

Capítulo 6

Sistemas de producción justo a tiempo

EPÍGRAFE

¡Lo necesito hoy! ¡Ni ayer, ni mañana!

La reducción de inventarios no es algo que la gerencia decide específicamente en un sistema JIT, sino un resultado de la efectiva implantación del JIT.

ESQUI

- 6.1 E
F
A
N
a
b
C
“
- 6.2 E
- 6.3 C
JI
D
d
C
E
A
T
M
M
R
m
A
R
E
p
fij
E
- 6.5 E
C
- 6.6 E
¿C
se
¿C
se
La
H
- 6.7 C
- 6.8 P
D
- 6.9 C
X
- 6.10 B

ESQUEMA DEL CAPÍTULO

TÉRMINOS CLAVE

- 6.1 EL ENFOQUE JAPONÉS DE LA PRODUCTIVIDAD 260
 - Aislamiento de los elementos 262
 - Notas adicionales de los autores: Posibilidad de aplicación de los conceptos japoneses a las fábricas estadounidenses 276
 - Comparación entre el JIT pragmático y el JIT "romántico" 277
- 6.2 ELIMINACIÓN DE DESPERDICIOS 278
- 6.3 CÓMO LOGRAR LA PRODUCCIÓN JIT 280
 - Distribuciones en planta JIT y diseño del flujo de proceso 280
 - Control de la calidad total 285
 - Estabilización del programa 285
 - Arrastre kanban 287
 - Trabajo con los proveedores 289
 - Mayor reducción del inventario 289
 - Mejora del diseño del producto 289
 - Resolución concurrente de problemas y medición del desempeño 290
- 6.4 ALGUNOS ASPECTOS TÉCNICOS RELACIONADOS CON EL KANBAN 291
 - El kanban como sistema de inventario de punto de reorden, o como sistema de cantidad fija de pedido 291
 - El JIT y la contabilidad de costos 291
- 6.5 EXPERIENCIAS DE ALGUNAS COMPAÑÍAS CON EL JIT 292
- 6.6 EL JIT EN LOS SERVICIOS 299
 - ¿Cómo encajan los conceptos del JIT en los servicios? 295
 - ¿Qué técnicas JIT son adecuadas para servicios? 297
 - La administración japonesa y el 100 Yen Sushi House 300
- 6.7 CONCLUSIÓN 301
- 6.8 PREGUNTAS DE REPASO Y DISCUSIÓN 302
- 6.9 CASO: COMPAÑÍA DE PRODUCTOS XYZ 303
- 6.10 BIBLIOGRAFÍA 305

Eliminación de desperdicios
Respeto por las personas
Redes de fábricas especializadas
Jidoka
Sistema de arrastre kanban
Dirección participativa
Círculos de calidad
Control de la calidad total
Temas del JIT
Grupos de mejora especializada

La producción justo a tiempo se basa en la lógica de que no se producirá nada hasta que se necesite; esta necesidad se crea por la utilización o la retirada del producto. En teoría, cuando se vende un artículo, el mercado lo retira de la última posición del sistema productivo. Después, en el caso de un producto de línea de producción, un trabajador toma otra unidad de una estación anterior de la línea para reemplazar la unidad tomada. A su vez, esta estación toma un producto de otra que se encuentra antes en el flujo, etc., hasta que se llega al punto de origen de los materiales. En la producción justo a tiempo, el objetivo es reducir el inventario en lo posible satisfaciendo únicamente la demanda.

El justo a tiempo (*JIT, just-in-time*), a veces llamado "producción frugal", se ha convertido en el enfoque de diseño dominante en la manufactura moderna. El JIT comenzó en Japón, y se atribuye la idea a Taiichi Ohno, exvicepresidente de manufactura en la planta japonesa de Toyota Motor Company. Por cierto, Ohno afirma que obtuvo la idea de los supermercados de Estados Unidos.¹

En Estados Unidos, la mayoría de las personas han oído el término *justo a tiempo*, aunque no comprendan por completo qué significa. Desde un punto de vista coloquial, se puede considerar que la producción justo a tiempo se compone de "gran JIT" y "pequeño JIT". El gran JIT es en realidad una filosofía de dirección de operaciones que abarca todos los aspectos de las actividades productivas de la empresa: relaciones humanas, relaciones con proveedores y con tecnología, y administración de materiales. El pequeño JIT, desde nuestra perspectiva, se limita a los métodos de control de la producción, específicamente, a las entregas JIT y la administración de inventarios. En este capítulo, nos interesan ambos aspectos, pero damos mayor importancia al gran JIT, ya que necesitamos comprenderlo para que el pequeño JIT sea lo más eficaz posible.

La primera parte de este capítulo presenta un resumen de un artículo escrito por Kenneth A. Wantuck, que describe el enfoque japonés de la productividad.² Este artículo proporciona un panorama general de las técnicas y la filosofía de los principales creadores y usuarios del enfoque JIT: los japoneses. La segunda parte se dedica a estos temas con más detalle y presenta un método para implantar el JIT.

6.1 EL ENFOQUE JAPONÉS DE LA PRODUCTIVIDAD

Todo el mundo sabe de la penetración de los japoneses en los mercados mundiales, ya que las compañías de este país dominan muchas áreas de productos, como televisores, videocaseteras, cámaras fotográficas, relojes, motocicletas y barcos. En la actualidad, la mayor preocupación se centra en las máquinas herramienta y en los productos automovilísticos, aunque comienza a sentirse el efecto en el campo de la electrónica aeroespacial. Sabemos que en todas las áreas los japoneses no sólo compiten en precio, sino también en calidad. (Véanse cuadros 6.1 y 6.2.)

¹ Paul H. Zipkin, "Does Manufacturing Need a JIT Revolution?", *Harvard Business Review*, pág. 41, enero-febrero de 1991.

² Kenneth A. Wantuck, "The Japanese Approach to Productivity", Southfield, Mich., Bendix Corporation, 1983.

Muchas personas piensan que estos logros se deben a diferencias culturales, pues creen que los japoneses dedican toda su vida a las compañías y trabajan largas horas a cambio de salarios inferiores a lo normal, algo que sería imposible en Estados Unidos. Sin embargo, las pruebas se oponen a este concepto. Tome en cuenta que, en 1977, una compañía japonesa de nombre Matsushita compró una planta de televisores de Chicago, perteneciente a una compañía estadounidense. En el contrato de

CUADRO 6.1

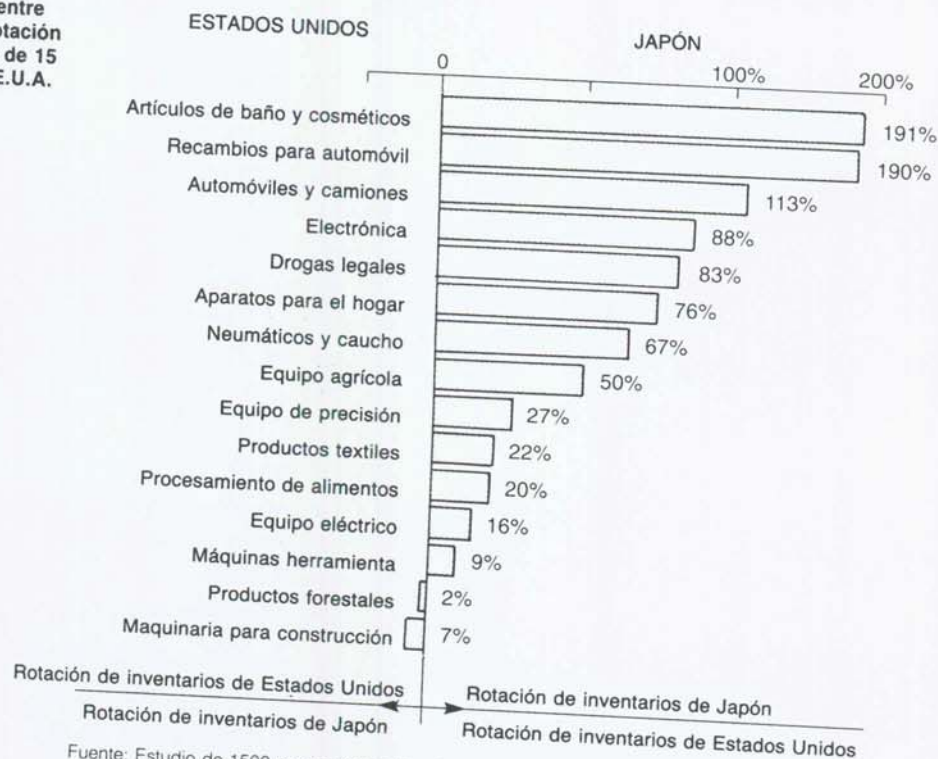
Estudio de reparaciones de Hertz, 1977

Este estudio, realizado por la compañía de alquiler de automóviles Hertz, fue la primera muestra divulgada de la superioridad cualitativa de los automóviles japoneses.

Modelo	Reparaciones por cada 100 vehículos
Ford	326
Chevrolet	425
Pinto	306
Toyota	55

CUADRO 6.2

Comparación entre las tasas de rotación de inventarios de 15 industrias de E.U.A. y Japón



Fuente: Estudio de 1500 compañías realizado por Booz, Allen & Hamilton, 1981.

CUADRO 6.3**Productividad de la
planta Quasar**

	Con Motorola	Con Matsushita*
Empleados de trabajo directo	1 000	1 000†
Empleados indirectos	600	300
Total de empleados	1 600	1 300
Producción diaria	1 000	2 000
Reparaciones de montaje	130%	6%
Costo anual por garantías (millones de dólares)	\$16	\$2

* Dos años después

† Mismas personas

compra, Matsushita estuvo de acuerdo en conservar a todo el personal que trabajaba por horas. Dos años más tarde, en esencia seguían con los mismos 1000 empleados de este tipo y habían reducido el personal indirecto en 50% (véase cuadro 6.3). Por otra parte, durante ese mismo periodo se duplicó la producción diaria. La calidad, medida como el número de reparaciones internas, mejoró más de 20 veces. También aumentó la calidad externa. La compañía estadounidense (Motorola) había gastado un promedio de 16 millones de dólares al año en costos de garantía; los gastos de Matsushita eran de 2 millones. (Esto incluye el doble de televisores, por lo que en realidad es una relación de 16 a 1.) Son diferencias muy notables, que se lograron en Estados Unidos con trabajadores del país. La pregunta es: ¿Cómo lo logran los japoneses y qué podemos aprender de ellos?

Aislamiento de los elementos

En primer lugar, es importante comprender que los japoneses, como nación, han tenido un objetivo económico fundamental desde 1945: pleno empleo por medio de la industrialización. La estrategia que usaron para alcanzar este objetivo requiere dominar el mercado en áreas selectas de productos. Eligieron con cuidado las industrias donde creyeron que podían ser dominantes y centraron en ellas sus esfuerzos, en vez de diluir su fuerza en un amplio espectro.

Los japoneses emplearon tres tácticas: (1) Importaron su tecnología. (Toda la industria de semiconductores de Japón se construyó sobre la base de un pago de 25 000 dólares a Texas Instruments por los derechos para explotar el proceso básico de semiconductores.) En vez de reinventar la rueda, negociaron acuerdos de licencias para fabricar productos nuevos, exitosos y funcionales. (2) Concentraron su ingenio en la fábrica para lograr alta productividad y bajo costo unitario. Los mejores ingenieros se enviaron al área de trabajo, y no al departamento de diseño de productos. (3) Por último, lucharon por mejorar la calidad y la confiabilidad del producto hasta alcanzar los niveles más altos, para que sus clientes tuvieran una confiabilidad de producto que los competidores no podían ofrecer.

La implantación de estas ideas se basó en dos conceptos fundamentales (en principio, casi todos estamos de acuerdo con estos conceptos, pero la diferencia es la manera en que los japoneses los llevan a la práctica):

1. Creen firmemente en que hay que **eliminar los desperdicios** de cualquier manera.
2. Practican un gran **respeto por las personas**.

Eliminación de desperdicios

Cuando los japoneses hablan de desperdicios, la definición de Fujio Cho, de Toyota Motor Company, es quizás tan buena como las demás; él dice que son "cualquier cosa que no sea el *mínimo* de equipo, materiales, partes y trabajadores (tiempo de trabajo) *absolutamente esencial* para la producción"; y esto significa nada de excedentes, nada de existencias de seguridad. Nada se almacena. Si no puede usarse ahora, entonces no se puede fabricar ahora y es un desperdicio. Existen siete elementos básicos en este concepto.

1. Redes de fábricas especializadas.
2. Tecnología de grupos.
3. *Jidoka*, calidad en la fuente.
4. Producción justo a tiempo.
5. Carga uniforme de planta.
6. Sistema kanban de control de la producción.
7. Tiempos de preparación mínimos.

Redes de fábricas especializadas. El primer elemento son las redes de fábricas especializadas. En vez de construir una gigantesca instalación donde se haga todo (alta integración vertical), los japoneses construyen pequeñas plantas especializadas. Hay varias razones para hacer esto: Primero, es muy difícil administrar una instalación de gran magnitud; conforme aumenta el tamaño, crece la burocracia. Su estilo de gestión no se presta a este tipo de ambiente.

Segundo, una planta diseñada para un propósito específico, se puede construir y manejar de manera más económica que una universal. Podemos comparar esto con la compra de una máquina herramienta especial para realizar un trabajo importante en vez de adaptar una herramienta universal. En Japón hay menos de 750 plantas con más de mil empleados; la gran mayoría, unas 60 000 plantas, tienen entre 30 y 1000 empleados, y más de 180 000 tienen menos de 30 empleados. Cuando hablamos del enfoque de productividad de los japoneses y de las impresionantes cosas que logran, estamos hablando principalmente del grupo intermedio, donde encajan la mayoría de sus plantas modelo de manufactura.

Ford Motor Company presenta dos ejemplos para ilustrar este punto: El automóvil Escort necesitaba un eje de transmisión, lo que requeriría una ampliación valorada en 300 millones de dólares en la planta de Ford en Batavia, Ohio. Ford solicitó a los japoneses una cotización equivalente y Toyo-Kogyo se ofreció a construir una planta nueva con la misma tasa de producción a un precio competitivo por unidad, por 100 millones de dólares, una tercera parte. Un segundo ejemplo se relaciona con la planta de motores Ford de Valencia, que produce dos motores por empleado al día y requiere unos 90 000 metros cuadrados de área de trabajo. Toyota Motor Company, de Japón, produce un motor casi idéntico, pero fabrican nueve motores por empleado al día en una planta que sólo tiene 30 000 metros cuadrados de espacio. Aquí no se trata únicamente de la productividad por perso-

na, sino también de una inversión de capital mucho menor para lograr la capacidad de manufactura.

Tecnología de grupos. Dentro de la planta, los japoneses emplean una técnica llamada *tecnología de grupos*. Por cierto, este concepto no es nuevo para Estados Unidos; aquí se inventó, al igual que muchas de las técnicas que utilizan con éxito los japoneses, pero su uso se ha difundido en Estados Unidos recientemente. En el cuadro 6.4 se muestra un diagrama simplificado de la técnica. La porción inferior muestra la manera en que manejamos las plantas en la actualidad. La mayoría de las compañías procesan un trabajo y lo envían de departamento a departamento, porque así es la organización de las plantas (departamento de sierras, de molinos, de tornos). Por lo general, para cada una de las máquinas del departamento hay un empleado que se especializa en esa función. Para que un trabajo pase por el taller, muchas veces se requiere un largo y complicado proceso por causa de los tiempos de espera y de tiempo de movimiento (con frecuencia entre el 90 y el 95 % del tiempo total de procesamiento).

Los japoneses, por otra parte, toman en cuenta todas las operaciones que se requieren para fabricar una pieza e intentan agrupar las máquinas. En la parte superior del cuadro 6.4 se muestran diferentes agrupamientos, diseñados para ser centros de trabajo de determinadas piezas o familias de piezas. Un solo operador se encarga del funcionamiento de las tres máquinas que se presentan en la esquina superior izquierda, lo que aumenta la utilidad del operador y elimina el movimiento y las colas de espera entre operaciones dentro del agrupamiento. De esta manera no sólo aumenta la productividad, sino que además se reduce considerablemente el inventario de trabajo en curso.

Para lograrlo, la gente tiene que ser flexible; y para lograr esto, debe identificarse con sus compañías y tener un alto nivel de seguridad de empleo.

Jidoka: Calidad en la fuente. Cuando la gerencia muestra mucha confianza en las personas, se puede implantar un concepto de calidad que los japoneses llaman *jidoka*. Esta palabra quiere decir "Detengan todo cuando algo salga mal" y equivale a controlar la calidad en la fuente. En vez de utilizar inspectores para encontrar problemas que alguien más pudo crear, en una fábrica japonesa el trabajador se convierte en su propio inspector. Este concepto lo desarrolló Taiichi Ohno, quien fue vicepresidente de manufactura de Toyota Motor Company a principios de los años cincuenta.

Ohno estaba convencido de que uno de los principales problemas de Toyota era lograr los niveles de calidad necesarios para penetrar en el mercado mundial de automóviles. Sentía que había demasiada vigilancia y quería que cada individuo fuera el responsable de la calidad del producto o componente que fabricaba.

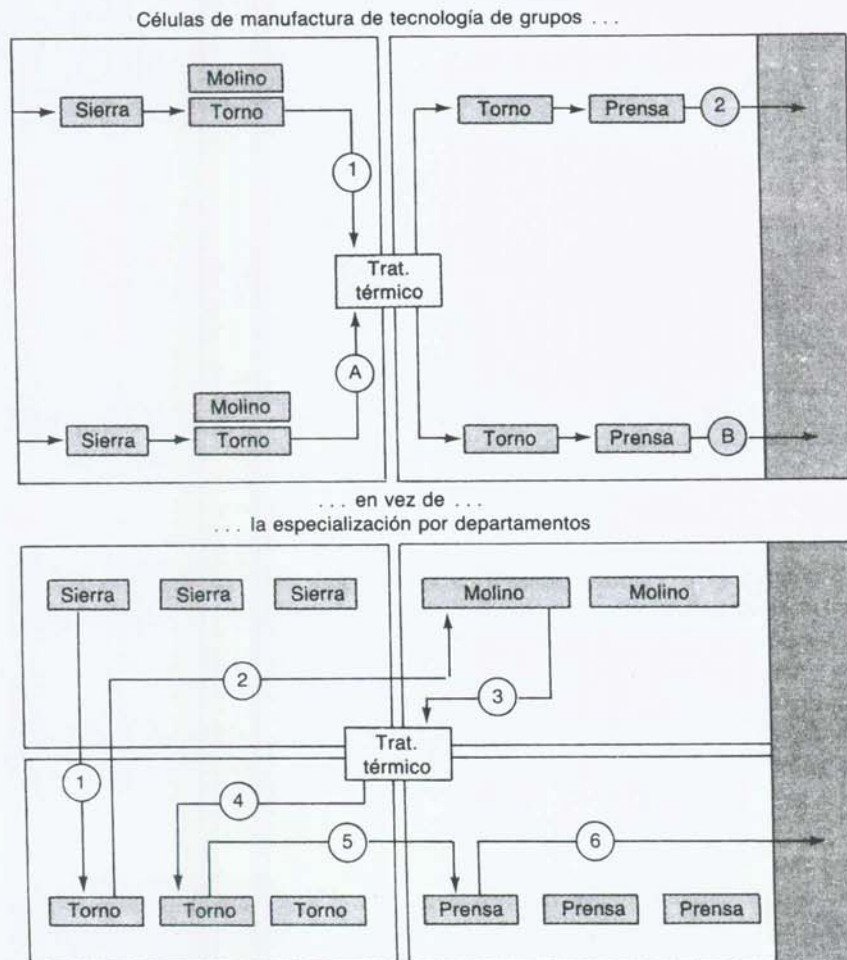
Ohno determinó que lo mejor era darle a cada persona sólo una pieza a la vez para que trabajara en ella, de manera que en ninguna circunstancia pudiera omitir los problemas al trabajar en piezas diferentes. En las líneas de montaje se instalaron botones *jidoka*. Si algo salía mal —por ejemplo, si un trabajador encontraba una pieza defectuosa o no podía mantener el ritmo de producción, si la producción era demasiado rápida para el ritmo que se había establecido para ese día, o si encontra-

CUADRO

Compa
tecnol
y esper
departa

CUADRO 6.4

Comparación entre tecnología de grupos y especialización por departamento



ba algún peligro—, el trabajador tenía la obligación de oprimir el botón. Cuando lo hacía, parpadeaba una luz, sonaba una campana y se detenía toda la línea de montaje; la gente llegaba al lugar donde parpadeaba la luz. Era como un equipo de emergencia voluntario: llegaban personas del departamento de ingeniería industrial, de la gerencia, de todas partes, para responder a la alarma, y arreglaban el problema en el lugar. Mientras tanto, los trabajadores pulían sus máquinas, barrían el piso o hacían alguna otra cosa para mantenerse ocupados, pero la línea no avanzaba hasta que se componía el desperfecto.

El *jidoka* también comprende la inspección automatizada, que en ocasiones se llama *autonomatización*. Los japoneses creen que la inspección, como en la automatización y la robótica, la puede realizar una máquina, porque es más rápido, más

fácil, más repetible o más redundante, por lo que no debería hacerlo una persona. Sin embargo, la inspección forma parte del proceso de producción: no requiere una persona o un lugar aparte para realizarse, y detiene automáticamente una máquina si localiza un problema. Así se evita la producción en masa de pieza defectuosas.

Compare esto con nuestra forma de operar. ¿Cuánto tiempo tardamos en localizar un problema, convencer a alguien de que es serio, resolverlo e implantar la solución? ¿Cuántos artículos defectuosos producimos mientras tanto? En Japón se alienta la detención de la línea de producción para proteger la calidad y porque la gerencia confía en el trabajador. A nadie le gusta ver que se detenga la línea, pero Ohno cree que un día sin una práctica de jidoka puede ser indicación de que la gente no tiene el cuidado suficiente.

Producción justo a tiempo. El sistema japonés se basa en un concepto fundamental llamado producción justo a tiempo. En él se requiere la producción de las unidades necesarias, en las cantidades necesarias y en el momento necesario, para lograr un desempeño con una variación de *cero* en tiempos de programa. Esto significa que producir una pieza adicional es tan malo como producir una de menos. Es más, se considera como desperdicio a cualquier cosa que no forme parte del mínimo necesario, ya el esfuerzo y el material empleados para producir algo que no se necesita no se pueden volver a utilizar. (Las necesidades posteriores se atienden después.) Es un concepto diferente, ya que nuestra medida del buen desempeño siempre ha sido el cumplimiento o la superación de lo programado. Para los gerentes de manufactura de Estados Unidos es un concepto muy difícil de aceptar, ya que se opone a la práctica actual, que es almacenar materiales adicionales por si algo sale mal. El cuadro 6.5 subraya lo que es la producción justo a tiempo, qué hace, qué se requiere y qué supone.

El concepto "justo a tiempo" se aplica principalmente a procesos repetitivos de manufactura. No se necesitan grandes volúmenes, pero está limitado a aquellas operaciones que producen las mismas piezas una y otra vez. De manera ideal, el producto terminado será de naturaleza repetitiva. No obstante —un equipo de Westinghouse aprendió esto durante una visita a Mitsubishi Inazawa, fabricante de ascensores de Japón— es posible que los segmentos repetitivos de las empresas sólo aparezcan en niveles bajos de la estructura del producto. Incluso en estos casos, la aplicación de los conceptos justo a tiempo a una porción de la empresa produjo considerables mejoras.

En el sistema justo a tiempo, el tamaño ideal del lote es *una pieza*. Los japoneses consideran al proceso de manufactura como una gigantesca red de centros de trabajo conectados entre sí, donde la disposición perfecta sería que cada trabajador completara su tarea en una pieza y la pasara directamente al siguiente trabajador en el momento en que éste estuviera listo para recibir otra pieza. La idea es aproximar a cero las colas de espera, para:

- Invertir la mínimo en inventarios.
- Reducir los tiempos de entrega de la producción.
- Reaccionar más rápidamente ante cambios en la demanda.
- Descubrir cualquier problema en la calidad.

CUADRO 6.5

Justo a tiempo

LO QUE ES ■ Filosofía de dirección ■ Sistema de "arrastre" por la planta	LO QUE HACE ■ Ataca los desperdicios (tiempo, inventario, desechos) ■ Indica problemas y cuellos de botella ■ Logra una producción estabilizada
LO QUE REQUIERE ■ Participación de los empleados ■ Conceptos básicos de ingeniería industrial ■ Mejora continua ■ Control de la calidad total ■ Lotes pequeños	LO QUE SUPONE ■ Entorno estable

Fuente: Adaptado de Chris Gopal (de Price Waterhouse), "Notes on, JIT".

El cuadro 6.6 es un gráfico que utilizan los japoneses para representar este último concepto. Consideran que el inventario es el nivel de agua de un estanque y que los problemas que pueden ocurrir en el taller son rocas. Si hay mucha agua en el estanque, se ocultan los problemas y la gerencia supone que todo está bien. Sin embargo, el nivel del agua siempre baja en el peor de los momentos, por ejemplo, durante una recesión económica. Entonces, la gerencia tiene que enfrentarse a los problemas sin contar con los recursos necesarios para resolverlos. Los japoneses dicen que es mejor reducir a propósito el nivel del agua (sobre todo en las buenas épocas), exponer los problemas y darles solución antes de que ocasionen dificultades.

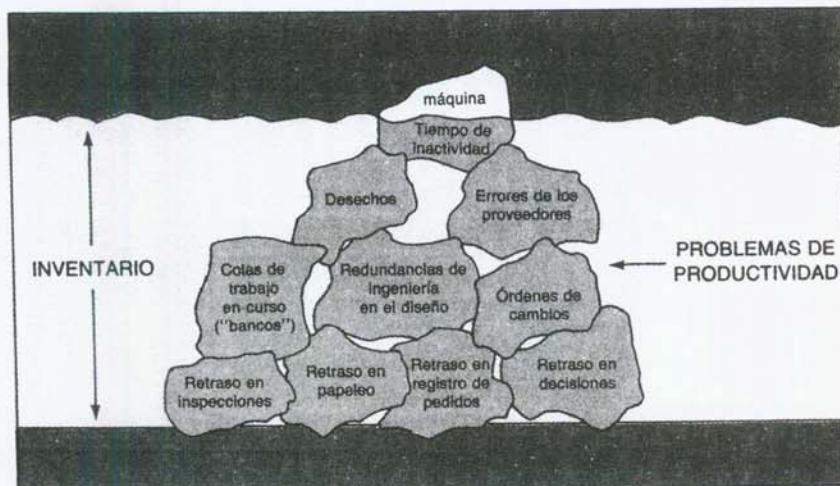
Es increíble la manera en que los japoneses atacan los inventarios. Para comenzar, consideran que el inventario es un aspecto negativo, no un activo. De acuerdo con Toyota, "Se niega el valor del inventario". La actitud de Nippondenso, fabricante de aire acondicionado para automóviles, es más severa: el inventario es "la raíz de todo mal". La perspectiva general de los japoneses es que el inventario es un obstáculo para la calidad del producto. Por último, como está programado que el taller tenga muy poco inventario, es muy evidente cualquier aberración en el proceso que dé como resultado piezas adicionales, y esto indica que se requiere respuesta inmediata.

Puesto que no pueden estar lado a lado los trabajadores de un complejo proceso de manufactura, y además la red incluye a proveedores externos, los japoneses reconocen que el sistema debe permitir cierto tiempo de tránsito entre un centro y otro. Aun así, se mantienen al mínimo las cantidades de transferencia. Los lotes internos típicos tienen la décima parte del tamaño de la producción diaria, los proveedores surten varias veces por día a sus clientes y se ejerce presión constante para reducir el número de lotes en el sistema.

La producción justo a tiempo no permite contingencias. Se espera que toda pieza esté sin defectos al recibirse; que cada máquina esté disponible cuando se requiera

CUADRO 6.6

El inventario oculta los problemas



para producir piezas; que cada compromiso de entrega se realice en el momento preciso para el que se programó. Por consiguiente, los japoneses dan mucha importancia a la calidad, al mantenimiento preventivo y a la confianza mutua entre todos los participantes de la empresa de manufactura. El proceso es la guía y todos lo siguen conscientemente.

Carga uniforme de plantas. Para aplicar el concepto de justo a tiempo, es necesario que el flujo de la producción tenga el máximo de uniformidad dentro del taller. El punto de partida es lo que los japoneses llaman *carga uniforme de planta*. Su objetivo es absorber las reacciones normales ante variaciones en los programas de trabajo. Por ejemplo, cuando se implanta un cambio importante en el montaje final, cambian las necesidades de las operaciones de alimentación, que por lo general se amplifican con las reglas de tamaño de lotes, disposiciones, colas y tiempo de espera. Cuando se siente el efecto al inicio de la línea de suministro, un cambio del 10% en el montaje puede representar uno del 100% al principio.

Los japoneses nos dicen que la única manera de eliminar este problema es hacer que las perturbaciones finales sean lo más pequeñas posible. Las compañías japonesas lo logran estableciendo un firme plan de producción mensual donde se congela la tasa de producción. Durante muchos años, los fabricantes estadounidenses lo han intentado, sin éxito, ya que han tratado de congelar una configuración secuencial específica. Los japoneses evitan este punto planificando la fabricación de la misma mezcla de productos todos los días, incluso si son pequeñas las cantidades totales. Por ejemplo, si sólo elaboran cien piezas al mes, harán cinco al día. Como esperan construir cierta cantidad de algo que está todos los días en el programa de trabajo, siempre dispondrán de una mezcla total que pueda responder a variaciones en la demanda.

CUADRO 6.7

Ciclo de producción
mixto en una planta
de montaje japonesa
Toyota

Modelo	Cantidad mensual	Cantidad diaria	Tiempo de ciclo (minutos)
Sedán	5 000	250	2
Deportivo	2 500	125	4
Camioneta	2 500	125	4

Secuencia: Sedán, deportivo, sedán, camioneta, sedán, deportivo, sedán, camioneta, etcétera.

Incluso van más lejos: toman esas cinco unidades y las mezclan en la línea de montaje. En el cuadro 6.7 se presenta un ejemplo de la forma en que lo haría Toyota. Suponga que se fabrican tres tipos de vehículos en la planta de montaje: sedán, deportivo y camioneta. Las tasas mensuales que se presentan se reducen a cantidades diarias (suponiendo un mes de 20 días) de 250, 125 y 125, respectivamente. Con base en esto, los japoneses calculan los tiempos de ciclo necesarios. En Japón, el *tiempo de ciclo* es el periodo transcurrido entre la producción de dos unidades idénticas; utilizan esta cifra para ajustar sus recursos y producir precisamente la cantidad necesaria, ni más, ni menos.

Los japoneses no se preocupan por alcanzar las velocidades estipuladas para su equipo. En los talleres de Estados Unidos, si se estipula que una máquina produce 1000 piezas por hora, y se requieren 5000 piezas, se opera la máquina durante cinco horas para cumplir con las necesidades del mes. Los japoneses sólo producen la cantidad necesaria para cada día. Para ellos, el tiempo de ciclo es un indicador que define cómo acomodar sus recursos para cumplir con la producción del mes. Si cambia la tasa del mes siguiente, se configuran nuevamente los recursos.

Sistema kanban de control de la producción. El método kanban requiere un sistema de control sencillo, autorregulable, que proporcione buena visibilidad a la gerencia.³ El sistema de control y entrega del taller y de los proveedores se llama *kanban*, nombre que proviene de la palabra japonesa que significa *tarjeta*. Es un sistema sin papeles, que utiliza contenedores y tarjetas o necesidades viajeras que se reciclan, lo cual difiere de nuestros viejos sistemas manuales de paquetes para el taller. Se le conoce como **sistema de arrastre kanban**, ya que la autorización para producir o abastecer proviene de las operaciones que están más adelante en el flujo. Los centros de trabajo y los proveedores planifican su trabajo con base en programas, pero lo ejecutan con base en *kanbans*, que son completamente manuales.

Existen dos tipos de tarjetas kanban: el de producción autoriza la manufactura de un contenedor de material; el de retiro permite su desplazamiento. El número de piezas de un contenedor es siempre el mismo, para una pieza determinada.

³ La mayoría de las fábricas de Japón no utilizan kanban. Este sistema es de Toyota. Muchas compañías de Estados Unidos y Japón utilizan sistemas de arrastre con otros tipos de señales.

Cuando cambian las tasas de producción, se añaden o eliminan contenedores del sistema, de acuerdo con una sencilla fórmula. En el cálculo se incluye el concepto de existencias de seguridad, pero se limita al 10% de la demanda de un día. De esta manera se obtiene el número teórico de kanban y contenedores. En la práctica se trata de reducir el número en circulación para mantener en un mínimo los inventarios.

En el cuadro 6.8 se observa el flujo de tarjetas kanban entre dos centros de trabajo. Se muestra un centro de mecanizado que fabrica dos piezas, A y B, las cuales se almacenan en contenedores normales junto al centro de trabajo. Cuando la línea de montaje comienza a usar la pieza A de un contenedor lleno, un empleado toma el kanban de retiro del contenedor y viaja al área de almacenamiento del centro de mecanizado; localiza un contenedor de la parte A, quita el kanban de producción y lo reemplaza por la tarjeta kanban de retiro, lo cual le autoriza mover el contenedor. Entonces se coloca el kanban de producción liberado en un soporte junto al centro de mecanizado, como autorización de trabajo para otro lote de materiales. Las piezas se fabrican en el orden de colocación de las tarjetas en el soporte (los japoneses llaman a esto "colgar kanbans"), lo que transforma al conjunto de tarjetas que están en el soporte en una lista de despacho.⁴

Si resulta que la demanda de la pieza A es mayor que lo planificado pero la demanda de la pieza B es menor que lo planificado, el sistema se autorregula de acuerdo con los cambios, ya que no se pueden construir más piezas que la especificada por las tarjetas kanban en circulación. Es fácil acomodar cambios de 10 a 20% por ser graduales y porque los incrementos son pequeños. De manera similar se amortigua el efecto hacia el inicio de la cadena.

Se emplea el mismo sistema para autorizar envíos de los proveedores. Cuando el cliente y el proveedor utilizan el sistema kanban, el de retiro sirve como documento de envío o liberación del proveedor, mientras que el de producción que se encuentra en la planta del proveedor regula la fabricación del producto.

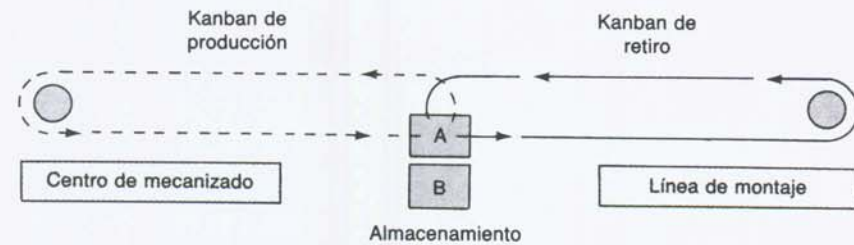
Todo el sistema depende de que cada persona haga lo que está autorizado y siga al pie de la letra los procedimientos. De hecho, los japoneses no emplean coordinadores de producción en el taller y confían sólo en supervisores para asegurar el cumplimiento. La actitud cooperativa de los trabajadores es esencial para su éxito.

Los resultados pueden ser impresionantes. Jidosha Kiki, fabricante de componentes de frenos afiliado a Bendix en Japón, instaló en 1977 el sistema kanban-justo a tiempo, con ayuda de su cliente, Toyota. En sólo dos años duplicaron la productividad, triplicaron la rotación de inventarios y redujeron considerablemente el tiempo extra y las necesidades de espacio. Jidosha Kiki declaró que era un proceso de aprendizaje lento y difícil para sus empleados, aun tomando en cuenta la cultura

⁴ Muchas empresas sólo emplean tarjetas de retiro. En un sistema de una tarjeta, el trabajador de la línea de montaje (o, lo que es más probable, un manejador de materiales) camina al centro de mecanizado con un contenedor vacío y un kanban de retiro; coloca el contenedor en un lugar designado, fija la tarjeta de retiro a un contenedor lleno y lo lleva a la línea de montaje. El trabajador en el centro de mecanizado sabrá que se requiere una reposición. Este sistema es adecuado cuando las mismas personas fabrican diariamente la misma pieza.

CUADRO 6.8

Flujo de dos kanbans



japonesa, porque había que tirar por la ventana todas las viejas reglas empíricas y cambiar ideas muy arraigadas.

Tiempos mínimos de preparación. El método japonés de productividad exige que se produzcan pequeños lotes. Esto es imposible si la preparación de las máquinas tarda horas. Es más, en Estados Unidos se utiliza la fórmula de la cantidad económica de pedido (*EOQ*, *economic order quantity*) para determinar cuánto se debe producir para absorber un tiempo de preparación largo y costoso. (La *EOQ* se analiza en el capítulo 15.)

Los japoneses tienen la misma fórmula, pero la han invertido. En vez de aceptar los tiempos de preparación como números fijos, fijaron los tamaños de lotes (muy pequeños) y trabajaron en la reducción del tiempo de preparación.

Éste es uno de los factores cruciales del método japonés. Su éxito en esta área ha recibido mucha atención. Un número considerable de estadounidenses han ido a Japón para observar cómo en 10 minutos un equipo de operadores cambia una prensa de 800 toneladas; compare estos datos con los de Estados Unidos, que se muestran en el cuadro 6.9. El objetivo de los japoneses es lograr tiempos de preparación de un solo dígito (es decir, menores de 10 minutos) para cada una de las máquinas de sus fábricas. No sólo se refieren a cosas de gran tamaño, como una prensa, sino también a pequeñas máquinas de moldeado y máquinas herramientas comunes.

Es fácil lograr una reducción del tiempo de preparación si se enfoca desde la perspectiva de la ingeniería de métodos. Los japoneses separan el tiempo de preparación en dos categorías: *interna* (actividades que deben hacerse cuando la máquina está detenida), y *externa* (actividades que pueden hacerse mientras la máquina funciona). Las cosas sencillas, como la fijación de troqueles a causa de un reemplazo, corresponden a la categoría externa, que en promedio representa la mitad del tiempo de preparación.

También se puede lograr otra reducción del 50% con la aplicación del estudio y la práctica de tiempos y movimientos. (No es raro que un equipo de preparación japonés pase todo un sábado practicando cambios.) Es común ver dispositivos de ahorro de tiempo, como pernos articulados, plataformas rodantes y ménsulas plegables para andamiajes temporales de troqueles, todos ellos artículos de bajo costo.

CUADRO 6.9

Minimización del tiempo de preparación:
Comparación de una prensa de 800 toneladas para la fabricación de guardabarros, y una cubierta de motor

	Toyota	Estados Unidos	Suecia	Alemania
Tiempo de preparación	10 minutos	6 horas	4 horas	4 horas
Preparaciones por día	3	1	—	1/2
Tamaño de lote	1 día*	10 días	1 mes	—

* Para artículos de baja demanda (menos de mil por mes), hasta siete días.

CUADRO 6.10

Resultados de la reducción de tiempo de preparación en JKC

Tiempo de preparación	PORCENTAJE DE REDUCCIÓN		
	1976	1977	1980
>60 minutos	30%	0%	0%
30-60 minutos	19	0	0
20-30 minutos	26	10	3
10-20 minutos	20	12	7
5-10 minutos	5	20	12
100 segundos-5 minutos	0	17	16
<100 segundos	0	41	62

Sólo entonces es necesario gastar sumas mayores, para reducir el último 15%, en cosas como el posicionamiento automático de troqueles, de travesaños rodantes y de soportes de herramientas duplicados. Así, se puede eliminar el 90% o más de los tiempos de preparación, si lo deseamos.

Haciendo referencia una vez más a Jidosha Kiki Corporation, el cuadro 6.10 muestra el avance de la compañía en sólo cuatro años. Estos datos se relacionan con todas las máquinas de la fábrica. Es interesante que, mientras nosotros nos asombramos al ver que dos terceras partes del equipo se pueden cambiar en menos de dos minutos, ¡a la compañía le avergüenza que se requieran más de diez minutos para el 10% del equipo!

Los ahorros en el tiempo de preparación se usan para aumentar el número de lotes producidos, lo que ocasiona una reducción de los tamaños de lote. Esto hace factible la producción justo a tiempo, lo que a su vez hace práctico el sistema de control kanban. Todas las piezas encajan.

Respeto por las personas

El segundo principio que guía a los japoneses, junto con la eliminación de los desperdicios, es el respeto por las personas. Este principio también tiene siete elementos básicos:

1. Empleo para toda la vida.
2. Sindicatos.
3. Actitud hacia los trabajadores.
4. Automatización y robótica.

5. Dirección participativa.
6. Redes de subcontratistas.
7. Círculos de calidad.

Empleo para toda la vida. Se ha escrito mucho acerca del concepto japonés del empleo para toda la vida. Cuanto se contrata a un japonés para un puesto permanente en una de las principales empresas industriales, tiene empleo para toda la vida (o hasta llegar a la edad de la jubilación) en esa compañía, siempre que trabajen con diligencia. Si las condiciones económicas son difíciles, la compañía mantiene la nómina casi hasta el punto de quebrar. No obstante, debemos comprender que estas prestaciones sólo se aplican a los trabajadores permanentes, que constituyen una tercera parte de la fuerza de trabajo en Japón. Lo importante de este concepto son sus repercusiones. Cuando las personas consideran a una compañía como el lugar donde trabajarán toda su vida, no sólo como un lugar temporal donde recibirán un cheque, tienden a ser más flexibles y harán todo lo que puedan para ayudar a alcanzar los objetivos de la compañía.

Sindicatos. El general Douglas MacArthur introdujo en Japón el concepto de sindicato durante el periodo de reconstrucción posterior a la Segunda Guerra Mundial. Sin duda, tenía en mente el concepto de gremio, pero no lo vieron así los japoneses. Los trabajadores de Toyota se preocupaban por Toyota; en realidad no se identificaban con los empleados de otras fábricas de automóviles del resto del país. Su identificación no se basaba en el tipo de trabajo que hacían, sino en la compañía para la cual trabajaban. Así, Toyota formó un sindicato que incluía a todos sus trabajadores, sin importar su oficio. El objetivo del sindicato y de la gerencia era lograr la máxima salud de la compañía para que se acumularan de manera segura y compartida las prestaciones para los trabajadores. De esta forma la relación era de cooperación, no de enfrentamiento.

El sistema japonés de compensaciones apoya estos objetivos, ya que se basa en bonos que dependen del desempeño de la compañía. En las compañías japonesas, todos los empleados reciben un bono dos veces por año. En las buenas temporadas el bono es elevado (hasta del 50% de sus salarios), mientras que en las temporadas malas es posible que no exista ningún bono. Como resultado de todo esto, los empleados piensan: "Si a la compañía le va bien, a mí me va bien", lo que es muy importante a la hora de solicitar la ayuda de los trabajadores para mejorar la productividad.

Actitud hacia los trabajadores. También es decisiva la actitud de la gerencia hacia los trabajadores. Los japoneses no consideran a las personas como máquinas humanas. Es más, consideran que si una máquina puede realizar un trabajo, entonces *no debe* hacerlo una persona, ya que no sería digno de ella. En Estados Unidos todos creen en el valor de los seres humanos, pero no siempre lo practican en el taller. Un concepto afín establece que si los trabajadores realmente son tan importantes como personas, entonces hay que creer que pueden hacer mucho más de lo que actualmente se les permite hacer. Lo normal es que tengamos que ver a la gente trabajar durante un periodo antes de aceptar que son competentes.

Los japoneses dicen: "Lo que hacen ahora los trabajadores es sólo una muestra de su capacidad. Debemos darles la oportunidad para hacer más". De esta manera, hay una tercera actitud, la más importante, que requiere que el sistema de dirección brinde a cada trabajador la oportunidad de mostrar el máximo de sus capacidades. Estos conceptos no sólo se analizan, sino que se llevan a la práctica, y los japoneses gastan más en capacitación y en educación de los empleados (a todos los niveles) que cualquier otra nación industrializada.

Automatización y robótica. Cuando la gente se siente segura, se identifica con la compañía y cree que tiene la oportunidad de desplegar todos sus talentos; no considera que la automatización y la robótica sean una medida de recorte de personal, sino una manera de eliminar trabajos tediosos para que las personas puedan hacer cosas más importantes. Los empresarios han efectuado inversiones de capital considerables en estas áreas. Lo interesante es que Japón ha destinado una tercera parte de su producto interior bruto a inversiones de capital durante los últimos veinte años; Estados Unidos, en el mismo periodo, ha invertido sólo el 19%.

Para la automatización, los japoneses invirtieron primero en mejoras a bajo costo en el equipo existente o normal, por medio de algunas estrategias ingeniosas. Respecto del área de bienes de producción, se han concentrado en los robots programables. Un estudio reciente muestra que Japón tiene aproximadamente cinco veces más robots programables (algunos de ellos bastante sencillos) que Estados Unidos. Incluso, muchos se fabricaron en Estados Unidos; una vez más, exportaron su tecnología a Japón, donde se usó para fabricar productos que competirían con los de Estados Unidos. Hoy en día, Japón construye sus propios robots a paso veloz y es el principal productor y usuario de ellos en el mundo. (Un estudio publicado el 19 de junio de 1984 por el *Japan Economic Journal*, reveló que las ventas previstas para 1984 de los veinte principales productores de robots de Japón eran cercanas a las 100 000 unidades.)

Los japoneses creen sinceramente que los robots liberan a la gente para que realice tareas más importantes; por esto, es mínima la resistencia de los trabajadores a su implantación. Es más, ellos hacen todo lo posible para determinar qué trabajos son más aburridos y cómo pueden eludirse porque saben que la compañía les encontrará algo mejor y más interesante.

Dirección participativa. Esta especie de confianza mutua es una muestra del estilo de dirección que los japoneses llaman *dirección participativa*; también se conoce como *dirección por consenso* o *dirección por comités*. Es algo innato los japoneses, pues han crecido con la idea de que el grupo es más importante que el individuo. Tome en cuenta que en Japón viven más de 124 millones de personas en un pequeño grupo de islas con una superficie de 369 000 km², 80% de la cual es montañosa. En estas circunstancias, los ciudadanos deben tener mucho respeto por sus vecinos, pues de lo contrario sería imposible la supervivencia social. Este concepto cultural es ideal en una instalación de manufactura, ya que el proceso requiere que las personas trabajen en conjunto para fabricar un producto. El individuo no puede funcionar independientemente, sin tomar en cuenta a los demás, porque lo único que lograría es perder el ritmo con respecto al resto del grupo y arruinar el proceso.

La dirección participativa es un lento proceso de toma de decisiones. En su lucha por lograr el consenso, que no un compromiso, los japoneses hacen participar a todas las secciones que tengan un interés potencial, hablan mucho acerca del problema, interrumpen con frecuencia el proceso, buscan más información, y continúan intercambiando opiniones hasta que todos estén de acuerdo. Muchas veces se ha criticado la lentitud de este método, pero los japoneses tienen una respuesta interesante.

Ellos dicen: "Ustedes toman una decisión precipitada y luego emplean mucho tiempo para implantarla. Deciden con tal rapidez —sin consultar a todas las personas que se verán afectadas— que al poner en marcha un plan encuentran obstáculos imprevistos. En nuestro sistema, tardamos mucho para tomar una decisión, pero muy poco para implantarla, ya que al llegar a una conclusión todos han expuesto su punto de vista".

Una de las claves de la dirección participativa es que se toman las decisiones al nivel más bajo posible. En esencia, los empleados identifican un problema, encuentran una posible solución en conjunto con sus colegas y después hacen recomendaciones al siguiente nivel de la gerencia. Éstos hacen lo mismo y formulan la siguiente recomendación para el nivel superior. Así sigue y todos participan. El resultado: la alta gerencia de las compañías japonesas toma muy pocas decisiones de carácter operativo y se dedican casi de lleno a la planificación estratégica. No obstante, es muy difícil utilizar la dirección participativa en una organización de manufactura grande y compleja. Ésta es otra causa de que los japoneses construyan fábricas especializadas.

Redes de subcontratistas. La naturaleza especializada de las fábricas japonesas ha alentado el desarrollo de una enorme red de subcontratistas; la mayoría de éstos tienen menos de 30 empleados. Más del 90% de las compañías japonesas forman parte de la red de proveedores, la cual tiene muchos niveles porque hay muy poca integración vertical en las fábricas.

Existen dos tipos de proveedores: los especialistas en un campo, que atienden a varios consumidores (muy parecido a los proveedores en Estados Unidos) y los cautivos, que por lo general fabrican una pequeña variedad de piezas para un solo cliente; éste es el tipo predominante en Japón. Por supuesto, la idea de tener un proveedor único se opone por completo a la de emplear varios, que prevalece en Estados Unidos. En Japón, los negocios con un proveedor único funcionan bien porque las relaciones se basan en una enorme confianza mutua; ellos pretenden establecer acuerdos a largo plazo entre clientes y proveedores. Los estadounidenses que hacen tratos comerciales con compañías japonesas saben que las primeras etapas de negociación implican una compleja ceremonia de conocimiento mutuo, para determinar si existe el potencial para una relación a largo plazo. Los empresarios japoneses casi nunca se interesan por una compra única, esto es distinto de nuestras costumbres.

Los proveedores japoneses se consideran parte de la familia de sus clientes. Con frecuencia se invita a los principales proveedores a las reuniones de la compañía, como días de campo o fiestas. A cambio, los proveedores entregan piezas de alta calidad muchas veces al día, en ocasiones directamente a la línea de montaje del cliente, sin recepción ni inspección. En un caso típico, el camión del proveedor llegaría puntualmente a cierta hora, el conductor descargaría el camión, llevaría las

piezas a la fábrica y las entregaría a determinada estación de la línea de montaje, depositaría las partes, recogería los contenedores vacíos, los cargaría en el camión y se iría, sin interferencias. No hay recepción, ni inspección de entrada, no hay papeles ni demoras. Es un sistema casi libre de papeleo que se basa en la confianza mutua.

Como muchos de los proveedores son pequeños y carecen de capital, los clientes japoneses les entregan dinero por adelantado para financiarlos, de ser necesario. Los ingenieros de proceso y el personal de control de calidad del cliente ayudan a los proveedores a mejorar su sistema de manufactura y a cumplir con las estrictas normas de calidad y de entrega que les imponen. También se trabaja para que los proveedores reduzcan el costo de su proceso de producción y aseguren su rentabilidad. Sin embargo, cuando entran en un periodo económico bajo, los clientes realizan más del trabajo que antes compraban, para proteger a su fuerza de trabajo. Los proveedores son empresas pequeñas y no tienen las garantías de empleo para toda la vida que sí poseen las compañías mayores; ellos lo saben y aceptan el riesgo.

Círculos de calidad. Otra técnica interesante, que en Estados Unidos ya muchos conocen, es la de los círculos de calidad. Los japoneses la llaman *actividades de mejora de pequeños grupos* (SGIA, *small group improvement activities*). Un círculo de calidad es un grupo de empleados voluntarios que se reúnen una vez por semana para discutir su función y los problemas que identifican; tratan de encontrar soluciones y las proponen a la gerencia. Un supervisor o trabajador de producción puede dirigir al grupo, que por lo general incluye a personas de la misma disciplina o área de producción, como el personal de la línea de montaje A o del departamento de torneado. También puede ser multidisciplinario: por ejemplo, el personal que entrega materiales a un departamento y los ingenieros industriales de éste. Pero tiene que dirigirlo alguien entrenado como líder de grupo. Los líderes actúan como moderadores, y cada uno puede coordinar las actividades de varios círculos de calidad. Westinghouse Electric Corporation, por ejemplo, tiene 275 círculos de calidad y unos 25 moderadores.

El concepto funciona porque se trata de un foro abierto, aunque se requiere tener habilidad para evitar que la reunión se convierta en una sesión de quejas; aquí entran en juego los líderes de grupo entrenados para que los participantes no se salgan del tema. Un dato interesante es que sólo una tercera parte de las propuestas que se generan tienen que ver con la calidad; más de la mitad se relacionan con la productividad. Es sorprendente la cantidad de buenas ideas que conciben estos empleados, motivados para contribuir a la rentabilidad y la mayor productividad de sus compañías. Los círculos de calidad son realmente una manifestación del método de dirección por consenso, participativa, pero se limitan a estos pequeños grupos.

Notas adicionales de los autores: Posibilidad de aplicación de los conceptos japoneses a las fábricas estadounidenses

De las 14 técnicas que se describen en el libro de Wantuck, las siguientes presentan mayor dificultad para implantarse en Estados Unidos:

- Empleo para toda la vida, sindicatos de la compañía y redes de subcontratistas. Todos estos conceptos se basan en la cultura japonesa o en relaciones económicas que no prevalecen en Estados Unidos.
- La actitud hacia los trabajadores y la dirección participativa. Son características propias del estilo de gestión japonés, que sólo serán adecuadas para algunas compañías de Estados Unidos.
- Redes de fábricas especializadas, automatización y robótica. Es obvio que pueden aplicarse en las compañías estadounidenses, pero en la actualidad son grandes decisiones estratégicas y de inversión que toma la alta gerencia. En resumen, pocos gerentes de operaciones pueden influir en estas decisiones a corto plazo.

¿Qué es lo que queda? Según Edward J. Hay, consultor en producción justo a tiempo:

Nos queda un grupo de seis elementos que, en mi opinión, son los más importantes, apropiados y prácticos para el medio estadounidense y están dentro de sus capacidades para implantarlos. Estas técnicas pueden transferirse principalmente porque, de una manera u otra, la mayoría tuvieron su origen en Estados Unidos. Como grupo, forman un poderoso conjunto de técnicas de manufactura y control de calidad, que con frecuencia cada vez mayor se agrupan en el término colectivo de producción justo a tiempo. Por cuestiones de perspectiva, he clasificado estos seis elementos en tres grupos:

1. Actitud.
 - Justo a tiempo (filosofía).
 - Calidad en la fuente.
2. Ingeniería de manufactura.
 - Minimización de tiempos de preparación.
 - Carga uniforme de planta.
 - Tecnología de grupos.
3. Control de la producción.
 - Sistema kanban.

La filosofía del justo a tiempo es el marco que organiza y da significado a los otros cinco elementos. Requiere:

- Producción del mínimo necesario de unidades en las menores cantidades posibles y lo más tarde posible.
- Eliminación de inventarios.⁵

Comparación entre el JIT pragmático y el JIT "romántico"

En los primeros párrafos de este capítulo nos referimos al "gran JIT" y al "pequeño JIT" como dos perspectivas de la producción justo a tiempo. Paul Zipkin presenta dos perspectivas propias, que llama JIT "pragmático" y JIT "romántico". El punto

⁵ Edward J. Hay, *Just-in-Time Production: A Winning Combination of Neglected American Ideas*, East Greenwich, R.I., Edward J. Hay Associates, 1983, pág. 2.

de vista pragmático se centra en los problemas prácticos de la gestión de la fábrica.⁶ Para esto se requiere meter la mano en la caja de herramientas del gerente de ingeniería o de producción y sacar las técnicas que ayuden a reducir los tiempos de preparación, a mejorar la distribución de la planta y el control de la calidad, y a crear diseños más sencillos. Este enfoque pragmático puede ser lento; el proceso de mejora continua puede tardar años. Ohno, el presidente de Toyota a quien se atribuye la creación del JIT, nos da un ejemplo: el tiempo para cambiar un troquel en el proceso de producción se redujo de varias horas a algunos minutos; ¡se necesitaron 25 años para lograr el cambio! Ohno era un pragmático. También lo era Shigeo Shingo,⁷ quien desarrolló formas para reducir los tiempos de preparación, y creó dispositivos como armazones y accesorios, para mejorar la calidad. Muchos de éstos eran sencillos y evitaban errores como la instalación de piezas al revés.

El JIT romántico es una llamada a la acción revolucionaria: "Debemos adoptar el JIT para sobrevivir". Se afirma que el JIT es algo natural y sencillo, sin complicaciones. Se visualiza a la fábrica como si fuera un lugar ideal, sin obstáculos, donde los materiales y los componentes se mueven en perfecta armonía.

Sin embargo, Zipkin cuestiona la universalidad del JIT, al declarar "Si es tan urgente la necesidad del JIT, si son tan manifiestos sus beneficios, ¿quién ha evitado que todos cosechemos los frutos? Como sucede en otros movimientos revolucionarios, éste culpa a distintos villanos por los problemas, las fallas y los errores". ¿Quiénes son estos villanos? ¿Son expertos del personal, con intereses egoístas? ¿Existen en realidad estos villanos? El problema es que la sencillez del JIT no significa que sea fácil de implantar.

6.2 ELIMINACIÓN DE DESPERDICIOS

Aunque pueda parecer una repetición del material que se presentó antes en este mismo capítulo, Kiyoshi Suzaki ofrece un excelente resumen de los tipos de desperdicio.⁸ Cita a Fujio Cho, de Toyota, en su definición del concepto y presenta una lista de siete tipos de desperdicios. Se considera desperdicio "cualquier cosa que no sea la cantidad mínima necesaria de equipo, materiales, componentes, espacio y tiempo del trabajador, que sean absolutamente esenciales para añadir valor al producto". Los siete tipos de desperdicios más importantes son:

1. Sobreproducción.
2. Tiempo de espera.
3. Transporte.
4. Inventario.
5. Procesamiento.

⁶ Paul H. Zipkin, "Does Manufacturing Really Need a JIT Revolution?", *Harvard Business Review*, págs. 40-43, enero-febrero de 1991.

⁷ Shigeo Shingo, *A Study of the Toyota Production System from an Industrial Engineering Viewpoint*, Cambridge, Productivity Press, 1989.

⁸ Kiyoshi Suzaki, *The New Manufacturing Challenge: Techniques for Continuous Improvement*, Nueva York, Free Press, 1987, págs. 7-24.

6. Movimientos.
7. Defectos en productos.

Desperdicio por sobreproducción

La sobreproducción no es un problema tan serio durante las alzas del mercado, pero se convierte en bienes no vendidos durante las bajas. Esto sucede si se adelanta a la producción. Es uno de los peores desperdicios. En la sobreproducción se consumen más materias primas que las necesarias; esto requiere también mayor manejo de materiales, espacio adicional, y otros factores. La sobreproducción también confunde el ambiente, al distraer a los trabajadores, lo que aumenta la confusión acerca de qué debe hacerse primero, etcétera.

Desperdicio por tiempo de espera

La sobreproducción ocasiona excesos en inventario y también tiende a ocultar el tiempo inactivo de los trabajadores. Si éstos sólo producen la cantidad requerida y no se permite que adelanten su trabajo, es evidente su inactividad. De esta manera se pueden emprender las acciones apropiadas o aprovechar su tiempo de otra manera.

También se desperdicia tiempo si la tarea del trabajador consiste en ver cómo funciona una máquina. En vez de emplear en esto a una persona, se puede equipar a la máquina con una alarma o un interruptor de parada automática que se active cuando surja la necesidad de detenerla.

Desperdicio por transporte

El movimiento de materiales es costoso y consume mucho tiempo. Pueden existir oportunidades para que los materiales que llegan se entreguen directamente al lugar de producción, por ejemplo, y no almacenarlos en otro lugar y luego moverlos una segunda vez. También hay que considerar las distancias entre los procesos de producción. Se puede eliminar el desperdicio por transporte con mejoras en la distribución en planta, en la coordinación de procesos, en los métodos de transporte, en la limpieza y en la organización del área de trabajo.

Desperdicios por procesamiento

El método de producción que se usa puede ser una fuente de desperdicios, si hay manera de mejorarlo. Por ejemplo, una operación de troquelado puede requerir otro trabajador que lime y pula las superficies. Si se rediseñara el troquel o se modificara el producto, tal vez no sería necesario el trabajo de acabado. También se podrían cambiar las herramientas y los accesorios para ahorrar tiempo del operador.

Desperdicio por inventario

El exceso de inventario puede tener como causa el primer elemento: la sobreproducción. Esto tiene como consecuencia mayor manipulación, más espacio, costo adicional por intereses, trabajadores adicionales, más papeleo, etcétera. Debe existir un esfuerzo consciente para descartar el inventario obsoleto, utilizar lotes más peque-

ños para la manufactura y las compras, y evitar la programación adelantada con respecto al programa de trabajo.

Desperdicio de movimientos

Los movimientos deben ser eficientes, y las áreas de trabajo deben estar bien diseñadas. El tiempo que se emplea para encontrar una herramienta es un desperdicio. Incluso las caminatas pueden ser un desperdicio que puede corregirse con una nueva disposición de las instalaciones de trabajo.

Desperdicio por defectos en productos

Surgen desperdicios del trabajo de ajuste, de la inspección que puede ser necesaria, del desmontaje de productos, del tiempo desperdiciado por estaciones de trabajo subsecuentes que esperan el producto corregido, del producto si se desecha y, lo que es más importante, del cliente (por garantías, pérdida de ventas potenciales, etcétera).

6.3 CÓMO LOGRAR LA PRODUCCIÓN JIT

Nuestro objetivo en esta sección es explicar cómo se logra la producción JIT. Para estructurar nuestro análisis, seguimos los pasos que se describen en el cuadro 6.11, ampliamos algunas de las ideas que se presentaron en el artículo de Wantuck, y explicamos algunas características que no se analizaron antes. Al recorrer estos pasos, recuerde que hablamos de sistemas de producción *repetitivos*, es decir, de los que fabrican el mismo producto básico una y otra vez. También tome en cuenta que hablamos de las características de un *sistema total*, lo que significa que las acciones emprendidas con respecto a una de las características tendrán repercusiones sobre otras del sistema. Por último, observe que distintas compañías utilizan términos diferentes para describir sus sistemas JIT: IBM utiliza *manufactura de flujo continuo*; Hewlett-Packard Company, *producción sin existencias* en una planta y *sistema de manufactura repetitiva* en otra; muchas otras hablan de *producción frugal*.

Distribuciones en planta JIT y diseño del flujo de proceso

El JIT requiere que se diseñe la distribución de la planta para asegurar un flujo de trabajo equilibrado con un mínimo de trabajo en curso. Esto significa que debemos pensar en cada estación de trabajo como parte de la línea de producción, exista o no una línea física. Se obtiene el equilibrio de la capacidad aplicando la misma lógica que se usa para una línea de montaje, y las operaciones se enlazan por medio de un sistema de arrastre (descrito más adelante). Esto también significa que el diseñador del sistema debe tener una perspectiva de la forma en que se relacionan todos los aspectos de la logística interna y externa del sistema con la distribución de la planta.

Se hace hincapié en el mantenimiento preventivo para asegurar que el flujo continuo del trabajo no se interrumpa con la inactividad de una máquina ni tampoco por causa del mal funcionamiento de la operación debido a la mala calidad de los productos del equipo averiado. Los operadores realizan gran parte de este mantenimiento porque son los responsables de la calidad de los productos que salen de la

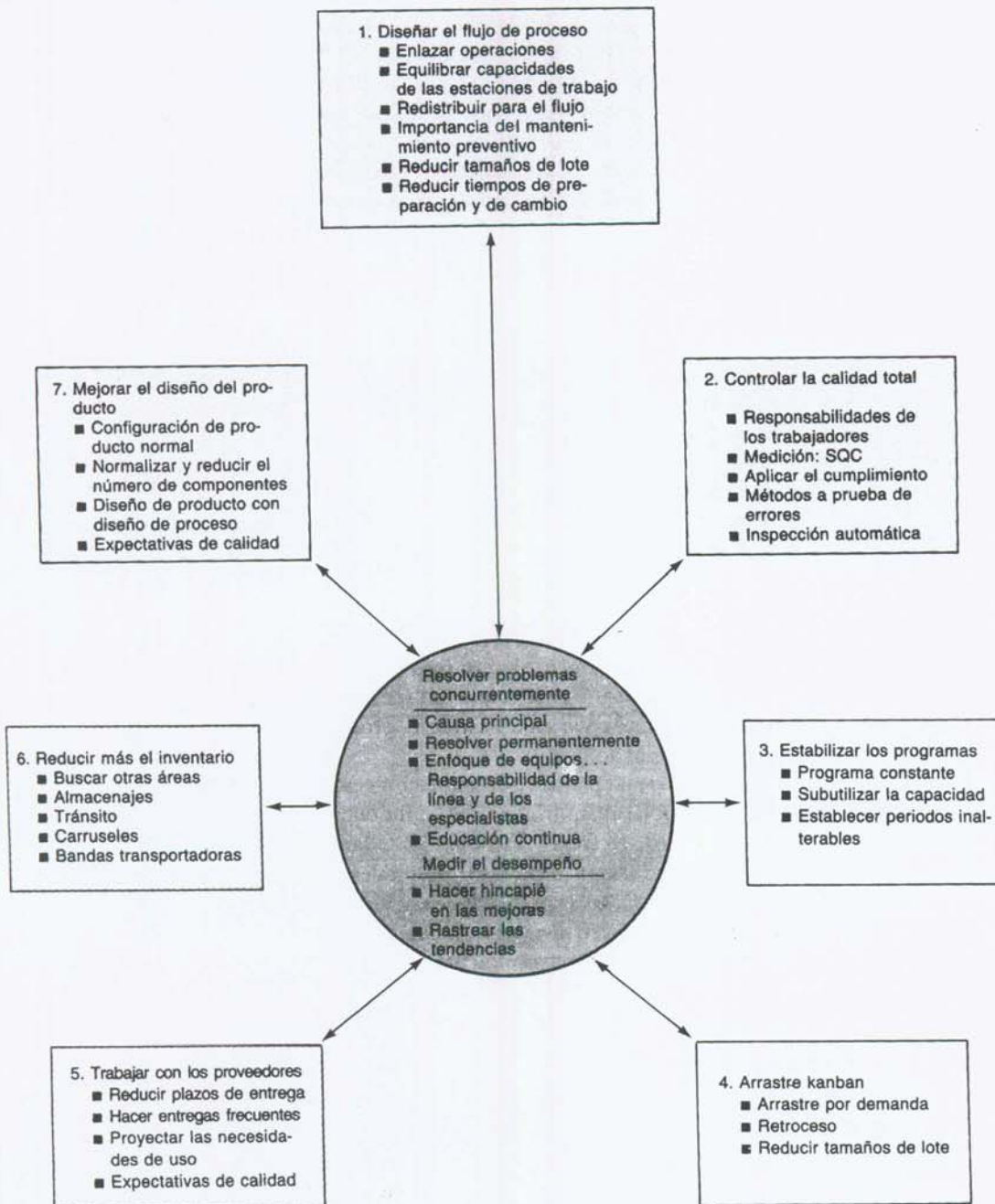
CUADRO 6.

6. Reduci
■ Busc
■ Alme
■ Trán
■ Carr
■ Banc

Este diagrama

CUADRO 6.11

Cómo lograr la producción JIT



Este diagrama se basa en el usado por la planta de Hewlett-Packard en Boise para lograr su programa JIT.

máquina, y porque saben qué problemas presenta ésta, pues la manejan todos los días. Por último, la filosofía del JIT está en favor de utilizar varias máquinas sencillas en vez de pocas complejas, lo que permite a los operadores hacerse cargo de actividades de mantenimiento rutinarias.

La reducción en los tiempos de preparación o de cambio y los tamaños de lotes se relacionan y son decisivos para lograr un flujo regular (y el éxito del JIT, en general). El cuadro 6.12 ilustra la relación fundamental entre el tamaño del lote y el costo de preparación. Con el enfoque tradicional, el tiempo de preparación es una constante y la cantidad económica de pedido tiene el valor de 6. Con el enfoque kanban del JIT, el costo de preparación es una variable y la cantidad óptima de pedido se redujo a 2. Se puede lograr este tipo de reducción empleando los procedimientos de ahorro de tiempo de preparación que se presentaron antes en este capítulo. *El objetivo final del JIT, desde el punto de vista de los inventarios, es obtener una cantidad económica de pedido de 1.*

Aunque en el capítulo 9 veremos con gran detalle los tipos de distribuciones en planta, describiremos brevemente una operación de flujo de línea y una distribución de taller de trabajo para mostrar cómo se puede aplicar el JIT.

Cuando piensan en el JIT, muchas personas imaginan líneas de montaje de gran volumen. Esto se debe a que la mayor parte de la bibliografía y los análisis sobre el tema mencionan distribuciones de línea. Sin embargo, los talleres de trabajo, donde las máquinas se agrupan por funciones, son quizás los que obtienen mayor beneficio de la aplicación del JIT.

En las líneas de fabricación o montaje, el centro de atención es el flujo del producto. El volumen puede ser lo bastante grande, las tareas suficientemente sencillas o los costos suficientemente bajos, para que se puedan disponer juntos, en un flujo sencillo, los recursos que se requieren (personas, máquinas, materiales, etcétera). "Coloque algunas cosas en un extremo, otras conforme avance, y al final tiene un producto terminado."

La mayoría de las plantas de manufactura están organizadas por función o proceso (se agrupan las máquinas similares; los departamentos de pintura, los de tratamiento térmico, etcétera). También abundan las instalaciones de servicio que se organizan por función o proceso: hospitales, universidades, tiendas de departamentos, y otras. La causa principal de este tipo de organización es que las máquinas o los procesos atienden diversas necesidades, y ninguna de éstas tiene el tamaño suficiente para poseer una máquina propia. En este ambiente, el producto o la persona que requiere el servicio tiene que recorrer grandes distancias.

El JIT en una distribución de flujo de línea

El cuadro 6.13 presenta un sistema de arrastre en un flujo de línea sencillo. En teoría, nadie trabaja hasta que el producto sale del final de la línea. Este artículo pudo venderse o usarse en alguna otra parte. Para llenar el hueco que crea la salida de este producto, se arrastra una unidad de reposición de algún lugar situado más arriba en la cadena. En teoría, si en el cuadro 6.13 suponemos que se retiró un artículo del inventario de bienes terminados (F), el empleado va entonces a procesamiento (E) y toma un producto de reposición para llenar el hueco. Como el operador E tiene una política operativa de mantener un número específico de unidades termina-

CUADR

Tri

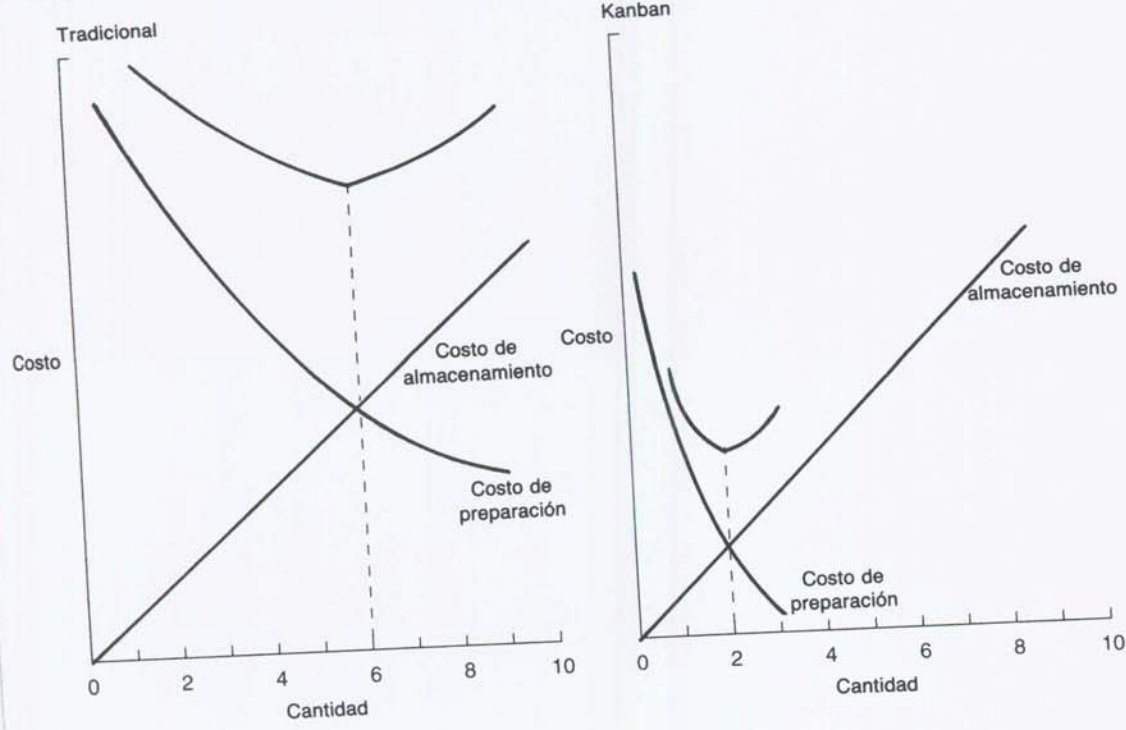
Costo

0

CUAD

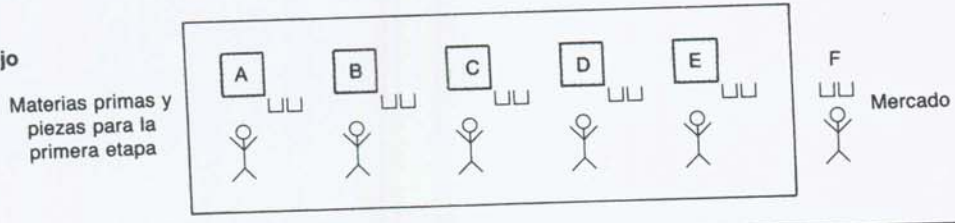
El JIT,
distrib
de líne

CUADRO 6.12



CUADRO 6.13

El JIT en una distribución de flujo de línea



das en la estación de trabajo, regresa entonces por la cadena al proceso D para obtener unidades de reposición para su procesamiento. Este patrón continúa hasta llegar al trabajador A, quien toma materiales del inventario de materias primas o de cualquier otro proceso que preceda a esta línea. Sin embargo, en la práctica, se crea un programa basado en la demanda para terminar los productos, en vez de que el empleado de inventarios F origine la cadena de sucesos. Las reglas operativas son bastante directas: siempre conserve en su estación de trabajo los productos que haya terminado. Si alguien se lleva algo, regrese por la cadena y consiga algo más para trabajar. El trabajo terminado se queda del lado "terminado" de la máquina. No lo hemos mostrado en el cuadro, por cuestiones de claridad, pero los materiales y las piezas pueden provenir de líneas laterales que alimentan a cada estación de trabajo conforme avanza el producto.

El JIT en una distribución funcional (taller de trabajo)

Para que se pueda considerar al JIT como una manera válida de producir bienes, el requisito básico es que exista una necesidad continua por el producto. Esto no significa que se deba fabricar de manera continua en todas las fases de su creación. Se puede producir de manera intermitente, por lotes, en la mayor parte de la secuencia, excepto en el procesamiento o montaje final, que es continuo. Considere una empresa que produce diversos bienes de demanda constante. Para que sea un poco más sencillo, supongamos que las demandas son relativamente constantes todo el año. Digamos que la gerencia decide que la tasa de producción equivalga a la de demanda, de manera que ésta controle la producción permitiéndola solamente cuando se retiren bienes del sistema; es decir, justo a tiempo.

Es posible que el resto del sistema, anterior a esta etapa final, no sea justo a tiempo. Considere los centros de mecanizado, los talleres de pintura, las fundiciones, las áreas de tratamiento térmico y muchos otros lugares por los que pasan las piezas y los componentes antes de llegar a la etapa final. ¿Podemos hacer funcionar estas áreas con la misma lógica de kanban y contenedores que usamos normalmente para el justo a tiempo? Sí, debemos y podemos. (Véase cuadro 6.14.)

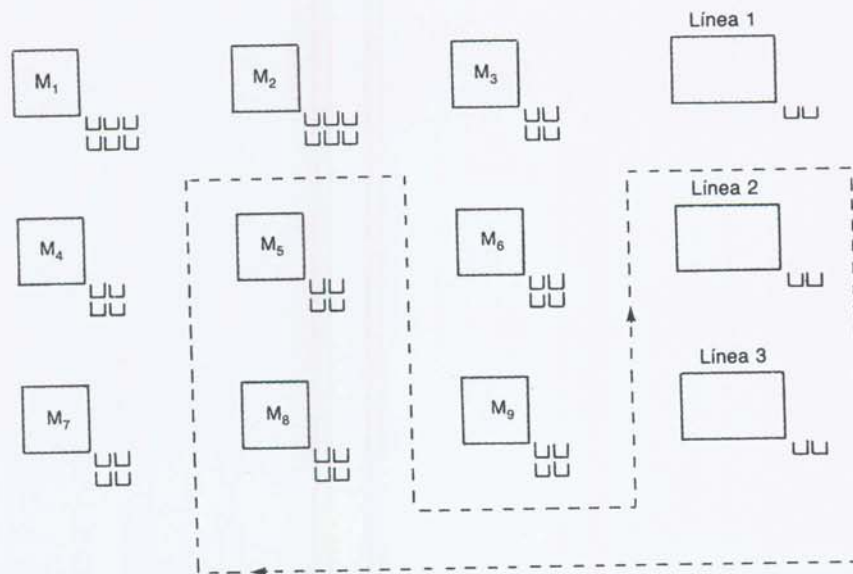
Las piezas y los componentes que se producen en los diversos centros de trabajo se emplean en una variedad de productos finales; por lo tanto, estos centros de trabajo deben tener contenedores terminados para todas las salidas que se destinan a la producción justo a tiempo. Suponga que un centro de trabajo produce diez partes diferentes para productos con la técnica justo a tiempo. Este centro de trabajo debe mantener contenedores de las salidas terminadas de las diez partes para que las recojan los usuarios que las necesitan. Si se organiza de esta manera gran parte de la instalación, sería conveniente contar con un vehículo de manejo de materiales que haga rondas periódicas por la instalación, por ejemplo cada hora. El vehículo y su operador se detendrían en las estaciones de montaje justo a tiempo y en los centros de mecanizado y recogerían contenedores vacíos (y sus tarjetas de producción o movimiento, si se emplean), para luego dejarlos en los centros de trabajo que se ubican antes en la cadena y recoger contenedores llenos. Si se utilizan rutas periódicas de manejo de materiales, el sistema opera justo a tiempo con sus kanbans de producción, movimiento o retiro.

CUADRO

El JIT en la distribución funcional (taller de trabajo)

CUADRO 6.14

El JIT en una distribución de taller de trabajo donde se muestra la ruta del vehículo de manejo de materiales que conecta los centros de mecanizado y las operaciones de línea



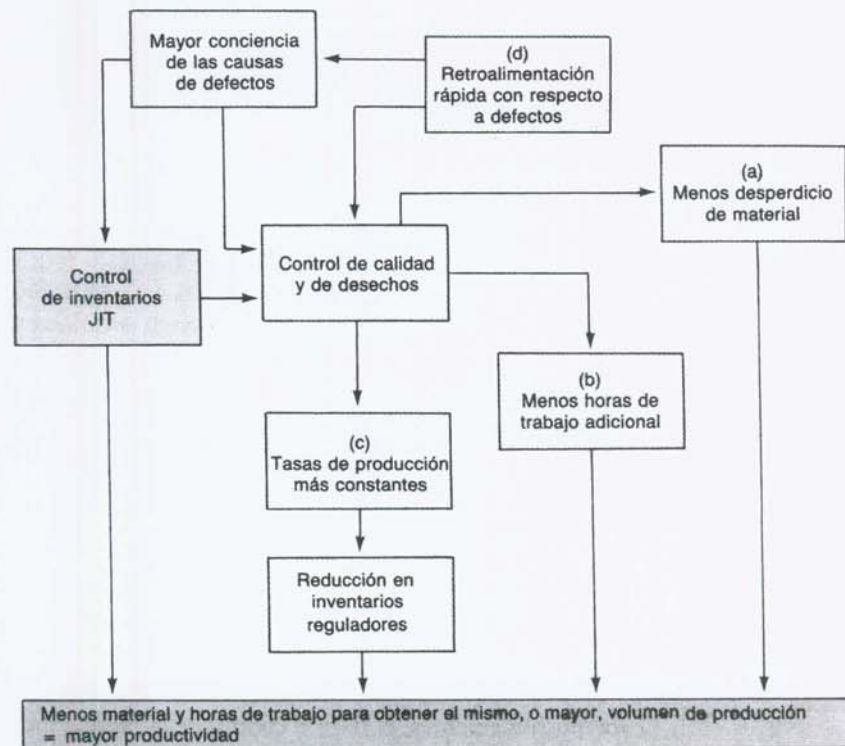
Control de la calidad total

Para muchos gerentes, el JIT y el control de la calidad total están ligados, por buenas razones. De manera consistente con lo que se mencionó en el capítulo anterior, **control de la calidad total** significa "incorporar" la calidad, *no* "inspeccionarla". También significa que el personal de la planta es responsable de mantener la calidad, no "el departamento de control de calidad". Cuando los empleados asumen esta responsabilidad, se permite que el JIT trabaje a su nivel óptimo, ya que sólo pasan buenos productos por el sistema. El resultado es: alta calidad y alta productividad. El cuadro 6.15 muestra esta sutil relación.

El control estadístico de calidad emplea métodos sencillos (diagramas de control, principalmente) para supervisar *todos* los aspectos de un sistema de producción. Si están bajo control todos los aspectos de un proceso de producción (materias primas, variación de máquinas, etcétera), podemos suponer que es bueno el producto que sale del proceso. Cuando se producen artículos en pequeños lotes, como en el sistema kanban, puede reducirse la inspección a sólo dos unidades: la primera y la última. Si están perfectas, se supone que también están perfectas todas las unidades intermedias.

Estabilización del programa

Para la manufactura repetitiva eficiente se requiere un programa de actividades constante durante un periodo bastante largo. (La longitud depende de varios factores, pero de dos en especial: si la empresa opera para satisfacer pedidos o para generar existencias, y la gama de productos que ofrece.) Como señala Robert Hall:

CUADRO 6.15**Relación entre el JIT y la calidad**

Fuente: Richard J. Schonberger, "Some Observations on the Advantages and Implementation Issues of Just-in-Time Production Systems", *Journal of Operations Management* 3, núm. 1, pág. 5, noviembre de 1982.

Un programa constante requiere que el material se incorpore al montaje final de acuerdo con un patrón suficientemente uniforme para permitir que los diversos elementos de producción respondan a las señales de arrastre. Esto no significa que el uso de todas las partes de la línea deba ser idéntico todas las horas, todos los días; sino que haya un sistema de producción equipado con configuraciones flexibles y una cantidad fija de material en los conductos capaz de responder.⁹

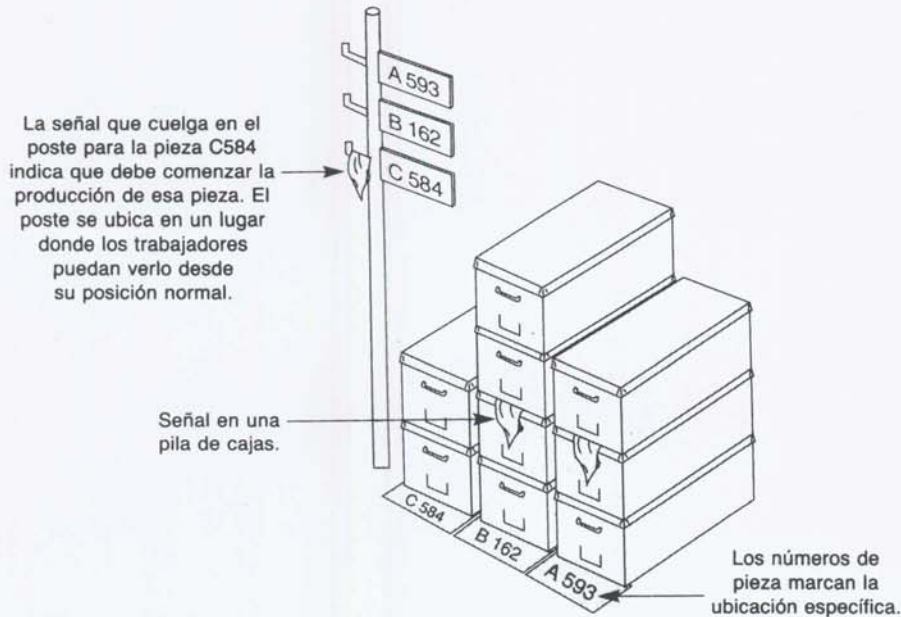
El término *periodo inalterable* se refiere a un periodo durante el cual no puede cambiarse el programa.

Quizás el tema más controvertido del JIT es la subutilización (o el exceso de uso) de la capacidad, que es realmente el costo que se presenta al eliminar los inventarios como reguladores del sistema. En la manufactura tradicional, se usan existencias de seguridad y entregas anticipadas como protección contra deficiencias en la pro-

⁹ Robert H. Hall, *Zero Inventories*, Homewood, Ill., Dow Jones-Irwin, 1983, pág. 64.

CUADRO 6.16

Diagrama de un punto de almacenamiento de salida con señal de advertencia



Fuente: Robert Hall, *Zero Inventories*, Homewood, Ill., Dow Jones-Irwin, 1983, pág. 51.

ducción debidas a mala calidad, a averías en las máquinas y a cuellos de botella no previstos. Con el JIT, la protección es el exceso de trabajo y de máquinas. Sin embargo la capacidad excesiva de fuerza de trabajo y de equipo muchas veces es más barata que los excesos en inventarios. Además, puede dedicarse la fuerza de trabajo excesiva a otras actividades en los periodos en que no se le requiere para la producción directa. Así mismo, el bajo costo de inactividad de las máquinas relativamente baratas preferidas por los productores JIT, hace que la utilización de éstas sea un aspecto secundario para muchas empresas. Por último, muchas veces la capacidad excesiva es cuestión de diseño, ya que se espera que los trabajadores tengan tiempo al final de sus turnos para reunirse en sus grupos de trabajo, limpiar sus estaciones de trabajo y considerar posibles mejoras.

Arrastre kanban

La mayoría de las personas consideran a los sistemas JIT como sistemas de arrastre, donde los usuarios toman o se hacen llevar material a medida que lo necesitan.¹⁰ Uno de los dispositivos que se usan para señalar la necesidad de más partes es el

¹⁰ Como señala Hall, citando a un supervisor de planta: "Nunca se hace algo y se *envía* a alguna parte. Alguien tiene que venir por ello". *Ibid.*, pág. 41.

kanban de producción. Observe que la señal que se envía se refiere a un lote de tamaño normal en un contenedor normalizado, no a "algunas partes".

Algunas de las señales tipo kanban que se usan para iniciar la producción son:

"Oye, Pepe, fabrica otra pieza."

Una luz que titila en un centro de trabajo, para indicar que se necesitan más piezas.

Una señal que cuelga de un poste cercano a las estaciones de trabajo. (Véase Cuadro 6.16.)

Por lo general, los sistemas de arrastre inician con un programa maestro de montaje que especifica el programa de montaje final. Al referirse a éste, los programadores y planificadores de materiales pueden ver los días del mes en que se necesitará cada pieza. Ellos determinan cuándo programar las entregas de los proveedores o la manufactura interna de piezas, restando el número de días necesarios a las fechas de montaje final. Así, básicamente, el programa de montaje final provoca el arrastre por el sistema, mientras que los kanban controlan el flujo.

¿Cuántas tarjetas kanban deben usarse? Pueden existir sistemas de dos tarjetas, de una o ninguna. Presentamos las reglas para los sistemas de dos tarjetas y de una tarjeta que Hall ha descrito muy bien.¹¹

Las reglas para un sistema de dos tarjetas son sencillas, pero muy estrictas:

Una tarjeta, sea de movimiento [o de retiro] o de producción, representa un contenedor normal para un tipo de pieza, y en cada contenedor entra el mismo número de piezas.

En cuanto se comience a tomar piezas de un contenedor normal en su lugar de uso, se desprende la tarjeta de movimiento del contenedor y se regresa a la operación proveedora como autorización para que traigan otro contenedor con el mismo tipo de pieza.

Los contenedores con piezas deben esperar la recolección en lugares claramente señalados junto a la operación proveedora. Cuando se toma un contenedor lleno, se desprende la tarjeta de producción y se deja en el punto de suministro. Se coloca la tarjeta de movimiento en el contenedor lleno y se lleva al punto de uso.

La tarjeta de producción que se deja atrás es la autorización para que la operación proveedora fabrique otro contenedor normal de la misma pieza y lo deje en el mismo lugar de salida, con la tarjeta de producción, lista para recogerse.

Este sistema de control de material reemplaza exactamente lo que se ha consumido, y nada más. El sistema de dos tarjetas es en realidad una de las maneras más complejas de controlarlo. Si dos operaciones están a la vista una de otra, no se requieren tarjetas, sólo una fuerte restricción del inventario entre ellos. Esto se puede lograr marcando un espacio llamado *cuadro kanban* entre las operaciones. Si los cuadros están vacíos, los trabajadores los llenan, pero no dejan artículos adicionales.

Un sistema de una sola tarjeta utiliza únicamente la tarjeta de movimiento. Para restringir la cantidad de piezas en el lugar especificado para su recogida, bastan las restricciones de espacio o límites visibles. Si las tarjetas de movimiento se fijan a

¹¹ Robert W. Hall, *Attaining Manufacturing Excellence*, Homewood, Ill., Dow Jones-Irwin, 1987, págs. 91-94.

los contenedores, los contenedores vacíos sirven, a su regreso, como la señal para llenarlos.

También se pueden enviar electrónicamente las señales de reabastecimiento a la operación proveedora, para ahorrar tiempo. Pero hay que tener cuidado, pues gran parte del valor del sistema kanban es su sencillez.

Retroceso es un término que se usa para designar la forma en que se controlan las piezas componentes en un sistema de arrastre. En vez de registrar cada pieza diariamente para cada trabajo, los sistemas JIT revisan periódicamente la lista de materiales, digamos una vez por mes, y calculan cuánto de cada pieza debió destinarse al producto final. Así se elimina una gran actividad de recopilación de datos en el taller y se reduce aun más el trabajo de dirección de la producción.

En un sistema de arrastre, la reducción de tamaños de lote significa eliminar el inventario entre etapas. Hay varias maneras de lograrlo: equilibrando las operaciones para que sólo se usen dos contenedores kanban, en vez de tres; acercando las estaciones de trabajo para reducir el tiempo de tránsito; automatizando procesos que tienen alta variación; y, por supuesto, haciendo entregas justo a tiempo.

Trabajo con los proveedores

Todos los temas de esta categoría que se presentan en el cuadro 6.11, con excepción de "proyectar las necesidades de uso", ya se analizaron previamente. La *proyección de necesidades de uso* significa que se proporciona a los proveedores un panorama a largo plazo de la demanda de sus sistemas de producción y distribución; esto les permite desarrollar programas constantes de producción.

Mayor reducción del inventario

Los almacenamientos, los sistemas de tránsito, los carruseles y las bandas transportadoras son lugares donde se conserva material; por consiguiente, son los blancos para las tareas de reducción de inventarios. Muchas veces surge un acalorado debate a la hora de eliminarlos. Una de las razones es que muchas veces las ubicaciones de inventario son el resultado o el foco de un esfuerzo de mejora de inventarios que ha mostrado buenos resultados comparado con el sistema que se usaba antes. Es poco probable que las personas que participaron en este trabajo apoyen de inmediato la eliminación de algo que ha funcionado.

Mejora del diseño del producto

Las configuraciones normalizadas de productos y la inclusión de menos piezas, normalizadas, son elementos importantes para el diseño de buenos productos para el JIT. Cuando el objetivo es establecer un proceso rutinario sencillo, hay que estudiar con cuidado cualquier cosa que reduzca la variación en el artículo final o en los materiales que lo componen.

Por diseño de proceso con diseño de producto se entiende la participación, en las primeras etapas, de los diseñadores del producto, de los diseñadores del proceso y de la manufactura, que ya se analizó en el capítulo 3. Además de mejorar la posibilidad de fabricación de un producto, esta interacción ayuda al procesamiento de cambios de ingeniería para un producto, que pueden afectar considerablemente el proceso de producción y alteran las especificaciones del producto, lo que puede re-

querir nuevos materiales, nuevos métodos o incluso nuevos programas de trabajo. Para minimizar estas consecuencias, muchos productores JIT introducen sus cambios de ingeniería por lotes, en secuencia perfecta con el programa de producción, en vez de hacerlos uno a uno, como se hace por lo general en la manufactura tradicional. Aunque parece obvio y sencillo el uso de lotes, requiere mucha coordinación y el deseo de retrasar lo que puede ser un conjunto de cambios importantes en el diseño del producto a cambio de mantener la estabilidad de la producción.

Resolución concurrente de problemas y medición del desempeño

La aplicación del JIT no es algo que sucede de la noche a la mañana, sino un sistema evolutivo que busca continuamente la manera de mejorar la producción. La mejora surge al considerar los problemas como retos, no como amenazas, que pueden resolverse si se aplica el sentido común y un análisis riguroso y detallado.

Las técnicas para resolver problemas son básicamente métodos de mejora continua, descritos con detalle en el capítulo 17. Por resolución eficaz de los problemas se entiende una solución permanente. Como el JIT requiere un esfuerzo de equipo, los problemas se tratan en un contexto grupal. Se espera que el personal de apoyo se encuentre con frecuencia en el área de trabajo, y en algunas compañías se espera que lleguen media hora antes que los trabajadores de producción para asegurar que todo esté en orden, con lo que se evitan problemas.

La educación continua es indispensable para que el sistema no se estanque. Aunque el JIT cuesta poco en adquisición de equipo, se necesita una inversión considerable para capacitar a las personas de todos los niveles de la organización en los aspectos que exige el sistema y en la manera en que ellos encajan en él.

Varias mediciones del desempeño permiten observar el número de procesos y prácticas que se han cambiado para mejorar el flujo de materiales y reducir la cantidad de trabajo, así como el grado en que esto se ha logrado. Si los procesos mejoran con el tiempo en su aspecto físico, se obtienen costos menores. Según Hall, es probable que a un jefe de departamento de un sistema JIT japonés se le evalúe con base en los siguientes factores:

1. Tendencias de mejora, que incluyen el número de proyectos emprendidos, tendencias en costos y productividad. La productividad se mide como:

$$p = \frac{\text{Medición de los resultados del departamento}}{\text{Total de empleados (directos + indirectos)}}$$

2. Tendencias de calidad, que incluyen reducciones en tasas de defectos, mejora de la capacidad del proceso y mejoras en los procedimientos de calidad.
3. Operación constante y provisión de partes cuando otros las necesitan.
4. Tendencias en los niveles de inventario del departamento, es decir, velocidad de flujo.
5. Estar dentro del presupuesto de gastos.

6. Desarrollar las habilidades de la fuerza de trabajo, versatilidad, participación en cambios y espíritu de equipo.¹²

6.4 ALGUNOS ASPECTOS TÉCNICOS RELACIONADOS CON EL KANBAN

El kanban como sistema de inventarios de punto de reorden o como sistema de cantidad fija de pedido

Tanto los sistemas kanban como los de cantidad fija de pedido o de punto de reorden son sistemas reactivos. Ambos están diseñados para reabastecer el inventario tan pronto como se agote, no para anticiparse a los pedidos. Además, ambos suponen una revisión constante, puntos de reorden determinados y cantidades fijas de reabastecimiento. En los dos sistemas, el comportamiento del inventario es idéntico, con la única excepción de que en el sistema kanban el patrón de uso es irregular. La razón de esto es que, a diferencia del sistema de cantidad fija de pedido donde las piezas se extraen de una en una, el kanban extrae una cantidad fija en contenedores de tamaño normal; éstos, a su vez, definen el tamaño del lote, por lo que se llega a un punto de reorden cada vez que se retira un contenedor.

Si los dos sistemas son tan similares, ¿por qué el kanban ha funcionado tan bien y el sistema de cantidad fija de pedido por lo general ha fracasado? La respuesta es que la dirección japonesa ha logrado estructurar un ambiente de manufactura que lleva a la operación kanban. La mayor contribución de la dirección japonesa (en lo que se refiere a control de inventarios) es la administración de la demanda y la administración del tiempo de terminación, dos características implícitas en nuestro análisis del JIT.

El JIT y la contabilidad de costos

Los sistemas de contabilidad de costos se han centrado en el personal directo desde que surgió la Revolución Industrial; sin embargo, en el JIT (y la administración integrada por computador) dominan los costos generales, que con frecuencia son 20 veces mayores que los del personal directo. Además, con el empleo permanente, hay características —como los trabajadores que mantienen su propio equipo y otras mediciones— que hacen confusa la diferencia entre el personal directo y el indirecto para la asignación de costos. Hewlett-Packard reconoce esta situación y ha eliminado la categoría de costo para el personal directo; ahora usa solamente "personal".

En este momento parece que la principal diferencia entre la contabilidad de costos tradicional y la del JIT es la aplicación de costos generales sobre la base del tiempo que está el producto en el sistema (tiempo de ciclo) en vez de las horas de maquinaria o el personal directo.¹³

¹² Ibid., págs. 254-255.

¹³ Mohan V. Tatikonda, "Just-in-Time and Modern Manufacturing Environments: Implications for Cost Accounting", *Production and Inventory Management Journal* 28, núm. 1, págs. 1-5, 1988.

6.5 EXPERIENCIAS DE ALGUNAS COMPAÑÍAS CON EL JIT

El cuadro 6.17 presenta un resumen de las experiencias de cinco de las principales compañías de Estados Unidos que han instalado el JIT y el TQC (control de la calidad total). Como puede verse, es muy positivo el efecto en las valoraciones de resultados de estas compañías. También se han informado resultados similares en empresas europeas. Por ejemplo, un estudio de 80 plantas de Europa presenta los siguientes beneficios del JIT:

1. Una reducción promedio del 50% en inventarios.
2. Una reducción en el tiempo de transformación del 50 al 70%
3. Reducción de hasta 50% en los tiempos de preparación sin inversiones considerables en planta y equipo.
4. Un aumento del 20 al 50% en la productividad.
5. Un promedio de menos de nueve meses para recuperar la inversión en el JIT.¹⁴

Son muchas las historias de éxitos que aparecen en las revistas de control de la producción; sin embargo, esto no quiere decir que la implantación del JIT esté libre de problemas. El cuadro 6.18 indica que existen algunas dificultades que no desaparecen tan fácilmente.

6.6 EL JIT EN LOS SERVICIOS

Las organizaciones de servicios y las operaciones de servicio dentro de las empresas de manufactura presentan oportunidades interesantes para la aplicación de los conceptos JIT. A continuación se presenta una versión editada de un artículo de Randall J. Benson, consultor de Coopers & Lybrand, donde se explica por qué el JIT no es sólo para la fábrica.¹⁵ La última parte de esta sección describe la aplicación exitosa de las técnicas JIT en una restaurante japonés de sushi.

A pesar de las muchas diferencias entre los servicios y la manufactura, comparten los atributos básicos de la producción. En ambos se emplean procesos que agregan valor a los insumos básicos para crear el producto o servicio final.

El JIT se centra en los procesos, no en los productos, y podemos aplicarlo a cualquier grupo de procesos, ya sean de la producción de servicios o de la manufactura. Se trata de llegar a la meta del JIT aplicando pruebas a cada paso del proceso de producción para determinar si agrega valor al producto o al servicio; si no es así, entonces el proceso es un candidato para un cambio total. De esta manera, la producción de los procesos mejora en forma continua y gradual.

Es posible aplicar el JIT para mejorar tanto la manufactura como la producción de servicios porque ambos son sistemas de procesos de producción y porque el JIT es en esencia una filosofía de eliminación de desperdicios orientada a procesos. Los

¹⁴ Amrik Sohal y Keith Howard, "Trends in Materials Management", *International Journal of Production Distribution and Materials Management* 17, núm. 5, págs. 3-41, 1987.

¹⁵ Randall J. Benson, "JIT: Not Just for the Factory", *Proceedings from the 29th Annual International Conference for the American Production and Inventory Control Society*, San Luis, Missouri, págs. 370-374, 20-24 de octubre de 1986.

CUADRO 6.17

Resumen de las actividades JIT y TQC en cinco compañías de E.U.A.

Nombre de la compañía (división)	Categorías de productos	Características de producción	Inicio/ período de informes	Quién inició la acción	Por qué se inició	Dónde comenzó	Cómo se implantó	Problemas detectados
Deere & Company	Maquinaria pesada Equipo agrícola Equipo de jardinería	Manufactura repetitiva	1980 1982-1984	Director ejecutivo y gerentes de manufactura (viaje a Japón) Comité directivo	Supervivencia Competencia extranjera	Cuatro plantas	Visita a Japón Comisión de trabajo en la planta Educación Proyectos piloto Análisis de flujo de trabajo	Al inicio, dudas de los trabajadores Se subestimaron las necesidades educativas
Black & Decker (herramientas eléctricas de uso doméstico)	Productos eléctricos	Manufactura repetitiva Espacio: 36 000 metros cuadrados Empleados: 1010	1982 1982-1984	Personal Comité de control de la producción	Grandes gastos en posesión de inventarios (altas tasas de interés)	Montaje Compras	Educación Flujo equilibrado Reescritura de procedimientos de trabajo Comenzaron a producir cantidades semanales	Resistencia de los proveedores Resistencia al cambio
Omark Industries	Equipo forestal y artículos de cacería	Repetitiva en su mayoría 18 plantas	1980 1981-1983	Director ejecutivo (viaje a Japón) Comisión corporativa Términos del estudio de planta	La comisión corporativa encontró que el JIT, el TQC y la participación de los trabajadores eran la razón del éxito	Cinco plantas piloto	Comité directivo Equipo de estudio de planta Presentación por el personal corporativo Proyectos piloto	Resistencia de la gerencia de nivel medio Se subestimaron las necesidades de capacitación Más lento después de los primeros proyectos
Hewlett-Packard (sistemas de computación)	Sistemas de computación y para verificación	Formación, montaje, pruebas Varias opciones	TQC: 3 años JIT: 1 año (1983-1984)	Comité directivo	Se preguntaron por qué los proveedores extranjeros fabricaban productos de calidad	Redistribución del flujo de montaje	Primero TQC Capacitación y participación de los empleados Programa de producción constante Simplificación de procesos	Redujeron con demasiada rapidez los inventarios de producto en curso Cambios significantes más rápidos de lo que podían asimilar
Ford Motor Company	Equipo industrial Defensa Automotrices Eléctricos	Varias divisiones con distintos productos 50 operaciones de manufactura y minería	1982 1982-1984	Personal de apoyo a operaciones Vicepresidente de manufactura Contralor	Supervivencia Carencia de protección de patentes Fuerte competencia de costos	Proyectos piloto Automotriz y eléctrico; primera operación bien administrada	Seminarios Proyecto piloto Plantas piloto Tiempo de preparación Objetivo de inventario Refuerzo positivo	Afinación Falta de personal para poner en práctica las ideas Detenciones ocasionales en la línea por falta de componentes

CUADRO 6.17**(continuación)**

Nombre de la compañía (división)	Inicio/ período de informes	Mejora en la productividad del personal	Tiempo de preparación (mejora)	Reducciones en inventario	Mejoras en calidad	Ahorros en espacio	Tiempos de producción	Efecto en la cultura corporativa	Comentarios
Deere & Company	1980 1982-1984	Submontaje: 19-35% Soldadura: 7-38% Costo de manufactura: 10-20% Manejo de materiales: 40%	Prensas: 38-80% Taladros: 24-33% Cortadoras: 45% Molinos: 44% Promedio: 45%	Acero: 40% Componentes comprados: 7% Ejes para grúa: 30 días → 3 días Promedio: 31%	Implantaron diagramas de control de proceso en 40% de las operaciones	Considerable	Considerable	Entusiasmo inesperado Mayor respuesta a todo Mayor participación de los empleados	Apoyo de Yammar Diesel de Japón No introdujo el TOC desde el principio
Black & Decker (herramientas eléctricas de uso doméstico)	1982 1982-1984	Montaje: 24 operadores → 6 operadores Apoyo: 7 → 5	Prensa de perforación: 1 hora → 1 minuto Drástica en muchas áreas	Rotaciones: 16 → 30	Redujeron en 98% las quejas sobre el empaquetado Nivel de 100% en servicio al cliente	Considerable	Productos hechos en lotes semanales: 50% → 95%	Reducción de proveedores en 40% Auditoría de calidad de los proveedores	
Omark Industries	1981/enero 1981-1983	Planta A: 30% Planta B: 30% Planta C: 20%	A: 165 → 5 minutos B: 43 → 17 minutos C: 360 → 17 minutos D: 45 → 6 minutos	Producto A: 92% Producto B: 29% Producto C: 50%	Producto A, desechos y ajustes: 20% Producto E, costo del servicio al cliente: 50%	Distancia recorrida por componentes: Producto C: 24% Producto E: 68%	A: 3 semanas → 3 días E: 21 días → 3 días	Los trabajadores por horas toman decisiones Alta participación de los empleados	JIT y TOC al mismo tiempo
Hewlett-Packard (sistemas de computación)	TOC: 3 años JIT: 1 año (1983-1984)	Horas normales: 87 horas → 39 horas	No disponible	Inventario para montaje de computadores personales: \$675 000 (100) → \$190 000 (28)	Defectos en soldadura: 5000 PPM → 100 Desechos: \$80 000/mes → \$5000	Montaje de computadores personales: 850 → 575 metros cuadrados	Montaje de computadores personales: 15 días → 1.5 días	La cultura corporativa (el estilo H-P) ayudó al JIT Orgullosos de estar entre los primeros en implantar JIT y TOC	Adoptaron por separado JIT y TOC MRP no apoyó al JIT
Ford Motor Company	1982 1982-1984	Productividad de la fuerza de trabajo directa: 13% (división de equipo de servicio para automóviles)	Grupo de equipo para defensa: 60%-75% Automotriz y eléctrico: 80%	Rotaciones: 1.9 → 4.0 (división de equipo de servicio para automóviles)	Servicio a clientes: 88% → 98% Costo de la calidad: 3.5% → 2.1% (división de equipo de servicio para automóviles)	Automotriz y eléctrico: 25% Eliminaron el almacén	Automotriz y eléctrico: 1 mes → 1 semana Proveedores: meses → días	Movimientos desde los niveles inferiores hacia la excelencia en manufactura	Reducción de proveedores en 50% Plan corporativo para implantar JIT y TOC en todas las fábricas para 1986

Fuente: De Kiyoshi Suzuki, "Comparative Study of JIT/TOC Activities in Japanese and Western Companies", Primer Congreso Mundial de Control de Inventarios y Producción, Viena, Austria, págs. 63-66.

CUAD**Problema de implantación**

CUADRO 6.18

Problemas de implantación

Área problemática	Fue un problema	Es aún un problema	Ahora está bajo control
Cambios en los programas de los clientes	62.0%	57.4%	4.6%
Mala calidad de los proveedores	59.3	49.1	10.2
Mala calidad de producción (interna)	57.4	43.5	13.9
Incapacidad para cambiar los sistemas de papeleo			
Escasez de componentes críticas	57.4	46.3	11.1
Incapacidad del proveedor para hacer entregas JIT	57.4	44.4	13.0
Falta de participación de los empleados			
Incapacidad para reducir tiempos de preparación	56.5	49.1	7.4
Equipo y herramienta inadecuados	49.0	30.5	18.5
Exceso de componentes no críticas			
Falta de participación de la alta gerencia	48.1	36.1	12.0
Problemas de contrato de trabajo	45.4	30.6	14.8
	43.5	33.3	10.2
	42.6	27.8	14.8
	35.2	25.9	9.3

Fuente: Albert F. Celley, W. H. Gregg, A. W. Smith y Ann A. Vondermbosc, "Implementation of JIT in the United States". *Journal of Purchasing and Materials Management* 22, núm. 4, págs. 9-15, invierno de 1986.

aspectos de la mejora de procesos JIT deben aplicarse de igual manera en un ambiente de servicios.

¿Cómo encajan los conceptos de JIT en los servicios?

Los siguientes ocho temas del JIT no hacen referencia a productos de la manufactura. Son aplicables a todas las áreas de la producción JIT, sin importar la técnica específica que se emplee. Como están orientados hacia los procesos, no hacia los productos, deben poderse aplicar en la producción de servicios. Es más, nos llevan a algunos aspectos interesantes de la gestión de operaciones de servicio.

1. *Visibilidad total.* En este tema se considera que el equipo, las personas, los materiales, los procesos, los estados y los flujos de procesos deben ser visibles para todos los que participan en la producción. La visibilidad es de especial importancia en la mercadotecnia para los productores de servicios, ya que el cliente participa en el proceso. Muchas veces el proceso de servicio es la prueba clave del valor y de la calidad del servicio.

2. *Sincronización y equilibrio.* Este concepto significa: "Si no lo necesita ahora, no lo fabrique ahora". Una operación equilibrada opera a la misma velocidad en cada una de las etapas de producción, ya que los procesos están sincronizados y se elimina el exceso de inventario.

Es muy común que los productores de servicios tengan que sincronizar casi a la perfección las ventas y la producción, ya que los clientes no quieren esperar el servicio si tienen otras opciones.

3. *Respeto por las personas.* Cada interacción de un empleado de servicio con un cliente es un momento decisivo que determina cómo percibe el cliente la calidad y el valor del servicio. Una situación negativa tiene mayor peso en la percepción del cliente que una positiva. Con frecuencia los empleados de servicio son responsables de la calidad, de la consistencia y del valor del servicio.

4. *Flexibilidad.* La flexibilidad es la habilidad para adaptar rápidamente el proceso para producir lo que quieren los clientes en el momento en que lo quieren, sin desperdiciar recursos de producción. Los productores de servicios deben ser muy flexibles puesto que necesitan producir un servicio al instante y adaptarlo a las expectativas del cliente.

5. *Mejora continua.* La mejora continua implica acercarse siempre a lo ideal efectuando pequeñas correcciones en los procesos.

Como los servicios tienden a ocupar mucha fuerza de trabajo, la mayoría de las mejoras cambian las actividades de los empleados. Muchas empresas de servicio han utilizado con éxito grupos de mejora centrados en los empleados para optimizar la calidad y valor del servicio.

6. *Responsabilidad por el ambiente.* Las operaciones de servicio no tienen mayor margen para errores que la manufactura. En las industrias de servicios con gran carga de fuerza de trabajo, los empleados tienen incluso más efecto en el resultado de la producción. Cada empleado de servicio debe asumir toda la responsabilidad por cada momento decisivo que ocurra durante el contacto con el cliente, para mejorar el proceso de producción.

7. *Enfoque holístico.* El JIT funciona mejor si se implanta como una filosofía de la compañía para eliminar desperdicios, no sólo como una técnica para reducir el inventario. Todos los departamentos y todos los niveles operativos participan en la eliminación de desperdicios.

En las empresas de servicios es esencial el enfoque holístico, ya que no puede separarse la producción de la mercadotecnia. Las empresas de servicios deben pensar en cambiar los procesos de producción en cuanto se requieran cambios de mercadotecnia, pues el proceso de producción en sí influye en los clientes. La percepción del cliente con respecto a la calidad y el valor del servicio se determina en gran parte por el proceso de producción.

8. *Sencillez.* La sencillez del proceso permite que la persona encargada de la operación identifique las oportunidades para mejorar el proceso y planifique los cambios.

En el sector de servicios, la sencillez tiene igual importancia; incluso puede ser mayor debido a la naturaleza intensiva en trabajo del sistema de prestación de servicios. Además, es más exitosa la participación de los clientes si el proceso es sencillo; los procesos, los sistemas y los controles permiten que los clientes se incorporen, participen y salgan del proceso de entrega del servicio.

Los aspectos del JIT que se acaban de describir son perfectamente apropiados para las empresas de servicios. De hecho, se podría plantear que las mejoras JIT en la manufactura realmente permiten al fabricante operar más como una exitosa empresa de servicios. Es más, en un proceso de servicios ¿no es excelente la producción sin existencias basada en la sincronización de procesos de flujo rápido?

El JIT ya se ha aplicado con buenos resultados en varias industrias de servicios. Esto representa un paso importante para ellas puesto que en la actualidad en ese sector falta un enfoque integral y general para mejorar las operaciones. Una versión del JIT para servicios promete racionalizar las operaciones en industrias muy diferentes.

¿Qué técnicas JIT son adecuadas para servicios?

Se han aplicado con éxito muchas de las técnicas JIT en empresas de servicios. Como sucede en la manufactura, lo adecuado de cada técnica y las etapas de trabajo correspondientes dependen de las características del mercado, de la producción y de la tecnología de equipo, de los conjuntos de habilidades y de la cultura corporativa. En este aspecto, nada cambia en las empresas de servicios. A continuación se presentan algunas de las aplicaciones que han tenido mayor éxito.

Organizar grupos de resolución de problemas: Los grupos de mejora especializada y los círculos de calidad mejoran la calidad y el costo del desempeño de los procesos de manufactura. Estos grupos utilizan métodos como dinámica de grupos, intercambio de ideas, análisis de Pareto y análisis de causas para replantar los procesos de manufactura.

La compañía Honeywell extiende sus círculos de calidad de la manufactura a sus operaciones de servicios. Otras corporaciones, tan diferentes como First Bank/Dallas, Standard Meat Company y Miller Brewing Company, utilizan métodos similares para mejorar el servicio. British Airways utilizó los círculos de calidad como parte fundamental de su estrategia para implantar las nuevas prácticas de servicio.

Mejorar la limpieza. Por buena limpieza se entiende algo más que no dejar una mota de polvo; se refiere a que en el área de trabajo sólo existan los artículos necesarios, que exista un lugar para cada cosa, que todo esté limpio y siempre listo para usarse. Los empleados asean su propias áreas.

Las organizaciones de servicios como McDonald's, Disneylandia y Speedi-Lube reconocen la importancia de la limpieza. Su dedicación en este aspecto ha logrado que los procesos de servicio funcionen mejor, que sea más fácil desarrollar la actitud hacia la mejora continua y que los clientes perciban que reciben un mejor servicio.

Mejorar la calidad. La única manera rentable de mejorar la calidad es desarrollar capacidades de proceso confiables. La calidad de procesos es la calidad en la fuente: garantiza que desde la primera vez se obtengan productos y servicios consistentes y uniformes.

McDonald's es famosa por incorporar la calidad al proceso de entrega de servicios. Ha "industrializado", literalmente, el sistema para que los trabajadores eventuales, de medio tiempo, puedan ofrecer la misma experiencia alimenticia en cualquier parte del mundo. La calidad no significa producir lo mejor, sino producir de manera consistente productos o servicios que satisfagan las normas de "lo adecuado para el uso".

Esclarecer los flujos de proceso. Se puede mejorar considerablemente el rendimiento de un proceso si se esclarecen sus flujos, con base en los temas del JIT.

Por ejemplo, Federal Express Corporation cambió los patrones de vuelo, de un sistema origen-destino a uno origen-central donde la carga se transfiere a un avión que está por salir al lugar de destino. Este concepto revolucionó la industria del transporte aéreo. El departamento de registro de pedidos de una compañía de ma-

nufactura modificó su estructura, para pasar de departamentos funcionales a grupos de trabajo orientados a los clientes, y redujo el tiempo de procesamiento de pedidos de ocho a dos días. Un gobierno municipal utilizó el enfoque JIT para reducir el tiempo de registro de transferencia de escrituras en 50%. La compañía Supermaids envía un grupo de limpieza de casas donde cada persona tiene una responsabilidad específica, para limpiar rápidamente una casa con procesos en paralelo. Los cambios en el flujo del proceso pueden revolucionar las industrias de servicios.

Modificar equipo y tecnologías de proceso. Para modificar las tecnologías se requiere una evaluación del equipo y de los procesos que permita determinar su capacidad para cumplir con los requisitos del proceso, para trabajar consistentemente dentro de la tolerancia y para ajustarse al tamaño y a la capacidad del grupo de trabajo.

Speedi-Lube cambió la tradicional estación de servicio por un centro especializado de lubricación e inspección, al disponer de otro modo las zonas de servicio para que los vehículos pasaran por ellas y no tuvieran que entrar y salir por el mismo punto. Así mismo, se eliminaron los elevadores y se construyeron fosas bajo los vehículos donde los empleados tienen acceso completo a todas las áreas que deben lubricarse.

Un hospital redujo el tiempo de preparación de quirófanos para que tuviera la flexibilidad de realizar una mayor gama de operaciones sin reducir su disponibilidad.

Nivelar la carga de las instalaciones. Las empresas de servicios sincronizan la producción y la demanda. Han desarrollado estrategias singulares para nivelar la demanda, para que así los clientes no tengan que esperar el servicio. The Source vende el tiempo a menor costo por las tardes; McDonald's ofrece un menú de desayuno especial; la tiendas al menudeo emplean un sistema de numeración para el servicio; el correo cobra más por las entregas al día siguiente. Todos estos son ejemplos del enfoque de servicio para crear cargas uniformes.

Eliminar las actividades innecesarias. Si un paso no añade valor, es un candidato para la eliminación. Uno que sí lo agrega puede ser un candidato para modificaciones que mejoren la consistencia del proceso o reduzcan el tiempo necesario para realizar las tareas.

En un hospital se descubrió que durante las operaciones se empleaba bastante tiempo para esperar la llegada de un instrumento que no estaba disponible al iniciar la operación, por lo que desarrollaron una lista de verificación de los instrumentos necesarios para cada categoría de operaciones. Speedi-Lube eliminó algunos pasos, pero agregó otros que no mejoraban el proceso de lubricación pero sí lograban que los clientes se sintieran más seguros acerca del trabajo.

Reorganizar la configuración física. Al implantar el JIT es frecuente que se requiera una reorganización de la configuración de las áreas de trabajo. Muchas veces los fabricantes lo hacen estableciendo celdas de manufactura para la producción de pe-

queños lotes sincronizada con la demanda. Estas celdas equivalen a "microfábricas" dentro de la planta.

La mayoría de las empresas de servicios están rezagadas en esta área; sin embargo, sí hay algunos ejemplos interesantes en el sector de servicios. Algunos hospitales, en vez de pasear a los pacientes por todo el edificio para pruebas, rayos X e inyecciones, reorganizan sus servicios para formar grupos de trabajo basados en el tipo de problema. Son comunes los equipos que sólo se dedican a traumatismos, pero se han formado otros para tratar problemas menos urgentes, como hernias. Estos equipos equivalen a microclínicas dentro de las instalaciones del hospital.

Introducir la programación del trabajo regida por la demanda. Por la naturaleza de la producción y del consumo de los servicios, para operar una empresa de este tipo es necesaria la programación del trabajo regida por la demanda (dirigida por los clientes). Es más, muchas empresas de servicios separan sus operaciones en instalaciones "aisladas" y de "contacto con el cliente". Este método crea algunos problemas para coordinar los programas de ambos tipos de instalaciones. En los restaurantes Wendy's originales, los cocineros podían ver cuándo entraba un vehículo al estacionamiento; en ese momento colocaban en la parrilla un número determinado de carnes para hamburguesa para cada automóvil. Este sistema de arrastre estaba diseñado para que hubiera carne fresca en la parrilla, incluso antes de que el cliente ordenara.

Desarrollar redes de proveedores. En el contexto JIT, las redes de proveedores son la asociación cooperativa de proveedores y clientes, quienes trabajan juntos a largo plazo para el beneficio mutuo. Las empresas de servicios no han dado importancia a las redes de proveedores de materiales porque sus operaciones se basan fundamentalmente en la fuerza de trabajo. Algunas excepciones al caso deben de ser las organizaciones de servicio como McDonald's, uno de los mayores compradores de alimentos en el mundo. Un fabricante por contrato reconoció que necesitaba relaciones cooperativas también para sus empleados temporales, no sólo para sus componentes; por esto, piensa iniciar una campaña para establecer relaciones tipo JIT con un servicio de empleo temporal y con una institución de enseñanza técnica para obtener una fuente confiable de personal de montaje.

Theodore Levitt resume elocuentemente la necesidad de aplicar a los servicios la forma de pensar relacionada con la manufactura:

Mientras no pensemos en los servicios en términos más positivos y amplios, mientras no los consideremos realmente como la manufactura en el campo, y no estemos dispuestos a incorporar los mismos tipos de métodos tecnológicos que se utilizan en la fábrica, es muy probable que los resultados sean tan costosos y desiguales como los de un artesano que talla a mano, en su casa, figuras de madera.¹⁶

¹⁶ Theodore Levitt, "Production Line Approach to Service", *Harvard Business Review* 50, núm. 5, pág. 52, septiembre-octubre de 1972.

Una vez que comencemos a pensar en los servicios como un sistema organizado de procesos de producción, podremos considerar el uso de conceptos tipo JIT para modificar las operaciones de entrega de servicios. El resultado será un servicio consistente, de alta calidad y de excelente valor, obtenido con alta productividad.

La administración japonesa y el 100 Yen Sushi House

El 100 Yen Sushi House no es un restaurante de sushi ordinario.¹⁷ Se trata de una gran muestra de la productividad japonesa. Cuando entramos al área de trabajo, nos recibió un coro de "iratsai", una bienvenida de todos los que allí trabajaban: cocineros, camareros, el dueño y los hijos del dueño. Una de las principales características del restaurante es un área de servicio en forma de elipse, en el centro de la sala, donde tres o cuatro cocineros preparan sushi. Alrededor de esta área había cerca de treinta taburetes. Nos sentamos frente al mostrador y rápidamente nos sirvieron una tasa de "misoshiru" (una sopa de pasta de alubias), un par de palillos, una taza de té verde, un diminuto plato para que hiciéramos nuestra propia salsa y una pequeña pieza de porcelana para colocar los palillos. Hasta ese momento, el servicio era el que podía encontrarse en cualquier restaurante de sushi. Entonces, observé algo especial: había una banda transportadora que daba vueltas alrededor del área elíptica de servicio, como si fuera la vía de un ferrocarril de juguete. En la banda vi platos de todos los tipos de sushi, desde los baratos (de algas marinas o pulpo), hasta los caros (de camarón (gambas) o salmón); sin embargo, el precio es el mismo: 100 yenes por plato. Al observar con mayor detenimiento, mientras mis ojos trataban de ajustarse a la velocidad a la que viajaban los platos, me di cuenta de que un platillo barato de algas marinas tenía cuatro piezas, mientras que sólo había dos piezas en el de salmón crudo. Me senté y observé a los otros clientes en los mostradores. Todos ellos disfrutaban su sushi y daban sorbos a su sopa mientras leían periódicos o revistas.

Vi a un hombre con ocho platos cuidadosamente colocados en una pila. Cuando se levantó para marcharse, la cajera miró y dijo: "800 yenes, por favor". La empleada no tenía caja registradora, ya que sólo necesitaba contar los platos y luego multiplicar por 100 yenes. Cuando el cliente salía, una vez más oímos un coro de "arigato gosaimas" (gracias) de todos los trabajadores.

La operación diaria del dueño se basa en un cuidadoso análisis de información. Cuenta con un resumen completo de la demanda de cada tipo de Sushi que debe preparar y del momento en que debe hacerlo. Además, toda la operación se basa en el principio de manufactura repetitiva con sistemas JIT y de control de calidad. Por ejemplo el negocio tiene una capacidad de refrigeración muy limitada (podíamos ver varios peces o pulpos enteros por los vidrios de las cámaras que estaban frente a nosotros). Así, el restaurante emplea un sistema de control de inventario justo a tiempo. En vez de aumentar la capacidad de refrigeración con la compra de nuevos sistemas, la compañía tiene un acuerdo con un proveedor de pescado para que entregue productos frescos varias veces al día, de manera que los materiales lleguen

6.7

¹⁷ Sang M. Lee, "Japanese Management and the 100 Yen Sushi House", *Operations Management Review* 1, núm. 2, págs. 45-48, invierno de 1983.

a tiempo para la elaboración del sushi. De esta forma se mantiene al mínimo el costo del inventario.

Como se hace en el sistema de operaciones justo a tiempo, se invierte el principio de las existencias de seguridad. En otras palabras, se eliminan gradualmente, a propósito, para descubrir problemas y sus posibles soluciones. El espacio de trabajo disponible es para los trabajadores y para el equipo que requieren, no para almacenar inventario. En el 100 Yen Sushi House los trabajadores y su equipo están tan cerca que la preparación de sushi pasa de mano en mano, en vez de elaborarlo mediante operaciones independientes. La ausencia de barreras de inventario permite que el dueño y los trabajadores participen en toda la operación, desde saludar a los clientes hasta servir lo que se les pide. Sus tareas están interrelacionadas y todos acuden al lugar donde ocurre un problema, para evitar el efecto de cascada que pueda tener sobre el proceso de trabajo.

El 100 Yen Sushi House es una operación basada en la fuerza de trabajo, que se apoya más en la sencillez y el sentido común que en la alta tecnología, al contrario de lo que se percibe en Estados Unidos. Quedé muy impresionado. Al terminar mi quinto plato, vi el mismo platillo de sushi de pulpo, que daba vuelta por decimotercera ocasión. Quizás había descubierto el error del sistema, por lo que le pregunté al dueño cómo se hacía cargo de los problemas sanitarios que ocasionaría un platillo de sushi que daba vueltas todo el día, hasta que un cliente poco afortunado lo comiera y posiblemente se envenenara. El dueño hizo una reverencia, esbozó una sonrisa comprensiva y dijo: "Bueno, señor, nunca dejamos que nuestros platillos de sushi tarden más de 30 minutos en venderse". Luego se rascó la cabeza y añadió: "Cuando uno de nuestros empleados toma un descanso, se puede llevar los platillos que no se han vendido para comerlos o tirarlos. Tomamos muy en serio la calidad de nuestro sushi". Nosotros reímos, él rió e hizo una reverencia de 90 grados. Mientras salíamos del restaurante, con el eco del "*arigato gosaimas*" en mis oídos, veía cómo introducir el concepto del 100 Yen Sushi House en Estados Unidos. Posiblemente pueda proponer el concepto a la unión de estudiantes de la universidad para realizar un experimento. Posiblemente McDonald's, Pizza Hut, Wendy's...

6.7 CONCLUSIÓN

Hemos presentado muchos de los beneficios potenciales de los sistemas justo a tiempo. Sin embargo, en estos comentarios finales debemos advertir que no son universales las aplicaciones del justo a tiempo: existen requisitos específicos para que pueda implantarse con éxito y debemos evitar vernos atrapados por la emoción y las promesas.

En 1983, Hewlett-Packard creó una videocinta en su planta de Boulder, Colorado. Era un vídeo excelente y divertido, cuyo propósito era convencer a los espectadores de que un sistema de arrastre JIT produciría grandes beneficios para la mayor parte de los planes de manufactura. Aunque muchos de los instructores aún emplean esta cinta en sus clases, nosotros recomendamos que tengan cuidado con el mensaje que proclama.

El vídeo no presenta un análisis numérico de los tiempos de desempeño, de los defectos, del trabajo en proceso, etcétera. Todo esto puede llevar a la conclusión

errónea; es decir, que el sistema de arrastre JIT fue el responsable de la mejora en las condiciones.

En un artículo reciente, Jerry Bowman presentó los datos.¹⁸ Después de analizarlos comentó que los beneficios más importantes no surgieron del sistema de arrastre, sino de la reducción del tamaño de lotes. El vídeo de HP mostró que se presentó el mejor desempeño cuando se usaba un sistema de arrastre con lotes de una unidad. Bowman comentó: "Si manufacturara con tamaños de lote de una unidad en un ambiente de 'flujo', lo más probable es que no pudiera determinar si 'empuja' o 'arrastra', ni tendría importancia".

Esto también va de acuerdo con los problemas que tienen los estudiantes para distinguir entre una línea de montaje de automóviles en Estados Unidos y una japonesa. El JIT se convierte en uno de los principales conceptos de la dirección de manufactura y sin duda lo será durante toda esta década. No obstante, debe tenerse cuidado al emplearlo.

6.8 PREGUNTAS DE REPASO Y DISCUSIÓN

1. ¿Qué son el JIT "pragmático" y el JIT "romántico"?
2. Una de las partes más importantes del JIT es la eliminación de desperdicios. Identifique algunas fuentes de desperdicios y discuta cómo pueden eliminarse.
3. Analice el JIT en una distribución en planta de línea y una de taller de trabajo.
4. ¿Por qué es importante que el JIT tenga un programa de trabajo estable?
5. ¿Hay algunos aspectos del método japonés que pudiera aplicar a sus actividades escolares? Explique.
6. Desde su punto de vista, ¿Frederick W. Taylor, padre de la dirección científica, estaría a favor o en contra del método japonés?
7. ¿Qué objeciones puede tener un gerente de mercadotecnia contra la carga de planta uniforme?
8. ¿Cuáles son las consecuencias del JIT en la contabilidad de costos?
9. ¿Qué preguntas le gustaría hacer al presidente de Toyota sobre su dirección de operaciones?
10. Explique cómo se usan las tarjetas en un sistema kanban.
11. Diga en qué aspectos son análogos al kanban los sistemas siguientes: devolver botellas vacías al supermercado y recoger otras llenas; operar un puesto de emparedados a la hora del almuerzo; retirar dinero de una cuenta de cheques; recolectar huevos en una granja avícola.
12. ¿De qué manera se relaciona el dicho "nada es gratis" con la eliminación del inventario que se aplica en Japón?
13. ¿Por qué ocasionan tantos problemas los cambios de ingeniería en los sistemas JIT? ¿Cómo los manejan los japoneses?
14. Explique la relación que existe entre la calidad y la productividad en la filosofía JIT.

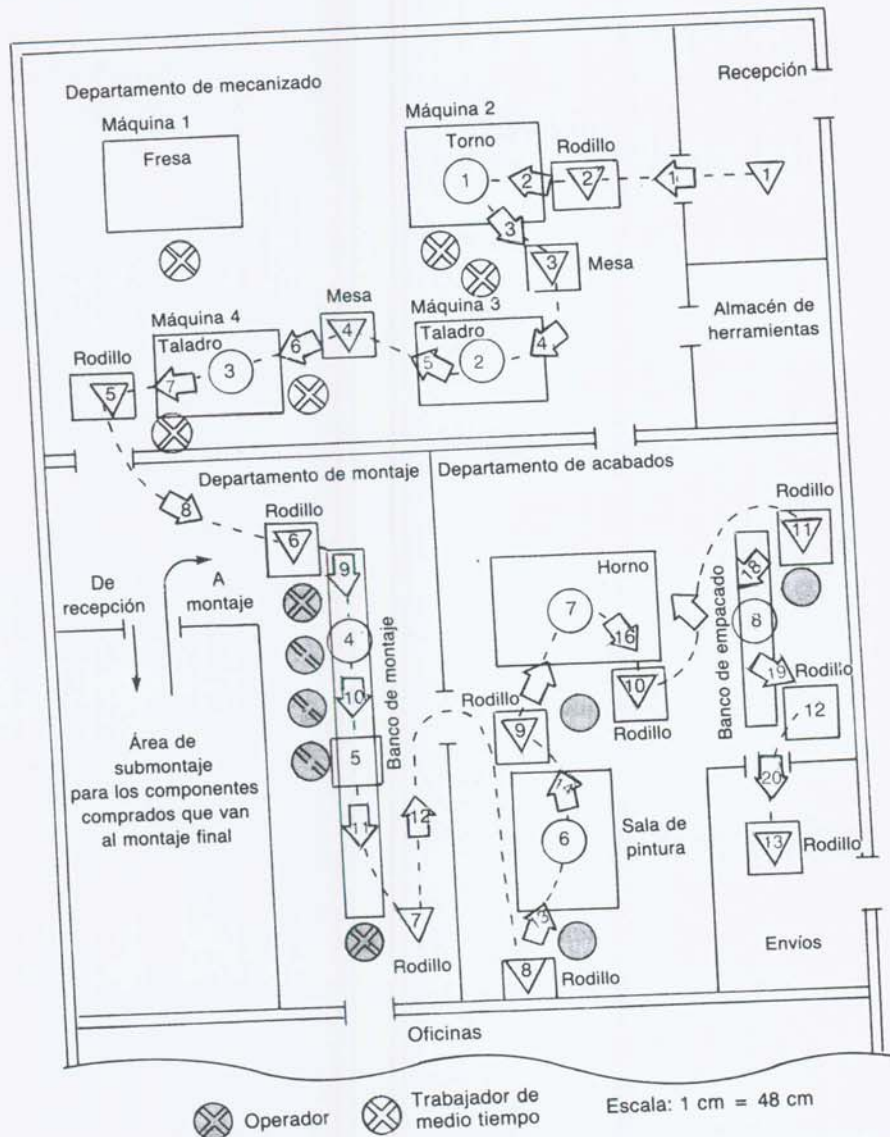
¹⁸ D. Jerry Bowman, "If You Don't Understand JIT, How Can You Implement It?", *Industrial Engineering*, págs. 38-39, febrero de 1991.

6.9 CASO: COMPAÑÍA DE PRODUCTOS XYZ

La compañía de productos XYZ es un proveedor de artilugios para un gran fabricante de computadores ubicado a unos cuantos kilómetros. La compañía produce tres modelos distintos, en series de producción que van de 100 a 300 unidades.

CASO CUADRO 1

Flujo de producción de artilugios



En el cuadro 1 del caso se muestra el flujo de producción de los modelos X y Y. El primer paso para el modelo Z es el fresado, pero aparte de esto sigue el mismo esquema de flujo que los modelos X y Y. Los rodillos pueden contener hasta 20 artilugios a la vez. En la tabla siguiente se muestran los tiempos de procesamiento y de preparación aproximados para cada unidad, por número de operación:

Nombre y número de la operación		Tiempos de operación (minutos)	Tiempos de preparación (minutos)
—	Fresado de Z	20	60
1	Torno	50	30
2	Taladro modelo 14	15	5
3	Taladro modelo 14	40	5
4	Etapas de montaje 1	50	
	Etapas de montaje 2	45	
	Etapas de montaje 3	50	
5	Inspección	30	
6	Pintura	30	20
7	Horno	50	
8	Empaquetado	5	

La demanda de artilugios de la compañía de computadores varía entre 125 y 175 por mes, divididos en partes iguales entre X, Y y Z. El área de submontaje establece un inventario a principio de mes para asegurar que siempre estén disponibles existencias reguladoras. Las materias primas y los componentes comprados para los submontajes representan, cada uno, el 40% del costo de manufactura de un artilugio. Ambas categorías de componentes provienen de varias fuentes, de cerca de 80 proveedores, y se entregan en tiempos aleatorios. (Los artilugios tienen 40 componentes diferentes.)

Otra información: Las tasas de desechos son de aproximadamente el 10% en cada operación; la rotación del inventario es de dos veces por año; a los empleados se les paga por día; la rotación de empleados es del 25% al año y el beneficio neto de las operaciones permanece constante en 5% al año. El mantenimiento se realiza cuando se requiere.

El gerente de XYZ ha pensado en instalar un sistema MRP para ayudar a controlar los inventarios y para que "los rodillos estén llenos". (Según su teoría, dos días al frente de una estación de trabajo motivan al trabajador para producir a la velocidad máxima.) También desea añadir tres inspectores para que arreglen el problema de la calidad; además, quiere instalar una línea adicional que se haga cargo de las reparaciones. Aunque está satisfecho con la alta utilización de casi todo su equipo y de su fuerza de trabajo, le preocupa el tiempo de inactividad de su máquina fresadora. Por último, ha solicitado a su departamento de ingeniería industrial que busque anaqueles para almacenar las partes que salen de la máquina 4.

PREGUNTAS

1. ¿Cuáles de los cambios que contempla el gerente de XYZ van en contra de la filosofía JIT?
2. Presente algunas recomendaciones para mejorar JIT en algunas áreas, como programación de trabajo, distribución de planta, kanban, agrupamiento de tareas e inventario. Siempre que sea posible, use datos cuantitativos; mencione las suposiciones que deba hacer.

3. Elabore el esquema de un sistema de arrastre para el sistema actual de XYZ.
4. Esboce un plan para la introducción del JIT en XYZ.

6.10 BIBLIOGRAFÍA

- Davidson, William H., *The Amazing Race: Winning the Technorivalry with Japan*, Nueva York, John Wiley & Sons, 1984.
- Fucini, Joseph J. y Suzy Fucini, *Working for the Japanese*, Nueva York, Free Press, 1990.
- Garvin, David A., "Quality on the Line", *Harvard Business Review* 61, núm. 5, págs. 65-75, septiembre-octubre de 1983.
- Hall, Robert, *Zero Inventories*, Homewood, Ill., Dow Jones-Irwin, 1983.
- Hall, Robert, *Attaining Manufacturing Excellence*, Homewood, Ill., Dow Jones-Irwin, 1987.
- Inman, R. Anthony y Satish Mehra, "The Transferability of Just-in-Time Concepts to American Small Business", *Interfaces* 20, núm. 2, págs. 30-37, marzo-abril de 1990.
- Klein, Janice, "A Re-examination of Autonomy in Light of New Manufacturing Practices", *Human Relations* 43, 1990.
- Monden, Yasuhiro, *Toyota Production System, Practical Approach to Production Management*, Atlanta, Ga., Industrial Engineering and Management Press, 1983.
- Monden, Yasuhiro, "What Makes the Toyota Production System Really Tick?", *Industrial Engineering* 13, núm. 1, págs. 36-46, enero de 1981.
- Ohno Taiichi, *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*, Cambridge, Mass., Productivity Press, 1988.
- Ohno Taiichi y Setsuo Mito, *Just-in-Time for Today and Tomorrow*, Cambridge, Mass., Productivity Press, 1988.
- Schonberger, Richard J., *Japanese Productivity Techniques*, Nueva York, Free Press, 1982.
- Schonberger, Richard J., *World Class Manufacturing: The Lessons of Simplicity Applied*, Nueva York, Free Press, 1986.
- Schonberger, Richard J., *Building a Chain of Customers: Linking Business Functions to Create a World-Class Company*, Nueva York, Free Press, 1989.
- Sewell, G., "Management Information Systems for JIT Production", *Omega* 18, núm. 5, págs. 481-503, 1990.
- Shingo, Shigeo, *A Study of the Toyota Production System from an Industrial Engineering Viewpoint*, Cambridge, Mass., Productivity Press, 1989.
- Weiss, Andrew, "Simple Truths of Japanese Manufacturing", *Harvard Business Review* 62, núm. 4, págs. 119-125, julio-agosto de 1984.
- Zipkin, Paul H., "Does Manufacturing Need a JIT Revolution?", *Harvard Business Review*, págs. 40-50, enero-febrero de 1991.