



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA KANBAN EN LA
CADENA DE SUMINISTRO DE JERINGA DE VIDRIO**

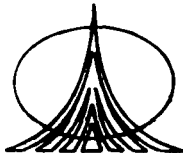
**TRABAJO DE SEMINARIO DE TITULACION
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:**

INGENIERO QUIMICO

P R E S E N T A :

MELCHOR BALLESTEROS OJEDA

ASESOR: I. Q. EDUARDO LOYO ARNAUD



MEXICO. D. F.

ABRIL DE 2003



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



**FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES ZARAGOZA**

**JEFATURA DE LA CARRERA
DE INGENIERIA QUIMICA**

OFICIO: FESZ/JCIQ/017/03

ASUNTO: Asignación de Jurado

ALUMNO: BALLESTEROS OJEDA MELCHOR
P r e s e n t e .

En respuesta a su solicitud de asignación de jurado, la jefatura a mi cargo, ha propuesto a los siguientes sinodales:

Presidente:	I.Q. Eduardo Loyo Arnaud
Vocal:	M. en C. Andrés Aquino Canchola
Secretario:	I.Q. Luz Elena Flores Bustamante
Suplente:	I.I.Q. Alejandro Rubio Martínez
Suplente:	I.Q. Juan Carlos Prieto López

Sin más por el momento, reciba un cordial saludo.

A T E N T A M E N T E
“POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU”
México, D. F., 04 de Marzo de 2003

EL JEFE DE LA CARRERA

M. en C. ANDRES AQUINO CANCHOLA

B

A MI ESPOSA, PADRES Y HERMANOS

Por su apoyo, soporte, ejemplo y estímulo para concluir una etapa pendiente en mi vida; así como su paciencia.

CONTENIDO	DESCRIPCIÓN	PAGINA
	Introducción	1
	Capítulo 1. Cadena de Suministro	
	1.1 Logística	2
	1.2 Breve Historia de la Cadena de Suministro	3
	1.3 Cadena de Suministro	
	1.3.1 Concepto de Cadena de Suministro	5
	1.3.2 Características Básicas	6
	1.3.3 Componentes Funcionales	6
	1.3.4 Objetivo de la Cadena de Suministro	7
	1.3.5 Fases de la Cadena de Suministro	7
	1.4 Administración de la Cadena de Suministro	8
	1.5 Sistemas Modernos de Planeación	9
	1.6 Esquemas de Manufactura	11
	1.7 Administración de Materiales	12
	1.8 Distribución	14
	Capítulo 2. Sistema de Producción Toyota	
	2.1 Origen del Sistema de Producción Toyota	17
	2.2 Concepto Básico	18
	2.3 Producción Justo a Tiempo	18
	2.4 Sistema Kanban	23
	2.5 Implementación de un Sistema Kanban	26
	2.5.1 Funciones de Kanban	26
	2.5.2 Control de la Producción	26
	2.5.3 Mejora de los Procesos	27
	2.5.4 Implementación de Kanban	28
	2.5.5 Reglas de Kanban	33
	2.5.6 Tipos y Etiquetas de Kanban	36
	2.5.7 Ventajas y Mejoras del Sistema	40

5

Justo a Tiempo Y Kanban

Capítulo 3. Cadena de Suministro de Jeringa de Vidrio

3.1 Planeación de la Demanda	50
3.2 Planeación de Requerimientos de Materiales	50
3.3 Envío de Materiales del Proveedor	50
3.4 Recepción, Inspección y Almacenamiento	51
3.5 Fabricación de Jeringa de Vidrio	53

Capítulo 4. Implementación de un Sistema Kanban en la Cadena de Suministro de la Jeringa de Vidrio

4.1 Implementación de Sistema Kanban en la Cadena de Suministro de Jeringa de Vidrio	55
4.2 Antecedentes	55
4.3 Alcance y Objetivo	55
4.4 Entrenamiento	56
4.5 Estado Actual	56
4.6 Condiciones de Desperdicio en Estado Actual	56
4.7 Diseño de Estado Futuro	59
4.7.1 Resultado	60
4.7.2 Procedimiento de Uso de Sistema Kanban	62
4.7.2.1 Pasos de trabajo con Sistema Kanban	62
4.7.2.2 Reglas Kanban	62
4.7.2.3 Códigos de Colores	63
4.7.2.4 Tarjetas Kanban	64
4.7.2.5 Identificación de Supermercado	65
4.7.2.6 Tablero de Llegadas	66
Conclusiones	67
Bibliografía	68

Introducción

La cadena de suministro corresponde a la secuencia de pasos y actividades enfocadas a la transformación de materias primas en productos o bienes de consumo. En esta secuencia de pasos intervienen tanto unidades internas como externas de una empresa, departamentos como Planeación de la Producción, Marketing, Compras, Almacén, Producción, Distribución, etc., y proveedores de productos y servicios a la empresa.

Es en ésta secuencia de actividades en la buscamos encontrar áreas de oportunidad o puntos de mejora que disminuyan el costo de la cadena completa o disminuir el tiempo de realización de la misma en beneficio de un departamento o de la empresa en general.

De igual manera se describe el origen, características y ventajas de la aplicación de sistema Kanban; que beneficia no solamente a los procesos de fabricación sino a aquellas partes de un proceso total que presenta fallas o desperdicios.

En la descripción del proceso de abasto de materia prima se identifican aquellas etapas cuyas actividades no aportan o restan valor al proceso completo. Se establecen tiempos promedio para cada una de las actividades, obteniendo un total desde la salida de cada embarque de tubo de vidrio del proveedor hasta que se encuentra disponible para el área productiva. A partir de éste tiempo total, se evaluará la reducción del mismo en el proceso completo.

Se lleva a cabo la implementación de un Sistema Kanban, que resultará en propuestas para modificar algunas actividades, describiendo en qué consisten los cambios para obtener finalmente un menor tiempo en el proceso de abasto de tubo de vidrio al área de producción y simplificando el surtido de material a la línea productiva.

1.1 Logística

La logística como una disciplina inició con las actividades militares y el origen de la palabra "logística" proviene de "loger" el término francés antiguo para barracas y cuarteles de soldados. La logística militar en campo entero en sí mismo sirvió como base de muchas tecnologías que actualmente están disponibles.

La logística se convirtió en un tema de discusión en el mundo de negocios en la década de los 60's y 70's, mientras que su crecimiento se inició en los 80's.

Existen diversas definiciones para describir a las actividades que involucra el término Logística; para el presente trabajo, y con la finalidad de establecer su diferenciación con la cadena de suministro, estamos considerando la siguiente:

"Logística es el proceso de administrar estratégicamente el suministro, movimiento y almacenaje de materias primas, partes y productos terminados, así como el flujo de información entre el punto de origen y el punto de consumo de la organización de una empresa y sus canales de mercadeo, de forma tal que la rentabilidad actual y futura sea la máxima posible gracias a que los requerimientos de los clientes son cumplidos eficaz y eficientemente".

La logística servirá de integrador en una empresa entre los requerimientos de las áreas de ventas y características de producción para cumplirlos. El área de logística concilia ambos intereses, conociendo las capacidades y limitaciones de producción, sin perder de vista el enfoque en las necesidades del cliente y las características de los proveedores.

1.2 Breve Historia de Cadena de Suministro

A principios del siglo pasado, las cadenas de suministro eran cadenas de papel, que linealmente conectaban a fabricantes, almacenes, distribuidores, detallistas y consumidores. La cadena tenía una extensión desde uno a dos o docenas de eslabones y la logística era una pesadilla. Personas y documentos todos físicamente conectados a los eslabones de la cadena juntos. Además, la naturaleza lineal de la cadena hacía que la comunicación entre los extremos de la misma fuera confusa y consumiera mucho tiempo. Una compañía hipotética que utiliza este tipo de cadena de suministro lineal, funcionaría como sigue:

"Un cliente coloca una orden con el detallista, quien encuentra que no tiene suficientes ruedas en su almacén para cubrir la orden del consumidor. El detallista coloca una orden con su mayorista. El mayorista en turno, puede estar limitado en inventario, y tiene que ordenar del distribuidor. En el tiempo que los productos terminados llegan del distribuidor, al almacén del mayorista, al almacén del detallista y finalmente al consumidor, se pueden perder tiempo, dinero y clientes"

La cadena de suministro posterior a la Segunda Guerra Mundial, continuaba como un conjunto de procesos lineales e individualizados que unían a fabricantes, almacenes, distribuidores mayoristas, detallistas y consumidores; sin embargo, a partir de este evento presentó mayores avances y saltos exponenciales en eficiencia hasta finales de siglo. La sincronización de procuración, planeación de la demanda y presupuestos, manejo de inventarios y rastreo estaba lejos de ser una ciencia definida. Sin embargo, el crecimiento de la manufactura y economía durante la década de los 50 's, desarrolló el interés en la necesidad de la cadena de suministro.

En la siguiente década, se vio el nacimiento de los primeros sistemas para manejo de inventarios, que fueron típicamente adaptados para soportar el control de inventarios en el sector de manufactura. En los 70 's, las innovaciones en la cadena de suministro trajeron consigo la planeación de requerimientos de materiales (MRP) un sistema que emite progresivamente la liberación de órdenes de producción y compra para asegurar que el flujo de inventario de materias primas y en proceso corresponde con los programas de producción del fabricante para productos terminados. Por los 80 's, se desarrolló la planeación de recursos de manufactura (MRP-II), presentando sistemas que podían ser usados para planear todos los recursos de manufactura, incluyendo aquellos relativos a la planeación operacional, planeación financiera, planeación de negocio, planeación de requerimientos de capacidad, y el programa maestro de producción.

A finales de los 80 's, la cadena de suministro tuvo un avance significativo, al ser desarrollada una nueva estirpe de softwares que estaba basada en la "teoría de restricciones". Este sistema permitiría a las fábricas de una compañía a comunicarse internamente, una con otra, y con la casa matriz para mejorar el flujo de materiales y órdenes.

Desde la segunda Guerra Mundial, con el advenimiento de la investigación de operaciones y ciencias administrativas, ha existido un interés en aumento en la planeación y administración de la cadena de suministro. Trabajando juntos, los planeadores, administradores y todos los miembros de los extremos y parte media de la cadena de suministro pueden alcanzar ingresos, control de costos y obtener utilidad así como la satisfacción del cliente. Además, los sistemas para optimización han sido aceptados por todas estas partes, ya que ofrece soluciones en modelos matemáticos para problemas de la cadena de suministro.

1.3 Cadena de Suministro

1.3.1 Concepto de Cadena de Suministro

Una cadena de suministro consiste de todas las etapas involucradas, directa o indirectamente, en el cumplimiento de un requerimiento de un cliente. La cadena de suministro no solamente incluye a fabricantes y proveedores, sino también, transportistas, almacenes, distribuidores y a los clientes mismos. Dentro de cada organización, tal como un fabricante, la cadena de suministro incluye todas las funciones involucradas en cubrir la solicitud de un cliente. Estas funciones incluyen, pero no están limitadas a, desarrollo de nuevos productos, mercadotecnia, operaciones, distribución, finanzas y servicio a clientes.

La cadena de suministro incluye todas las actividades y procesos para suministrar un producto o servicio al cliente final. A menudo la cadena de suministro incluye a más de una compañía en una serie de relaciones proveedor-cliente. Las cadenas de suministro usualmente agrupan sus funciones en cuatro componentes funcionales: (1) planeación de la demanda, (2) planeación y programación de la producción, (3) planeación de suministros, y (4) planeación del transporte.

De la misma manera, la cadena de suministro es la serie de uniones y procesos compartidos que existen entre proveedores y clientes: estas uniones y procesos involucran todas las actividades mencionadas, desde la compra de materias primas hasta la entrega del producto terminado al consumidor final. Las materias primas entran a la organización de manufactura mediante un sistema de abasto y son transformadas en productos terminados. Los productos terminados son entonces suministrados a los consumidores mediante un sistema de distribución. Generalmente, varias compañías están vinculadas en este proceso, cada una añade valor al producto como se mueve a través de la cadena de suministro. A partir de estas características es que también se denomina "Cadena de Valor".

Una cadena de suministro es dinámica e involucra el flujo constante de información, productos, y fondos entre diferentes etapas. Cada etapa de la cadena de suministro realiza diferentes procesos e interactúa con otras etapas de la cadena de suministro. Por ejemplo, consideremos un cliente caminando por los pasillos de una tienda departamental para comprar detergente en polvo. La cadena de suministro inicia con el cliente y su necesidad de detergente. La siguiente etapa de esta cadena de suministro es la tienda departamental que el cliente visita. El inventario de la tienda departamental fue suministrado por un centro de distribución de la misma cadena. Que a su vez recibió el producto del fabricante del detergente. El fabricante del detergente recibe en su planta las materias primas de diversos proveedores, quienes también pudieron ser abastecidos de materiales por otros proveedores. Como pueden ser, materiales de empaque.

Este ejemplo ilustra como el cliente es una parte integral de la cadena de suministro. El principal propósito para la existencia de cualquier cadena de suministro es satisfacer las necesidades de los clientes, en el proceso de generar ganancias para sí. Las actividades de la cadena de suministro inician con una orden de un cliente y terminan cuando el

cliente satisfecho paga por sus compra. El término Cadena de Suministro evoca imágenes de producto o suministros, moviéndose de proveedores a fabricantes a distribuidores a detallistas a clientes a lo largo de la cadena. Es importante visualizar los flujos de información, fondos, y producto en ambas direcciones de esta cadena. El término puede implicar también que sólo una parte está involucrada en cada etapa. En realidad, un fabricante puede recibir materiales de varios proveedores y a su vez suministrar a varios distribuidores. Por lo tanto, la mayoría de las cadenas de suministro son realmente redes. Puede ser mas preciso usar el término de red de suministro para describir la estructura de la mayoría de las cadenas de suministro.

Una cadena de suministro típica involucra una variedad de etapas, a decir:

- Clientes
- Detallistas
- Distribuidores
- Fabricantes
- Proveedores de materias primas

El diseño apropiado de la cadena de suministro dependerá de tanto las necesidades del cliente como de los roles de las etapas involucradas en cubrir esas necesidades.

1.3.2 Características Básicas de La Cadena de Suministro

- La cadena de suministro incluye todas las actividades y procesos para suministrar un producto o servicio a un cliente final
- Cualquier número de compañías pueden estar vinculadas en la cadena de suministro.
- Un cliente puede ser proveedor de otro cliente, así la cadena total puede tener un número de relaciones proveedor-cliente.
- Mientras que el sistema de distribución puede ser directo desde el proveedor al cliente, dependiendo del producto y mercado, puede incluir un número de distribuidores como mayoristas, almacenadoras y detallistas.
- Los productos o servicios usualmente fluyen desde el proveedor hacia el cliente. A diferencia la información de diseño y demanda usualmente fluye desde el cliente al proveedor. Los productos físicos se mueven "hacia abajo", mientras que la información de la demanda fluye "hacia arriba".

1.3.3 Componentes Funcionales de la Cadena de Suministro

- **Planeación de la Demanda**
Un proceso de planeación para predecir la demanda de productos y servicios basados en presupuestos. La generación de presupuestos precisos de la demanda mejora el servicio al cliente y disminuye los costos al reducir la incertidumbre de la demanda.

- **Planeación y Programación de la Producción**
Un proceso de planeación que programa óptimamente las órdenes de manufactura con la capacidad de producción. Esto es llevado a cabo mediante la combinación con la planeación de los requerimientos de materiales y planeación de requerimientos de capacidad para crear planes de producción óptimos y estrictos.
- **Planeación de Suministros**
Un proceso de planeación que satisface la demanda de los clientes basado en los recursos de inventarios y transportación. Esto incluye la planeación de requerimientos de distribución, que determina la necesidad de re-abastecer el inventario en los almacenes de las sucursales.
- **Planeación de la Transportación**
Un proceso de planeación para programar de manera óptima, carga y embarques de entrega a clientes considerando restricciones, tales como fecha de entrega, forma de transportación, transportista, etc..

1.3.4 Objetivo de una Cadena de Suministro

El objetivo de toda cadena de suministro es maximizar el valor global generado. El valor que una cadena de suministro genera es la diferencia entre lo que el vale el producto final para el cliente y el esfuerzo que la cadena de suministro gastó en cubrir la solicitud del cliente. Para la mayoría de las cadenas de suministro comerciales, el valor será fuertemente relacionado con la rentabilidad de la cadena de suministro, la diferencia entre los ingresos generados del cliente y el costo global a través de la cadena de suministro.

Definimos el éxito de una cadena de suministro en términos de la rentabilidad de la misma. El siguiente paso lógico es buscar fuentes de ingresos y costo. Para cualquier cadena de suministro, existe solamente una fuente de ingreso: el cliente. El cliente es el único punto real de flujo positivo de efectivo en una cadena de suministro. Todos los otros flujos de efectivo son simplemente intercambios monetarios que ocurren cuando la cadena de suministro, dadas las diferentes etapas tienen diferentes dueños. Todos los flujos de información, productos o fondos generan costos dentro de la cadena de suministro. Por lo tanto, la administración apropiada de estos flujos es clave para el éxito de la cadena de suministro. La administración de la cadena de suministro involucra la administración de flujos entre y a través de etapas en una cadena de suministro para maximizar la rentabilidad total.

1.3.5 Fases de una Cadena de Suministro

1. Estrategia o diseño de la cadena de suministro. Durante esta fase, una compañía decide cómo estructurar la cadena de suministro. Se decide la configuración de la cadena de suministro y qué procesos serán realizados en cada etapa. Las decisiones estratégicas de las compañías incluyen la localización y capacidades de las

instalaciones de producción y almacenamiento, productos a ser manufacturados o almacenados en varias ubicaciones, formas de transportación a poner disponibles a lo largo de las diferentes ramas, y tipo de sistema de información a ser utilizado. La firma debe asegurar que la configuración de la cadena de suministro soporte sus objetivos estratégicos durante esta etapa.

2. Planeación de la cadena de suministro. Como resultado de la fase de planeación, las compañías definen un conjunto de políticas de operación que regulan las operaciones. En esta etapa, la configuración de la cadena de suministro ya debe estar determinada; esta configuración establece restricciones dentro de las cuales la planeación debe ser realizada. Las decisiones de planeación incluyen los mercados a ser abastecidos de los lugares determinados, la generación planeada de inventarios, la fabricación o subcontratación, las políticas de reabastecimiento o inventarios a ser seguidas, así como el tiempo y tamaño de las promociones. La planeación establece parámetros dentro de los cuales una cadena de suministro funcionará sobre un periodo de tiempo específico. En la etapa d planeación, las compañías deben incluir incertidumbre en la demanda, tipos de cambio monetario, y competencia sobre el tiempo horizonte.
3. Operación de la cadena de suministro. El tiempo horizonte en esta fase es semanal o diario, y durante la misma las compañías deben tomar decisiones sobre las órdenes de los clientes. En el nivel operacional, la configuración de la cadena de suministro es fija y las políticas de planeación ya están definidas. El objetivo de las operaciones de la cadena de suministro es implementar políticas de operación de la mejor manera. Durante esta fase las compañías ubican órdenes individuales a inventarios o producción, establecen una fecha en que la orden debe ser completada, generan listas de recolección en el almacén, colocan una orden a un particular modo de embarque, establecen programas de camiones, y colocan órdenes de reabastecimiento. Debido a que las decisiones operacionales son hechas en periodos cortos de tiempo, existe a menudo incertidumbre en la información de la demanda. El objetivo de la fase de operación es explotar la reducción de incertidumbre y optimizar el funcionamiento dentro de las restricciones establecidas por la configuración y políticas de planeación.

1.4 Administración de la Cadena de Suministro

La Administración de la Cadena de Suministro es la combinación de arte y ciencia que va desde la mejora en la manera en que una compañía adquiere las materias primas que necesita para hacer un producto o servicio, fabricantes que producen el producto o servicio y lo entrega hasta los clientes. Consiste en la integración de las actividades de procuración de materiales, transformación de los mismos en productos intermedios y finales, y su entrega a los clientes. Estas actividades incluyen la tradicional función de compras, además de otras actividades que son importantes en la relación con proveedores y distribuidores. La administración de la cadena de suministro incluye la determinación de: (1) transportación, (2) transferencias de crédito y efectivo, (3) proveedores, (4) distribuidores y bancos, (5) cuentas por cobrar y por pagar, (6) niveles de inventario y almacenamiento, (7) cumplimiento de órdenes, y (8) compartir información de clientes, presupuestos y producción. La idea de la administración de la

cadena de suministro es construir una cadena de proveedores enfocados en reducir el desperdicio y maximizar el valor al cliente final.

Componentes básicos de la Administración de la Cadena de Suministro

1. **Planeación.** Esta es la parte estratégica de la administración de la cadena de suministro. Es necesaria una estrategia para administrar todos los recursos enfocados a satisfacer las demandas del cliente para el servicio producto a proveer. Una gran parte de la planeación es el desarrollo de un conjunto de parámetros de medición para monitorear si la cadena de suministro es eficiente, cuesta menos y entrega alta calidad y valor a los clientes.
2. **Fuente.** La elección de proveedores que entreguen los bienes y servicios necesarios para crear el producto o servicio. Desarrollar un conjunto de procesos de precios, entrega y pagos con los proveedores y crear medidas de medición para el monitoreo y mejora de las relaciones. Y conjuntar los procesos para manejar el inventario de bienes y servicios recibidos de proveedores, incluyendo recepción de embarques, verificación de los mismos, transferencia a las instalaciones de manufactura y autorización de pagos a proveedores.
3. **Hacer.** Este es el paso de fabricación. Programar las actividades necesarias para la producción, prueba, empaque y preparación para entrega. Esta es la parte mas intensa en medidas de control de la cadena de suministro, niveles de calidad, rendimientos de producción y productividad de los trabajadores.
4. **Entrega.** Esta es la parte que muchos refieren como "logística". Coordinar la recepción de órdenes de los clientes desarrollar una red de almacenes, recolección de productos hacia los clientes y establecer un sistema de facturación para recibir los pagos.
5. **Devoluciones.** La parte problemática de la cadena de suministro. Crear un sistema para la recepción de productos devueltos por el cliente por defectos o exceso de inventarios y ayudar a os clientes que tienen problemas con los productos entregados.

1.5 Sistemas Modernos de Planeación

1. MRP. Material Requirements Planning

La planeación de requerimientos de materiales, es el más básico de los sistemas modernos para planear la operación de una planta de producción. Se basa en un pronóstico de ventas, para obtener como resultado final, las órdenes de producción y las órdenes de compra requeridas para cubrir ese pronóstico.

La información básica necesaria para ejecutarlo es:

- Inventarios de materias primas
- Inventarios de producto terminado
- Pronósticos de ventas / Pedidos en firme
- Tiempos de entrega
- Tamaño de lotes de compra y producción

- Listas de materiales
- Demanda independiente de partes
- Inventarios de seguridad

Cada nueva corrida generativa del proceso del MRP, genera cambios a las órdenes; principalmente, adelantar, atrasar, incrementar, disminuir, cancelar.

2. MPR II. Manufacturing Resources Planning

La planeación de recursos de manufactura, hace todo el proceso de MRP, pero agrega un factor fundamental: la verificación de las posibilidades de producción debido a las restricciones de capacidad y sus consecuencias.

La información necesaria para ejecutarlo es, además de la ya mencionada en MRP, la capacidad nominal, máxima y mínima de la planta productiva.

Cada nueva corrida genera además de las acciones de MRP, las consecuencias de la validación de la capacidad, por ejemplo:

- Tiempo extra
- Contratación temporal de personal
- Outsourcing
- Administración de inventarios
- Realineación del personal

3. ERP. Enterprise Resources Planning

La planeación de recursos de una empresa tiene todo el proceso de MRP II, pero agrega otro factor fundamental: la verificación de las posibilidades de la empresa de soportar financieramente las compras y operaciones de la planta, debido a las restricciones de flujo de efectivo y sus consecuencias.

La información necesaria para ejecutarlo es, además de la ya mencionada en MRP II, el efectivo disponible y la cuentas por pagar y cobrar en el horizonte de planeación.

4. CMA. Constraints Manufacturing Analysis

La teoría de administrar con base en restricciones, es el método más incluyente y popular hoy en día. Es particularmente útil para empresas cuyo mercado es muy impredecible, ya que no necesita del pronóstico de ventas como paso inicial del ciclo de planeación.

Cuando hay restricciones de capacidad, se decide en función a rentabilidad. La información necesaria es:

- Inventarios de producto terminado
- Inventarios de materias primas
- Histórico de demanda
- Lote mínimo o económico

- Detalle de capacidad
- Tiempos de entrega
- Listas de materiales clasificación de rentabilidad
- Rendimientos / Productividades

Pasos a seguir:

- Fijar en forma arbitraria, el inventario objetivo de cada producto terminado
- Calcular en base a la capacidad de respuesta de la planta o el proveedor, el punto de reorden de cada producto terminado
- Establecer en conjunto con las áreas comerciales, la prioridad ideal de producto terminado
- Hacer el ciclo siguientes tan frecuentemente como se requiera para definir acciones y ajustar los buffers gradualmente

1.6 Esquemas de Manufactura

1. Make to Stock

En este escenario, la producción se hace para almacenarla y después venderla. En muy contadas ocasiones una corrida productiva particular, está destinada a un pedido.

Ventajas: (1) permite altos índices de productividad, (2) se pueden planear bien las materias primas, (3) se tiene respuesta inmediata si la planeación está bien hecha, y (4) operación mas estable.

Desventajas: (1) genera mas inventario del requerido, (2) requiere de espacio en almacén, (3) alta inversión de capital, (4) la planta tiende a seguir produciendo aunque no haya demanda, y (4) alto riesgo de creación de inventarios obsoletos

2. Make to Order

En este escenario, la producción se hace sí y solo sí existe un pedido que lo requiera. Es muy usual en industrias cuyo producto es excesivamente especializado.

Ventajas: (1) trabaja sin inventario de producto terminado, (2) no se requiere de almacenar el producto terminado, (3) mínima inversión de capital, y (4) puede manejar opciones con facilidad.

Desventajas: (1) debe ser altamente flexible en la operación, (2) los tiempos de entrega tienden a ser largos, (3) difícil aplicar en procesos continuos, (4) depende excesivamente de la eficacia de los proveedores de materias primas, y (5) genera tiempos muertos si falta demanda.

3. Assembly to Order

Es una mezcla de los dos anteriores. Las partes se producen para inventario y solo se ensamblan para surtir un pedido. Pueden requerir procesos de acabado.

Ventajas: (1) trabaja sin inventario de producto terminado, (2) no se requiere almacenar producto terminado, (3) puede manejar opciones con facilidad, y (4) tiempo de entrega relativamente corto.

Desventajas: (1) requiere de altos inventarios de partes, (2) no aplica a procesos continuos, (3) depende excesivamente de la eficacia de los proveedores de materias primas, (4) genera tiempos muertos si falta demanda, y (5) poca flexibilidad

1.7 Administración de Materiales

La administración de materiales puede ser combinada con varias actividades de almacenamiento e inventarios. El propósito de la administración de materiales es obtener eficiencia en las operaciones mediante la integración de las actividades de compra de todos los materiales, manejo, y almacenamiento.

Proveedores. Definimos como proveedor a todo aquel individuo o empresa que puede satisfacer la demanda de algún material o servicio, necesario para nuestro proceso productivo o comercial.

Estos pueden ser nacionales o internacionales, pequeños o grandes, de gran volumen o de solo una operación eventual, críticos o sustituibles.

Esquemas de compra:

- Compra directa, el fabricante del bien o servicio vende directamente sus productos al cliente.
- Compra indirecta, similar a la compra directa, pero se trabaja mediante un distribuidor.
- Licitación, varios proveedores concursan por un contrato que debe cumplir determinados requisitos. El mejor postor obtiene el negocio.,
- Consignación, el proveedor pone el inventario a disposición del cliente en las instalaciones de éste. El cliente paga periódicamente en función de su consumo.
- Club de compras, varias empresas se unen para generar un alto volumen de compra y así negociar mejores condiciones de precio o términos de pago.

Términos de pago:

- Contado, se paga al recibir el bien o servicio.
- Crédito abierto, se paga a un plazo determinado. Regularmente pueden generarse intereses moratorios si no se paga en fecha comprometida.
- Pago anticipado, se paga en el momento de la colocación del pedido. Usual al iniciar una relación comercial.

- **Carta de crédito**, un banco avala la operación en coordinación con el banco del cliente, protege a ambas partes.
 - **A plazos**, se calculan intereses variable o fijos, común para bienes de capital.
- Principios de Relación con Proveedores**
- **Ambas partes deben ganar.**
 - **Siempre considerar a nuestro proveedor habitual como la primera opción, pero evaluar eventualmente otras opciones.**
 - **Conocer las instalaciones, organización y toda la información posible del proveedor.**
 - **Evitar en lo posible la convivencia extra laboral**

Administración de Inventarios y Almacenamiento

Una de las partes más relevantes en la operación de una planta de manufactura y de la cadena de suministro de un producto es la administración de inventarios de materias primas y productos terminados; ya que corresponde a la información que soportará los sistemas de planeación y la disponibilidad de producto para cumplir con las solicitudes de los clientes.

Funciones del Inventario

1. Proveer inventario de bienes para anticipar las demandas de los clientes y proveer una selección de productos.
2. Separar proveedores de producción y a producción de distribución.
3. Aprovechar descuentos por cantidad, ya que las compras por cantidades grandes reducen el costo de los productos y de entrega.
4. Soportar la inflación y cambios de precios.
5. Protección contra variaciones en la entrega debidas a clima, fallas de proveedores, problemas de calidad o entregas incorrectas. "Inventarios de seguridad", o productos excedentes, reducen el riesgo de paros.
6. Permitir la continuidad de las operaciones de manera suave con el uso de inventarios en proceso.

Tipos de Inventario

- **Inventario de materia prima**, éste ha sido adquirido pero no procesado.
- **Inventario en proceso (WIP)** son componentes de materias primas que han sufrido parte de un proceso, pero que no ha sido completado. Existe debido al tiempo que lleva concluir un producto terminado.
- **Inventario de producto terminado**, son productos completados en espera de ser distribuidos.

Administración de Inventarios

Análisis ABC. Este análisis divide el inventario disponible en tres clasificaciones en la base de establecer políticas de inventario que enfoquen los recursos en las partes críticas y no en las triviales. Políticas basadas en la clasificación ABC pueden ser:

1. Los recursos de compras gastados en el desarrollo de proveedores debe ser mucho mayor para partes A que para C.
2. Las partes A, contrario a B y C, deben tener inventario bajo mayor control, áreas seguras y verificación de inventarios mas frecuentes.
3. El presupuesto de las partes A debe ser mayor a las de los otros.

Precisión de Inventarios

Las buenas políticas de inventarios no tienen significado si la administración no sabe cual es el inventario disponible. La precisión de los registros es un ingrediente crítico en los sistemas de producción e inventarios. La precisión de los registros permite a la organización enfocarse en aquellas partes que así lo requieren.

Para asegurar la precisión, los registros de entrada y salida deben mantenerse correctos y resguardados en un lugar seguro.

Conteos Cíclicos

Aún después que la organización ha realizado esfuerzos significativos para registrar los inventarios de manera precisa, estos registros deben ser verificados a través de auditorías continuas. Estas revisiones son conocidas como "Conteos Cíclicos". Los conteos cíclicos usan las clasificaciones ABC de inventarios; con los programas de conteos cíclicos, las partes son contadas, los registros verificados y los errores son documentados periódicamente. Las causas de los errores son rastreados y se toman acciones correctivas apropiadas para asegurar la integridad del sistema de inventarios. El programa de conteos cíclicos presentará las siguientes ventajas,

1. Eliminan el paro e interrupción de la producción debido a la toma física anual de inventario
2. Elimina los ajustes anuales de inventario
3. Provee de personal capacitado para revisar la precisión del inventario
4. Permite identificar la causa de errores y tomar acciones correctivas
5. Mantiene registros de inventario precisos

1.8 Distribución

Es realmente importante tener en claro que la solicitud de un cliente cierra su ciclo en el momento que el cliente lo recibe a plena satisfacción en cantidades, fecha y hora, precio, documentación y calidad del producto. Muchas veces, quien entrega es la única imagen de la empresa ante el cliente, o al menos, ante su área operativa. De aquí la importancia de elegir bien a quién se otorgará la responsabilidad de la entrega de los productos terminados.

Mensajería y paquetería

- **Ventajas:** Rapidez, entrega segura, buena imagen, puede tramitar importaciones o exportaciones con facilidad.
- **Desventajas:** Muy costoso en paquetes, limitado en tamaño del paquete y cobertura geográfica, no pueden manejar productos peligrosos, que requieran refrigeración, ni recipientes a presión.

Carga regular y especializada

- **Ventajas:** Costo accesible, alta cobertura, servicio rápido a los principales centros de consumo, existen equipos especiales, diseñados para el transporte de cualquier tipo de producto.
- **Desventajas:** Tiende a ser lento, incidentes frecuentes, no pone interés especial en concretar entregas, flotilla antigua (en la mayoría).

Cruce en andén

- **Ventajas:** Sinérgico con el cliente, seguridad en la entrega, costo fijo (%), velocidad.
- **Desventajas:** Centro de utilidades, se pierde el control de la entrega en destino, muchos requisitos, aun en desarrollo y en ocasiones ineficiente, no elimina el flete del proveedor al centro de distribución.

Esquemas de Distribución

Equipo propio.

- **Ventajas:** Flexibilidad de operación, manejo de prioridades, confianza de la calidad de la entrega, conocimiento profundo del producto.
- **Desventajas:** Tiempos muertos, alta inversión y costo fijo de mantenimiento, probable punto crítico de corrupción, falta de experiencia en el ramo.

Equipo de terceros:

- **Ventajas:** Costo proporcional a la venta, sin preocupación de problemas de accidentes, robos o corrupción, personal especializado, cero inversión.
- **Desventajas:** Alto costo por urgencias, poca flexibilidad, dudas de la calidad de la entrega, errores, poca formalidad en general.

Exportaciones

En el caso de comercio internacional, la necesidad de una distribución confiable es aún más crítica, principalmente por los siguientes factores:

- El tiempo de entrega es mucho mas largo
- Los errores no se pueden corregir retornando el pedido
- Los cargos por demoras y almacenajes son altos y casi inmediatos
- Los errores de documentación, falsedad de declaraciones, faltantes, precios, o cualquier discrepancia pueden causar multas y hasta cancelación del permiso de exportación

Exportación Terrestre

- **Ventajas:** Excelente para USA, costo de distribución bajo debido al volumen, alto conocimiento del proceso en aduanas, facilidad para embarcar en carga consolidada
- **Desventajas:** Complicado en la frontera sur, no puede usarse para el resto del mundo, despacho aduanal lento.

Exportación Aérea

- **Ventajas:** Tiempo de entrega muy reducido, muy adecuado para urgencias y productos de poco volumen y alto costo, muy seguro en cuanto a faltantes , cobertura extensa
- **Desventajas:** Muy costoso, imposible para grandes volúmenes, no manejan productos peligrosos, sujetas a disponibilidad.

Exportación Marítima

- **Ventajas:** El mejor costo, alta cobertura, seguridad, buena oferta, casi única opción a Europa y Asia
- **Desventajas:** Relativamente lento, depende mucho del clima, fecha de entrega estimada.

2. Sistema de Producción Toyota

2.1 Origen del Sistema de Producción Toyota

EL Sistema de Producción Toyota y el Sistema Kanban fueron desarrollados por el vicepresidente de Toyota Motor Company, Taiichi Ohno. Existen dos características distintivas en estos sistemas. Una de ellas es la producción justo a tiempo (JIT ó Just in Time), un factor especialmente importante en la industria de ensamble, como la automotriz. En este tipo de producción, sólo los productos necesarios, en el momento necesario, en la cantidad necesaria son fabricados, y además, el inventario disponible es mantenido en el mínimo. La segunda característica es que el sistema tiene respeto por las personas, un sistema donde los trabajadores son permitidos a desarrollar sus capacidades mediante la participación activa en la operación y mejoramiento de sus propios lugares de trabajo.

Punto de Inicio - Sacando Provecho de las Características Japonesas

El punto de partida del concepto del Sistema de Producción Toyota fue el reconocimiento de las características de Japón. La características mas distintivas de Japón es la falta de recursos naturales, que hace necesario importar grandes cantidades de materiales, incluyendo comida. Japón está localizado en una condición de desventaja en términos de costo de materias primas cuando se compara con los países americanos y europeos. Para salvar esta falta de recursos, es esencial para las industrias japonesas realizar sus mejores esfuerzos a fin de producir productos de mejor calidad, teniendo altos valores agregados y a menor costo de producción que los de otros países. Esto fue lo que primero fue considerado por Toyota.

La segunda característica distintiva es el concepto japonés de trabajo, así como la toma de conciencia y actitud, que difiere de las que presentan los trabajadores europeos y americanos. El trato japonés incluye: (1) conciencia de grupo, sentido de igualdad, deseo de mejora, y actitud de servicio nacida de una larga historia de una raza homogénea; (2) alto grado de habilidad resultado del mayor grado de educación que a su vez resulta del deseo de mejora; (3) centrar su vida diaria alrededor del trabajo.

Estos rasgos japoneses también se han reflejado en las empresas privadas. Derechos como (1) sistema de empleo de por vida, (2) uniones sindicales por compañía, (3) poca discriminación entre operadores y personal directivo, y (4) oportunidades disponibles de que los trabajadores tengan promociones a niveles gerenciales, han sido de gran ayuda en promover el sentido de unidad entre la compañía y los empleados.

Por lo tanto, a partir de este punto de vista de ambiente laboral, Japón tiene mejores condiciones que los países americanos y europeos. A fin de hacer uso completo de estas ventajas, es importante que las industrias permitan a sus trabajadores desarrollar sus habilidades al máximo. Este fue el segundo factor que Toyota reconoció.

2.2 El Sistema de Producción Toyota y el Concepto Básico

Una reconocidos los factores arriba mencionados, Toyota planea y opera su sistema de producción en el seguimiento de dos conceptos básicos. Primero que todo, enfoca los mayores esfuerzos para lograr bajo costo de producción en "reducción de costo mediante la eliminación de desperdicio". Esto involucra generar un sistema que eliminará de manera concienzuda el desperdicio, mediante la suposición que cualquier otra cantidad que la mínima requerida en equipo, materiales, partes, y trabajadores (horas de trabajo) que son absolutamente indispensables para la producción son meramente excedentes que sólo incrementan el costo.

El segundo aspecto, relativo al alto grado de habilidad de los trabajadores, ambiente laboral favorable, es "hacer uso completo de las habilidades de los empleados". En pocas palabras, tratar a los trabajadores como seres humanos y con consideración. Construir un sistema que permitirá a los trabajadores mostrar sus capacidades por sí mismos.

Reducción de costo mediante eliminación a fondo del desperdicio.

Para la materialización de este sistema, Toyota añadió especial importancia a la "producción justo a tiempo" y "jidoka".

Características distintivas de la industria automotriz:

A fin de tener un sistema de producción eficiente en la industria automotriz, se requiere de la solución de los siguientes tres problemas.

- (1) La industria automotriz es del tipo de ensamble en masa donde cada vehículo es ensamblado de varios miles de partes que han pasado numerosos procesos. Por lo que, un problema en uno de los procesos tendrá un gran efecto global.
- (2) Existen muchos modelos diferentes con numerosas variaciones y alta fluctuación en la demanda de cada variante.
- (3) Cada pocos años, los vehículos son completamente remodelados y hay también cambios en las partes a menudo. El sistema de control de la producción en ésta industria consiste en cumplir los programas de producción manteniendo inventario en proceso (WIP=work-in-process) en todos los procesos como un medio de absorber problemas en los procesos y cambios en la demanda. Sin embargo, este sistema crea inventarios excesivos y desbalanceados entre cada proceso, que a menudo lleva a inventarios muertos. Por otro lado, puede caerse fácilmente en la condición de tener equipo en exceso y excedente de trabajadores, que no concuerda con las consideraciones de Toyota.

2.3 Producción Justo a Tiempo

A fin de evitar tales problemas como inventarios desbalanceados y equipos y personal en exceso, consideramos la necesidad de esquemas ajustables para cumplir con los cambios debidos a problemas y fluctuaciones de la demanda. Para este propósito, nos

esforzamos en desarrollar un sistema de producción que sea capaz de disminuir el plazo de entrega desde la entrada de materiales hasta la terminación del vehículo.

La producción justo a tiempo es un método en el que el plazo de entrega de producción es grandemente reducido al mantener el cumplimiento de cambios por medio de "cada proceso fabrica las partes necesarias en el tiempo necesario y tiene disponible sólo el inventario mínimo necesario para mantener el proceso continuo". Además, mediante la revisión del grado de cantidad de inventario y los plazos de entrega de producción como variables, este método de producción revela la existencia de equipo y trabajadores excedentes. Este es el punto de inicio de la segunda característica del Sistema de Producción Toyota, que es, hacer uso de la capacidad de los trabajadores.

- (a) Eliminación de desperdicio en procesos subsecuentes: El primer requerimiento de la producción justo a tiempo es permitir a todos los procesos aumentar la precisión de la información de la cantidad y en tiempo requerido.

En el sistema de producción en general, este requerimiento se logra como sigue, el programa de producción del producto es proyectado en los varios procesos. Estos procesos producen partes de acuerdo con sus programas, empleando el método de "el proceso anterior suministra las partes a su siguiente proceso". Sin embargo, puede verse que esta clase de método hará muy difícil que la producción sea adaptable a cambios.

A fin de concretar el primer requerimiento, Toyota adoptó un método a la inversa de "el siguiente proceso sacará las partes de los procesos precedentes" en vez de que el "proceso precedente suministra las partes al siguiente proceso".

La razón de esto es: La producción justo a tiempo es la fabricación de partes por los diferentes procesos en las cantidades necesarias en el tiempo necesario para ensamble de un vehículo como un producto final de la compañía. En este caso, puede decirse que sólo la línea de ensamble final que realiza el ensamble del vehículo es el proceso que puede conocer de manera precisa el momento y cantidad de partes requeridas.

Por lo tanto, la línea de ensamble final va al proceso anterior para obtener las partes necesarias en el tiempo necesario para el ensamble del vehículo. Entonces, el proceso anterior fabrica las partes tomadas por el siguiente proceso. Para la fabricación de estas partes, el proceso anterior obtiene las partes necesarias del proceso que le precede. Mediante la unión de los procesos en forma de cadena, será posible para la compañía entera alcanzar la producción justo a tiempo sin la necesidad de utilizar grandes órdenes de producción para cada proceso.

- (b) Una pieza transportada y producida a la vez.: El segundo requerimiento de la producción justo a tiempo es que todos los procesos consideran la condición donde cada proceso puede producir sólo una pieza, y que puede ser transportada una a la vez, y además, tiene sólo una pieza en inventario tanto entre el equipo como en el proceso.

Esto significa que ningún proceso está permitido, bajo ninguna razón a fabricar cantidades extra y tener excesos de inventario entre procesos. Por lo tanto, cada proceso debe considerar la condición donde fabrica y transporta solo una pieza correspondiente a una unidad que sale de la línea de ensamble final.

Toyota ha tenido éxito en reducir el tamaño de lote mediante la reducción del tiempo de inicio (Set-up time), mejorando los métodos de producción que incluye la eliminación de inventario en proceso dentro del proceso resultante del ordenamiento de equipo multipropósito de acuerdo con los requerimientos de proceso para una línea de producción, y mejorando el transporte resultante de cargas mixtas repetitivas. Todo esto ha sido llevado a cabo, incluyendo a una gran cantidad de proveedores.

(c) Balanceo de la producción: Probado que todos los procesos realizan un pequeño lote de fabricación y transporte, si la cantidad a ser tomada por el subsecuente proceso varía considerablemente, el proceso dentro de la compañía así como de los proveedores mantendrá picos de capacidad o inventarios en exceso de manera continua.

Por lo tanto, a fin de hacer la producción justo a tiempo posible, el prerrequisito será balancear la producción en la línea final de ensamble (la línea mas importante que proporciona las instrucciones de producción a todos los procesos) .

- (1) Las líneas finales de producción en Toyota son líneas de productos varios. La producción por día es promediada tomando el número de vehículos en el programa mensual de producción clasificado por especificaciones, y dividido por el número de días laborables.
- (2) En cuanto se refiere a la secuencia de producción durante cada día, el tiempo de ciclo de cada vehículo de diferente especificación es calculado, y a fin de tener todas las especificaciones de vehículos en su propio tiempo de ciclo, los vehículos de diferente especificación son ordenados para seguir entre ellos de manera continua.

Si la línea final de ensamble balancea la producción como arriba se indica, la producción de todos los procesos subsecuentes tomarán solamente una pieza, así la producción y el transporte son también balanceados.

El segundo punto significante de producción balanceada es observar la regla básica del justo a tiempo; producir sólo tanto como sea posible vender, por un lado ajustando el nivel de producción de acuerdo al cambio en el mercado, por el otro produciendo tan suave como sea posible dentro de cierto rango. Aún después que el programa de producción ha sido decidido, es posible realizar cambios entre las diferentes especificaciones de los vehículos en base a las órdenes diarias.

Cuando el sistema de producción arriba presentado es comparado con el sistema de producción generalmente adoptado, el primero puede operar con pequeños cambios de producción, mientras que el segundo no. En consecuencia, será posible hacer con menos capacidad de equipo y trabajadores mas estables. Un sistema de control de la producción que ha sido desarrollado para practicar las reglas generales arriba mencionadas es el Sistema Kanban.

(d) **Eliminar el desperdicio de la sobre-producción:** El concepto implícito en el sistema de producción justo a tiempo es que el valor de existencia de inventario es desconocido.

En los sistemas de control de la producción convencionales, la existencia de inventario es apreciada como un medio de absorber problemas y fluctuaciones en la demanda y para suavizar las fluctuaciones en la carga de procesos.

En contraste, Toyota aprecia el inventario disponible como una serie de problemas y malas causas. Considera que prácticamente el inventario disponible es el resultado de "sobre-producir" mas de la cantidad requerida, y es el peor desperdicio que puede incrementar el costo de producción.

La razón por la que se considera el inventario resultante de la sobre-producción como el peor desperdicio es que esconde las causas de desperdicio que deben ser remediadas, tales como desbalance entre los trabajadores y entre los procesos, varios problemas de proceso, tiempo improductivo de los trabajadores, excedente de personal, capacidad de equipo excesiva e insuficiente mantenimiento preventivo.

Tal variedad de desperdicios hace difícil para los trabajadores mostrar sus capacidades y se convierte en obstáculos para la evolución de la compañía.

Jidoka: El término "Jidoka" como es usado en Toyota significa " hacer que el equipo en operación sea detenido siempre que una condición defectiva o anormal se presenta". Esto es, la característica distintiva recae en el hecho que cuando el problema en el equipo o el defecto en el producto aparece, el equipo o línea completa se detiene, y cualquier línea con trabajadores puede ser detenida por ellos.

Las razones por las que "Jidoka" es tan importante son:

- (1) Prevenir la sobre-producción. Si el equipo es detenido cuando la cantidad requerida es producida, la sobre-producción no puede presentarse. En consecuencia, la producción justo a tiempo puede ser llevada a cabo de manera precisa.
- (2) El control de anomalías es fácil. Sólo será necesario hacer mejoras conduciendo la atención al equipo detenido y al trabajador que realizó el paro.

Utilización completa de las habilidades de los trabajadores

Este es el segundo concepto básico de Toyota de hacer el mejor uso del ambiente laboral favoreciendo y exelentes trabajadores. Ha construido un sistema de respeto por los humanos, haciendo énfasis en los siguientes puntos: (1) eliminación de movimientos innecesarios de los trabajadores; (2) consideración de la seguridad de los trabajadores; y (3) automostración de las habilidades de los trabajadores mediante la confianza asignando en ellos mayor responsabilidad y autoridad.

Eliminación de movimientos innecesarios de los trabajadores: Los trabajadores pueden percatarse del valor de su trabajo sólo si la labor es exclusivamente usada para incrementar el valor agregado de los productos.

Entonces, ¿cuáles son los movimientos de desperdicio que no agregan valor y que deben ser eliminados? Los primeros son los movimientos de los trabajadores que son acompañados de la sobre-producción. Los movimientos de operación en el manejo de materiales entre equipo y entre procesos debidos a grandes inventarios, son movimientos de desperdicio. Ha sido posible para Toyota efectuar grandes reducciones de este desperdicio mediante la generación de un sistema que permite de manera completa la producción justo a tiempo.

Sin embargo, aunque el desperdicio de sobre-producción es reducido, no será de valor si el desperdicio de tiempo de espera de los trabajadores es creado como resultado. En la producción justo a tiempo, sólo se produce la cantidad que el siguiente proceso ha tomado. Así, si el equipo y los trabajadores son empatados juntos, los trabajadores están sujetos a ociosidad. Para prevenir este desperdicio de tiempo de espera creado, se han propuesto varias mejoras, tales como: (1) separar a los trabajadores de un equipo, mediante la asignación de un trabajador a varios equipos; (2) concentración de zonas de trabajadores en líneas automáticas; y (3) generar líneas que no requieren de operación supervisada.

El segundo desperdicio es tener a los trabajadores realizando operaciones que por naturaleza no son adecuadas para ellos. Operaciones que involucran peligro, operaciones de riesgo para la salud, operaciones que requieren labor física peligrosa, y operaciones monótonas repetitivas han sido mecanizadas y automatizadas.

El tercer desperdicio son los movimientos de trabajadores como resultado de problemas de defectos. A través de Jidoka, Toyota ha reducido enormemente este desperdicio.

Consideraciones a la seguridad de los trabajadores: Los trabajadores de Toyota son diligentes y entusiastas en cuanto a alcanzar la producción se refiere. Así, ellos pueden no detener la operación si el problema no es de naturaleza seria y tomarán métodos no estándares para mantenerla operando. Si se presenta tiempo de espera, se tornará impaciente y eventualmente iniciará a hacer algo extra. Sin embargo, tales tipos de operación y labor extra son a menudo acompañadas de accidentes, problemas mayores o defectos.

La auto-mostración de las habilidades de los trabajadores: En estos días, se ha vuelto de interés internacional respetar la condición humana de los trabajadores en las fábricas. Toyota cree firmemente que creando un sistema donde los trabajadores japoneses son capaces de participar activamente en operar y mejorar sus puestos de trabajo y ser capaces de desplegar totalmente sus habilidades será la base para el ambiente de respeto humano en mayor orden.

Como primer paso en este método, todos los trabajadores de Toyota tiene el derecho de detener la línea en la que están trabajando.

Aún en una línea como la línea final de ensamble, si una anomalía se presenta tal que el trabajador no es capaz de resolver por sí mismo o encuentra una parte defectiva, puede detener la línea completa oprimiendo un botón justo al alcance de la mano. No es

un transportador que opera a los hombres, son los hombres quienes operan el transportador, que es el primer paso al respeto de la independencia humana.

Como segundo paso, en todos los puestos de trabajo de Toyota, los trabajadores son informados del orden de prioridad de las partes a ser procesadas y el estado de avance de la producción. Por lo tanto, la autoridad real para la toma de decisiones de trabajo y tiempo extra es delegado al capataz, y esto permite a cada puesto conducir las actividades de producción sin órdenes desde el departamento de control.

Como tercer paso, Toyota tiene un sistema donde los trabajadores pueden tomar parte en las actividades de mejora. Cualquiera empleado tiene el derecho de hacer una mejora en el desperdicio encontrado.

En la producción justo a tiempo, todos los procesos y todos los puestos de trabajo son mantenidos en el estado dónde no tienen excedentes así el problema es dejado sin atención, la línea parará de manera inmediata y afectará la planta entera. La necesidad de mejora puede ser fácilmente entendida por cualquiera.

Por lo tanto, Toyota está realizando esfuerzos por generar un lugar de trabajo donde no solo los gerentes y capataces sino también los trabajadores pueden detectar problemas. Esto es llamado "control visual".

Mediante el control visual, todos los trabajadores toman pasos positivos para mejorar un lote de desperdicio encontrado. Y la autoridad y responsabilidad de operar y mejorar la estación de trabajo ha sido delegada a los trabajadores mismos, que es la característica más distintiva del sistema Toyota para el respeto humano.

2.4 Sistema Kanban

Propósito del Sistema Kanban

Un sistema de control de la producción para la producción justo a tiempo y hacer uso de las capacidades de los trabajadores, es el Sistema Kanban. Utilizando el Sistema Kanban, las estaciones de trabajo en Toyota no recaen más en computadoras. Las razones para emplear el sistema Kanban en lugar de sistemas computarizados son las siguientes:

- (1) Reducción del costo de procesamiento de información. Representa un alto costo implementar un sistema que provea el programa de producción para todos los procesos y proveedores así como para alteraciones y ajustes mediante control en tiempo real.
- (2) Adquisición precisa y rápida de hechos. Usando Kanban, los gerentes pueden darse cuenta por los mismos eventos de cambio continuo, tales como capacidad de producción, velocidad de operación, y fuerza laboral sin ayuda de una computadora. De ahí, los datos de programas correspondientes al cambio son precisos, lo cual urge a las estaciones de trabajo a encontrar sistemas de responsabilidad y a promover actividades de mejora espontánea.

- (3) Limitar la capacidad excedente de estaciones anteriores. Puesto que la industria automotriz consiste de procesos multietapas, generalmente la demanda de una parte convierte progresivamente más errático a medida que el punto de proceso es removido de su punto de demanda original de productos terminados. Los procesos precedentes son requeridos a tener excedentes de capacidad, y es mas expuesto a tener desperdicio por sobreproducción.

Descripción de Sistema Kanban

- (1) En el Sistema Kanban, una forma de tarjeta de orden llamada kanban es usada. Esta viene en dos tipo, una que es llamada "kanban de traslado", que es llevada cuando se va de un proceso a otro anterior. La otra es llamada "kanban de producción" y es usada para ordenar la producción de la porción tomada por el proceso subsecuente. Estas dos tipos de kanban son siempre pegados a los contenedores que llevan las partes.
- (2) Cuando el contenido de un contenedor inicia a ser usado, el kanban de traslado es removido del contenedor. Un trabajador toma este kanban de traslado y va al punto de inventario del proceso anterior a tomar esta parte. Entonces, pega este kanban de traslado al contenedor que lleva la parte.
- (3) Entonces, el "kanban de producción" pegado al contenedor es removido y se convierte en información de despacho del proceso. Producen la parte para reabastecerla tan pronto como es posible.
- (4) Así, las actividades de producción de la línea final de ensamble están conectadas en una forma de cadena a los procesos anteriores o a los proveedores y materializan la producción justo a tiempo de los procesos por completo.

La ecuación para calcular el número de kanban que participan en este sistema es la siguiente:

Sea,

y	=	Número de kanban
D	=	Demanda por unidad de tiempo
T _w	=	Tiempo de espera de kanban
T _p	=	Tiempo de proceso
a	=	Capacidad del contenedor
α	=	Política variable

Entonces,

$$y = \frac{D(T_w + T_p)(1 + \alpha)}{a}$$

A fin de concretar el Sistema de Producción Toyota mediante el Sistema Kanban, no aceptamos cada factor como una condición dada, pero damos importancia a modificar cada una por medio de mejoras positivas.



- (1) α es una política variable, que es determinada de acuerdo a la capacidad de la estación de trabajo para manejar la interferencia externa.
- (2) D es determinada con una demanda constante.
- (3) El valor de α es más bien fijado a pesar de la variación de D. Por lo tanto, cuando D aumenta, es necesario reducir el valor de $(T_w + T_p)$, esto es, el plazo de entrega. En una estación de trabajo con insuficiente capacidad de mejora, no pueden evitar el tiempo extra por un tiempo. Pueden causar paros de línea. Sin embargo, el mayor objetivo del Sistema de Producción Toyota es visualizar tales desperdicios como tiempo extra y paros de línea, y requerir de cada estación de trabajo que sean capaces de proponer mejoras. Las estaciones de trabajo que no son capaces tendrán que vérselas con la situación por medio de incrementando α , esto es, con el número de kanban en ese momento. De ahí, los gerentes consideran el valor de α como un indicador de la capacidad de la estación de trabajo para implementar mejoras.
- (4) En el caso en que la demanda disminuye, el plazo de entrega se vuelve relativamente mayor. En consecuencia el desperdicio de ociosidad se vuelve visible, que en materia de mejora llamada "Syojinka" - disminuir el número de trabajadores como la demanda (producción) disminuye.
- (5) El inventario en proceso podría volverse mucho menor mediante una mejora para reducir el valor de α , α , y $(T_p + T_w)$.

Lo que Toyota considera como objetivo del Sistema Kanban arriba mencionado es un sistema de producción con línea de transporte conectando todos los procesos internos y externos con líneas de transporte invisibles. Todas las partes que constituyen un vehículo son procesadas y ensambladas en una línea transportadora, alcanzando su valor agregado. Finalmente el resultado es un vehículo completo, uno-por-uno. En la presencia de problemas, la línea completa se detiene, pero inicia el movimiento de nuevo de manera inmediata. El Sistema de Producción Toyota es un esquema que busca la realización de tal sistema de línea de transporte ideal, y el Sistema Kanban es un conductor que conecta todos los procesos.

De todo lo anterior es posible definir al Sistema Kanban como un sistema de reabastecimiento de inventario. El sistema de reabastecimiento de inventario kanban es único en que es un sistema directo, en demanda sólo, donde el material necesario es "jalado". El sistema kanban es referido como un sistema de "jalar" debido a que emula un transportador- todo el material es "jalado" a través del proceso como si estuviera unido a un transportador de cadena.

Es ampliamente conocido que la palabra kanban en su contexto significa "tarjeta". El Sistema Kanban esta hecho de un número predeterminado de contenedores estandarizados que contienen una cantidad fija de partes. La combinación de la cantidad de contenedores y partes en un contenedor son calculadas usando la formula presentada. Cada contenedor es acompañado con dos tarjetas. Aquí el "Número de Kanban" se refiere a un par de tarjetas: un Kanban de Producción y un Kanban de Traslado. Puesto que el número de estas tarjetas, o grupo de tarjetas, es igual al número de contenedores, multiplicando el número de cualquier tarjeta por el número de partes en un contenedor correspondiente resulta la cantidad máxima de inventario en proceso que puede estar presente en una estación de trabajo.

2.5 Implementación de un Sistema Kanban

Es muy común la asociación de Kanban = JIT² o Kanban = CONTROL DE INVENTARIOS, esto no es cierto, pero si está relacionado con estos términos, Kanban funcionará efectivamente en combinación con otros elementos de JIT, tales como calendarización de producción mediante etiquetas, buena organización del área de trabajo y flujo de la producción.

Kanban es una herramienta basada en la manera de funcionar de los supermercados. Kanban significa en japonés "etiqueta de instrucción".

La etiqueta Kanban contiene información que sirve como orden de trabajo, esta es su función principal, en otras palabras, es un dispositivo de dirección automático que nos da información acerca de qué se va a producir, en que cantidad, mediante que medios, y como transportarlo.

2.5.1 Funciones de Kanban.

Básicamente Kanban nos servirá para lo siguiente:

- Poder empezar cualquier operación estándar en cualquier momento.
- Dar instrucciones basados en las condiciones actuales del área de trabajo.
- Prevenir que se agregue trabajo innecesario a aquellas ordenes ya empezadas y prevenir el exceso de papeleo innecesario.

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 lograrán los siguientes puntos:

- 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.

Pero son dos las funciones principales de Kanban, las mismas que serán analizadas a continuación:

- El control de la producción; y,
- La mejora de los procesos.

2.5.2 Control de la producción.

Por control de la producción se entiende la integración de los diferentes procesos y el desarrollo de un sistema "Justo a Tiempo" (JIT) 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.

Los productores que han implementado este sistema tienden a estar menos integrados verticalmente, dejando muchas actividades a sus proveedores, y a mantener un número pequeño de ellos. Esto es posible gracias a las relaciones duraderas y de cooperación que son mantenidas.

En el ámbito operativo, pequeñas y frecuentes entregas son la clave del sistema, y pueden ser realizadas sin coste adicional debido a las relaciones de cooperación y el uso de proveedores próximos a la planta.

La proximidad geográfica, por lo tanto, parece ser un elemento muy importante, pues mejora el control, la comunicación, el coste y la puntualidad de las transacciones, lo cual permite mantener inventarios de entrada mínimos.

Las exigencias en términos de calidad y puntualidad pasan a primer plano y constituyen un elemento esencial tanto para la selección de proveedores como para la prolongación de relaciones.

Otros productores con sistema justo a tiempo son excelentes proveedores pues se integran fácilmente dentro del sistema kanban, constituyéndose, en cierto modo, como un proceso más de la empresa matriz, siendo ésta una cuestión clave para explicar la mejor eficiencia de los productores japoneses afincados en Japón.

Finalmente, es importante mencionar que las mayores compañías pueden permitirse ofrecer programas de formación a sus proveedores para integrar a estos dentro de su dinámica.

Como en el caso de la gestión de recursos humanos, algunos autores han intentado desmitificar la idea de beneficios compartidos en relaciones justo a tiempo. Algunos autores consideran que JIT es, en muchos casos, solo una excusa para desplazar los inventarios de entrada, su gestión y su costo hacia las plantas de los proveedores. En particular, es criticado el uso que se hace de los pequeños proveedores.

2.5.3 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 técnicas Ingenieriles, y darían los siguientes resultados:

- Eliminación de desperdicios.
- Organización del área de trabajo.
- Reducción del alistamiento. El tiempo de alistamiento es la cantidad de tiempo necesario en cambiar un dispositivo de un equipo y preparar ese equipo para producir un modelo diferente; para producirlo con la calidad requerida por el cliente y sin incurrir en costos para la compañía y lograr con esto, reducir el tiempo de producción en todo el proceso.
- Utilización de maquinarias vs. utilización en base a demanda.
- Manejo de multiprocesos.
- Mecanismos a prueba de error.
- Mantenimiento preventivo.

- **Mantenimiento productivo total.**
- **Reducción de los niveles de inventario.**

2.5.4 Implementación de Kanban

Es importante que el personal encargado de producción, control de producción y compras comprenda como un sistema Kanban (Justo a Tiempo), va a facilitar su trabajo y mejorar su eficiencia mediante la reducción de la supervisión directa.

Básicamente los sistemas Kanban pueden aplicarse solamente en fábricas que impliquen producción repetitiva.

Antes de implementar Kanban es necesario desarrollar un programa de producción "identificado/flexible para suavizar el flujo actual de material; ésta deberá ser practicada en la línea de ensamble final, si existe una fluctuación muy grande en la integración de los procesos Kanban no funcionará, y de lo contrario se creará un desorden. También tendrán que ser implementados sistemas de reducción de setups, de producción de lotes pequeños, control visual, mantenimiento preventivo, etc. todo esto es prerequisite para la introducción Kanban.

También se deberán tomar en cuenta las siguientes consideraciones antes de implementar Kanban:

- Determinar un sistema de calendarización de producción para ensambles finales, para desarrollar un sistema de producción mixto y etiquetado.
- Se debe establecer una ruta de Kanban que refleje el flujo de materiales, esto implica designar lugares para que no haya confusión en el manejo de materiales, se debe hacer obvio cuando el material está fuera de su lugar.
- El uso de Kanban está ligado a sistemas de producción de lotes pequeños.
- Se debe tomar en cuenta que aquellos artículos de valor especial deberán ser tratados diferentes.
- Se debe tener buena comunicación desde el departamento de ventas a producción para aquellos artículos cíclicos a temporada que requieren mucha producción, de manera que se avise con bastante anticipo.
- El sistema Kanban deberá ser actualizado constantemente y mejorado continuamente.

En resumen, se considera que son 4 las fases principales para una buena implantación del sistema Kanban, y éstas son:

Fase 1. Entrenar a todo el personal en los principios de KANBAN, y los beneficios de usar KANBAN

Fase 2. Implementar KANBAN en aquellos componentes con mas problemas para facilitar su manufactura y para resaltar los problemas escondidos. El entrenamiento con el personal continúa en la línea de producción.

Fase 3. Implementar KANBAN en el resto de los componentes, esto no debe ser problema ya que para esto, los operadores ya han visto las ventajas de KANBAN.

Fase 4. Esta fase consiste de la revisión del sistema KANBAN, los puntos de reorden y los niveles de reorden

Entrenamiento de personal.

Es necesario entrenar a todo el personal en los principios de Kanban, y los beneficios de usar Kanban

Las características expuestas en producción requieren de trabajadores multifuncionales con capacidades para trabajar en común y fuertemente autoidentificados con la empresa de tal forma que colaboren para su mejora.

La reducción de inventario al mínimo supone trabajar bajo una mayor presión, con tiempos más ajustados y con mayor perfección.

En la selección de trabajadores cobra principal importancia la capacidad de estos para integrarse en la dinámica más que la formación, que en muchos casos es proporcionada por la propia empresa.

El número de categorías laborales en las empresas orientales es considerablemente menor, y las diferencias salariales son menos importantes que en empresas occidentales, estando basadas más en la antigüedad que en la formación o la categoría del trabajador.

Cada gran empresa posee un propio sindicato, lo que facilita los acuerdos con los trabajadores. La comunicación vertical es más sencilla puesto que en los organigramas existen menos niveles y los propios directivos están más acostumbrados a pisar las plantas de trabajo.

Finalmente, es destacable la rotación de ingenieros, directivos y personal clave por diferentes departamentos o plantas con el fin de intercambiar mejoras y fomentar la polivalencia de los empleados.

En contra de aquellos que ven la gestión de recursos humanos japonesa como un perfecto intercambio de seguridad laboral por compromiso entre empresa y trabajadores, un importante grupo de autores han calificado el modelo japonés de puro post-fordismo en el que no existe ningún tipo de consideración hacia el trabajador. Aspectos como la presión ejercida por el trabajo en equipo sobre el trabajador, el uso de bolsas de empleados temporales que carecen de seguridad laboral, la 'esclavitud' derivada de la escasa diversificación sindical, la discriminación hacia las mujeres o los problemas raciales en fábricas Japonesas, han sido presentados como elementos centrales del debate sobre la conveniencia del sistema japonés de gestión laboral.

Identificación y aplicación en componentes problemáticos.

Las plantas japonesas establecidas en occidente han sido vistas como los embajadores de la producción justo a tiempo que han probado la adaptabilidad del sistema a occidente.

Los éxitos de plantas en los Estados Unidos, como la establecida conjuntamente por Toyota y General Motors pero fundamentalmente bajo control japonés, son utilizados como ejemplos en contra de aquellos que alegan la existencia de fuertes barreras culturales a la implementación del sistema justo a tiempo fuera de Japón. Aunque es claro que los sistemas justo a tiempo implantados por empresas japonesas en occidente han rendido importantes resultados, en general, estas no han alcanzado los mismos niveles que sus filiales en Japón. Parecen existir barreras que impiden igualar el nivel de implantación y los resultados obtenidos en Japón.

La especial atención por parte del sector automovilístico e instituciones hacia esta experiencia piloto, la existencia de una mano de obra escarmentada por previas experiencias con General Motors o la crisis en la industria automovilística americana en los 80, son características que podrían haber fomentado una atmósfera de cooperación de todas las partes implicadas.

De hecho, una vez pasado el inicial protagonismo, se comentó de algunos problemas laborales surgidos en la planta.

Aunque especial atención ha sido puesta en el sector automovilístico y en la experiencia americana, la presencia Japonesa en el exterior cubre otras muchas industrias y se extiende por todo el mundo.

Es difícil encontrar en la literatura ejemplos de plantas funcionando igual que en Japón. Dado que se cuenta con la experiencia de directivos formados en plantas similares de este país, parece no haber problema en cuanto a la implantación de técnicas productivas. Las principales diferencias se encuentran en el área de recursos humanos y relaciones con proveedores.

Aplicación en los demás componentes.

Se considera que las diferencias en la gestión de recursos humanos entre plantas japonesas dentro y fuera de Japón dependen fundamentalmente de dos factores, el tamaño de la compañía y el tipo de trabajador.

Las empresas pequeñas suelen adaptarse a los modelos laborales locales mientras que las grandes introducen prácticas de bajo coste, tales como trabajo en equipos, empleados polyvalentes o formación interna, mientras que reservan aquellas de alto coste, como la seguridad laboral o el empleo para toda la vida, para sus plantas en Japón y sus empleados japoneses destinados en el exterior.

Las diferencias sectoriales han sido también subrayadas en algunos trabajos. Por ejemplo, se destaca que, mientras en la industria del automóvil se ha intentado adaptar en mayor o menor medida prácticas japonesas, el sector de componentes y productos electrónicos se ha limitado a aceptar las prácticas laborales locales.

Una de las principales barreras encontradas no es precisamente la actitud de los trabajadores de planta, sino la mentalidad, formación y costumbres de los directivos contratados localmente.

Es por esto, que las grandes empresas están optando por contratar recién graduados y formarlos temporalmente en Japón, o por promocionar a trabajadores de planta.

La negociación con los sindicatos es un paso fundamental para la introducción de nuevas prácticas laborales y es, en muchas ocasiones, la principal barrera.

Muchas plantas japonesas han intentado evitar la presencia de sindicatos eligiendo aquellas localizaciones donde esto era posible y otras, normalmente de gran tamaño, han logrado establecer acuerdos.

Los principales problemas tienen lugar en los países más desarrollados, donde los sindicatos han adquirido mayor poder e importancia. En países en vías de industrialización es frecuente la concesión de derechos y privilegios a plantas japonesas que les permiten evitar presencia sindical.

Desde una perspectiva más sociológica, la mentalidad de los trabajadores japoneses y la particular cultura japonesa "wa" (armonía) basada en la cooperación, trabajo en equipo y respeto a la antigüedad, ha sido considerada por algunos autores un factor fundamental para el éxito del sistema justo a tiempo.

Según ellos, no solo basta con una transformación organizativa, sino que también es necesario un cambio cultural importante.

Realimentación.

Esta fase consiste de la revisión del sistema Kanban, los puntos de reorden y los niveles de reorden.

Es importante tomar en cuenta las siguientes recomendaciones para el funcionamiento correcto de Kanban:

Ningún trabajo debe ser hecho fuera de secuencia.

La distribución en planta persigue fundamentalmente dos objetivos:

- o El de minimizar el tiempo inútil de los operarios; y,
- o El facilitar un continuo y equilibrado flujo de productos.

Por lo tanto, la utilización de líneas en forma de U o paralelas permiten a una operario controlar más procesos dentro de la cadena y minimizar los desplazamientos.

La colocación de máquinas de acuerdo con los productos y no con los procesos, también contribuye a la eliminación de distancias y a incrementar la sensibilización hacia la demanda puesto que permite mantener menores inventarios.

El trabajo en células y equipos de operarios en cada fase del proceso productivo contribuye a la consecución de estos objetivos y a la división del proceso en etapas interconectadas por kanban.

Como ya ha sido comentado, esta forma de regir la comunicación dentro de una cadena hace que sea la demanda la que active dicha cadena productiva en un proceso de "arrastre" que posibilita la existencia de mínimos inventarios

Para mantener el flujo continuo y uniforme con esta distribución en planta es necesario mantener un nivel de producción estable y nivelado que pasa por el control y predicción del volumen de demanda.

Esta estabilidad, junto con los reducidos tiempos de puesta a punto de maquinaria permite reducir el tamaño de los lotes y eliminar enormemente los inventarios.

Si bien, el tiempo en que las máquinas permanecen inactivas para ser adaptadas a un nuevo producto es similar en Japón y en occidente, el menor tiempo empleado por los primeros para realizar los cambios de utillaje permite realizar esta operación un mayor número de veces y trabajar con lotes más pequeños.

Si se encuentra algún problema notificar al supervisor inmediatamente.

El control de calidad juega un papel esencial en producción JIT. Es introducido el concepto de Control Total de Calidad, cuya principal máxima es producir calidad mejor, que detectar y retirar los productos defectuosos (filosofía cero defectos).

Para esto es necesario involucrar a todos los departamentos, empleados y procesos en una serie de programas que pasan por la formación de los trabajadores para ejercer labores de autosupervisión y por la implantación de técnicas estadísticas de control que permiten parar la cadena cuando alguna máquina está desajustada y comienza a producir fuera de los estándares establecidos.

La participación de los trabajadores en la introducción de mejoras es realizada a través de los círculos de calidad, que están constituidos voluntariamente por grupos de trabajadores que proponen y analizan posibles cambios para mejorar la eficiencia. Estos círculos son fomentados mediante el pago de incentivos que dependen de las mejoras obtenidas con las diferentes ideas.

Mantener una producción flexible o, lo que es lo mismo, responder rápidamente a los cambios de demanda implica que las diferentes células sean activadas regularmente en el tiempo.

Para evitar una infrautilización de los operarios estos deben conocer diferentes actividades con el fin de ser destinados a aquellos lugares donde se necesiten. De la misma forma, aunque los niveles de producción son mantenidos estables a corto plazo, las variaciones estacionales son afrontadas mediante la utilización de personal temporal y la modificación de la duración de las jornadas de trabajo.

Finalmente, en producción JIT reina un principio fundamental, la mejora continua o "kaizen". Este principio está siempre presente en todos los procesos, los cuales están abiertos a cambios y mejoras que son potenciados con la participación de todos a través, por ejemplo, de los círculos de calidad.

Un ejemplo de la tarjeta Kanban es el siguiente:

Pieza No:	734789X
Descripción	Alambre de tonel
Unidad de Medida	metro
(Reorder Qty)	6
Lugar de almacenamiento	Pasillo 7, caja 17
Vendedor	Anaconda
Tfno. Del vendedor	593 04 515151
Código del vendedor	16GAX100
567	8990

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2.5.5 Reglas de kanban.

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 y los tamaños de lote se encuentra como la única manera efectiva de cortar los niveles de inventario y mejoran servicio al cliente.

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 menester 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.

Observaciones para esta regla:

- El proceso que ha producido un producto defectuoso, lo puede descubrir inmediatamente.
- El problema descubierto se debe divulgar a todo el personal implicado, no se debe permitir la recurrencia.

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 suplir 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 procesos 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.

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 tener en cuenta las siguientes observaciones:

- No producir mas que el número de kanbanes.
- Producir en la secuencia en la que los kanbanes son recibidos.

El sistema justo a tiempo es una filosofía apoyada en el desenvolvimiento total de las personas que ven el mejoramiento continuo de procesos de manufactura con garantía de calidad, mediante la eliminación de desperdicios y la simplificación operacional, posibilitando la flexibilidad en el atendimento de las necesidades de los clientes. El justo a tiempo no es el resultado de una aplicación de una técnica específica.

Requiere un enfoque sistemático acompañado de cambios profundos en el ámbito técnico, gerencial, operacional y humano.

Deberá ser implementado respetando las características operacionales de cada empresa, así como el mejor ambiente donde se desenvuelve la empresa.

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 no continua con respecto al tiempo y a la cantidad, el proceso anterior requerirá personal y maquinas en exceso para satisfacer esa necesidad. En este punto es el que hace énfasis la quinta regla, la producción debe estar balanceada o suavizada.

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

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

Kanban es un medio para evitar especulaciones.

De manera que para los trabajadores, Kanban se convierte en su fuente de información para producción y transportación y ya que los trabajadores dependerán de Kanban para llevar a cabo su trabajo, el balance del sistema de producción toma gran importancia.

No se vale especular sobre si el proceso subsecuente va a necesitar más material la siguiente vez, tampoco, el proceso subsecuente puede preguntarle al proceso anterior si podría empezar el siguiente lote un poco más temprano, ninguno de los dos puede mandar información al otro.

Solamente la información que está contenida en las tarjetas Kanban es la considerada oficial, evitándose de esta forma especulaciones en lo que se refiere a la producción. Es muy importante que esté bien balanceada la producción; si es que fuere así, obtendremos los siguientes beneficios:

- Reducción en tiempo de producción.
- Aumento de productividad.
- Reducción en costo de calidad.
- Reducción en precios de material comprado.
- Reducción de inventarios.
- Reducción del tiempo de alistamiento.

Estabilizar y racionalizar el proceso.

El trabajo defectuoso existe si el trabajo no está estandarizado y racionalizado, si esto no es tomado en cuenta, seguirán existiendo partes defectuosas. Estas partes defectuosas pueden ser definidas como desperdicios, es decir, todo lo que sea distinto a los recursos mínimos absolutos de materiales, máquinas, y mano de obra necesarios para agregar valor al producto. Hay que recordar que el Kanban es definido como una Filosofía Industrial de eliminación de todo lo que implique desperdicio en el proceso de producción, desde las compras hasta la distribución.

2.5.6 Tipos y etiquetas de kanban.

Tipos de Kanban.

Los autores no se ponen de acuerdo al número y clasificación de tipos de Kanban que pueden surgir y apoyar a una organización.

Esta clasificación puede variar según la perspectiva del profesional, en consideración a los elementos que tome en cuenta para su conceptualización.

Pero en forma general, se acepta por lo menos 2 tipos de Kanban, que varían de acuerdo a su necesidad, y que se han denominado como sigue:

- a. Kanban de Producción.
- b. Kanban señalador/kanban de material.

Sus diferencias serán explicadas a continuación.

Kanban de producción

:

Este tipo de Kanban es utilizado en líneas de ensamble y otras áreas donde el tiempo de set-up es cercano a cero.

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.

Indican al proveedor que produzca un nuevo contenedor para sustituir al que había trasladado hasta el almacén de materias primas del cliente.

Para aplicar este sistema debe haber una confianza entre proveedor-cliente. Cada vez se utiliza en más empresas ya que es más flexible ante los cambios de mercado, debido a que no acumula stocks. Ofrece un producto de calidad.

Kanban señalador/kanban de material:

Este tipo de etiquetas es utilizado en áreas tales como:

- Prensas
- Moldeo por confección; y,
- Estampado.

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. Al establecer sistemas de recompensas en grupo se evita la rivalidad entre los trabajadores.

Información necesaria en una etiqueta kanban.

La información en la etiqueta Kanban debe ser tal, que debe satisfacer tanto las necesidades de manufactura como las del proveedor del material.

La información necesaria en una etiqueta Kanban es la siguiente:

- Número de parte del componente y su descripción
- Nombre/Número del producto
- Cantidad requerida
- Tipo de manejo de material requerido
- Donde debe ser almacenado cuando sea terminado
- Punto de reorden
- Secuencia de ensamble/producción del producto

Número 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/Número 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; por el contrario, puede ser que dichos materiales estén de más, resultando pérdidas por mercadería obsoleta.

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 perenne, etc.

La preocupación acerca de la calidad de los materiales y la seguridad del funcionamiento del proceso, y su manejo en las estaciones de trabajo, llevan a muchas plantas de manufactura a un proceso de lotes (empuje). Establecer programas en la manufactura resulta en órdenes de trabajo para las cantidades de piezas o subensambles. Entonces el producto es programado en lotes o sumas.

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, ¿pero como se facilita la administración de este almacenamiento? La respuesta, por supuesto, es kanban. *El kanban nos guiará rápidamente al lugar de almacenaje, sin pérdidas de tiempo y esfuerzo.*

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.

La información de la tarjeta kanban puede contener en lo concerniente a este punto:

- o El tiempo del ciclo.
- o La carga nivelada.
- o El ritmo de producción.
- o La frecuencia.

La correcta aplicación de kanban requerirá de capacitación, fuerza laboral y recapacitación. 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.

El sistema kanban, por sí mismo, no es crucial para mejorar el desempeño. Es sólo una parte de una filosofía total de fabricación destinada para reducir la inversión de inventario, aumentar la productividad y mejorar el servicio al cliente. Sin embargo, los mejoramientos en algunos factores tienen mayor probabilidad de tener mejores resultados finales que otros.

Limitaciones del sistema Kanban.

El kanban es factible en prácticamente toda fábrica que haga artículos por unidades completas, pero no 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 o agentes de compras.

2.5.7 Ventajas y mejoras del uso del sistema Justo a Tiempo y Kanban.

Desde que, a principios de los 80, algunos autores advirtieron de la excelente eficiencia productiva impulsando el avance Japonés en los mercados occidentales, el fenómeno justo a tiempo ha atraído la atención de muchos investigadores.

Es importante resaltar una cierta confusión existente en la literatura acerca del término Just-in-Time (JIT) o producción ajustada.

La enorme variedad de definiciones puede hacer este concepto un tanto confuso. Tres principales concepciones parecen destacar:

- JIT como una filosofía.
- JIT como un conjunto de técnicas de producción; y,
- JIT como "kanban".

La filosofía JIT nace en torno al objetivo de satisfacer las necesidades del cliente instantáneamente, manteniendo una calidad perfecta y con el mínimo despilfarro. Esta filosofía se ha traducido en una serie de técnicas de dirección de los procesos productivos, las cuales, en algunos casos, han sido consideradas como únicas constituyentes del éxito japonés (perspectiva técnica).

Una de estas técnicas es el "kanban", según el cual cada proceso en cadena de producción libera el flujo de la etapa precedente de acuerdo con las necesidades, utilizando unas tarjetas o bien electrónicamente, pasando así de producir para stocks a producir para demanda.

Aunque el término JIT ha sido empleado también como sinónimo de kanban, la filosofía JIT es algo más que un conjunto de técnicas de producción y envuelve también un particular modo de entender la gestión de recursos humanos y de proveedores (perspectiva socio-técnica).

Así pues, para describir el modelo japonés hemos considerado sus características dentro de tres principales áreas:

- Procesos productivos.
- Recursos humanos; y,
- Proveedores.

Debe ser tenido en cuenta que no todos los productores en Japón aplican la filosofía JIT y que existen muchos patrones diferentes aplicando, en mayor o menor medida, las diferentes técnicas.

No obstante, para evitar ambigüedades hemos considerado el estado más puro, que puede ser asociado con factorías pioneras como la de Toyota.

Ventajas.

El sistema Kanban, sin lugar a dudas envuelve por sí sólo una gran cantidad de ventajas, por lo que hemos considerado solamente unas cuantas, las mismas que pensamos son las más importantes, siendo las siguientes:

- Reducción en los niveles de inventario.
- Reducción de inventario en proceso (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).
- Propende a la limpieza y mantenimiento.
- Provee información rápida y precisa.
- Evita sobreproducción.
- Minimiza Desperdicios.

Promotor de mejoras.

Un sistema Kanban promueve mejoras en dos aspectos:

- En las situaciones anormales; y,
- En los puntos débiles (Teoría de las restricciones).

A continuación, explicaremos más detenidamente estos 2 aspectos.

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.

Nos permitimos sugerir una lista de factores, que deben ser considerados cuando se analizan las contingencias que han obligado a algunos productores japoneses, a transformar las prácticas de gestión utilizadas en sus plantas fuera de Japón; 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 japonesas.**
- **Inexistencia de proveedores de calidad capaces de producir justo a tiempo.**
- **Resistencia de los proveedores locales a participar en sistemas JIT.**
- **Imposibilidad de concentrar geográficamente a los proveedores.**
- **Problemas de entendimiento debido a la diferente forma de concebir una relación proveedor-comprador.**

Teoría de las restricciones.

Una reducción gradual en el número de kanbanes 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 y a los que generan anomalías, y simplifica el descubrimiento de los puntos que requieren mejora. La eficiencia global se incrementa concentrándose en los elementos débiles (Teoría de las Restricciones).

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 kanbanes, la información deja de ser tan efectiva, si hay muchos kanbanes 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 kanbanes existan es mejor la sensibilidad del sistema.

El Kanban de una tarjeta comparado con el de dos tarjetas.

El kanban de una tarjeta. - Controla las entregas con rigidez, de manera que el centro de trabajo usuario nunca tiene más de uno o dos recipientes de partes y el punto de abastecimiento que le sirve se elimina. El hecho de aliviar el desorden y la confusión en torno de los puntos de utilización es ya una ventaja.

Por otra parte, se permite que las partes producidas se acumulen en forma un tanto excesiva en el punto de abastecimiento que sirve al centro de trabajo productor; pero la acumulación no tiene por qué ser grave en las compañías en las cuales es relativamente fácil asociar la cantidad requerida y el momento oportuno con el programa de productos finales. Los ejemplos abundan: motocicletas, motores, bombas y generadores; aparatos de consumo, juguetes.

Compárese, por ejemplo, una fábrica de motocicletas con una de automóviles. Posiblemente la fábrica de motocicletas hace ocho tamaños en tres colores y para el tipo A se usan siempre un bastidor tipo A, un motor tipo A, salpicadores tipo A, etc.. Hay poca variedad para el cliente. Por lo tanto, Si el programa de montaje indica que se deben terminar diariamente 20 tipos del tipo A, se necesitarán 20 salpicaderas diarias, tal vez con una hora de anticipación (una hora antes de que se termine cada montaje); se necesitarán 20 motores y bastidores diarios tal vez con 2 horas de anticipación, etc.. Los trozos de tubo para los bastidores se pueden cortar con un día y medio de anticipación; pero como pasan a soldadura y pintura, donde pueden haber problemas y retrasos, el programa de terminación de bastidores se puede fijar a 2 días de anticipación. El medio día adicional proporcionará pequeños inventarios de tubería, bastidores terminados y bastidores pintados. El kanban de una tarjeta controla bien las entregas de partes de una etapa a la siguiente, y los programas diarios de parte, calculándose debidamente la anticipación, proporcionan las partes cuando se necesitan con una acumulación más bien pequeña de inventario. En comparación con la fábrica de motocicletas, la de automóviles tendrá posiblemente 10 veces más partes y colores, cientos de ofertas para el consumidor y muchas más etapas de producción. Comparado con las motocicletas, hay muchas más posibilidades de retraso, las cuales son el efecto combinado de:

- a. El gran número de partes.
- b. La utilización variable de las partes; y,
- c. Las múltiples etapas de fabricación.

Los programas diarios de producción de cada número de parte tendrían que indicar inventarios substanciales de protección (recurriendo mucho a la programación histórica) a fin de no quedarse sin partes cuando las demoras sean largas. La ingeniosa solución de Toyota para este problema es el kanban de 2 tarjetas, el cual controla la producción de cada número de parte ajustándola a los altibajos del ritmo de producción de las etapas subsecuentes.

El kanban de 2 tarjetas.- Es doblemente eficaz porque ofrece la ventaja, para el mejoramiento de la productividad, del retiro de kanban para hacer surgir y resolver los problemas. Por desgracia, el kanban de una tarjeta no puede ofrecer esa característica porque no hay control del número de recipientes llenos de un determinado número de parte.

De manera que las compañías que aplican el kanban de una sola tarjeta tienen que mejorar su productividad en alguna otra forma. Por ejemplo Kawasaki, que tiene el sistema de una tarjeta, logra mejorar su productividad retirando trabajadores de la operación de montaje final hasta que se encienden las luces amarillas indicando problemas que deben ser corregidos. La Nihon Radiator Co., que también usa la tarjeta única, tiene un vigoroso sistema de control total de calidad, que se caracteriza por una serie continua de proyectos de mejoramiento. Los proyectos que se relacionan con la calidad, los métodos de trabajo, las herramientas o el equipo mejoran la productividad reduciendo los materiales y la mano de obra por unidad, y mejorando la utilización del equipo y las herramientas.

El Kanban de una tarjeta como algo especial.

Algunos administradores norteamericanos han hecho el siguiente comentario al referirse al sistema kanban: "Creo que se parece al viejo sistema de las 2 charolas". El sistema de las 2 charolas es una técnica visual del punto de reposición: Cuando uno ve que las existencias de un número de parte han disminuido hasta el punto de que se va a abrir la última caja (o a tomar de la segunda charola), se hace un pedido. Ciertamente, el kanban de una tarjeta funciona en esa forma. Sólo se diferencia en que es un elemento del sistema Justo a Tiempo, e incluye lo siguiente sin limitarse a ello:

- o Se usan recipientes estándar.
- o La cantidad que contiene cada recipiente es exacta, de manera que es fácil contar y controlar el inventario.
- o El número de recipientes llenos que están en el punto de utilización es sólo de uno o dos.
- o La cantidad que contiene el recipiente es pequeña, de manera que por lo menos un recipiente (normalmente varios) se consume diariamente.
- o 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.

El Kanban y otros sistemas de inventarios.

El sistema de inventario más antiguo y más ampliamente usado en el mundo es el sistema del punto de reposición (PDR).

La sencilla regla del punto de reposición dice lo siguiente: Cuando las existencias bajan, se pide más. Hasta las arduillas siguen esa regla para reponer sus existencias de nueces. Pero el PDR da lugar a mucho inventario. Se piden más partes y materias primas para cumplir con la regla, más que por necesidad.

Los fabricantes que emplean el PDR lo hacen por que tienen dificultad para asociar la necesidad de partes con el programa de productos finales.

La planeación de materiales necesarios (PMN) es un medio mejor, ya que se aprovecha la capacidad de la computadora para efectuar miles de cálculos sencillos a fin de transcribir un programa maestro de productos finales en la cantidad de partes necesarias. Pero al igual que el PDR, este método está orientado hacia el lote; es decir, la computadora recoge todos los pedidos de un determinado número de parte de un período dado y recomienda que se produzca o se compre el número de parte en un lote de buen tamaño.

Las compañías que recurren a la planificación de materiales necesarios ordenan por lotes, en vez de pieza por pieza (justo a tiempo), porque no han reducido sus tiempos de preparación para que los lotes pequeños sean económicos. Si lo hicieran, la elección lógica sería un simple kanban manual, en lugar de este sistema complejo, costoso y basado en la computadora.

La paradoja de la PMN es que, si la compañía suprime el obstáculo del tiempo de preparación para que la PMN sea realmente eficaz para reducir radicalmente los inventarios, la PMN ya no será necesaria; es preferible el kanban.

El punto se puede exponer en términos del "factor fundamental": La PMN calcula correctamente las necesidades de partes asociándolas con precisión con el programa maestro de productos finales. Pero lo que es correcto en el momento de hacerse el cálculo está sujeto a error posteriormente. La causa está en que los lotes son substanciales y el tiempo de antelación para producir es largo, desde una hasta varias semanas. Durante ese tiempo habrá demoras y cambios de programas, de manera que el lote que se está produciendo ya no es correcto en relación con el programa maestro de productos finales. El tamaño del lote y el tiempo de producción deterioran la estrecha asociación entre la cantidad de partes necesarias y los programas de productos finales. A continuación se desarrolla un esquema, donde se aprecian las principales similitudes y diferencias de los inventarios que han sido objeto de nuestro análisis.

Programa maestro de producción.	El tiempo de fase del punto de reorden es usado para crear liberaciones planificadas de artículos finales. Las actualizaciones se hacen semanal o mensualmente dependiendo de los factores de estado.	La porción de inventario de cada uno de los artículos es revisado semanalmente. Las nuevas órdenes son liberadas si la posición de inventario está bajo el punto de reorden.	Los índices de producción son especificados semanalmente. Los requerimientos netos están determinados dentro de un número igual al tamaño de lote, dependiendo de los factores de estado. Las órdenes son liberadas uniformemente durante la semana. Los tamaños de lotes dependen del número total de requerimientos netos.
Visibilidad Futura	Se produce una acumulación máxima de lead-times de cualquier ítem por más de treinta semanas	Ninguna	Ninguna para, artículos intermedios y de compra; una semana para cada ítem
Frecuencia de Replaneación	Regeración en base a una semana; estado de orden es revisado diariamente.	Artículos de inventario intermedios y de compra se posicionan y revisan diaria y semanalmente dependiendo de la	La revisión es cada 4 horas o diaria, dependiendo de los factores de estado.

		versión del sistema usado.	
Tamaño de lote lógico	Todas las especialidades son lotes para lotes; las normas se fijan en cantidades (FOQ). Si los requerimientos netos exceden al FOQ múltiples órdenes de tamaño de FOQ son distribuidas.	Si en la posición de inventario no se puede encontrar el punto de reorden con una simple orden FOQ, múltiples órdenes de tamaño FOQ serán distribuidas.	El FOQ se usa para partes intermedias y de compra. El tamaño de lote es equivalente al tamaño del container.
Reglas de liberación	Tanto los artículos especiales como los estándar pueden ser liberados rápidamente.	Cada orden debe tener todos sus componentes liberados con anterioridad.	Todas las órdenes deben tener suficientes componentes como para llenar el container.
Montaje	Por computador	Por computador	En el taller mismo
Modificaciones para el tiempo perdido	Las recepciones programadas son reducidas, y las planeadas son aumentadas, para rendir cuentas de las pérdidas de rendimiento en la planeación de reposición de inventario.	Las recepciones programadas son reducidas para rendir cuentas sobre las pérdidas de rendimiento en la computación de la posición de inventario. Los tamaños de lote no son ajustados al tiempo de liberación.	Las cantidades en los containeres no son ajustadas para las pérdidas de rendimiento, pero el número de tarjetas Kanban para cada artículo deben rendir cuentas de las pérdidas de rendimiento esperadas.
Reglas De prioridad de trabajo	Fecha de entrega más cercana	Fecha de entrega más cercana	FIFO

Cómo circulan los kanbanes: El caso Toyota.

Los gigantes en la manufactura Japonesa y Coreana deben su éxito no a una mejor administración, no a una labor más barata, no a una forma de gobierno favorable a la

industria y no a una industria mejor financiada, sino que deben su éxito a una mejor tecnología de manufactura; y el sistema de producción Toyota, es a uno de los cuales les ha dado esa ventaja competitiva en el mercado mundial.

El sistema de producción Toyota, es un revolucionario sistema adoptado por las compañías Japonesas después de la crisis petrolera de 1973.

La compañía Toyota lo empezó a utilizar a principios de los años 50 y el propósito principal de este sistema es eliminar todos los elementos innecesarios en el área de producción que incluyen:

- Desde el departamento de compras de materias primas
- El servicio al cliente
- Los recursos humanos
- Las finanzas, etc.

Siendo utilizado para alcanzar reducciones de costos nunca imaginados y cumpliendo con las necesidades de los clientes a los costos más bajos posibles.

Existen varios conceptos del sistema de producción Toyota y a continuación se mencionan brevemente:

- a. **Manufactura Justo a Tiempo, que significa producir el tipo de unidades requeridas, en el tiempo requerido y en las cantidades requeridas. Justo a Tiempo elimina inventarios innecesarios tanto en proceso, como en productos terminados y permite rápidamente adaptarse a los cambios en la demanda.**
- b. **Pensamiento creativo o ideas creativas, que significa capitalizar las sugerencias de los trabajadores, para lo cual se necesita tener recursos disponibles para responder a esas sugerencias. Es mejor no tener un programa de participación de los empleados que tener uno al cual no se le presta la atención debida. Si estamos pidiendo sugerencias para mejorar la compañía debemos de tener un sistema de respuesta a esas sugerencias.**

El sistema de producción Toyota establece varios puntos para hacer que los objetivos de los 3 conceptos anteriores se alcancen y que son la base del sistema de producción Toyota.

1. **Sistema Kanban, Es un sistema de información que controla la producción de los artículos necesarios en las cantidades necesarias, en el tiempo necesario, en cada proceso de la compañía y también de las compañías proveedoras. Establece un sistema de producción en el cual los productos son jalados por la siguiente estación, los productos no pueden ser empujados por la primera estación. Los productos son jalados al ritmo que se necesitan (sistema llamado PULL). La última estación es la que marca el ritmo de producción.**
2. **En cambio, la línea produce una gran variedad de productos cada día en respuesta a la variación de la demanda del cliente. La producción es lograda adaptando los cambios de la demanda diariamente y mensualmente.**
3. **Reducción del tiempo de set-up. El producto que llega primero al mercado goza de un alto porcentaje de ganancias asociadas con la introducción inicial del producto.**

4. Estandarización de operaciones: Se trata de minimizar el número de trabajadores, balanceando las operaciones en la línea. Asegurando que cada operación requiera del mismo tiempo para producir una unidad. El trabajador tiene una rutina de operación estándar.
5. Distribución de máquinas y trabajadores multifuncionales, que permiten tener una fuerza de trabajo muy flexible, los cuales deben de ser bien entrenados y tener una gran versatilidad que se logra a través de la rotación del trabajo y continuamente se evalúan y revisan los estándares y rutinas de operación, y las maquinas podrán ser colocadas en distribuciones en forma de "U" donde la responsabilidad de cada trabajador será aumentada o disminuida dependiendo del trabajo a realizar en cada producto.
6. Mejoramiento de actividades, Las cuales son enfocadas a reducir costos, mejorar productividad, reducir la fuerza de trabajo, mejorar la moral de los empleados. Este mejoramiento se realiza a través de equipos de trabajo y sistemas de sugerencias.
7. Sistemas de control visual, que monitorean el estado de la línea y el flujo de la producción. Con sistemas muy sencillos, por ejemplo, algunas luces de diferentes colores que indiquen algunas anomalías en la línea de producción. Algunos otros controles visuales como hojas de operaciones, tarjetas de Kanban, displays digitales, etc.
8. Control de calidad en toda la compañía, que promueve mejoras en todos los departamentos, por medio de la acción de un departamento y reforzado por otros departamentos de la misma compañía. Teniendo especial atención en la junta de directores para asegurar que la comunicación y cooperación se dé en toda la compañía.

Los kanbanes 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.

Con este sistema, solamente se necesitan indicar los cambio de planes al final de la línea de montaje.

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 despilfarro.

El sistema de producción intenta minimizar los inventarios de trabajos en proceso, así como los stocks de productos acabados. Por esta razón, requiere una producción en pequeños lotes, con numerosas entregas y transportes frecuentes.

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 los kanbanes regula el movimiento de los productos. Al mismo tiempo, el número de kanbanes restringe el número de productos en circulación. EL Kanban debe moverse siempre con los productos.

Capítulo 3. Cadena de Suministro de Jeringa de Vidrio

3.1 Planeación de la Demanda

El proceso de planeación de la demanda de jeringa de vidrio prellenable, no está soportado en un presupuesto de ventas o promedios de venta de periodos anteriores; debido a los especializados de un sistema de inyección prellenable, ya que los productos farmacéuticos en que es utilizado como empaque primario y forma de aplicación, los clientes presentan órdenes de compra en firme para lapsos de 6 o 12 meses. Es evidente que cualquier cambio en estas órdenes debe ser requerido de manera oportuna por el cliente y las variaciones aplicarán dos o tres meses después de haber sido aceptada la modificación.

La creza de la demanda obedece principalmente a que las empresas farmacéuticas manejan presupuestos de ventas bien estudiados, debido a que los medicamentos inyectables son fabricados en cantidades muy precisas. De esta manera., el área de ventas de jeringa prellenable simplifica sus funciones al conocer de manera anticipada cual será el total de unidades vendidas y ganancias a obtener. De igual manera provee de información muy útil a los procesos de logística y producción para la programación de fabricación y adquisición de materias primas.

3.2 Planeación de Materiales

Al contar con información de los pronósticos de ventas, el área de planeación de materiales genera la explosión de materias primas para cada producto terminado y posteriormente las órdenes de compra para los proveedores. Estableciendo un programa de entregas mensual para cada uno de los materiales. Los principales materiales utilizados en la fabricación de jeringa de vidrio prellenable son: tubo de vidrio, charola para jeringa, bolsa de polietileno, aguja y caja corrugada.

A pesar de contar con información precisa de la demanda de producto, la planeación de materiales se torna difícil debido a las variaciones que presenta el proceso de manufactura. Esto es, aunque las etapas del proceso de manufactura son monitoreadas y se implementan controles en los mismos, las cantidades de materias primas utilizadas no son predecibles, ya que el rendimiento de producción es afectado por diversas variables, haciendo que el desperdicio sea difícil de controlar.

La situación arriba expuesta, nos lleva precisamente a la búsqueda de sistemas que permitan visualizar de manera oportuna y fácil el consumo de materias primas por parte del área de fabricación.

3.3 Envío de Materiales del Proveedor

Al contra con la liberación de embarque, enviada por Planeación de Materiales, el proveedor lleva a cabo el embarque de las cantidades indicadas en la orden de compra, utilizando líneas de transporte terrestre (de USA a México). El tiempo de entrega desde

la salida del embarque de las instalaciones del proveedor es de 48 horas, considerando el traslado a frontera, cruce en aduana y de frontera a la planta del cliente.

3.4 Recepción, Inspección y Almacenamiento

- 1 La línea de transporte coloca la caja de trailer en el patio de la planta de BDPS, el contenedor con 18 tarimas de tubo de vidrio es amparado con los documentos: pedimento aduanal y talón de embarque de la línea transportista.
- 2 El auxiliar administrativo de Almacén recibe los documentos y solicita al departamento de importaciones la factura del embarque, el tiempo de entrega de los documentos es de 4 horas.
- 3 Con los documentos, el auxiliar administrativo de Almacén compara la información de la factura con el sistema: Orden de Compra, código de producto, descripción del producto, cantidad y fecha de entrega; si la información corresponde, genera las etiquetas de identificación de cada tarima del material. Tiempo: 0.3 hrs.
- 4 La descarga de las tarimas es realizada por el montacarguista en turno, utilizando el montacargas para llevar las tarimas con tubo de vidrio de la caja de trailer al área de recepción y colocando las identificaciones de cada tarimas: 1 de identificación del material: código, descripción, cantidad y lote y otra con el estado de inspección correspondiente: cuarentena. Tiempo: 2.5 horas.
- 5 Al finalizar la descarga de material, el montacarguista, retorna los documentos al auxiliar administrativo de Almacén y éste genera el ingreso en el sistema de inventarios del embarque recién descargado. Documento de entrada, movimiento 01.
- 6 Una vez identificado el material, se coloca en racks y se registra en libreta las ubicaciones dónde se coloca cada tarima. La libreta es entregada al auxiliar administrativo de Almacén. Tiempo: 2.0 hrs.
- 7 El documento de ingreso al sistema de inventarios, movimiento 01, es entregado a Control de Calidad de Recibo de materiales, junto con la factura, pedimento aduanal y talón de embarque.

Muestreo de lote.

- 8 Control de calidad determina las tarimas de dónde se tomarán las muestras para las pruebas de laboratorio (dimensionales y químicas).
- 9 Control de calidad solicita al chofer de montacargas de Almacén que baje de racks las tarimas de dónde serán tomadas las muestras para laboratorio.
- 10 El inspector de control de calidad toma las muestras de tubo de vidrio. Tiempo 2.0 hrs.
- 11 Las tarimas de dónde fueron tomadas las muestras se regresan a las ubicaciones en que originalmente fueron colocadas. Tiempo: 1.5 hrs.

Pruebas de laboratorio.

- 12 Análisis dimensional. Tiempo 8.0 hrs.
- 13 Pruebas de arsénico y alcalinidad. Tiempo:48 hrs., una vez recibidas las muestras.

Dictamen por parte de laboratorio.

- 14 Si el material es aprobado, el inspector de control de calidad solicita apoyo del chofer de montacargas para cambiar las etiquetas de identificación de estado de inspección: de cuarentena (color amarillo) por material aprobado (color verde).
Tiempo: 2.5 hrs.
- 15 Se realiza el cambio de estado de inspección del lote en el sistema, y el material se encuentra disponible para ser solicitado por Producción.

Requerimiento de Material

- 16 El Supervisor de Producción en turno realiza el requerimiento de material vía sistema, solicitando la cantidad en múltiplos de tarimas completas. Horario de solicitud: de 07:00 08:30 hrs.
- 17 El Almacén realiza el procesamiento de as órdenes de producción del turno y genera documentos de surtido. Tiempo: 1.0 hr.
- 18 Se entregan las órdenes de surtido al chofer de montacargas. Este baja de racks las tarimas indicadas en la orden de surtido y las coloca en el área de surtido dentro de Almacén. Esta actividad depende de la cantidad de órdenes de surtido que se tengan en el turno, por lo que el tiempo indicado será un promedio aproximado de lo que tarda cada turno. Tiempo: 2.0 hrs.
- 19 El ayudante de piso de producción recoge el material de Almacén y lo leva al área de Producción.
- 20 El Supervisor de Almacén descarga del sistema de inventarios el material en las cantidades entregadas a Producción.
- 21 El material es utilizado en el área productiva , corte, lavado, y formado.
- 22 El departamento de Planeación de Materiales revisa los inventarios de materias primas y de acuerdo a los programas de producción realiza la requisición de compra para nuevos embarques de tubo de vidrio. Si es necesario, genera la liberación de orden de embarque y la envía al proveedor de tubo de vidrio y continúa con el proceso.
- 23 El proveedor envía el embarque del lote de tubo de vidrio. Tiempo 48 hrs.
- 24 El tiempo total de ésta operación, desde la liberación de la orden de embarque por parte de Planeación hasta que el material se encuentra en la línea productiva, considerando que el lote que llega se utiliza de manera inmediata después de la aprobación de calidad es de 9 días.

3.5 Fabricación de Jeringa de Vidrio

El proceso de fabricación de jeringa de vidrio, que es utilizada principalmente como empaque primario de soluciones inyectables en productos farmacéuticos, consta de las siguientes etapas:

- a) Corte del tubo de vidrio, es el inicio del proceso, en el cual, el tubo de vidrio de 1.5 m es cortado en secciones de 0.15 m.
- b) Flameado, los bordes del tubo de vidrio después del corte necesitan ser rebordeados, para lo cual son pasados a través de flamas en cada uno de sus extremos; de la misma manera se eliminan todas las astillas generadas en el corte.
- c) Lavado, los cilindros de la jeringa son sometidos a un proceso de lavado con soluciones detergentes especiales para eliminar todo residuo de las etapas anteriores
- d) Formado, en ésta etapa, del proceso, se da forma a través de calor (flamas) a cada extremo de los tubos de vidrio de 0.15 m.
- e) Marcado, en éste se imprime en el cuerpo del barril la graduación y/o marca comercial del producto a contener.
- f) Empaque, el producto es colocado sobre charolas de plástico y empaçado dentro de bolsa de polietileno y a su vez en cajas corrugadas para su envío al cliente.
- g) Esterilización, el producto es sometido a esterilización con óxido de etileno en cámaras especiales para ello.






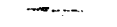
	MP
	Corte
	Flameado
	Formado
	Marcado
	Empaque

Figura 3.1, Etapas de Fabricación de Jeringa de Vidrio

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Capítulo 4

4.1 Implementación de un Sistema Kanban en la Cadena de Suministro de la Jeringa de Vidrio

Considerando la aplicación de un sistema kanban en la manufactura de un producto, en el caso de las plantas de fabricación, el proveedor está representado por el Almacén de Materias Primas y el cliente es la línea productiva. En este caso, sólo un contenedor con partes o materiales va a la estación de trabajo en la línea productiva en el momento requerido. Cuando el contenedor está vacío, un operador lo lleva de nuevo al Almacén, y esto automáticamente activa la entrega del siguiente contenedor. Esto representa la aplicación más simple del Sistema Kanban, ya que solamente es utilizada la tarjeta de traslado de materiales.

Corresponde precisamente a la descripción arriba mencionada al desarrollo del trabajo en la implementación de un sistema kanban en la cadena de suministro para jeringa de vidrio. Es importante mencionar que la referencia al término de "Cadena de Suministro" se debe principalmente a los beneficios que traerá consigo la implementación del sistema en varias de las partes que integran la cadena de abasto del producto en cuestión. Así como también remarcar el hecho que un proyecto de mejora en un proceso, produce un impacto en la totalidad de los eslabones.

4.2 Antecedentes

En el proceso de manufactura de jeringa de vidrio, se utilizan varillas de vidrio de diferentes diámetros y largos dependiendo el modelo. Esta materia prima es crítica para el departamento de Producción, ya que sin este material la planta deja de producir. En este momento no existe ningún método visual que nos ayude a darle prioridad a este producto en cuanto a la inspección de recibo, compras y entregas a producción, por lo que en algunas ocasiones la Planta es obligada a parar sus operaciones por falta de material disponible, ya sea por falta de material ó por rechazos de Calidad.

4.3 Alcance y Objetivo

El alcance de este evento es para los 3 diámetros de vidrio repartidos en las 5 tipos, desde el recibo hasta la entrega a producción, pasando por Inspección de Calidad. Las áreas involucradas son: Planeación de Materiales, Adquisiciones, Almacén de Materia Prima, Control de Calidad y Producción.

El objetivo corresponde a diseñar e instalar un sistema de reemplazo de materiales, ó Supermercados, así como tarjetas Kanban, para la comunicación y operación efectiva en el área del Almacén e inspección de recibo para lograr una administración adecuada desde la compra hasta la entrega a Producción, así como eliminar el trabajo que hacen los supervisores de producción de descargar en el sistema las tarimas a utilizar durante el turno

4.4 Entrenamiento

Se llevó a cabo entrenamiento en:

- ¿Qué es Kanban y Mejora Continua?
- Administración de Materiales
- Administración Visual
- Mapeo de Procesos

4.5 Definición del Estado Actual

- Mapeo del Proceso Actual (Como-es):
- Requisición de Vidrio a Entrega a Producción
- Inspección de Recibo
- Mapeo de Tiempos de cada proceso
- Explicación del Mapa
- Análisis de Consumos de Vidrio e Inventario
- Lay Out del Almacén de Vidrio para visualizar los espacios disponibles

Figura 4.1

4.6 Condiciones de Desperdicio en el Estado Actual

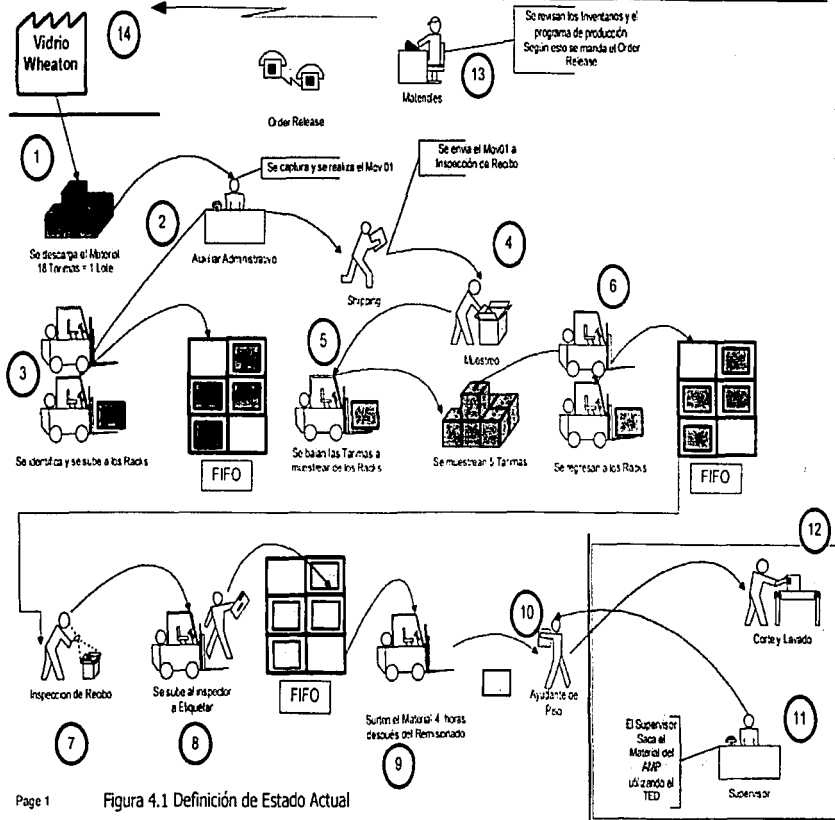
- Tarimas de Vidrio No estandarizadas
- Documentación no anticipada para AMP y Calidad, espera de documentos hasta de 4 horas
- Manejo de Tarimas entre AMP y Calidad para colocación de Etiquetas
- Tiempo de Inspección de Pruebas de Calidad; hasta 67 Horas, contando carga y descarga de tarimas.
- Actividades en Serie: entre AMP y Calidad
- Es difícil tomar la decisión de descarga de materiales
- Tiempo perdido por parte de Producción para sacar el material del almacén, de 3 a 4 horas.
- El proceso depende de las personas más que de un Sistema
- Poco involucramiento del proveedor
- Manejo de lotes rechazados por Calidad

Figura 4.2

Diagrama de Flujo del AMP AS-IS

Julio 1, 2002

57



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

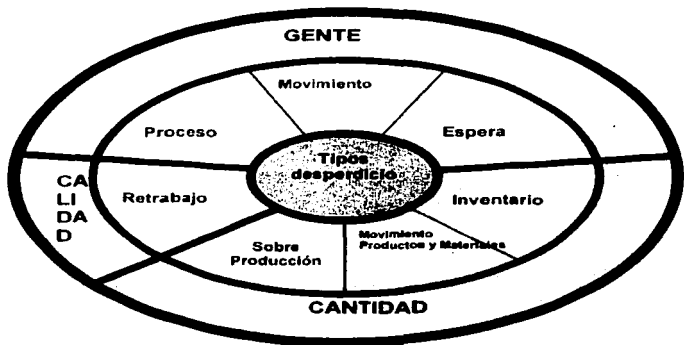


Figura 4.2 Condiciones de desperdicio

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

4.7 Diseño del Estado Futuro

Se realizó un diagrama de flujo de actividades, partiendo de las necesidades del cliente, producción hacia el proveedor, almacén. Actividades a modificar

- 1 Establecer un sistema visual para determinar la necesidad de abastecimiento de material a la línea de producción, Kanban
- 2 Establecer un sistema de requerimiento de embarques mediante el sistema Kanban, tarjetas de surtido correspondientes a un lote.
- 3 El departamento de Importaciones entregará la documentación correspondiente a cada embarque, factura, pedimento aduanal y lista de empaque a Recibo de Almacén 24 horas antes del arribo de cada embarque.
- 4 El auxiliar administrativo de Almacén generará las etiquetas de identificación del embarque a descargar al recibir los documentos correspondientes e indicará al tractor de patio de la línea de transporte el andén dónde se llevará a cabo la descarga del lote de tubo de vidrio, con el número de caja de trailer correspondiente.
- 5 Control de calidad de recibo tomará muestras del lote recién descargado y entregará el mismo día a laboratorio químico las correspondientes.
- 6 Almacén no colocará en racks las tarimas con tubo de vidrio sino hasta que sea aprobado el lote por control de calidad.
- 7 El inspector de control de calidad cambiará las etiquetas de estado de inspección, sin necesidad de requerir apoyo de un chofer de montacargas.
- 8 Una vez liberado el lote, el chofer de montacargas colocará en racks las tarimas de tubo de vidrio y el espacio de recibo quedará disponible para el siguiente lote.
- 9 El chofer de montacargas revisará diariamente si el área de surtido, área Kanban requiere de ser abastecida con el lote de tubo de vidrio a surtir, de acuerdo al sistema de primeras entradas - primeras salidas, y lo colocará en la misma. Tomando las tarjetas de cada tarima de tubo de vidrio y entregándolas al auxiliar administrativo de Almacén.
- 10 El auxiliar administrativo de Almacén descargará de inventarios las tarimas de tubo de vidrio abastecidas en el área Kanban, de acuerdo a las tarjetas entregadas por el chofer de montacargas. Las tarjetas serán colocadas en el tablero Kanban.
- 11 El ayudante de piso de producción recogerá las tarimas de tubo de vidrio que requiere en el turno, tomando las mismas del área Kanban, sin realizar requerimientos de mismo vía sistema.
- 12 Planeación de Materiales verificará de manera diaria el tablero Kanban, para determinar si es necesario liberar otra orden de embarque al tener el número de tarjetas correspondientes a un lote.

4.7.1 Resultado

- Diagrama de Proceso, Figura 4.3
- Tiempos Esperados, Tabla 4.1
- Inventarios por código, Tabla 4.2

	AS-IS	TO-BE	
1 Revisión de Consumo de Inventarios	10	23	min
2 Requisición de Materiales	8	8	hrs
3 Confirmación de Embarques	3	3	dias
4 Envío de Material	2	2	dias
5 Recepción	13.5	22.33	hrs
6 Inspección de Recibo	67		
7 Prep. del Supermercado / Tarima	0	0.25	hrs
8 Surtido de Material / Tarima	1.6	0	hrs
	8.75	6.16	Dias

$$K = \frac{CT + S}{\text{Lot}}$$

Tabla 1. Tiempos Esperados

Producto	Descripción	2 Semanas de SS			1 Semana de SS		
		Tarimas Kanban	Inv. Kntbn	Inv. Kntbn. \$	Tarimas Kanban	Inv. Kntbn	Inv. Kntbn. \$
113405022	VIDRIO AMBAR 10.85MM 1500M	14	10,136	\$300,331.30	14	10,136	\$300,331
113405028	VIDRIO 10.85 WHEATON (1460M)	54	48,708	\$941,307.43	36	32,472	\$627,538
113405027	VIDRIO 10.85 WHEATON (1500M)	54	50,058	\$967,396.88	36	33,372	\$644,931
113405028	VIDRIO 8.15 MM WHEATON (1545M)	72	63,072	\$1,288,241.82	54	47,304	\$966,181
113405030	VIDRIO 6.85 MM SCHOTT (1545M)	36	30,996	\$680,328.65	36	30,996	\$680,328
Totales →		230	202,970	\$4,187,806.08	176	154,280	\$3,229,311

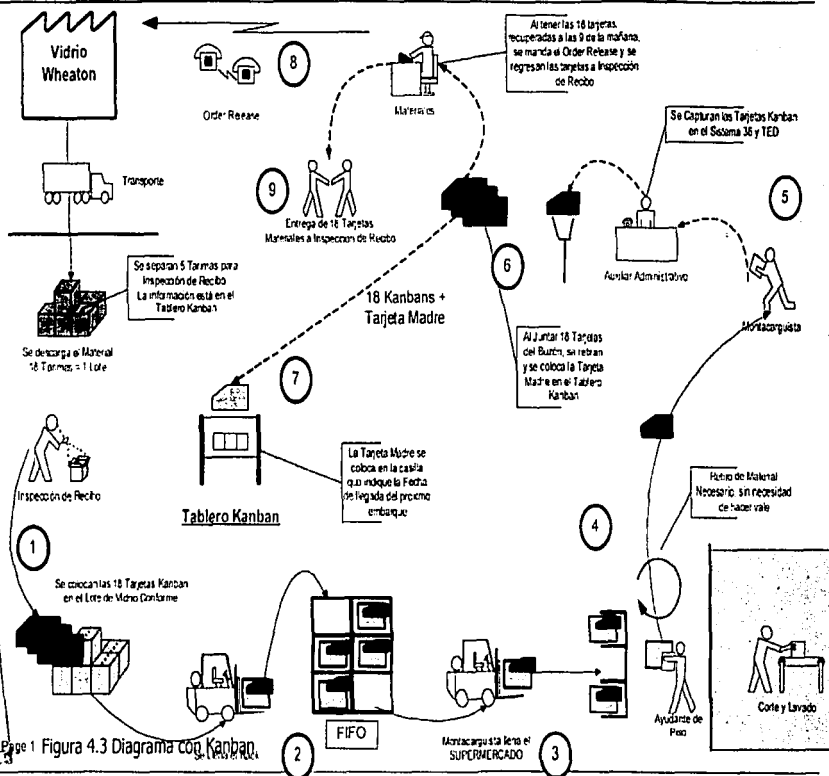
Tabla 4.2 Inventarios esperados utilizando la fórmula del Sistema Kanban

**TRABAJA CON
FALLA DE ORIGEN**

Diagrama de Flujo del AMP con Kanban

Julio 5, 2002

61



Page 1 Figura 4.3 Diagrama con Kanban

4.7.2 Procedimiento de Uso de Sistema Kanban

4.7.2.1 Pasos de trabajo con Sistema Kanban

- a. El departamento de Planeación de materiales solicita un embarque de tubo de vidrio al proveedor, y éste último envía la confirmación de embarque con sus documentos
- b. Los datos del nuevo embarque serán anotados en el tablero Kanban, así como los documentos serán colocados en el buzón para uso del personal de Almacén y Control de Calidad
- c. Una vez llegado el embarque con tubo de vidrio, el personal de Almacén consultará la información en el tablero Kanban y descargará las tarimas con el material. Separando las indicadas para pruebas de control de calidad
- d. Los inspectores de control de calidad cortan las muestras y llevarán las correspondientes a laboratorio para pruebas dimensionales, visuales y químicas. Al liberar el lote, colocarán las tarjetas Kanban en cada tarima con tubo de vidrio
- e. Los almacenistas, al visualizar las tarimas aprobadas y con las tarjetas Kanban, colocarán las mismas en los racks y ubicaciones predeterminados.
- f. Los almacenistas colocarán tarimas con tubo de vidrio liberado en el área de supermercado, asegurando que cada día se mantenga cubierto las cantidades establecidas para cada código
- g. Al colocar las tarimas en el área de supermercado, el montacarguista deberá retirar la tarjeta Kanban y llevarla al auxiliar administrativo de Almacén para registrar el consumo al departamento de producción y depositar la tarjeta en el buzón
- h. El personal de Planeación de Materiales revisará diariamente el buzón de tarjetas Kanban. Y al reunirse 18 tarjetas, se retirarán del buzón y se colocará la tarjeta madre en el tablero, notificando de una nueva requisición. Se llevarán las tarjetas Kanban a área de Control de Calidad para la espera de arribo del nuevo lote.
- i. Reinicia el proceso

4.7.2.2 Reglas de Kanban

- a. Se debe tener tantas ubicaciones en el almacén como tarjetas Kanban se definan
- b. No se pueden cambiar de ubicación el material, a menos que se avise a todos y se actualicen las tarjetas
- c. La única persona autorizada para mover el material del almacén al supermercado, es el 'Kanbanero'
- d. En el momento que se surta el material al supermercado, la tarjeta se lleva al punto de captura, para que se capture la información en los sistemas (TED, S36) a mas tardar a las 9 am del siguiente día

- a. Después de capturadas las tarjetas, el capturista las colocara en el tablero de consumos kanban
- b. El planeador revisara el tablero de consumos y cuando se complete un lote kanban de tarjetas, tomara la tarjeta maestra y ordenara el material con el proveedor
- c. Ya ordenado el material, el planeador colocara un pequeño aviso en la tarjeta maestra con el numero de release y la fecha de llegada del material, misma que colocara en el tablero de recibo kanban en el día que llegara el material

1.1.1.1 Códigos de Colores



113405022 AMBAR 10.85 1500 MM



113405026 VIDRIO 10.85 WHEATON 1460 MM



113405027 VIDRIO 10.85 WHEATON 1500 MM




113405028 VIDRIO 8.15 WHEATON 1525 MM



113405030 VIDRIO 6.15 WHEATON 1545 MM

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

4.7.2.4 Tarjetas Kanban

TARJETA KANBAN/TARIMA		4/54
Código: 113405026		
Descripción: Vidrio 10.85mm x 1460mm U/M Kg.		
Autorización:		 <small>113405026</small>
Ubicación: <u>01A06</u>		Línea: <u>LUER</u>
Cantidad: 820 Kg.	Tam. Lote: 18 Tarimas	Proveedor: Wheaton
Tiempo de Ciclo: 8 días	Tarj. De Tarj. 4 de 54	Contenedor: Tarima

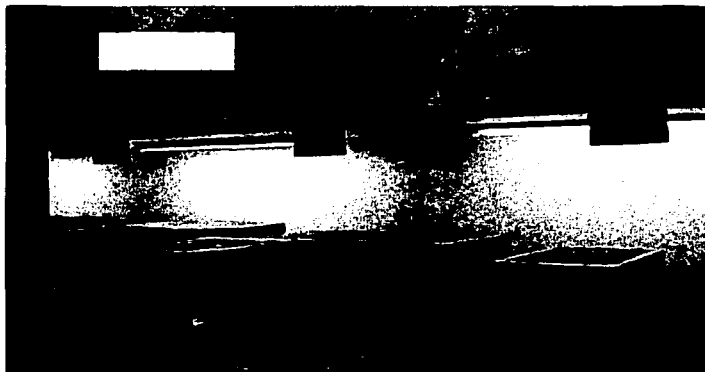
TARJETA KANBAN MADRE		
Descripción: Vidrio 1500MM x 1460MM		
Código: 113405026		
Línea: Hypak		
Cantidad: 902.66 c/u	Tam. Lote: 18 Tarimas	Proveedor: Wheaton
Tiempo de Ciclo: 8 días	Tarjeta Madre	Contenedor: Tarima

TENG CON
FALLA DE ORIGEN

4.7.2.5 Identificación del "Supermercado"

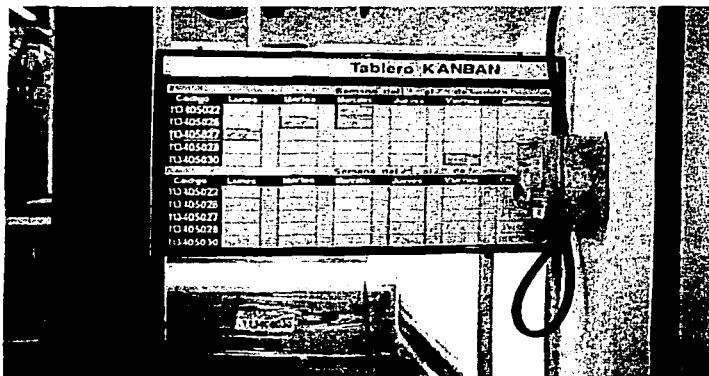


Almacén de Tubo de Vidrio



Area de Supermercado

4.7.2.6 Tablero de Llegadas



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Capítulo 5. Conclusiones

Dada la importancia del tubo de vidrio en la fabricación de jeringa prellenable será realmente relevante considerar las acciones propuestas para mejorar las actividades que restan valor y que detienen el abasto a la línea de producción, ya que de manera continua se tienen requerimientos urgentes en el área de Almacén y Control de Calidad por la falta de material aprobado o descarga del mismo. Las conclusiones son:

- a. El sistema que actualmente es utilizado en el abasto de tubo de vidrio a la línea de producción requiere de la intervención de varios departamentos, no está basado en un sistema propiamente sino en personas.
- b. El cliente principal de la cadena necesita prever con mucha anticipación sus requerimientos ya que el tiempo de surtido de Almacén es muy grande.
- c. Con las acciones propuestas se logrará que el área productiva tenga disponible en cualquier momento el material aprobado.
- d. Las operaciones de Almacén y Control de Calidad serán disminuidas considerablemente, ya que el manejo de las tarimas disminuye al no tener que subir y bajar las mismas en las actividades de muestreo y etiquetado.
- e. La implementación del sistema Kanban llevará a Planeación a realizar requerimientos reales y basados en el consumo al instante de la planta, no espera a que las órdenes de producción sean registradas en el sistema de inventarios.

El impacto de la implementación del Sistema Kanban en el área de manejo de materiales, beneficiará no solamente a ésta parte de la cadena de suministro, sino que permitirá mejorar la relación y actividades de otros eslabones, a decir:

- 1 Cuentas por pagar recibirá la notificación de liberación para pago de manera pronta
- 2 El proveedor de materia prima, recibirá liberaciones de embarques en firme, el material será descargado de manera pronta y el pago será realizado también de manera pronta
- 3 La línea de transporte tendrá disponible sus contenedores de transporte vacíos de manera más rápida
- 4 Los clientes apreciarán entregas completas y en tiempo, al no verse afectada la línea productiva por falta de materia prima

Finalmente, es realmente remarcable la manera en que la integración de varias áreas y la aplicación del Sistema Kanban, principalmente utilizado en procesos de fabricación, permiten la mejora de procesos administrativos y logran la participación de personal de diferentes funciones para un propósito común.

Bibliografía

Chopra, Sunil. Supply Chain Management: strategy, planning, and operation. Upper Saddle River, N. J.: Prentice Hall, 2001.

Heizer, Jay H. Principles of Operations Management. Upper Saddle River, N. J.: Prentice Hall, 1999.

Handfield, Robert B. Introduction to Supply Chain Management. Upper Saddle River, N. J.: Prentice Hall, 1999.

Poirier, Charles C. Administración de Cadenas de Aprovisionamiento: cómo construir una ventaja competitiva sostenida. Traducción, Carloes E. Gonzalez Hernández. México: Oxford University Press, 2001.

Schonberger, Richard H. Técnicas Japonesas de Fabricación. Versión española Ricardo Calvet Pérez; México: Limusa, 1987.

Monden, Yasuhiro. El Sistema de Producción Toyota. Buenos Aires: Macchi, 1993.

Internet: <http://www.rockfordconsulting.com/scm.html>

Internet: <http://www.cimm.com.mx/cinmm7gestion.html>

Internet: <http://www.geocities.com/TimesSquare/1848/japan21.html>

Internet: http://www.cio.com/research/scm/edit/012202_scm.html

Internet: <http://www.toyota-productionsystem.net/Personal%20Web%20Page.html>

Internet: <http://www.stanford.edu/~jlmayer/Article-Webpage.html>

Internet: http://www.supplychain.ittoolbox.xom/pub/scm_ovreview.html

Internet: <http://www.her.mx/dge/manufactura/topicos/kanban.html>