

**Daily Production Plan**

Production Line: 1

Product/Break	PLU	QTY	Make Ahead	Total QTY	Raw Material Qty (Cases)		Time Start	Time End
					Raw Material	Raw Material		
Product 254	2254	250	100	350	RM112	7	06:15	07:45
Product 436	2436	350	0	350	RM435	5	08:00	10:15
Product 885	2885	500	0	500	RM442	10	10:30	12:30
Product 915	2915	120	100	220	RM658	6	13:30	14:30
Product 101	3101	150	100	250	RM445	6	15:00	16:00
Product 201	3201	120	50	170	RM230	6	17:00	18:00

# PLANEAMIENTO Y CONTROL DE OPERACIONES

## UNIDAD 4

Sistemas de Manufactura  
Sistemas Justo a Tiempo-Kanban

## Producción Justo a Tiempo y Sistemas Esbeltos

**Justo a tiempo** es una filosofía de solución continua y forzada de problemas para apoyar la producción esbelta. La **producción esbelta** proporciona al cliente justo lo que quiere, cuando lo quiere y sin desperdicio, mediante la mejora continua.

Consideraciones:

- Basado en un sistema de “arrastre” (pull)
- Eliminar desperdicio
- Eliminar “variabilidad” no deseada

**Reducción del desperdicio:** es desperdicio en la producción de bienes o servicios cuando se hace referencia a *cualquier cosa que no agrega valor*. Los productos que se *almacenan, inspeccionan o retrasan, los que esperan en colas y los defectuosos* no agregan valor y son 100% desperdicio.

Es desperdicio ***toda actividad que no agrega valor al producto desde la perspectiva del cliente***. Los sistemas JIT **aceleran la entrada-salida** y, por tanto, los **tiempos de entrega son más rápidos** y la **cantidad de trabajo en proceso disminuye**. Reducir el material en proceso libera activos en el inventario, que pueden servir para fines más productivos.

Apoya estrategias de respuesta rápida y disminución de costos

## Producción Justo a Tiempo y Sistemas Esbeltos

**Reducción de la variabilidad.** La **variabilidad** es toda desviación de un proceso óptimo que entrega puntualmente un producto perfecto, todas las veces.

- El término *variabilidad* es un nombre elegante para llamar a los problemas.
- Cuanta menos variabilidad haya en un sistema, menor será el desperdicio.
- La mayor parte de la variabilidad se debe a la tolerancia del desperdicio o a la mala administración.

La variabilidad se presenta porque:

1. Empleados, máquinas y proveedores producen unidades que no cumplen con los estándares, llegan tarde o no llegan en cantidades correctas.
  2. Diseños o especificaciones de ingeniería no son precisos.
  3. Producción intenta fabricar antes de que estén los diseños o las especificaciones definitivas
  4. Se desconocen las demandas del cliente.
- Muchas veces la variabilidad pasa inadvertida cuando existen inventarios.
  - La filosofía de mejora continua de JIT permite eliminar la variabilidad.
  - La entrega justo a tiempo disminuye la cantidad de material a lo largo de la cadena de suministro.

## Producción Justo a Tiempo y Sistemas Esbeltos

**Jalar.** El concepto que sustenta a JIT es el de **sistema de jalar**: un sistema que *jala* una unidad al punto donde se necesita, justo cuando se requiere.

- En los sistemas que jalaran se usan señales para solicitar a las estaciones anteriores que produzcan o entreguen a las estaciones que tienen capacidad de producción disponible.
- El concepto de jalar se aplica tanto al proceso inmediato de producción como a los proveedores.
- Al jalar el material a lo largo del sistema en lotes muy pequeños, justo cuando se necesitan, **se elimina el excedente del inventario** que oculta los problemas.
- Se disminuye **tiempo del ciclo de manufactura**, que es el lapso que transcurre entre la llegada de la materia prima y el embarque de los productos terminados.

## Producción Justo a Tiempo y Sistemas Esbeltos

### JIT REQUIERE:

Proveedores:	Menor número de vendedores; relaciones de apoyo entre proveedores; entrega puntual de productos de calidad
Distribución de planta:	Distribución en forma de células de trabajo, con pruebas en cada paso del proceso; tecnología de grupos; maquinaria móvil y flexible que se puede cambiar; alto grado de organización y pulcritud en el centro de trabajo; menos espacio para el inventario; entrega directa a las áreas de trabajo
Inventario:	Lotes pequeños; tiempos de preparación cortos; contenedores especializados para guardar cantidades fijas de partes
Programación:	Desviación nula de los programas; programas equilibrados; proveedores informados de los programas; técnicas kanban
Mantenimiento preventivo:	Programado; rutinas diarias; participación de los operarios
Prod. de calidad:	Control estadístico del proceso; proveedores de calidad; calidad dentro de la empresa
Del. de autoridad en los empleados:	Empleados con autoridad y con capacitación cruzada; apoyo mediante capacitación; pocas clasificaciones del trabajo para asegurar la flexibilidad de los empleados
Compromiso:	Apoyo entre administración, empleados y proveedores

**DA COMO RESULTADO:**

## Producción Justo a Tiempo y Sistemas Esbeltos

### DA COMO RESULTADO:

La disminución de líneas de espera y retrasos acelera la producción, libera activos y gana pedidos

El aumento de la calidad reduce el desperdicio y gana pedidos

La reducción de costos aumenta el margen o baja el precio de venta

La disminución de la variabilidad en el centro de trabajo reduce el desperdicio y gana pedidos

La reducción de retrabajo disminuye los desperdicios y gana pedidos

### DERIVA DE:

Una respuesta más rápida al cliente por un costo más bajo y mayor calidad

**Una ventaja competitiva**

## Producción Justo a Tiempo y Sistemas Esbeltos

### PROVEEDORES

Las **sociedades JIT** existen cuando un proveedor y un comprador trabajan juntos con la meta común de reducir el desperdicio y bajar los costos.

Cada *momento* que se tiene el material en la mano, debe tener lugar algún proceso que agregue valor.

Para asegurar que así sea, las organizaciones de vanguardia, considera al proveedor como una extensión de su propia organización.

Esta relación exige un alto grado de apertura, por parte tanto del proveedor como del comprador.

## Producción Justo a Tiempo y Sistemas Esbeltos

### Características de las sociedades JIT

#### **P**ROVEEDORES

- Pocos proveedores
- Proveedores cercanos
- Repetición de la compra con los mismos proveedores
- Análisis y apoyo para que los proveedores deseables puedan ofrecer o mantener precios competitivos
- Licitaciones principalmente limitadas a nuevas adquisiciones
- Se alienta a los proveedores a extender las compras JIT a sus propios proveedores (de segundo y tercer nivel)

#### **C**ANTIDADES

- Tasa de producción estable
- Entregas frecuentes en lotes pequeños
- Acuerdos de contratos a largo plazo
- Poca o ninguna documentación para la liberación de órdenes
- Cantidades fijas de entrega durante la vigencia del contrato
- Pocos o ningún excedente o faltante permitidos
- El proveedor empaca en cantidades exactas
- El proveedor reduce el tamaño de sus lotes

## Producción Justo a Tiempo y Sistemas Esbeltos

### Características de las sociedades JIT

#### **C**ALIDAD

- Se impone un mínimo de especificaciones de producto al proveedor
- Ayuda a los proveedores para cumplir con los requerimientos de calidad
- Relaciones estrechas entre el personal de aseguramiento de la calidad y proveedores
- Los proveedores usan *poka-yokes* y gráficas de control de procesos en lugar de inspección por muestreo de lote

#### **E**MBARQUE

- Programación de los fletes que entran
- Obtener el control usando embarques y almacenes de la compañía o contratados
- Uso de notificaciones anticipadas de embarque (ASN, *advanced shipping notice*)

## Producción Justo a Tiempo y Sistemas Esbeltos

### Metas de las sociedades JIT

Las sociedades JIT tienen cuatro metas:

1. *Eliminar actividades innecesarias.* Por ejemplo, un sistema JIT que tiene buenos proveedores, no necesita las actividades de recepción e inspección del material de entrada.
2. *Eliminar inventario en la planta.* El sistema JIT entrega los materiales donde y cuando se necesitan.
  - Un inventario de materia prima sólo es necesario si existe un motivo para suponer que los proveedores no son confiables.
  - Los componentes deben entregarse en lotes pequeños, directamente al sector que los usa a medida que los necesita.
3. *Eliminar el inventario en tránsito.* Los departamentos de compras modernos procuran reducir el inventario en tránsito.
  - Se alienta a los proveedores existentes y potenciales a que se ubiquen cerca de las plantas de manufactura y a que envíen embarques pequeños y frecuentes.
  - Cuanto más corto sea el flujo de materiales en la línea de los recursos, menor será el inventario.

## Producción Justo a Tiempo y Sistemas Esbeltos

### Metas de las sociedades JIT

4. *Eliminar a los malos proveedores.* Cuando una empresa disminuye el número de proveedores, aumenta sus compromisos a largo plazo.

- Conseguir mayor calidad y confiabilidad implica proveedores y compradores con un entendimiento y confianza recíprocos.
- La meta de sólo realizar entregas cuando es necesario y en la cantidad exacta requiere además una *calidad perfecta*, también conocida como *cero defectos*.
- Es necesario que tanto el proveedor como el sistema de entregas sean excelentes.

## Producción Justo a Tiempo y Sistemas Esbeltos

### DISTRIBUCIÓN FÍSICA PARA JIT

La distribución de los sistemas JIT disminuye otro tipo de desperdicio: el movimiento.

- El movimiento de material en la planta de una fábrica (o de papeles en una oficina) no agrega valor.
- Se requieren distribuciones flexibles que disminuyan los movimientos de personas y materiales.
- La distribución JIT facilita el movimiento de los materiales directamente al lugar donde se requieren. Por ejemplo:

*una línea de ensamble debe incluir puntos de entrega cercanos a la línea, para que el material no tenga que entregarse primero en el departamento de recepción en otro lugar de la planta y después trasladarse de nuevo.*

Cuando la distribución disminuye las distancias, la empresa no sólo ahorra espacio, también elimina las áreas donde podría acumularse inventario no deseado.

### Tácticas para la distribución de planta

- Crear células de trabajo por familias de productos
- Minimizar la distancia
- Diseñar un espacio pequeño para inventario
- Mejorar la comunicación entre los empleados
- Usar dispositivos *poka-yoke*
- Crear un equipo flexible y portátil
- Dar capacitación cruzada a los trabajadores para aumentar la flexibilidad

## Producción Justo a Tiempo y Sistemas Esbeltos

### Reducción de distancias

Reducir la distancia es una contribución importante de las células de trabajo, los centros de trabajo y las fábricas enfocadas.

- Se va eliminando el criterio de largas líneas de producción y enormes lotes económicos, con artículos que pasan por grandes máquinas de una sola tarea.
- Se utilizan usan las células de trabajo, con frecuencia arregladas en forma de U, con varias máquinas que realizan distintas operaciones.
- Las células de trabajo tienen como base códigos de tecnología de grupos (los códigos de tecnología ayudan a identificar componentes con características similares, con la finalidad de agruparlos por familias).
- Identificadas las familias, se crean células de trabajo para ellas.
- Se piensa en el resultado como en una instalación pequeña orientada al producto, donde el “producto” es, de hecho, un grupo de productos similares o una familia de productos.
- Las células producen una unidad buena a la vez y, en términos ideales, producen unidades *sólo* después de que el cliente coloca un pedido.

## Producción Justo a Tiempo y Sistemas Esbeltos

### Incremento de la flexibilidad

Las células de trabajo modernas están diseñadas de manera que se pueda realizar cambios con facilidad para adaptarlas a los cambios en volumen, mejoras al producto o incluso nuevos diseños.

- En estos departamentos casi nada está “atornillado”. (El mismo concepto de flexibilidad de la disposición se aplica a los entornos de oficina).
- El equipo es modular.
- La flexibilidad de la distribución física favorece los cambios que derivan en la mejora del producto y el proceso.

## Producción Justo a Tiempo y Sistemas Esbeltos

### Impacto en los empleados

Con el objetivo de aportar flexibilidad y eficiencia a la célula de trabajo, los empleados que trabajan juntos reciben capacitación cruzada.

- Las distribuciones JIT permiten que los empleados trabajen juntos y hablen entre sí de problemas y oportunidades para mejorar el desempeño de sus tareas.
- Los defectos son un desperdicio. Cuando los trabajadores producen unidades de una en una, prueban cada producto o componente en cada etapa subsiguiente de la producción.
- Las máquinas de las células de trabajo que cuentan con funciones “poka-yoke” de autopruueba detectan los defectos y se detienen automáticamente.
- Antes de los sistemas JIT, los productos defectuosos se reemplazaban con otros del inventario. (en las instalaciones JIT no hay inventarios que amortigüen esta situación)
- Es vital que las cosas se hagan bien la primera vez.

## Producción Justo a Tiempo y Sistemas Esbeltos

### Reducción de espacios e inventarios

Como la distribución JIT reduce las distancias de recorrido, también disminuye el inventario, **al eliminar el espacio para él.**

- En espacios reducidos, movimiento de lotes pequeños o por unidades.
- Las unidades siempre están en “movimiento” porque no hay un almacén.
- Reducir o eliminar diferentes tipo de almacenaje.

## Producción Justo a Tiempo y Sistemas Esbeltos

### INVENTARIO

En los sistemas de producción y distribución, los inventarios existen en caso de que ocurra alguna variación en el plan de producción (“por si acaso”)

- El inventario “adicional” puede cubrir las variaciones o los problemas.
- Las buenas tácticas de inventario requieren “justo a tiempo” y no “por si acaso”.
- El **inventario justo a tiempo** es el inventario mínimo necesario para que un sistema funcione perfectamente.
- El volumen exacto de bienes llega en el momento en que se necesita, ni un minuto antes ni uno después.

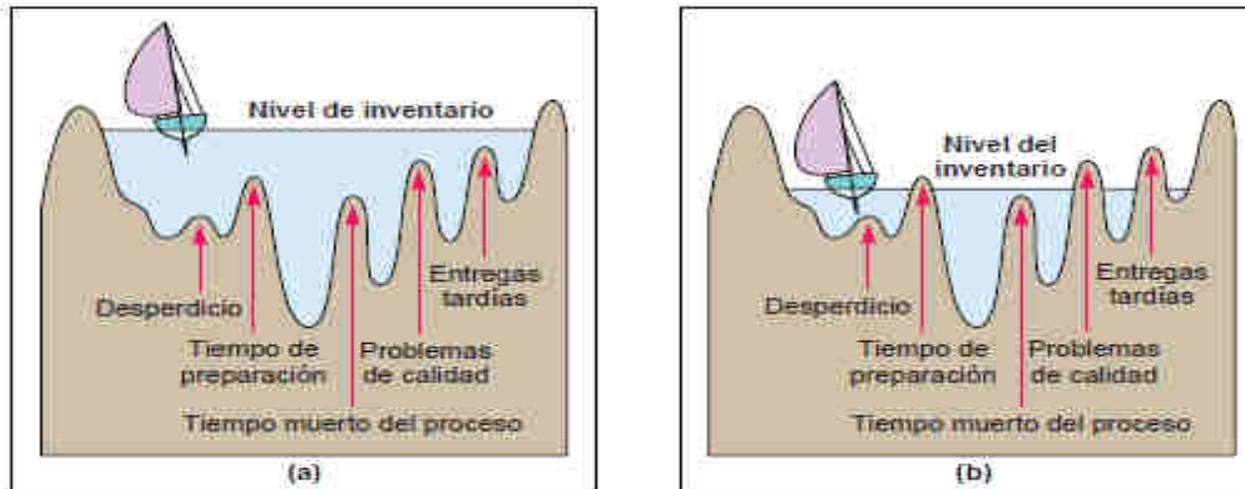
### Tácticas para el inventario JIT

- Usar un sistema de jalar para mover el inventario
- Reducir el tamaño del lote
- Desarrollar sistemas de entrega justo a tiempo con los proveedores
- Entregar directamente en el punto de uso
- Cumplir la programación
- Reducir el tiempo de preparación
- Usar tecnología de grupos

## Producción Justo a Tiempo y Sistemas Esbeltos

### Reducción de la variabilidad

La idea detrás de los sistemas JIT es eliminar el inventario que oculta la variabilidad en el sistema de producción.



■ El inventario tiene dos costos, el de mantener artículos en inventario y el de los problemas que oculta, tal como el agua del lago oculta las rocas

### Reducción del inventario

Lo primero que hacen los administradores de operaciones para establecer un sistema JIT es eliminar el inventario.

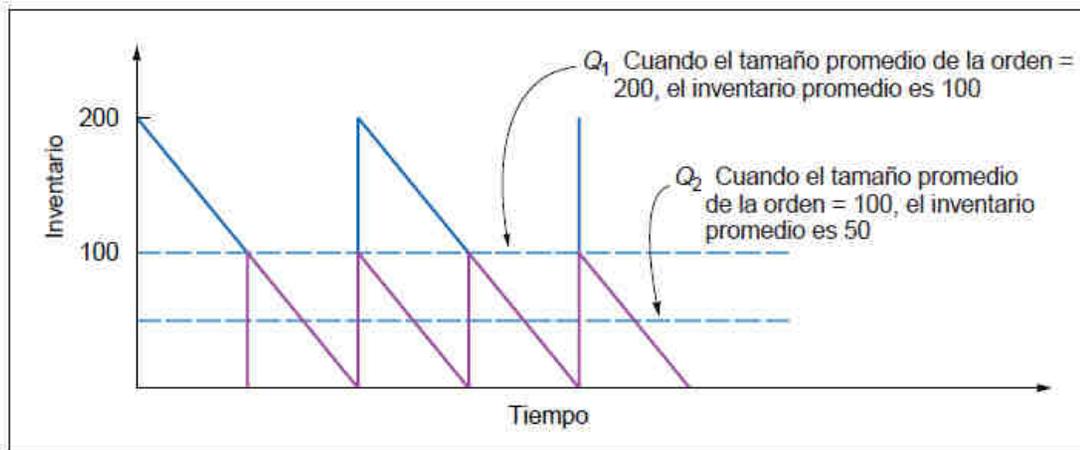
- Al reducir el inventario, se eliminan los problemas que quedan expuestos hasta que el “lago” queda limpio.
- Shigeo Shingo, uno de los desarrolladores del sistema JIT de Toyota dice: “el inventario es el mal”, (u oculta los males a un costo muy alto)

## Producción Justo a Tiempo y Sistemas Esbeltos

### Reducción del tamaño de los lotes

Justo a tiempo también significa eliminar el desperdicio mediante la reducción de la inversión en inventario.

- La clave de JIT es fabricar un buen producto en lotes pequeños.
- La reducción del tamaño de los lotes se vuelve una gran ayuda para reducir el nivel de inventario y sus costos.



**FIGURA 16.2** ■ Las órdenes frecuentes reducen el inventario promedio

*Una orden de tamaño más pequeño aumenta la cantidad de órdenes y el costo total de ordenar, pero disminuye el inventario promedio y el costo total de mantener.*

- En un entorno JIT, el tamaño ideal de la orden es una unidad y cada unidad se jala de un proceso adyacente a otro.

## Producción Justo a Tiempo y Sistemas Esbeltos

### Reducción del tamaño de los lotes

- En un enfoque más realista, para determinar el tamaño del lote se toma en cuenta el análisis del proceso, el tiempo de transporte y los contenedores usados en el transporte.
- Resultado: lote pequeño, pero de tamaño mayor que uno.
- Una vez determinado el tamaño del lote, se puede modificar el modelo del lote económico de producción, **EOQ**, para determinar el tiempo de preparación deseado.

El modelo de lote económico toma la forma:  $Q^* = \sqrt{\frac{2DS}{H[1 - (d/p)]}}$

donde

- $D$  = Demanda anual
- $S$  = Costo de preparación
- $H$  = Costo de mantener inventario
- $d$  = Demanda diaria
- $p$  = Producción diaria

- Para que funcione el flujo de materiales en lotes pequeños, sólo es necesario hacer dos cambios:
  - 1-mejorar el manejo de materiales y el flujo del trabajo. Con ciclos de producción cortos, sólo puede haber muy poco tiempo de espera.
  - 2-reducir, en forma radical, los tiempos de preparación.

## Producción Justo a Tiempo y Sistemas Esbeltos

### Reducción del tamaño de los lotes

- Ejemplo

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DS}{H[1 - (d/p)]}}$$

donde

- $D$  = Demanda anual
- $S$  = Costo de preparación
- $H$  = Costo de mantener inventario
- $d$  = Demanda diaria
- $p$  = Producción diaria

Aleda Roth, analista de producción en Crate Furniture, determinó que un ciclo de producción de 2 horas sería un tiempo aceptable entre dos departamentos. Además, llegó a la conclusión de que era necesario lograr un tiempo de preparación que se ajustara al tiempo del ciclo de 2 horas. Roth preparó los siguientes datos y el procedimiento para determinar analíticamente el tiempo de preparación óptimo:

- $D$  - Demanda anual - 400,000 unidades
- $d$  - Demanda diaria - 400,000 por 250 días - 1,600 unidades por día
- $p$  - Tasa diaria de producción - 4,000 unidades por día
- $Q$  - EOQ deseada - 400 (la demanda en 2 horas; es decir, 1,600 por día por cuatro periodos de 2 horas)
- $H$  - Costo de mantener - \$20 por unidad por año
- $S$  - Costo de preparación (por determinar)

Roth determina que el costo de preparación del equipo, calculado por hora, es \$30. Además, calcula que el costo de preparación por cada preparación debe ser

$$Q = \sqrt{\frac{2DS}{H(1 - d/p)}}$$

Roth determina que el costo de preparación del equipo, calculado por hora, es \$30. Además, calcula que el costo de preparación por cada preparación debe ser

$$Q = \sqrt{\frac{2DS}{H(1-d/p)}}$$
$$Q^2 = \frac{2DS}{H(1-d/p)}$$
$$S = \frac{(Q^2)(H)(1-d/p)}{2D}$$
$$S = \frac{(400)^2(20)(1-1,600/4,000)}{2(400,000)}$$
$$= \frac{(3,200,000)(0.6)}{800,000} = \$2.40$$

$$\begin{aligned}\text{Tiempo de instalación} &= \$2.40 / (\text{tasa de trabajo por hora}) \\ &= \$2.40 / (\$30 \text{ por hora}) \\ &= 0.08 \text{ horas o } 4.8 \text{ minutos}\end{aligned}$$

Ahora, en lugar de producir grandes lotes de componentes, Crate Furniture produce en un ciclo de 2 horas, con la ventaja de una rotación del inventario de cuatro vueltas *por día*.

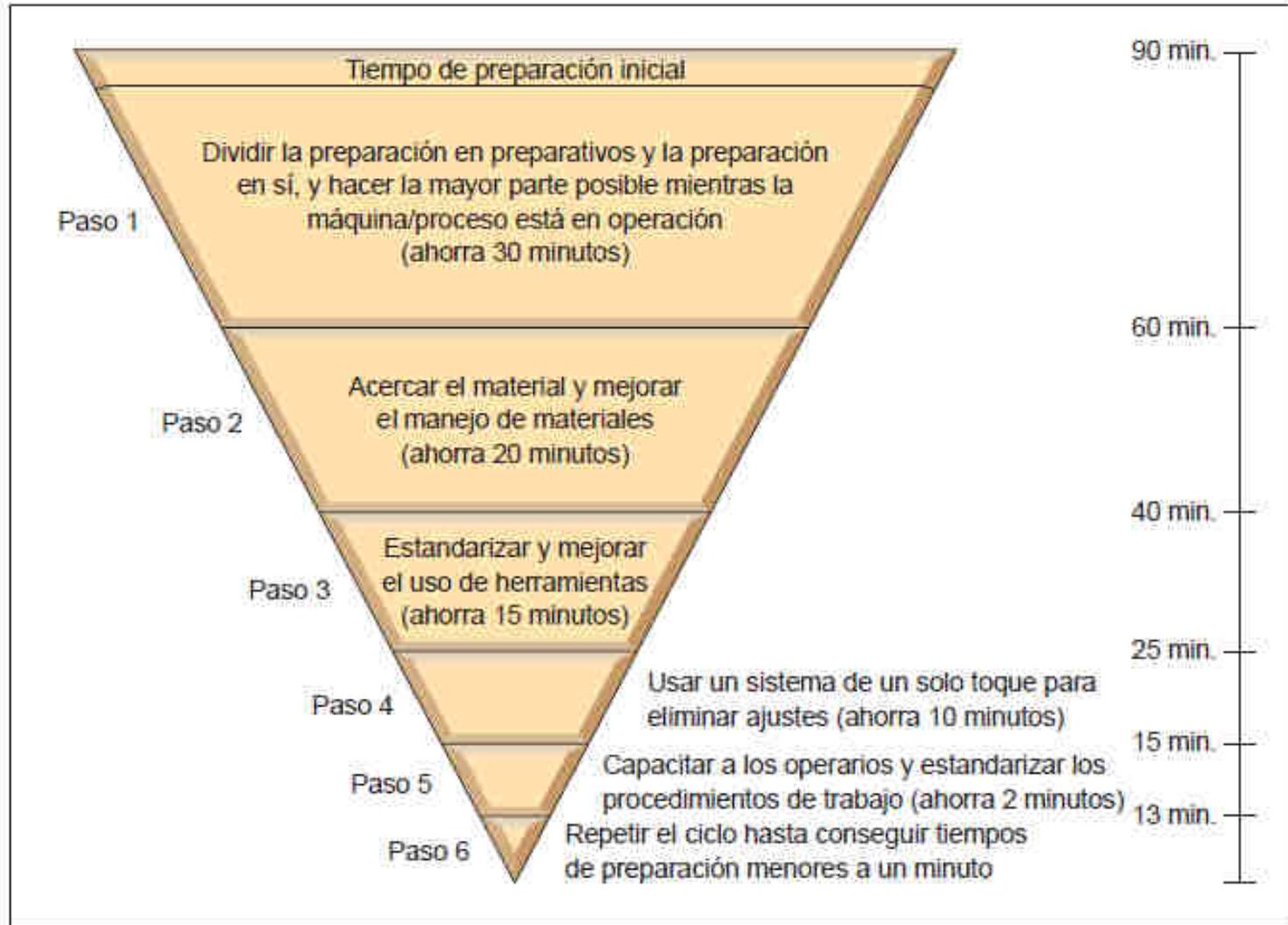
## Producción Justo a Tiempo y Sistemas Esbeltos

### Reducción de costos de preparación

Tanto el inventario como su costo de mantener bajan cuando disminuyen el punto de reorden y el nivel máximo de inventario.

- No obstante, como el inventario requiere incurrir en un costo de ordenar o de preparación que se debe aplicar a las unidades producidas, se tiende a comprar (o producir) pedidos grandes.
- Si el pedido es grande, cada unidad adquirida o pedida sólo absorbe una pequeña parte del costo de preparación. En consecuencia, la manera de disminuir el tamaño de los lotes y reducir el inventario promedio es bajando el costo de preparación, que a su vez disminuye la cantidad óptima a ordenar.
- En muchos entornos, el costo de preparación está estrechamente relacionado con el tiempo de preparación.
- En una instalación de manufactura, las preparaciones normalmente requieren gran cantidad de trabajo antes de que la instalación esté lista en el centro de trabajo.
- Gran parte de los preparativos necesarios para preparar una máquina se pueden realizar antes de apagarla o de detener el proceso.

## Producción Justo a Tiempo y Sistemas Esbeltos



## Producción Justo a Tiempo y Sistemas Esbeltos

### PROGRAMACIÓN

Una buena programación también mejora la capacidad para satisfacer las órdenes de los clientes, baja el inventario al permitir lotes más pequeños y disminuye el inventario en proceso.

- Organizaciones enlazan algunos proveedores a su programa de ensamble final comunicando sus programas a los fabricantes de piezas o partes componentes.
- Dos técnicas de gran importancia (además de comunicar los programas): los *programas nivelados* y *kanban*.

### Tácticas para la programación JIT

- Dar a conocer los programas a los proveedores
- Elaborar programas nivelados
- Trabajar según el programa
- Buscar la táctica fabricar una pieza, mover una pieza
- Eliminar el desperdicio
- Producir en lotes pequeños
- Usar *kanbans*
- Conseguir que cada operación produzca una parte perfecta

## Producción Justo a Tiempo y Sistemas Esbeltos

### PROGRAMACIÓN

#### Programas nivelados

Los **programas nivelados** manejan lotes pequeños y frecuentes en lugar grandes lotes.

- La tarea del administrador de operaciones consiste en fabricar y mover lotes pequeños de manera que el programa nivelado sea económico.
- A medida que los lotes son más pequeños las restricciones pueden cambiar y convertirse en un reto mayor (una restricción puede ser la forma de vender y embarcar las unidades)

El programador debe darse cuenta de que *congelar* (no permitir cambios) la parte del programa más cercana a las fechas de vencimiento permite que funcione el sistema de producción y que se cumpla el programa.



- Programar lotes pequeños de las partes A, B y C aumenta la flexibilidad para satisfacer la demanda de los clientes y reduce el inventario

## Producción Justo a Tiempo y Sistemas Esbeltos

### Kanban

Un camino para lograr lotes de tamaño pequeño es mover el inventario a través de la planta sólo cuando se necesita. **Kanban** quiere decir “tarjeta” en japonés.

- La “tarjeta” es utilizada para indicar que se requiere otro contenedor de material, de ahí el nombre de *kanban*.
- *La tarjeta es la autorización para que se produzca el siguiente contenedor de material.*
- Hay una señal *kanban* por cada contenedor de artículos que se recibe.
- Cada *kanban* inicia una orden para “jalar” un contenedor del departamento de producción o del proveedor.
- Una secuencia de *kanbans* va “jalando” el material por la planta.
- En algunos casos, un lugar vacío en el piso basta para indicar que se necesita el siguiente contenedor (se elimina la tarjeta). En otros casos, algún tipo de señal, como un banderín o una etiqueta.

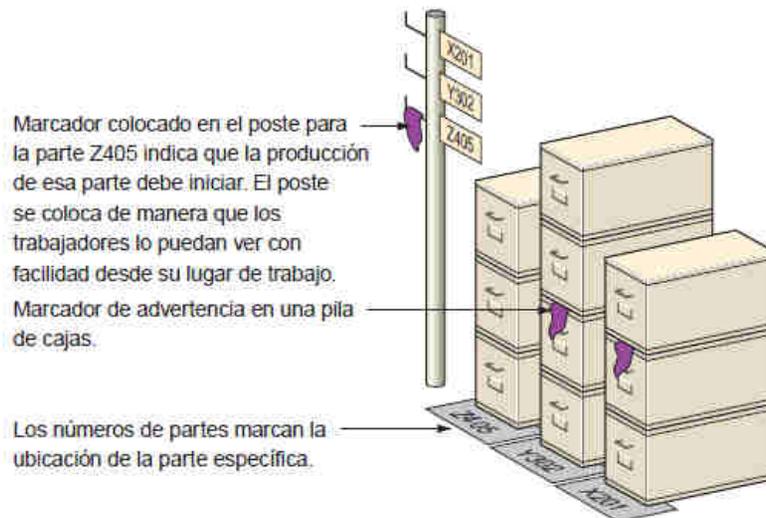
## Producción Justo a Tiempo y Sistemas Esbeltos

### Kanban

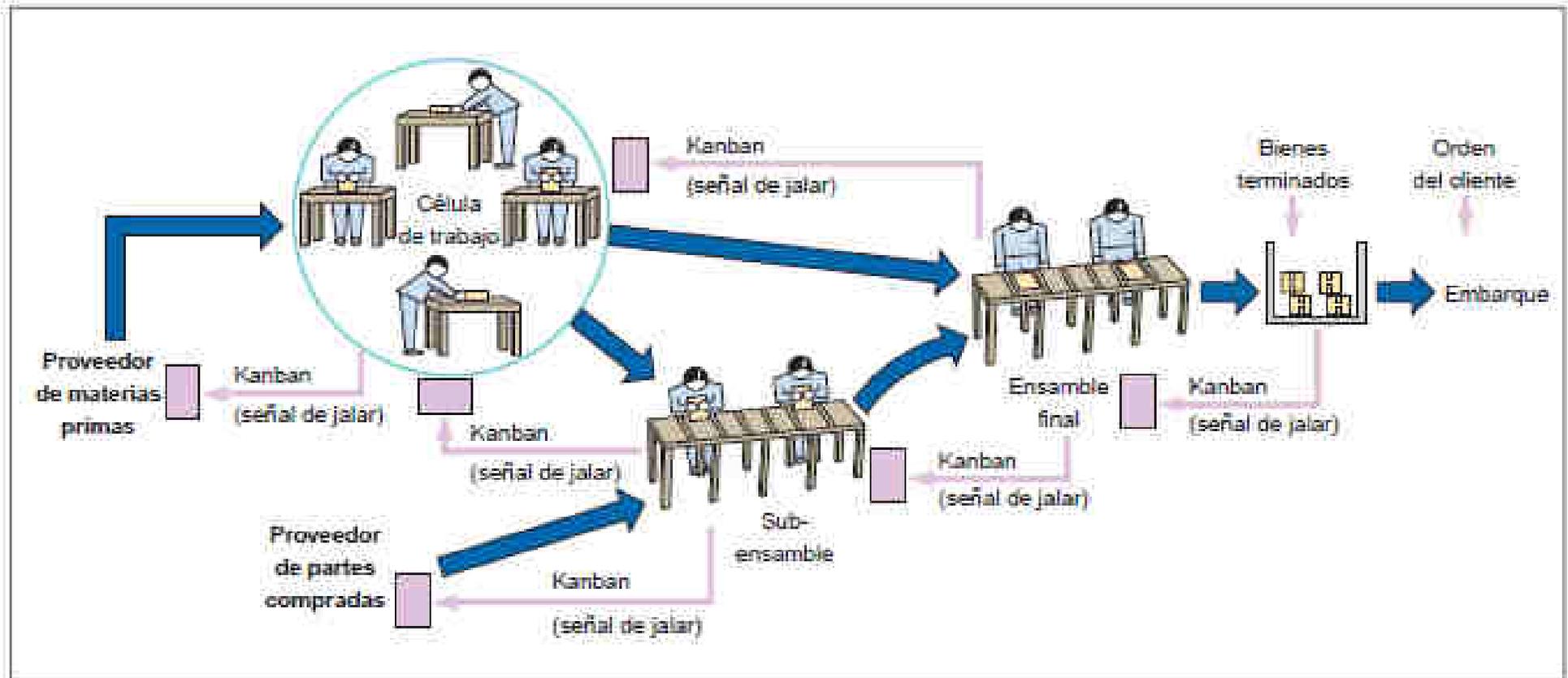
Cuando existe un contacto visual entre el productor y el usuario, el proceso funciona de la siguiente forma:

1. El usuario quita un contenedor de tamaño estándar de un área pequeña de almacenamiento.
  2. El departamento de producción entiende que la señal del área de almacenamiento es una autorización para reabastecer el departamento o el área de almacenamiento.
- El sistema *kanban* jala unidades conforme se necesitan en las etapas sucesivas de producción. (similar a la forma en que se reabastece un supermercado, por señal, control de stock o tecnología)

Diagrama del punto de reabastecimiento con marcador de señales de advertencia al exterior



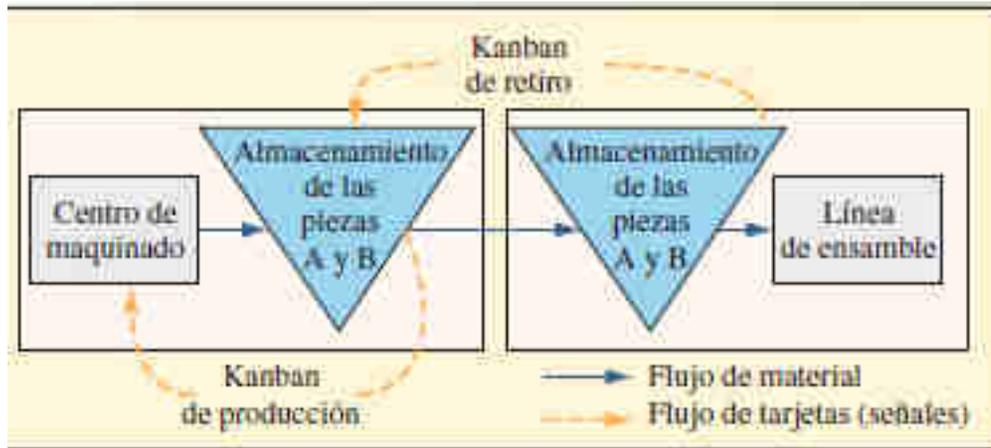
## Producción Justo a Tiempo y Sistemas Esbeltos



### ■ Las señales del kanban "jalar" el material por el proceso de producción

Quando un cliente "jala" un pedido de bienes terminados, se envía una señal (tarjeta) al área del ensamble final. Ésta produce bienes terminados y los repone. Cuando el área de ensamble final necesita más componentes, envía una señal a sus proveedores, un área de subensamble y una célula de trabajo. Estas áreas abastecen el ensamble final. A su vez, la célula de trabajo envía una señal al proveedor de materias primas, y el área de subensamble avisa a la célula de trabajo y al proveedor de partes compradas que hay un requerimiento.

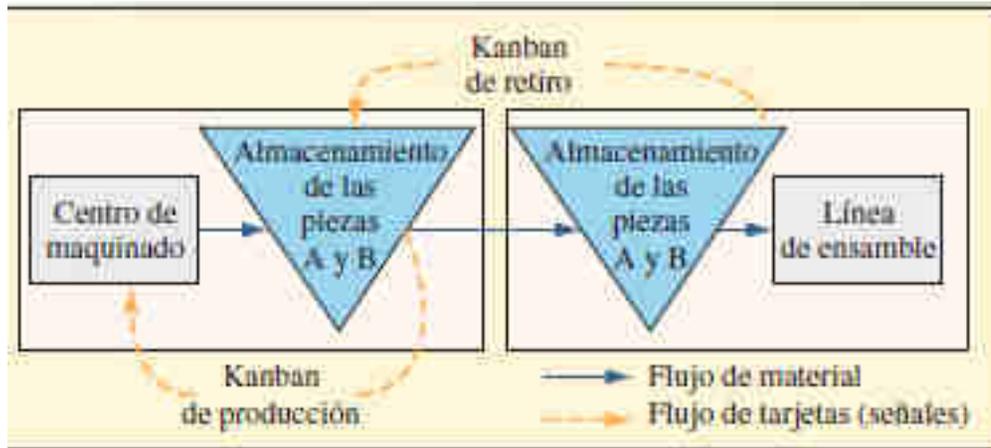
## Producción Justo a Tiempo y Sistemas Esbeltos



El centro de maquinado hace dos piezas, A y B. Estas dos piezas se almacenan en contenedores localizados junto a la línea de ensablado y junto al centro de maquinado.

- Cada contenedor junto a la línea de ensablado tiene un kanban de retiro, y cada uno de los que están junto al centro de maquinado tiene un kanban de producción. Esto se conoce a menudo como un sistema kanban de dos tarjetas.
- Cuando la línea de ensablado toma la primera pieza A de un contenedor lleno, un trabajador toma el kanban de retiro del contenedor y lleva la tarjeta al área de almacenamiento del centro de maquinado.

## Producción Justo a Tiempo y Sistemas Esbeltos



- En el área del centro de maquinado, el trabajador encuentra un contenedor de la pieza A, quita el kanban de producción y lo reemplaza con el kanban de retiro.
- La colocación de esta tarjeta en el contenedor autoriza el movimiento de éste a la línea de ensamble.
- El kanban de producción se coloca en un anaquel cerca del centro de maquinado, lo que autoriza la producción de otro lote del material.
- Un proceso similar se sigue para la pieza B.
- Las tarjetas en el anaquel se convierten en la lista de despachos para el centro de maquinado.

## Producción Justo a Tiempo y Sistemas Esbeltos

### Determinación de la cantidad de tarjetas o contenedores *kanban*

En un sistema JIT, el número de tarjetas o contenedores *kanban* establece el volumen del inventario autorizado.

- Para determinar la cantidad de contenedores que van y vienen entre el área de uso y las áreas de producción, la administración establece primero el tamaño de cada contenedor, calculando el tamaño del lote mediante un modelo, como el del lote económico de producción
- Para establecer la cantidad de contenedores se deben conocer
  1. el tiempo de espera necesario para producir un contenedor de partes
  2. el volumen del inventario de seguridad necesario para cubrir la variabilidad o la incertidumbre en el sistema.

El cálculo del número de tarjetas *kanban* es el siguiente:

$$\text{Número de } kanbans \text{ (contenedores)} = \frac{\text{Demanda durante el tiempo de espera} + \text{Inventario de seguridad}}{\text{Tamaño del contenedor}}$$

## Producción Justo a Tiempo y Sistemas Esbeltos

- Ejemplo

Hobbs Bakery produce corridas cortas de pasteles que envía a supermercados. El dueño, Ken Hobbs, quiere reducir su inventario implantando un sistema *kanban*. Para ello preparó los siguientes datos y desea que usted termine el proyecto y le diga la cantidad de *kanbans* (contenedores) que necesita.

Demanda diaria = 500 pasteles

Tiempo de entrega de producción = 2 días

Inventario de seguridad =  $\frac{1}{2}$  día

Tamaño de contenedor (determinado según el tamaño del lote económico EOQ) = 250 pasteles

### Solución

Demanda durante el tiempo de entrega (= tiempo de entrega  $\times$  demanda diaria = 2 días  $\times$  500 pasteles =) 1,000

Inventario de seguridad = 250

Cantidad de *kanbans* (contenedores) necesarios =

$$\frac{\text{Demanda durante el tiempo de entrega} + \text{Inventario de seguridad}}{\text{Tamaño del contenedor}} = \frac{1,000 + 250}{250} = 5$$

## Producción Justo a Tiempo y Sistemas Esbeltos

### **CALIDAD**

JIT y Calidad están relacionados de tres maneras.

1- JIT disminuye el costo de obtener buena calidad.

- Los costos de desperdicio, retrabajo, inversión en inventario y daños están ocultos en el inventario.
- JIT obliga a disminuir el inventario por lo que se producen menos unidades defectuosas y menos unidades que requieren retrabajo.

2-JIT mejora la calidad.

- JIT crea un sistema de pronto aviso de problemas con la calidad, de modo que se producen menos unidades defectuosas y la retroalimentación es inmediata.

3-Se necesitan menos inventarios amortiguadores

- Si existe una calidad estable, entonces JIT permite a las empresas reducir todos los costos ligados al inventario.

### **Tácticas JIT para la calidad**

- Usar control estadístico de procesos
- Delegar autoridad en los empleados
- Crear métodos a prueba de fallas (poka-yoke, listas de verificación, etcétera)
- Proporcionar retroalimentación inmediata

## Producción Justo a Tiempo y Sistemas Esbeltos

### 5 CEROS

- 0 DEFECTOS: hacer las cosas bien a la primera
- 0 AVERÍAS: necesidad de mantenimiento y equipamiento confiable
- 0 STOCK: evitar costos de mantenimiento, oportunidad y capital inmovilizado
- 0 RETRASOS: flujo ininterrumpido cuando es requerido el material o producto. Sin esperas
- 0 BUROCRACIA: procesos ágiles (administrativos, técnicos) y sencillos.

## Resumen

### **Justo a tiempo (JIT)**

Filosofía de solución de problemas de manera continua y forzada que elimina el desperdicio.

### **Producción esbelta**

Una manera de eliminar el desperdicio al concentrarse exactamente en lo que el cliente quiere.

### **Variabilidad**

Cualquier desviación del proceso óptimo que entrega un producto perfecto a tiempo, todas las veces.

### **Sistema de jalar**

Concepto de JIT que da como resultado la producción de material sólo cuando se solicita, y que se mueve al punto donde se necesita justo cuando es necesario.

### **Tiempo del ciclo de manufactura**

Lapso que transcurre entre la llegada de la materia prima y el embarque de los productos terminados.

# Resumen

## **Sociedades JIT**

Sociedades de proveedores y compradores que buscan eliminar el desperdicio y reducir los costos en beneficio de ambas partes

## **Inventario justo a tiempo**

Inventario mínimo necesario para que un sistema funcione perfectamente.

## **Programas nivelados**

Programación de los productos de manera que la producción de cada día satisfaga la demanda de ese mismo día.

## **Kanban**

Palabra japonesa que significa “tarjeta” y que ahora se entiende como “señal”; un sistema *kanban* mueve partes a través de la línea de producción mediante una señal que indica cuándo “jalar” una parte.

## Bibliografía

### **Principios de Administración de Operaciones**

**Renzer.** Capítulo 16: Sistemas justo a tiempo y producción esbelta

### **Administración de Operaciones**

**CHASE.** Capítulo 12: Manufactura Esbelta