

# Implementación de conceptos justo a tiempo en la industria del mueble

Jorge Acuña  
Marvin González  
Carl Eckelman

La aplicación de algunos conceptos de la filosofía justo a tiempo (JAT) en la industria del mueble, constituye una acción inteligente para aumentar la competitividad de este sector en un mercado cada día más difícil de incrementar. La aplicación total de conceptos JAT en la industria manufacturera de muebles parece ser algo difícil debido a la gran variedad de estilos, la corta vida útil de estos productos, las propiedades intrínsecas del material usado (madera) y las características propias de los procesos de maquinado de partes y tapizado de muebles. Este artículo presenta una visión general de lo que puede ser la aplicación de conceptos justo a tiempo a la industria del mueble y define un plan para la implementación de un sistema híbrido. También se discuten los posibles problemas que podrían encontrarse durante la introducción de esta filosofía de manufactura.

## Introducción

Los sistemas tradicionales de manufactura están basados en los llamados

“push systems” en los cuales materiales (madera, herrajes, telas y subensambles) son impulsados desde la primera hasta la última operación de manufactura, a fin de cumplir con la demanda establecida en el plan maestro de producción. Cada vez que una operación finaliza, una unidad de producción, que puede ser una parte, un subensamblado, o una unidad de producto terminado es transportada a la siguiente operación a pesar de que ello cause una acumulación de inventario en proceso o que incremente la probabilidad de que ocurran problemas críticos de productividad y calidad en operaciones subsiguientes. Como resultado se gasta una cantidad considerable de tiempo en transportar y almacenar producto en proceso con los consecuentes daños a los artículos, lo que afecta la calidad y el estado del inventario. Asimismo, los problemas de control de producción se agravan significativamente al incrementarse los tiempos de entrega al cliente.

Con el fin de combatir estos problemas, los sistemas modernos de manufactura tienden a hacer uso de los lla-

mados “pull systems”, en los cuales los órdenes de producción se envían a la última operación de producción en lugar de la primera. En fabricación de muebles, esta operación puede ser ensamblaje, acabado o tapicería. La idea es usar subensambles y partes de acuerdo con las necesidades de cada operación de producción y la demanda de producción requerida. Cada operación produce solamente el número de unidades especificado por la próxima operación de producción. Si un problema de calidad emerge o una máquina sufre un desperfecto, la producción se detiene hasta que el problema sea resuelto. Consecuentemente, no existe acumulación innecesaria de partes y subensambles.

Como se puede notar, esta práctica es diferente a la que se aplica en sistemas tradicionales en los cuales se continúa la producción de unidades sin importar la acumulación innecesaria de inventario. La Figura 1 ofrece una repre-

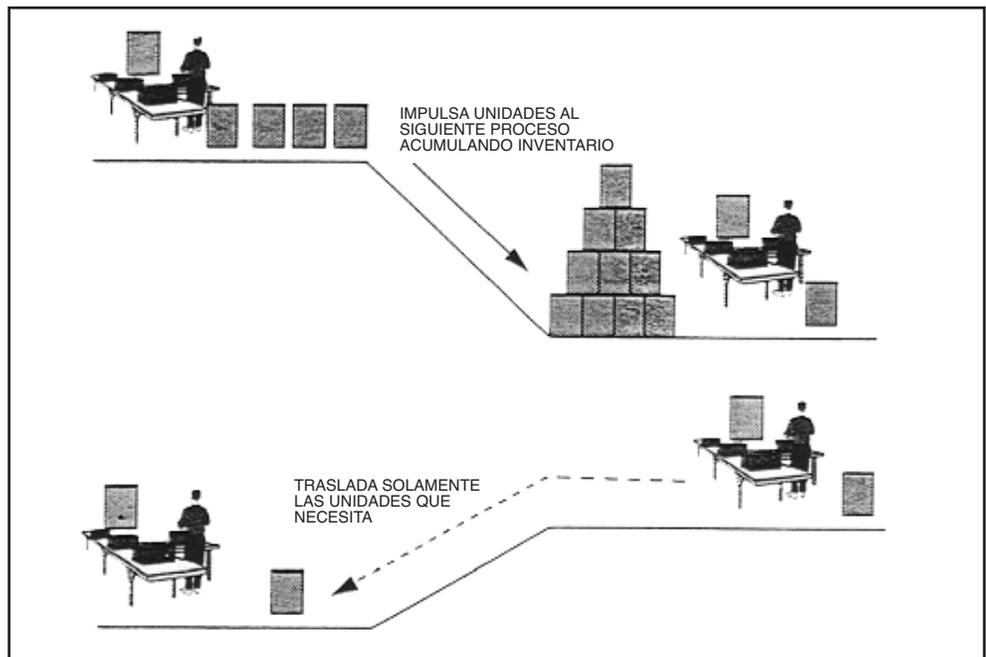
sentación gráfica de ambos sistemas. La acumulación de producto en etapas intermedias de proceso es evidente en el sistema tradicional.

Los llamados “pull systems” tienen desventajas y restricciones importantes, principalmente para la fabricación de partes de muebles. Estos aspectos serán discutidos más adelante.

## Beneficios de los llamados “pull systems”

Los llamados “pull systems” ofrecen una serie de beneficios potenciales en la manufactura de muebles. Los más importantes se presentan a continuación:

- a. *El nivel de inventario se reduce.*  
El uso de lotes pequeños de producción, que son una característica inherente de sistemas justo a tiempo, permite que tanto el inventario de partes como de suben-



**Figura 1**  
Representación gráfica de los dos sistemas

sambles y producto terminado se pueda reducir.

- b. *Los tiempos de entrega y los costos de producción se reducen.* La acumulación de bajos niveles de inventario en proceso, así como la producción de solamente la cantidad requerida, generan oportunidades para reducir el ciclo de manufactura. Como resultado de esta reducción, el tiempo de entrega al cliente y los costos de producción también se reducen generando una respuesta ágil a las demandas del consumidor.
- c. *Aumenta la calidad.* Las características de la distribución de planta en sistemas justo a tiempo y la producción de lotes pequeños facilitan el desarrollo y mejoramiento de la calidad mediante procedimientos de control de calidad que son más eficientes y efectivos. La implementación de uno de estos sistemas requiere necesariamente que los niveles de calidad pactados se logren y mantengan para todas las operaciones de producción, desde la adquisición de materiales hasta el empaque de producto terminado.
- d. *Mejora la productividad.* El mantenimiento de los niveles de calidad especificados para todos los materiales y subensambles reduce significativamente el rechazo de partes y productos. Por ello, un incremento en el rendimiento de operarios y de razones de producción genera un mejoramiento en la motivación del trabajador. Como resultado, la empresa está en mejor posición de incrementar y mejorar sus sistemas de producción.
- e. *Las relaciones con proveedores son más organizadas.* Un claro conocimiento de los requerimientos de calidad, unido a programas de

envío basados en requerimientos fijos, son la base para un mejor entendimiento entre fabricante y proveedor. El desarrollo de programas de capacitación y entrenamiento de proveedores es esencial para asegurar que ambas partes (fabricantes y proveedores) tengan una idea clara de la calidad de materiales requerida y de la importancia de hacer las entregas a tiempo.

- f. *La administración se dirige más hacia actividades de mejoramiento.* Menos problemas de calidad y mejor organización de la producción eliminan la necesidad de lidiar constantemente con gran cantidad de problemas menores, cuya solución consume mucho tiempo y genera muy poco beneficio. Esto permite que los administradores dediquen más tiempo a la búsqueda de nuevas alternativas de mejoramiento del sistema de producción.
- g. *El control de producción es más fácil.* A pesar de que la programación de la producción puede ser más difícil en sistemas justo a tiempo, el control de la producción es más fácil y minimiza el exceso de papeleo en actividades administrativas. Lotes pequeños de producción y menos producto en proceso permiten la implementación de mejores medios para controlar la producción.
- h. *Las instalaciones de producción tienen flujos de producción más eficientes.* Los sistemas justo a tiempo requieren que cada paso del flujo de producción sea identificado y claramente definido. La identificación de todos los puntos críticos de producción, así como las interacciones entre las operaciones de producción, facilitan

una distribución de planta y un manejo de materiales más eficiente con el consecuente incremento en la productividad.

- i. *Los canales de comunicación y la calidad de la información mejoran.* Los planes de producción basados únicamente en las necesidades de la próxima operación reducen la necesidad de un excesivo número de canales de comunicación y eliminan la necesidad de tener órdenes rutinarias de trabajo, cuyo destino debe ser controlado. A su vez, la información recolectada puede ser analizada y utilizada mejor para la toma de decisiones.

Todos estos beneficios hacen que la aplicación de estos nuevos sistemas sea una alternativa por considerar.

## Consideraciones para aplicar conceptos justo a tiempo en la manufactura de muebles

La aplicación de la filosofía justo a tiempo a la fabricación de muebles presenta una serie de limitaciones. La mayoría de las compañías productoras de muebles realizan numerosos modelos en pequeños lotes que necesitan de una gran variedad de partes y subensambles. Esta diversidad de partes y subensambles, con diferentes formas y dimensiones, debe ser fabricada en lotes grandes debido a la magnitud de los tiempos de preparación de máquinas que generalmente son de baja tecnología. Este problema se resuelve únicamente mediante la inversión en maquinaria nueva que ofrezca oportunidades para reducir este tiempo. La decisión de invertir requiere un detallado estudio de factibilidad, que con-

sidere la apertura de nuevos mercados para el incremento de producción generado por la mayor capacidad de la nueva tecnología.

Otro aspecto por considerar es que en algunas áreas de la manufactura de muebles, tal como la fabricación de sillas tapizadas, las empresas deben estar en capacidad de ofrecer sillas en una gran variedad de colores y con distintos tapices. La necesidad de una respuesta rápida a las demandas del cliente, basada algunas veces en configuraciones de producto únicas, obliga a que los procedimientos de producción en esta industria sean más flexibles y eficientes con el fin de acomodar el cambio en requerimientos. Una vida de diseño de producto corta para una gran variedad de estilos, hace difícil la estandarización de procedimientos de manufactura.

Los programas de desarrollo de proveedores deben ser organizados de tal manera que los defectos en madera, tableros de partículas, herrajes y otras partes y subensambles no lleguen a las primeras etapas de producción. Esto es un importante ingrediente para que las operaciones de manufactura puedan reunir las especificaciones de diseño. Una estricta adherencia a los niveles de calidad requeridos en materiales y operaciones de producción es el medio para asegurar que la calidad del producto terminado llene las expectativas del cliente.

Otra consideración importante está relacionada con la forma en que se mide la productividad. Por ejemplo, el tiempo ocioso de maquinaria y operarios debe ser evaluado en forma diferente. En sistemas justo a tiempo, tener máquinas y operarios ociosos puede ser más conveniente que mantenerlos produciendo partes que no se necesitan y que van a incrementar los niveles de

inventario inmovilizado.

La implementación total de sistemas JAT parece ser difícil; no obstante, algunas de sus características pueden ser combinadas con propiedades de sistemas tradicionales a fin de generar un sistema híbrido de producción.

## Sistemas híbridos de producción

En un sistema híbrido de producción algunas etapas del ciclo de manufactura trabajan bajo sistemas tradicionales, mientras que otras lo hacen bajo la filosofía de los llamados “pull systems”.

“Pull systems” como justo a tiempo (JAT) o Kanban no deben introducirse solamente con la idea de reducir inventario. McGuire,<sup>4</sup> Steudel y otros,<sup>9</sup> por ejemplo, opinan que los sistemas justo a tiempo deben contemplar aspectos de calidad y productividad en forma concurrente, de tal manera que se considere la flexibilidad organizacional requerida para eliminar el gasto de tiempo y recursos a través de toda la organización.

La implementación de un sistema híbrido de manufactura requiere el conocimiento de alternativas para mejorar el rendimiento y la utilización de los recursos de producción en todas las etapas del ciclo de manufactura. Un equipo de trabajo debe estar preparado para enfrentar las tareas de desarrollo del sistema y de transición de un sistema a otro. Los gerentes intermedios han de involucrar únicamente personal motivado en la implementación de este proyecto y ellos tienen que decidir acerca de la cantidad de tiempo que deben dedicarle a esta actividad. El gerente general de la compañía debe estar directamente envuelto en el proyecto; de otra manera, la implementación del sistema será en vano debido a la

falta de apoyo económico y moral necesario para el éxito del programa.

Finalmente, la aplicación de esta filosofía en cualquier industria de muebles requiere del desarrollo de un plan que analice la factibilidad técnica y económica de la implementación del sistema. Este plan debe contemplar los cambios requeridos en el sistema para aceptar modificaciones en las aptitudes y habilidades de la fuerza de trabajo. Además, el plan debe considerar soluciones racionales para reducir el número de ciclos de preparación de máquina, el tamaño de los lotes de producción, la incidencia de ineficientes flujos de producción y la reducción de tiempos de entrega. Debe considerar también un conjunto de actividades interrelacionadas que son capaces de lograr una implementación eficiente del sistema si se ejecutan paso a paso. Una vez desarrollado el plan debe ser puesto en manos de un equipo de trabajo integrado por gente experimentada de diversas áreas de la organización.

El objetivo de este artículo es presentar un plan de implementación de un sistema híbrido en una empresa típica de manufactura de muebles. Un objetivo secundario es la discusión de un número específico de problemas que podrían presentarse durante la implementación del nuevo sistema.

## Requerimientos para la implementación de un sistema híbrido

La aplicación de nuevas filosofías de manufactura, tales como justo a tiempo, requiere la preparación y participación de cada miembro de la organización a través de todas las etapas del proceso. Algunos de los más importantes requerimientos son:

## Capacidades y aptitudes de la fuerza de trabajo

Cambios dinámicos en las actividades y aptitudes de la fuerza laboral son absolutamente necesarios para la aplicación exitosa de un sistema híbrido de producción. Operarios, supervisores y gerentes deben ser entrenados a fin de que conozcan las ventajas y desventajas del cambio. Heard<sup>3</sup> opina que mientras la educación requerida por la alta gerencia en la introducción del sistema es aproximadamente de 200 puntos (donde un seminario es igual a 10 puntos, una cinta de vídeo es igual a 6 puntos y un libro es igual a 4 puntos), el equipo de producción necesita al menos 500 puntos. Esto demuestra la intensidad del entrenamiento a fin de entender los nuevos conceptos.

Nisanci y otros<sup>5</sup> opinan que la participación y el compromiso de la fuerza laboral es de especial importancia debido a que los objetivos del mejoramiento continuo únicamente pueden ser logrados por un grupo de trabajo que busca la perfección a través del esfuerzo conjunto. Para obtener del empleado una actitud favorable al cambio, los programas de entrenamiento deben ser complementados para cada sector de la organización. Asimismo, hay que poner en marcha nuevos métodos de trabajo y procedimientos de control. Los programas educacionales tienen como objetivo eliminar errores en la etapa de manufactura, debido a falta de conocimientos de las propiedades del nuevo sistema o inadecuada preparación para interpretar y seguir nuevos procedimientos.

Deben eliminarse los sistemas de incentivos a destajo, si es que existen, y sustituirse por otros que favorezcan el desarrollo de la producción bajo los niveles requeridos por un sistema híbrido. Los sistemas a destajo se carac-

terizan por generar excesiva producción de algunas partes e inadecuada cantidad y calidad de otras. Esta práctica irracional es intolerable en un sistema híbrido. Es especialmente importante que la fuerza de trabajo sea informada de las razones del cambio.

## Flexibilidad del proceso de producción

Cada proceso de producción debe ser lo más flexible posible, a fin de permitir un análisis detallado de medidas de rendimiento tales como flujo de producto, utilización y distribución de centros de trabajo, participación del trabajador en decisiones de producción y utilización y características de máquinas y equipos de producción. Estos análisis se necesitan para suavizar el flujo de producción y reducir los tamaños de lote, tiempos de entrega y de preparación de máquina. Es importante tener una evaluación constante de procesos con el fin de asegurar que el nuevo sistema está trabajando bajo las condiciones preestablecidas.

Analicemos la factibilidad de aplicar un sistema kanban. Este consiste en una señal por medio de la cual una estación de trabajo indica al centro de labor anterior que está en condiciones de producir una nueva orden de producción.<sup>9</sup> Ejemplos de estas señales incluyen rectángulos dibujados sobre la superficie de trabajo, tarjetas de colores que especifican el tamaño del lote que debe ser producido por la estación anterior y recipientes o cajas cuya capacidad representa el tamaño del lote que debe ser producido por la estación anterior y recipientes o cajas cuya capacidad representa el tamaño del lote que se va a producir. En el caso de rectángulos, la señal aparece cuando el área ocupada por el rectángulo está vacía. En el caso de los otros sistemas, la señal se origina

cuando un recipiente vacío o una tarjeta de un color determinado se coloca en el lugar designado para tal fin en la anterior estación de trabajo.

## Relaciones con vendedores

Stuedel y otros<sup>9</sup> opinan que aquellos proveedores entrenados que tienen conciencia de las facultades del nuevo sistema, juegan un papel muy importante para el éxito de cualquier programa de mejoramiento de productividad. Esto ayuda a reducir los tiempos de inspección y los costos de inventario, así como la necesidad de personal para labores de aprovisionamiento. Un alto nivel de calidad de la madera y demás materiales es absolutamente necesario. Ante ello, no tiene sentido hablar de programas de mejoramiento de la calidad y la productividad sin contar con proveedores confiables, capaces de suministrar materiales de alta calidad en el tiempo pactado.

Los materiales que provienen de una sola fuente pueden ser motivo de disconformidad cuando se exigen altos niveles de calidad. Un ejemplo de esto ocurre cuando tableros de partículas se obtienen de un proveedor único bajo restricciones dimensionales y de propiedades físicas. El problema se acrecienta aún más cuando el cliente es un comprador menor. Quizás la respuesta a este problema se pueda encontrar cuando se compre a proveedores de alta reputación en un mercado abierto, y no a aquellos que ofrecen precios favorables sin importar la calidad de los materiales que entregan.

## Patrones de demanda y relaciones con el cliente

Un factor que afecta significativamente la implementación de un sistema

justo a tiempo es el comportamiento de la demanda. En general, un comportamiento suavizado de la demanda es necesario para una implementación exitosa.<sup>9</sup> Este requerimiento es quizás difícil de cumplir en la industria del mueble, debido a la gran variedad de partes que se deben fabricar para una gran variedad de estilos. En este caso, formas híbridas de sistemas justo a tiempo pueden ser usadas para resolver la demanda errática. Una posible aplicación de un sistema híbrido es el uso de un sistema tradicional en la fabricación de partes, de tal manera que se genere un inventario suficiente para hacer frente a la demanda de los departamentos de ensamble. Los departamentos de ensamble, acabado y tapizado trabajan usando un sistema justo a tiempo. Esto implica el empleo de un sistema de programación y control de producción basado en pronósticos de demanda para la fabricación de partes y un plan de producción con base en requerimientos justo a tiempo para las otras etapas de fabricación.

## Consideración de aspectos organizacionales

Heard<sup>3</sup> indica que aquella alta gerencia que adquiere un compromiso después de una exposición superficial a los beneficios de un nuevo sistema, no puede apreciar la magnitud de los cambios requeridos para el éxito. Este tipo de situaciones puede ocurrir en cualquier planta y por ello puede causar problemas significativos en la forma en que el proyecto se concibe. Algunos de estos problemas se refieren a la falta tanto de soporte económico como de políticas y decisiones requeridas para la implementación del nuevo sistema.

Analizar las condiciones actuales de la planta sin contemplar la participación de miembros de todos los departamen-

tos involucrados, pone en peligro el éxito del proyecto. Por eso, los representantes de diseño de producto, de proveeduría, de ingeniería y de los departamentos de manufactura deben trabajar en equipo a fin de considerar el impacto del proyecto en las actividades de cada función. Para facilitar este proceso, un equipo de trabajo formado por representantes de los sectores mencionados dirige, ejecuta y supervisa el desarrollo del nuevo sistema, así como la transición del sistema actual al nuevo.

El coordinador del equipo de trabajo debe ser una persona uniformemente aceptada y respetada. Ante todo, debe ser capaz de obtener la cooperación en todos los mandos intermedios de la compañía. Parmelee<sup>6</sup> indica que el éxito de la implementación de nuevos sistemas claramente depende de la visualización que tengan los miembros del equipo de trabajo de lo que debe ser un proyecto de mejoramiento continuo de proceso.

Por otra parte, la composición del equipo de trabajo, las funciones asignadas a sus miembros y la forma en que el nuevo sistema es visualizado, juegan un papel muy importante en el éxito de la nueva aplicación. Gerentes intermedios y supervisores deben estar de acuerdo con la composición del equipo de trabajo, basada en una representación equilibrada de cada sector envuelto en el proceso de transición. Todos los miembros tienen que entender claramente que su participación en el proyecto reducirá significativamente el tiempo disponible para otras funciones y responsabilidades.

## Plan propuesto para la implementación

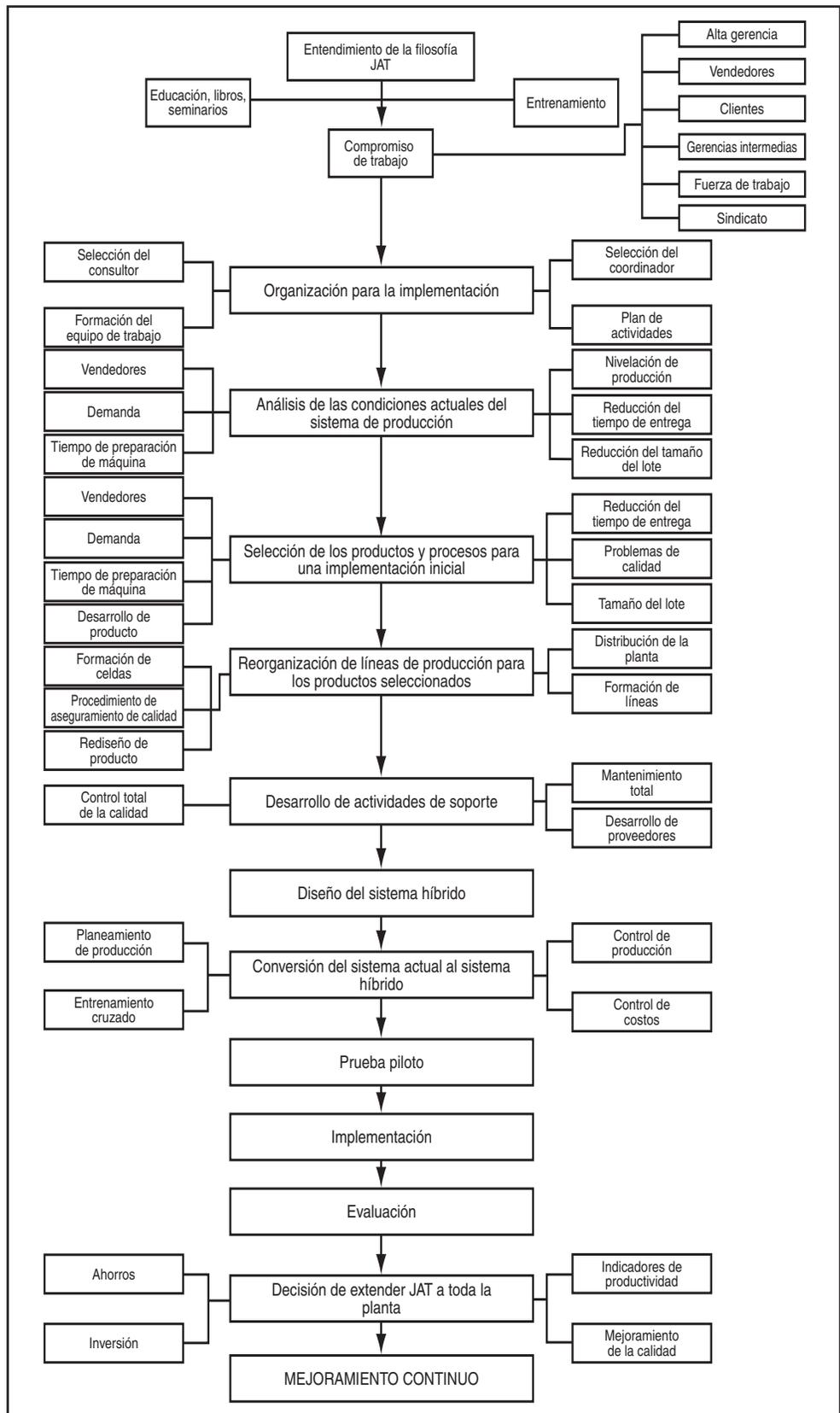
Existen muy diversos caminos para la implementación de un sistema híbri-

do. Sin embargo, todos ellos siguen una trayectoria definida a fin de lograr una introducción completa y exitosa.<sup>3,6,8</sup> La Figura 2 muestra un plan de trece pasos para la introducción del nuevo sistema.

El primer paso en este plan consiste en la necesidad de adquirir conocimiento de las características del nuevo sistema. En otras palabras, la idea es obtener **conocimiento y entender la filosofía JAT**. Educación y entrenamiento son esenciales para entender las ventajas y desventajas de la aplicación de nuevos sistemas de producción. El objeto de esta actividad es asegurar que las personas involucradas en el proyecto tienen un adecuado conocimiento de las características y requerimientos de un sistema JAT en sus primeras etapas de introducción. Un objetivo secundario es ganar confianza en las bondades del nuevo sistema.

Es importante en esta etapa entender la diferencia entre sistemas JAT, sistemas kanban, inventario cero, producción sin inventario y otros esquemas de producción. En el momento en que la alta gerencia esté suficientemente motivada con la idea de implementar el nuevo sistema, se debe dictar una política a fin de que todos los esfuerzos de la organización se dirijan hacia la prevención y eliminación del desperdicio, donde desperdicio se define como cualquier acción que no agregue valor al producto e implique el uso de los recursos de producción.<sup>8</sup>

Una vez que toda persona involucrada en el proyecto entienda los nuevos conceptos y tenga una adecuada confianza en sus ventajas, el siguiente paso es adquirir compromiso de trabajo por parte de la alta gerencia, gerencias intermedias, supervisores y trabajadores en general. Sin compromiso de trabajo y cooperación de todos los secto-



**Figura 2**  
**Plan para la implementación de un sistema híbrido.**

res, la marcha exitosa y total del nuevo sistema será poco probable. Steudel y otros<sup>9</sup> avalan esta conclusión cuando dicen que el trabajo conjunto, la comunicación y la confianza entre la administración y los trabajadores son requisitos necesarios para hacer cualquier cambio. La resistencia al cambio y el miedo a lo desconocido deben ser combatidos y evitar que éstos sean más grandes que la insatisfacción de continuar siendo mediocres bajo condiciones conocidas.

El siguiente paso en este plan es la **organización para la implementación**.

En esencia, este paso consiste en el desarrollo de un plan inicial que esquematice las actividades requeridas para la introducción del nuevo sistema, y considere la selección potencial de un consultor junto con la selección de un coordinador del proyecto y el equipo de trabajo. La participación de un consultor es importante a fin de controlar las directrices del plan, dirigir la ejecución de actividades y proveer medios de comunicación periódica para asesorar al equipo de trabajo durante el desarrollo e implementación del proyecto.<sup>2</sup> El coordinador del proyecto y el equipo de trabajo deben ser seleccionados de aquellos que tengan algún grado de autoridad en la organización y que a su vez conozcan las limitaciones tecnológicas y características de los procesos y recursos envueltos en el sistema de producción. El desarrollo de un plan de actividades debe ser la primera tarea asignada al coordinador y al equipo de trabajo por la alta gerencia. El consultor puede ser de gran ayuda en esta actividad.

El próximo caso es la primera tarea importante ejecutada por el equipo de trabajo. Consiste en el **análisis de las condiciones actuales del sistema de producción**. Este análisis debe centrarse en aspectos tales como: con-

flictos con vendedores, características de los patrones de demanda, tiempos de preparación de máquina, necesidad de una producción suavizada, tiempos de entrega de producto, tamaño de lotes y problemas de calidad.

Una vez ejecutada esta actividad, el equipo de trabajo debe trabajar en la **selección de los productos y procesos sobre los cuales se ejecutará un plan piloto**. Esta selección es hecha después de que las líneas de producción y los diversos procesos han sido cuidadosamente analizados en términos de los más importantes factores que afectan el sistema. Además de los aspectos mencionados en el anterior párrafo, el análisis debe incluir también procedimientos para la programación y el control de la producción, flexibilidad en la entrega de órdenes de trabajo e influencia de los productos y procesos seleccionados sobre otras líneas de producto o proceso.

Una vez concluida esta tarea, el equipo de trabajo, con la ayuda de los departamentos de ingeniería, producción y calidad, ejecuta la **reorganización de las líneas de producción para los productos seleccionados**. Algunos de los factores que deben ser considerados incluyen la distribución de la planta (posible formación de celdas de manufactura y aplicación de grupos tecnológicos), diseño de líneas de producción, procedimientos de control de producción y métodos de aseguramiento de la calidad. En algunos casos, el rediseño de productos y procesos puede ser necesario. Por ejemplo, si las operaciones de ensamble fuesen tan complejas que requieran de instrucciones especiales y entrenamiento de trabajadores, pueden ser muy efectivas algunas modificaciones en el diseño de producto que simplifiquen su ensamble.

El próximo paso es el **desarrollo de actividades de soporte**. El equipo de trabajo, con la ayuda de los respectivos departamentos, también debe implementar programas de calidad total y de mantenimiento productivo a fin de anticipar problemas. El objetivo primario del programa de calidad total es entrenar a los trabajadores para que sean capaces de tomar decisiones que eliminen la aparición de imperfecciones de calidad en las líneas de producción y fuera de ellas. Este nivel de autoridad dado a los trabajadores es importante para mantener la calidad requerida por la implementación del nuevo sistema. El objetivo de un programa de mantenimiento productivo es prevenir desperfectos de máquina y equipo que afecten la calidad del producto y, a su vez, facultar a los operarios para que ejecuten actividades menores de mantenimiento.<sup>2</sup>

Otra actividad de soporte es el incremento de la lista de proveedores de confianza. Con el fin de asegurar la continuidad en la entrega de materiales de alta calidad, es particularmente importante que el equipo elimine aquellos proveedores que han tenido un pobre rendimiento en el pasado. Además, el equipo de trabajo debe buscar, con la ayuda del departamento de compras, nuevos proveedores capaces de suplir materiales críticos para los procesos de producción. En algunos casos, la participación en el diseño de un sistema de calidad para el proveedor puede ser una excelente alternativa.

A esta altura del proyecto, el equipo de trabajo está listo para el **diseño del sistema híbrido** para los productos y procesos seleccionados. Los tiempos de preparación de máquina y los tamaños de lote deben haber sido reducidos considerablemente, a fin de que el sistema esté listo para el cambio. El diseño del nuevo sistema incluye el redise-

ño de la distribución de planta, el balanceo de las líneas de ensamble, lijado y tapizado, la reorganización de la producción, el análisis de las metodologías de producción y el desarrollo de un sistema de programación y control de producción, entre otros. Los programas de producción para la fabricación de partes deben coincidir con los requerimientos del resto de líneas de manufactura. Un análisis de cada etapa del proceso de manufactura ayudará a indicar el balance requerido entre la demanda de partes y la del producto terminado.

El próximo paso es la **conversión de las líneas de producción seleccionadas del sistema tradicional al sistema híbrido**. Previamente a la ejecución de esta actividad, el trabajador se entrenará en varios procesos, a fin de que se familiarice con las características del nuevo sistema y se convierta en un recurso flexible que puede ser empleado en varios centros de trabajo. Los operarios han de estar familiarizados con los nuevos procedimientos y métodos antes del primer día de la implementación. Además, los procedimientos para el planeamiento y control de producción, así como para el control de costos, deben haber sido rediseñados para satisfacer los requerimientos del nuevo sistema. Todos los posibles problemas que pueden ocurrir en el período de transición tienen que ser anticipados y resueltos antes de que la implementación se ponga en marcha.

Una vez que la conversión ha sido planeada y el plan está listo para ser implementado, se organiza una **prueba piloto** a fin de evaluar el rendimiento del nuevo sistema. Los cambios en el sistema deben ser hechos en esta etapa de la implementación.

El siguiente paso es la **implementa-**

**ción del sistema**, bajo condiciones normales de operación, en los procesos seleccionados. Aun cuando la mayoría de los problemas deben ser descubiertos y resueltos durante la prueba piloto, un control minucioso ha de ser puesto en práctica con el fin de mantener las condiciones iniciales del sistema y evitar aquellos problemas que subsecuentemente ocurren bajo condiciones de producción masiva.

Una vez que la implementación ha sido ejecutada, una **evaluación del rendimiento del sistema** debe ser realizada para determinar el impacto del nuevo sistema en las inversiones y el mejoramiento de la calidad y la productividad. Con base en esta información, el equipo de trabajo tomará decisiones racionales con respecto a la posible **extensión del programa JAT al sistema completo de producción**. Si la decisión es positiva, todo el personal involucrado debe apoyarle y ayudar a una exitosa implementación. Todos deben estar conscientes de que la implementación del nuevo sistema no es un proyecto estático y que el **mejoramiento continuo es necesario para asegurar su éxito prolongado**.

El tiempo de implementación de un sistema híbrido depende de aspectos tales como número y variedad de productos, número de líneas de manufactura, grado de dificultad de los procesos, nivel de educación de los trabajadores, rediseño de la distribución de planta y disponibilidad de tiempo de los miembros del equipo de trabajo. De tal manera que estimar el tiempo de desarrollo e implementación de un nuevo sistema no es fácil.

Basado en experiencias de implementación de sistemas, Parmelee<sup>5</sup> propone un estimado de tiempo que puede ser usado como referencia en la introducción de un sistema híbrido. El Cuadro

1 presenta un esquema de tiempo para poner en práctica un sistema híbrido en la industria del mueble, basado en las recomendaciones de Parmelee y las características propias de la industria del mueble. Como se puede ver, la estimación de tiempo con la ejecución de actividades simultáneas es de 17 meses.

La Figura 3 presenta un gráfico Gantt para la planeación del proyecto de implementación de un sistema híbrido en todo el sistema de producción.

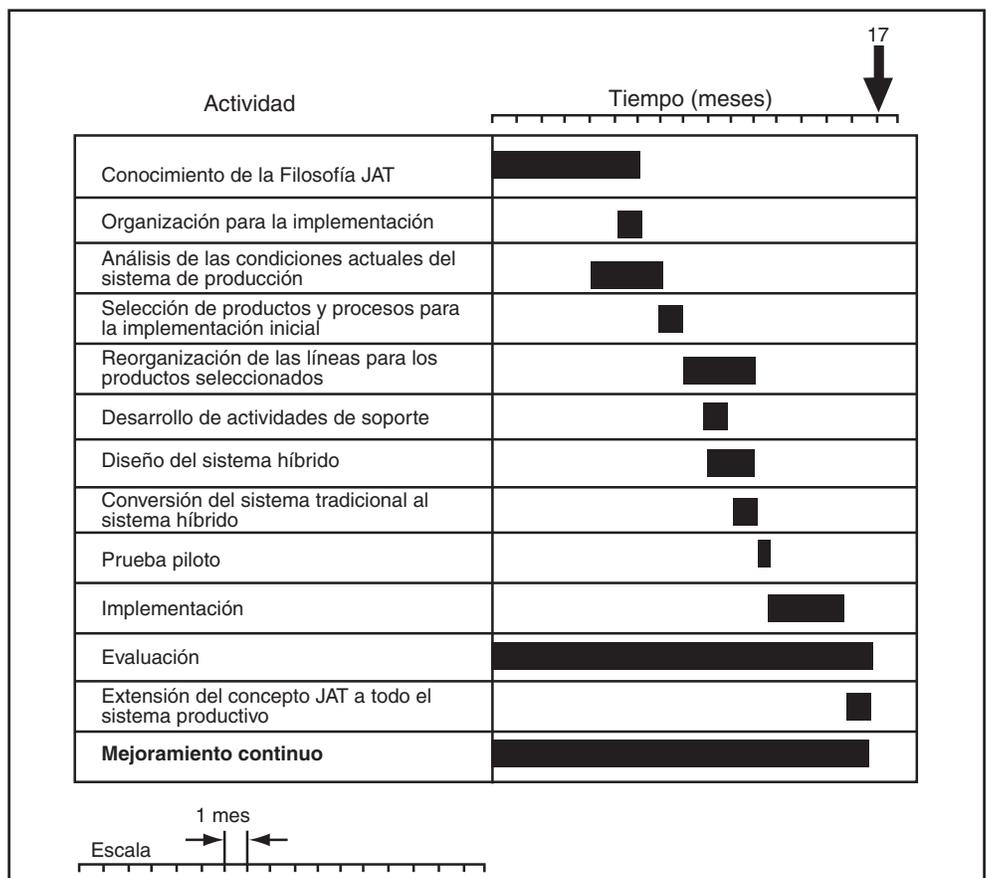
## Cambios para facilitar la puesta en marcha del nuevo sistema

La implementación exitosa de un sistema híbrido requiere que los cuellos de botella sean identificados, estudiados y removidos. Una vez que recursos adicionales (trabajadores, materiales o máquinas) sean agregados para eliminar cuellos de botella, las razones de producción y los tiempos de preparación de máquina serán evaluados. Esta evaluación provee información importante en relación con el estado actual de la planta para cumplir la demanda de producción y los requerimientos de rediseño de producto.

Los programas de reducción del tiempo de preparación de máquina deben ser implementados en operaciones cuello de botella, pues no existe un ahorro significativo cuando estos programas se aplican en operaciones que no generan este tipo de problemas. Steudel y otros<sup>9</sup> así como Schultz<sup>7</sup> definen una metodología para la reducción del tiempo de preparación de máquina basada en la eliminación de tiempos muertos, estandarización de métodos, procedimientos y eliminación de dispositivos. En este procedimiento, el tiempo de prepa-

**Cuadro 1**  
**Esquema de tiempo para la implementación de un sistema híbrido**

ACTIVIDAD	TIEMPO (MESES)
Conocimiento de la filosofía JAT	6
Organización para la implementación	1
Análisis de las condiciones actuales del sistema de producción	3
Selección de productos y procesos para una implementación inicial	1
Reorganización de las líneas para los productos seleccionados	3
Desarrollo de actividades de soporte	
Diseño del sistema híbrido	2
Conversión del sistema tradicional al sistema híbrido	1
Prueba piloto	0,5
Implementación del sistema	3
Evaluación	1
Extensión del concepto JAT a todo el sistema productivo	1
<b>Mejoramiento continuo</b>	<b>Constante</b>



**Figura 3**  
**Gráfica Gantt para la planeación del proyecto**

ración de máquina debe ser dividido en dos partes: tiempo interno y tiempo externo. El tiempo interno corresponde a aquellas actividades que requieren que la máquina esté ociosa para su ejecución. El tiempo externo corresponde a las actividades que se pueden ejecutar mientras la máquina está realizando actividades productivas. El objetivo es hacer un análisis a fin de que la mayor parte de los tiempos de preparación de máquina formen parte del tiempo externo.

Mediante el uso de técnicas de estudio del trabajo, nuevos métodos para preparar máquinas deben ser desarrollados a fin de eliminar elementos de tiempo improductivo. En el estudio mencionado, se eliminan dispositivos de ajuste, pues son la causa del desperdicio de tiempo y problemas de calidad. En algunos casos puede ser necesario el rediseño de máquinas y de dispositivos de carga y descarga.

Los medios y espacios para el manejo de materiales deben ser rediseñados a fin de cumplir con las necesidades del nuevo sistema. La capacidad del equipo de manejo de materiales es ahora relacionada con el tamaño del lote que se traslada de una operación a otra. La aplicación de control estadístico de calidad puede ser de gran ayuda para detectar y resolver problemas de bajos niveles de calidad atribuidos a la maquinaria, los materiales, las condiciones ambientales, los métodos, o la mano de obra.

El rediseño de producto para permitir métodos de ensamble y de maquinado más simples ofrece un potencial significativo para la reducción del tiempo de preparación de máquina. El diseño para el ensamble y el diseño para la manufactura son técnicas importantes para una implementación exitosa de sistemas híbridos.

## Conclusiones

Luego del análisis presentado en este artículo, las conclusiones son las siguientes:

1. La implementación de conceptos JAT en la industria del mueble es bastante difícil debido a la gran variedad de partes que se necesita producir para una gran variedad de estilos caracterizados por tener una vida útil muy corta. Por ello, la implementación de un sistema híbrido (sistema tradicional para el maquinado de partes y conceptos justo a tiempo para los demás procesos) parece ser una excelente posibilidad.
2. La introducción de un sistema híbrido en la industria del mueble debe cumplir con el objetivo de eliminar el desperdicio y, a su vez, hacer una utilización eficiente de las capacidades potenciales de la fuerza de trabajo para solucionar problemas de producción.
3. La implementación de sistemas híbridos en la industria del mueble debe ser cuidadosamente planeada. Un conocimiento a priori de los conceptos JAT y de la manera en que éstos pueden ser implementados es esencial. La influencia del nuevo sistema en todas las operaciones de la organización debe ser analizada.
4. Los mandos intermedios de la compañía deben estar de acuerdo con la forma en que el equipo de trabajo está conformado. Este equipo ha de representar todas las áreas involucradas en el proceso de transición y solamente incluir miembros con conocimiento y experiencia en los procesos de producción; de otra manera, el equipo se convierte en un grupo de trabajo muy grande, cuyo manejo es complicado y costoso.
5. Deben ser resueltos los problemas con proveedores si se desea una exi-

tosa implementación. Por ello, deben ser puestos en operación programas de desarrollo de proveedores para adquirir materiales de altos niveles de calidad antes de intentar la implementación del nuevo sistema.

6. Un estimado de tiempo para poner en marcha el nuevo sistema es de un año y medio.

7. Es importante tener presente que una vez que el sistema ha sido implementado, debe ser evaluado para asegurar un verdadero mejoramiento continuo.

## Bibliografía

1. Acuña, J. *Control de Calidad*. Cartago, Costa Rica: Editorial Tecnológica, 1986.
2. Cheng, T.C., y Podolsky, S. *Just-in-Time Manufacturing: An Introduction*. London, England: Chapman and Hall, 1993.
3. Heard, E. "A JIT Implementation Plan and a Platform for Selling it to Top Management". *APICS, Twenty-Eighth Annual International Conference Proceedings of the American Production and Inventory Society*. Ontario, Canadá (pp. 385-389), 1985.
4. MacGuire, K. "Are You Ready for Just-In-Time". *APICS, Twenty-Eighth Annual International Conference Proceedings of the American Production and Inventory Society*. Ontario, Canadá (pp. 385-389), 1985.
5. Nisancy, I., y Nicolli, A. "Project Planning Network is Integrated Plan for Implementing Just-in-Time". *Industrial Engineering*, 19(10), 50-55, 1987.
6. Parmelee, R. "JIT Implementation by the Numbers". *APICS, Twenty-Eighth Annual International Conference Proceedings of the American Production and Inventory Society*. Ontario, Canadá (pp. 434-438).
8. Sepheri, M. "Managing Just-In-Time Implementation". *JIT/Quality Conference Proceedings*. Atlanta, Georgia (pp. 117-120), 1987.
9. Steudel, H., y Desruelle, P. *Manufacturing in the Nineties: How to Become a Mean, Lean, World-Class Competitor*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992.