calcula en unidades de tiempo, siendo los segundos los más utilizados.

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Tiempo de producción disponible}}{\text{Cantidad total requerida}} \quad \text{o} \quad \frac{\text{Tiempo de trabajo por turno}}{\text{Demanda del cliente por turno}}$$

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Tiempo}}{\text{Volumen}}$$

Ejemplo.- Suponiendo que un proceso de manufactura tenga 9.6 hrs. Disponibles en el día. De ese tiempo se tienen que eliminar el tiempo en que, normalmente, se detiene el proceso

(desayunos, comidas, descansos, etc.); entonces, se tiene que el tiempo de producción disponible es:

Tiempo de producción disponible:	9.6 hrs. x 60 min. =	576 min.
	Descanso 10 min. =	-10 min.
	2 comidas 15min. c/u =	- 30min.
	Junta de 10 min. =	<u>-10 min.</u>
	Tiempo perdido =	- 50min.

$$576 \text{ min.} - 50 \text{ min.} = 526 \text{ min.}$$

$$526 \text{ min.} \times 60 \text{ segundos} = \mathbf{31,560 \text{ seg.}}$$

Para este proceso, el cliente esta demandando **2,000 unidades por día** (cantidad total requerida), por lo tanto el Takt Time se calcula:

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Tiempo de prod. disponible}}{\text{Cantidad total requerida}} = \frac{31,560 \text{ seg.}}{2,000 \text{ unidades}}$$

$$\text{Takt Time} = \mathbf{15.78 \text{ seg. por unidad.}}$$

Esto quiere decir que el cliente esta comprando este producto a un ritmo de una unidad cada 15.78 seg. Este es el ritmo que se puede manejar para este producto y sus componentes para alcanzar la meta.

Puntos clave a tomar en cuenta para el Takt Time.

- Proveer rápida respuesta (dentro del takt time) a los problemas que se presenten en las áreas de producción y de apoyo.
- Eliminar las causas de los tiempos caídos o fallas no programadas.
- El takt time es un rango de tiempo o ritmo en el cual una compañía debe producir sus productos para satisfacer la demanda del cliente.
- El takt time mantiene un paso regular y predecible que forma parte del trabajo estandarizado.
- De ser calculado antes de que las actividades puedan ser planeadas. Cada vez que el takt time cambie, las actividades del personal deben cambiar, así como muy probablemente el layout de las células de trabajo.
- En caso de que el volumen aumente o disminuya, el takt time debe ser ajustado para que la demanda y la producción estén sincronizadas. Si la demanda disminuye, el takt time aumenta, y si la demanda aumenta, el takt time disminuye.

## **1.2 Conceptos de Lean Manufacturing.**

¿Que es Lean Manufacturing/Manufactura Esbelta? Hay varias diferentes definiciones y perspectivas, dependiendo de la industria, la fuente, y cuanto tiempo la organización ha estado aprendiendo acerca de Lean.

Es un conjunto de herramientas y principios de trabajo que permite actuar sobre la cadena de valor del producto/servicio o de una familia de productos/servicios. Una empresa que gestiona

sus procesos según los principios de este sistema de producción, busca sistemáticamente conocer aquello que el cliente reconoce como valor añadido o agregado, y está dispuesto a pagar por ello, al tiempo que va eliminando aquellas operaciones / pasos del proceso que no generan valor.

También implica flexibilidad (posibilidad de producir diferentes referencias o números de parte en un medio de producción) y adaptabilidad (Capacidad de un medio de producción para producir diferentes volúmenes). Una característica común englobada a todas las herramientas y técnicas en este sistema es que son capaces de crear disciplina de trabajo, autocontrol y compromiso en las actividades de los empleados.

La siguiente es una definición del Programa Internacional del Vehículo Motor, (IMVP, por sus siglas en inglés) del Instituto de Tecnología de Massachusetts:

“Lean Manufacturing/Production (un término acuñado por el investigador del IMVP Jhon Krafcik) es Lean/Esbelto porque usa menos de todo y cuando es comparada con la manufactura tradicional en masa, usa la mitad del espacio de manufactura, la mitad de inversión en herramientas, la mitad de horas en ingeniería para desarrollar un nuevo producto, en la mitad del tiempo. Además, requiere mantener menos de la mitad del inventario necesitado en planta, lo cual resulta en mucho menos defectos, y se produce una más grande y creciente variedad de productos”<sup>3</sup>.

La siguiente descripción de Lean/Esbelto es encontrada en el sitio web de Lean Aerospace Initiative, LAI:

“Lean Manufacturing/Manufactura Esbelto no es un nuevo concepto. Si usted está reduciendo inventario, expandiendo trabajos y responsabilidades, participando en un equipo de trabajo multifuncional, utilizando benchmarking, o creando y manteniendo relaciones con los clientes, entonces usted está practicando una parte de ella.”

James Womack, otro investigador del IMVP a finales de la década de 1980's acredita a Henry Ford el desarrollo de los primeros principios “Lean”, en la segunda década del siglo 20. De hecho, Taiichi Ohno, el padre del Sistema de Producción Toyota, acredita a Ford por la inspiración para la Toyota Motor Company el haber gastado más de cincuenta años desarrollando sus técnicas de manufactura y gestión basadas en lo que ahora se llama “Lean Manufacturing.”

El Doctor Jeffrey Liker de la Universidad de Michigan acredita a John Shook – uno de los primeros americanos en trabajar directamente con el Sistema de Producción Toyota en Japón – por la definición de basada en este sistema de producción.

“Lean Manufacturing es una filosofía de manufactura el cual acorta el tiempo entre la orden del cliente y la fabricación/embarque del producto por medio de eliminar las fuentes de desperdicio.”

Tal vez una de las mejores definiciones está basada en una historia contada por Taiichi Ohno - quien en una discusión con Mr. Cho (el futuro presidente de la Toyota Motor Company, en Georgetown KY USA.) acerca de los orígenes del Sistema de Producción Toyota, indicaba que

---

<sup>3</sup> Womack, Jones and Ross, “The machine that changed the World”, Harper Perennial, New York, 1991.

(lo que ahora es llamado Lean Manufacturing) es un fenómeno de manufactura que busca “maximizar el esfuerzo de trabajo del recurso numero uno de una compañía, la Gente.” Es por lo tanto “una forma de pensar” para adaptarse al cambio, eliminar desperdicio y continuamente mejorar. Hay un numero de herramientas y técnicas, para ser usadas, para lograr maximizar el esfuerzo de la fuerza laboral y así operar como una “compañía Lean/Esbelta.”

### **1.3 Reseña histórica de Lean Manufacturing.**

El origen de la terminología “**Lean Manufacturing**” lo conocemos por primera vez en el libro "La máquina que cambio el mundo"(The machine that changed the World) de James P. Womack, best seller de 1990 en el que documenta en detalle gran cantidad de herramientas que se usan hoy en día por aquellas compañías que trabajan usando los principios de Lean.

Este libro fue escrito por tres investigadores del “Programa Internacional del Vehículo Motor” (IMVP, por sus siglas en ingles), perteneciente al MIT (Massachusetts Institute of Technology). Este programa nació de una conferencia internacional para anunciar la publicación de su libro previo, “El futuro del Automóvil”, en el cual ellos examinaban los problemas que enfrentaba la industria del automóvil en el mundo en 1984.

Los autores concluyeron que la industria del automóvil en Norte América y Europa occidental estaba confiando y usando técnicas que se diferenciaban muy poco del sistema de producción en masa concebido décadas atrás por Henry Ford, y que esas técnicas simplemente ya no eran competitivas contra la nueva serie de ideas generadas por compañías japonesas.

Estos tres hombres decidieron tomar un estudio detallado de las nuevas técnicas japonesas, las cuales subsecuentemente ellos llamaron “Lean Manufacturing” (Manufactura Esbelta), comparándolas con las antiguas técnicas occidentales de producción en masa. Para hacer esto, ellos desarrollaron el International Motor Vehicle Program (IMVP) operando fuera del Centro para la Tecnología, Política y desarrollo Industrial en el MIT desde 1985. La característica principal del centro era ir más allá de la investigación convencional con el fin de explorar mecanismos creativos para la interacción Industria-Gobierno-Universidad sobre una base internacional, entendiendo las fuerzas fundamentales del cambio industrial y mejorar el proceso creador de políticas y principios para enfrentar ese cambio.

Al estudiar el proceso de producción esbelto, el IMVP se dio cuenta que su éxito dependía en gran parte de una visión global, independencia, acceso a la industria y retroalimentación continua a través de toda la industria del automóvil bajo estudio. Ellos sentían que tenían que examinar la gama completa de actividades y tareas necesarias para manufacturar un automóvil o camión: Enfoque de mercado, diseño de producto, ingeniería detallada, coordinación de la cadena de suministro, operación y proceso de cada fábrica, así como ventas y servicio de producto terminado. Esta investigación fue conducida por un equipo internacional de la industria de Japón, Europa, y América. Además incluyeron estudios de sistemas de suministro en países en desarrollo líderes, incluyendo Korea, Taiwán, México y Brasil.

Con un financiamiento para el proyecto de \$5 millones de dólares por medio de contribuciones de varias compañías de autos, proveedores de componentes y autopartes, y gobiernos. Las

contribuciones de compañías individuales y gobiernos fueron limitadas a un 5% de los \$5 millones en total, para así eliminar las presiones regionales o nacionales en las conclusiones que fueron últimamente delineadas.

Al IMVP se le fue concedido amplio acceso a compañías automotrices alrededor del mundo, desde el piso de taller de la fábrica hasta oficinas ejecutivas. Estaban sorprendidos por el espíritu de profesionalismo que era mostrado por la industria entera, en la cual, gerentes en las peores plantas y mas débiles compañías compartían sus problemas francamente, y gerentes en las mejores plantas y mas fuertes compañías explicaban sus secretos sin ningún impedimento.

Este libro es la conclusión, no del programa completo, sino de los tres directores de el, quienes han pasado muchos años explorando las diferencias entre la producción en masa y la producción esbelta en una de las mas enormes industrias de todo el mundo. Ellos piensan que su historia no es solo para la industria del automóvil, sino para todos; funcionarios de gobierno, lideres laborales, ejecutivos, y lectores en general, en cualquier país con un interés en como la sociedad avanza por medio de generar pensamientos e ideas.

### **1.3.1 El origen de la manufactura/producción esbelta.**

Henry Ford creo el modelo T en 1908 – su vigésimo diseño sobre un periodo de cinco años. El satisfacía finalmente en el modelo T, dos objetivos: Un auto que fuese diseñado para manufacturarlo y que fuera fácilmente conducido y reparado por cualquier persona, sin necesidad de un chofer o mecánico. La clave para la producción en masa no era el movimiento continuo de la línea de ensamble, como generalmente se cree, sino la completa y consistente intercambiabilidad de partes y la simplicidad de ensamblarlas unas a otras.

En la producción artesanal, cada pieza era elaborada por un trabajador individual. Cada trabajador usaba su propio sistema de medición (gauging) al manufacturar su pieza o parte. Una vez que las partes eran elaboradas, la primera parte y la segunda eran ensambladas juntas con detallados y ajustes hasta que estas embonaran perfectamente. Entonces la tercera parte era agregada y se realizaba los ajustes- detalles necesarios, y así sucesivamente, hasta que un automóvil era ensamblado completamente. El mas grande problema era que cada parte era elaborada usando un gauge (herramientas de medición y fabricación) diferente y luego forjada. Esto usualmente retorció el metal y la pieza tenia que ser maquinada de nuevo para recuperar su forma original. El resultado final era usualmente una mera aproximación de las dimensiones originales que debía tener.

Para mejorar la intercambiabilidad, Ford insistía que el mismo sistema para medición debía ser usado para cada parte a través de todo el proceso completo de manufactura. Ford además se beneficio del reciente desarrollo de los metales pre-endurecidos en ese entonces. Tomando juntas la intercambiabilidad, simplicidad y fácil ensamblaje; Ford fue capaz de eliminar la destreza, habilidad y conocimientos altamente desarrollados de un trabajador para elaborar un producto, lo cual siempre había formado el bulto mas pesado de cada fuerza laboral de los ensambladores, tomando esto como una ventaja sobre la competencia.



En 1913, Ford introdujo su primera línea de ensamble en movimiento en la planta de Highland Park en Detroit (USA). Mas allá de trabajadores creando un automóvil completo antes de empezar otro, el había creado el concepto del trabajador permaneciendo en un punto, y el producto, componentes y herramientas vendrían hacia el trabajador. Esto también creó la característica del trabajador no calificado y sin muchos conocimientos o destreza. Quien no necesitaba conocer completamente el proceso de producción, sino simplemente necesitaba ser capaz de ensamblar dos tornillos a dos tuercas o poner una rueda en cada carro que venía por la línea de ensamble en todo el turno. Ford no solo había creado la parte intercambiable, sino el “trabajador intercambiable” también.

Para 1915, Ford había simplificado y dado forma al proceso para incluir la integración vertical de suministros. Mas allá de comprar sus chasis y motores de los hermanos Dodge (como el lo había estado haciendo) y una gran cantidad de productos de otras firmas, el trajo todas estas funciones a sus plantas. La decisión fue hecha en parte porque Ford había perfeccionado sus técnicas de producción en masa antes que sus proveedores y podía mejorar substancialmente los ahorros en costos haciendo cualquier cosa por sí mismo. El no confiaba en otro más que en el mismo. Últimamente, el necesitaba partes con tolerancias más cerradas y calendarios de entrega más apretados que ningún otro había previamente imaginado.

En los 1920s, General Motors estaba también en la carrera como productor en masa de automóviles. Desafortunadamente su fundador, William Durant, era un clásico hombre de negocios de aquella época; él no tenía idea de cómo dirigir esta empresa una vez que él la había comprado. Fue reemplazado de la dirección por sus banqueros en 1920, y su lugar fue ocupado por Alfred Sloan. Para dirigir la quinta mayor compañía en propiedad de General Motors, Sloan desarrolló la esencia principal de dirigir objetivamente “Por los números“. Sloan y otros ejecutivos de la empresa supervisaron las ganancias centrales de cada compañía, evaluando ventas detalladas, cuota de mercado, inventario, reportes de ganancias y pérdidas. Sloan sintió innecesario que los ejecutivos entendieran los detalles de la operación de cada división. Los números mostrarían el desempeño de la compañía; si el desempeño era bajo, era tiempo de cambiar a la dirección general, si el desempeño era bueno, la dirección era candidata para ascenso al nivel vicepresidencial.

Sloan usaba las mismas teorías y disciplinas de gerencia descentralizada a través de la compañía entera; local e internacionalmente. El desarrollo esencialmente la última parte de la división del trabajo que Ford había empezado. Ford había desarrollado el concepto de especialista en retrabajo y capataz general de la línea de ensamble, para manejar los errores del “trabajador intercambiable”, y los ingenieros a diseñar el producto y los procesos. Sloan agregó el gerente financiero y el especialista en mercadotecnia para controlar el resto de la estructura de la corporación. Esto fue la complementación del entero proceso de producción en masa.

Mientras la producción en masa estaba siendo perfeccionada en Estados Unidos, esta también estaba empezando a florecer en Europa Occidental. En la última década de los años 50's, VW, Renault, Peugeot y Fiat estaban produciendo a una escala comparable a las mayores plantas de Detroit. Un número de firmas de producción artesanal también hicieron la transición a la producción en masa.

Por los años 70's los europeos se estaban especializando en autos muy diferentes de los pensados por los estadounidenses. Los europeos ofrecían autos compactos, económicos, con mejor línea y fáciles de manejar. Además estaban desarrollando nuevas características, incluyendo dirección hidráulica, frenos de disco, inyección de combustible, transmisiones de cinco velocidades, y motores con alto poder y menos peso. Desafortunadamente, sus sistemas de producción no eran más que copias de la plantas de Detroit pero con menos eficiencia y exactitud.

En la primavera de 1950 un joven ingeniero Japonés, Eiji Toyoda, viaja a los Estados Unidos para estudiar la industria del automóvil en ese país. (Ford invitó a un gran número de ingenieros de todo el mundo para visitar su planta de Rouge en Detroit; él no tenía secretos acerca de su producción en masa). La planta de Rouge era la más grande y compleja en la compañía, y tal vez de todo el mundo en ese entonces. Eiji Toyoda, después de mucho estudio, regresó a Japón con un deseo de rediseñar las operaciones de la Toyota Motor Company. Un importante proceso aprendido en su viaje era el sistema de sugerencias de Ford. Eiji instituyó este concepto y en estos días es considerado a ser uno de los mayores bloques del Sistema de Producción Toyota de mejora continua. Con ayuda de su genio de la producción, Taiichi Ohno, ellos pronto descubrieron que el sistema de producción en masa no podía solamente ser copiada de la industria americana del automóvil, sino necesitaban producir autos superiores, y hacerlo con creatividad, menos recursos, sabiduría, y duro trabajo.

Toyota enfrentaba una gran cantidad de problemas en Japón. Su mercado local era pequeño y demandaba un amplio rango de vehículos desde autos de lujo para ricos, hasta grandes o pequeñas camionetas para granjeros y fábricas, así como compactos para las pobladas ciudades. La nativa fuerza de trabajo de Japón, además, no era diligente a ser tratada como una variable de costo o como una parte intercambiable. Japón no tenía la ventaja de los "trabajadores invitados" (inmigrantes temporales dispuestos a trabajar sin las prestaciones a condición de un alto salario) tal como había sido posible en América y Europa.

El primer proceso que Taiichi Ohno atacó fue el estampado de las placas de metal. Hasta ahora la práctica común había sido estampar un millón o más de una parte dada en un año. Infortunadamente la producción entera de Toyota era para producir unos cuantos cientos de vehículos por año. Ohno concluyó que más allá que dedicar una serie completa de prensas a una parte específica y estampar esas partes por meses o aun por años sin cambios de matriz, él podría desarrollar simples técnicas de cambio de dados/matriz, y cambiar los dados frecuentemente (cada dos o tres horas, en vez de dos o tres meses) usando rodillos para mover los dados dentro y fuera de la posición. De esta forma él necesitaría solamente unas cuantas prensas en lugar de un gran número de ellas, además encontró que de echo era más barato producir un número más pequeño de partes y no tener inventario de ellas empolvándose en los almacenes.

No solo ahorro costos de inventario, sino además los errores eran detectados más rápido en el proceso. Él también puso en marcha la idea de dejar que los trabajadores de producción realizaran por ellos mismos el intercambio de dados en vez de necesitar especialistas para realizar estas tareas.

## **Producción Esbelta – La compañía como comunidad.**

Ohno se dio cuenta, que para mejorar el éxito en sus nuevos procesos, los trabajadores necesitarían ser motivados para buscar y corregir errores y ser extremadamente diestros en su trabajo al mismo tiempo. Si los trabajadores fallaran en anticipar los problemas antes de que ocurrieran, y no tomaran la iniciativa para idear soluciones, el trabajo de la planta vendría a detenerse.

Como pasó, su fuerza de trabajo actuó para resolver este problema en los últimos años de la década de los 40's. Debido a problemas con la economía Japonesa, Toyota estaba enfrentando una profunda caída en los negocios. La compañía tenía pensado despedir un cuarto de su fuerza laboral. Sin embargo, el sindicato de la compañía se encontraba en una posición fuerte y decidió entrar en huelga. Después de las negociaciones el resultado fue que la compañía y el sindicato acordaron un compromiso que hasta estas fechas permanece como la fórmula para las relaciones laborales en la industria japonesa. Finalmente un cuarto de la fuerza laboral fue liquidada, pero los empleados permanentes recibieron dos garantías. Una era el empleo de por vida. La otra, que el empleado era ascendido y rotado de puesto gradualmente por antigüedad en vez de una función específica de trabajo, y unido a las ganancias de la compañía por medio de pagos de bonos. Toyota estaba prometiendo empleo de por vida, pero a cambio ellos estaban esperando que la mayoría de los empleados permanecieran con Toyota por el resto de su vida laboral. Esta era una expectativa razonable, porque dejar compañías y empezar de nuevo en otras, el empleado perdería su antigüedad.

Los trabajadores además acordaron ser flexibles respecto a las tareas de trabajo y ser activo en promocionar los intereses de la compañía por medio de proponer e iniciar mejoras en vez de meramente responder a los problemas. En efecto, los directores de la compañía sintieron que si ellos iban a dar trabajo de por vida al empleado, el empleado tendría que hacer su parte por medio de hacer los trabajos que necesitaban ser hechos.

## **Producción esbelta – La planta de ensamble.**

Taiichi Ohno entonces, rediseñó el proceso de ensamble. Él decidió reagrupar a los trabajadores de ensamble en equipos. Donde Ford había dado los trabajos de mantenimiento, reparación de herramienta, y chequeo de la calidad, a especialistas independientes, Ohno dio estas responsabilidades a cada equipo. Donde Ford sintió que sería mejor dejar pasar un defecto a través del proceso hasta el final y tener un especialista en retrabajo para corregirlo después, Ohno ubicó una cuerda sobre cada estación de trabajo y trabajadores instruidos podían parar inmediatamente la línea completa de ensamble si un problema surgía y que ellos no pudieran reparar. Entonces el equipo entero llegaría a la estación de trabajo que originó el paro y se enfocaría a la resolución del problema.

Ohno instituyó un sistema para resolver los problemas llamado “los cinco porque’s”. Los trabajadores eran enseñados a rastrear el problema desde el inicio hasta su última causa, y entonces idear una solución para que ese problema nunca volviera a ocurrir de nuevo. Con este sistema, Ohno redujo la cantidad de retrabajo necesario a un mínimo. Los trabajadores eran capaces de detectar casi cualquier error que ocurría. La calidad de los automóviles embarcados

mejoro firmemente. Esto fue porque la inspección de calidad, no importando cuan diligente sea, simplemente no podría detectar todos los defectos que pudieran haber surgido en la fabricación compleja de vehículos en la época moderna.

En la actualidad, las plantas de ensamble de Toyota casi no tienen o han desaparecido sus áreas de retrabajo. En contraste la mayoría de las plantas de producción en masa de hoy en día dedican 20% de su área de planta y más del 25% de su tiempo en arreglar los defectos y errores.

### **Producción esbelta – cadena de suministro.**

La siguiente parte del proceso que Ohno atacó fue la cadena de suministro o cadena de abastecimiento. Donde los productores en masa típicamente buscaban ofertas de un número de partes de firmas externas y divisiones internas, el postor en precio más bajo usualmente conseguía el contrato. A la firma ofertora se le eran dados los dibujos/planos e instrucciones sobre la cantidad dada de un número de partes y calidad solicitada. Las organizaciones proveedoras trabajaban sobre el plano y tenían poca oportunidad o incentivo para sugerir mejoras en el diseño de producción. Usualmente a los proveedores no se le proporcionaba información acerca del resto del vehículo, y más aun no podían realmente ofrecer sugerencias para la mejora, ya sea basadas en sus propias ideas, diseños o experiencia previa.

Ohno sintió que había un problema coordinando el flujo de las partes dentro del sistema de suministro sobre una base del día-a-día. El resultado era un alto costo de inventario, y producción de rutina de cientos de partes que eran después encontradas defectuosas cuando eran ensambladas, basado en el hecho de que las piezas eran producidas repetidamente en grandes cantidades sin ser chequeadas hasta que llegaban a la planta semanas o meses después.

Ohno eligió un enfoque totalmente diferente. Él dio al proveedor potencial, especificaciones de desempeño; por ejemplo, le dijo al proveedor potencial, que diseñara una serie de frenos que pudieran detener un carro de 2,200 lb. sobre una velocidad de 60 millas por hora a una distancia de 20 pies, diez veces consecutivas y sin ningún problema. Los frenos tendrían que caber en un espacio de 6' x 8' x 10' al final de cada eje y además ser entregados a la planta de ensamble por 40\$ por juego de frenos. Este sistema tendría además que trabajar en armonía con los otros sistemas del carro. Toyota no le dijo al proveedor de que sería fabricado o como debía ser fabricado. Estas decisiones de ingeniería eran tomadas por el proveedor. De este modo, los proveedores eran capaces de ayudar a mejorar el proceso de diseño.

Estos proveedores eran llamados proveedores de primer nivel. Ellos eran entonces responsables de establecer proveedores de segundo nivel bajo ellos mismos. Estas eran las compañías a las que se era asignado el trabajo de fabricar las partes individuales. Mientras Toyota no deseaba segregar verticalmente a sus proveedores en una gran burocracia, no deseaba tampoco desintegrarlos en compañías completamente independientes. Más allá, Toyota derivó sus operaciones de suministro, en planta, en compañías proveedoras de primer nivel casi-independientes, en las cuales retenía una fracción de la propiedad y desarrollaba relaciones similares con proveedores externos quienes habían sido independientes. Toyota aun mantenía un porcentaje de propiedad en un número de sus primeras compañías proveedoras -en planta-. A causa de que Toyota no las poseía completamente, estas firmas tenían substanciales tratados una

a la otra y además proveían suministros a otras compañías fuera de Toyota y a firmas en otras industrias. Al mismo tiempo, estas compañías eran íntimamente involucradas en el desarrollo de producto de Toyota y aceptaba gente de Toyota en sus sistemas de personal. En un sentido real, estas firmas compartían sus destinos con Toyota.

Finalmente, Ohno desarrollo una nueva forma para coordinar el flujo de partes dentro del sistema de abastecimiento sobre una base del día- a -día, el famoso sistema Just in time (Justo a tiempo). Esta era una simple idea, pero difícil de implementar porque prácticamente elimina todos los inventarios. Cuando una pequeña parte de un vasto sistema de producción falla, puede llegar a parar el sistema entero. Además se enfoca en que cada miembro del proceso de producción se anticipe a los problemas antes de que lleguen a ser suficientemente serios como para detener todo.

### **Producción esbelta e Ingeniería.**

Donde productores en masa han intentado resolver el problema de ingeniería en un objeto manufacturado tan complejo como el motor de un vehiculo de hoy en día por medio de dividir en partes la tarea entre muchos ingenieros con especialidades especificas, Ohno se dio cuenta que este sistema tenia un gran numero de debilidades. Ohno en contraste decidió con anticipación que la ingeniería de producto acompasaba la ingeniería de proceso y la ingeniería industrial. Mas aun, el formo equipos con fuertes lideres que tenían experiencia relevante en manufactura de producto e ingeniería de diseño. Las trayectorias de carrera fueron reestructuradas para los ingenieros para que las recompensas fueran para los miembros del equipo, más allá de repartirlas en genios en una singular área de producto, proceso, o ingeniería industrial.

### **Producción esbelta y la demanda cambiante del consumidor.**

Para la década de 1980's la confiabilidad era uno de los factores mas fuertes para la adquisición de un automóvil. El sistema de producción de Toyota entregaba una confiabilidad superior. Toyota encontró a corto plazo que tenía que igualar el precio de los productos de producción en masa. El sistema de flexible de Toyota y su habilidad para reducir los costos de ingeniería de producción permitieron a la compañía proveer de una variedad de autos que los compradores querían, por un bajo costo.

Para 1990, Toyota estaba ofreciendo a los consumidores alrededor del mundo tantos automóviles y tanta variedad como GM, aun cuando Toyota era aun la mitad de lo que era GM. Al cambiar la producción y hacer reingeniería para un automóvil nuevo en GM cuesta una fortuna y tomaba muchos años. Toyota podía ofrecer el doble de vehículos dentro del mismo presupuesto de desarrollo. En 1987, un director de manufactura en Detroit declaro que el secreto del éxito Japonés era que ellos estaban fabricando sobre idénticas plataformas/estructuras. Si se hacia eso, se tendría alta calidad y bajo costo. El no se dio cuenta de que los Japoneses tenían un amplio portafolio de productos, y habían reinventado los procesos enteros de diseño y producción para producir una gran variedad de autos a un bajo costo.

## **Producción esbelta: Tratando con el consumidor.**

La producción esbelta no significa nada si el productor no puede fabricar lo que el consumidor quiere. El vínculo que Henry Ford tenía con el consumidor era simple; no había variedad de productos y las reparaciones podían ser manejadas por el propietario, entonces el trabajo del distribuidor era simplemente tener suficientes carros y partes de refacciones en inventario para proveer a la demanda esperada. Infortunadamente, el ensamblador usaba al distribuidor de autos como un “absorbente de choques” para amortiguar a la planta ensambladora de la necesidad de incrementar o reducir la producción. Esto causaba tensiones en las relaciones entre el distribuidor - planta, y relaciones entre el distribuidor - consumidor. Ohno confrontó este problema del mismo modo como si fuera un grupo proveedor. El específicamente desarrolló la Toyota Sales Company (Compañía de Ventas Toyota), la cual era una red de distribuidoras, algunas completamente propiedades de Toyota, y otras en las cuales Toyota mantenía una cantidad equitativa de acciones. Las distribuidoras llegaron a ser el primer paso en el sistema de producción.

Toyota eventualmente paró la producción de autos con anticipación y se convirtió a un sistema de fabricación por orden o pedido. Los distribuidores ayudaban en el secuenciamiento de las órdenes de trabajo por medio de hacer llamadas a casa de los consumidores. Ellos trabajaban más horas cuando la demanda caía y se concentraban en los autos que los consumidores querían y que la planta podía producir. Ellos se enfocaban especialmente en los consumidores que repetían en la compra de sus vehículos. La lealtad a la marca llegó a ser una característica sobresaliente en el sistema de Toyota.

### **1.4 Los 14 principios de Toyota.**

Jeffrey Liker (2004) en su obra sobre las claves del éxito de la empresa Toyota describe que es la gente la que le da vida al sistema: su trabajo, la comunicación, la solución de problemas y crecer juntos, “The Toyota Way” anima, soporta, es más, demanda el involucramiento del empleado. De acuerdo con esta obra son catorce los principios que son claves del éxito de Toyota<sup>4</sup>:

#### **I. Filosofía a largo Plazo**

1. Basar las decisiones en una filosofía de largo plazo, más que en el costo de objetivos financieros de corto plazo.

#### **II. El correcto proceso producirá el correcto resultado**

2. Crear un flujo continuo para traer los problemas a la superficie

3. Usar sistemas Pull para evitar la sobreproducción.

4. Nivelar la producción.

5. Construir una cultura para resolver los problemas, para tener calidad a la primera.

---

<sup>4</sup> Liker Jeffrey, “The Toyota Way: 14 management principles from the World’s greatest manufacturer”, McGraw Hill, 2004.

6. Estandarizar tareas y procesos son el fundamento de la mejora continua y del empowerment del empleado.

7. Utilizar controles visuales para que no haya problemas ocultos.

8. Utilizar únicamente tecnología confiable y probada a fondo que sirva a la gente y al proceso.

### **III. Agrega valor a la organización mediante el desarrollo de tu personal y socios.**

9. Desarrolla líderes que entiendan a fondo el trabajo, vivan la filosofía y enseñen a otros.

10. Desarrolla gente excepcional y equipos que sigan la filosofía de la compañía.

11. Respeta tu cadena de proveedores y socios motivándolos y ayudándolos a mejorar

### **IV. La solución continua de la causa raíz de los problemas lleva al aprendizaje**

12. Ve y observa por ti mismo para entender la situación a fondo

13. Toma decisiones lentamente considerando todas las posibles opciones, implementa las decisiones rápidamente.

14. Ser una empresa de continua aprendizaje a través de la reflexión y de la mejora continua.

## **1.5 Enfoque de Lean Manufacturing al flujo de la cadena de valor.**

El termino Lean (Esbeltez) se enfoca en la reducción de desperdicio, de eliminar todo aquello que no se necesita para manufacturar un producto o servicio y es manifestado en un énfasis al flujo.

### *Cinco pasos esenciales en la cadena de valor de Lean Manufacturing:*<sup>5</sup>

1. Identificar cuales características crean valor.
2. Identificar la secuencia de actividades llamadas, la corriente de valores.
3. Mejorando el flujo.
4. Permitir al cliente que consiga, el producto o servicio a través del proceso.
5. Perfeccionar el proceso.

---

<sup>5</sup> Womack and Jones, "Lean Thinking: Banish waste and create wealth in your corporation", Simon&Shuster, New Cork, 1996.



Figura 1. Los 5 pasos de la Manufactura Esbelta.

**1. Identificar valores.** La determinación de cuales características crean valor en el producto es hecho por el punto de vista del cliente externo e interno. El valor es expresado en términos de como el producto específico coincide con las necesidades del cliente, a un precio específico, y en un tiempo específico. Productos específicos o servicios son evaluados, en cuales características añaden valor. La determinación de valores puede ser desde la perspectiva del último cliente o un proceso subsecuente.

### ¿Qué es una Actividad de Valor Agregado?

- Un paso en el proceso que cambia físicamente el trabajo que pasa a través de él y lo vuelve más valioso para el cliente.
- Un paso en el proceso que el cliente requiere y por el que está dispuesto a pagar por el.
- La transformación física o informativa de los productos, servicios o actividades en algo que desea el cliente.

*Valor Agregado Real (RVA):*

Actividades realizadas para satisfacer las demandas y expectativas de los clientes.

*Valor Agregado de Negocios (BVA):*

Actividades de naturaleza legal, fiscal, normativa, ambiental, humana, e informativa.



*Sin Valor Agregado (NVA):*

Actividades que no contribuyen a la satisfacción de las expectativas de los clientes. Actividades que se crean artificialmente y que deben eliminarse sin perjuicio para los clientes.

**2. Identificar la corriente de valores.** Cuando un valor es identificado, las actividades que contribuyen al valor son identificadas. La completa secuencia de actividades es llamada corriente de valores. Entonces una determinación es hecha ya sea que las actividades hayan contribuido o no al valor del producto o servicio necesario. Operaciones necesarias son definidas como un requisito para otro valor añadiendo actividades que sean una parte esencial del negocio. Un ejemplo de característica Sin Valor Añadido pero como proceso necesario es la nómina. Después de todo, la gente necesita que se le pague. Finalmente el impacto necesario, de una Actividad Sin Valor que tiene el proceso se reduce al mínimo. Todos los otros no-valores añadidos son transferidos fuera del proceso.

<b>Valor Agregado</b>	<b>Sin Valor Agregado</b>
· Toma de pedidos	· Espera/Retraso
· Recepción de partes	· Almacenamiento
· Terminación de dibujos	· Movimiento
· Maquinado de partes	· Reparación/Regreso
· Operaciones de ensamble	· Aprobación
· Empaque	· Seguimiento
· Pintura	· Recolección de información
· Entrega	· Finalización de documentos

Tabla No. 1 Actividades de Valor Agregado y Sin Valor Agregado. Fuente: Elaboración propia.

**3. Mejorando el Flujo.** Ya que las actividades añadidas y necesarias Sin Valor Añadido son identificadas, esfuerzos de mejoramiento son dirigidos para hacer el flujo de actividades. Flujo es, el ininterrumpido movimiento de un producto o servicio a través del sistema hacia el cliente.

Los mayores inhibidores del flujo son trabajo en espera (haciendo cola), proceso por lotes y transportes. Estas barreras alargan el tiempo del producto o servicio del inicio a la entrega. Las barreras también atan el dinero, que debe ser usado en todos lados de la organización y tapan los efectos del sistema que restringe a otras actividades de desperdicio.

***Flujo Unitario***

· El flujo unitario es la producción unidad por unidad y no producción por lote o grupo.

- Producción al mismo ritmo que la demanda.
- Inventario inexistente o mínimo entre pasos.
- Se requiere de un tiempo de ciclo más rápido para fabricar el producto final. A esto se le llama retraso mínimo de ejecución.

**¿Para que el flujo unitario?:** Se utiliza para reducir el desperdicio (retrasos, sobreproducción, regresos, etc.), incrementar la flexibilidad, así como reaccionar a cambios en la demanda e identificar y corregir los problemas de una forma rápida.

***Factores de éxito del flujo unitario.***

- Favorece la producción global vs. la producción individual.
- Optimiza los diseños.
- Funciona en flujos “Jalando”.
- Trabaja para optimizar las estaciones de trabajo que representan los cuellos de botella.
- Resuelve los problemas desde la fuente.

**4. Permitir al Cliente que consiga el producto/servicio.** Después de que el desperdicio a sido removido y el flujo establecido, los esfuerzos giran a permitir al cliente que consiga el producto o servicio a través del proceso. La compañía debe hacer el proceso responsable, para proveer el producto o servicio solamente cuando el cliente lo necesita, nunca antes nunca después. Al mas bajo costo posible dentro de la menor cantidad de tiempo.

**5. Trabajando hacia la Perfección.** Este es un esfuerzo repetido y constante hasta lograr remover las Actividades Sin Valor, mejorando el flujo y satisfaciendo al cliente en las entregas requeridas.

Ya que el enfoque a adelgazar removiendo desperdicio y mejorando el flujo, también tiene efectos secundarios. La calidad se esta mejorando. El producto gasta menos tiempo en el proceso, reduciendo los cambios por daño u obsolescencia. La simplificación de los procesos resulta en reducción de la variación. Así como la compañía ve que todas las actividades estén en la corriente de valores, el sistema restringente es removido, y el funcionamiento es mejorado.

## **1.6 Objetivo y principios de Lean Manufacturing**

El objetivo de Lean Manufacturing es simplificar los procesos, cambiar el flujo para aumentar el tiempo de trabajo que genera valor, hacerlos más delgados, que fluyan mejor, más rápidamente y con menos costos para los clientes. Implica sobre todo velocidad, productividad, calidad, competitividad.

Otro objetivo es lograr un dinámico nuevo proceso de producción, cubriendo todos los aspectos de las operaciones industriales (desarrollo de producto, manufactura, organización y recursos humanos, soporte al cliente, e incluyendo redes de proveedor-cliente, el cual es gobernado por una serie de principios, métodos y prácticas.

El modelo Lean/Esbelto se enfatiza en un proceso evolutivo de cambio y adaptación. Un concepto organizativo central es la empresa sostenible, donde la corporación construye procesos de ganancia mutua y relaciones con sus múltiples miembros involucrados (trabajadores-dirección, ensamblador-proveedor, ensamblador-distribuidor-cliente, compañía-accionistas, compañía-gobierno-sociedad-medio ambiente).

Los principios Lean/Esbeltos han sido aplicados exitosamente alrededor del mundo en la industria del automóvil y están siendo empleados en aumento en muchos otros sectores industria.

Los principios de Lean Manufacturing acompañan todas las operaciones industriales y cubriendo también a la empresa en su totalidad, representa un fundamentalmente nuevo y dinámico, paradigma de producción. La adopción de los principios de Lean Manufacturing está comenzando a transformar un creciente número de industrias, fomentando la continua innovación tecnológica, la construcción de nuevas relaciones organizacionales, la creación de nuevos acuerdos de cooperación, y el establecimiento de nuevos roles y responsabilidades. Los principios clave esbeltos son calidad perfecta a la primera vez, minimización del desperdicio por medio de eliminar todas aquellas actividades que no agregan valor, mejoramiento continuo, flexibilidad, y relaciones de largo plazo con proveedor/cliente.

- *Calidad perfecta a la primera vez*, por medio de lograr cero defectos, descubriendo y resolviendo problemas desde la fuente, logrando simultáneamente alta calidad y productividad, conformando equipos de trabajo, y empoderamiento del trabajador.

- *Eliminación del desperdicio* por medio de remover todas las actividades que no agregan valor, haciendo lo más eficiente posible el uso de recursos escasos (capital, gente, espacio), utilizando un inventario just in time, eliminando los stocks de “seguridad”.

- *Mejora continua* (reduciendo costos, mejorando calidad, incrementando productividad) a través de un proceso dinámico de cambio, desarrollo de producto/proceso integrado y simultáneo, tiempo de ciclo rápido y tiempo de disponibilidad rápido al mercado, apertura y costumbre de compartir información.

- *Flexibilidad* en producir diferentes mezclas o una diversidad más grande de productos rápidamente, sin sacrificar eficiencia en volúmenes más bajos de producción, a través de un rápido cambio de herramientas y preparación de máquinas y manufactura en tamaños pequeños de lotes.

- *Relaciones de largo plazo* entre proveedores y productores primarios a través de tomar el riesgo-compartido, costo-compartido, y acuerdos de información compartida.

## Capítulo 2. Herramientas y técnicas de Lean Manufacturing.

### 2.1 Value Stream Mapping.

#### Que es Value Stream Mapping (VSM)?

Los diagramas de mapeo de flujo de valor son útiles para entender como se relacionan los distintos departamentos, unidades operativas, etc , ante un determinado proceso. Es una técnica para examinar el proceso y determinar adónde y porqué ocurren fallas importantes. El mapeo de un proceso es el primer paso a realizar antes de evaluarlo.

El Mapeo de los Procesos permite obtener:

- Un medio para que los equipos examinen los procesos interfuncionales
- Un enfoque sobre las conexiones y relaciones entre las unidades de trabajo.
- Un panorama de todos los pasos, actividades, tareas, pasos y medidas de un proceso.



Figura No. 2 Ciclo del Mapeo de la Cadena de Valor<sup>6</sup>.

**VSM (Mapeo de la Cadena de Valor)**<sup>7</sup> es una herramienta de papel y lápiz que ayuda a ver y entender el flujo de material e información de cómo un producto o servicio recorre su camino a través de la cadena de valor “de principio a fin”. La comprensión de cómo varias actividades están interconectadas y donde podrían estar fallando las conexiones o actividades, reconocer el

<sup>6</sup> Conner Gary. “Lean Manufacturing for the small shop”, Society of Manufacturing Engineers, Dearborn, 2001.

<sup>7</sup> Womack James y Daniel Jones. “Lean Thinking: Banish waste and create wealth in your corporation”, Simon & Shuster, New York, 1996.

desperdicio y reconocer sus causas. El significado es simple: Seguir los elementos de producción de un producto desde proveedores hasta clientes finales, y cuidadosamente dibujar una representación visual de cada proceso en el flujo de material e información “esquema de estado actual”, el cual es echo por medio de reunir información en el piso de taller.. Luego hacer una serie de preguntas y dibujar luego un mapa de “estado futuro” de cómo el valor debería fluir. El paso final es preparar y empezar activamente usando un plan de implementación que describe, en una pagina, como se planea lograr el estado futuro.

Además puede servir como la base para otra mejora de Lean Manufacturing. Una cadena de valor son todas las acciones (ya sea acciones que agregan valor y acciones que no agregan valor) requeridas para diseñar, ordenar y proveer un producto o valor a través de los flujos principales esenciales para cada producto:

- El flujo de producción desde materia prima hasta las manos del cliente.
- El flujo del diseño desde el concepto hasta el lanzamiento.

VSM también puede ser una herramienta de comunicación, una herramienta de planeación y una herramienta para manejar el proceso de cambio.

La actividad de mapeo encomasa la cadena total de eventos desde la comunicación con proveedores, hasta la entrega del producto terminado al cliente.

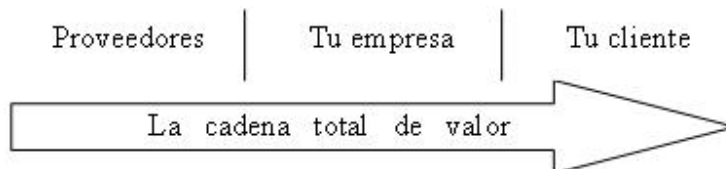


Figura No. 3 Cadena total de valor.

### 2.1.1 Análisis y mapeo de la cadena de valor en la empresa.

El siguiente diagrama de flujo básico provee el marco general para los flujos de proceso necesarios para conducir el análisis y mapeo de la cadena de valor en la empresa por medio de trece pasos.

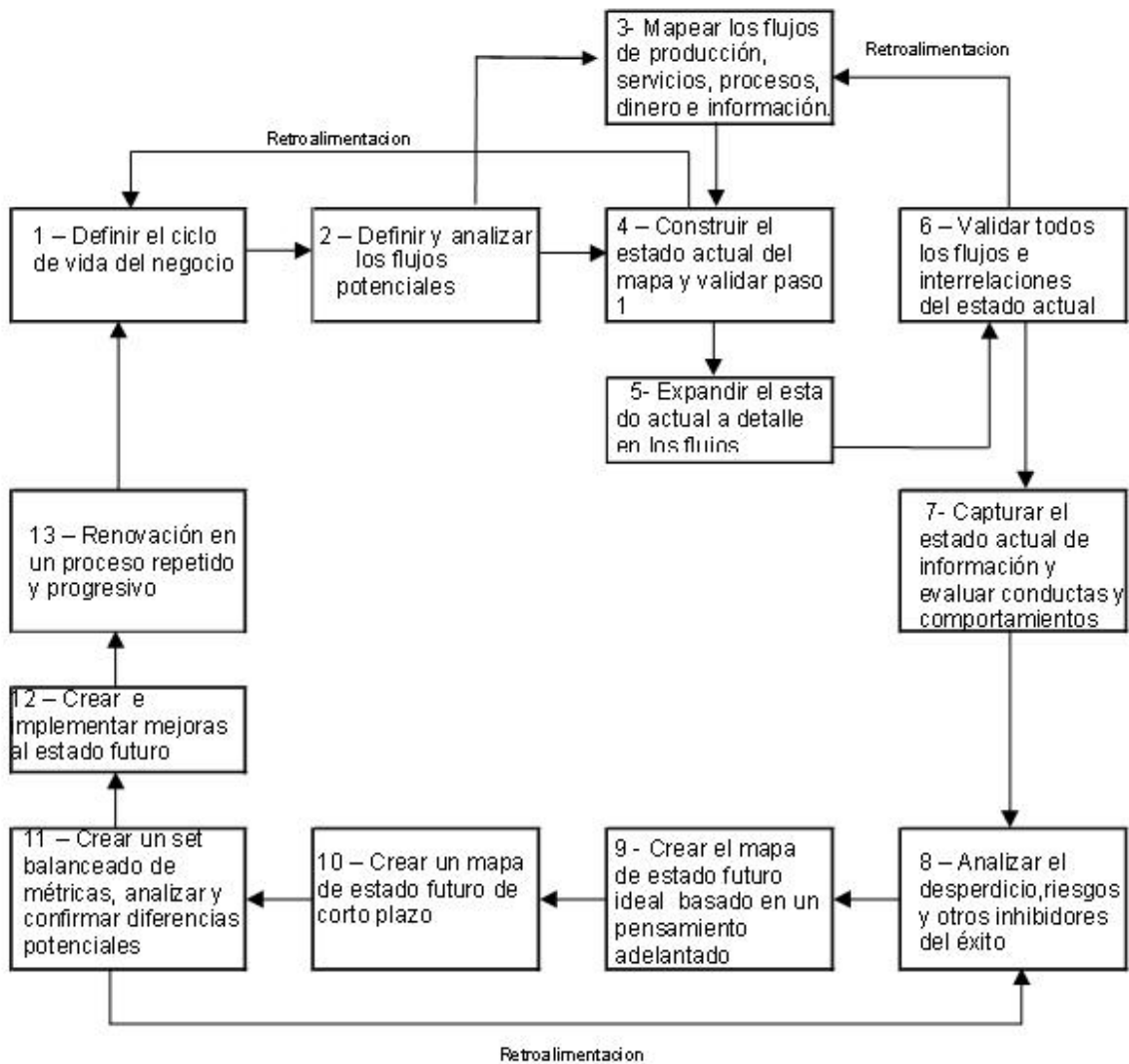


Figura No. 4 Diagrama de flujo de los trece pasos de Mapeo de la Cadena de Valor. Fuente: Elaboración propia.

**PASO UNO:**

- Definir el ciclo de vida del negocio para la compañía, incluyendo el siguiente análisis.
- Que son los límites? y Cuales son los límites?
- Que/Cual es la definición de VALOR para la compañía y el cliente, para el ciclo de vida identificado del negocio?
- Que/Cuales son los resultados esperados de la compañía?
- Que/Cual es la visión y misión de la compañía?
- Que/Cuales son los procesos mayores o flujos organizacionales que existen para la compañía?
- Definición e identificación de todas las acciones de valor clave.

**Por ejemplo, un ciclo de vida de negocio genérico puede ser como el siguiente diagrama:**

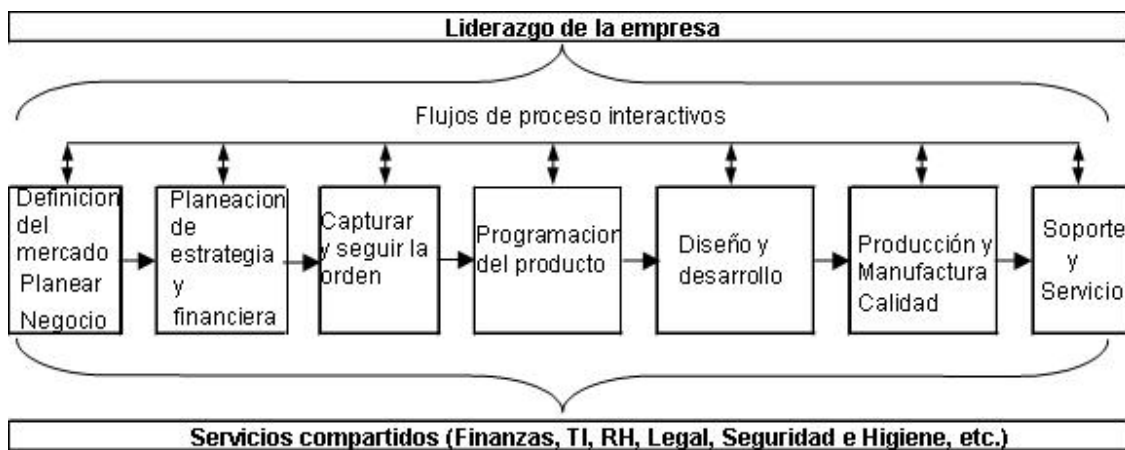


Figura No. 3 Ciclo de vida de un negocio. Fuente: Elaboración propia.

Además, incluye una representación de las interacciones de clientes y proveedores en los flujos. También, incluye las interacciones de liderazgo e integración de los procesos representados.

**PASO DOS:**

Evaluar otros flujos potenciales que no sean de la empresa completamente, o servicios compartidos, o aquellos que puedan estar en paralelo a los flujos ya descritos. Por ejemplo, TI, Negocio vía Internet, Recursos Humanos, Contabilidad, etc., o aun análisis sociales/culturales deberían ser incluidos. Finalmente, desarrollar el análisis de algunas influencias externas (sociales, medio ambiente, política) al mapa, así como fuerzas desestabilizadoras que pueden ser internas o externas (políticas, leyes, demografía, tendencias, etc.)

**PASO TRES:**

Evaluar y mapear los flujos de productos, programas, servicios, información, dinero, y tiempo como sea necesario; basado en el ciclo de vida del negocio definido en el paso uno.

**PASO CUATRO:**

El mapa resultante y lista de influencias representa el estado actual o nivel de funcionamiento de la empresa en ese momento. En este punto, se podrían validar límites, valores, resultados de la compañía, visión, y misión. Y ajustar como sea necesario para reflejar la realidad.

**PASO CINCO:**

Tomar cada porción del estado actual y examinar paso a paso hacia el siguiente nivel de procesos, flujos, componentes, o influencias. Recorrer los procesos paso a paso permite la interacción de varios flujos (sociales/técnicos) siendo más evidente, y para que más datos sean reunidos y analizados.

**PASO SEIS:**

Sobreponer todos los componentes de información, sociales, y técnicos del flujo aun no capturados y mapeados. Validar la existencia de las conexiones, y los puntos de decisión del análisis en la estructura de trabajo del estado actual. Incluyendo servicios compartidos antes mencionados ( TI, RH, Liderazgo, etc.) al mapa.

**PASO SIETE:**

Capturar información relevante que es medida en términos definidos por la compañía y entendida consistentemente (para prevenir errores en la comparación de datos). En otras palabras, capturar las métricas o información disponible para cada pieza y desarrollar un análisis/vínculo de los comportamientos que cada uno genera. Conducir evaluaciones para capturar otros elementos de información y crear un enfoque comprensivo.

**PASO OCHO:**

Analizar, identificar y capturar desperdicios, inhibidores de flujo y valor (ya sea sociales o técnicos), costos, riesgos para fluir, y riesgos de éxito. Agrupar estos resultados en temas de la compañía, y realizar un análisis para entender las implicaciones con el tiempo, recursos, y dinero que cada uno representa.

**PASO NUEVE:**

Crear un estado ideal basado en la perfección. Elementos de este estado deberían incluir elementos técnicos de Lean y elementos sociales, uno por uno, libre de defectos, al costo más bajo, una fuerza de trabajo comprometida y capaz, toma de decisiones autónoma, reconocimiento e incentivos ligados al desempeño, alineación con la meta de la empresa, etc. Se toma en cuenta que alcanzar la perfección es imposible, pero esto permite un análisis y pensamiento adelantado que creará un estado futuro más robusto.

**PASO DIEZ:**

Crear un estado futuro realizable en un relativamente corto plazo (18 a 24 meses) basado sobre ese estado ideal.

**PASO ONCE:**

Evaluar y analizar las brechas en la habilidad para lograr el estado futuro. Crear una serie balanceada de métricas/medidas para el éxito y confirmar comportamientos generados conforme a las directivas del estado futuro.



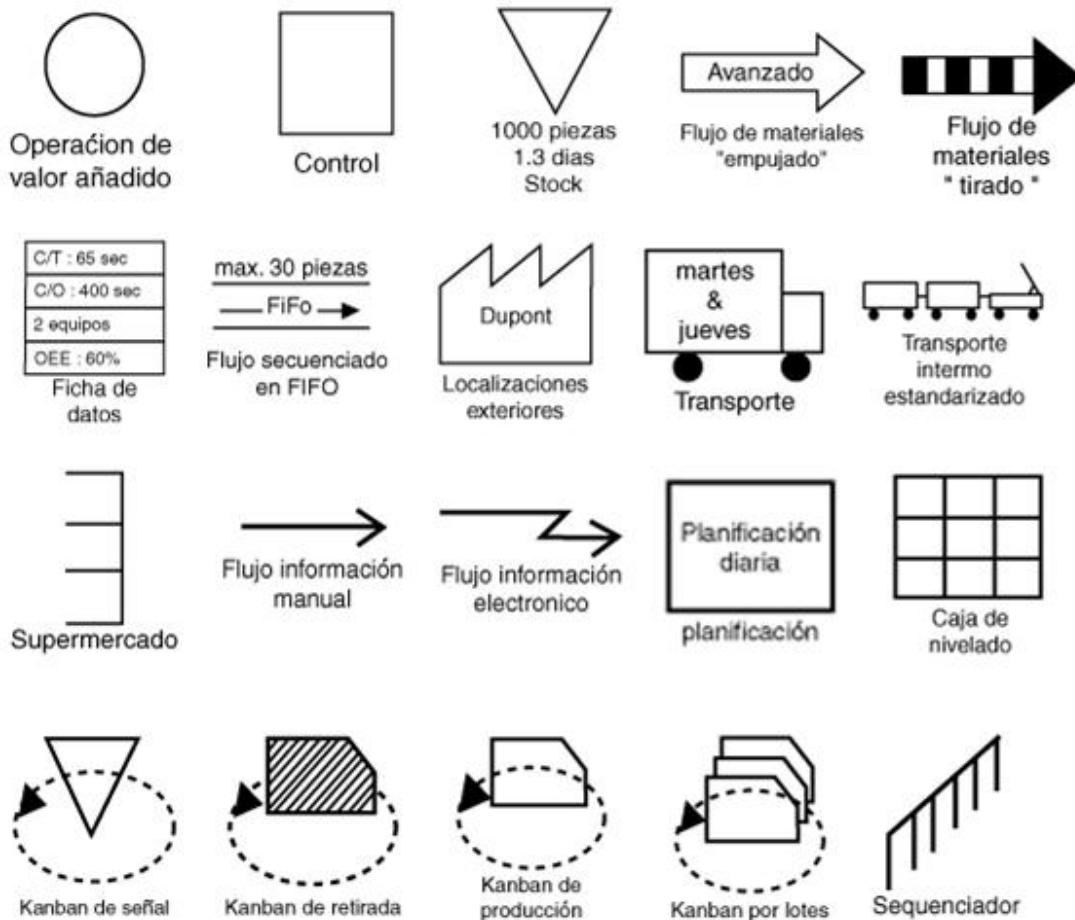
**PASO DOCE:**

Establecer e implementar acciones/programas/eventos para manejar la creación de valor y eliminación de desperdicio para lograr el estado futuro. Crear la infraestructura necesaria (incluyendo estructura organizacional) para asegurar el liderazgo, integración, correcciones de curso, validación, y contabilidad para los cambios. Analizar riesgos, asuntos de cambio de dirección, y otros inhibidores para una implementación exitosa. Asegurar las acciones permite una visión del ciclo de vida total de la cadena de valor.

**PASO TRECE:**

Establecer un periodo de renovación para reorientar y ajustar el estado futuro (18 meses) en el camino hacia el estado ideal. Crear una interacción para asegurar el involucramiento de accionistas, así como propiedad y contabilidad para todas las acciones y análisis continuo.

**Iconos del mapeo de procesos.**



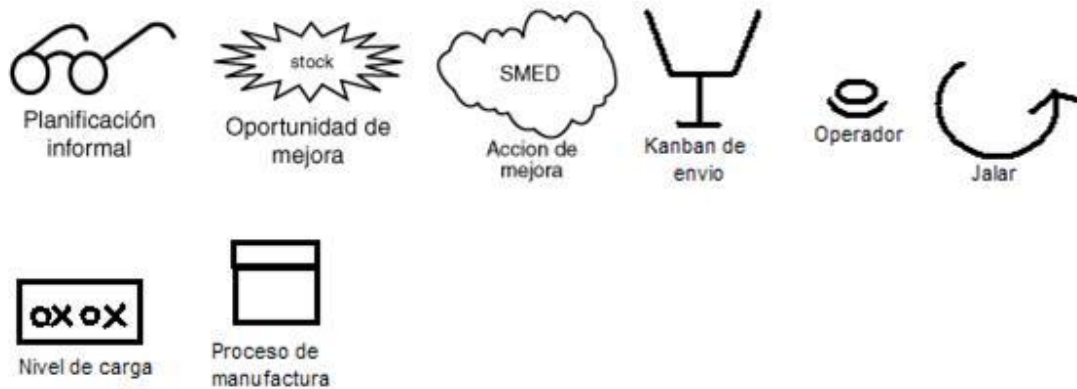


Figura No. 5 Iconos usados en VSM.

Cada vez mas y mas organizaciones con esfuerzos exitosos de Lean manufacturing en el piso de taller están también aplicando métodos Value stream Mapping y principios Lean a las áreas administrativas.

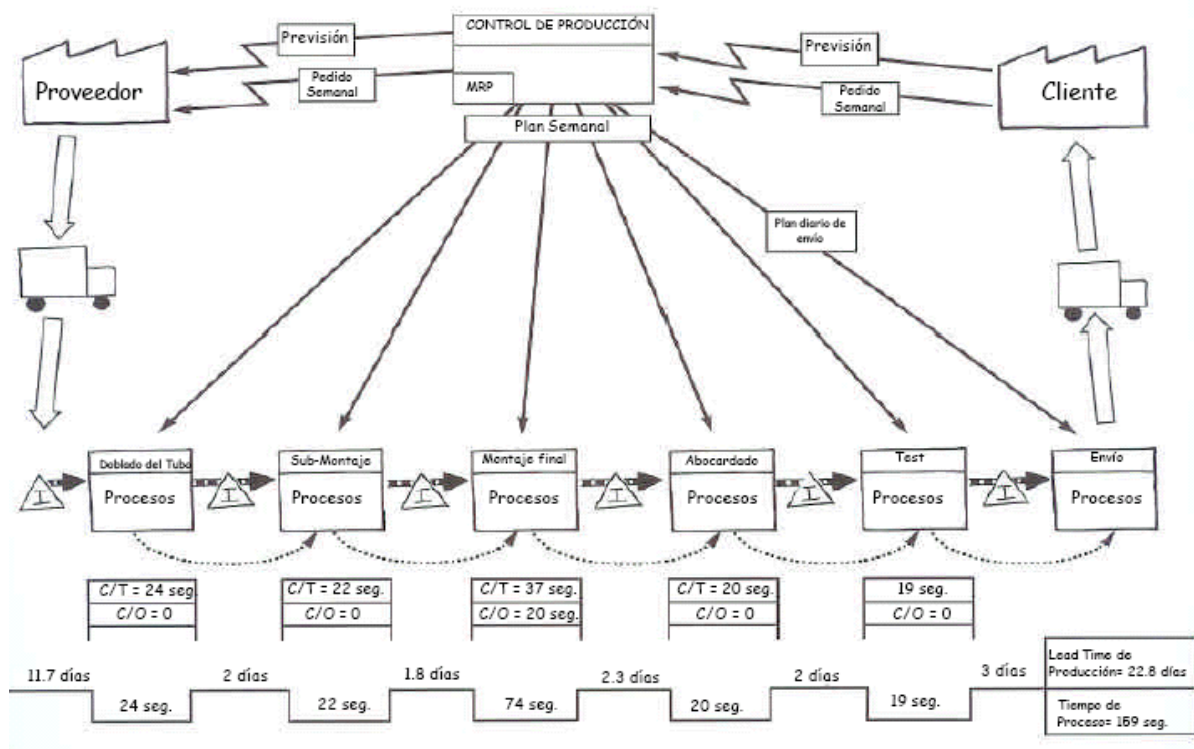


Figura No. 6 Se muestra un ejemplo de mapeo de proceso de montaje de tubo de bicicleta.

### Porque Value Stream Mapping es un buen comienzo para emprender el viaje Lean Manufacturing.?

- Esta herramienta ayuda a visualizar mas que solo el nivel de proceso singular, por ejemplo ensamble, soldadura, equipamiento, etc.

- Ayuda a más que solo ver desperdicio, ayuda a ver las fuentes de desperdicio en la cadena de valor.
- Provee un lenguaje común para tratar los procesos de manufactura.
- Forma la base de un plan de implementación.
- Muestra el vínculo entre el flujo de información y el flujo de material.

Mapear las actividades en el proceso de producción con tiempos de ciclo, tiempos muertos, inventario en proceso, movimientos de material, flujos de información, ayudara a visualizar el estado actual de las actividades de proceso y guiara en la dirección de un estado futuro deseado.

Entendiendo el proceso desde las materias primas hasta las partes terminadas se puede remover desperdicio.

### **Porque la necesidad de mapear la cadena de valor?**

Para tener éxito en cualquier sector industrial se debe continuamente perseguir ser competitivos. Para lograr esto, se deben poner objetivos para mejorar en cada área de la empresa. En muchos casos, es relativamente simple hacer un ahorro en los costos al instante. Lo que es mucho mas importante sin embargo es una reducción de costos sobresaliente. Hay raramente un entendimiento del efecto que una mejora tendrá en la cadena de valor interna del negocio. Peor aun, un alto nivel de recursos es a menudo encausado para lograr una mejora que no tiene un impacto sobre el desempeño completo del negocio. Las razones de esto son:

- 1 Poco entendimiento del efecto que un proceso tiene sobre la cadena de valor hacia adelante y hacia atrás en la empresa.
- 2 Muchos negocios son conducidos como una serie de grupos departamentales mas allá que como un proceso de manufacturación.
- 3 La eficiencia es medida como una función de velocidad de manufactura, más allá que el efecto total del proceso y retrasos durante la fabricación.
- 4 Lugares de stock son creados para absorber las ineficiencias y llega a ser comúnmente aceptada como parte del proceso.

Value Stream Mapping ayudara a resaltar estas deficiencias. Ayudara a la efectiva toma de decisiones, crear enfoque para la mejora y permitir al equipo trabajar cohesivamente para el beneficio de la empresa.

Es esencial que cada empleado entienda el impacto que cada uno de ellos puede tener en la competitividad de la empresa. VSM es un paso clave en ese entendimiento.

### **Como se puede beneficiar una empresa de Value Stram Mapping?**

Value Stream Mapping se enfoca sobre el diseño del sistema de producción. Para ser competitivo se debe eliminar interrupciones de desperdicios para producir flujo, reducir los ciclos de producción (lead times) al mínimo.

### **La empresa se beneficiara en varias formas:**

- Un mayor entendimiento del costo del producto.
- Un panorama claro del proceso de manufacturación.
- Una reducción del trabajo en proceso (WIP).
- Reducción en el tiempo de ciclo de producción
- Una respuesta más rápida a los cambios de demanda.
- Respuesta más rápida a los asuntos sobre calidad.
- Un énfasis en “pull/jalar” desde el cliente.
- Un incremento en la contribución de valor agregado.
- Estandarización de los procesos de producción.

## **2.2 Herramienta de las 5 s’**

Se empezara con la descripción de las 5 s’ porque constituye el primer paso a realizar para transformar un sistema de producción convencional a un sistema de Lean Manufacturing.

Se llama estrategia de las 5s’ porque representan acciones que son principios expresados con cinco palabras japonesas que comienza por la letra **S**. Cada palabra tiene un significado importante para la creación de un lugar digno y seguro donde trabajar. Estas cinco palabras son<sup>8</sup>:

**Clasificar. (Seiri)**

**Orden. (Seiton)**

**Limpieza. (Seiso)**

**Estandarizar. (Seiketsu)**

**Disciplina. (Shitsuke)**



Figura No. 7 Las 5 s’.

<sup>8</sup> Tapping Don. “Lean Pocket Guide”, MCS Media Inc. 2003.

Las 5 s' son el fundamento del modelo de productividad industrial creado en Japón y hoy aplicado en empresas occidentales. No es que las 5s' sean características exclusivas de la cultura japonesa. Todos los no japoneses practicamos las 5s' en nuestra vida personal y en numerosas oportunidades no lo notamos. Practicamos el Seiri y Seiton cuando mantenemos en lugares apropiados e identificados los elementos como herramientas, libros, basura, toallas, libretas, reglas, llaves etc.

Cuando nuestro entorno de trabajo está desorganizado o sucio, se pierde la eficiencia y la moral en el trabajo se reduce.

Son poco frecuentes las fábricas, talleres y oficinas que aplican en forma estandarizada las 5s' en igual forma como mantenemos nuestras cosas personales en forma diaria. Esto no debería ser así, ya que en el trabajo diario las rutinas de mantener el orden y la organización sirven para mejorar la eficiencia en nuestro trabajo y la calidad de vida en aquel lugar donde pasamos más de la mitad de nuestra vida. Realmente es en nuestro sitio de trabajo donde pasamos más horas en nuestra vida. Ante esto deberíamos hacernos la siguiente pregunta.....¿Vale la pena mantenerlo desordenado, sucio y poco organizado?

Es por esto que cobra importancia la aplicación de la estrategia de las 5S. No se trata de una moda, un nuevo modelo de dirección o un proceso de implantación de algo japonés. Simplemente, es un principio básico de mejorar nuestra vida y hacer de nuestro sitio de trabajo un lugar donde valga la pena vivir plenamente. Y si con todo esto, además, obtenemos mejorar nuestra productividad y la de nuestra empresa, por que no lo hacemos?

### **1 SEIRI (clasificar/seleccionar).**

(Diferenciar entre elementos necesarios e innecesarios en el lugar de trabajo y descartar los innecesarios.)

Por ejemplo en:

- El trabajo en proceso
- Las herramientas innecesarias
- La maquinaria no ocupada
- Los productos defectuosos
- Los papeles y documentos

La primera S se refiere a eliminar del área de trabajo todo aquello que no sea necesario. Una forma efectiva de identificar estos elementos que habrán de ser eliminados es llamada "etiquetado en rojo". En efecto una tarjeta roja (de expulsión) es colocada a cada artículo que se considera no necesario para la operación. Enseguida, estos artículos son llevados a un área de almacenamiento transitorio. Más tarde, si se confirmó que eran innecesarios, estos se dividirán en dos clases, los que son utilizables para otra operación y los inútiles que serán descartados. Este paso de ordenamiento es una manera excelente de liberar espacios de piso desechando cosas tales como: herramientas rotas, aditamentos o herramientas obsoletas, recortes y excesos de materia prima. Este paso también ayuda a eliminar la mentalidad de "Por si acaso".



Figura No. 8 Ejemplo de tarjeta roja.

## 2 SEITON (ordenar).

(Todo en su lugar) es la segunda S y se enfoca a sistemas de guardado eficientes y efectivos.

1. ¿Qué necesito para hacer mi trabajo?
2. ¿Dónde lo necesito tener?
3. ¿Cuántas piezas de ello necesito?

Algunas estrategias para este proceso de "todo en su lugar" son: pintura de pisos delimitando claramente áreas de trabajo y ubicaciones, tablas con siluetas, así como estantería modular y/o gabinetes para tener en su lugar cosas como un bote de basura, una escoba, trapeador, cubeta, etc. ¡No nos imaginamos cómo se pierde tiempo buscando una escoba que no está en su lugar! Esa simple escoba debe tener su lugar donde todo el que la necesite, la halle. "Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar."

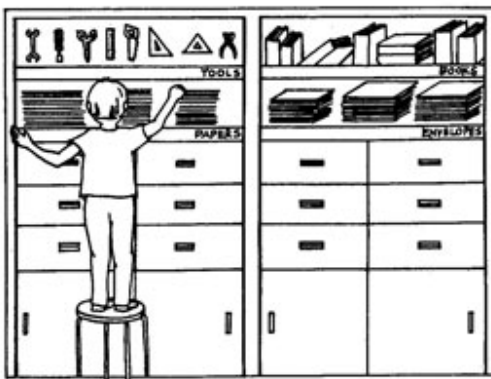


Figura No. 9 Ejemplo de Ordenar.

## 3 SEISO (limpiar).

(Mantener limpias las máquinas y los ambientes de trabajo).

Una vez que ya hemos eliminado la cantidad de estorbos y hasta basura, y relocalizado lo que sí necesitamos, viene una limpieza del área. Cuando se logre por primera vez, habrá que mantener

una diaria limpieza a fin de conservar el buen aspecto y comodidad de esta mejora. Se desarrollará en los trabajadores un orgullo por lo limpia y ordenada que tienen su área de trabajo. Este paso de limpieza realmente desarrolla un buen sentido de propiedad en los trabajadores. Al mismo tiempo comienzan a resultar evidentes los problemas que antes eran ocultados por el desorden y suciedad. Así, se dan cuenta de fugas de aceite, aire, refrigerante, partes con excesiva vibración o temperatura, riesgos de contaminación, partes fatigadas, deformadas, rotas, desalineamiento. Estos elementos, cuando no se atienden, pueden llevarnos a una falla del equipo y pérdidas de producción, factores que afectan las utilidades de la empresa.



Figura No. 10 Ejemplo de limpiar.

#### **4 SEIKETSU (estandarizar).**

(Estandarizar y sostener las prácticas y actividades hasta ahora realizadas).

Al implementar las 5s', nos debemos concentrar en estandarizar las mejores prácticas en nuestra área de trabajo. En esta etapa o fase de aplicación (que debe ser permanente), son los trabajadores quienes adelantan programas y diseñan mecanismos que les permitan beneficiarse a sí mismos. Ellos son muy valiosas fuentes de información en lo que se refiere a su trabajo, pero con frecuencia no se les toma en cuenta.

Para generar esta cultura se pueden utilizar diferentes herramientas, una de ellas es la localización de fotografías del sitio de trabajo en condiciones óptimas para que pueda ser visto por todos los empleados y así recordarles que ese es el estado en el que debería permanecer, otra es el desarrollo de unas normas en las cuales se especifique lo que debe hacer cada empleado con respecto a su área de trabajo.

Para realizar esto continuamente, la gerencia debe diseñar sistemas y procedimientos que aseguren la continuidad. Dejemos que los trabajadores participen en el desarrollo de estos estándares o normas.



Figura No. 11 Se muestra una fotografía de una estación de trabajo.

## **5 SHITSUKE (disciplina).**

(Construir autodisciplina en el taller o lugar de trabajo).

Para poder practicar continuamente estos puntos las personas deben adquirir autodisciplina.

Esta será, con mucho, la S más difícil de alcanzar e implementar. La naturaleza humana es resistir el cambio y no pocas organizaciones se han encontrado dentro de un taller sucio y amontonado a solo unos meses de haber intentado la implementación de las 5s'. Existe la tendencia de volver a la tranquilidad de la vieja forma de hacer las cosas. El sostenimiento consiste en establecer un nuevo "Status quo" y una nueva serie de normas o estándares en la organización del área de trabajo.

Una vez implantadas las 5s', la empresa crea impresiones positivas en los clientes y aumenta la eficiencia la organización. No sólo los trabajadores se sienten mejor en el lugar donde trabajan, sino que el efecto de superación continua generando menores desperdicios, mejor calidad de productos y respuesta más rápida ante los imprevistos y urgencias, cualquiera de los cuales, hace a más competitivo el proceso de manufactura.

Las 5s' son el fundamento del modelo de productividad industrial creado en Japón y aplicado hoy en empresas occidentales. Cuando nuestro entorno de trabajo está desorganizado y sin limpieza perdemos la eficiencia.

A pesar de no ser una metodología nueva, es poco frecuente que las fábricas, talleres y oficinas apliquen de forma estandarizada las 5s', tal y como mantenemos nuestras cosas personales en forma diaria.

Por tanto esta metodología nos ayuda a:

- Dar respuesta a la necesidad de mejorar el ambiente de trabajo, eliminación de despilfarros producidos por el desorden, falta de aseo, fugas, contaminación, etc.



- Buscar la reducción de pérdidas de calidad, tiempo de respuesta y costes con la intervención del personal en el cuidado del sitio de trabajo e incremento de la moral por el trabajo.
- Facilitar y crear las condiciones para aumentar la vida útil de los equipos, gracias a la inspección permanente por parte de la persona responsable de cada equipo o máquina.
- Mejorar la estandarización y la disciplina en el cumplimiento de las normas al tener el personal la posibilidad de participar en la elaboración de procedimientos de orden y limpieza.
- Hacer uso de elementos de control visual como tarjetas y tableros para mantener ordenados todos los elementos y herramientas que intervienen en el proceso productivo.
- Conservar el estado de orden y limpieza del área de trabajo mediante controles periódicos sobre las acciones de mantenimiento de las mejoras alcanzadas con la aplicación de las 5S.
- Poder implantar otra herramienta de Lean Manufacturing (limpiar el terreno) de mejora de sistema productivo.
- Reducir las causas potenciales de accidentes y aumentar la conciencia de cuidado y conservación de los equipos y demás recursos de la compañía.



Figura No. 11 Proceso de las 5 S's.

## **2.2.1 La metodología de implantación de las 5 S' – Fases<sup>9</sup>.**

Fases: Área piloto y Generalización.-

ÁREA PILOTO: Primeramente se realiza la implantación en un área piloto, de esta forma:

- Se aprende la metodología
- Se concentran esfuerzos y se asegura el éxito, con lo cual se cuenta con un claro ejemplo de mejora que estimula a la organización.

Es recomendable iniciar el proceso 5s' seleccionando un área piloto. Esto debido a que es necesario desarrollar métodos de trabajo, controles visuales estándares y otras ayudas administrativas, las cuales se deben probar. La aplicación inicial de las 5s' en el área piloto debe servir para aprender y posteriormente aplicar la experiencia, a otras áreas de la empresa.

GENERALIZACIÓN: Posteriormente la implantación se extiende de forma progresiva al resto de áreas de la organización.

*Dedicación.-* No deben subestimarse los medios personales requeridos para desarrollar un proyecto de 5s'. En gran medida, el tiempo a dedicar por los participantes en el proyecto dependerá de la situación de partida de la organización o empresa y del nivel de profundidad que se persiga en su ejecución. También influirá la intensidad con que se planifique el proyecto, es decir, la duración prevista para su ejecución.

### **La metodología de implantación de las 5s' - Personal implicado ( I )**

Todos los niveles de la empresa deberán tomar parte en la implantación. Veamos cómo:

**La Dirección.-** Es la máxima responsable del Programa. Se necesita un firme convencimiento por su parte sobre la importancia de la organización, el orden y la limpieza.

El máximo responsable de la organización y su equipo directivo han de desempeñar un papel activo en el proceso, especialmente en las primeras experiencias de implantación. Sus funciones consisten en:

- Liderar el Programa 5 s'
- Mantener un compromiso activo.
- Promover la participación de todos los implicados.
- Dar seguimiento al programa.

Una vez seleccionada el área de intervención, la Dirección debe designar a los miembros del equipo de proyecto que se encargará de llevar a cabo la implantación.

---

<sup>9</sup> Tapping Don. "Lean Pocket Guide", MCS Media Inc., 2003.

Este equipo estará integrado por un *facilitador* y cinco ó seis personas que estén estrechamente relacionadas con el área seleccionada.

***El facilitador.***- Es la persona que va a coordinar el proyecto, guiando al equipo en la implantación de la metodología.

Dado el contenido de su intervención, tendrá una dedicación personal intensa durante el desarrollo del proyecto. Como líder del equipo sus funciones son:

- Formar a los miembros del equipo de proyecto en la metodología 5s'.
- Ayudar a la Dirección en la planificación del proceso global de implantación de las 5s'.
- Asegurar la disponibilidad de los medios logísticos necesarios, la eficacia de las reuniones y cualquier otra actividad de grupo.
- Coordinar la ejecución de tareas y revisar el ritmo de ejecución.
- Aportar orientación y guía al equipo, actuando como un consultor interno.
- Velar por el seguimiento riguroso de la metodología.
- Informar a la Dirección sobre la evolución del proyecto.
- Asegurar la permanente actualización de los indicadores en el Panel 5s'.
- Velar por el mantenimiento y mejora de la situación alcanzada tras la implantación.
- Transferir la experiencia a otras áreas, guiando el proceso de extensión de la metodología y canalizando el conocimiento sobre 5s' en la empresa.
- Ser un experto conocedor de la metodología 5s', formarse continuamente y aprovechar todas las oportunidades de aprendizaje que se presentan.
- Especialmente, ser un buen dinamizador de equipos.

### **La metodología de implantación de las 5s' - Personal implicado (II)**

Continuamos hablando sobre el personal implicado en la implantación de las 5s'.

***El resto de miembros del equipo.***- Deben ser cinco o seis personas que trabajen en el área donde se van a implantar las 5s'. Por ejemplo, el equipo lo puede formar diferente personal de la organización, por ejemplo:

- El jefe de área.

- Un encargado o mando intermedio.
- Uno o dos Operarios / Empleados.
- Un miembro de Mantenimiento, si el proyecto se desarrolla en Taller.

Sus funciones son:

- Conocer los conceptos y metodología 5s'.
- Programar la ejecución de cada fase del proyecto.
- Ayudar al facilitador en la formación del resto del personal del área de trabajo.
- Reunir información y analizar en equipo la situación actual.
- Proponer ideas de mejora y decidir en grupo las soluciones a implantar.
- Establecer los planes de acción y ejecutar las acciones acordadas en cada fase del proceso de implantación.
- Efectuar el seguimiento y analizar los indicadores del panel 5s'.
- Proponer acciones correctoras ante las desviaciones o evoluciones negativas del nivel de organización, orden y limpieza.

**Otros participantes.**- Además de estos participantes directos, otras personas pueden desempeñar un papel dinamizador u obstaculizador, según el caso, en el proyecto. Ser un obstáculo o una ayuda dependerá de:

- El comportamiento personal.
- La colaboración en la ejecución de las acciones.
- La rapidez y calidad en la prestación de sus servicios.

Por eso, la Dirección debe asegurarse que todos los interesados en el desarrollo o resultado del proyecto, estén bien informados desde la fase inicial y durante su avance.

Cada una de la 5s' se desarrolla e implanta a través de una serie de etapas. Esta serie es la misma para cada una de las 5s':

- 1.- Se comienza con unas sesiones de formación que resultan absolutamente necesarias para comprender la finalidad de lo que se va a hacer, motivar al equipo, definir nuevos conceptos, etc.
- 2.- A continuación se visita de forma activa y estructurada el lugar de trabajo para comprobar la necesidad de mejora en la fase que se esté llevando a cabo, hablando de hechos y "tocando" aquello que estamos sometiendo a 5s'. Se toman fotografías y se realizan actividades de ejecución física.
- 3.- La siguiente etapa es una actividad creativa y resolutoria en la que se toman decisiones y se formulan acciones para corregir las situaciones problemáticas identificadas durante la visita al área de trabajo.

Hacia el final de todo el proceso, se emprenden acciones para reforzar la situación conseguida tras las mejoras implantadas, actuando sobre las causas de los problemas para evitar su repetición y documentando la forma de proceder.

### 2.3 Trabajo Estandarizado.

Para que el flujo ocurra dentro de los procesos que agregan valor, los trabajadores deben ser capaces de producir dentro del takt time y mejorar consistentemente el tiempo de ciclo de los elementos de trabajo asignado. Lo que se pretende es muy sencillo, nadie desea que un operador mejore el tiempo de ciclo y logre llegar a 45 segundos en una operación, mientras su compañero mejoró la operación a 60 segundos. Aquí se busca estandarizar el tiempo de ciclo a 45 segundos y observar que todos hagan el mismo trabajo de la misma manera. Esto se logra implementando el trabajo estandarizado<sup>10</sup>.

El trabajo estandarizado es un conjunto de procedimientos de trabajo que establecen el mejor método y secuencia para cada proceso. La hoja de trabajo estandarizado ayuda a ilustrar la secuencia de operaciones dentro del proceso, incluyendo el tiempo de ciclo. (Figura No. 13) Esta hoja debe colocarse en el área de trabajo.

Alcance de las Operaciones	Proceso:	Ensamble del Trucky®			Fecha de preparación:	20/09/2006
	Compañía:	Tec Motor Company®			Fecha de revisión:	
Inspección de calidad	Equipo de Seguridad	Inventario en proceso (WIP)	# de piezas en WIP	Takt Time	Tiempo Operador	Tiempo Máquina
◆	+	△	14	43 seg	30 seg	23 seg

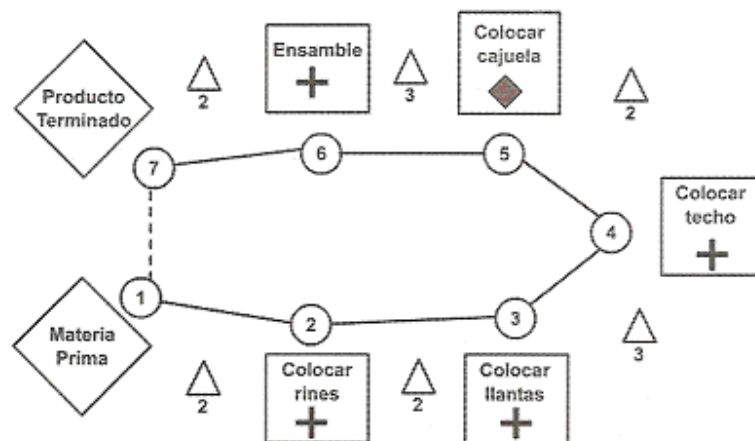


Figura No. 13 Hoja de trabajo estandarizado. Fuente: Villaseñor Alberto (Manual de Lean Manufacturing) 2007.

Los pasos a seguir para llenar esta hoja son:

1. Dibujar el layout de la célula sobre la hoja e identificar todos los artículos.

<sup>10</sup> Villaseñor Alberto, Galindo Edber “Manual de Lean Manufacturing” Limusa, México, 2007.

2. Asignar la ubicación de los elementos de trabajo por número.
3. Mostrar la trayectoria de los movimientos.
4. Llenar la información requerida dentro de la hoja.
5. Colocarla en el área de trabajo.

El trabajo estandarizado provee las bases para tener altos niveles de productividad, calidad y seguridad. Los trabajadores desarrollan ideas kaizen para que continuamente se mejoren estas tres áreas. Aquí se tienen unos pasos para implementar el trabajo estandarizado:

Trabajar junto con los operadores para determinar los métodos de trabajo más eficientes y asegurarse de que todos estén de acuerdo. Esto puede que incluya la revisión del sistema propuesto de los elementos de trabajo revisados, con el grupo entero que los utilizara. No es de sorprenderse que las personas unilateralmente impongan nuevos estándares y procedimientos.

Use la hoja de la combinación del trabajo estándar (Figura No. 14) para entender como los tiempos de ciclo de los procesos se comparan con el takt time. Este documento muestra el flujo de los materiales y las personas dentro del proceso. Especifica el tiempo exacto de cada secuencia de trabajo dentro de una operación, incluyendo el tiempo mientras se camina. Si el tiempo de ciclo es mas largo que el takt time, la operación debe ser mejorada para alcanzar el takt time. Esta puede incluir la asignación de algunos elementos del trabajo a las operaciones que sean más rápidas que el takt time.

Operador: Raúl Gamez		Fecha: 20/09/2006			Requerimiento por turno: 600/Turno		Manual															
# de parte	Trucky®	Departamento:	Producción <th>Takt time:</th> <td>46 seg</td> <th>Automático</th> <td>-----</td> <th>Caminar</th> <td>~~~~~</td>	Takt time:	46 seg	Automático	-----	Caminar	~~~~~													
# de pasos	Descripción de las operaciones	Tiempo			Tiempo de las operaciones (segundos)																	
		Manual	Auto	Caminar	5"	10"	15"	20"	25"	30"	35"	40"	45"	50"	55"	60"	65"	70"	75"	80"	85"	90"
1	Recibir materia prima.	2		2																		
2	Estampar pieza #30034.	1	5	1																		
3	Ensamblar piezas #8000 y 30034.	2		2																		
4	Ensamblar #90012 y subensamble del paso 3.	2		1																		
5	Ensamblar #30623 y subensamble del paso 4.	3		1																		
6	Estampar pieza #37088.	1	5	1																		
7	Ensamblar #37088 y subensamble del paso 5.	2		1																		
8	Ensamblar #5100 y subensamble del paso 7.	3		1																		
9	Ensamblar #3000 y subensamble del paso 8.	3		1																		
10	Estampar pieza #70230.	1	7	1																		
11	Ensamblar #70230 y subensamble del paso 9.	2		1																		
12	Estampar pieza #30030.	1	6	1																		
13	Ensamblar #30030 y subensamble del paso 11.	2		1																		
14	Ensamblar #6000 y subensamble del paso 13.	2																				
15	Transportar subensamble a área de pintura.			1																		
16	Pintar trucky®.	3																				
<b>Totales</b>		<b>30</b>	<b>23</b>	<b>16</b>	<b>5"</b>	<b>10"</b>	<b>15"</b>	<b>20"</b>	<b>25"</b>	<b>30"</b>	<b>35"</b>	<b>40"</b>	<b>45"</b>	<b>50"</b>	<b>55"</b>	<b>60"</b>	<b>65"</b>	<b>70"</b>	<b>75"</b>	<b>80"</b>	<b>85"</b>	<b>90"</b>

Figura No. 14 Hoja de combinación de trabajo estándar. Fuente: Villaseñor Alberto (Manual de Lean Manufacturing) 2007.

Los pasos recomendados para llenar esta hoja son:

1. Separe las actividades de cada trabajador en diferentes elementos.
2. Tome tiempo a cada elemento.
3. Documente el tiempo invertido en caminar.
4. Llène la hoja:
  - a) Enliste los elementos y los artículos asociados.
  - b) Grafique cada elemento y los tiempos invertidos en caminar.
5. Coloque la hoja en la estación de trabajo.

Agregue el takt time, un medible crítico para el trabajo estandarizado. No se trate de hacer modificaciones sustanciales en las cargas de trabajo cuando el takt time cambie. Si este disminuye, armonice el trabajo y agregue los empleados necesarios. Cuando aumente, asigne a pocas personas al proceso.

### **2.3.1 Balanceo de línea.**

Típicamente, algunas operaciones toman más tiempo que otras, dejando a los operadores sin nada que hacer mientras esperan la siguiente parte. Por otro lado, algunas operaciones tal vez necesiten más de un operador. El balanceo de la línea es un proceso a través del cual, con el tiempo, se van distribuyendo los elementos del trabajo dentro del proceso en orden, para que alcancen el takt time. El balanceo de línea ayuda a la optimización del uso de personal. Al balancear la carga de trabajo, se evita que algunos trabajen de más y que otros no hagan nada. Considerando que la demanda del consumidor fluctuó, cambie el takt time y, entonces, rebalancee la línea cada vez que esto ocurra.

#### **Grafica de balanceo de operadores.**

El balanceo de línea inicia con el análisis del estado actual del proceso. La mejor herramienta para esta actividad es la grafica de balanceo de operadores (Operador Balance Chart). Es una representación de los elementos de trabajo, el tiempo requerido y los operadores de cada estación. Se usa para mostrar las oportunidades de mejora visualizando cada tiempo de operación en relación con el takt time y el tiempo de ciclo total.

Los pasos para crear una grafica del balanceo de operadores son los siguientes:

1. Determinar el tiempo de ciclo actual y los elementos de trabajo asignados. Por ejemplo, considere el siguiente proceso, en donde se tienen 7 operaciones (estampado, colocar rines, colocar llantas, soldar pieza, soldar techo, soldar cajuela, ensamble final), 7 operadores, un takt time de 32 segundos y un tiempo de ciclo total de 173 segundos. (Figura No. 15)



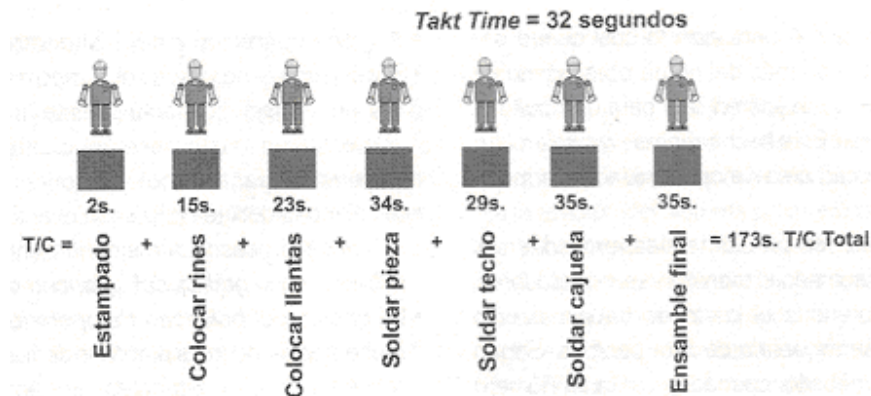


Figura No. 15 Proceso de producción. Fuente: Villaseñor Alberto (Manual de Lean Manufacturing) 2007.

2. Crear una grafica de barra que dé una mejor representación de las condiciones (Figura No. 16). La grafica del estado actual muestra claramente que varias barras sobrepasan el valor del takt time, y además, existe un desbalanceo entre las operaciones.

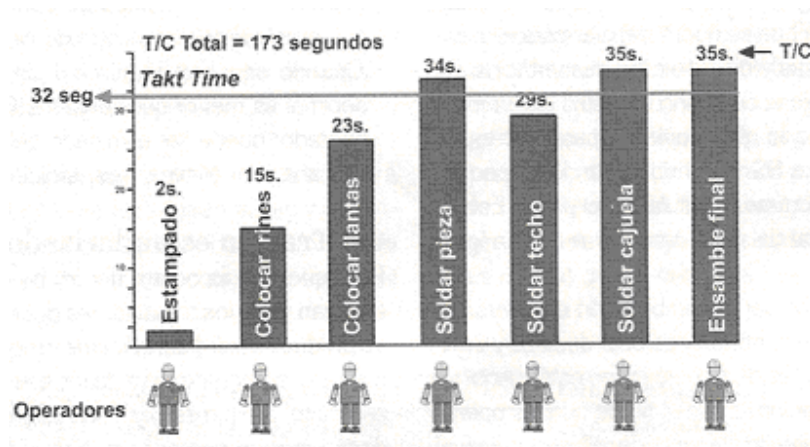


Figura No. 16 Grafica de balanceo de operadores. Fuente: Villaseñor Alberto (Manual de Lean Manufacturing) 2007.

3. Para determinar el número de operadores se necesita dividir el tiempo de ciclo total del producto entre el takt time.

$$\# \text{ de operadores necesarios} = 173 \text{ seg. (TCT)} / 32 \text{ seg. (takt time)} = 5.40$$

Se requieren de 5.4 personas, lo cual quiere decir que se cuenta con más del número necesario de operarios, ya que se requieren seis para que puedan manejar el proceso. Este hecho representa un problema, pero también un área de oportunidad para mejorar el proceso.

Si se eliminara el suficiente desperdicio en el proceso, se lograría hacer todo con seis operadores; además se mantendría el costo de trabajo directo por parte y no se requería de otra persona. Según el pensamiento esbelto, cuando se saca el número de operadores y el decimal obtenido



tiene un valor que es menor o igual a 0.5 (en este caso, 0.4) es un buen indicador, ya que se podrá trabajar para eliminar el operador de más y disminuir los desperdicios. En el proceso de mejora, cada uno de estos operadores debe decir que es lo que requieren para hacer una parte dentro de los 32 segundos. Entonces, el tiempo de ciclo total debe ser menor o igual a 173 segundos.

La solución debe ser la combinación de operaciones, por ejemplo estampado y colocar rines y dejar las demás estaciones de trabajo como están. Aquí se reparten las operaciones con el fin de que los operadores logren un tiempo de ciclo de 32 segundos, el cual esta dentro del takt time. (Figura No. 17)

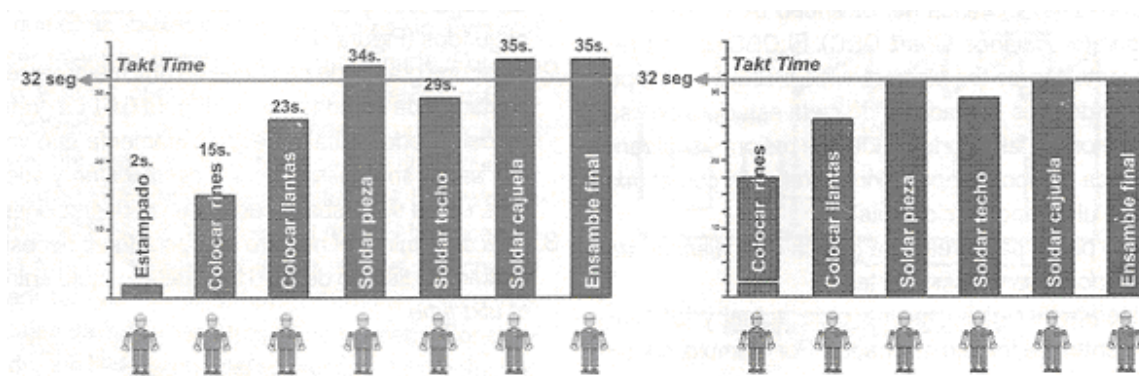


Figura No. 17 Grafica de balanceo de operadores, estado actual y futuro. Fuente: Villaseñor Alberto (Manual de Lean Manufacturing) 2007.

## 2.4 SMED (Intercambio de herramientas en minutos).

### ¿Que es SMED?

Se ha definido el SMED como la teoría y técnicas diseñadas para realizar las operaciones de cambio de herramienta/utillaje en menos de 10 minutos<sup>11</sup>.

El sistema SMED nació por la necesidad de lograr la producción JIT (Just in Time), una de las piedras angulares del sistema Toyota de fabricación y fue desarrollado para acortar los tiempos de la preparación de máquinas, intentando hacer lotes de menor tamaño.

En contra de los pensamientos tradicionales el Ingeniero japonés Shigeo Shingo señaló que tradicional y erróneamente, las políticas de las empresas en cambios de utillaje, se han dirigido hacia la mejora de la habilidad de los operarios y pocos han llevado a cabo estrategias de mejora del propio método de cambio.

<sup>11</sup> Shingo Shigeo. "A study of the Toyota Production System from an Industrial Engineering viewpoint", Productivity Press, 1989.

El éxito de este sistema comenzó en Toyota, consiguiendo una reducción del tiempo de cambios de matrices de un periodo de una hora y cuarenta minutos a tres minutos.

Su necesidad surge cuando el mercado demanda una mayor variedad de producto y los lotes de fabricación deben ser menores; en este caso para mantener un nivel adecuado de competitividad, o se disminuye el tiempo de cambio o se siguen haciendo lotes grandes y se aumenta el tamaño de los almacenes de producto terminado, con el consiguiente incremento de costos. Esta técnica está ampliamente validada y su implantación es rápida y altamente efectiva en la mayor parte de las máquinas e instalaciones industriales.

### **¿Qué entendemos por cambio de utillaje en una máquina?**

Es el conjunto de operaciones que se desarrollan desde que se detiene la máquina para proceder al cambio de lote hasta que la máquina empieza a fabricar la primera unidad del siguiente producto en las condiciones especificadas de tiempo y calidad. El intervalo de tiempo correspondiente es el tiempo de cambio.

### **Para que sirve SMED?**

Esta técnica permite disminuir el tiempo que se pierde en las máquinas e instalaciones debido al cambio de herramientas, también llamado utillaje, necesario para pasar de producir un tipo de producto a otro. Algunos de los beneficios que aporta esta herramienta son:

- Reducir el tiempo de preparación y pasarlo a tiempo productivo
- Reducir el tamaño del inventario
- Reducir el tamaño de los lotes de producción
- Producir en el mismo día varios modelos en la misma máquina o línea de producción.

Esta mejora en la reducción del tiempo aporta ventajas competitivas para la empresa ya que no tan sólo existe una reducción de costos, sino que aumenta la flexibilidad o capacidad de adaptarse a los cambios en la demanda. Al permitir la reducción en el tamaño de lote colabora en la calidad ya que al no existir stocks(inventarios) innecesarios, no se pueden ocultar los problemas de fabricación.

Algunos de los tiempos que tenemos que eliminar aparecen como despilfarros habitualmente de la siguiente forma:

- Los productos terminados se trasladan al almacén con la máquina parada.
- El siguiente lote de materia prima se trae del almacén con la máquina parada.
- Las cuchillas, moldes, matrices, etc; no están en condiciones de funcionamiento.

- Algunas partes que no se necesitan se llevan cuando la máquina todavía no está funcionando.
- Faltan tornillos y algunas herramientas no aparecen cuando se necesitan durante el cambio.
- El número de ajustes es muy elevado y no existe un criterio en su definición.

El SMED, asociado a un proceso de mejora continua y herramientas Lean Manufacturing va a tratar de eliminar todos estos desperdicios.

### **¿Cómo funciona SMED?**

Para entender la importancia de esta técnica con un ejemplo sencillo podemos plantearnos que, en nuestro propio caso y como conductores de nuestro auto, cambiar una rueda en 15 minutos es aceptable, sin embargo a los preparadores de Fórmula 1, la elevada competencia y la continua pugna por el ahorro de tiempos ha llevado a hacer ese cambio en 7 segundos.

Como caso genérico partiremos de la base de que con esta técnica puede reducirse el tiempo de cambio un 50% sin inversiones importantes.

Para ello el Ingeniero Japonés Shigeo Shingo descubrió en 1950, que había dos tipos de operaciones al estudiar el tiempo de cambio en una prensa de 800 toneladas:

- **Operaciones Internas:** Aquellas que deben realizarse con la máquina parada, como montar o desmontar dados.
- **Operaciones Externas:** Pueden realizarse con la máquina en marcha, como transportar los dados usados al almacén o llevar los nuevos hasta la máquina.

El objetivo es analizar todas estas operaciones, clasificarlas, y ver la forma de pasar operaciones internas a externas, estudiando también la forma de acortar las operaciones internas con la menor inversión posible.

Una vez parada la máquina, el operario no debe apartarse de ella para hacer operaciones externas. El objetivo es estandarizar las operaciones de modo que con la menor cantidad de movimientos se puedan hacer rápidamente los cambios, de tal forma que se vaya perfeccionando el método y forme parte del proceso de mejora continua de la empresa.

<b>Operación</b>	<b>Proporción del tiempo</b>
Preparación, ajustes post-proceso y verificación de materiales, herramientas, troqueles, calibres, etc.	30%
Montar y desmontar herramientas, etc.	5%
Centrar, dimensionar y fijar otras condiciones.	15%
Producción de piezas de ensayo y ajustes.	50%

Tabla No. 2 Pasos en un proceso de preparación de máquinas (Shingo, 1997).

La aplicación de sistemas de cambio rápido de utillaje se convierte en una técnica de carácter obligado en aquellas empresas que fabriquen series cortas y con gran diversidad de referencias. Tradicionalmente el tamaño de los lotes ha sido el siguiente.

- Lote pequeño: 500 piezas o menos.
- Lote medio: 501-5000 piezas.
- Lote grande: Más de 5000 piezas.

## **2.4.1 Cómo se aplica SMED**    Etapas conceptuales

### **ETAPAS**

*Etapa preliminar:* Estudio de la operación de cambio

*Primera etapa:* Separar tareas internas y externas

*Segunda etapa:* Convertir tareas internas en externas

*Tercera etapa:* Perfeccionar las tareas internas y externas

### **Etapa preliminar: Estudio de la operación de cambio.**

Lo que no se conoce no se puede mejorar, por ello en esta etapa se realiza un análisis detallado del proceso inicial de cambio con las siguientes actividades:

- *Registrar los tiempos de cambio:*
  - Conocer la media y la variabilidad.
  - Escribir las causas de la variabilidad y estudiarlas.
- *Estudiar las condiciones actuales del cambio:*
  - Análisis con cronómetro.
  - Entrevistas con operarios (y con el preparador).
  - Grabar en vídeo.
  - Mostrarlo después a los trabajadores.
  - Sacar fotografías.

Esta etapa es más útil de lo que se cree, y el tiempo que invirtamos en su estudio puede evitar posteriores modificaciones del método al no haber descrito la dinámica de cambio inicial de forma correcta.

### **Primera etapa: Separar las tareas internas y externas**

En esta fase se detectan problemas de carácter básico que forman parte de la rutina de trabajo:

- Se sabe que la preparación de las herramientas, piezas y útiles no debe hacerse con la máquina parada, pero se hace.
- Los movimientos alrededor de la máquina y los ensayos se consideran operaciones internas.

Es muy útil realizar una lista de comprobación con todas las partes y pasos necesarios para una operación, incluyendo nombres, especificaciones, herramientas, parámetros de la máquina, etc. A partir de esa lista realizaremos una comprobación para asegurarnos de que no hay errores en las condiciones de operación, evitando pruebas que hacen perder el tiempo.

### **Segunda etapa: Convertir tareas internas en externas**

La idea es hacer todo lo necesario en preparar troqueles, matrices, punzones, etc, fuera de la máquina en funcionamiento para que cuando ésta se pare se haga el cambio necesario, de modo de que se pueda comenzar a funcionar rápidamente.

- Reevaluar para ver si alguno de los pasos está erróneamente considerado como interno.
- Prerreglaje de herramientas.
- Eliminación de ajustes: Las operaciones de ajuste suelen representar 70% del tiempo de preparación interna. Es muy importante reducir este tiempo de ajuste para acortar el tiempo total de preparación. Esto significa que se tarda un tiempo en poner a andar el proceso de acuerdo a la nueva especificación requerida.

Los ajustes normalmente se asocian con la posición relativa de piezas y troqueles, pero una vez hecho el cambio se demora un tiempo en lograr que el primer producto bueno salga bien. Se llama ajuste en realidad a las no conformidades que a base de prueba y error van llegando hasta hacer el producto de acuerdo a las especificaciones.

Partiremos de la base de que los mejores ajustes son los que no se necesitan, por eso se recurre a fijar las posiciones. Se busca recrear las mismas circunstancias que la de la última vez. Como muchos ajustes pueden ser hechos como trabajo externo se requiere fijar las herramientas. Los ajustes precisan espacio para acomodar los diferentes tipos de matrices, troqueles, punzones o utillajes por lo que requiere espacios standard.

### **Tercera etapa: Perfeccionar las tareas internas y externas.**

El objetivo de esta etapa es perfeccionar los aspectos de la operación de preparación, incluyendo todas y cada una de las operaciones elementales (tareas externas e internas).

Algunas de las acciones encaminadas a la mejora de las operaciones internas más utilizadas por el sistema SMED son:

- *Implementación de operaciones en paralelo:*

Estas operaciones que necesitan más de un operario ayudan mucho a acelerar algunos trabajos. Con dos personas una operación que llevaba 12 minutos no será completada en 6, sino quizás en 4, gracias a los ahorros de movimiento que se obtienen.

El tema más importante al realizar operaciones en paralelo es la seguridad.

- *Utilización de anclajes funcionales:*

Son dispositivos de sujeción que sirven para mantener objetos fijos en un sitio con un esfuerzo mínimo.

Todas estas etapas culminan en la elaboración de un procedimiento de cambio que pasa a formar parte de la dinámica de trabajo en mejora continua de la empresa y que opera de acuerdo al siguiente esquema iterativo de trabajo:

1. Elegir la instalación sobre la que actuar.
2. Crear un equipo de trabajo (operarios, jefes de sección, otros).
3. Analizar el modo actual de cambio de utillaje. Filmar un cambio.
4. Reunión del equipo de trabajo para analizar en detalle el cambio actual.
5. Reunión del equipo de trabajo para determinar mejoras en el cambio:
  - Clasificar y transformar operaciones Internas en Externas.
  - Evitar desplazamientos, esperas y búsquedas, situando todo lo necesario al lado de máquina.
  - Secuenciar adecuadamente las operaciones de cambio.
  - Facilitar útiles y herramientas que faciliten el cambio
  - Secuenciar mejor las órdenes de producción.
  - Definir operaciones en paralelo.
  - Simplificar al máximo los ajustes.
6. Definir un nuevo modo de cambio.
7. Probar y filmar el nuevo modo de cambio.

8. Afinar la definición del cambio rápido, convertir en procedimiento.

9. Extender al resto de máquinas del mismo tipo.

## Etapas de mejora con SMED

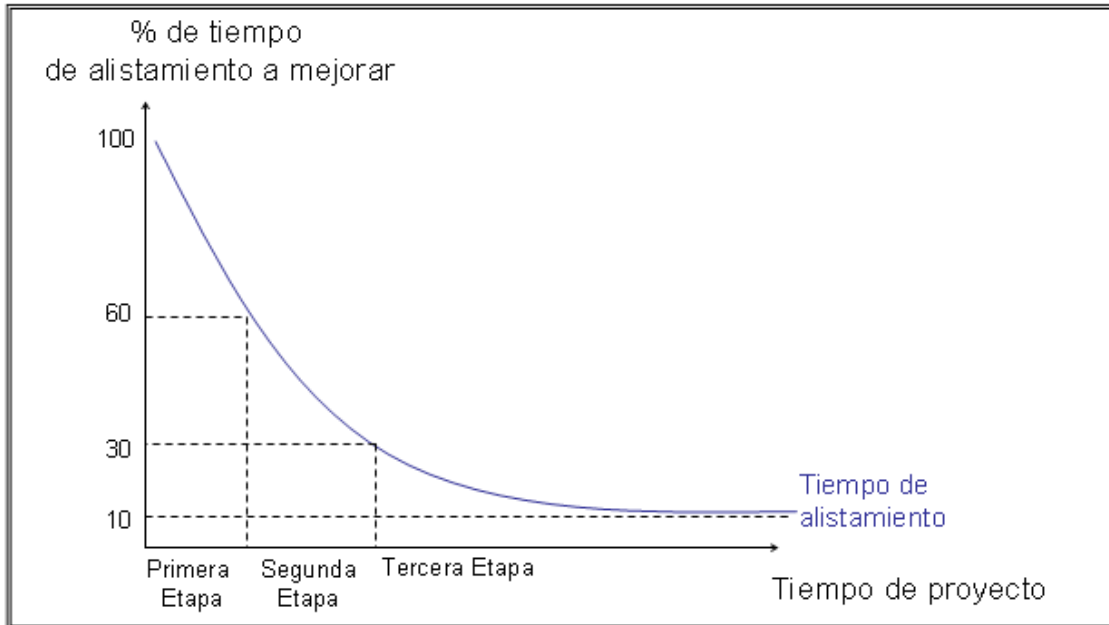


Figura No. 18 Etapas de mejora con SMED. Fuente: Elaboración propia.

### Mejoras usuales para el cambio rápido de herramientas

1) Evitar desplazamientos, esperas, pérdidas de tiempo, búsqueda, necesidad de elegir. Tener junto a la máquina todo lo necesario. Ello se logra mediante: juegos de herramientas, instrumentos de reglaje junto a la máquina; materializar zonas para colocación clasificada de útiles en casilleros; identificación mediante colores de las herramientas compatibles y de sus casilleros; puesto de trabajo espacioso, ordenado y limpio; esquemas de instrucciones situados junto a la máquina; y utillaje ligero de la máquina (llaves, llaves rápidas, destornilladores, martillos, etc.).

2) Dedicar medios de manutención. Suprimir esfuerzos físicos. Ello se obtiene gracias a: carretillas portaherramientas a la altura de la máquina; dispositivos para colocar la herramienta (rodamientos, correderas); gatos neumáticos o hidráulicos de elevación de herramientas; y revisión de la concepción de la herramienta para no tener que desmontar más que una parte reducida de la herramienta.

3) Reducir los tiempos de fijación de la herramienta. Reducir el número de pernos y tornillos; reducir la longitud de los pernos y tornillos; reemplazar los agujeros por muescas y entalladuras

(de modo tal de evitar tener que destornillar por completo los pernos); tuercas y pernos acanalados; fijación rápida, cierres, sistemas de encajado, bridas; señales de posicionamiento y de centrado en las herramientas y/o en las máquinas; y diferenciación por colores de las señales de posicionamiento.

4) Reducir los tiempos de reglaje y de conexión. Mediante la normalización de alturas de las herramientas, calces, señales de colores, graduaciones, muescas; plantillas de ajuste; presencia, junto a la máquina, de una pieza testigo de cata tipo a producir; sistemas rápidos de conexión y desconexión; e identificación mediante colores de cables, hilos eléctricos, tuberías, etc.

5) Efectuar tareas fuera del horario. Limpieza, mantenimiento, afilado de herramientas; limpieza, control y contraste de plantillas; precalentado de herramientas; y desmontaje parcial de la herramienta anterior.

6) Revisar la concepción. Normalización de las piezas a producir; y normalización de las dimensiones de herramientas y moldes.

## **2.4.2 Resultados y efectos de SMED.**

En la metodología tradicional de trabajo para la aplicación del SMED se crean grupos de trabajo con el personal implicado en el manejo de las máquinas y en su cambio de utillaje y se les plantea unas reuniones de trabajo en las se van definiendo las mejoras a implantar en el modo de cambio. De esta forma, se plantea a los trabajadores el desafío de lograr una fuerte reducción del tiempo de cambio, y a medida que estos trabajadores van colaborando, hacen suyas las propuestas y los logros, por lo que en su momento son quienes mejor defienden el nuevo modo de trabajo. Esto implica la dedicación en horas de reuniones dedicadas al efecto y a la formación de los operarios.

Es muy importante la planificación, puesto que gran parte del tiempo se pierde pensando en lo que hay que hacer después o esperando a que la máquina se detenga. Planificar las siguientes tareas reduce el tiempo de cambio y supone un punto de partida importante:

- El orden de las operaciones.
- Cuando tienen lugar los cambios.
- Que herramientas y equipamiento es necesario.
- Que personas intervendrán.
- Los materiales de inspección necesarios.

El objetivo es transformar en un evento sistemático el proceso, no dejando nada al azar, y facilitando que cualquier operario pueda realizar un cambio en ausencia del preparador especialista.

Una vez establecidas ciertas reglas de cambio rápido a aplicar, es cuando se debe formar un equipo piloto para trabajar en el desarrollo específico del nuevo modo de trabajo, determinando y concretando la forma en que la empresa deberá hacer el cambio rápido de herramienta. Una regla clara a aplicar es la de realizar análisis puntuales y luego extenderlo al resto de las máquinas.



## **Efectos del SMED**

- A) Cambio más sencillo.
- B) Producción con stock mínimo.
- C) Simplificación del área de trabajo.
- D) Mayor productividad y flexibilidad.

### **A) Cambio más sencillo.**

- Nueva operativa del cambio más sencilla.
- Necesidad de operarios menos cualificados.
- Se evitan situaciones de riesgo.
- Mejor seguridad.
- Se eliminan errores en el proceso.
- Mejor calidad.

### **B) Producción con stock mínimo.**

- Lotes más pequeños.
- Menor inventario en proceso.

### **C) Simplificación del área de trabajo.**

- Codificación de utillajes.
- Limpieza.

### **D) Mayor productividad y flexibilidad.**

La productividad busca que de 8 horas de trabajo (6 de trabajo y 2 de cambio):

- Se pase a 7 horas de trabajo y 1 de cambio.
- Se pase a 7 y media de trabajo y media de cambio.

La flexibilidad busca que de 8 horas de trabajo (6 de trabajo y 2 de cambio):

- Se pase a 6 horas de trabajo y dos cambios de 1 hora.
- Se pase a 6 horas de trabajo y cuatro cambios de media hora.

## **2.5 POKA-YOKE.**

Poka-yoke es una técnica de calidad desarrollada por el ingeniero japonés Shigeo Shingo en los años 1960's, que significa "a prueba de errores". La idea principal es la de crear un proceso donde los errores sean imposibles de realizar.

La idea básica es frenar el proceso de producción cuando ocurre algún defecto, definir la causa y prevenir que el defecto vuelva a ocurrir. Este es el principio del sistema de producción Justo a Tiempo. No son necesarias las muestras estadísticas. La clave es ir detectando los errores antes de

que se conviertan en defectos, e ir corrigiéndolos para que no se repitan. Como error podemos entender lo que hace mal el trabajador y que después hace que un producto salga defectuoso.

Un dispositivo Poka-yoke es cualquier mecanismo que ayuda a prevenir los errores antes de que sucedan, o los hace que sean muy obvios para que el trabajador se de cuenta y lo corrija a tiempo.

En cualquier evento, no hay mucho sentido en inspeccionar productos al final del proceso; ya que los defectos son generados durante el proceso, todo lo que se está haciendo es descubriendo esos defectos. Sumar trabajadores a la línea de inspección no tiene mucho sentido, debido a que no hay manera en que se puedan reducir los defectos sin la utilización de métodos en los procesos que prevengan en primer lugar que ocurran los errores.

Para reducir los defectos dentro de las actividades de producción, el concepto más fundamental es el de reconocer que los defectos son generados por el trabajo y que lo único que las inspecciones hacen es descubrir los defectos.

Desde que las acciones son afectadas por las condiciones de las operaciones, podemos concluir que el concepto fundamental de la inspección en la fuente reside en la absoluta necesidad de funciones de control, de que una vez ocurridos los errores en condiciones de operación y ser descubiertos, es el de resolver estos errores y prevenir que se conviertan en defectos.

### **Las dos funciones de Poka-Yoke<sup>12</sup>.**

Un sistema Poka-Yoke posee dos funciones:

- 1) Una es la de hacer la inspección del 100% de las partes producidas.
- 2) La segunda es si ocurren anomalías puede dar retroalimentación y acción correctiva.

Los efectos de un sistema poka-yoke en la reducción de defectos varían dependiendo del tipo de inspección.

### **2.5.1 Tipos de inspección Poka-Yoke.**

- *A- Inspección de criterio.*
- *B- Inspección informativa.*
- *C- Inspección en la fuente.*

#### **A- Inspección de criterio.**

Inspección para separar lo bueno de lo malo

---

<sup>12</sup> Hiroyuki Hirano. "Poka Yoke", Productivity, México, 2000.

- Comparado con el estándar
- Muestreo o 100%, cualquiera de los dos.
- Los productos son comparados normalmente contra un estándar y los artículos defectuosos son descartados.
- El muestreo también puede ser usado, usualmente cuando una inspección de 100% es muy costosa.

La inspección de criterio o juicio es usada principalmente para descubrir defectos.

La principal suposición acerca de la inspección de criterio es que los defectos son inevitables y que inspecciones rigurosas son requeridas para reducir los defectos. Este enfoque, sin embargo, no elimina la causa o defecto.

### **B- Inspección Informativa.**

Inspección para obtener datos y tomar acciones correctivas.

Este tipo de inspección ayuda a reducir defectos por medio de checar de cerca a la fuente de los defectos e inmediatamente retroalimentar información que puede ser usada para prevenir la recurrencia de estos.

Usado típicamente como:

- 1. *Auto inspección.*
- 2. *Inspección sucesiva.*
- 3. *Auto inspección Resaltada/Reforzada..*

#### **1. Auto inspección.**

La persona que realiza el trabajo verifica la salida y toma una acción correctiva inmediata.

La autoinspección provee la retroalimentación más inmediata aunque tiene desventajas:

- El trabajador puede hacer juicios de compromiso y aceptar productos que debieran ser rechazados.
- El trabajador tiene errores de inspección no intencionadas.
- Falta de objetividad.

#### **2. Inspección sucesiva.**

Una inspección sucesiva provee más objetividad y retroalimentación inmediata.

En la inspección sucesiva, los trabajadores inspeccionan los productos que pasan por ellos a lo largo de la cadena de producción, desde la operación previa (trabajo que realizó el trabajador anterior a él) antes de realizar la operación que le corresponde en el procesamiento de los productos.

Los productos procesados por un trabajador (A) fluyen al siguiente trabajador (B) quien inspecciona el trabajo de (A) y luego hace las operaciones necesarias que le corresponden para procesar el producto. El trabajo de (B) es inspeccionado por el trabajador (C), quien entonces realiza sus operaciones, y así sucesivamente.

Algunas ventajas son:

- Mejor que la auto inspección para encontrar defectos a simple vista.
- Promueve el trabajo en equipo

Algunas de las desventajas son:

- Mayor demora antes de descubrir el defecto.
- El descubrimiento es removido de la causa raíz.

### **3. Auto inspección Resaltada/Reforzada.**

La autoinspección puede ser reforzada con el uso de dispositivos que automáticamente detecten defectos o errores inadvertidos por el trabajador. Dispositivos que pueden detener la máquina o la línea cuando ocurren defectos.

Este tipo de inspección consta de lo siguiente:

- Un dispositivo detector que es sensible a desviaciones de la pieza en proceso.
- Un dispositivo limitador con facultad de detener o no empezar a operar.
- Un mecanismo de señal que hace sonar un zumbador o enciende una luz para atraer la atención de los trabajadores.

### **C- Inspección en la fuente.**

La inspección en la fuente previene los defectos por medio de controlar las condiciones que influyen la calidad en su fuente.

- Identificando y controlando condiciones externas que afecten a la calidad.
- Identificando y controlando condiciones dentro de una operación que afecte a la calidad.

Este tipo de inspección esta basada en el descubrimiento de errores y condiciones que aumentan los defectos.

Se toma acción en la etapa de error para prevenir que los errores se conviertan en defectos, no como resultado de la retroalimentación en la etapa de defecto.

Por ejemplo el color defectuoso de un producto es meramente un síntoma de las condiciones defectivas que produjeron ese color, utilizamos inspección a simple vista para identificar tal defecto, pero sus causas serán controladas por métodos físicos. El tono del color puede ser controlado regulando los factores que afecten la calidad (controlando la cantidad y densidad de pintura y la cantidad de presión de aire descargada).

## **2.5.2 Funciones y métodos de sistemas Poka-Yoke.**

Los sistemas Poka-Yoke van estar en un tipo de categoría reguladora de funciones dependiendo de su propósito, su función, o de acuerdo a las técnicas que se utilicen. Estas funciones reguladoras son con el propósito de poder tomar acciones correctivas dependiendo del tipo de error que se cometa.

### ***Funciones reguladoras Poka-yoke***

Existen dos funciones reguladoras para desarrollar sistemas Poka-Yoke:

- *Métodos de control.*
- *Métodos de advertencia.*

### **Métodos de Control.**

Existen métodos que cuando ocurren anomalías apagan las máquinas o bloquean los sistemas de operación previniendo que siga ocurriendo el mismo defecto. Estos tipos de métodos tienen una función reguladora mucho más fuerte, que los de tipo preventivo, y por lo tanto este tipo de sistemas de control ayuda a maximizar la eficiencia para alcanzar cero defectos.

No en todos los casos que se utilizan métodos de control es necesario apagar la máquina completamente, por ejemplo cuando son defectos aislados (no en serie) que se pueden corregir después, no es necesario apagar la maquinaria completamente, se puede diseñar un mecanismo que permita "marcar" la pieza defectuosa, para su fácil localización; y después corregirla, evitando así tener que detener por completo la máquina y continuar con el proceso.

### **Métodos de Advertencia.**

Este tipo de método advierte al trabajador de las anomalías ocurridas, llamando su atención, mediante la activación de una luz o sonido. Si el trabajador no se da cuenta de la señal de advertencia, los defectos seguirán ocurriendo, por lo que este tipo de método tiene una función reguladora menos poderosa que la de métodos de control.

En los casos donde una luz advierte al trabajador; una luz parpadeante puede atraer con mayor facilidad la atención del trabajador que una luz fija. Este método es efectivo sólo si el trabajador

se da cuenta, por lo que en ocasiones es necesario colocar la luz en otro sitio, hacerla más intensa, cambiar el color, etc. Por otro lado el sonido puede atraer con mayor facilidad la atención de la gente, pero no es efectivo si existe demasiado ruido en el ambiente que no permita escuchar la señal, por lo que en este caso es necesario regular el volumen, tono y secuencia.

En muchas ocasiones es más efectivo el cambiar las escalas musicales o timbres, que el subir el volumen del mismo. Luces y sonido se pueden combinar uno con el otro para obtener un buen método de advertencia.

En cualquier situación los métodos de control son por mucho más efectivos que los métodos de advertencia, por lo que los de tipo control deben usarse tanto como sean posibles. El uso de métodos de advertencia se debe considerar cuando el impacto de las anomalías sea mínimo, o cuando factores técnicos y/o económicos hagan la implantación de un método de control una tarea extremadamente difícil.

### **Clasificación de métodos Poka-yoke.**

**1. Métodos de contacto:** Son métodos donde un dispositivo sensitivo detecta las anomalías en el acabado o las dimensiones de la pieza, donde puede o no haber contacto entre el dispositivo y el producto.

**2. Método de valor fijo:** Con este método, las anomalías son detectadas por medio de la inspección de un número específico de movimientos, en casos donde las operaciones deben de repetirse un número predeterminado de veces.

**3. Método del paso-movimiento:** Estos son métodos en el cual las anomalías son detectadas inspeccionando los errores en movimientos estándares donde las operaciones son realizadas con movimientos predeterminados. Este extremadamente efectivo método tiene un amplio rango de aplicación, y la posibilidad de su uso debe de considerarse siempre que se este planeando la implementación de un dispositivo Poka-Yoke.

### **2.5.3 Tipos de medidores Poka-Yoke.**

Los tipos de medidores pueden dividirse en tres grupos:

- *Medidores de contacto*
- *Medidores sin-contacto*
- *Medidores de presión, temperatura, corriente eléctrica, vibración, número de ciclos, conteo, y transmisión de información.*

#### **Medidores de contacto.**

*Interruptor en límites, microinterruptores.*

Estos verifican la presencia y posición de objetos y detectan herramientas rotas, etc. Algunos de los interruptores de límites están equipados con luces para su fácil uso.

*Interruptores de tacto.*

Se activan al detectar una luz en su antena receptora, este tipo de interruptores pueden detectar la presencia de objetos, posición, dimensiones, etc., con una alta sensibilidad.

*Relevador de niveles líquidos.*

Este dispositivo puede detectar niveles de líquidos usando flotadores.

**Medidores sin-contacto.**

*Sensores de proximidad.*

Estos sistemas responden al cambio en distancias desde objetos y los cambios en las líneas de fuerza magnética. Por esta razón deben de usarse en objetos que sean susceptibles al magnetismo.

*Sensores de luces (transmisores y reflectores).*

Este tipo de sistemas detectores hacen uso de un rayo de electrones. Los sensores de luces pueden ser reflectores o de tipo transmisor.

*Sensores de posición.*

Son un tipo de sensores que detectan la posición de la pieza.

*Sensores de dimensión.*

Son sensores que detectan si las dimensiones de la pieza o producto son las correctas.

*Sensores de desplazamiento.*

Estos son sensores que detectan deformaciones, grosor y niveles de altura.

**Medidores de presión, temperatura, corriente eléctrica, vibración, número de ciclos, conteo, y transmisión de información.**

*Detector de cambios de presión.*

El uso de calibradores de presión o interruptores sensitivos de presión, permite detectar la fuga de aceite, agua o aire de alguna manguera.

*Detector de cambios de temperatura.*

Los cambios de temperatura pueden ser detectados por medio de termómetros, termostatos, coples térmicos, etc. Estos sistemas pueden ser utilizados para detectar la temperatura de una superficie, partes electrónicas y motores, para lograr un mantenimiento adecuado de la maquinaria, y para todo tipo de medición y control de temperatura en el ambiente industrial.

*Detectores de fluctuaciones en la corriente eléctrica.*

Relevadores métricos son muy convenientes por ser capaces de controlar las causas de los defectos por medio de la detección de corrientes eléctricas.

*Medidores de anomalías en la transmisión de información.*

Puede usarse luz o sonido, en algunas áreas es mejor un sonido ya que capta más rápidamente la atención del trabajador ya que si este no ve la luz de advertencia, los errores van a seguir ocurriendo. El uso de colores mejora de alguna manera la capacidad de llamar la atención que la luz simple, pero una luz parpadeante es mucho mejor.

Algunas de las compañías que se dedican a la fabricación de este tipo de dispositivos son:

- Lead Electric, Ltd.
- Matsushita Electric Works, Ltd.
- Toyota Auto Body, Ltd.
- Citizen Watch Co., Ltd.

#### **2.5.4 Los 8 principios de mejora básica para el poka yoke y el cero defectos. (Hiroyuki Hirano, 1988).**

1. Construya la calidad en los procesos.
2. Elimine todos los errores y defectos inadvertidos.
3. Interrumpa el hacerlo mal y comience a hacer lo correcto ¡AHORA!.
4. No piense en excusas, piense en como hacerlo bien.
5. Un 60% de probabilidades de éxito es suficientemente bueno. ¡Implemente su idea ahora!
6. Las equivocaciones y defectos podrán reducirse a cero si todos trabajan juntos para eliminarlos.
7. Diez cabezas son mejor que una.
8. Investigue la verdadera causa.



### 2.5.5 Ejemplos de dispositivos Poka-Yoke:

1. Los discos de 3.5 “. no pueden ser insertados al revés gracias a que no son cuadrados y esto no permite su entrada. Al ser insertados al revés, la esquina empuja un dispositivo en la computadora que no permite que el disco entre, lo que evita que este sea colocado incorrectamente.
2. Al área de llenado de gasolina se le adaptaron algunos dispositivos a prueba de errores como lo son el tamaño menor del tubo para evitar que se introduzca la pistola de gasolina con plomo; se le puso un tope al tapón para evitar que se cierre demasiado apretado y un dispositivo que hace que el carro no se pueda poner en marcha si el tapón de la gasolina no esta puesto.
3. El sistema de frenos antibloqueo (ABS) compensa a los conductores que ponen todo el peso del pie en el freno. Lo que antes era considerado como un error de manejo ahora es el procedimiento adecuado de frenado.
4. Los interruptores de los circuitos eléctricos que previenen incendios al cortar la corriente eléctrica cuando existe una sobrecarga.
5. Plantillas para realizar barrenos en superficies planas. Esto permite evitar desviaciones y errores de medida.
6. Sujetadores temporales en ensamblaje de productos para prevenir errores por movimiento o vibraciones indeseables.



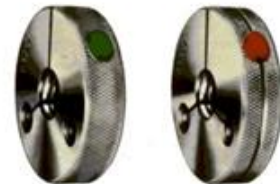
Disco de 3 ½ “



Tapón de gasolina



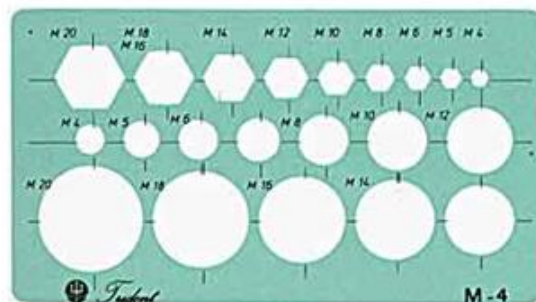
Entrada USB



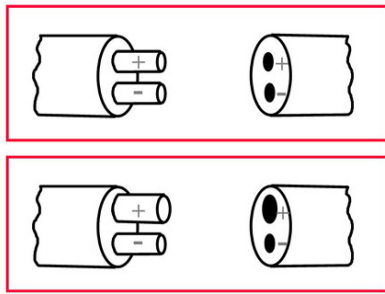
Gages pasa- no pasa



Sensores



Plantillas



Conexiones eléctricas

Figura No. 19 Ejemplos de Poka Yoke. Fuente: Google imagenes

Como se puede observar en los ejemplos, los dispositivos pueden llegar a ser muy simples, no necesariamente tienen que ser complicados y costosos. El crear un sistema robusto es anticiparse a las posibles causas y situaciones que puedan generar algún tipo de problema; lo cual permitirá una fácil adaptación de un dispositivo Poka-Yoke.

Las características principales de un buen sistema Poka-Yoke:

- Son simples y baratos.
- Son parte del proceso.
- Son puestos cerca o en el lugar donde ocurre el error.

## 2.6 TPM (Mantenimiento Productivo Total).

### ¿Qué es TPM?

Mantenimiento Productivo Total es la traducción de TPM (Total Productive Maintenance). El TPM es el sistema japonés de mantenimiento industrial desarrollado a partir del concepto de "mantenimiento preventivo" creado en la industria de los Estados Unidos<sup>13</sup>.

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

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

<sup>13</sup> Tajiri Masaji y Fujio Gotoh. "Autonomous Maintenance in seven steps: Implementing TPM on the shop floor", Productivity Press, 1992.

debe lograr a través de la promoción de trabajo en grupos pequeños, comprometidos y entrenados para lograr los objetivos personales y de la empresa.

### **2.6.1 Evolución, características y objetivos de TPM.**

El mantenimiento preventivo fue introducido en Japón en la década de los cincuenta en conjunto con otras ideas como las de control de calidad, Ciclo Deming y otros conceptos de management americano. Posiblemente en la creación del TPM influyó el desarrollo del modelo Wide-Company Quality Control (Control de la calidad en toda la empresa). En la década de los sesenta en el mundo del mantenimiento en empresas japonesas se incorporó el concepto Kaizen o de mejora continua. Esto significó que no solo corregir las averías era la función de mantenimiento, sino mejorar la fiabilidad de los equipos en forma permanente con la contribución de todos los trabajadores de la empresa.

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

La primera empresa en introducir estos conceptos fue la Nippon Denso Co. Ltd. en el año 1971. A esta empresa se le reconoció con el Premio de Excelencia Empresarial y que más tarde se transformó en Premio PM (Mantenimiento Productivo).

En la década de los ochenta se introdujo el modelo de mantenimiento basado en el tiempo (TBM) como parte del modelo TPM. El aporte del sistema RCM (Reliability Center Maintenance) o mantenimiento centrado en la fiabilidad ayudó a mejorar la eficiencia de las acciones preventivas de mantenimiento.

El TPM ha progresado muy significativamente y continuará beneficiando de los desarrollos recientes de las telecomunicaciones, tecnologías digitales y otros modelos emergentes de dirección y tecnologías de mantenimiento. Posiblemente en los siguientes años se incorporen al TPM modelos probados de gestión de conocimiento, nuevos sistemas económicos y financieros, tecnología para el análisis y estudio de averías automático y nuevos desarrollos.

#### **Características principales.**

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

El TPM se orienta a la mejora de dos tipos de actividades:

- A) Dirección de operaciones de mantenimiento.
- B) Dirección de tecnologías de mantenimiento.

### **Objetivos TPM.**

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

#### ***Objetivos estratégicos.***

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

#### ***Objetivos operativos.***

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

#### ***Objetivos organizativos.***

El TPM busca fortalecer el trabajo en equipo, incremento en la moral en el trabajador, crear un espacio donde cada persona pueda aportar lo mejor de sí, todo esto, con el Propósito de hacer del sitio de trabajo un entorno creativo, seguro, productivo y donde trabajar sea realmente grato.

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

### **2.6.2 Los 7 Pilares de TPM.**

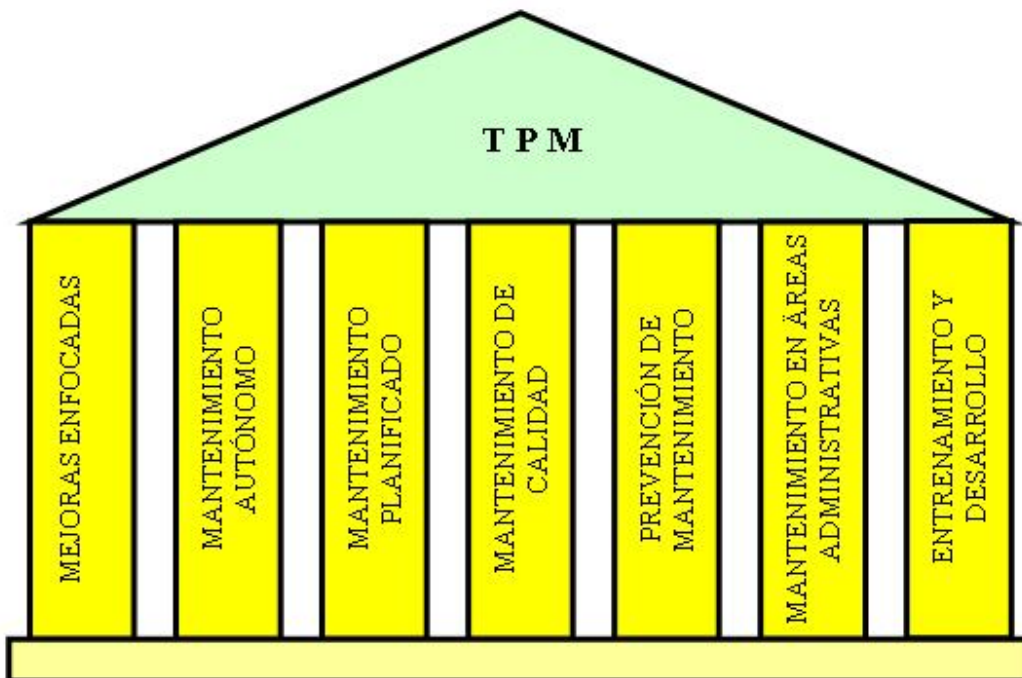


Figura No. 20 Los 7 pilares del TPM. Fuente: Elaboración propia.

### **1) Mejoras enfocadas.**

Son actividades que se desarrollan con la intervención de las diferentes áreas comprometidas en el proceso productivo, con el objeto maximizar la efectividad global de equipos, procesos y plantas; todo esto a través de un trabajo organizado en equipos funcionales e interfuncionales que emplean metodología específica y centran su atención en la eliminación de cualquiera de las 16 pérdidas existentes en las plantas industriales, las cuales son:

1. Pérdida por fallo en equipos.
2. Pérdidas por puesta a punto.
3. Pérdida por problemas en herramientas de corte.
4. Pérdidas por operación.
5. Pequeñas paradas o marcha en vacío.
6. Pérdida de velocidad.
7. Pérdidas por defectos.
8. Pérdidas por programación.
9. Pérdidas por control en proceso.
10. Pérdidas por movimientos.
11. Pérdidas por desorganización de líneas de producción.
12. Pérdidas por deficiencia en logística interna.
13. Pérdidas por mediciones y ajustes.
14. Pérdidas por rendimiento de materiales.
15. Pérdida en el empleo de energía.
16. Pérdidas de herramientas, utillaje y moldes.

### **2) Mantenimiento Autónomo.**

Una de las actividades del sistema TPM es la participación del personal de producción en las actividades de mantenimiento. Este es uno de los procesos de mayor impacto en la mejora de la productividad. Su propósito es involucrar al operador en el cuidado del equipamiento a través de un alto grado de formación y preparación profesional, respeto de las condiciones de operación, conservación de las áreas de trabajo libres de contaminación, suciedad y desorden.

Los objetivos fundamentales del mantenimiento autónomo son:

- Emplear el equipo como instrumento para el aprendizaje y adquisición de conocimiento.
- Desarrollar nuevas habilidades para el análisis de problemas y creación de un nuevo pensamiento sobre el trabajo.
- Mediante una operación correcta y verificación permanente de acuerdo a los estándares se evite el deterioro del equipo.
- Mejorar el funcionamiento del equipo con el aporte creativo del operador.
- Construir y mantener las condiciones necesarias para que el equipo funcione sin averías y rendimiento pleno.
- Mejorar la seguridad en el trabajo.
- Lograr un total sentido de pertenencia y responsabilidad del trabajador.
- Mejora de la moral en el trabajo.

### **3) Mantenimiento planificado o progresivo.**

El objetivo del mantenimiento planificado es el de eliminar los problemas del equipamiento a través de acciones de mejora, prevención y predicción. El mantenimiento planificado que se practica en numerosas empresas presenta entre otras las siguientes limitaciones:

- No se dispone de información histórica necesaria para establecer el tiempo más adecuado para realizar las acciones de mantenimiento preventivo.
- Los tiempos son establecidos de acuerdo a la experiencia, recomendaciones de fabricante y otros criterios con poco fundamento técnico y sin el apoyo en datos e información histórica sobre el comportamiento pasado.
- Se aplican planes de mantenimiento preventivo a equipos que poseen un alto deterioro acumulado. Este deterioro afecta la dispersión de la distribución (estadística) de fallos, imposibilitando la identificación de un comportamiento regular del fallo y con el que se debería establecer el plan de mantenimiento preventivo.
- A los equipos y sistemas se les da un tratamiento similar desde el punto de vista de la definición de las rutinas de preventivo, sin importan su criticidad, riesgo, efecto en la calidad, grado de dificultad para conseguir el recambio o repuesto, etc.
- Es poco frecuente que los departamentos de mantenimiento cuenten con estándares especializados para la realizar su trabajo técnico. La práctica habitual consiste en imprimir la orden de trabajo con algunas asignaciones que no indican el detalle del tipo de acción a realizar.
- El trabajo de mantenimiento planificado no incluye acciones Kaizen para la mejora de los métodos de trabajo. No se incluyen acciones que permitan mejorar la capacidad técnica y mejora de la fiabilidad del trabajo de mantenimiento, como tampoco es frecuente observar el desarrollo de planes para eliminar la necesidad de acciones de mantenimiento. Esta también debe ser considerada como una actividad de mantenimiento preventivo.

### **4) Mantenimiento de Calidad.**

Esta clase de mantenimiento tiene como propósito mejorar la calidad del producto reduciendo la variabilidad, mediante el control de las condiciones de los componentes y condiciones del equipo que tienen impacto directo en las características de calidad del producto por medio de:

- Realizar acciones de mantenimiento orientadas al cuidado del equipo para que este no genere defectos de calidad.
- Prevenir defectos de calidad certificando que la maquinaria cumple las condiciones para "cero defectos" y que estas se encuentra dentro de los estándares técnicos.

- Observar las variaciones de las características de los equipos para prevenir defectos y tomar acciones adelantándose a la situación de anormalidad potencial.
- Realizar estudios de ingeniería del equipo para identificar los elementos del equipo que tienen una alta incidencia en las características de calidad del producto final, realizar el control de estos elementos de la máquina e intervenir estos elementos.

### **5) *Prevención de mantenimiento.***

Son aquellas actividades de mejora que se realizan durante la fase de diseño, construcción y puesta a punto de los equipos, con el objeto de reducir los costes de mantenimiento durante su explotación. Las técnicas de prevención de mantenimiento se fundamentan en la teoría de la fiabilidad, esto exige contar con buenas bases de datos sobre frecuencia de averías y reparaciones.

Este pilar busca mejorar la tecnología de los equipos de producción. Es fundamental para empresas que compiten en sectores de innovación acelerada, o manufactura versátil, ya que en estos sistemas de producción la actualización continua de los equipos, la capacidad de flexibilidad y funcionamiento libre de fallos, son factores extremadamente críticos. Para su desarrollo se emplean métodos de gestión de información sobre el funcionamiento de los equipos actuales, acciones de dirección económica de proyectos, técnicas de ingeniería de calidad y mantenimiento.

Este pilar es desarrollado a través de equipos para proyectos específicos. Participan los departamentos de investigación, desarrollo y diseño, tecnología de procesos, producción, mantenimiento, planificación, gestión de calidad y áreas comerciales.

### **6) *Mantenimiento en áreas administrativas.***

Esta clase de actividades no involucra el equipo productivo. Departamentos como planificación, desarrollo y administración no producen un valor directo como producción, pero facilitan y ofrecen el apoyo necesario para que el proceso productivo funcione eficientemente, con los menores costes, oportunidad solicitada y con la más alta calidad.

Este pilar tiene como propósito reducir las pérdidas que se pueden producir en el trabajo manual de las oficinas. El mantenimiento productivo en áreas administrativas ayuda a evitar pérdidas de información, coordinación, precisión de la información, etc. Es desarrollado en las áreas administrativas con acciones individuales o en equipo.

### **7) *Entrenamiento y desarrollo de habilidades de operación.***

Este pilar considera todas las acciones que se deben realizar para el desarrollo de habilidades para lograr altos niveles de desempeño de las personas en su trabajo. Se puede desarrollar en pasos como todos los pilares TPM y emplea técnicas utilizadas en mantenimiento autónomo, mejoras enfocadas y herramientas de calidad.

Las habilidades tienen que ver con la correcta forma de interpretar y actuar de acuerdo a las condiciones establecidas para el buen funcionamiento de los procesos. Es el conocimiento adquirido a través de la reflexión y experiencia acumulada en el trabajo diario durante un tiempo.

### **2.6.3 Beneficios del TPM.**

#### **Organizativos**

- Mejora de calidad del ambiente de trabajo.
- Mejor control de las operaciones.
- Incremento de la moral del empleado.
- Creación de una cultura de responsabilidad, disciplina y respeto por las normas.
- Aprendizaje permanente.
- Creación de un ambiente donde la participación, colaboración y creatividad sea una realidad.
- Redes de comunicación eficaces.

#### **Seguridad**

- Mejorar las condiciones ambientales.
- Cultura de prevención de eventos negativos para la salud.
- Incremento de la capacidad de identificación de problemas potenciales y de búsqueda de acciones correctivas.
- Prevención y eliminación de causas potenciales de accidentes.
- Eliminar radicalmente las fuentes de contaminación y polución.

#### **Productividad**

- Eliminar pérdidas que afectan la productividad de las plantas.
- Mejora de la fiabilidad y disponibilidad de los equipos.
- Reducción de los costes de mantenimiento.
- Mejora de la calidad del producto final.
- Mejora de la tecnología de la empresa.
- Aumento de la capacidad de respuesta a los movimientos del mercado.



## **2.7 Just in Time (Justo a Tiempo)**

### **¿Qué es Justo A Tiempo?**

• Filosofía Industrial de eliminación de todo lo que implique despilfarro en el proceso de producción, desde las compras hasta la distribución<sup>14</sup>.

Componentes básicos:

- Equilibrio, sincronización y flujo.
- Calidad: “Hacerlo bien la primera vez”
- Participación de los empleados.
- Inventarios al mínimo.

En un sistema Just-in-Time, el despilfarro se define como cualquier actividad que no aporta valor añadido para el cliente. Es el uso de recursos por encima del mínimo teórico necesario (mano de obra, equipos, tiempo, espacio, energía). Pueden ser despilfarros el exceso de existencias, los plazos de preparación, la inspección, el movimiento de materiales, las transacciones o los rechazos. En esencia, cualquier recurso que no intervenga activamente en un proceso que añada valor se encuentra en estado de despilfarros.

Just-in-Time es una extensión del concepto original de la administración del flujo de materiales para reducir los niveles de inventario. Sin embargo, existen muchas más cosas involucradas en una empresa de manufactura, además de reducir los inventarios para obtener el control de los costos. La manufactura tiene que ver con otros asuntos, como la regulación del proceso, el nivel de automatización, la manufactura flexible, el establecimiento de tiempos de arranque para maquinaria, la productividad de la mano de obra directa, los gastos de administración, la administración de los proveedores, el soporte de ingeniería y la calidad del producto que debe ser entregado a los clientes.

La finalidad del método JIT es mejorar la capacidad de una empresa para responder económicamente al cambio. La descripción convencional del JIT como un sistema para fabricar y suministrar mercancías que se necesiten, cuando se necesiten y en las cantidades exactamente necesitadas, solamente define el JIT intelectualmente. La gente que en las áreas de trabajo, utilizando sus mentes y ganando experiencia, se esfuerza en las mejoras, no define el JIT de ese modo. Para ellos el JIT significa eliminar implacablemente las pérdidas. Cuando el JIT se interna en las empresas, el despilfarro de las fábricas se elimina sistemáticamente.

### **2.6.1 Objetivos esenciales del JIT.**

#### **❖ Atacar los problemas fundamentales.**

Una manera de ver ello es a través de la analogía del río de las existencias. El nivel del río representa las existencias y las operaciones de la empresa se visualizan como un barco que navega por el mismo. El funcionamiento del sistema productivo con excesos (en particular de

---

<sup>14</sup> Tapping Don. “Lean Pocket Guide”, MCS Media Inc. , 2003.

stocks) puede asimilarse al barco navegando con un nivel alto que le permite pasar por encima de las rocas, es decir, el exceso de inventarios disimula los problemas causados por otros inconvenientes (los reales), los que se harán evidentes cuando el nivel de agua (o los inventarios) se vaya reduciendo y se detecten fácilmente cuáles son las cosas que debemos corregir y no “taparlas con inventarios”.

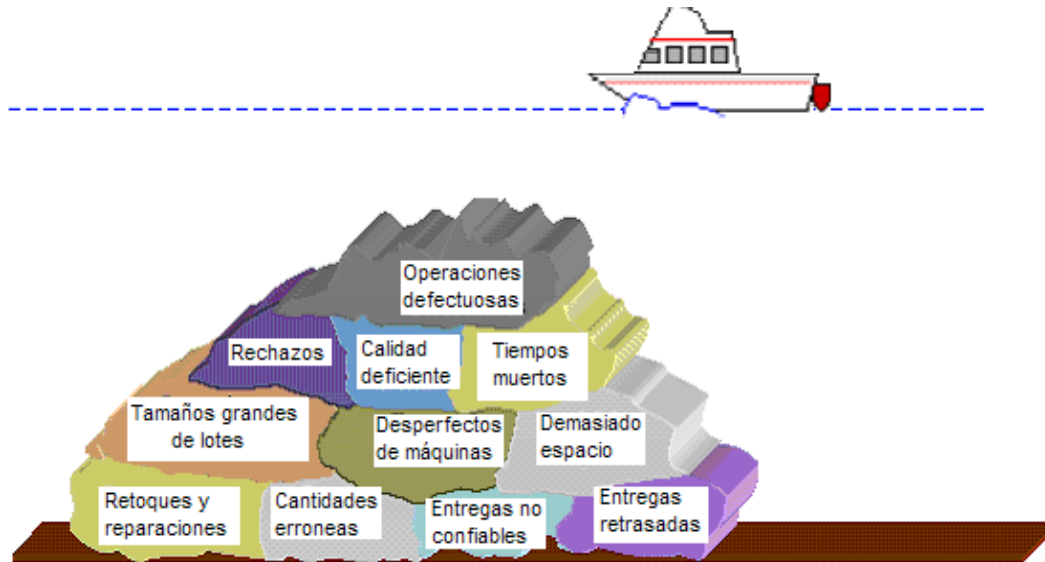


Figura No. 21 Se muestra las operaciones que se esconden por el exceso de inventarios. Fuente: Elaboración propia.

En cambio, la filosofía del JIT indica que cuando aparecen problemas debemos enfrentarnos a ellos y resolverlos (las rocas deben eliminarse del lecho del río). El nivel de las existencias puede reducirse entonces gradualmente hasta descubrir otro problema; este problema también se resolvería, y así sucesivamente.



Figura No. 22 Se muestra como los problemas se descubren al eliminar inventarios innecesarios. Fuente: Elaboración propia.

Un ejemplo típico de problemas sería el de una planta que tuviera una máquina poco fiable que suministrara piezas a otra, más fiable, y la respuesta típica de la dirección tradicional sería

mantener un stock de seguridad grande entre las dos máquinas para asegurar que a la segunda máquina no le faltara trabajo. La filosofía del JIT nos indicaría que había que resolver el problema, ya fuera con un programa de mantenimiento preventivo que mejorara la fiabilidad de la máquina o, si éste fallara, comprando una máquina más fiable.

❖ **Eliminar derroches o desperdicios.**

En este contexto significa eliminar todo aquello que no añada valor al producto.

Todas las actividades de cualquier proceso pueden clasificarse como ya se vio anteriormente, de la siguiente manera:

- *Actividad con Valor Agregado.*  
Un paso del proceso que modifica físicamente el trabajo que se realiza en él, haciéndolo así más valioso para el cliente y que está dispuesto a pagar.

Ejemplos de operaciones que añaden valor son los procesos como cortar metal, soldar, insertar componentes electrónicos, ensamblar, empacar, enviar el producto al cliente, etc.

- *Actividad Sin Valor Agregado.*  
Una actividad que no modifica el resultado del trabajo, de forma que no lo hace más valioso para el cliente.

Ejemplos de operaciones que no añaden valor son esperar/almacenar, moverse, contar, verificar, probar, registrar, archivar, rastrear el trabajo, la preparación, entre otros.

Estas operaciones o actividades se derivan del derroche. Erradicar el derroche del lugar del trabajo garantiza que las actividades sin valor agregado se eliminen del proceso.

Al eliminar el desperdicio se puede hacer más con menos:

Menos equipamiento de capital.  
Menos utilización de espacio en piso.  
Menos esfuerzo de operadores.  
Menos labor de dirección.  
Menos labor indirecta.  
Menos inventario.  
Menos tiempo de ciclo.

Para ver y eliminar el desperdicio en el ambiente de trabajo, se requiere un mayor cambio de entendimiento en cada uno de los miembros de una organización de lo que es el desperdicio. La definición antigua de desperdicio es usualmente descrita como scrap y retrabajo. Para verdaderamente implementar un sistema Lean Manufacturing, primero se debe cambiar la definición de desperdicio a aquella en la que (desperdicio) es cualquier cosa que no agrega valor al producto y tampoco al cliente, como ya se vio anteriormente. Una vez que se haya cambiado esa percepción, se verá oportunidad tras oportunidad para eliminarlo.

Eliminar desperdicios implica una lucha continua para aumentar gradualmente la eficiencia de la organización y exige la colaboración de una gran parte de la fuerza laboral de la empresa. Si se quiere eliminar las pérdidas con eficacia, debe existir una participación total de parte de los empleados. Ello significa que hay que cambiar también el enfoque tradicional de decirle a cada empleado exactamente lo que debe hacer, y pasar a la filosofía JIT en la cual se pone un especial énfasis en la necesidad de respetar a los trabajadores e incluir sus aportaciones cuando se formulen planes y se hagan funcionar en las instalaciones. Sólo de esta forma podremos utilizar plenamente las experiencias y pericias (know-how) de los trabajadores.

#### ❖ **En busca de la simplicidad.**

Los enfoques de la gestión productiva de moda durante la década de los setenta y principio de los ochenta se basaban en la premisa de que la complejidad era inevitable. El JIT pone énfasis en la búsqueda de la simplicidad, basándose en el principio de que enfoques simples conducirán hacia una gestión más eficaz y ágil.

El primer tramo del camino hacia la simplicidad cubre dos zonas:

- Flujo de material.
- Control.

Un enfoque simple respecto al flujo de material es eliminar las rutas complejas y buscar líneas de flujo más directas, si es posible unidireccionales. La mayoría de las plantas que fabrican a base de lotes están organizadas según lo que podríamos denominar una disposición por procesos. Normalmente cada proceso implica una considerable cantidad de tiempo de espera que se añade al tiempo que se invierte en el transporte de los artículos (entre la confusión general de la actividad de la fábrica) de un proceso a otro. Las consecuencias son bien conocidas: Una gran cantidad de productos en curso y plazos de fabricación largos. Los problemas que conlleva intentar planificar y controlar una fábrica de este tipo son enormes, y los síntomas típicos son que los artículos retrasados pasan a toda prisa por la fábrica mientras otros, que ya no se necesitan inmediatamente a causa de la cancelación de un pedido o un cambio en las previsiones, se paran y quedan estancados en la fábrica. Estos síntomas tienen muy poco que ver con la eficacia de la gestión.

### **2.7.2 Flujo continuo (One piece flow).**

El flujo continuo se puede resumir como sigue: “mover uno, hacer uno (o “mover un pequeño lote, hacer un pequeño lote). Entender el flujo continuo es crítico para la manufactura esbelta y para asegurarse de que las operaciones nunca harán más de lo que se haya demandado. De esta forma, nunca se producirá más de lo que el cliente pida<sup>15</sup>.

El procesamiento con flujo continuo implica producir o transportar productos de acuerdo con tres principios clave:

- Solamente lo que se necesita.

---

<sup>15</sup> Villaseñor Alberto, Galindo Edber “Manual de Lean Manufacturing”, Limusa, México, 2007.

- Justo cuando se necesita.
- En la cantidad exacta que se necesita.

Se producirá una pieza o pequeño lote solamente después de que sea movida o jalada una pieza o un pequeño lote. A esto también se le llama sistema de producción jalar. Jalar la producción es mas rápido que los lotes o “empujar” la producción. (Véase figura No. 23). Un sistema de jalar controla el flujo entre las operaciones y elimina la necesidad de programar la producción.

En otras palabras, **One Piece Flow (Flujo continuo de una sola pieza)** es el estado que existe cuando los productos se mueven de uno en uno a través de los procesos, al ritmo determinado por las necesidades del cliente.

El opuesto del *One Piece Flow* es la producción en lotes. Muchas compañías producen en grandes lotes, y esto provoca desperdicios en el proceso de producción. Los artículos no se pueden mover al siguiente proceso hasta que todos han sido terminados. El lote con grandes cantidades espera enormes cantidades de tiempo entre los procesos.

Ventajas del flujo continuo:

- Tiempos de entrega más cortos.
- Reducción drástica de los inventarios de trabajo en proceso (WIP).
- Habilidad para identificar los problemas y arreglarlos rápidamente.
- La programación de la producción tradicional queda obsoleta.

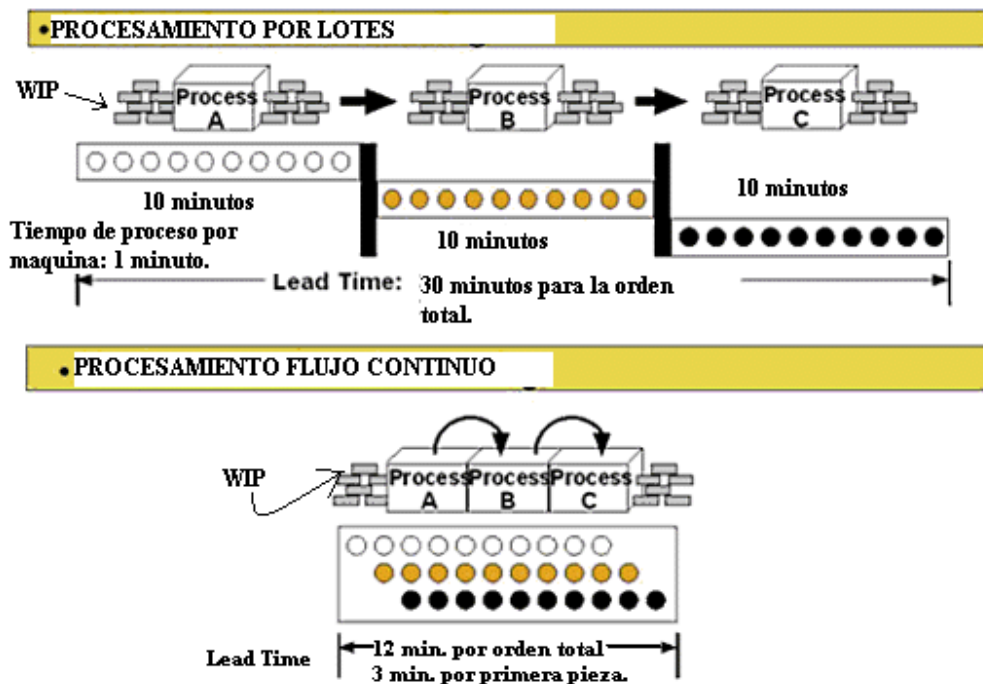


Figura No. 23 Se muestra el sistema “empujar” y el sistema flujo de una pieza o “jalar”. Fuente: Tomado del sitio de Internet [www.advancedmanufacturing.com](http://www.advancedmanufacturing.com) con algunas modificaciones.

Se puede observar en la figura anterior el trabajo en proceso (WIP) enfrente de cada proceso o máquina y entre estos, esto puede significar que se tengan problemas con:

- Tiempo largo de cambio de dados (por ejemplo, el cambio es tan largo que el operador hace tantas piezas como le sea posible).
- Disponibilidad de la maquinaria (por ejemplo, la maquinaria no es confiable y el operador hace partes extras por si acaso).
- Calidad (por ejemplo, la cantidad de defectos es alta y el operador hace más para alcanzar la meta de productividad).

Otros obstáculos para el flujo continuo son el pobre layout de la planta y la variación en el tiempo de ciclo de los procesos.

Para generar el flujo continuo de una pieza entre estaciones, se tienen ciertas reglas y condiciones, las cuales se describen a continuación ( Sekine Kenichi, 1993):

1. Base el tiempo de ciclo (T/C) en los requerimientos del mercado (takt time).

El enfoque básico de la producción de una pieza comienza coordinando el ritmo de la producción con las necesidades de los clientes. Bajo esta perspectiva, el principio básico del tiempo de ciclo es que el takt time de la fabricación debe igualarse al tiempo de ciclo de las ventas.

2. Base la utilización de la capacidad del equipo en el takt time.

Los factores de los equipos, basados en la producción de una pieza son:

- a. Calidad: Instalación del equipo para inspección total, poka yoke, jidoka, sin paros menores y el equipo debe tener la precisión requerida.
- b. Costo: El equipo es suficientemente compacto para uso en células en forma de "U", equipo agrupado en familias a lo largo de la ruta del proceso, equipo coordinado en el tiempo de ciclo, equipo apto para operaciones de preparación sucesivas, entre otras.
- c. Entrega: Preparación del equipo para cero cambio de dados, fácil de manejar; el equipo debe ser resistente a fallas, y las fallas deben ser fáciles de identificar.
- d. Seguridad: Uso de mecanismos de seguridad.

3. Centre la producción con base en los procesos de producción.

En los sistemas de producción de una pieza, la última información del mercado se pasa exclusivamente al departamento de producción, que recibe también un plan de producción diario basado en esa información. La información no pasa a ninguno de los procesos anteriores. En vez de eso, los procesos anteriores reciben órdenes que reemplazan los productos consumidos en los procesos de producción. En otras palabras, la fábrica sigue el principio de "jalar" la producción.

4. El layout (distribución de piso) de la fábrica debe ser apropiado para la producción de una pieza.

Para generar un layout en donde se incluyan células con forma de "U", se tienen las siguientes recomendaciones:

- a. Reordenar el layout de la fábrica para que sea apropiado al flujo global de la producción.
- b. La fábrica debe incluir rutas claras de acceso o paso.
- c. La línea de producción debe distinguir claramente entre la entrada de materias primas y la salida del producto terminado.
- d. La línea de producción debe consistir principalmente en células en forma de "U" con un operario.

- e. Incluir la inspección dentro de la distribución del layout.
- f. Minimizar los inventarios en proceso; tratar de crear supermercado en puntos clave.

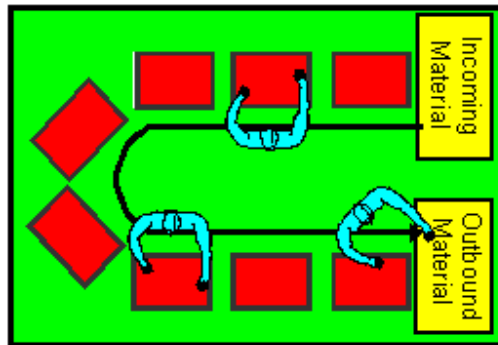


Figura No. 24 Célula de trabajo en forma de "U". Fuente: Google imágenes.

5. Los productos deben ser aptos para la producción de una pieza. Generalmente, las piezas muy pequeñas no son apropiadas para la producción pieza a pieza como consecuencia del desperdicio que implica el cambio de dados, y el manejo de éstos. Sin embargo, si los y traslados pueden automatizarse completamente y el tiempo de ciclo no es largo, la producción pieza a pieza es aún posible.

No importa lo bueno que un director sea, tendrá problemas para controlar un sistema de este tipo. Se podría intentar enfrentarse con el problema, por ejemplo, instalando un sistema de control por computadora en la fábrica; si la fábrica sigue siendo tremendamente compleja, los beneficios obtenidos serán probablemente marginales.

La filosofía de la simplicidad del Just-in-Time examina la fábrica compleja y empieza partiendo de la base de que se puede conseguir muy poco colocando un control complejo encima de una fábrica compleja. En vez de ello, el JIT pone énfasis en la necesidad de simplificar la complejidad de la fábrica y adoptar un sistema simple de controles.

La simplicidad del JIT, además de aplicarse al flujo de artículos, también se aplica al control de estas líneas de flujo. En vez de utilizar un control complejo como en las líneas del MRP (Material Requirement Planning), el JIT pone más énfasis en un control simple.

Los sistemas MRP son sistemas que empujan en el sentido de que planifican lo que hay que fabricar, que luego se empuja a través de la fábrica. Se supone que los cuellos de botella y otros problemas se detectan de antemano y se instalan unos complejos sistemas de control para informar de los cambios para que puedan tomarse las medidas correctoras. En cambio, el enfoque Just-in-Time que hace uso del sistema de arrastre Kanban, elimina el conjunto complejo de flujos de datos, ya que es esencialmente, en su forma original, un sistema manual. Cuando finalice el trabajo de la última operación, se envía una señal a la operación anterior para comunicarle que debe fabricar más artículos; cuando este proceso se queda sin trabajo, a su vez, envía la señal a su predecesor, etc. De tal forma este proceso sigue retrocediendo toda la línea de flujo, arrastrando el trabajo a través de la fábrica. Si no se saca trabajo de la operación final no se envían señales a las operaciones precedentes y por tanto no trabajan.

Si disminuye la demanda, el personal y la maquinaria disminuyen la producción de artículos.

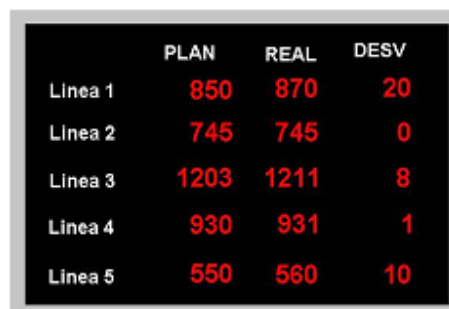
El enfoque JIT, basándose en el uso de los sistemas tipo jalar, asegura que la producción no exceda de las necesidades inmediatas, reduciendo así el producto en curso y los niveles de existencias, al mismo tiempo que disminuye los plazos de fabricación.

### **2.7.3 Establecer sistemas para identificar problemas.**

El sistema de Just in Time saca los problemas a la luz, en tanto que el control estadístico de procesos (SPC) ayuda a identificar la fuente del problema. Con el JIT, cualquier sistema que identifique los problemas se considera beneficioso y cualquier sistema que los enmascare, perjudicial. Los sistemas de arrastre Kanban identifican los problemas y por tanto son beneficiosos (se verán mas adelante). Los enfoques tradicionales tendían a ocultar los problemas fundamentales y de esta forma retrasar o impedir la solución. Los sistemas diseñados con la aplicación del JIT deben pensarse de manera que accionen algún tipo de aviso cuando surja un problema. En la más avanzada planta de producción esbelta, la información es desplegada diariamente en lo que se refiere a objetivos de producción, descomposturas de maquinaria y equipos, faltantes de personal, requerimientos de tiempo extra, y así sucesivamente. Cada vez que algo sale mal, cualquier empleado quien tiene conocimiento de cómo ayudar a resolver un problema, ayuda en su solución. Este es el dinámico equipo de trabajo que emerge como corazón de una planta esbelta.

- *Paneles con pantalla digital.*

La marcha de la producción se contempla también en paneles con pantalla digital que indican tanto el objetivo diario de producción como el número de unidades producidas. Observando estos paneles, todos pueden saber en las líneas de producción si se va demasiado lento para alcanzar el objetivo diario, y por lo tanto cooperar más con su trabajo para conseguir el cumplimiento del programa.



	PLAN	REAL	DESV
Línea 1	850	870	20
Línea 2	745	745	0
Línea 3	1203	1211	8
Línea 4	930	931	1
Línea 5	550	560	10

Figura No. 25 Ejemplo de panel digital. Fuente: Google imágenes.

- *Placas indicadoras de almacén y existencias.*

Cada unidad de almacenaje tiene asignada una “Dirección” que se muestra tanto por una placa sobre su ubicación, como por ejemplo en una tarjeta Kanban. En consecuencia, los operarios encargados del transporte pueden entregar siempre las piezas en el lugar adecuado, comparando la “Dirección” del Kanban con la de la placa del almacén. Hay



además de esta otra placa que indica la cantidad estándar de existencias y ayuda así al control de inventarios.

- *El ANDON y sus luces de aviso.*

Es el nombre del tablero indicador que muestra la detención de una línea por un operario, que generalmente esta suspendido del techo o colocadas en lo alto para que supervisores, operarios de mantenimiento y personal de Calidad puedan verlas con facilidad. Cada operario dispone de un interruptor que le permite detener la línea en caso de un error o retraso en su posición. Cada línea de montaje y mecanización esta equipada con un cuadro de luces y un tablero ANDON. El cuadro de luces se utiliza para avisar al supervisor, operario de mantenimiento o trabajador en general. Posee usualmente varias luces de diferentes colores, cada una de las cuales significa que requiere un tipo diferente de asistencia. El supervisor y personal de Calidad se dirigirán inmediatamente al puesto de trabajo a investigar el problema y tomar la acción necesaria. Todos los tipos de ANDON se apagan al llegar un supervisor o persona de mantenimiento a la posición de trabajo responsable.

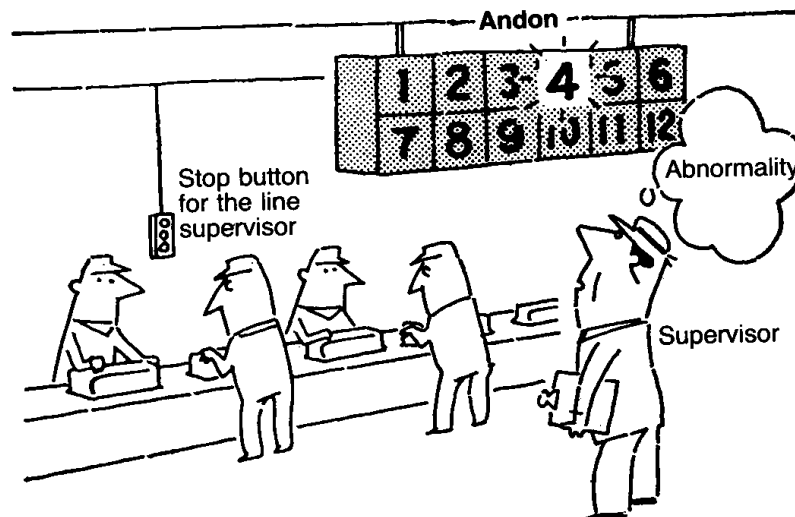


Figura No. 26 Ejemplo de ANDON en una línea de producción. Fuente: Tomada de google imágenes.

Este tablero tiene generalmente cinco colores con los siguientes significados:

- a. Rojo: Avería en la máquina/herramientas.
- b. Blanco: Final de una serie de producción (cantidad requerida).
- c. Verde: No se esta trabajando por falta de materiales.
- d. Azul: Unidad/Operación defectuosa.
- e. Amarillo: Se requiere preparación (cambio de herramientas).
- f. Sin Luz: Trabajando normalmente.



Figura No. 27 Ejemplo de estado de líneas en ANDON. Fuente: Tomada de [www.andontechnologies.com](http://www.andontechnologies.com)

## 2.7.4 Enfoque y reglas de operación JIT

### Enfoque Just in Time.

El JIT es mucho más que un programa destinado a la reducción de inventarios o cero inventarios. Es un sistema para hacer que las empresas de manufacturas operen eficientemente y con un mínimo de recursos humanos y mecánicos. El Just in Time también permite mejorar la calidad, y proporcionar un máximo de motivación para la solución de los problemas tan pronto como éstos surgen. Es sinónimo de simplicidad, eficiencia y un mínimo de desperdicios.

Como antes dijimos, el JIT introduce una nueva definición de desperdicios en la manufactura. En general se considera que el desperdicio es chatarra de material, reprocesable o bien producto de línea rechazado. El JIT considera desecho a cualquier cosa que no sea necesaria para la manufactura del producto o que es un exceso del mismo, por ejemplo, el caso de un inventario de seguridad para cubrir las partes defectuosas en las líneas de producción o las tasas de elaboración de carácter no lineal, las horas de mano de obra empleadas en elaborar productos innecesarios o en reprocesar productos debido a su mala calidad o a causa de cuestiones de ingeniería, así como el tiempo invertido en el ajuste de máquinas y herramientas antes de que se empiecen a procesar partes con ellas. Todo este tiempo y material desperdiciado incrementa el costo del producto y disminuye su calidad. El Just in Time es una cruzada para eliminar cualquier forma de desperdicio o despilfarro. Es también un impulso para simplificar el proceso de manufactura de manera que sea factible detectar problemas y llegar a soluciones de carácter inmediato.

Entonces, por lo tanto, el JIT puede entenderse como una herramienta de producción diseñado para eliminar todo desperdicio en el medio de la manufactura (por desperdicio debe entenderse cualquier cosa que no contribuya de manera directa al valor del producto). Hace que los materiales necesarios sean traídos al lugar necesario para elaborar los productos necesarios en el momento exacto en que éstos son requeridos.

### Reglas de operación del Just in Time.

- La primera es que sólo deben ser empleadas partes y procesos de alta calidad. El JIT requiere de existencia mínimas de seguridad en materiales y productos en proceso, por ello cuando llega el instante de elaborar el producto, las partes en el proceso de producción, deben ser las mejores que se puedan obtener. (Suministrar solo partes buenas

u operaciones correctas de un paso al siguiente). Esta regla asegura altos rendimientos y previsión en la línea de producción.

- La segunda regla tiene se refiere al tamaño del lote de producción. Siempre se deberá elaborar el tamaño de lote más pequeño para cualquier producto, independientemente del volumen de producción del mismo.
- Eliminar todas las tareas inútiles haciendo al personal lo más autónomo posible en su trabajo, capaz de adaptarse rápidamente y de comprender los objetivos de la empresa.
- No se debe hacer transitar materiales, materiales, documentos/información por puestos de almacenaje intermedios, si no que llegue directamente al punto de utilización; esto implica una ubicación próxima de los puestos de trabajo consecutivos.
- Estar seguro de obtener rápidamente las piezas adecuadas cuando se expresa la necesidad de su fabricación y por tanto tener una buena fiabilidad de las máquinas.

### **2.7.5 Distribución de centros de trabajo en JIT.**

La complejidad no es inevitable, resultando posible mejorar considerablemente la distribución de las actividades en las fábricas. El objetivo a buscar es simple, y se trata de “colocar uno al lado de otro los puestos de trabajo que efectúan operaciones sucesivas, sobre una misma pieza o un mismo producto”. Para ello es necesario conseguir encadenar entre sí las operaciones, suprimiendo los almacenes intermedios, reduciendo a lo estrictamente indispensable las operaciones de manutención, simplificando el flujo de piezas, y facilitando el seguimiento de la producción por medio de:

- La disposición en células de manufactura de los talleres.
- La segmentación geográfica y la puesta en línea de las fabricaciones de productos diferentes.
- La agrupación de actividades entre sí.
- La descentralización de las actividades de recepción, almacenaje y expedición.

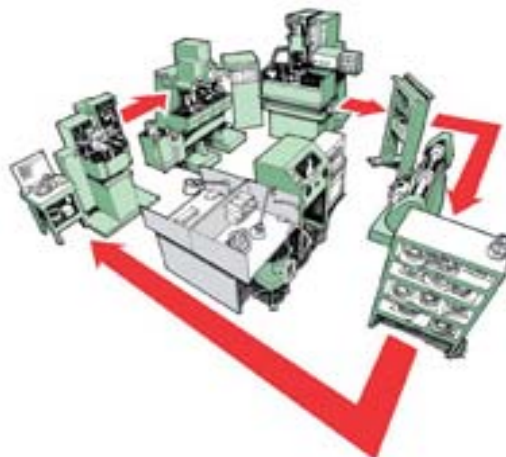


Figura No. 28 Distribución de máquinas en una célula de manufactura. Fuente: google imágenes.

### 2.7.5.1 Células de manufactura en los talleres.

En un taller de fabricación, en que la distribución es generalmente funcional, existen muchos recorridos de piezas diferentes, sin que ninguno de ellos sea simple ni corto. Sin embargo, pueden en ocasiones identificarse algunos circuitos elementales recorridos por gran número de piezas. Un circuito elemental corresponde frecuentemente al único recorrido posible para un tipo dado de pieza, por razones técnicas o a causa de características de forma y de tamaño particulares de las piezas. Resultando posible agrupar las máquinas de cada circuito elemental y disponerlas en forma de “U”, de modo que las máquinas se sucedan en el orden de las respectivas operaciones de fabricación.

Una célula corresponde al recorrido mínimo que habría de efectuar una pieza tratada por cada una de sus máquinas. Permite encadenar las sucesivas operaciones relativas a una misma pieza, con lo que se hacen mínimos los plazos. Una pieza puede en efecto fabricarse por completo en algunos minutos, en tanto que en una fábrica tradicional serían con frecuencia necesarias varias semanas<sup>16</sup>.

En una buena célula, las máquinas están muy próximas y los operarios se desplazan con la pieza que tratan. La proximidad de las máquinas evita desplazamientos importantes y garantiza un plazo mínimo, con el más rápido encadenamiento de las operaciones. La creación de células suele ser poco costosa. Los beneficios obtenidos son tan buenos que la operación puede hacerse rentable en pocas semanas. Para ello es importante lograr *trabajadores polivalentes (shojinka)*: Cada uno de ellos ejecuta, consecutivamente, en las diferentes máquinas de la célula, todas las operaciones relativas a una misma pieza. En tanto que antes se requería un operador por máquina, la polivalencia incrementa claramente la productividad. Los plazos de fabricación de las piezas tratadas en las células se rebajan de una o dos semanas a dos o tres minutos. La polivalencia y el desplazamiento de los operarios permiten la utilización de cada uno de ellos al 100% de su tiempo. Para hacer variar el volumen de producción de una célula, basta con hacer trabajar a más o menos operadores (hasta el límite de saturación de las maquinas).

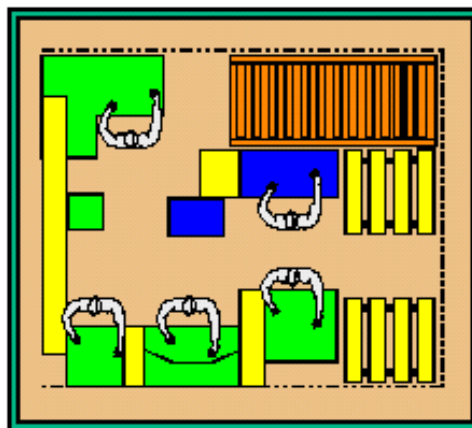


Figura No. 29 Posiciones que abarca un trabajador polivalente dentro de la célula de trabajo. Fuente: google imágenes.

<sup>16</sup> Sekine Kenichi. “Diseño de células de fabricación: Transformación de las fábricas para la producción en flujo”. Productivity Press, Pórtland Oregon, 1993.

Las células de maquinaria son una de las principales explicaciones de los plazos muy cortos de fabricación y de los niveles extremadamente bajos de almacenaje en las fábricas japonesas.

### **2.7.5.2 La segmentación y la puesta en línea del taller de fabricación.**

La segmentación consiste en dividir una fábrica en sectores independientes, cada uno de los cuales asegura el ensamblaje de las operaciones relativas a una de las familias de productos que trataría la fábrica inicial. La organización y el funcionamiento de la fábrica, dividida en sectores independientes, resultan claramente mejoradas. En cada sector puede seguirse con la vista lo que sucede e identificar los posibles problemas.

- Las piezas se localizan con facilidad.
- Disminuyen los riesgos de error y la falta de piezas.
- Si se presenta un problema en una línea de producción ello no repercute sobre las otras.
- La gestión y la planificación de cada sector se ven además considerablemente simplificadas.

Poner en línea es disponer consecutivamente las operaciones de producción relativas a un mismo producto, a fin de permitir su encadenamiento. La puesta en línea conduce a importantes progresos en los planos de la eficacia, la productividad, la flexibilidad y la reducción de plazos.

#### **Agrupación de actividades.**

No todos los talleres pueden ser reorganizados enteramente en forma de células. No todas las fábricas pueden ser “segmentadas” por productos y puestas en línea. Sin embargo, cualquier modificación parcial por uno de tales caminos es beneficiosa. Por lo demás, cuando las células o las puestas en línea parecen imposibles, pueden a menudo llevarse a cabo agrupaciones de actividades.

Una primera acción para ello podría ser agrupar simplemente las máquinas y los puestos de trabajo que efectúan las operaciones relativas a las mismas piezas o a los mismos productos y enseguida encadenar sus operaciones y suprimir los almacenes intermedios.

En una segunda aproximación puede pensarse en cuestionar la tradicional separación existente entre fabricación y montaje. Por ejemplo, en la fábrica de Toyota en Long Beach USA, se encuentran máquinas junto a las líneas de montaje, que son accionadas por los operarios del montaje cuando tienen necesidad de piezas para ensamblarlas al producto en curso.

### **2.6.4 Actividades de recepción, almacenaje y expedición en JIT.**

Tratándose de actividades tradicionalmente centralizadas en la mayoría de las fábricas, es deseable intentar descentralizarlas en el mayor grado posible a fin de reducir los trayectos, los plazos y la ineficacia.

El espacio es de primera importancia en Japón. Además, tiene recursos naturales limitados (por ejemplo, como sabemos, una de las principales fuentes del acero usado en Japón para productos

manufacturados son automóviles usados procedentes de USA y de otros países occidentales). En tales condiciones, siempre han considerado indeseable dedicar espacios para el almacenaje de materiales. En vez de usar el valioso espacio para inventarios, prefieren importar los recursos naturales requeridos, como el acero, transformarlos inmediatamente en productos finales y entonces, sin retrasos, embarcarlos a los clientes internacionales, con lo cual inmovilizan el mínimo posible de fondos y espacio mientras emplean tasas elevadas de movimiento de material. Esto también les permite concentrar sus esfuerzos laborales en la transformación de material de valor agregado, en vez de actividades sin valor agregado, como el almacenaje de apoyo.

En una planta típica que ha hecho la transición de la producción en línea a JIT, la materia prima a menudo se almacena en el punto de uso. Cuando llega el momento de fabricar un producto, el material se usa y, en cuestión de horas o minutos, el producto final sale de la célula de manufactura JIT y se embarca.

### **2.7.6.1 Reducción de stocks y plazos de fabricación.**

El desorden, los errores, la falta de piezas, los derroches, los retrasos, deberían poderse atenuar considerablemente mediante la disminución de stocks y de plazos, así como por la revisión de la situación de las máquinas y la reducción de la longitud de los trayectos. Debemos prestar especial consideración a los stocks elevados y los plazos excesivos. Stocks y plazos excesivos se ven a menudo presentados como el mal absoluto del que importa librarse. Es cierto que son el origen de aumentos de costo, de derroches, de improductividad, de falta de flexibilidad. Se tiene por ello la tendencia a ver en ellos las causas principales de las desventajas de competitividad. Tanto los excesos de stocks, como de plazos no son males en sí mismo, sino consecuencia de otros males, tales como:

- La distribución inadecuada de las máquinas y los recorridos demasiados largos.
- La duración de los cambios de herramientas.
- Las averías en las máquinas y herramientas.
- Los problemas de calidad.
- Las dificultades con los suministradores.

Para que los stocks puedan disminuir es necesario que su papel sea menos indispensable. Tienen esencialmente una función de seguridad: Existen porque los plazos necesarios para fabricar una nueva pieza o un nuevo producto son demasiados largos para hacer frente a un pedido urgente o a un defecto de fabricación o a una avería de las máquinas. Los almacenes no pueden por tanto reducirse sin una fuerte disminución de los plazos.

Recíprocamente, para que los plazos puedan disminuirse será necesario encadenar con mayor rapidez las operaciones de producción utilizando o aplicando anteriormente otras herramientas y/o técnicas de Lean Manufacturing como: VSM, SMED, Poka-Yoke, 5 S's, TPM, Flujo continuo, Manufactura celular, etc. y por tanto, dejar de constituir stocks intermedios.

Existen varias ventajas por una reducción de stock y plazos en la fabricación:

- Capacidad para atender pedidos urgentes.
- Rapidez de reacción gracias a la reducción de plazos.
- Mejor respuesta a las expectativas del mercado.
- Posibilidad de planificar la producción a corto plazo teniendo en cuenta únicamente los pedidos firmados (en lugar de planificar sobre la base de previsiones).
- Capacidad para atender pedidos urgentes.
- Reducción de los almacenes de productos terminados.
- Baja de alquileres o posibilidad de utilizar para otras actividades la superficie ganada.
- Mejora de la productividad y reducción de los costes de producción.

### **2.7.7 Calidad y costo en la producción Just in Time.**

Basta a menudo que una sola pieza de un lote fabricado para un pedido sea deficiente, para que resulte imposible servir al cliente en los plazos previstos. Más que intentar evitar la aparición de defectos, durante muy largo tiempo, y todavía sucede así en numerosos lugares, se han fabricado cantidades de piezas superiores a las necesarias.

Producir una pieza defectuosa que se deba desechar en medio del proceso productivo representa por un lado la pérdida de la inversión realizada en la pieza hasta que ha surgido el defecto, pero además provoca que hayamos de fabricar otra pieza para sustituirla y poder continuar con el proceso productivo, por lo que el costo total de la pieza defectuosa es por un lado la propia pieza más los costos de reponerla. Si disponemos una cierta cantidad de piezas del mismo tipo para si aparece una pieza defectuosa poder reemplazarla (sistema clásico de producción con stock de seguridad) los defectos tendrán el costo de la pieza defectuosa pero si miramos la organización en conjunto, el costo de mantener los stocks de seguridad para tal efecto habrá de sumarse todavía<sup>17</sup>.

En una fábrica que practica el Just-in-Time el que aparezca un defecto es muchísimo más grave ya que la falta de un stock de seguridad. Hará que una pieza defectuosa detenga la línea de producción. Por ello, el JIT pone mucho más énfasis en la eliminación de los defectos.

Es más grave no detectar la pieza defectuosa cuando ésta se produce, ya que la inversión que se realiza en la pieza va incrementándose por lo que al final el coste del defecto va a ser superior. Por ejemplo, si detectamos una estructura defectuosa de un tren cuando se ha producido la estructura, los costos se reducirán a la sola estructura y/o sus reparaciones, en cambio, si se detecta al final del proceso, los costos serán el tren entero (por el nivel crítico del defecto), o bien, los costos que comporta el hecho de reemplazar la estructura defectuosa, si vamos más allá y lo detecta el cliente no solamente tendremos costos monetarios sino costos más subjetivos, difíciles de valorar pero en cualquier caso mucho más elevados, que involucra la insatisfacción del cliente, pérdida de mercado, pérdida de competitividad, etc.

Las mejoras en la calidad pueden venir por dos aspectos:

---

<sup>17</sup> Hay Edward J. "Justo a Tiempo". Series en desarrollo gerencial. Colombia, Norma, 1989.

- En primer lugar mediante un absoluto control de calidad efectuado fundamentalmente por la maquinaria utilizada y por los propios trabajadores de tal forma que garantice que ninguna pieza defectuosa vaya al proceso siguiente.
- El segundo aspecto para actuar es en la mejora intrínseca de los procesos productivos incorporados o modificando tareas que permitan eliminar causas de defectos en la producción.

En las empresas occidentales tradicionales se han empeñado en imponer los procesos a los operarios, ya sea a través del pensamiento del directivo responsable, a través de estudios internos con la dedicación de personal exclusivamente dedicado a ello, o bien mediante el auxilio de personal externo a la empresa, y si las cosas salen mal tienden a culpar directamente a los trabajadores. En cambio las empresas progresistas, incluso las que no aplican totalmente el Just in Time, han apostado por la participación de los trabajadores para identificar los procesos en los que se pueden establecer mejoras y decidir los posibles modos de actuar para conseguirlas de forma colectiva.

Se puede concluir por lo tanto que si se pueden eliminar todos los defectos y lograr un nivel de calidad de alto nivel, incrementaremos en gran medida la productividad.

#### **2.7.7.1 Costo del Just in Time.**

Los enfoques convencionales del control de la fabricación como el MRP exigen grandes inversiones de capital, la mayor parte del mismo consistente en hardware y software informático. En cambio, el JIT exige muy poca inversión de capital. Lo que se requiere es una reorientación de las personas respecto a sus tareas. Con la aplicación del JIT, todos los gastos implicados son principalmente gastos de formación.

La formación ha de darse a todos los empleados, desde el presidente hasta los trabajadores de la cadena de montaje. Buscar el aprovechamiento de todas las capacidades de los empleados de la empresa, pero no sólo las capacidades ya demostradas, sino también las potenciales. La formación ha de ser el instrumento que permita a los empleados convertir en habilidades reales la potencialidad que llevan dentro. Hay que destacar dos aspectos cuando nos referimos al concepto de formación.

Pero aunque el coste de una aplicación JIT sea más bajo que el de las aplicaciones típicas del MRP, la reducción de las existencias es mucho mayor con el sistema JIT, muchas aplicaciones consiguen una reducción drástica de las existencias. También debemos considerar que el JIT no se debe considerar a corto plazo; es decir, no deberíamos utilizar el JIT durante algunos meses y luego parar. El JIT es una campaña progresiva que busca el perfeccionamiento continuo. Además debemos tener en cuenta que el JIT no sólo reduce las existencias, sino que aumenta la calidad, productividad, el servicio al cliente y la moral general de la empresa.



## 2.8 KANBAN.

### ¿Que es Kanban?

Kanban es un herramienta de producción altamente efectiva y eficiente por medio de tarjetas, las cuales son usadas para que los trabajadores sepan qué están produciendo, qué características lleva, así como qué van a producir después, que características tendrá y como será transportado. Kanban es una palabra japonesa que significa: "Etiqueta de instrucción"<sup>18</sup>.

Fue originalmente desarrollado por Toyota en la década de los 50 como una manera de manejo del flujo de materiales en una línea de ensamble. Para muchas compañías del Japón el corazón de este proceso es el Kanban, quien directa o indirectamente maneja mucho de la organización manufacturera.

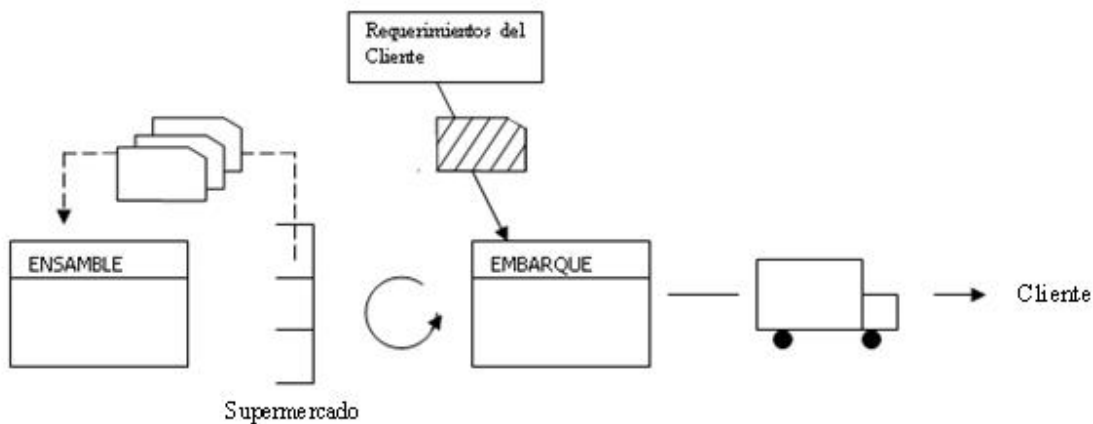


Figura No. 30 Ejemplo de uso de sistema Kanban. Fuente: google imágenes.

En conjunción con el sistema conocido como “sistema de pull o jalar”, tiene sus propias características a la hora de funcionar, pues las máquinas no producen hasta que se les solicita que lo hagan, de manera que no se generan inventarios innecesarios que quizá al final queden parados y no se vendan, ya que serían excedentes de producción. Esta herramienta sirve para cumplir los requerimientos de material en un patrón basado en las necesidades de producto terminado o embarques, que son los generadores de la tarjeta de kanban, y que se enviarían directamente a las máquinas para que procesen solamente la cantidad requerida.

A cada pieza en cada paso del proceso le corresponde un contenedor vacío y una tarjeta, en la que se especifica la referencia (máquina, descripción de pieza, siguiente paso del proceso, etcétera), así como la cantidad de piezas que ha de esperar cada contenedor para ser llenado antes de ser trasladado a otra estación de trabajo. Todos y cada uno de los procesos deberán ir acompañados de su tarjeta kanban al recipiente o contenedor, con las siguientes características:

- Se usan recipientes estándar.
- La cantidad que contiene cada recipiente es exacta, de manera que es fácil contar y controlar el inventario.

<sup>18</sup> Shingo Shigeo. “A study of the Toyota production system from an Industrial Engineering viewpoint”. Estados Unidos. Productivity, 1989.

- El número de recipientes llenos que están en el punto de utilización es sólo de uno o dos.
- La cantidad que contiene el recipiente es pequeña, de manera que por lo menos un recipiente (normalmente varios) se consume diariamente.
- En la sección de producción, los recipientes se llenan con lotes pequeños, lo cual exige que anteriormente se hayan reducido los tiempos de preparación a fin de que los lotes pequeños resulten económicos.

### **2.8.1 Objetivos y funciones de Kanban.**

#### *Objetivos:*

- En una empresa manufacturera, poder empezar cualquier operación estándar en cualquier momento.
- Dar instrucciones de la producción basados en las condiciones actuales del área de trabajo.
- Prevenir que en las organizaciones se agregue trabajo innecesario a aquellas órdenes ya empezadas, y evitar el exceso de papeleo innecesario.
- Alcanzar la eliminación de la sobreproducción.
- Facilitar el control del material.

#### *Funciones:*

- *Control de la producción.* Por control de la producción se entiende la integración de los diferentes procesos y el desarrollo de un sistema en la cual los materiales llegaran en el tiempo y cantidad requerida en las diferentes etapas de la fábrica y si es posible incluyendo a los proveedores.
- *Mejora de los procesos.* Por la función de mejora de los procesos se entiende la facilitación de mejora en las diferentes actividades de la empresa mediante el uso de Kanban, esto se hace mediante diferentes técnicas y herramientas Lean Manufacturing, y darían resultados como: Eliminación de desperdicios, organización del área de trabajo, reducción del tiempo de preparación, reducción de los niveles de inventario.
- *Movimiento de material.* Otra función de Kanban es la de movimiento de material, la etiqueta Kanban se debe mover junto con el material, si esto se lleva a cabo correctamente se logrará: La eliminación de la sobreproducción, prioridad en la producción (el Kanban con mas importancia se pone primero que los demás), se facilita el control del material.

## **2.8.2 Información necesaria en una etiqueta de Kanban<sup>19</sup>.**

- *Numero de parte del componente y su descripción.*

Los kanbanes son tarjetas que indican u ordenan, que se vuelva a servir un nuevo pedido. Éstas describen su origen, destino, cantidad e identidad de los productos a servir. Por lo que cada parte del componente deberá estar bien definida o clasificada por un código o clave, la que podrá estar compuesta por números o letras, o una combinación de estos. Además, puede incluir una descripción del componente, característica que permitirá facilitar la comprensión y actuación de los involucrados en la producción.

- *Nombre / No. Del producto.*

Muchas veces será necesario, además, incluir el nombre o número del producto; en este caso, la nomenclatura se referirá al producto en general, y no al componente en particular. Esta característica permitirá evitar confusiones, en el sentido de que, las partes que componen un determinado producto, efectivamente lleguen a ese producto. No vaya a ser que ciertas piezas por error se extravíen en el camino, ocasionando pérdidas de tiempo y dinero a la organización.

- *Cantidad requerida.*

Este punto reviste mucha importancia, puesto que es vital y absolutamente necesario, conocer la cantidad requerida para poder producir. El hecho de que, una vez recibida la tarjeta, ésta posea errores, desembocarán en graves problemas para la empresa. Puede darse el caso de que falten componentes, y por lo tanto haya que parar la producción.

- *Tipo de manejo de material requerido.*

Muchos componentes necesitarán un trato especial en lo que respecta a su manejo. Gran cantidad de materiales poseen características que provocan que su manejo sea realizado en forma cuidadosa. Estas características se pueden presentar en diversas formas y por diversos motivos, los mismos que pueden ser entre otros los siguientes:

- El clima.
- Lo perecedero del producto.
- Lo frágil del material.
- El hecho de mantenerlo en una posición necesaria.

- *En donde debe ser almacenado cuando sea terminado.*

Los materiales son recibidos, inspeccionados, almacenados y distribuidos, basados en el programa predeterminado. Estos mismos materiales, en la forma de subensamble se almacenan de nuevo. Si hay defectuosos, o las piezas no específicas son utilizadas, u ocurren errores en ensamble, grandes cantidades de piezas o subpiezas son producidas y almacenadas, quizá por días o semanas. En todo caso, si el producto ya estuviere terminado, será menester almacenarlo en algún lugar. El kanban nos guiará rápidamente al lugar de almacenaje, sin pérdidas de tiempo y esfuerzo.

---

<sup>19</sup> Gross Jhon “Kanban made simple”. New Cork, AMACOM, 2003.

- *El punto de reorden.*  
Las posiciones de inventario de artículos se deberán revisar periódicamente, y el número de órdenes se emitirá uniformemente a lo largo de la determinación de la producción. El punto de reorden revisará la posición de inventario de artículos intermedios y comprados más bien, diariamente que semanalmente. La razón por qué kanban aparece atractivo no es el sistema en sí mismo. El sistema kanban es meramente una manera conveniente para implementar una estrategia de lote pequeño y una manera para exponer problemas ambientales. Ser un sistema de poco papel, las decisiones cotidianas para poner nuevas órdenes son hechas por los trabajadores. Cuando los tamaños de lote son pequeños y repetitivos, los sistemas con la documentación excesiva sobre cada orden de taller, requieren muchos costos más altos de administración.
- *Secuencia de ensamble/producción del producto.*  
La secuencia de ensamble producción, llamada flujo, es de importancia primordial, y ésta se obtiene mediante el equilibrio. El contenido de la secuencia de ensamble colaborará a buscar en lo que a stock se refiere, la cantidad mínima posible en el último momento posible, y la eliminación de existencias.

### **2.8.3 Tipos y etiquetas de kanban.**

- *Kanban de Producción.* Este tipo de Kanban es utilizado en líneas de ensamble y otras áreas donde el tiempo de set-up (preparación de maquinas y cambio de herramientas) es cercano a cero. Contiene la orden de producción, el tipo de parte, la maquina por la que es procesada esa parte, y donde debe ser llevada o almacenada después. Cuando las etiquetas no pueden ser pegadas al material, por ejemplo, si el material está siendo tratado bajo calor, éstas deberán ser colgadas cerca del lugar de tratamiento de acuerdo a la secuencia dentro del proceso.



Figura No. 31 Icono de Kanban de producción.

- *Kanban señalador/kanban de material.* Se coloca la etiqueta Kanban señalador en ciertas posiciones en las áreas de almacenaje, y especificando la producción del lote; la etiqueta señalador Kanban funcionara de la misma manera que un Kanban de producción. Indican al proveedor que traslade de su almacén un contenedor al almacén de materias primas del cliente. El sistema exige una coordinación interna de los elementos internos, que se consigue a través de la motivación (grupos de trabajo). Se conseguirá darle más responsabilidad a esas personas y por lo tanto más satisfacción en su trabajo. Es utilizado en áreas tales como:
  - Prensas.
  - Moldeo por confección.
  - Estampado.



Figura No. 32 Icono de kanban de señal.

- *Kanban de urgencia.* Emitido por la causa de escasez de un componente o cuando a causa de componentes defectuosos, averías de las máquinas, trabajos especiales o tiempo extra, se producen circunstancias especiales y es necesario surtir ese componente en el punto de uso de la línea de ensamble.
- *Kanban de proveedor o retirada (withdrawal).* Es usado entre el proveedor y el fabricante. La manufactura esbelta requiere rápidas entregas y para lograr esto, muchos fabricantes requieren de sus proveedores que entreguen los materiales justo a tiempo. Por lo tanto, los proveedores deben ajustarse desde tradicionales tamaños de lote a tamaños de lotes pequeños. Este tipo de Kanban es entregado en tiempos predefinidos del fabricante al proveedor. Por ejemplo: Si las partes fueran trasladadas dos veces al día (8 a.m. y 10 p.m.) el conductor del camión entregaría el Kanban al almacén del proveedor a las 8 a.m. el cual es una señal al proveedor para producir la cantidad requerida. Al mismo tiempo el conductor recoge las partes que son completadas a las 8 a.m. durante la mañana con el Kanban anexo a las cajas conteniendo esas partes. Estas son las Kanban que habrían llegado la noche previa a las 10 p.m. señalando la producción de las partes.



Figura No. 33 Icono de Kanban de retiro (withdrawal).

Estante de almacén No. 5E 215		Proceso previo
Numero de parte 35670507		FORJA B-2
Nombre de la parte PIÑON		
Tipo de carro 50BC		Proceso siguiente
		MAQUINADO
Capacidad de contenedor	No. de emisión	M-6
20	4 DE 8	

Figura No. 34 Ejemplo de tarjeta kanban de producción. Fuente: Elaboración propia.

## **2.8.4 Reglas Kanban.**

Dentro del Kanban se tienen un conjunto de reglas, que se enlistan a continuación<sup>20</sup>.

### **A) El Kanban como un sistema de mejoramiento de la productividad.**

En la actualidad, la necesidad de producir eficientemente sin causar trastornos ni retrasos en la entrega de un producto determinado es un factor de suma importancia para las empresas que desean permanecer activas en un mercado como el actual, que exige respuestas rápidas y cumplimientos en calidad, cantidad y tiempos de entrega.

Por lo tanto, la implementación de sistemas de producción más eficientes ha llegado a ser un factor que se debe marcar como primordial por implementar en las plantas productivas.

La implementación de sistemas de producción que logren en la actualidad cumplir con las demandas del mercado, no necesariamente implica tener que hacer grandes inversiones en costosos sistemas de automatización, o en grandes movilizaciones y rediseños de layout, y líneas de producción. En realidad, con un análisis adecuado de las situaciones y los elementos con los que se cuenta, se puede lograr desarrollar algún sistema efectivo que cumpla con las necesidades y que no sea causa de una inversión mayor.

Los resultados mostrados por el sistema Kanban, cuando se implementaron en estados ambientales seguros, se desempeñan desde luego excepcionalmente bien. Sin embargo, los sistemas más tradicionales usados en los Estados Unidos también muestran este buen desempeño. Al contrario, hay otros ambientes de planta en que todos los sistemas se desempeñan mucho peor. Esto sugiere que los factores en sí mismos son la clave para un mejoramiento estructural. Simultáneamente se reducen los tiempos de Setup (preparación de maquinaria) y los tamaños de lote se encuentran como la única manera efectiva de cortar los niveles de inventario y mejoran servicio al cliente.

### **B) No se debe mandar producto defectuoso a los procesos subsecuentes.**

La producción de productos defectuosos implica costos tales como la inversión en materiales, equipo y mano de obra que no va a poder ser vendida. Este es el mayor desperdicio de todos. Si se encuentra un defecto, se deben tomar medidas antes que todo, para prevenir que este no vuelva a ocurrir.

En este punto es importante hablar de la llamada *Autonomatización o Jidoka*, cuyo significado en japonés es control de defectos autónomo.

La Autonomatización nunca permite que las unidades con defecto de un proceso fluyan al siguiente proceso, deben de existir dispositivos que automáticamente detengan las maquinas y no se produzcan mas defectos. Lo peor no es parar el proceso, lo peor es producir artículos con defectos. Por lo tanto:

- El proceso que ha producido un producto defectuoso, lo puede descubrir inmediatamente.

---

<sup>20</sup> Monden Yasuhiro. "El sistema de producción Toyota". Buenos Aires, Macchi, 1993.

- El problema descubierto se debe divulgar a todo el personal implicado, no se debe permitir la recurrencia.

Puntos clave a tomar en cuenta en JIDOKA:

- Jidoka no es un paso más en el proceso.
- Se basa en el uso práctico de la automatización a prueba de errores con el fin de detectar defectos y liberar a los trabajadores para que hagan múltiples actividades dentro de la célula.
- Jidoka es diferente a la automatización. Se logra lenta, sistemática y económicamente. Asegura que las maquinas hagan solamente trabajo que agregue valor.
- Implementar jidoka ayuda a reducir los tiempos de ciclo y prevenir los defectos, así como la espera, el transporte y la inspección.

### **C) Los procesos subsecuentes requerirán sólo lo que es necesario.**

Esto significa que el proceso subsecuente pedirá el material que necesita a los procesos anteriores, en la cantidad necesaria y en el momento adecuado. Se crea una pérdida si el proceso anterior sufre de partes y materiales al proceso subsecuente en el momento que este no los necesita o en una cantidad mayor a la que este necesita. La pérdida puede ser muy variada, incluyendo pérdida por el exceso de tiempo extra, pérdida en el exceso de inventario, y la pérdida en la inversión de nuevas plantas sin saber que la existente cuenta con la capacidad suficiente.

La peor pérdida ocurre cuando los procesos no pueden producir lo que es necesario, y cuando estos están produciendo lo que no es necesario.

Para eliminar este tipo de errores se usa esta segunda regla. Si suponemos que el proceso anterior no va a suplir con productos defectuosos al proceso subsecuente, y que este proceso va a tener la capacidad para encontrar sus propios errores, entonces no hay necesidad de obtener esta información de otras fuentes, el proceso puede suplir buenos materiales.

Sin embargo, el proceso no tendrá la capacidad para determinar la cantidad necesaria y el momento adecuado en el que los procesos subsecuentes necesitaran de material, entonces esta información tendrá que ser obtenida de otra fuente. De tal manera que cambiaremos la forma de pensar en la que "se suplirá a los procesos subsecuente" a "los procesos subsecuente pedirán a los procesos anteriores la cantidad necesaria y en el momento adecuado". Este mecanismo deberá ser utilizado desde el proceso inicial hasta el último.

Existen una serie de pasos que aseguran que los procesos subsecuentes no jalarán o requerirán arbitrariamente del proceso anterior:

- No se debe requerir material sin una tarjeta Kanban.
- Los artículos que sean requeridos no deben exceder el número de Kanban admitidos.
- Una etiqueta de Kanban debe siempre acompañar a cada artículo.

#### **D) Producir solamente la cantidad exacta requerida por el proceso subsecuente.**

Esta regla fue creada con la condición de que el mismo proceso debe restringir su inventario al mínimo, para esto se deben tomar en cuenta las siguientes observaciones:

- No producir más que el número indicado en las tarjetas kanban.
- Producir en la secuencia en la que las kanban son recibidos.

#### **E) Balancear la producción.**

De manera en que podamos producir solamente la cantidad necesaria requerida por los procesos subsecuentes, se hace necesario para todos los procesos mantener al equipo y a los trabajadores de tal manera que puedan producir materiales en el momento necesario y en la cantidad necesaria.

En este caso si el proceso subsecuente pide material de una manera incontinua con respecto al tiempo y a la cantidad, el proceso anterior requerirá personal y maquinas en exceso para satisfacer esa necesidad.

Es aquí cuando es más fácil apreciar lo componentes básicos del sistema Kanban, teniendo especial cuidado y observación del primero, que son los siguientes:

- Equilibrio, sincronización y flujo.
- Calidad: "Hacerlo bien la primera vez".
- Participación de los empleados.

### **2.8.5 Movimiento de las tarjetas Kanban.**

Las kanban circulan de la siguiente forma:

- a. Cuando las piezas necesarias en la línea de montaje se van a utilizar primero, se recoge un Kanban de transporte y se coloca en una posición específica.
- b. Un trabajador lleva este Kanban hasta el proceso previo para obtener piezas procesadas. Retira un Kanban de producción de un palet de piezas procesadas y lo coloca en una posición prefijada. El Kanban de transporte se coloca en el palet y el palet se transporta a la línea.
- c. El Kanban de trabajo en proceso o Kanban de producción retirado del palet en el proceso previo, sirve como tarjeta de orden e instrucción de trabajo que promueve el procesamiento de piezas semiprocesadas aprovisionadas desde el proceso previo.
- d. Cuando ocurre esto, la tarjeta de producción correspondiente al proceso anterior se retira de un palet de piezas semiprocesadas y se reemplaza por un Kanban de transporte.



Este sistema tiene el beneficio añadido de simplificar la burocracia, cuando la producción se ejecuta pasando instrucciones a cada proceso, algunos de estos pueden retrasarse, o la producción especulativa puede generar inventarios innecesarios. El sistema Kanban previene este desperdicio.

No se utilizan las tarjetas de instrucción de trabajo y transferencia de los procesos convencionales de control. En vez de ello, los tiempos y los lugares de las entregas se especifican en detalle. El sistema se establece como sigue:

- Las entregas se realizan varias veces al día.
- Los puntos de entrega física se especifican en detalle para evitar colocar piezas en almacén y tener después que retirarlas para transferirlas a la línea.
- El espacio disponible para la colocación de piezas se limita para hacer imposible acumular excesos de stocks.
- El movimiento de las kanban regula el movimiento de los productos. Al mismo tiempo, el número de tarjetas kanban restringe el número de productos en circulación. El Kanban debe moverse siempre con los productos.

### **2.8.6 Ventajas, mejoras y limitaciones del kanban.**

El sistema Kanban, sin lugar a dudas envuelve por sí sólo una gran cantidad de ventajas, siendo las siguientes:

- Reducción en los niveles de inventario.
- Reducción en WIP (Work in Process).
- Reducción de tiempos caídos.
- Flexibilidad en la calendarización de la producción y la producción en sí.
- El rompimiento de las barreras administrativas son archivadas por Kanban.
- Promueve el trabajo en equipo.
- Mejora la Calidad.
- Incentiva la Autonomación (Decisión del trabajador de detener la línea).
- Promueve la limpieza y el mantenimiento.
- Provee información rápida y precisa.
- Evita sobreproducción.
- Minimiza Desperdicios.

#### **2.8.6.1 Kanban como promotor de mejoras.**

Un sistema Kanban promueve mejoras en dos aspectos:

- En las situaciones anormales
- En los puntos débiles

##### *De situaciones anormales.*

El Kanban hace patentes las situaciones anormales cuando se provocan por distintas causas, que muchas veces están fuera de los límites que podemos manipular. Estas causas pueden ser muy

variadas y de distintas índoles, provenir de diferentes fuentes, y sus remedios unas veces fáciles y otras veces difíciles, a continuación se muestra una lista de algunas de ellas:

- Averías de máquinas y defectos del producto.
- Tamaño de la compañía.
- Potencial de negociación con proveedores, gobiernos y sindicatos.
- Mentalidad, formación y costumbres de los directivos contratados localmente.
- Existencia de sindicatos a escala sectorial.
- Resistencia de los trabajadores hacia las nuevas prácticas.
- Incapacidad para adaptarse a los mayores requerimientos de las plantas.
- Inexistencia de proveedores de calidad capaces de producir justo a tiempo.
- Resistencia de los proveedores locales a participar en sistemas de entrega justo a tiempo.
- Imposibilidad de concentrar geográficamente a los proveedores.
- Problemas de entendimiento debido a la diferente forma de concebir una relación proveedor-comprador.

#### En los puntos debiles.

Una reducción gradual en el número de kanban conduce a reducciones en el stock, lo que termina con el rol de stock como amortiguador frente a las inestabilidades de la producción. Esto pone al descubierto los procesos infracapacitados que generan anomalías, y simplifica el descubierta de los puntos que requieren mejora. La eficiencia global se incrementa concentrándose en los elementos débiles. Una de las funciones de Kanban es la de transmitir la información al proceso anterior para saber cuales son las necesidades del proceso actual. Si hay muchos kanban, la información deja de ser tan efectiva, y no se sabe cuales partes son realmente necesitadas en ese momento.

Si se reduce el número de kanbanes se reduce el número de setups. Mientras menos kanban existan es mejor la sensibilidad del sistema.

#### **2.8.6.2 Limitaciones del sistema Kanban.**

El kanban es factible en prácticamente toda fábrica que haga artículos por unidades completas, pero no tanto en las industrias de proceso. Sólo rinde beneficios en ciertas circunstancias:

- El kanban debe ser un elemento del sistema JIT. Tiene poco sentido aplicar un sistema de extracción si se requiere un tiempo interminable para extraer las partes necesarias del centro de trabajo productor, como ocurriría si los tiempos de preparación son de horas y los lotes son grandes. La característica fundamental de JIT es la reducción de los tiempos de preparación y el tamaño de los lotes, lo cual permite "extraer" rápidamente partes de los centros de trabajo productores.
- Las partes incluidas en el sistema kanban deben ser usadas cada día. Kanban proporciona por lo menos un recipiente lleno de un determinado número de partes, lo cual no es mucho inventario ocioso si todo el recipiente se utiliza el mismo día en que es producido. Por lo tanto, las compañías que tienen un sistema kanban, lo aplican por lo general a los números de parte que se usan mucho; pero reponen las que se usan poco siguiendo las técnicas occidentales convencionales.

- Las unidades muy costosas o muy grandes no se deben incluir en el kanban. Su almacenamiento y manejo son costosos. Por lo tanto, su solicitud y entrega deben ser reguladas con precisión bajo la vigilancia de un planificador de material o agentes de compras.

## **2.9 KAIZEN**

### **¿Qué es kaizen?**

Es una palabra japonesa compuesta por dos palabras, una KAI que significa “cambio” y la otra ZEN que significa “bueno, mejor”, lo que implica que KAIZEN signifique “cambio para mejorar” y, como dicho cambio para mejorar es algo que continuamente debe buscarse y realizarse, el significado termina siendo: “mejora continua”.

Kaizen significa mejoramiento. Por otra parte, significa mejoramiento continuo en la vida personal, familiar, social, y de trabajo. Cuando se aplica al lugar de trabajo, Kaizen significa mejoramiento continuo que involucra a todos, gerentes y trabajadores por igual<sup>21</sup>.

El Kaizen parte de la premisa que las personas son el activo más importante de una organización. Se lleva a la práctica por medio del trabajo en equipo y se emplean para ello una serie de técnicas o sistemas. Kaizen es una filosofía y al mismo tiempo un sistema que tiene sus orígenes en Japón, y es considerada como un factor fundamental para la competitividad de ese país a nivel mundial. En su moderna y actual esencia comenzó a vislumbrarse y aplicarse a las actividades productivas con posterioridad a la Segunda Guerra Mundial como resultado de la necesidad imperiosa de reconstruir su economía devastada. Además tomó un fuerte impulso con los consejos y asesoramientos de los importantes consultores americanos en materia de calidad: Deming – Juran y Feigenbaum.

### **Premisas del Kaizen.**

*Kaizen y gerencia.* La gerencia debe preocuparse tanto del mantenimiento de los estándares establecidos, cómo así también de lograr de manera sistemática la mejora en los niveles de calidad, productividad, costos, servicios y entrega. La búsqueda permanente de los Siete Ceros debe ser un objetivo primordial: Cero Inventarios, Cero Fallas, Cero Averías, Cero Tiempos de Espera, Cero Accidentes, Cero Papelería y Cero Contaminación.

*Dar prioridad a los Procesos en lugar de los resultados.* El kaizen fomenta el pensamiento orientado a los procesos, ya que los procesos deben perfeccionarse para que mejoren los resultados. El hecho de no lograr los resultados planeados indica una falla en el proceso.

*Anteponer en primer lugar la calidad.* De las metas primarias y estratégicas de calidad – costo – entrega, la calidad ocupa siempre una prioridad muy alta. La empresa no podrá competir si el producto o servicio carece de calidad.

---

<sup>21</sup> Imai Masaaki. “Kaizen”. México, CECSA, 1989.

*Hablar por medio de los datos.* Kaizen es un proceso de solución de problemas. Para dar solución a dichos problemas éstos deben ser previamente reconocidos, reuniéndose a los efectos de su posterior análisis los datos relevantes.

*El proceso siguiente es el cliente, sea éste interno o externo.* Todo trabajo es una serie de procesos, y cada proceso tiene su proveedor y su cliente. Dentro de ésta tónica, el siguiente proceso debe ser siempre considerado como un cliente, sean estos internos (dentro de la empresa) o externos (fuera de ella). La mayoría de las personas que trabajan en una organización tratan con clientes internos. Esta comprensión debe conducir al compromiso de no entregar nunca partes defectuosas o informaciones inexactas a las personas del proceso siguiente. Cuando todas las personas de la organización practican esto, el cliente externo recibirá siempre un producto o servicio de alta calidad.

### **2.9.1 El Kaizen y el gemba.**

Cabe preguntarse primero qué es el gemba? El gemba significa en japonés “lugar real”, o sea donde tiene lugar la acción. El Kaizen en el gemba es por lo tanto, llevar a cabo la mejora continua en el lugar de la acción, donde se generan, transforman y venden los productos.

Todas las empresas practican tres actividades principales directamente relacionadas con la obtención de utilidades: desarrollo, producción y venta. Sin estas actividades, una empresa no puede existir. Por tanto, en un sentido amplio, gemba significa los lugares de estas tres actividades. En una empresa de servicios, gemba es donde los clientes entran en contacto con los servicios ofrecidos. Así por ejemplo en el caso de los hoteles el gemba está en todas partes: en el lobby, el comedor, los cuartos de huéspedes, la recepción, los mostradores para registrarse y el puesto del conserje. En los bancos serían los cajeros, al igual que los funcionarios de préstamos que reciben a los solicitantes<sup>22</sup>.

#### **Factores negativos que aparecen en el Gemba.**

##### *Mura o Cuello de botella.*

Cada vez que se interrumpe el flujo normal del trabajo en la tarea de un operador, el flujo de partes y máquinas o el programa de producción, se dice que existe mura. El mura está muy relacionado con los cuellos de botella, razón por la que eliminar estas lleva a una mayor fluidez y productividad en los procesos.

##### *Muri o Trabajo tensionante*

Muri implica condiciones estresantes para los trabajadores y máquinas, lo mismo que para los procesos de trabajo. Si a un trabajador recientemente contratado se le asigna la tarea de un trabajador veterano, sin dársele antes el entrenamiento suficiente, el trabajo será estresante para él, y lógicamente es posible que esta persona sea más lenta en sus labores, e incluso puede cometer mayor número de errores, lo cual conducirá a un mayor muda (desperdicio).

---

<sup>22</sup> Imai Masaaki. “Como implementar el Kaizen en el gemba”. México, McGraw Hill, 1998.

Tanto el mura como el muri dan lugar a mayor nivel de muda (desperdicio), producto ello de las irregularidades y tensiones existentes. Identificarlas y contribuir a su disminución y / o eliminación permitirá importantes ahorros de recursos al bajar los niveles de muda.

### *Las 3 K fuera del Gemba.*

Las mismas responden a tres palabras japonesas que son “**kiken**” que significa peligroso, “**kitanai**” que significa sucio y “**kitsui**” que significa estresante. Son tres factores contrarios a la idea de lugar de trabajo que debe ponerse como objetivo, que son un lugar seguro, limpio y no generador de estrés. Un lugar que posea las 3 K, es un lugar de trabajo de baja productividad, generador de mala calidad, riesgo de accidentes, altos costos y como consecuencia de ello un elevado nivel de desperdicios.

Dos actividades fundamentales tienen diariamente lugar en el gemba: el mantenimiento y el kaizen. El primero se relaciona con seguir los estándares existentes y mantener el estándar, y el último se relaciona con el mejoramiento de tales estándares. Los supervisores del gemba participan activamente de ambas acciones, logrando como resultados calidad, costos, y entrega (QCD). De tal forma, una empresa que produce productos o servicios de calidad a un precio razonable y los entrega a tiempo, satisface al cliente, y ellos a su vez permanecen leales.

Con el fin de llevar a cabo el QCD (Quality-Cost-Delivery), la empresa debe gerenciar diariamente diversos recursos en forma apropiada. Estos recursos incluyen mano de obra, información, equipos y materiales. La eficiente administración diaria de recursos requiere estándares. Cada vez que surgen problemas o anomalías, el gerente o supervisor debe investigar, identificar la causa fundamental y reconsiderar los estándares existentes o implementar nuevos estándares para impedir su reaparición. Los estándares se convierten en parte integral del gemba kaizen y suministran la base para el mejoramiento diario. Así, al aplicarse en forma apropiada, el kaizen contribuye a mejorar la calidad, reducir los costos en forma considerable y satisfacer los requerimientos de entrega de los clientes, sin inversión o introducción de costosas tecnologías.

Tres actividades kaizen como lo son la estandarización las 5 S y la eliminación del muda (desperdicio) contribuyen al logro exitoso de el QCD. La estandarización, la eliminación del muda y las 5 S son fáciles de comprender e implementar, no requiriendo tecnologías o conocimientos complejos. Cualquier gerente, supervisor o empleado puede comprender y aplicar satisfactoriamente estas actividades de sentido común y bajo costo. La cuestión fundamental es formar la autodisciplina necesaria para mantenerlas.

Los estándares poseen los siguientes aspectos clave:

1. Representan la mejor, más fácil y más segura forma de realizar un trabajo.
2. Ofrecen la mejor manera de preservar el know-how y la experiencia.
3. Suministran una manera de medir el desempeño.
4. Muestran la relación entre causa y efecto.
5. Suministran una base para el mantenimiento y el mejoramiento.
6. Suministran objetivos e indican metas de entrenamiento.
7. Suministran una base para el entrenamiento.

8. Crean una base para la auditoria o el diagnóstico.

Suministran un medio para evitar la recurrencia de errores y minimizar la variabilidad.

## **2.9.2 Los seis aspectos del Kaizen.**

Hacer posible la mejora continua y lograr de tal forma los más altos niveles en una serie de factores requiere aparte de constancia y disciplina, la puesta en marcha de seis aspectos fundamentales:

- 1 Control de calidad total.
- 2 Un sistema de producción justo a tiempo.
- 3 Mantenimiento productivo total.
- 4 Despliegue de políticas.
- 5 Un sistema de sugerencias.
- 6 Actividades de grupos pequeños.

### **1. Control de Calidad Total**

Para los japoneses, calidad significa ser “adecuado para uso de los consumidores”. La innovación técnica se propone corregir el producto desde el punto de vista del consumidor y no es una finalidad en sí misma.

Uno de los principios de la gerencia japonesa ha sido el *control de calidad total* (TQC) que, en su desarrollo inicial, hacía énfasis en el control del proceso de calidad. Esto ha evolucionado hasta convertirse en un sistema que abarca todos los aspectos de la gerencia, y ahora se conoce como *gestión de calidad total* (TQM). La gestión de calidad total es una manera de mejorar constantemente el desempeño en todos los niveles operativos, en cada área funcional de una organización, utilizando todos los recursos humanos y de capital disponibles. El mejoramiento está orientado a alcanzar metas amplias, como los costos, la calidad, la participación en el mercado, los proyectos y el crecimiento.

Considerar el movimiento TQC / TQM como parte de la estrategia kaizen nos da una comprensión más clara del enfoque japonés. La gestión de calidad japonesa no debe considerarse estrictamente como una actividad de control de calidad, sino como una estrategia destinada a servir a la gerencia para lograr mayor competitividad y rentabilidad, logrando de tal forma a mejorar todos los aspectos del negocio.

Hacer posible la visión estratégica de la calidad requiere de numerosas herramientas y metodologías, entre las cuales tenemos:

- A. *Orientación hacia el proceso.* Al estar orientados hacia el proceso, podemos influir sobre el resultado en una etapa preliminar. La orientación hacia el proceso exige que nos replanteemos por qué las cosas se hacen de determinada manera. Al mejorar la calidad del proceso se mejora la calidad del resultado.

- B. *Iniciar la puesta en práctica desde arriba e involucrar a todos.* La gestión de calidad debe ser usada previamente en los altos niveles gerenciales y fluir a través de la estructura de la organización como una cascada. Este despliegue garantiza que los ejecutivos puedan comprender, demostrar y enseñar los principios y métodos de la gestión de calidad, antes de esperar encontrarlos y evaluarlos en su personal. El efecto de cascada también debe alcanzar a los proveedores.
- C. *Compromiso de los altos niveles gerenciales.* Este liderazgo asegura un firme y envolvente compromiso hacia el mejoramiento sostenido. La disminución de los costos, la conformidad con los programas, la satisfacción del consumidor y el orgullo por la tarea realizada, todo surge de una dedicación al mejoramiento permanente. Una demostración de este compromiso es el hecho de operar sobre la base de sugerencias para hacer posible los cambios.
- D. *Una comunicación vertical y horizontal, eficaz y sin barreras.* Utilizar este tipo de comunicación es fundamental para los esfuerzos de mejoramiento sostenido. Los métodos de la gestión de calidad apuntan a eliminar las barreras en la comunicación, facilitando el flujo de información bidireccional entre los líderes y sus subordinados. Ello garantiza que las metas y objetivos de la empresa se puedan definir claramente y difundir a través de toda la organización.
- E. *Mejoramiento continuo de los productos/ procesos (internos y externos).* El objetivo fundamental de la gestión de calidad es el mejoramiento continuo de cada aspecto de la propia tarea. Dicho objetivo se implementa a través de un método corregido y ordenado a fin de perfeccionar cada proceso. En la gestión de calidad el énfasis está puesto en la prevención de las fallas, a través de herramientas de identificación de problemas y de resolución de los mismos.
- F. *Constancia de los objetivos y una visión compartida.* Un conjunto de principios o un objetivo común debe guiar a toda organización. Cualquiera que sea su objetivo, todo el personal debe conocerlo y trabajar en pos de él. La coherencia es primordial, las metas distintas crearan conflictos.
- G. *El cliente manda.* El cliente es lo que más importa, ya se trate de un cliente interno o un cliente externo. Cada trabajador es, de algún modo, un cliente. Los consumidores o usuarios deben ser identificados, y sus necesidades, aspiraciones, expectativas y deseos claramente identificados y satisfechos. Los consumidores y sus necesidades son la única razón por la cual existe una empresa.
- H. *La inversión en personal.* La más importante y valiosa inversión de toda empresa es su personal. Los trabajadores constituyen el componente esencial para el proceso de mejoramiento continuo. La capacitación, la formación de equipos, y el mejoramiento de las condiciones de trabajo son elementos importantes para crear una situación en la cual los empleados puedan prosperar, obtener experiencia y capacidad, y contribuir al crecimiento de la empresa de manera progresiva.

- I. *La gestión de calidad se inicia y concluye con la capacitación.* Es necesario capacitar permanentemente a todo el personal. Puede resultar conveniente promover las habilidades de índole afectiva, como la comunicación verbal o escrita y los conceptos de formación de equipos; o incrementar las habilidades técnicas, como el control estadístico de la calidad.
- J. *Dos cabezas piensan mejor que una.* Sin trabajo en equipo, la gestión de calidad está destinada al fracaso antes de que pueda ser puesta en práctica. Los equipos modernos funcionan en conjunto, como una sola entidad, y no como un comité donde uno o determinados miembros hacen o dirigen la tarea.
- K. *Todos participan en la determinación y comunicación de las metas.* Los empleados tienen que compartir las metas que se han fijado. Los demás deben estar al tanto de las metas que pueden afectarles.

En las empresas japonesas, este esfuerzo por mejorar la calidad del producto también se aplica al control de calidad en el proceso de producción, haciéndose uso para ello de varios tipos de control de calidad. El concepto de “cero defectos” tiene por objeto identificar las raíces de una producción inadecuada hasta lograr una casi total ausencia de fallas. La técnica de los “círculos de control de calidad” tiene entre sus propósitos proporcionar canales de comunicación y un vocabulario común para estimular a los trabajadores a sugerir ideas creativas encaminadas a mejorar los productos y los procesos.

Dado que los trabajadores son capacitados para hacer varios trabajos (polivalentes), el control de calidad implica que deben comenzar su trabajo inspeccionando las labores realizadas en el puesto de trabajo anterior. Como consecuencia de estas medidas, los inspectores de control de calidad que se encuentran al final de la línea solo inspeccionaran detectaran defectos por millón de oportunidades.

## **2. Un sistema de producción Justo a Tiempo (Just in Time – JIT)**

Hacer factible el Just in Time implica llevar de forma continua actividades de mejora que ayuden a eliminar los mudas (desperdicios) en el lugar de trabajo (gemba). Estos mudas son las actividades y errores a los cuales se hizo referencia anteriormente.

Ahora bien, aplicar el Just in Time implica comprar o producir sólo lo que se necesita y cuando se necesita, pero para ello es menester se cumplan las siguientes condiciones:

- a) Producir lo que la clientela desea y cuando lo desea y no producir para constituir almacenes de productos terminados o intermedios.
- b) Tener plazos muy cortos de fabricación y gran flexibilidad para poder responder a los deseos de la clientela.
- c) Saber fabricar –cuando es necesario- sólo cantidades muy pequeñas de un tipo dado de pieza. Es preciso para ello apartarse de la fabricación por lotes importantes y de la noción de “cantidad económica”, lo que impone cambios rápidos de herramientas y una distribución en planta de las fábricas que permita el



encadenamiento de las operaciones relativas a una misma pieza o un mismo producto.

- d) No producir o comprar más que estrictamente las cantidades inmediatamente necesarias.
- e) Evitar las esperas y las pérdidas de tiempo, lo que impone, en particular, la renuncia a un almacén centralizado así como a la utilización de medios de manutención comunes a varios puestos de trabajo y que, por ello, podrían no estar disponibles en el momento en que un obrero los necesitara.
- f) Aportar los materiales, las piezas y los productos al lugar en que son necesarios, en lugar de almacenarlos en depósitos donde no sirven a nadie ni pueden utilizarse.
- g) Conseguir una alta fiabilidad de los equipos. Para que una máquina pueda no producir una pieza más que cuando resulte necesaria para la etapa siguiente del proceso de fabricación, es preciso que la máquina no se averíe en ese preciso momento.
- h) Gestionar la calidad de la producción. Si las piezas llegan en el momento oportuno y en el número deseado, pero no son de buena calidad, lo único que puede hacerse es rechazarlas y detener la producción de las fases siguientes del proceso.
- i) Adquirir únicamente productos y materiales de calidad garantizada, para que no detengan la producción.
- j) Disponer de un personal polivalente, capaz de adaptarse con rapidez y que comprenda los nuevos objetivos de la empresa.

### **3. Mantenimiento Productivo Total (MPT)**

La meta del TPM es la maximización de la eficiencia global del equipo en los sistemas de producción, eliminando las averías, los defectos y los accidentes con la participación de todos los miembros de la empresa, durante toda la vida del mismo. El personal y la maquinaria deben funcionar de manera estable bajo condiciones de *cero averías* y *cero defectos*, dando lugar a un proceso en flujo continuo regularizado. Por lo tanto, puede decirse que el TPM promueve la producción libre de defectos, la producción “justo a tiempo” y la automatización controlada de las operaciones.

El resultado final de la incorporación del TPM deberá ser un conjunto de *equipos e instalaciones productivas más eficaces*, una reducción de las inversiones necesarias en ellos y un aumento de la *flexibilidad* del sistema productivo.

La alta administración debe crear un sistema que reconozca y recompense la habilidad y responsabilidad de todos para el TPM. Una vez que los trabajadores adquieren el hábito del mantenimiento y limpieza de su lugar de trabajo, han adquirido disciplina.

#### **4. Despliegue de políticas**

El despliegue de la política se refiere al proceso de introducir las políticas para Kaizen en toda la compañía, desde el nivel más alto hasta el más bajo. La dirección debe establecer objetivos claros y precisos que sirvan de guía a cada persona y asegurar de tal forma el liderazgo para todas las actividades kaizen dirigidas hacia el logro de los objetivos. La alta gerencia debe idear una estrategia a largo plazo, detallada en estrategias de mediano plazo y estrategias anuales. La alta gerencia debe contar con un plan para desplegar la estrategia, pasarla hacia abajo por los niveles subsecuentes de gerencia hasta que llega a la zona de producción. Como la estrategia cae en cascada hacia las categorías inferiores, el plan debe incluir planes de acción y actividades cada vez más específicas.

Las metas anuales de utilidades y de Kaizen son establecidas sobre la base de metas de la compañía a largo y mediano plazo. Varios meses antes de que los altos gerentes se reúnan para formular estas metas anuales, existe una consulta vertical preliminar entre la alta administración y los gerentes divisionales y entre los gerentes divisionales y de departamento.

Un importante aspecto del despliegue de la política es su prioridad. El establecimiento de la prioridad es una parte inherente del diagrama de Pareto, con frecuencia utilizado en las actividades del círculo del control de calidad y este mismo concepto se aplica también en el despliegue de las metas. Debido a que son limitados los recursos que pueden movilizarse, es esencial que se asignen prioridades. Una vez que se ha hecho esto, puede desplegarse una lista cada vez más clara y específica de las medidas y planes de acción en los niveles inferiores de la administración.

A medida que las metas se abren paso hacia abajo, las declaraciones de la política de la alta administración son reenunciadas como metas cada vez más específicas y orientadas a la acción, convirtiéndose al final en valores cuantitativos precisos. Así, el despliegue de la política es un medio para que el cometido de la alta administración sea realizado por los niveles inferiores.

#### **5. Sistema de sugerencias**

El sistema de sugerencias funciona como una parte integral del kaizen orientado a individuos, y hace énfasis en los beneficios de elevar el estado de ánimo mediante la participación positiva de los empleados. Los gerentes y supervisores deben inspirar y motivar a su personal a suministrar sugerencias, sin importar lo pequeña que sean. La meta primaria de este sistema es desarrollar empleados con mentalidad kaizen y autodisciplinados.

Para que tengan éxito, los programas de sugerencias necesitan venderse internamente. Eventos especiales, publicidad, boletines internos y periódicos, juntamente con folletos promocionales precisos y vigorosos, son los ingredientes para mantener el sistema vivo y en buen funcionamiento. No hay que esperar que los sistemas sigan trabajando sin mantenimiento, revisión y nueva inspiración. Cumplidos estos ingredientes, los programas de sugerencias son un sistema muy valioso para cosechar ideas innovadoras.

El sistema de sugerencias es una parte integral del Kaizen orientado al individuo. La alta administración debe implantar un plan bien diseñado para asegurar que el sistema de sugerencias sea dinámico.

Los principales temas de sugerencias de las compañías japonesas son en orden de importancia:

Mejoramientos en el trabajo propio.  
Ahorros en energía, material y otros recursos.  
Mejoramientos en el entorno de trabajo.  
Mejoramientos en las máquinas y procesos.  
Mejoramientos en artefactos y herramientas.  
Mejoramientos en el trabajo de oficina.  
Mejoramientos en la calidad del producto.  
Ideas para los nuevos productos.  
Servicios para y relaciones con el cliente.

Además de hacer a los empleados conscientes del Kaizen, los sistemas de sugerencias proporcionan a los trabajadores la oportunidad de hablar con sus supervisores y entre ellos mismos. Al mismo tiempo, proporcionan la oportunidad de que la administración ayude a los trabajadores a tratar con los problemas. De este modo, las sugerencias son una oportunidad valiosa para la comunicación bidireccional tanto en el taller como para el autodesarrollo del trabajador.

## **6. Actividades de grupos pequeños**

Entre las estrategias del kaizen se encuentran las actividades de grupos pequeños, siendo el más común el Círculo de Calidad. Los mismos no sólo persiguen temas atinentes a la calidad, sino también cuestiones relativas a costos, seguridad y productividad.

Cabe pues preguntarse: ¿Qué es un círculo de calidad?

- A. Un círculo de calidad es un pequeño grupo de trabajadores que realizan tareas semejantes y se reúnen para identificar, analizar y solucionar problemas del propio trabajo, ya sea en cuanto a calidad o a productividad.
- B. Los círculos de calidad son grupos de trabajadores con un líder o jefe de equipo que cuenta con el apoyo de la organización de la empresa, cuya misión es transmitir a la dirección propuestas de mejora de los métodos y sistemas de trabajo.
- C. Los círculos de calidad se reúnen para estudiar un problema de trabajo o una posible mejora del producto, pero no basta con identificar los fallos o los aspectos a mejorar. La misión del círculo es analizar, buscar y encontrar soluciones, y proponer la más adecuada a la Dirección.
- D. Los círculos de calidad suponen que los trabajadores no sólo aportan su esfuerzo muscular, sino también su cerebro, su talento y su inteligencia.

Entre los propósitos de los círculos de calidad y productividad se tienen:

- a) Contribuir a desarrollar y perfeccionar la empresa.
- b) Lograr que el lugar de trabajo sea cómodo y rico en contenido.
- c) Aprovechar y potenciar al máximo todas las capacidades del individuo.

En cuanto a los pilares sobre los que se sustentan los círculos de calidad tenemos:

1. El reconocimiento a todos los niveles de que nadie conoce mejor una tarea, un trabajo o un proceso que aquel que lo realiza cotidianamente.
2. El respeto al individuo, a su inteligencia y a su libertad.
3. La potenciación de las capacidades individuales a través del trabajo en grupo.
4. La referencia a temas relacionados con el trabajo.

Mientras el concepto occidental del control de calidad hace hincapié en que el éxito depende en gran medida de los gerentes e ingenieros, los japoneses agregaron la noción de que los trabajadores de la base también podrían desempeñar un papel importante para mejorar la calidad del producto y la productividad. Los japoneses ampliaron el concepto para crear lo que se denomina control total de calidad o círculos de control de calidad en los que participan los trabajadores de las líneas de producción y los empleados que trabajan fuera de la fábrica tales como los diseñadores de productos, el personal de mercadeo y ventas, y el personal de investigación y desarrollo. La idea subyacente en todo esto es que no es posible lograr el control de calidad en toda la empresa sin la participación de los obreros de fábrica.

Entre las herramientas y métodos antes enumerados se encuentran aquellos que forman parte de los clásicos instrumentos utilizados por las corporaciones japonesas, como así también aquellos nuevos instrumentos que generados en occidente contribuyen dentro del marco conceptual del kaizen a mejorar de forma continua el desempeño de las empresas.

La esencia del kaizen es la simplicidad como medio de mejorar los estándares de los sistemas productivos y de gestión. La capacidad de analizar, motivar, dirigir, controlar, evaluar constituyen la razón de ser del kaizen. *“Cuanto más simple y sencillo, mejor”*.

Mejorar los estándares significa establecer estándares más altos. Una vez hecho esto, el trabajo de mantenimiento por la administración consiste en procurar que se observen los nuevos estándares. El mejoramiento duradero sólo se logra cuando la gente trabaja para estándares más altos. De este modo, el mantenimiento y el mejoramiento se han convertido en inseparables para la mayoría de los gerentes japoneses.

El Kaizen genera el pensamiento orientado al proceso, ya que los procesos deben ser mejorados antes de que se obtengan resultados mejorados.

El mejoramiento continuo se logra a través de todas las acciones diarias, por pequeñas que éstas sean, que permiten que los procesos y la empresa sean más competitivos en la satisfacción del cliente. La velocidad del cambio dependerá del número de acciones de mejoramiento que se realicen día a día y de la efectividad con que éstas se realicen, por lo que es importante que el mejoramiento continuo sea una idea internalizada y adoptada por completo en la conducta de todos los miembros de la organización, convirtiéndose en una filosofía de trabajo y de vida.

### **2.9.3 Enfoque (Kaizen) y enfoque de la innovación (Kaikaku/Kakushin).**

Existen dos enfoques contrastantes para progresar: el enfoque gradual y el enfoque de la innovación. El primero constituye el concepto de *mejora continua*, entre el cual se encuentra el sistema *Kaizen*, y en segundo conforma la *innovación de procesos*, *Kaikaku/Kakushin* llamado también *reingeniería de procesos*.

En tanto que la innovación implica grandes cambios que implican la introducción de grandes cambios administrativos y tecnológicos, el *Kaizen* es menos dramático e implica un encadenamiento de acciones y actividades destinadas a mejorar de forma continua los distintos niveles de medición en la empresa.

Uno de los aspectos del *Kaizen* es que no requiere de técnicas sofisticadas o tecnologías avanzadas. Para implantar el *Kaizen* sólo se necesitan técnicas sencillas, convencionales.

Una gran diferencia entre *Kaizen* y *Kakushin* es que en tanto *Kaizen* no requiere una inversión necesariamente grande para implantarse, sí requiere una gran cantidad de esfuerzo continuo y dedicación. La diferencia entre los dos conceptos opuestos puede ser comparada con una escalera y una rampa. La estrategia de la innovación se supone que produce progresos en una progresión de escalera, en tanto que la estrategia *Kaizen* produce un progreso gradual.

Lo ideal es combinar la mejora continua *kaizen* mas la innovación *Kakushin*, pues la innovación por si sólo está sujeto a un deterioro uniforme, a menos que se hagan esfuerzos continuos primero para mantenerlo y luego para mejorarlo. Ello es así, pues todos los sistemas están destinados a deteriorarse una vez que han sido establecidos. Una de las famosas leyes de Parkinson es que una organización, una vez que construye su estructura, inicia su declinación, de tal forma que aún para mantener el estado o nivel alcanzado debe existir un esfuerzo continuo de mejoramiento.

Por otra parte la innovación se parece a lo que en atletismo sería una carrera de velocidad, se deja en ello todo el esfuerzo y luego debe tomarse un descanso hasta la próxima entrada en acción. En tanto que el *kaizen* al ser una carrera de fondo sigue produciendo resultados menos poderosos en el corto plazo, pero más profundos en el largo, producto de la acumulación continua de mejoras.

Por otra parte el enfoque incremental o gradual permite una mejor adaptación del personal (directivos y empleados / obreros) al cambio, como así también genera una menor resistencia al cambio.

Sin embargo la empresa no sólo debe estar muy alerta a los cambios en el entorno, sino que además debe estar preparada para dar el gran salto adelante destinado a lograr una ventaja competitiva absoluta, algo para lo cual requiere de la innovación y/o reingeniería. Cuando el ritmo de cambio es muy lento no se tiene mas opción que recurrir a cambios drásticos o a la reforma total *kaikaku*.

Elichí Yoshida considera que el trabajo de los gerentes es ir al lugar de trabajo, estimular a los trabajadores para que generen ideas para el mejoramiento y estar genuinamente interesado en sus sugerencias.

Participación, cuidado y dedicación son de importancia clave en el Kaizen. Así como varios ritos son necesarios en la religión, Kaizen también requiere ritos, ya que las personas necesitan la forma de compartir su experiencia, de apoyar uno a otro y formar juntas la dedicación. Esta es la razón de que las juntas de informes de tanta importancia para los círculos del CC. Por fortuna, uno no tiene que esperar hasta la próxima vida antes de ver su recompensa en Kaizen, ya que los beneficios de Kaizen pueden dejarse sentir en cuatro o cinco años, si es que no de inmediato. El castigo por no apegarse al credo de Kaizen es no disfrutar del progreso que todo individuo y organización debe experimentar para sobrevivir.

Kaizen requiere una clase distinta de liderazgo, basado en la experiencia y convicción personales.

		KAIZEN	KAIKAKU/KAKUSHIN
1	Efecto	Largo plazo, permanente	Corto plazo pero dramática
2	Velocidad	Pequeños pasos	Grandes pasos
3	Tiempo	Continua e incremental	Intermitente no incremental
4	Cambio	Gradual y constante	Abrupto y volátil
5	Involucramiento	Todo el mundo	Grupo selecto “campeones”
6	Acercamiento	Colectivismo, esfuerzo de grupo, acercamiento sistémico	Individualismo. Ideas y esfuerzos individuales
7	Forma	Mejorar y mantener	Desechar y reconstruir
8	Condición	Conocimiento convencional y estado del arte	Ruptura tecnológica, nuevas invenciones, nuevas teorías
9	Requerimientos	Poca inversión pero grandes esfuerzos para mantenerlo	Grandes inversiones pero poco esfuerzo para mantener
10	Criterio de evaluación	Proceso y esfuerzos por mejores resultados	Resultados en utilidades
11	Concentración de esfuerzos	En la gente	En la tecnología
12	Ventaja	Funciona en economías de lento crecimiento	Se ajusta mejor en economías de rápido crecimiento

Tabla No. 3 Características del (KAIZEN) y (KAIKAKU / KAKUSHIN) (Imai Masaaki, 2002).

## **2.9.4 Eliminar el muda (desperdicios y despilfarros) del gemba.**

Un proceso productivo hace uso de materias primas, máquinas, recursos naturales, mano de obra, tecnología, recursos financieros generando como resultado de su combinación productos o servicios. En cada proceso se agrega valor al producto, y luego se envía al proceso siguiente. Los recursos en cada proceso agregan valor o no lo hacen. El muda (que en japonés significa desperdicio o despilfarro) implica actividades que no añaden valor económico.

Desperdiciar las capacidades, recursos, e inclusive más, desperdiciar las oportunidades de generar riqueza, como así también el despilfarro del más importantes de todos los recursos y que no es objeto de contabilización “el tiempo”, debe ser no sólo tenido muy en cuenta por todos los integrantes de la organización, sino que además debe ser objeto de una política concreta tendiente a su eliminación. No hacerlo como se dijo anteriormente impide un mayor nivel para la empresa y sus integrantes, sino que de ello depende también la continuidad de la misma y por tanto de los puestos de trabajo. Por ello es que el desperdicio debe ser objeto de atención y cuidado tanto por parte de las autoridades gubernamentales, como de la sociedad en su conjunto. Menores niveles de desperdicios implica mayor calidad, más productividad, menores costos y por tanto menores precios, ello genera tanto un mayor consumo por parte de los consumidores locales, como una mayor demanda extranjera, lo que implica mayor cantidad de puestos de trabajo y a su vez mayores ganancias para las empresas y mayor consumo interno. Como puede apreciarse combatir el despilfarro genera un círculo virtuoso o espiral de crecimiento<sup>23</sup>.

Así pues desperdicio en este contexto es toda mal utilización de los recursos y / o posibilidades de las empresas. Se desperdicia tanto horas de trabajo por ineficacia en la programación y planificación de las tareas, como también se desperdician posibilidades de ganar nuevos mercados por carecer de productos de calidad o por exceso en sus costos de producción.

### **Las siete categorías clásicas de mudas (derroches/desperdicios).**

1. Muda de sobreproducción
2. Muda de inventario
3. Muda de reparaciones de productos defectuosos
4. Muda de movimiento
5. Muda de procesamiento
6. Muda de espera
7. Muda de transporte

### **Los nuevos mudas**

Entre las más usuales identificadas en las diversas empresas tenemos:

***Desperdicio de energía.*** La mala o lisa y llanamente ausencia de planificación en el uso y control de la energía lleva a un sobreconsumo de electricidad, gas u otros tipos de combustibles. Las pérdidas, la no utilización de los medios más económicos, el no uso de los sistemas más eficientes tanto para la generación como para el consumo de energía lleva a altos costos que degradan la capacidad generativa de recursos por parte de la organización.

---

<sup>23</sup> Imai Masaaki. “Como implementar el Kaizen en el gemba”. McGraw Hill, México, 1998.

**Gastos excesivos debidos a improductividades por falta de Control de Gestión.** El error más común en las organizaciones es proceder tan sólo a autorizar y luego contabilizar los diversos gastos, y como mucho se procede luego a un análisis mediante el Costeo Basado en Actividades. Se carece de un control estadístico de la frecuencia de los distintos tipos de reparaciones por unidades, de los rendimientos por unidades productivas (llámense: máquinas, rodados, inmuebles). De tal forma podrá detectarse tanto el mal uso de los recursos, como los errores en el mantenimiento, defectos en las reparaciones, desgaste de la unidad productiva y costos mínimos de operatividad.

**Mala gestión de tesorería, y de créditos y cobranzas.** No gestionar debidamente los recursos monetarios, ya sea por su aplicación a actividades de menor rendimiento, por no evaluar debidamente los costes de oportunidad y el coste de capital, como así también por no llevar a cabo un análisis de costo – beneficio, genera importantes pérdidas. El correcto manejo del flujo de efectivo es esencial para reducir al mínimo los costos financieros. Otro tanto, y dentro de la misma estructura de análisis corresponde apuntar para la gestión de los créditos y cobranzas. Productos bien diseñados, alto nivel de eficiencia productiva y buena gestión logística, pero carente de un buen manejo de los recursos financieros, mala administración de los créditos y deficiente gestión en las cobranzas lleva a las empresas a importantes desequilibrios que las acercan a su cierre o pronta quiebra. No basta contar con buenos índices de rentabilidad, es también importante apuntalar la solvencia financiera de la misma.

**Pérdidas ocasionadas por falta o ineficacias de los controles internos.** Gran cantidad de recursos son desperdiciados periódicamente en las empresas tanto por la poca aptitud preventiva, como por la ausencia de controles confiables. Así pues se detectan tanto falta de cumplimiento a normativas de diferentes naturalezas, como así también a ciertos principios básicos en materia de seguridad. En este último caso, el accionar fraudulento de personal, directivos, clientes o terceros a la organización pueden ocasionar pérdidas tan significativas que pongan en riesgo la continuidad de la empresa.

**Talento.** Contratar personas valiosas y capaces para tareas que pueden mecanizarse o asignarse a personas menos capacitadas.

**Diseño.** Elaborar productos con más funciones de las necesarias, genera un sobre costo y por lo tanto un mayor precio al que los consumidores están dispuestos a pagar solamente en función al valor que ellos perciben del producto o servicio y en función a sus necesidades y capacidad de compra.

**Gastos Extras.** Sobreinversión para la producción requerida.

**No investigar y analizar debidamente los deseos, necesidades y gustos de los consumidores, como así también su capacidad adquisitiva.** Es uno, sino el fundamental de los principios rectores a tener en cuenta. Creer que por fabricar una mejor ratonera los clientes vendrán en gran cantidad a comprarlos es un grave error. Es fundamental estudiar tanto las necesidades de los clientes y consumidores, como cual es la capacidad adquisitiva de estos. No sirve de nada generar buenos productos si éstos no son del gusto de los consumidores, o bien que siendo del gusto de ellos, los mismos carecen de la capacidad adquisitiva para adquirirlos. Este punto sin lugar a



dudas está relacionado directamente con el principal despilfarro estratégico que consiste en la falta de planificación.

***Supervisar o controlar todos los procesos***, es un derroche de tiempo y de esfuerzos. Por ejemplo cualquier proceso o máquina de ciclo automático debe ser suficientemente fiable para que el operario no tenga que controlarlos mientras dure dicho ciclo. Algo similar por ejemplo en las actividades administrativas donde el personal debe controlar las impresoras mientras imprimen el trabajo para evitar que se atasquen hojas. Ese tiempo dedicado a controlar la impresora en lugar de continuar con otras labores es un tiempo perdido o sea un recurso despilfarrado. Hacer más fiable los procesos incrementará de forma importante la productividad en las labores.

***El desbalanceo en la carga de trabajo***. Es una incapacidad propia de las empresas convencionales, en las cuales siempre hay personas o departamentos que tienen más trabajo que otros originando el empleo de más personas y tiempos de los necesarios. La aplicación de los principios de producción sincronizada tiende a superar dichos desperdicios, logrando una utilización más provechosa de los recursos.

### **2.9.5 Beneficios y preguntas de la aplicación de Kaizen.**

De la implementación del Kaizen en las empresas han surgido importantes incrementos en los niveles de productividad, acompañados de reducciones de costos, mejoras en los niveles de calidad y servicio al cliente, mayores niveles de satisfacción, tiempos de preparación de máquinas y herramientas notablemente reducidos, importantes incrementos en los niveles de rotación, bajos niveles de inventarios de insumos – productos en procesos y terminados, mejora en el nivel de satisfacción de los empleados y como consecuencia menores niveles de rotación de éstos. Todo ello se ve reflejado en mayores cotizaciones para los accionistas, dado el incremento en el flujo de ingresos. El incremento en la calidad acompañado de los mejores tiempos de entrega, los mejores servicios y la reducción en los precios permiten a las empresas hacerse de una mayor cuota de mercado. Establecida una buena estrategia y un correcto plan de implementación, la correcta capacitación y entrenamiento acompañado de la inmediata puesta en práctica de lo aprendido permite en un muy corto período de tiempo empezar a vislumbrar los resultados. Por supuesto que dependiendo del tamaño de la empresa, y por lo tanto de su cantidad de personal es el tiempo que se ha de tardar en llevar la capacitación y entrenamiento a todos ellos. En cuanto a la cantidad de tiempo de capacitación depende de que tan intensiva sea ésta y de las características mismas de la empresa en cuanto a su naturaleza productiva. Un cantidad óptima de horas nos llevaría a un mínimo de 40 horas de capacitación, pudiendo ser menos o más en función del tipo de actividades de la empresa.

**¿Es factible su aplicación en Occidente?** Sí, es factible. Claro está que deberá en cada caso efectuarse los reajustes y adaptaciones en función de las características culturales de cada país u organización. Deberá tenerse perfectamente no sólo la cultura organizacional, sino también el respectivo perfil del comportamiento organizacional, las políticas, estrategias y ramo de actividad, y por otro lado las características y cambios del entorno en lo político, social, tecnológico, económico, cultural y legal. Cabe decir además que la Mejora Continua es una obligación, y así lo han entendido y comprendido una gran cantidad de grandes firmas tanto estadounidenses como europeas y de otros continentes o países, las cuales han procedido a

implementar el kaizen, centrándose en mayor o menor medida en los diversos sistemas que lo componen.

Por ejemplo la pionera en América Latina en materia de círculos de calidad y participación de personas de toda la organización, la Volkswagen de Brasil, tardó muchos años en comprender que no se trataba de copiar literalmente lo que habían hecho los japoneses, sino de adaptarlo a la cultura particular del país y de la empresa. Así como los japoneses aprendieron de los norteamericanos las técnicas de control de calidad y organización y supieron añadirle también el componente humano y de grupo que resultó en los “círculos de control de calidad”, también los latinoamericanos deben experimentar añadiéndole su toque particular al proceso. En esto las empresas tienen la iniciativa. La experiencia enseña que los avances en la teoría administrativa no depende tanto de unos investigadores o profesores que se “inventan” la teoría, como de unos hombres de acción que “descubren” los mejores caminos.

**¿Resulta costosa su implementación?** No resulta costosa, además de que lo que en ello se invierte redundará no sólo en resultados en el corto plazo, sino en un mejoramiento continuo de los procesos lo cual ha de transformarse en un importante incremento de flujos a futuro. Hay que tener en cuenta que una parte de los costos corresponden a capacitación y la otra a los cambios en los procesos. Al respecto y en relación a los cambios en los procesos debe tenerse en cuenta que no se requiere de grandes inversiones como suele ocurrir para el caso de las reingenierías de procesos/innovaciones. Por otra parte la relación entre el costo y los futuros resultados es varias veces positiva.

**¿Cuánto tiempo lleva ponerlo en práctica?** El gran secreto tanto para el tiempo que lleva ponerlo en práctica, como para el pleno éxito de su implementación, depende tanto de los conocimientos y experiencia del personal involucrado en los procesos, como de la capacidad creativa de éste, y por sobre todo del sistema de diagnóstico y aplicación que éste posea. El relevamiento, evaluación y diagnóstico de la empresa y sus procesos constituye un punto fundamental. La cantidad de tiempo dependerá cómo antes se dijo del tamaño, naturaleza de la empresa, tipo de actividades, cantidad de empleados, y de las características especiales del sistema de diagnóstico y plan de aplicación.

**¿Se puede implementar en cualquier empresa, no importando cuál es su tamaño y/o actividad?** El kaizen puede y debe ser implementado en cualquier tipo de empresa, cualquiera que sea su tamaño y naturaleza de actividades. Toda empresa que quiera ser competitiva y poder brindar cada día mejores productos y servicios, generando un mayor valor agregado para los clientes y consumidores, deberá implementar un proceso de mejora continua, de los cuales el Kaizen es el más armónico y sistemático.

Los fabricantes japoneses trabajan duro para conseguir mejorar sus empresas, debido a que temen que si no lo hacen bien, su compañía vaya a la bancarrota o “pierda la carrera de competitividad”. Cualquiera que tenga experiencia en casi cualquiera de los sectores de la industria japonesa sabe de la feroz competitividad a las cuales estas fueron expuestas para dar lugar a una economía plenamente competitiva.

Las empresas tienen la libertad de comprometerse con la calidad, la productividad y la mejora continua. Es una decisión de sus directivos. En nuestra economía capitalista y globalizada existe

también la libertad de fracasar ante la competencia y la libertad de ir a la bancarrota. Una empresa que sea derrotada en costos y calidad no es susceptible de despertar grandes simpatías para invertir en ella.

Para que la implementación no resulte en un fracaso debe contarse en primer lugar con la concientización y total apoyo de la Alta Dirección de la empresa, contar con un correcto plan de implementación, ser concientes no sólo de la necesidad de la mejora continua, sino también de la disciplina que ello implica. La implementación del kaizen nunca termina de efectuarse, siempre hay algo para mejorar. La correcta auditoria cultural, el conocimiento del comportamiento organizacional, la motivación y la política de incentivos, y el liderazgo firme son cuestiones y factores fundamentales. Un último aspecto concierne a la capacitación y entrenamiento, dejando claro que para las empresas que aplican el Kaizen la capacitación y mejoramiento del personal es algo continuo.

**¿Cuál es el objetivo fundamental al concentrarse en la eliminación de las mudas (desperdicios)?** Eficiencia en la industria moderna y en los negocios en general, significa reducción de costos. En las empresas que abrazan el Kaizen el beneficio sólo puede obtenerse con la reducción de costos. Cuando las empresas aplican el principio de: “precio de venta = beneficio + costo real”, se hace responsable a cada uno de los consumidores de los costos incurridos por las empresas. Este principio no tiene cabida en la competitividad industrial actual. Los productos son seleccionados por consumidores imperturbables en mercados libres y competitivos, donde el costo de fabricación de un producto no tiene ninguna importancia. La cuestión es si el producto tiene o no algún valor para el comprador. Si se establece un precio alto acorde con el costo de fabricación, los consumidores simplemente lo rechazarán. La reducción de costos es el objetivo actual de los fabricantes de productos industriales o de consumo que intentan sobrevivir en el mercado actual. Durante un período de elevadas tasas de crecimiento económico, cualquier fabricante puede rebajar sus costos aumentando su producción. Pero en el período actual de bajas tasas de crecimiento, es difícil establecer cualquier forma de reducción de costos.

No existe una fórmula mágica. Más bien, se necesita un sistema de gestión integral que desarrolle la habilidad humana hasta su plena capacidad a fin de mejorar la creatividad y la prosperidad, utilizar el utillaje y las máquinas correctamente, y eliminar cualquier costo improductivo.

## **Capítulo 3 Elementos asociados a la transformación Lean; medibles y casos de éxito en México.**

### **3.1 De manufactura esbelta a empresa esbelta.**

La eliminación de desperdicio es un proceso que examina al sistema como un todo. La visión global es mirar a los segmentos interdependientes de la compañía, empezando desde la materia prima hasta la distribución y venta de los productos y bienes terminados. Womack y Jones definen la Empresa Esbelta como “Un grupo de funciones, individuales, y legalmente separadas pero operacionalmente sincronizadas”. Manejando y abarcando el sistema completo se esta gestionando holísticamente las actividades de valor agregado y no solo como la suma de partes separadas<sup>24</sup>.

La manufactura es solo uno de los procesos al realizar un producto o servicio. En un sentido más amplio se tienen clientes y proveedores en todo el contexto. Incluso se toman en cuenta factores ambientales y sociales. Sin embargo para ser realmente Lean, no solo la parte de manufactura, sino también las otras dos partes principales (clientes y proveedores) deben llegar a ser Lean.

Crear una Empresa Esbelta significa que trabajadores, ejecutivos, empleados, proveedores y clientes, todos ellos son considerados como las mas poderosas ventajas y bienes de la compañía. Y trabajando en un objetivo común en la eliminación de desperdicio.

Si se examina el sistema completo incluyendo proveedores y clientes, y se analizan los desperdicios que generan, se puede encontrar que la mayor parte de los recursos se pierden en estos sistemas externos. En la mayoría de las organizaciones la materia prima cuesta arriba del 50% del costo del producto terminado. Mucho mas tiempo es perdido en intercambio de información entre la organización y proveedores, además de con los clientes. Esto muestra el requerimiento de integración de todas las partes involucradas en el sistema completo, en el proceso de llegar a ser Empresa Lean.

*Proveedores* deben ser capaces de entregar pequeñas cantidades de materia prima en intervalos frecuentes, esto sin interrupciones para el manufacturero. Ellos deben ser capaces de responder a los cambios requeridos por los manufactureros. Deben tener tiempos de procesamiento más cortos y productos de alta calidad.

*Clientes* deben ser capaces de comunicar sus requerimientos correctamente a los manufactureros. Ellos deben responder rápida y eficientemente a los manufactureros.

*Manufactureros* deben ser capaces de producir en lotes pequeños y embarcar en sucesiones frecuentes. Ellos deben ser capaces de responder a los cambios de requerimiento del cliente rápidamente.

---

<sup>24</sup> Womack James, Daniel T. Jones. “Lean Thinking: Banish waste and create wealth in your corporation”. Simon & Shuster, New York, 1996.

Hay una parte también muy importante para llegar a ser Lean. Esta es la parte logística (Distribuidores, transportistas, agentes de embarques, etc.). Ellos deben ser capaces de llevar los materiales sin algún retardo o inconsistencias. Ellos deben ser capaces de entregar los bienes terminados al cliente sin retrasos. Sin esta parte resuelta sería difícil ser una Empresa Esbelta.

Los gerentes han reconocido que para entregar al cliente satisfacción y la mejor calidad del producto, la organización se debe enfocar en los principales procesos críticos más que concentrarse en las funciones individuales o departamentos. Estos procesos deberían satisfacer dos principales objetivos. El primero es hacer que el cliente confíe en la organización como un proveedor calificado de su producto y el segundo es demostrar una capacidad de que ganara las órdenes.

Lean Enterprise es una extensión de Lean Manufacturing. Sin embargo Lean Enterprise va más allá y se enfoca en concentrarse en la firma, sus empleados, sus socios y sus proveedores, para darle valor al cliente desde su perspectiva. La Empresa Esbelta intenta delinear y coordinar el proceso de crear valor para un producto o servicio terminado a lo largo de toda la cadena de valor. También intenta examinar completamente todos los pasos que son necesarios para traer un producto o servicio desde la idea hasta la producción, desde la orden a la entrega, y desde la materia prima hasta el producto final entregado. Estos pasos pueden ser muy bien logrados incluyendo todas las partes involucradas. Todos los procesos son continuamente examinados, comparando y tomando en cuenta las definiciones del cliente sobre actividades de valor agregado y actividades sin valor agregado y por lo tanto el desperdicio es forzosamente y metódicamente eliminado.

Hay muchas compañías que están implementando Lean Manufacturing. Sin embargo muchas de estas están aun meramente copiando la idea debido a un poco entendimiento de sus conceptos principales. Por eso podría parecer que cuando las compañías aun no están capacitadas para Lean Manufacturing ellas no deberían enfocarse y adoptar ser Lean Enterprise.

### **MODELO DE EMPRESA ESBELTA**

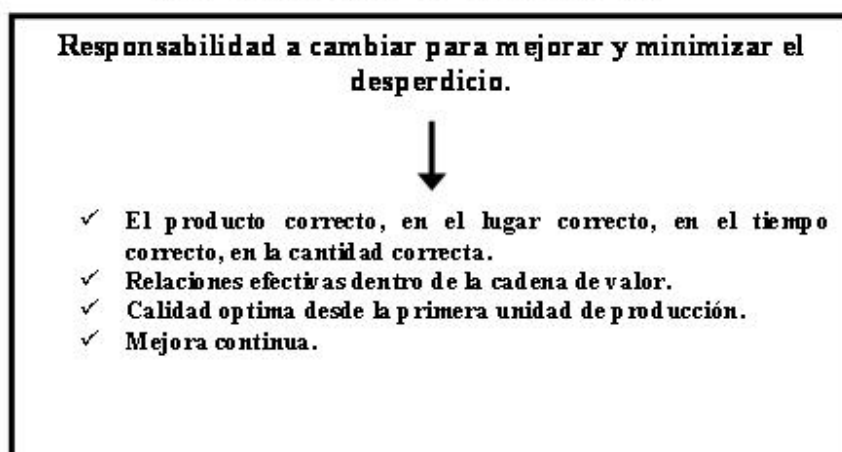


Tabla No. 4 Modelo de empresa esbelta.

### **3.2 Relación de Supply Chain Management con Lean Manufacturing.**

La mayor expectativa de los clientes, la feroz competencia en el mercado y el flujo de productos y materiales al mercado con cada vez más cortos tiempos de proceso, han forzado a muchas compañías a enfocarse en el manejo de su cadena de suministro (Supply Chain). Una típica cadena de suministro consiste en proveedores de materia prima, manufactureros, distribuidores y clientes finales. Las materias primas son embarcadas hacia las plantas de producción donde son transformadas en productos finales y entonces estos productos finales son embarcados hacia los usuarios finales o clientes. Para minimizar costos y desperdicios a través de todo este sistema, un buen manejo de la cadena de suministro e integración son requeridos empezando desde la materia prima y terminando con el cliente final.

Supply Chain Management es una serie de esfuerzos utilizados para integrar eficientemente a proveedores, manufactureros, almacenes y tiendas, para que esa mercancía sea producida y distribuida en las cantidades correctas, en los lugares correctos y en el tiempo correcto. La meta final de Supply Chain Management es minimizar en toda la amplitud del sistema el costo y el desperdicio. Así el énfasis se centra alrededor de la integración de los proveedores de materia prima, manufactureros, y cliente final<sup>25</sup>.

Para llegar a ser “Lean” una compañía debe tener una cadena de suministro integrada, empezando desde el frente (proveedores), a través de la parte media (manufactureros y distribuidores), y al final (clientes).

Aquí “Integrado” significa que una cooperación y coordinación deben ser logrados en cada una de las partes de la compañía en su totalidad. Por lo tanto costo y desperdicio empezando desde la transportación y distribución en la materia prima, trabajo en proceso, y bienes terminados deben ser minimizados.

#### **Integración del cliente.**

En el mercado flexible y veloz de hoy en día, un mayor peso es dado a la satisfacción y valor del cliente. Compañías en la actualidad no pueden basarse solamente en métricas financieras para revisar su estatus sino que deben buscar además otras métricas tal como el valor y la satisfacción del cliente. La satisfacción del cliente es el concepto de que tan bien los clientes actuales están utilizando los productos de la compañía y cuales son sus impresiones acerca del servicio que dan estos productos. Por medio de evaluar a los clientes actuales una compañía puede ganar una visión interior en áreas que necesitan mejoras y generar ideas para la satisfacción del servicio y/o producto. Otro concepto importante es el valor del cliente. El valor del cliente es como el cliente percibe el espectro total de lo que la compañía ofrece en términos de productos y servicios. Básicamente, los clientes están buscando siempre una mejor calidad de producto, precios más bajos, servicios de valor agregado, mas flexibilidad y menores tiempos de proceso y entrega.

Uno de los principios de Supply Chain Management es la habilidad de responder a los requerimientos del cliente en una forma rápida y flexible. Esta respuesta incluye la distribución física del producto y el estado de una orden, así como acceso a esta información. Los clientes

---

<sup>25</sup> Jeffrey Liker. “Becoming Lean”. Productivity Press, Pórtland, 1998.

siempre están interesados en el estado de sus órdenes, y a veces valoran más eso que un reducido tiempo de procesamiento de la empresa. Permitiendo a los clientes tener acceso al estado de sus órdenes puede desarrollar más confianza entre ellos y la compañía. Como ejemplo FEDEX fue la primera compañía en utilizar un sistema de rastreo donde un cliente puede checar el estado de su mercancía en cualquier lapso de tiempo. Permitiendo a los clientes participar en el diseño inicial de proceso puede además mejorar el valor del cliente. Otro ejemplo es DELL una de las compañías líderes de PC's a través de su modelo de negocios directo, permitiendo a los clientes configurar sus propios sistemas de PC.

Servicios de valor agregado pueden jugar un gran rol en las relaciones clientes/compañía. Ya no es suficiente tener un producto de calidad; esto tendría que ser seguido por un servicio de calidad. Soporte y mantenimiento son muy importantes desde la perspectiva del cliente, en especial aquellos productos técnicos que requieren servicio constante después de su compra. Teniendo buenos servicios de valor agregado pueden generar más beneficios y además esto cierra un poco más la brecha entre clientes y compañía. El acceso a la información es uno de los servicios de valor agregado.

### **Integración del proveedor.**

Uno de los mas importantes componentes de la empresa Lean es el frente de la cadena de suministro. Los proveedores son un factor importante de la cadena de suministro y contribuyendo a la transformación de la empresa a ser Lean. Dado que los costos de material es mas de la mitad del costo de los bienes vendidos para las firmas. Las compañías no pueden ver a sus proveedores como extraños, mas aun debieran ser vistos como una parte del equipo de la compañía.

La integración del proveedor fue primero introducida en la industria automotriz y una compañía pionera en esto fue Toyota. En 1950 Toyota empezó un movimiento hacia el desarrollo de proveer componentes. Toyota estructuro a sus proveedores en diferentes hileras funcionales con proveedores en cada hilera teniendo diferentes responsabilidades. La primera hilera de proveedores de Toyota se les asigno la tarea de trabajar con el equipo de desarrollo de producto. A los proveedores se les dijo que desarrollaran un producto específico en un auto para satisfacer las especificaciones de desempeño dadas. Después Toyota les pidió a sus proveedores presentar un prototipo de producto para pruebas, y si el producto trabajaba como era especificado entonces lograban conseguir la orden de producción. La filosofía Toyota era alentar a toda su primera hilera de proveedores para comunicar y compartir información entre cada uno de ellos para una mejora de diseño de procesos. Los proveedores no eran reacios a compartir información entre ellos porque cada proveedor se especializaba en diferentes tipos de componentes, por lo tanto no tenían que competir uno en contra del otro.

### **Nivel de integración.**

Las empresas buscan oportunidades para competir en mercados continuamente crecientes. Una de esas oportunidades es la integración del proveedor en el diseño y desarrollo del producto. Sin embargo, hay diferentes niveles de integración del proveedor dependiendo de cuan profundamente la compañía quiera que su proveedor este involucrado. Hay diferentes niveles de integración del proveedor:

- Ninguno: El proveedor no está involucrado en el diseño y desarrollo del producto. Materiales y subensambles son surtidos de acuerdo a las especificaciones y diseño del cliente.
- Nivel uno: Este nivel de integración es informal. El comprador “consulta” informalmente con el proveedor al diseñar especificaciones y productos, además no hay una colaboración formal.
- Nivel dos: Este representa la integración formal del cliente. Equipos de colaboración son formados entre los ingenieros del cliente y los ingenieros del proveedor, y una unión de desarrollo ocurre.
- Nivel tres: El cliente da al proveedor una serie de requerimientos de interfase y el proveedor independientemente diseña y desarrolla el componente requerido.

### **Integración del manufacturero.**

El vínculo que conecta entre proveedor y cliente en la cadena de suministro es el manufacturero. La mayoría de los procesos centrales para realizar un producto o servicio toma lugar en las instalaciones del manufacturero. Como se mencionó previamente la meta principal de una cadena de suministro es reducir costos y desperdicio en el sistema completo. Es en esta parte media de la cadena donde más desperdicios existen. Por ejemplo costos de inventario y de preparación, costos de transporte y costos de tiempo de procesamiento generan un gran problema a la cadena de suministro en términos de cómo estos deberían ser manejados de la mejor forma.

La integración entre proveedor, manufacturero y distribuidor es requerida para manejar efectivamente el inventario en el sistema. Para minimizar el inventario, una política efectiva de inventario dependerá de la naturaleza específica de la cadena de suministro. Por ejemplo, si existe un sistema de Intercambio Electrónico de Datos (EDI), este debe ser diseñado para que proveedor, manufacturero, cliente y distribuidor puedan compartir información. Si la información es compartida, la variabilidad en el sistema es reducida, un mejor pronóstico de la demanda es lograda, y el inventario (particularmente en el sitio del manufacturero) es reducido.

Otra importante pérdida que existe en la cadena de suministro son los largos tiempos de procesamiento. Para satisfacer a sus clientes el manufacturero debe tener un tiempo de procesamiento corto y entregas precisas. Una manera de reducir ese tiempo es teniendo un eficiente sistema de intercambio de información donde todas las partes involucradas en la cadena de suministro estén vinculadas; esto puede acortar el tiempo que está relacionado al procesamiento de la orden, papeleo y retrasos en la transportación.



### **3.3 Factores de éxito en la implementación de Lean Manufacturing.**

**1. *Que exista un Sistema operativo orientado al cliente:*** Conjunto de procesos y técnicas dentro de la empresa que asegure que los activos y los recursos están configurados y orientados al aporte de valor al cliente con las mínimas pérdidas, variabilidad y rigidez.

**2. *Que exista un Sistema de Dirección que asegure un diálogo efectivo:*** Sobre las cuestiones operativas críticas, que los comportamientos están alineados a todos los niveles para posibilitar un cambio sostenible y que se institucionaliza la dinámica de cambio y la cultura de mejora. Es decir, el Lean implica un cambio del enfoque en los mandos tradicionales por un liderazgo que desarrolle y facilite la integración de la metodología.

Para la correcta aplicación sería conveniente que los niveles superiores pudiesen centrarse en observar e identificar ámbitos de la organización susceptibles de mejora como sustitución de la forma de trabajo tradicional en la que los mandos superiores se dedican casi por completo a dar órdenes y girar instrucciones. Ahora bien, para que esto pueda ocurrir es necesario que la dirección haga sentir a todas las personas de la organización como parte importante de ésta. Por otro lado, es necesario cambiar la cultura de la organización: el Lean sólo tendrá éxito si no existe el miedo a asimilar los cambios necesarios en todos los aspectos de la organización.

**3. *Que exista una Cultura de Empresa:*** Que envuelva a estos dos factores anteriores (sistema operativo y sistema de dirección), y que asegure que la organización está alineada con el sistema operativo, que existe un sistema de gestión del desempeño que hace que las “cosas” ocurran y que existen procesos de recursos humanos para el desarrollo de las capacidades de las personas.

**4. *Preparación y motivación de la gente:*** Intensa comunicación, clarificación de las expectativas, enfatizar la necesidad para el cambio y, esencialmente, dejar saber a la gente que es lo que sigue más adelante.

**5. *Roles en el proceso de cambio:*** La necesidad por un activo e informado liderazgo, el involucramiento de los empleados en todos los aspectos del proyecto, expertos actuando como facilitadores y apoyo desde la dirección y también las otras áreas funcionales requieren roles que necesitan ser llenados para el éxito de una implementación Lean.

#### **3.3.1 El proceso de transformación e implantación Lean.**

##### **Planear el cambio.**

Los primeros pasos a seguir cuando nos dirigimos hacia un proceso de transformación, proveen un importante fundamento para el viaje. Tres cosas deberían estar presentes antes de empezar cualquier proyecto:

1. Definir la necesidad por el cambio: Es esencial entender y comunicar continuamente cual es la motivación para un esfuerzo de transformación Lean. Esto dará guía y claridad a todos en la compañía.

2. Compromiso y apoyo de la alta gerencia: Si los empleados no ven, sienten y creen en un compromiso real por parte de la alta gerencia, pues no pasara mucho. Se tiene que estar comprometido y convencido con mejorar en todos los niveles de la empresa, y esto se debe dar sobre todo en la Dirección. Este involucramiento y apoyo no debería ser solo verbal, sino además con hechos, con directores participando en actividades de piso y eventos kaizen.

3. Identificar áreas objetivo, líneas modelo y propagación de la estrategia: Un plan deberá ser hecho, indicando que líneas de producción serán transformadas a Lean, en que secuencia y en que marco de tiempo. Este plan deberá estar dirigido a aquellas líneas que irán primero, para ser usadas como efecto de demostración, y además como la gente de esas líneas (con nuevos conocimientos y habilidades adquiridas) van a contribuir en la propagación de los conceptos y herramientas Lean, a través de entrenamiento y capacitación para demás líneas o estaciones de trabajo. Estas actividades de implementación deberán guiar a la mejora en cinco dimensiones:

1. Eliminación de desperdicio.
2. Mejora continua.
3. Flujo continuo y sistemas “jalar”.
4. Equipos multifuncionales.
5. Sistemas de información.

Para cada una de las dimensiones, varios indicadores pueden mostrar a la compañía la evolución de la línea en su proceso. El grado en el cual estas metas son alcanzadas dirigirá el propósito de los medibles o métricas que reflejan el avance de un equipo o línea en la implementación.

### **Implementación.**

En la siguiente figura un marco de referencia para la implementación de Lean Manufacturing es mostrado:

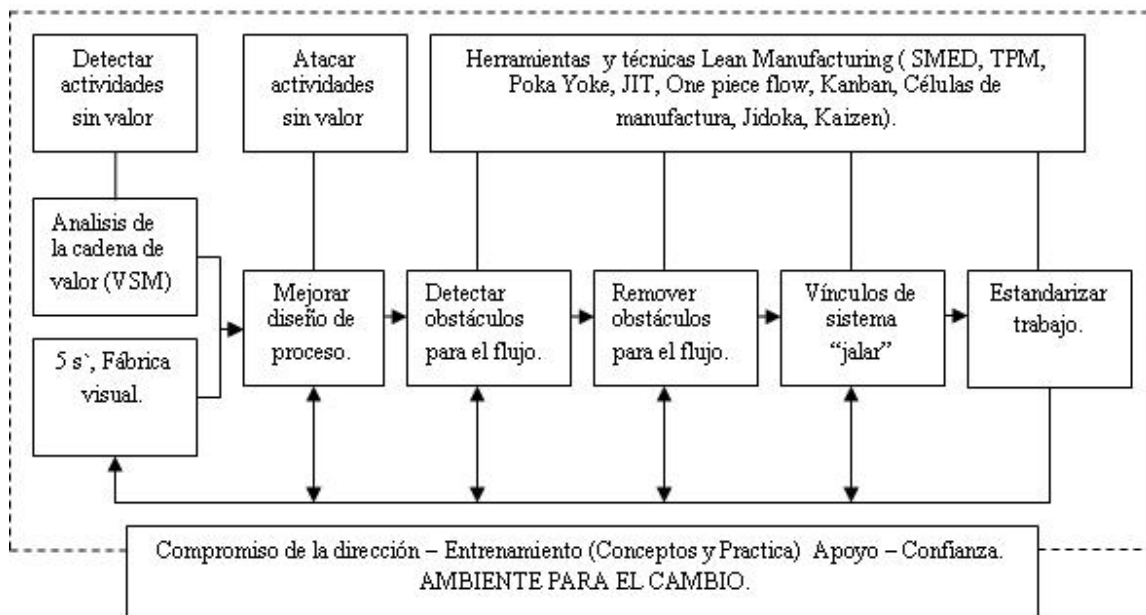


Figura No. 35 Marco de referencia para la implantación de Lean Manufacturing. Fuente: Elaboración propia.

### **3.4 Medibles y mejoras de este sistema de producción.**

Los medibles son usados de una manera muy diferente en Toyota, si se le compara con las demás compañías. Los medibles son una herramienta para rastrear el progreso de la compañía y son clave para el mejoramiento continuo. La mayoría de las compañías ven los medibles como una herramienta para un control de costos a corto tiempo; la administración es quien no entiende el significado real.

Lo que se debe hacer como primer paso es eliminar todos los medibles que no sean esbeltos, que son un verdadero caos. El siguiente paso es medir una variedad de puntos enfocados al mapa de valor desde el tiempo de entrega (lead time) hasta los niveles de inventarios, así como la calidad de la primera vez y tratar estos medibles con tal seriedad como la productividad y otros medibles de costos a corto plazo.

Existen muchas maneras y puntos de vista que permitirán elegir y establecer los medibles indicados para cada tipo de proceso dependiendo del giro de la empresa, mediante ocho pasos<sup>26</sup>:

1. Reunirse en equipo para definir los objetivos.
2. Hacer una evaluación de la Manufactura Esbelta. Los medibles esbeltos siempre se basan en los 7 tipos de desperdicios. Para encontrar los medibles que mejor encajen dentro del mapa de valor, se requiere hacer una evaluación de la manufactura esbelta (por ejemplo, una evaluación rápida de la planta). Esta evaluación dará una idea de en que nivel de la manufactura esbelta se encuentra el área, proceso o planta.
3. Determinar los medibles de la manufactura esbelta. Establecer los medibles que sean los indicados para la organización depende de gran medida de las circunstancias de la situación. En seguida se muestra los medibles claves:
  - Vueltas de inventario.
  - Throughput (partes por operario-hora).
  - Calidad a la primera - Eficiencia de primera vez.
  - Entregas a tiempo.
  - Seguridad (OSHA).
  - Valor agregado (porcentaje, por persona, por trabajo directo, por hora).
  - Equipo usado con base en la demanda.
4. La administración debe comprometerse con los medibles, usando un método muy simple: Alguien inicia un proyecto (define el propósito, objetivo, metas y algunas otras ideas); después se lo comunica a otras personas para obtener retroalimentación y establecer las acciones; posteriormente, quien inicio el proyecto revisa las sugerencias, y en caso de que haya algún otro cambio, se vuelve a repetir el sistema hasta que es aprobado por la administración y por la gente de piso.

---

<sup>26</sup> Villaseñor Alberto, Galindo Edber. "Manual de Lean Manufacturing". México, Limusa, 2007.

5. Calcular la base de los medibles. Obtener cada medible para determinar el punto de partida. También se requiere decidir:

- a) Quien será el responsable de hacer las mediciones.
- b) Que tan frecuentemente se medirá.
- c) Las formas utilizadas para recolectar los datos.
- d) Como serán reportados los datos.
- e) El tipo de gráfica que se usará y en donde se mostrará.

6. Seleccionar los objetivos de cada medible y definir nuevas metas.

7. Hacer que los medibles sean visuales.

- Los medibles que no se muestran, siempre llegan a fallar.
- Practicar “la democracia en la información”. Muestre los medibles para que todos los vean.
- Los medibles deben hacer solo una cosa: proveer información, porque la información que no se comparte se vuelve inútil.
- Mostrar la información provoca que la gente la vea y la use.
- Continuar midiendo y mostrar resultados, además definir nuevas metas.

Ahora, si se desea tener una visión completa de toda la compañía, se pueden medir 4 puntos críticos a considerar. Estos son:

**1. Ventas, producción y administración de inventarios.** Esta parte tiene que ver con el manejo e materiales dentro de la organización. Los puntos a medir son: análisis de la ruta de la calidad del producto, pronóstico, flujo continuo de la producción, kanban, señales visuales par jalar, capacidad de la planeación, inventario en proceso, vueltas de inventario y entregas.

**2. Cómo la organización se compromete con el concepto.** Este punto esta relacionado con la cultura dentro de la empresa. Se puede estar bien en todos los indicadores, pero nunca se llegará a la perfección si se descuida el recurso más importante, que es la gente. Los puntos a medir son: visión, plan de acción, despliegue de políticas, cultura del mejoramiento continuo, moral, entrenamiento en Lean, liderazgo efectivo, promoción del kaizen, enfoque en la seguridad, entre otros.

**3. Administración de la calidad total.** Esta sección se enfoca en el TQM. Para elegir los medibles se puede utilizar la estructura del ISO-9000, del seis sigma, de la metodología Malcom Baldrige, o cualquier otro sistema de calidad; “solo se tiene que hacer las cosas bien a la primera”; esa es una parte crítica dentro de este proceso.

**4. Técnicas de la Manufactura esbelta.** Se tienen muchas herramientas que medir, pero en la habilidad de identificar cuáles son las indicadas, está la clave

dentro del proceso de implementación. Los puntos a medir son: mapeo del proceso, takt time, flujo de una pieza, sistema jalar, SMED, TPM, JIT, reducción del manejo de materiales, entre otros.

La implantación de Lean Manufacturing es importante en diferentes áreas, ya que se emplean diferentes herramientas, técnicas y principios por lo que beneficia a la empresa y sus empleados. En general se pueden resumir algunas de las mejoras que genera como sigue:

### **Mejoras Operacionales:**

- ✓ Reducción en el Tiempo promedio de entrega.
- ✓ Reducción de Inventario en Proceso global en la planta.
- ✓ Reducción de espacio utilizado.
- ✓ Reducción de tiempos de paro de máquinas.
- ✓ Disminución de variaciones en los procesos
- ✓ Aumento en la Productividad.
- ✓ Mejora de la calidad de los procesos.
- ✓ Una producción flexible y diversificada

### **Mejoras en Términos Financieros:**

- ✓ Flujo de efectivo.
- ✓ Ahorro en costos.
- ✓ Liquidez.
- ✓ Reinvertir para hacer crecer la empresa.
- ✓ Incremento de activo.

Los anteriores son las ventajas cuantificables y más comunes. Pero hay mas ventajas que vienen junto con Lean Manufacturing. Entre ellas están:

- ✓ Espíritu de equipo, el cual llevara a la organización a la excelencia.
- ✓ Cultura de mejora e innovación.
- ✓ Agradables condiciones de trabajo.
- ✓ Involucramiento del trabajador y mejora en su satisfacción.
- ✓ Mejora en la flexibilidad.
- ✓ Vida útil más larga de la maquinaria.
- ✓ Personal autosuficiente.
- ✓ Sentido de pertenencia e identificación con la empresa.

### **3.5 Casos de aplicación exitosa en México.**

**3.5.1 SOLECTRON** (Guadalajara Jal.)- Solectron es una compañía con sede en EUA y operaciones en varios países; se dedica a la manufactura de productos electrónicos, logística para fabricantes de equipo original, diseño y desarrollo.

En este campo, Solectron Manufactura, planta Guadalajara Jal., ha realizado un extraordinario esfuerzo, con resultados contundentes y, precisamente por esos logros, su director general, Roberto Hernández Lecanda, ha sido premiado como “Manufacturero del Año” en el 2006 por la revista *Manufactura*.

Hernández apunta que una de las respuestas a la problemática industrial es **la Manufactura Esbelta**, pues ya se agoto el modelo de procesos que data de los años 50 y todavía siguen utilizando muchas empresas en el mundo. Si bien resulto útil para producir los enormes volúmenes que requerían los mercados de la época, ya no es viable la idea de administrar aquellas grandes áreas de pintura, soldadura y troquelado para sacar colosales lotes de material que se almacena y se mueve de un lado a otro. El resultado son problemas de calidad y desperdicio, además de la rigidez de tener costosos inventarios de partes y componentes en almacenes, así como también a lo largo del proceso. De esa manera resultan muy lentos para reaccionar a los cambiantes requerimientos de los clientes. El hecho, es que si se requiere hacer un cambio rápido en el diseño de un producto, no se sabe que hacer con el stock de los modelos anteriores; y las líneas tampoco están preparadas para cambiarse de un momento a otro.

Es por esto, y los cambios estructurales en el comercio exterior de México, que firmas manufactureras como Solectron han atravesado profundos procesos y han adoptado herramientas y técnicas de Manufactura Esbelta, con alta calidad y rapidez de reacción.

Con un esquema JIT y escasos inventarios, la fábrica esta en estrecha sintonía con el cliente. Si la venta de un artículo se detiene, lo mismo ocurre con la fabricación. Si se vende mas un producto que otro, las líneas se adaptan a estas circunstancias para que no haya faltantes. Es una combinación entre el modelo del supermercado y el de pull o jalar, porque solo se fabrica para reponer lo que se desplaza. Todo el producto terminado esta en movimiento, no estacionado en los almacenes.

Roberto Hernández explica que los modelos de ensamble basados en transportadoras, frente a los cuales los trabajadores están sentados, no funciona en este modelo, así que una de las primeras decisiones fue quitar todos los que había, incluso, las sillas, para sustituirlos por celdas de manufactura con tapetes antifatiga en las que los trabajadores están de pie. Y en lugar de que el producto se desplace delante de ellos a medida que se ensambla, son los trabajadores quienes lo mueven mientras avanzan a lo largo de la “U” o área de trabajo. Los operarios ya no están 8 horas viendo pasar su trabajo, lo que permite eliminar muchas actividades que solo generaran costos como la de transportación, almacenamiento e inspección, y solo se conservan las que agregan valor, que son las que importan. También aumento la calidad, ya que los errores no pasan de una mano a otra, se eliminaron tiempos muertos, cuellos de botella y materiales en proceso. La línea puede albergar a uno o varios trabajadores dependiendo de la cantidad de producto que hay que fabricar, lo que agrega consistencia y flexibilidad.

En Solectron Guadalajara los operadores tienen a su alcance una luz y una alarma para parar la línea de producción y convocar a los técnicos que deben resolver la situación. Esto es muy notable, porque en una fábrica tradicional al trabajador que para una línea sencillamente lo corren. No es algo que se le pueda permitir.

Los operadores tienen la facultad de tomar esa decisión porque se considera que hacer chatarra o productos deficientes no sirve de nada, y ellos son los primeros en saberlo. “Aquí no fabricamos nada que luego debamos re TRABAJAR”, agrega Hernández.

Bajo estas condiciones, cuando suena la sirena llegan de inmediato los supervisores y técnicos de ingeniería, calidad o materiales, para ver de que se trata y como se puede resolver. La forma de actuar consiste en ir al piso con el fin de revisar que parte del producto está mal y estudiar, de manera directa el proceso donde hubo falla. No se corrige el producto sino el proceso.

Hernández explica que, hasta hace unos años, la planta de Guadalajara, Jal. Tenía inventarios enormes de material, con una o dos semanas de abastecimiento en su almacén central, cuatro o cinco días en piso y dos en línea. Todo ese mundo de partes y sus grandes costos financieros, ha desaparecido gracias a herramientas como celdas de manufactura, kanban y JIT. Ahora el almacén solo tiene refacciones para una semana, en piso hay entre 12 y 18 horas, y en línea menos de dos horas.

En Solectron hay más de 600 estaciones de trabajo, y 150 de ellas tienen más de un poka-yoke. Lo mismo ocurre con un pequeño juego de abrazaderas que sujetan una pieza, que con una prensa que debe operar con las dos manos para evitar accidentes serios. Muchos poka-yokes son producto de la creatividad de los mismos trabajadores, y casi siempre son de sencilla realización.

Un esquema de manufactura y calidad no está completo sin el correspondiente programa de mejora continua. En Solectron, Hernández dice que los grupos Kaizen sirven para mantener vivo el concepto de calidad. En la planta de Guadalajara hay un equipo de ocho personas exclusivamente dedicados al tema de calidad; hay kaizen de manufactura y también administrativos y de logística.

Todos los eventos kaizen se registran en una oficina que les da seguimiento. La condición para validarlos es que el contralor del área de manufactura haga un cálculo de los ahorros que se espera obtener de esa iniciativa. Hernández dice que la planta no tiene un presupuesto específico para fondar estas actividades de mejora, y que las inversiones solo se justifican a través del costo-beneficio y el tiempo de recuperación.

Anteriormente en esta planta, en una línea de colocación de componentes superficiales, se requerían entre ocho y 12 horas para cambiar de un modelo a otro. “Cada vez que el cliente nos pedía un producto diferente mirábamos al cielo y le pedíamos que nos dejara siquiera correr la producción dos o tres días para justificar el esfuerzo. Ahora hacemos cambios en cascada, es decir, no nos esperamos a terminar de fabricar la última pieza y empezamos a cambiar mientras el proceso actual sigue avanzando. Un cambio hoy no nos toma más de 15 minutos y la línea, por ponerlo en pocas palabras, nunca está parada”. – dice Hernández. Se pueden hacer hasta ocho cambios en una sola jornada.

Todas las soluciones y recursos utilizados en Solectron Guadalajara, forman un todo que no se puede concebir si no es de manera integral. Roberto Hernández, un pionero que se mantiene fiel a

los conceptos y herramientas de la manufactura esbelta, insiste que todas estas tienen que ir juntas para que de verdad funcionen. El cambio también hay que hacerlo de manera racional, empezando por las tareas más sencillas para no enredarse de inicio las demasiado complejas. Hoy en día las instalaciones de esta empresa cuenta con 45 líneas de producción Lean, muchas de las cuales han sido exportadas a otras plantas de la corporación en el resto del mundo. Esta planta es la segunda más importante y, con 5500 trabajadores, la más grande del continente americano<sup>27</sup>.

**3.5.2 DELPHI STEERING (Querétaro).**- Pocas industrias enfrentan un nivel de competencia tan globalizado como la industria automotriz y de autopartes, y esto podría radicalizarse debido a las dificultades que enfrentan hoy día las grandes armadoras en EU. Puede decirse que ya no basta con tener una buena operación: Hay que ser la mejor. Solo así se puede crecer, generar más y mejores empleos, retener y motivar talentos profesionales, atraer buenos proveedores, generar utilidades y beneficiar a la comunidad.

Esta es la visión de Sergio Rodríguez, director de Operaciones de las plantas de Delphi Steering, Querétaro, donde se producen avanzados sistemas de dirección para industria automotriz mexicana y de exportación.

“Para ser verdaderamente los mejores- explica el ejecutivo mexicano-, la región México de Delphi requería una nueva forma de comprender la excelencia y aplicarla en todas las áreas del negocio. Esto, porque queríamos conservar el negocio actual y atraer más; mantener nuestras plantas y nuestro personal y, finalmente, ser un jugador clave en la estrategia global de la industria automotriz. Por eso decidimos llevar nuestras operaciones a niveles que nunca antes se habían alcanzado”.

“En 2003 el futuro se veía realmente difícil, al grado de que peligraba nuestra subsistencia, razón por la que nos propusimos enfrentar la competencia en la industria automotriz, tanto en Norteamérica como en otros mercados extranjeros. Para considerarnos la mejor opción de la corporación había que demostrarlo con resultados”.

Como filosofía rectora de este proyecto se empleó el principio de **Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing)**. Y como una prueba de que los esfuerzos permiten alcanzar los objetivos deseados, los ejecutivos de Delphi Steering Pueden presumir impresionantes métricas:

- Reducción de 100% en quejas formales del cliente (métrica clave, pues se archiva en el historial de las plantas y otros clientes pueden consultar esta información para tomar decisiones de negocio).
- Cumplimiento de 100% de entregas programadas.
- El proceso de producción del cliente fluye sin interrupciones atribuibles al proveedor.

---

<sup>27</sup> Revista “Manufactura”. **Roberto Hernández: El manufacturero del año.** Grupo Editorial Expansión. México. Año 13, número 133, julio 2006.



- Se redujeron 82% los embarques extraordinarios (con la consecuente reducción en costos adicionales para Delphi).
- Se redujo 33% el costo asociado a manufactura.
- Disminuyó 77% la necesidad de incurrir en tiempo extra.
- El costo por pieza mejoró 23%.
- Se han registrado varios lanzamientos exitosos.
- Lista de evaluación del cliente en “status verde” para la calidad, servicio y precio.
- Región más rentable a nivel mundial por 2 años consecutivos (2004,2005).
- Desperdicio: Reducción de 90%.
- Dos premios Shingo de excelencia en manufactura.
- Dos años sin accidentes incapacitantes.

### **3.6 El éxito para Lean Manufacturing (La Gente).**

Lean manufacturing habla acerca de optimización y eliminar desperdicios, más que minimizar. Cuando estamos intentando minimizar algún tipo de desperdicio, algún otro crecerá. Por ejemplo si estamos tratando de minimizar el tiempo ocioso de máquinas, esto puede incrementar el trabajo en proceso como máquinas en sobreproducción. Al final del día el resultado para la organización será negativo. Esto es porque Lean Manufacturing promueve la optimización y eliminación de desperdicio. Este puede ser el concepto principal de Lean.

Una organización el cual aplique Lean Manufacturing debe entender claramente que es un desperdicio? Que es logrado por medio de mejorar? Etc. Por lo tanto es importante tener definiciones claras acerca de las palabras clave en Lean Manufacturing. Así se podrá responder preguntas como, que es un desperdicio?

Una de las mayores preocupaciones de Lean Manufacturing es WIP (Trabajo en proceso). Pero no hay técnicas que aparezcan para eliminar el WIP directamente. Esto es un ejemplo muy importante de mostrar el pensamiento esbelto de “tratar la causa, no el efecto”. En Lean Manufacturing el WIP está entendido como un efecto de las imperfecciones en el sistema. Este busca y analiza las imperfecciones con las herramientas Lean Manufacturing y arregla esas causas. Entonces el WIP descenderá automáticamente. Se confía en hacer el proceso de manufactura correcto, en vez de esperar un buen resultado. Generalmente el modo asiático de hacer las cosas es orientado al proceso en lugar del estilo occidental el cual es orientado al resultado<sup>28</sup>.

---

<sup>28</sup> Tapping Don. “Lean Pocket Guide”. MCS, Media Inc., 2003.

Se está convencido que un proceso correcto de trabajo dará como consecuencia resultados correctos. Esto podría ser una contradicción en la forma convencional de pensar, la cual está siempre enfocada a producir resultados por cualquier motivo.

Lean Manufacturing cree en una continua y regular mejora, más que mejoras rápidas. Esto introduce al proceso sustentabilidad y el involucramiento de la gente en todos los niveles, por lo que hay un rol que juegan los trabajadores en la mejora e innovación. Esto no pasa en las formas convencionales de hacer las cosas, donde la innovación y toma de decisiones son responsabilidad completa de los gerentes.

Las mejoras continuas en la organización y el involucramiento de los empleados en el proceso de decisiones de la gerencia, motivará a los empleados. Esto liberará una sinergia organizacional dentro del trabajo que en un fin llegará a ser la fuerza directiva de la organización.

La cultura de equipo de trabajo es una de las mayores mejoras que Lean Manufacturing promueve para una organización. Dos personas pueden colectivamente dar más resultados que la suma de sus resultados individuales. Esta es la forma LEAN de pensamiento acerca del trabajo. Esto es promovido a través de incentivos de equipo y reconocimiento del equipo, en vez de la forma tradicional donde a los desempeños individuales se les da más importancia.

La participación de todos los niveles de empleados en la organización en la toma de decisiones es otra de las mayores mejoras de Lean Manufacturing. Esto aleja el miedo e incertidumbre entre los trabajadores y hace más fácil trabajar con las decisiones tomadas porque ellos tomaron parte del proceso de decisión.

Las personas a menudo tienen más que ofrecer a la organización, que solo su fuerza física. Ellos tienen cerebro y corazón también. Esta filosofía realmente trabaja en las organizaciones donde Lean Manufacturing fue practicado.

Un enfoque sistemático a la eliminación de desperdicios en cada una de sus formas es la base de Lean Manufacturing. Encontrando los desperdicios y evaluándolos, luego resolviendo los problemas que generan esos desperdicios. En un esquema total existen muchos sistemas más pequeños que aparecen para las tareas específicas. Algunas de ellas por ejemplo son los círculos de calidad, y equipos de preparación y puesta a punto de máquinas, etc.

Lean Manufacturing promueve métodos simples y herramientas para hacer el trabajo. Esto a menudo crea una automatización de bajo costo, métodos más simples de manejo de materiales y simples formas de manejar organizaciones. Así se puede ahorrar grandes cantidades de dinero al ser métodos y herramientas de bajo costo y efectivas y eficientes en su uso.

Tener maquinaria costosa y sofisticada genera un mantenimiento más alto, más altos niveles de entrenamiento, etc. Sin embargo la automatización de bajo costo es muy bien aceptada desde el punto de vista de los trabajadores. Por otro lado aplicaciones de bajo costo son “echas en casa” y por lo tanto satisface a medida las demandas de las estaciones de trabajo.

En Lean Manufacturing se cree que la gente que hace el trabajo es de hecho quien tiene la habilidad para encontrar soluciones para los problemas en el mismo. Los gerentes y directores siempre juegan un rol de soporte. Por lo tanto es mejor decir a los trabajadores que hacer, pero no como hacerlo. Esto requiere una mejor y pensante fuerza de trabajo, aunque en una organización

ordinaria donde los gerentes se supone que hacen la parte pensante y los trabajadores se supone que hacen el trabajo de acuerdo a lo pensado.

Para tener un mejor entendimiento de esto, se debe considerar como un sistema, mas que un programa. Así se cubre a organizaciones enteras, no solo las operaciones de manufactura. Lean es independiente de el producto o servicio provisto para el cliente. Un sistema Lean Manufacturing no se enfoca en hacer partes, componentes, o subensambles conformes. No intenta computar el número de partes defectivas. No se enfoca en niveles de inventario, o cuando el material es entregado a las estaciones de trabajo. No se trata acerca de kanbans, Just in time, o cadenas de valor. *Lean Manufacturing es acerca de la gente, y un sistema Lean se enfoca en producir gente de calidad.* El trabajo que el sistema requiere, ya sea manufactura, contabilidad, compras, ingeniería, etc., es diseñado para permitir a la gente aprender, mejorar y lograr. El sistema por si mismo es esencialmente invisible para los miembros del equipo desde que este no requiere una actividad especial para desempeñar su función de desarrollo.

Virtualmente cada aspecto de Lean Manufacturing ha sido estudiado, duplicado, y enseñado por consultores hace años. Esto incluye los conceptos de estabilidad de la empresa por medio de control estadístico de proceso, Just in Time, Jidoka, Heijunka, Poka Yoke, y otras mas herramientas dichas e ilustradas en diapositivas de Power Point. Sin embargo, porque entonces no se alcanza los niveles de eficiencia que Toyota ha logrado, por ejemplo? Que esta faltando u olvidando? Puede ser que se tenga un problema de enfoque en la cosa correcta.

Por años, nos hemos enfocado en el resultado obvio de un proceso (producto o servicio terminado), y no necesariamente en la persona/personas que hacen ese resultado. Si se tomara un vistazo de cerca al sistema de Toyota, veremos que cada cosa en esa planta es diseñada no solo para producir autos de alta calidad, sino también producir personas de alta calidad. Ellos saben como ayudar a su gente a aprender. Que no es lo mismo a saber como enseñar. Para esclarecer este punto, demos un rápido vistazo al aprendizaje.

En 1956, Benjamín S. Bloom, investigador americano sobre educación publico “Taxonomía de los objetivos educacionales: La clasificación de las metas educacionales”<sup>29</sup>. El cual identifica seis niveles de aprendizaje para la gente.

Los primeros tres niveles: *Conocimiento, Comprensión, y Aplicación.*

En los años de la escuela introducimos a nuestra mente gran cantidad de información variada. Nosotros almacenamos esa información en varias partes. Ese es básicamente el nivel de *Conocimiento.*

*Comprensión* involucra un poco más. En este se tiene que interpretar algún tipo de datos y esbozar algunas conclusiones. Se entiende por ejemplo, que ese diagrama o tabla significa, podemos decir a otros que cosa significa en nuestras propias palabras.

El nivel de *Aplicación* es donde tomamos nuestro conocimiento y entendimiento y los usamos en nuestro empleo. Eso es usualmente suficiente para la mayoría de nosotros. Si estoy ensamblando un auto nuevo, todo lo que realmente necesito saber es como tomar las partes en mi recipiente y las herramientas en mi estación de trabajo, ensamblarlas y sujetarlas de la forma correcta no?? No realmente, pero es así como la mayoría de las compañías hacen con sus empleados. Ellos les enseñan a sus empleados a como hacer el trabajo para el cual fueron contratados.

Los tres niveles mas altos de aprendizaje son: *Análisis, Síntesis, y Evaluación.*

---

<sup>29</sup> Benjamín S. Bloom. “Taxonomy of educational objectives”. Addison Wesley Publishing Co.,New York, 1956.

Estos son los niveles de solución de problemas. En estos niveles, somos capaces de tomar cantidades de información de varios recursos, desmembrarlos en partes significativas, reconocer las relaciones de esas partes unas con la otras. Luego arreglar las partes, y reensamblarlas en algo diferente, o identificar la pieza que es un poco mas o menos valiosa, entonces podemos tomar una decisión y actuar sobre ella.

Las piezas claves en Toyota son aquellas que ayudan a los miembros de los equipos a resolver problemas a medida que ellos los van encontrando en la línea de ensamble. Cada cosa es diseñada para ayudar a los trabajadores a alcanzar esos altos niveles de aprendizaje.

Si se examinara un día típico en la planta de Toyota Motors de Kentucky o en la planta NUMMI (fabrica producto de la unión de GM y Toyota Motors) en Fremont California Estados Unidos, se vería que cada uno de los 7,800 miembros del equipo tira del cordón de paro de línea (ANDON), cada que ellos han identificado un problema. Eso pasa en algún lado de las plantas entre 10,000 y 15,000 veces al día!. Y cada problema necesita ser resuelto. Quien mejor para resolverlo que aquel que lo ha descubierto? Si el mismo problema ocurre frecuentemente, tal vez haya algo mal con en el proceso. Quien mejor para resolver esos problemas con el proceso que aquellos trabajándolo de 8 a 10 horas diarias al día? El único problema que la manufactura tradicional tiene en conseguir que los empleados de línea estén involucrados en la solución de esos problemas, es que no se han tomado el tiempo para enseñarles precisamente como hacer eso (como solucionar problemas). Toyota si lo ha hecho.

Dos de las herramientas que Toyota ha usado para enseñar la solución de problemas son: Programa de sugerencias y Círculos de calidad., Se puede pensar que se han usado programas de sugerencia por años y que nadie ha contribuido. Se puede decir que se usaron círculos de calidad en los 80's pero no paso mucho. Tal vez es tiempo para observar un poco mas esto porque en 1999, 5,048 de esos 7,800 miembros del equipo en Toyota Motors Kentucky enviaron 151,328 ideas para mejoras e implementado casi todas ellas. Estas ideas generaron cerca de \$41.5 millones de dólares en ahorros y ganaron esos miembros de equipo \$5.1 millones de dólares en incentivos. Los 266 Círculos de Calidad participaron en ahorrar un adicional de \$10.2 millones de dólares. En algunas partes, eso es un gran ahorro! Porque esto trabaja para Toyota pero no para otros? ***Porque en Toyota, el propósito primario*** del Programa de sugerencias y Círculos de calidad ***es mejorar a la gente, no necesariamente los procesos***. Cuando un miembro del equipo tiene una idea, el o ella la comparte con el líder del equipo, quien sirve como coach y falicitador, mas allá que dar ordenes. El líder del equipo ayuda al miembro del equipo a evaluar la idea para ver si esta es factible, o si tiene suficiente merito para ir a través del sistema de sugerencias. Si es así, juntos completan la forma de sugerencia, la cual es esencialmente echa acerca del proceso de solución de problemas (identificar el problema, acumular información, desarrollar cursos de acción, analizar los cursos de acción, decidir cual ofrece la mejor solución, implementarla, y darle seguimiento.) Simplemente al ir a través del proceso de completar la forma, el miembro del equipo aprende. Dependiendo de la idea, el miembro del equipo puede también realizar una presentación a la Dirección de la compañía, creando así otra mejora del empleado u oportunidad de aprender.

Los líderes del equipo y líderes de grupo usan el círculo de calidad como un equipo de corto plazo para resolver problemas particulares. Estos podrían ser problemas desde una área diferente en la planta que los miembros del circulo de calidad no hayan trabajado en el. Algunas veces una perspectiva diferente ayuda a resolver. Pero de nuevo, el enfoque real no esta en arreglar un

problema particular de producción, sino a enseñar a los miembros del equipo como es su función como equipo y como pensar críticamente a través de una situación problemática.

El involucramiento de los líderes de equipo y líderes de grupo en estas actividades con los miembros del equipo, hacen ganar a Toyota muchos beneficios intangibles como suplemento a los ahorros en costos como se menciono antes. Estos líderes crean el clima necesario que soporta a los miembros de los equipos a resolver problemas. Además se crea confianza y confianza entre la fuerza laboral y la dirección. Esto ha creado en el corazón de la planta de Kentucky una dedicada, comprometida y altamente inteligente fuerza de trabajo para Toyota. La rotación de empleados es menos de 5%. Saben que cuidan de ellos. Son bien pagados, y cuando se da una vuelta por la planta, se puede ver la satisfacción en sus rostros y en la forma de hacer su trabajo. Toyota ha operado así por más de 50 años sin un despido. Ellos están haciendo las cosas bien.

## **Conclusiones.**

Como se pudo conocer, la Manufactura Esbelta / Lean manufacturing surge de la calidad y productividad aceptable a un nivel más alto que la producción en masa o lotes no puede fácilmente igualar. Con una variedad de herramientas y técnicas, pero con un enfoque centrado en las personas, esta ofrece expansión en variedad de productos y rápida respuesta a las preferencias de los consumidores. Hoy en día se cree que este sistema de manufactura y herramientas son la mejor forma de mejorar la satisfacción del cliente, la calidad, productividad y ganar más beneficios. También ahorrar costos y acortar el tiempo que un cliente debe esperar para recibir un producto. Todo esto generara más utilidades.

Sin duda, este concepto ya no es parte exclusiva de la cultura japonesa; su aplicación en el sector industrial y de servicios mexicanos es posible. En la actualidad existen varias industrias manufactureras y no manufactureras que tienen este tipo de sistema de producción, o están empezando a adoptar, pero es necesario que se apliquen y se tomen en cuenta las buenas prácticas y herramientas de Lean Manufacturing a partir de las cuales se pueda crear un sistema propio y adaptado a las necesidades particulares de las empresas mexicanas, como se vio en el caso de SOLECTRON y DELPHI.

Nuestro país esta dentro una competencia global donde es necesario desarrollar la competitividad que vaya mas allá de los bajos costos de la mano de obra o ventajas que dan los tratados comerciales. Esto no es suficiente. Más aún cuando nuestra industria esta compuesta en su mayoría por pequeñas y medianas empresas que necesitan mejorar sus capacidades de otorgar valor a través de conocimiento de procesos de clase mundial y desarrollo de ingeniería de producto, así como servicio. Se mostró de una forma fundamental que es Lean Manufacturing, de que principios esta formada, el enfoque que tiene hacia el flujo y la eliminación del desperdicio en toda la cadena de valor; las herramientas y técnicas que la integran, su utilización, así como los beneficios y medibles de una empresa al aplicar Lean Manufacturing. Por lo que se espera que este trabajo de investigación haya aportado un marco teórico básico sobre las herramientas y filosofía Lean Manufacturing que no requieren grandes conocimientos técnicos, ni grandes inversiones, y que serán de gran ayuda especialmente en este tipo de organizaciones (pequeñas y medianas empresas).

También puede ser utilizado como material de apoyo o texto complementario para estudiantes y catedráticos de Ingeniería Industrial en materias como Herramientas de clase mundial, Control de producción, y Administración de la calidad total, fortaleciendo así la formación y conocimiento en estas asignaturas. Además se espera haber logrado conciencia entre estudiantes, catedráticos, personas ligadas a la industria/empresa de la utilidad de Lean Manufacturing y haber obtenido un mayor interés para desarrollarlo e implementarlo, por lo que algunas preguntas surgen al haber concluido este trabajo de investigación, las cuales podrían dirigir a futuras investigaciones sobre este tema por parte de ellos. Por ejemplo seria interesante averiguar que actividades son más poderosas o más básicas que otras en una implementación Lean.

Como en cualquier iniciativa de cambio, las implementaciones Lean pueden diferir de una compañía a otra. Algunas discrepancias y problemas pueden ser atribuidas a diferencias en el segmento del mercado, procesos de producción, conocimiento sobre Lean y ambiente

competitivo. Sin embargo, parece razonable pensar, que los cambios como las implementaciones Lean Manufacturing son ampliamente influenciadas por la cultura de cada compañía, sus valores y tradiciones. Por lo tanto sería de gran valor investigar cuales aspectos de la cultura organizacional son más importantes que otras para una implementación y como medirlos para desarrollar un plan de cambio basado en la cultura.

También se podría investigar la estrecha relación de este sistema de manufactura con el manejo adecuado de la logística y cadena de suministro desde proveedores hasta los clientes para lograr impactar más antes, durante y después de la generación de un producto.

Como comentario final puede decirse que Lean Manufacturing tiene la capacidad de hacer más, especialmente en la actualidad por que en este mundo la población aumenta velozmente, pero los recursos que este mundo tiene son limitados. Más aun cuando esos recursos son degradados y consumidos muy rápido. Por esto creo que Lean Manufacturing es además de un sistema una filosofía que debe ser practicada en México y tal vez en todo el mundo. Por lo menos el concepto principal de eliminación de desperdicio debe ser seguido en cada empresa u organización, considerando que el desperdicio es un enemigo común para todos y que los recursos que se tienen no son para siempre.

## **Índice de figuras.**

	Página
Figura No. 1 Los 5 pasos de la manufactura esbelta	16
Figura No. 2 Ciclo del mapeo de la cadena de valor	20
Figura No. 3 Cadena total de valor	21
Figura No. 4 Diagrama de flujo 13 pasos del mapeo de la cadena de valor	22
Figura No. 5 Iconos usados en Value Stream Mapping	25
Figura No. 6 Ejemplo de mapeo de proceso	26
Figura No. 7 Las 5 S'	28
Figura No. 8 Ejemplo de tarjeta roja	30
Figura No. 9 Ejemplo de "Ordenar"	30
Figura No. 10 Ejemplo de limpiar	31
Figura No. 11 Fotografía de una estación de trabajo	32
Figura No. 12 Proceso de las 5 S'	33
Figura No. 13 Hoja de trabajo estandarizado	37
Figura No. 14 Hoja de combinación de trabajo estándar	38
Figura No. 15 Proceso de producción	40
Figura No. 16 Grafica de balanceo de operadores	40
Figura No. 17 Grafica de balanceo de operadores, estado actual y futuro	41
Figura No. 18 Etapas de mejora de SMED	47
Figura No. 19 Ejemplos de dispositivos Poka Yoke	58
Figura No. 20 Los 7 pilares del TPM	60
Figura No. 21 Operaciones que se esconden por el exceso de inventario	66
Figura No. 22 Problemas que se descubren al eliminar inventario	66



Figura No. 23 Sistema “empujar” y sistema flujo de una sola pieza “jalar”	69
Figura No. 24 Célula de trabajo en forma de “U”	71
Figura No. 25 Ejemplo de panel digital	72
Figura No. 26 Ejemplo de indicador ANDON en una línea de producción	73
Figura No. 27 Se muestra el estado de las líneas con ANDON	74
Figura No. 28 Distribución de máquinas en una célula de manufactura	75
Figura No. 29 Posiciones que abarca un trabajador polivalente en la célula	76
Figura No. 30 Ejemplo de uso del sistema Kanban	81
Figura No. 31 Ejemplo de kanban de producción	84
Figura No. 32 Icono de Kanban de señal	85
Figura No. 33 Icono de kanban de retirada	85
Figura No. 34 Ejemplo de una tarjeta kanban de producción	85
Figura No. 35 Marco de referencia para implementación Lean Manufacturing	114

## **Índice de tablas.**

Tabla No. 1 Actividades de Valor Agregado y Sin Valor Agregado	17
Tabla No. 2 Pasos en un proceso de preparación de máquinas	43
Tabla No. 3 Características de Kaizen vs. Kaikaku/Kakushin	102
Tabla No. 4 Modelo de empresa esbelta	109

## **Glosario de términos y anglicismos.**

**Andon** – Un sistema de luces usadas para indicar el estado de la producción en uno o más centros de trabajo; el número de luces y sus posibles colores pueden variar; sin embargo, los colores tradicionales y sus significados son:

Verde - No hay problemas.

Amarillo – Alguna situación requiere atención.

Rojo – La producción paro; se necesita atención urgente.

**Autonomación (Jidoka)** – Una forma de automatización en la cual la maquinaria inspecciona automáticamente cada unidad después de producirla, notificando a los humanos si un defecto es detectado; Toyota expandió el significado de jidoka al incluir la responsabilidad de todos los trabajadores, por ejemplo: Checar cada unidad producida y no fabricar mas si un defecto es detectado, hasta que la causa del defecto haya sido identificada y corregida.

**Balaceo de línea** – Igualar los tiempos de ciclo (capacidad productiva, asumiendo el 100% la utilización de la capacidad) para relativamente unidades pequeñas del proceso de manufactura, a través de una apropiada asignación de trabajadores y maquinas; asegurando un flujo suave de producción.

**Benchmarking**- El benchmark es una técnica utilizada para medir el rendimiento de un sistema o componente de un sistema, frecuentemente en comparación con algún parámetro de referencia. También puede encontrarse como benchmarking, el cual se refiere específicamente a la acción de ejecutar un benchmark. La palabra benchmark es un anglicismo traducible al castellano como comparativa.

**Cellular Manufacturing (Manufactura Celular)** – Una distribución en la cual los centros de trabajo tienen el total de las capacidades necesarias para producir una unidad o grupo similar de unidades, en forma de “U”, orientada a productos, que permita el flujo de una pieza a la vez o en lotes pequeños.

**Ciclo Deming**- Concepto creado por W.Edward Deming (Plan, Do, Check, Act) para enfatizar la necesidad de una constante interacción entre investigación, diseño, producción y ventas, para alcanzar una mejora en la calidad que satisfaga a los clientes.

**Control Visual (Administración Visual)** - Los Sistemas de Manufactura Esbelta arreglan la compañía de tal manera que las anomalías sean detectadas y puedan ser eliminadas. En otras palabras “La habilidad de entender el estado del área de producción en 5 o menos minutos mediante la simple observación, sin utilizar computadoras o hablar con alguien. Solamente por medio de indicadores visuales”.

**Desperdicio** - Es todo aquello que no agrega valor, y por lo cual el cliente no está dispuesto a pagar. Los 7 tipos de desperdicio son: sobreproducción, espera, transporte, sobreprocesamiento, inventario, movimiento, defectos o retrabajos.

**Empresa esbelta** – Una organización que entiende completamente, comunica, implementa y mantiene los conceptos de la Manufactura Esbelta en todas y cada una de sus operaciones, así como en las áreas que la conforman.

**Flujo** – La realización progresiva de todas las tareas a lo largo del flujo de valor.

**Flujo continuo (Continuos flow)** – Se puede resumir en un simple enunciado: “Mover uno, Hacer uno” o (“mover un pequeño lote, hacer un pequeño lote”).

**Flujo de una sola pieza** – Se refiere básicamente a tener un flujo de una pieza entre procesos.

**Heijunka (Nivelación de producción)**– Una calendarización de la producción y herramienta de nivelación de carga de trabajo, esencialmente para distribuir tarjetas kanban de una manera eficiente.

**Just-In-Time (JIT)** – Un proceso enfocado a incrementar el valor añadido y eliminar desperdicio; una técnica de calendarización de producción y control para algún determinado ítem o pieza necesaria en una operación de producción, precisamente cuando sea necesario y en la cantidad necesaria.

**Kaikaku/Kakushin**- Un rápido y radical cambio en el proceso, algunas veces usado como precursor para las actividades Kaizen.

**Kaizen** – La filosofía de continuamente mejorar prácticamente en todo, por medio de pequeñas mejoras diarias hechas por todos.

**Kaizen blitz (Evento kaizen)** – Un equipo toma un tiempo con el fin de implementar rápidamente un método de la manufactura esbelta en un área particular en un periodo de tiempo corto.

**Kanban** – Una herramienta de comunicación (tarjeta) en la producción y sistema de control de inventario el cual autoriza la producción o movimiento de algún ítem, subensamble o unidad en determinadas cantidades.

**Kanban de producción** – Tarjeta que indica el numero de partes que se deben producir para sustituir lo que se ha tomado.

**Kanban Withdrawal (Retiro constante)** – Sistema de tarjeta para mover solo pequeñas cantidades de productos de una operación o proceso a otro, en intervalos de tiempos iguales para el takt time.

**Lead Time (Plazo de entrega)** – Plazo de tiempo que debe esperar un cliente para recibir un producto después de haber formalizado un pedido.

**Lean Manufacturing / Lean Production** – La filosofía y técnicas de continuamente reducir el desperdicio en todas las áreas, en todas sus formas, identificando, mejorando y optimizando las actividades que agregan valor dentro y fuera de la compañía.

**Mantenimiento Autónomo** – Actividades que están dirigidas a mantener estándares actuales; tecnológicos, directivos y operativos. Con el fin de prevenir pérdidas de equipo relacionadas con paros, pérdida de velocidad y defectos de calidad.

**Mantenimiento Productivo Total (TPM)** – Mantenimiento dirigido a la maximización de la efectividad del equipo durante toda la vida del mismo. El TPM involucra a todos los empleados de un departamento y de todos los niveles; motiva a las personas para el mantenimiento de la planta a través de grupos pequeños y actividades voluntarias, e involucra educación y entrenamiento en el mantenimiento básico.

**Mapa de procesos** – Representación visual del flujo de información, materiales y producto mismo a lo largo de todos los procesos.

**MRP (Planeación de Requerimientos de Materiales)**- Un sistema para determinar la cantidad de tiempo y materiales utilizados en la programación de la producción.

**Muda (waste)** – Desperdicio. Actividades y resultados a ser eliminados.

**Mura** – Inconsistencia. Cuello de botella (Interrupción en el flujo normal de trabajo).

**Muri** – Irrazonable. Condiciones estresantes o absurdas para los trabajadores y máquinas.

**NUMMI**- Planta japonesa establecida en Estados Unidos, conjuntamente por Toyota y General Motors, considerada como embajadora de la producción JIT, para probar la adaptabilidad de este sistema en occidente, y utilizada como ejemplo en contra de aquellos que alegan la existencia de fuertes barreras culturales a la implementación del JIT fuera de Japón.

**Pitch** – Cantidad de tiempo utilizada en producción de lotes pequeños (basada en el takt time) requerida para que las operaciones realicen unidades que formen paquetes con cantidades predeterminadas de trabajo en proceso (WIP).

**Poka-Yoke** – Un sistema de prevención de errores en el trabajo.

**Producción flexible** – Capacidad para producir una variedad de modelos, que difieren en tipo de trabajo y material contenido, en la misma línea de producción; permitiendo una utilización eficiente de los recursos mientras se provee una rápida respuesta a las demandas del mercado.

**Producción fluida (smooth production flow)** – Condición donde se fabrica una pieza a la vez, caracterizada por la sincronización (balanceo) de los procesos de producción y una utilización máxima del tiempo disponible.

**5 S** –Se refiere a las cinco palabras japonesas seiri(seleccionar), seiton(ordenar), seisou(limpiar), seiketsu(estandarizar), shitsuke(disciplinar). Estas palabras expresan los principios de mantener una efectiva y eficiente área de trabajo.

**Shojinka** – Optimizar continuamente el número de trabajadores polivalentes (entrenados en múltiples actividades) en un centro de trabajo en forma de U para satisfacer el tipo y volumen de la demanda que requiere el centro de trabajo.

**Sistema de Manufactura Flexible** – Una integrada capacidad de manufactura para producir pequeñas cantidades de una gran variedad de unidades a bajo costo; Este tipo de sistema es caracterizado por un tiempo corto de recambio de herramienta y preparación de maquinaria y rápido tiempo de respuesta.

**Sistema pull o jalar**- Un sistema en el cual el cliente jala el trabajo, y siguiendo esa reacción a proveedores, luego fabricante. En el piso, es aquel sistema que jala el trabajo desde la estación de trabajo más cercana al cliente final, hacia atrás (posiciones anteriores).

**Single Minute Exchange of Die (SMED)** – Literalmente, cambiar un dado en una maquina de estampado o moldeo en un minuto o menos; la habilidad para desempeñar alguna actividad de preparación y cambio de herramienta en maquinaria, instalaciones o proceso en un corto tiempo.

**Soikufu**- Que significa capitalizar las sugerencias de los trabajadores, para lo cual se necesita tener recursos disponibles para responder a esas sugerencias.

**Takt Time** - Takt, es un término alemán para expresar: ritmo. Es el tiempo permisible para fabricar un producto en la cantidad que los clientes lo están demandando. No es lo mismo que tiempo de ciclo, el cual es el tiempo normal para completar una operación en un producto (el cual debería ser menor o igual al takt time). Se calcula dividiendo el tiempo de producción disponible (trabajo por turno) entre la cantidad total requerida (demanda del cliente por turno).

**Tiempo de preparación o puesta a punto (Setup Time)** – Trabajo requerido para cambiar una máquina o proceso de un ítem u operación al siguiente ítem u operación. Pueden ser dividido en dos partes: 1 Setup interno. 2 Setup externo.

**Tiempo de ciclo** – El tiempo normal para completar una operación en un producto. No es lo mismo que Takt Time (tiempo takt), el cual es el tiempo permisible para fabricar un producto en la cantidad en que los clientes lo demandan.

**Trabajo estandarizado** – Conjunto de procedimientos de trabajo que establecen el mejor método y secuencia para cada proceso.

**TQM / TQC**- Sistema que reúne esfuerzos de varios grupos en una empresa para la integración del desarrollo, mantenimiento y superación de la calidad con el fin de hacer posibles mercadotecnia, ingeniería, fabricación y servicio, a satisfacción total del cliente.

**Value Stream Mapping-** Es una técnica usada para analizar el flujo de materiales e información requeridos, así como identificar el valor agregado y el no valor agregado (desperdicio) para llevar un producto desde su concepción hasta las manos del cliente por medio de mapear los procesos..

**WCQC-** El Control de Calidad en Toda la Compañía es un enfoque del control de calidad desarrollado por Kauro Ishikawa entre 1955 y 1960. Es consistente con los planteamientos de Deming y Juran, y se acerca mucho al Control de Calidad Total.

La filosofía del CWQC se refiere al hecho de que la calidad no debe ser entendida solo como un elemento de los productos, sino también como parte del servicio post-venta, así como de la administración en general y la vida humana.

**Work in Process (WIP)-** Operaciones y actividades que se encuentran entre procesos o en el proceso mismo.

## **Bibliografía y referencias.**

1. Conner Gary. **Lean Manufacturing for the small shop.** Society of Manufacturing Engineers. Dearborn, USA: 2001.
2. Gross Jhon M. **Kanban made simple.** New York: AMACOM, 2003.
3. Hay Edward J. **Justo a tiempo.** Series en desarrollo gerencial. Colombia: Norma, 1989.
4. Hiroyuki Hirano. **Poka-Yoke.** Primera edición. México: Productivity, 2000.
5. Imai, Masaaki. **Kaizen.** México: CECSA, 1989.
6. Imai Masaaki. **Como implementar el Kaizen en el Gemba.** México: Mc Graw Hill, 1998.
7. Jeffrey Liker. **Becoming Lean.** Estados Unidos: Productivity, 1998.
8. Jeffrey Liker. **The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's greatest manufacturer.** USA, McGraw Hill, 2004.
9. Monden, Yasuhiro. **El sistema de producción Toyota.** Buenos Aires: Macchi, 1993.
10. Sekine Kenichi. **Diseño de células de fabricación: Transformación de las fábricas para la producción en flujo.** Productivity Press. Portland Oregon, 1993.
11. Shingo, Shigeo. **A study of the Toyota production system from an industrial engineering viewpoint.** Estados Unidos: Productivity, 1989.
12. Tajiri Masaji y Fumio Gotoh. **Autonomous Maintenance in seven steps: Implementing TPM on the shop floor.** Productivity Press. Portland Oregon, 1992.
13. Tapping Don. **Lean Pocket Guide.** USA. MCS Media Inc., 2003.
14. Villaseñor Contreras Alberto y Galindo Edber. **Conceptos y reglas de Lean Manufacturing.** México: Limusa, 2007.
15. Villaseñor Contreras Alberto y Galindo Deber. **Manual de Lean Manufacturing Guía básica.** México: Limusa, 2007.
16. Womack James y Daniel T. Jones. **Lean Thinking: Banish waste and create wealth in your corporation.** Simon & Schuster. New York, 1996.
17. Womack James, Daniel T. Jones, Daniel Ross. **The Machine that Changed the World.** Harper Perennial. New York, 1991.

## **Otras publicaciones.**

1. Revista "Manufactura". **Roberto Hernández: El manufacturero del año.** Grupo Editorial Expansión. México. Año 13, número 133, julio 2006.
2. Revista "Manufactura". **Lean Manufacturing para directores.** Grupo Editorial expansión. México. Año 13, número 145, julio 2007.

## **Cibergrafía.**

1. ANDON Technologies [www.andontechnologies.com](http://www.andontechnologies.com) página de una empresa fabricante de dispositivos ANDON, USA, septiembre 2006.
2. Advanced Manufacturing [www.advancedmanufacturing.com/leanmanufacturing/articles](http://www.advancedmanufacturing.com/leanmanufacturing/articles) Artículos Lean. USA, agosto 2006.
3. Ceroaverías [www.ceroaverias.com/centroTPM/articulospublicados/articulospublicados.htm](http://www.ceroaverias.com/centroTPM/articulospublicados/articulospublicados.htm) Artículos de Manufactura Esbelta. España junio 2006.
4. DAU [www.dau.mil/educdept/mm\\_dept\\_resources/navbar/lean/default](http://www.dau.mil/educdept/mm_dept_resources/navbar/lean/default) (Defense Acquisition University) Curso tutorial de Lean Manufacturing. USA, octubre, 2007.
5. El prisma [www.elprisma.com/apuntes/ingenieria\\_industrial](http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial) Portal de publicaciones y artículos de Ingeniería Industrial (sección Lean Manufacturing). México, septiembre 2006.
6. EPA.(Environment Protection Authority) <http://epa.gov/lean/leanreport.pdf> Reportaje. USA, septiembre 2007.
7. Google.com [www.images.google.com.mx](http://www.images.google.com.mx) Buscador de imágenes en la web. Febrero, 2008.
8. IAT [www.iat.es/excelencia/html/subidas/descarga/publicacion%20lean%20maquetada.pdf](http://www.iat.es/excelencia/html/subidas/descarga/publicacion%20lean%20maquetada.pdf) Instituto Andaluz de Tecnología, España, junio 2006.
9. Lean Aerospace Initiative. [www.lean.mit.edu](http://www.lean.mit.edu) Artículos (sección “publications”) USA, junio 2006.
10. Lean Enterprise Institute [www.lean.org/community/resources/archives](http://www.lean.org/community/resources/archives) Artículos y casos de estudio sobre lean manufacturing.
11. Lean Manufacturing Glossary [www.searchmanufacturing.com/Manufacturing/Lean/glossary.htm](http://www.searchmanufacturing.com/Manufacturing/Lean/glossary.htm) Glosario de términos en Manufactura Esbelta, USA, noviembre, 2007.
12. Revista Expansión [www.cnnexpansion.com/manufactura/tendencias/lean-manufacturing-para-directores/view](http://www.cnnexpansion.com/manufactura/tendencias/lean-manufacturing-para-directores/view) Reportaje de Lean Manufacturing, México, julio 2007.
13. TPMonline. [www.tpmonline.com/articles\\_on\\_total\\_productive\\_maintenance/articleanmf.htm](http://www.tpmonline.com/articles_on_total_productive_maintenance/articleanmf.htm) Artículos sobre Lean Manufacturing, México agosto 2006.