

INTRODUCCIÓN AL JUSTO A TIEMPO (JUST IN TIME)

Aportado por: Iván Escalona - ivan_escalona@yahoo.com.mx

Las siglas J.I.T. se corresponden a la expresión anglosajona "*Just In Time*", cuya traducción podemos denotar como "*Justo A Tiempo*". Y precisamente la denominación de este novedoso método productivo nos indica su filosofía de trabajo: "las materias primas y los productos llegan justo a tiempo, bien para la fabricación o para el servicio al cliente".

El método J.I.T. explica gran parte de los actuales éxitos de las empresas japonesas, sus grandes precursoras. Sus bases son la reducción de los "desperdicios", es decir, de todo aquello que no se necesita en el preciso momento, colchones de capacidad, grandes lotes almacenados en los inventarios, etc. De esta manera, lo primero que nos llama la atención es la cuantiosa reducción de los costes de inventario, desembocando en una mejor producción, una mejor calidad, etc.

Sin embargo, no podemos estudiar el sistema J.I.T. como un paquete de software, como el MRP (*Material Requirements Planning: Programa de Requerimientos de Material*), sino que debemos estudiarlo como una filosofía, ya que no únicamente afecta al proceso productivo, sino que también lo hace directamente sobre el personal, la forma de trabajo, los proveedores, etc. Esta filosofía se basa principalmente en dos expresiones que resumen sus objetivos, "el hábito de ir mejorando" y la "eliminación de prácticas desperdiciadoras". El J.I.T. busca que continuamente busquemos hacer las cosas mejor, hecho que raramente es apreciado en las acomodadas empresas occidentales, algunas de las cuales realizan una equívoca comparación entre sus medidas de minimizar costes con la eliminación de prácticas que producen desperdicio, esto es, prácticas que no suponen ningún beneficio para la empresa (aunque a primera vista si lo parezca).

En este trabajo, pasaremos a exponer como surgió el J.I.T. como una innovación, a partir de los departamentos de I+D, por que si bien el aspecto más conocido de su trabajo es la creación e innovación de nuevos productos, menos relevante a nivel superficial pero no menos importante a nivel empresarial son sus innovaciones en los métodos productivos

EL NACIMIENTO DEL JUST IN TIME

El just in time nació en Japón, donde fue aplicado por la empresa automovilística Toyota que lo empezó a utilizar a principios de los años 50 y el propósito principal de este sistema era eliminar todos los elementos innecesarios en el área de producción (que incluye desde el departamento de compras de materias primas, hasta el de servicio al cliente, pasando por recursos humanos, finanzas, etc.) y es utilizado para alcanzar reducciones de costos nunca imaginados y cumpliendo con las necesidades de los clientes a los costos mas bajos posibles como se ha comentado en la introducción. En una nación pequeña como Japón, el bien más preciado es sin lugar a duda el espacio físico. Por ello, uno de los pilares de la nueva filosofía fue precisamente el ahorro de espacio, la eliminación de desperdicios y, en conclusión, la eliminación de la carga que supone la existencia del inventario.

Además, la historia tiene su propia aportación a la innovación del J.I.T.. Si en la década de los 50 el avance tecnológico y el desarrollo industrial eran propiedad casi exclusiva de los Estados Unidos de América, debido en gran parte a su victoria en la II Guerra Mundial, la cual perjudicó enormemente a la nación nipona, en la década de los 80, esta tendencia se invirtió hacia el que fue su gran enemigo en la guerra, Japón. El avance de la electrónica y otros grandes sectores industriales relacionados con las más florecientes industrias se asentaron en aquel país debido en gran parte a las favorables condiciones económicas y laborales en las empresas niponas. Pero el nacimiento de un gran número de empresas, casi todas ellas relacionadas con los mismos sectores tecnológicos provocó la aparición de una feroz competencia. La lucha por la supremacía mundial se enfocó entonces hacia aspectos que nunca antes habían tenido tanta importancia, La innovación.

El gran número de empresas provocó la aparición casi simultánea de productos similares fabricados por diferentes empresas, reduciendo así la cuota de mercado y, por lo tanto, los beneficios. Las empresas debían ser superiores a sus competidoras, y lo debían ser en aquellos aspectos que a nadie antes se le había ocurrido. Las empresas japonesas fueron las primeras en enfocar sus productos e innovaciones en esta dirección. Para ello, debían de ser las mejores en innovación de nuevos productos, pero además debían ser las más rápidas, para evitar que la competencia redujera su margen de beneficios. Pero el avance tecnológico impidió que aumentará la diferencia de tiempo desde que se lanzaba el nuevo producto hasta que los competidores lo "reproducían". Por lo tanto, se debía buscar un nuevo método para seguir innovando pero aumentando el margen de beneficios. Y precisamente ésta será la filosofía de la innovación que estamos tratando: El J.I.T.. Rápidamente, las empresas que lo implantaron, todas ellas japonesas, consiguieron resolver dos problemas a la vez: *la falta de espacio físico y la obtención del máximo beneficio: "reducción de inventarios y eliminación de prácticas desperdiciadoras"*. La primera empresa que implanto este método productivo, Toyota, se convirtió rápidamente en líderes mundiales en su sector. La eficacia del J.I.T. las llevó rápidamente a mejorar y perfeccionar su filosofía, la cual pasó a afectar a todos los ámbitos de la empresa, y no solo a la producción, Personal laboral, Dirección,...

El método J.I.T. explica muchos de los éxitos de las empresas japonesas en los últimos años, las cuales están pasando poco a poco a liderar sus ámbitos de mercado. Sin embargo, son muchas las empresas que no han implantado aún el J.I.T. en su producción. La mayoría de estas empresas corresponden al grupo de empresas occidentales, entre las que englobamos tanto a las empresas Norteamericanas como a las Europeas.

Una de las causas de que el J.I.T. no se halla instalado en occidente puede ser los distintos estilos de vida de ambos bloques, La vida metódica tradicional japonesa frente a la vida liberal de los países occidentales. Y sobre todo, debemos llegar a la diferencia que de aquí se deriva en la forma de ver la empresa. Mientras que en Europa, la empresa es el lugar de trabajo para la gran mayoría, perdiendo toda relación con ella fuera de las horas laborales. En Japón, en cambio, la empresa es una parte de la vida muy importante en la vida del trabajador nipón, llegando al extremo de identificarse totalmente con los problemas de la empresa, haciéndolos como suyos e intentando resolverlos para el beneficio del conjunto antes que el beneficio propio. Si tomamos este hecho como punto de partida, ya podemos apreciar el porqué de las dificultades de implantar un sistema productivo japonés en un país occidental.

Pero debemos partir de la base de que el J.I.T. no es solamente un método productivo, sino una filosofía, y que por lo tanto no se debe implantar, sino que se debe enseñar y del que se deben mostrar sus virtudes y sus inconvenientes, de tal modo que el trabajador aprenda esta filosofía por iniciativa propia, y por imposición.

Por otra parte, la publicidad sobre el tema no ha llegado en profundidad a sus pormenores, quedándose únicamente en la superficie. Este hecho provoca que las empresas vean solamente la capa más exterior, facilitando la aparición de suspicacias y rechazos hacia el nuevo sistema productivo, alcanzando a ver, como mucho, al J.I.T. como un método capaz de aumentar la tasa de rentabilidad de la inversión de una empresa o de reducir costes. Sin embargo, la adopción del J.I.T. en una empresa supone un cambio radical en la forma tanto de ver la empresa como de entenderla. Todas las normas y rutinas ya establecidas pasan a la obsolescencia, ya que, por ejemplo, el J.I.T. obliga a eliminar los gastos excesivos característicos de las grandes instalaciones. Y este llega a ser un factor determinante en el rechazo hacia el J.I.T., ya que no todas las empresas se ven a sí mismas lo suficientemente flexibles como para adoptar los cambios que el J.I.T. necesita. Por lo tanto, son muchas las excusas que las empresas occidentales alegan para rechazar el J.I.T.. Pero todas ellas tienen una explicación coherente que puede que llegue a aclarar las ideas a muchas empresas.

Conseguir una buena tasa de rentabilidad depende de una buena implantación cuyas cinco fases que son esenciales para ello son:

Primera fase: Poner el sistema en marcha.

Segunda fase: educación.

Tercera fase: conseguir mejoras del proceso.

Cuarta fase: conseguir mejoras del control.

Quinta fase: ampliar la relación proveedor / cliente.

La primera fase implica la creación de una base sobre la que se pueda construir la implantación. Como la implantación del J.I.T. implica cambiar las actitudes dentro de una empresa, la primera fase establece el tono global de la aplicación. Incluye una cierta educación inicial, el análisis de costes y beneficios, y la identificación de una planta piloto. Pero quizá el factor más importante para la puesta en marcha es conseguir el compromiso de la alta dirección. Sin este compromiso, la implantación será bastante más difícil, ya que inevitablemente en unos puntos determinados habrá que tomar decisiones difíciles.

Una vez completada la primera fase, puede iniciarse la tarea de la educación. El hecho de que esta fase se haya denominado el punto en que se sigue o se deja indica su importancia. Una buena implantación del J.I.T. requiere cambiar ciertas actitudes a veces muy arraigadas.

Una vez este en marcha el programa de educación, ya se pueden cambiar los procesos, y luego el control de la producción. Estas mejoras incluyen la utilización de mini fabricas con líneas de flujo para simplificar los problemas de control, así como el uso de sistemas de arrastre/Kanban para arrastrar el trabajo a través del sistema de producción.

La fase final, la ampliación de la relación proveedor/cliente, completa la implantación del J.I.T.. Esta fase incorpora a los proveedores y clientes en un sistema J.I.T. que abarca todo

el proceso de producción, desde los proveedores, pasando por la propia empresa hasta llegar a los clientes. De esta última fase se hablará más adelante.

Estas cinco fases forman la base de la puesta en práctica del J.I.T.. Han sido probadas en la práctica y forman el núcleo del plan de implantación.

PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DEL J.I.T.

ATACAR LOS PROBLEMAS FUNDAMENTALES

A la cultura japonesa le encanta representar los conceptos con imágenes. Para describir el primer objetivo de la filosofía del J.I.T., atacar los problemas fundamentales, los japoneses utilizan la analogía del río de las existencias que queda reflejada en el esquema de la figura 1.

El nivel del río representa las existencias y las operaciones de la empresa se visualizan como un barco que navega río arriba y río abajo. Cuando una empresa intenta bajar el nivel del río (en otras palabras, reducir el nivel de las existencias) descubre rocas, es decir, problemas. Hasta hace bastante poco, cuando estos problemas surgían en las empresas de los países occidentales la respuesta era aumentar las existencias para tapan el problema.

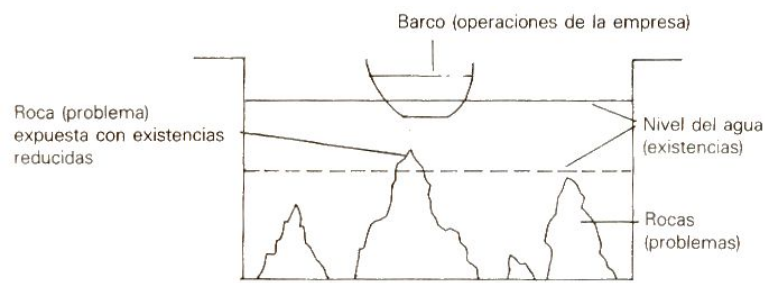


Figura 1. El río de las existencias.

Un ejemplo típico de este tipo de problemas sería el de una planta que tuviera una máquina poco fiable que suministrara piezas a otra, más fiable, y la respuesta típica de la dirección occidental sería mantener un stock de seguridad grande entre las dos máquinas para asegurar que a la segunda máquina no le faltara trabajo. En cambio, la filosofía del J.I.T. indica que cuando aparecen problemas debemos enfrentarnos a ellos y resolverlos, las rocas deben eliminarse del lecho del río). El nivel de las existencias puede reducirse entonces gradualmente hasta descubrir otro problema; este problema también se resolvería, y así sucesivamente. En el caso de la máquina poco fiable, la filosofía del J.I.T. nos indicaría que había que resolver el problema, ya fuera con un programa de

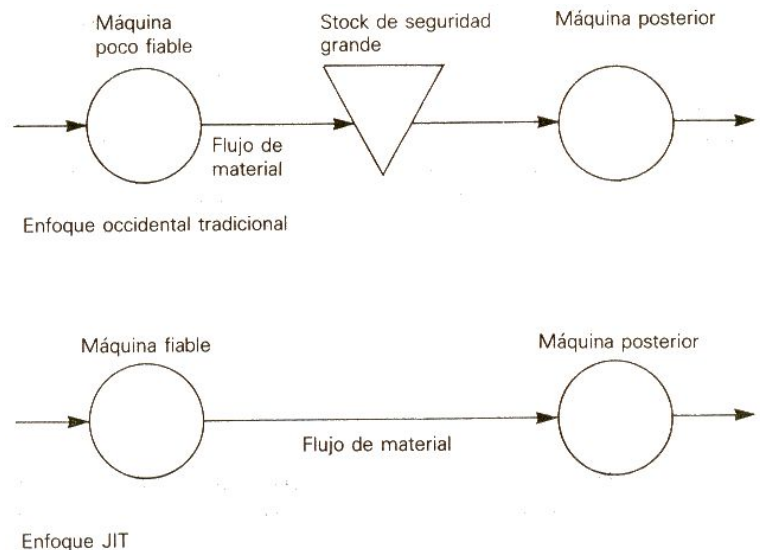


Figura 2. Enfoques respecto a máquinas poco fiables.

mantenimiento preventivo que mejorara la fiabilidad de la máquina o, si éste fallara, comprando una máquina más fiable, La Figura 2 ilustra la diferencia entre el enfoque tradicional occidental y el J.I.T..

Cuando hay una máquina o un proceso que forma un cuello de botella, uno de los enfoques occidentales tradicionales ha sido intentar conseguir una programación mejor y más compleja (utilizando, por ejemplo, el MRP II) para asegurar que nunca se queda sin trabajo, disminuyendo así el efecto del cuello de botella. Las consecuencias de estas políticas han sido muchas veces decepcionantes, los objetivos en cuanto a la rotación de existencias, que constituye una buena medida de la eficiencia, han sido inferiores en los países occidentales que en el Japón, y lo que es más, estos objetivos referentes a la rotación de existencias han aumentado más rápido en Japón que en los países occidentales. El enfoque J.I.T. ante una máquina o un proceso que constituye un cuello de botella sería, en cambio, reducir el tiempo de preparación para conseguir una mayor capacidad, buscar máquinas o procesos alternativos, comprar capacidad adicional o incluso subcontratar el trabajo en exceso. Un directivo J.I.T. reconoce que ni un aumento del stock de seguridad ni una programación más compleja resolverían el problema fundamental; lo único que hacen es tapar temporalmente los problemas.

Cuando un directivo J.I.T. observa que los tiempos ciclo son tan largos, intenta identificar los principales problemas que los ocasionan. No se contentará con intentar acelerar algunos pedidos, sino que querrá descubrir por qué los plazos de fabricación son tan largos. Según mi experiencia, los plazos de fabricación largos son el resultado de diversos factores, incluyendo máquinas o procesos que causan cuellos de botella, falta de fiabilidad de las máquinas, control de calidad deficiente (que requiere el reproceso de los artículos que no cumplen los niveles de calidad – una actividad muy cara), y falta de control en la fábrica. Resolviendo estos problemas, se pueden reducir gradualmente los plazos de fabricación.

ELIMINAR DESPILFARROS

El segundo objetivo de la filosofía del J.I.T. se puede expresar mediante una frase que se utiliza con frecuencia en las fábricas japonesas más eficientes, eliminar Despilfarros, en este contexto, significa todo lo que no añada valor al producto. Ejemplos de operaciones que añaden valor son los procesos cómo cortar metal, soldar, insertar componentes electrónicos, etc. Ejemplos de operaciones que *no* añaden valor son la inspección, el transporte, el almacenaje, la preparación. Tomemos el caso de la inspección y el control de calidad como ejemplos. El enfoque occidental tradicional es tener inspectores estratégicamente situados para examinar las piezas y, si es necesario, interceptarlas. Esto conlleva ciertas desventajas, incluyendo el tiempo que se tarda en inspeccionar las piezas y el hecho de que los inspectores muchas veces descubren los fallos cuando ya se ha fabricado un lote entero, con lo cual hay que reprocesar todo el lote o desecharlo, dos soluciones muy caras. El enfoque J.I.T. consiste en eliminar la necesidad de una fase de

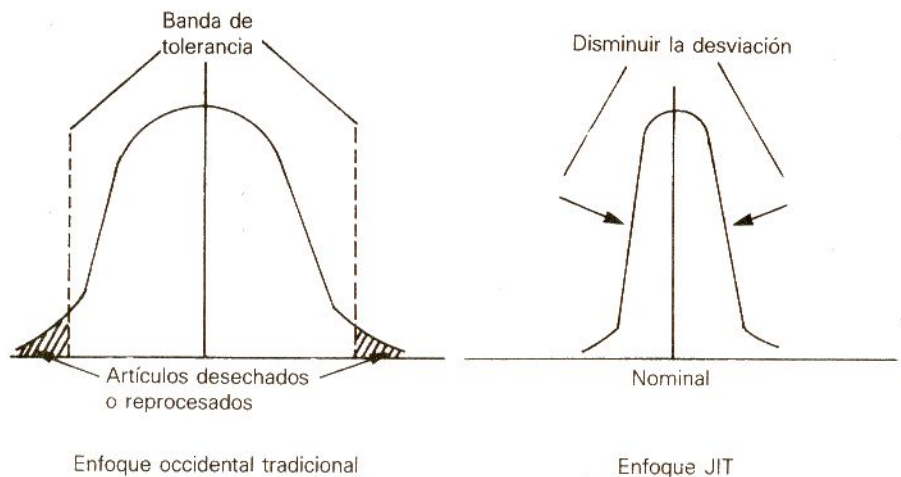


Figura 3. Enfoque respecto a las tolerancias.

inspección independiente, poniendo énfasis en dos imperativos:

Haciéndolo bien a la primera. Dado que conseguir productos de alta calidad normalmente no resulta más caro que fabricar productos de baja calidad, todo lo que se necesita es un esfuerzo concentrado para depurar las tendencias que propician la aparición de defectos.

Conseguir que el operario asuma la responsabilidad de controlar el proceso y llevar a cabo las medidas correctoras que sean necesarias, proporcionándole unas pautas que debe intentar alcanzar.

Si comparamos el enfoque occidental tradicional de la inspección y control de calidad con el método J.I.T. (Fig. 3), podemos ver que el enfoque occidental ha sido determinar unos límites superiores e inferiores (por ejemplo, tolerancias) y si las medidas caen fuera de estos dos límites, el producto se desecha o se reprocessa. En cambio, el enfoque J.I.T. es reducir la desviación de lo nominal ideal, no tolerando ninguna desviación de lo nominal. Además, el J.I.T. traspasa la responsabilidad de detectar y corregir las desviaciones a los operarios que llevan a cabo los procesos. Se espera de ellos que lo hagan bien a la primera y que impidan que los productos se desvíen demasiado de lo nominal. Estas son las características esenciales del control de calidad estadístico. El almacenamiento de las existencias es otro ejemplo de una actividad ineficiente. El coste real del inventario tiene dos vertientes. El primer coste es, naturalmente, el coste directo en términos de capital y gastos de almacén, y el riesgo de que las existencias se vuelvan obsoletas. Muchas empresas de los países occidentales han supuesto que el coste del inventario se sitúa entre un 20 y un 30 por ciento al año. El segundo coste, que en las empresas tradicionales occidentales se ha pasado por alto, es el de que *las existencias ocultan los problemas*. Se relaciona con la filosofía del J.I.T. de ir reduciendo gradualmente los niveles de existencias y exponer problemas. En un principio, algunos directivos contemplaban esta idea con cierta preocupación porque pensaban que era bueno que el problema permaneciera oculto, ya que una vez expuesto el problema debían hacer algo para solucionarlo. Si los proveedores no entregan los componentes o las materias primas a tiempo y con una buena calidad, un stock de seguridad grande de los componentes o materias primas mantendrá el problema oculto. Esta no es una solución satisfactoria. El stock de seguridad es caro, ocupa espacio y puede volverse obsoleto. Además, hay costes asociados con la devolución de artículos (si la calidad es mala) o reclamar el pedido (si no se entrega a tiempo). Un suministro más frecuente y más fiable puede reducir los stocks de seguridad y también los costes.

Eliminar todas las actividades que no añadan valor al producto reduce costes, mejora la calidad, reduce los plazos de fabricación y aumenta el nivel de servicio a los clientes. Indirectamente, por supuesto, también puede aumentar las ventas. Eliminar despilfarros implica mucho más que un solo esfuerzo de una vez por todas. Requiere una lucha continua para aumentar gradualmente la eficiencia de la organización y exige la colaboración de una gran parte de la plantilla de la empresa. Si queremos que la política sea eficaz no se puede dejar en manos de un "comité para la eliminación de despilfarros", sino que tiene que llegar a cada rincón de las operaciones de la empresa, es decir, sólo será eficaz si los empleados entienden completamente los conceptos y si se lleva a cabo alguna medida para aplicar la estrategia de eliminación de despilfarros.

Las empresas que han obtenido los mejores resultados utilizando esta filosofía de eliminación de despilfarros, normalmente no lo han considerado el único criterio y han movilizadado a los empleados para aplicar a fondo la filosofía. Los programas de sugerencias son una forma de implicar a los empleados. En el pasado, estos programas eran notorios en Occidente por la mala respuesta obtenida por parte de los empleados y por la baja proporción de sugerencias que en realidad se han llevado a la práctica. Si se quieren eliminar las pérdidas con eficacia, el programa de sugerencias debe implicar una participación total de la mayor parte de los empleados. Ello significa que hay que cambiar el enfoque tradicional de decirle a cada empleado exactamente lo que debe hacer, y la filosofía J.I.T. pone mucho énfasis en la necesidad de respetar a los trabajadores e incluir sus aportaciones cuando se formulan planes y se hagan funcionar las instalaciones. Sólo de esta forma se podrá utilizar al máximo la experiencia y la pericia de todos los empleados. Este estilo de dirección más participativo puede exigir un ajuste considerable, especialmente por parte de los supervisores y los encargados. Con frecuencia el personal de esta categoría tiene la sensación de que disminuye su base de poder si no se les mantiene plenamente informados del objetivo de los cambios que implica la aplicación del J.I.T.. Sin embargo, si el personal de la empresa, especialmente en el ámbito de supervisores y encargados, recibe una formación completa sobre el J.I.T., es muy probable que este sistema reciba por su parte un apoyo incondicional.

SIMPLICIDAD

El tercer objetivo de la filosofía J.I.T. es buscar soluciones simples. Los enfoques de la gestión de la fabricación que estaban de moda durante los años setenta y principios de los ochenta se basaban en la premisa de que la complejidad era inevitable. Y a primera vista parece cierto. Un fabricante típico por lotes puede tener varios centenares de lotes simultáneamente en los diferentes procesos. Probablemente cada lote implica una cantidad determinada de operaciones independientes y seguramente deberá pasar por la mayor parte de los departamentos de la fábrica. Gestionar un sistema de este tipo es extremadamente complejo; las interacciones entre los diferentes trabajos, así como la necesidad de otros recursos, suelen agobiar a la mayoría de los directivos. El J.I.T. pone mucho énfasis en la búsqueda de la simplicidad, basándose en el hecho de que es muy probable que los enfoques simples conlleven una gestión más eficaz. El primer tramo del camino hacia la simplicidad cubre dos zonas: Flujo de material y Control.

Un enfoque simple respecto al flujo de material es eliminar las rutas complejas y buscar líneas de flujo más directas, si es posible unidireccionales. La mayoría de las plantas que fabrican basándose en lotes están organizadas según lo que podríamos denominar una disposición por procesos. La Figura 4 es un ejemplo de ello.

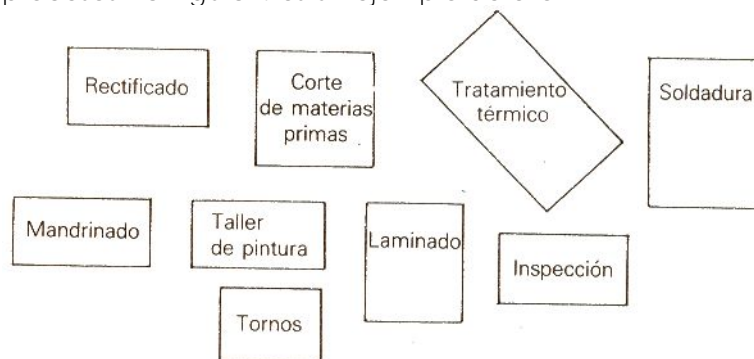


Figura 4. Una disposición típica por procesos.

La mayor parte de los artículos elaborados en esta fábrica de ejemplo seguirían una ruta tortuosa pasando, por ejemplo, del corte de materias primas a los tornos, luego al mandrinado, a la soldadura, al laminado, al tratamiento térmico, al rectificado y al taller de pintura. Normalmente cada proceso implica una considerable cantidad de tiempo de espera que se añade al tiempo que se invierte en el transporte de los artículos de un proceso a otro. Las consecuencias son bien conocidas, una gran cantidad de productos en curso y plazos de fabricación largos. Los problemas que conlleva intentar planificar y controlar una fábrica de este tipo son enormes, y los síntomas típicos son que los artículos retrasados pasan a toda prisa por la fábrica mientras otros, que ya no se necesitan inmediatamente a causa de la cancelación de un pedido o un cambio en las previsiones, se paran y quedan estancados en la fábrica. Estos síntomas tienen muy poco que ver con la eficacia de la gestión. No importa lo bueno que sea un director, tendrá problemas para controlar un sistema de este tipo. La filosofía de la simplicidad del J.I.T. examina la fábrica compleja y empieza partiendo

de la base de que se puede conseguir muy poco colocando un control complejo encima de una fábrica compleja. En vez de ello, el J.I.T. pone énfasis en la necesidad de simplificar la complejidad de la fábrica y adoptar un sistema simple de controles. El método principal de conseguir un flujo simple de material en la fábrica es agrupar los productos en familias, utilizando las ideas que hay detrás de la tecnología de grupos y reorganizando los procesos de modo que cada familia de productos se fabrique en una línea de flujo.

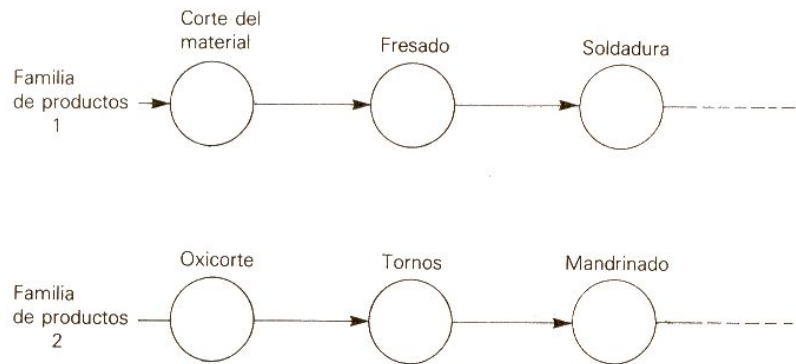


Figura 5. Disposición de productos utilizando líneas de flujo.

En la Figura 5 se muestra un caso ideal, aunque, generalmente, la línea de flujo a menudo se organiza en forma de U. De esta forma, los elementos de cada familia de productos pueden pasar de un proceso a otro más fácilmente, ya que los procesos están situados de forma adyacente. Probablemente se reducirá así la cantidad de productos en curso y el plazo de fabricación.

Con estas pequeñas líneas de flujo ya colocadas, surgen también otras ventajas. Por ejemplo, la gestión resulta mucho más fácil que en el caso de la disposición por procesos, ya que cada línea de flujo es, en gran parte, independiente. Puede haber un subjefe responsable de cada línea de flujo. Además, la calidad tenderá a mejorar; dado que ha disminuido el pánico porque hay menos pedidos urgentes, se puede pasar más tiempo solucionando los problemas de calidad.

La filosofía de simplicidad del J.I.T., además de aplicarse al flujo de artículos, también se aplica al control de estas líneas de flujo. En vez de utilizar un control complejo, el J.I.T. pone más énfasis en un control simple. Un ejemplo es el sistema de arrastre/Kanban. Dista mucho de los enfoques de control convencionales, ya que los sistemas de arrastre/Kanban *arrastran* el trabajo.

Los sistemas de control complejos son sistemas que empujan en el sentido de que planifican lo que hay que fabricar, que luego se empuja a través de la fábrica. Se supone que los cuellos de botella y otros problemas se detectan de antemano y se instalan unos complejos sistemas de control para informar de los cambios para que puedan tomarse las medidas correctoras. En cambio, el enfoque J.I.T. que utiliza el sistema de arrastre/Kanban elimina el conjunto complejo de flujos de datos, ya que es esencialmente, en su forma original, un sistema manual. Cuando finalice el trabajo de la última operación, se envía una señal a la operación anterior para comunicarle que debe fabricar más artículos; cuando este proceso se queda sin trabajo, a su vez, envía la señal a su predecesor, etc. Este proceso sigue retrocediendo toda la línea de flujo tal como se muestra en la Figura 6.

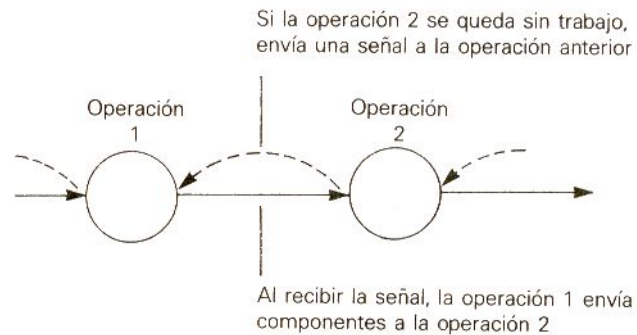


Figura 6. Funcionamiento de un sistema de arrastre.

De esta forma, se arrastra el trabajo a través de la fábrica. Si no se saca trabajo de la operación final no se envían señales a las operaciones precedentes y por tanto no trabajan. Esta es la principal diferencia con respecto a los enfoques anteriores de control de materiales. Si disminuye la demanda, el personal y la maquinaria no producen artículos. Los defensores del J.I.T. sugieren que realicen otras tareas como limpiar la maquinaria, hacer ajustes y comprobar si requieren mantenimiento, etc. Con los enfoques más tradicionales, la mayor parte de los directivos son menos propensos a dejar que el personal y la maquinaria permanezcan inactivos. Se programará trabajo incluso aunque no se necesite en un futuro próximo. Demasiadas veces no se necesita nunca porque el producto se ha convertido en obsoleto y los productos acabados deben desecharse. De hecho, el enfoque tradicional consideraba que la principal prioridad era mantener a las máquinas y al personal en activo, incluso a costa de fabricar artículos que sólo contribuirían a aumentar unas existencias ya infladas e incrementar el porcentaje de desecho. El enfoque J.I.T., basándose en el uso de los sistemas tipo arrastre, asegura que la producción no exceda de las necesidades inmediatas, reduciendo así el producto en curso y los niveles de existencias, al mismo tiempo que disminuye los plazos de fabricación. Y el tiempo que de otra forma sería improductivo se invierte en eliminar las fuentes de futuros problemas mediante un programa de mantenimiento preventivo. Conseguir un entorno correcto para que esto ocurra exige un programa global de educación, formación y comunicación.

La evidencia de los fabricantes occidentales que han llevado a cabo un programa de este tipo muestra resultados alentadores en la reducción de los plazos de fabricación y los períodos improductivos de la maquinaria. Además, aumenta considerablemente la moral.

Las principales ventajas que se pueden obtener del uso de los sistemas J.I.T. tipo arrastre/Kanban son las siguientes:

- Reducción de la cantidad de productos en curso.*
- Reducción de los niveles de existencias.*
- Reducción de los plazos de fabricación.*
- Reducción gradual de la cantidad de productos en curso.*
- Identificación de las zonas que crean cuellos de botella.*
- Identificación de los problemas de calidad.*
- Gestión más simple.*

Ya se ha hablado de las tres primeras ventajas, que son la reducción de la cantidad de productos en curso, de los niveles de existencias y de los plazos de fabricación. El sistema Kanban original en la fábrica de Toyota en Japón consigue una rotación de existencias de 80 en comparación con el promedio de las empresas occidentales que es de 3-4. Aunque hay que tener mucho cuidado a la hora de comparar la línea de Toyota con la de otras empresas, las cifras indican las asombrosas ventajas que pueden aportar los sistemas tipo arrastre/Kanban. Una de las ventajas principales es que simplifican la gestión del sistema de fabricación. Los sistemas de arrastre funcionan por sí solos y su necesidad de un complejo control por ordenador es mucho menor. El flujo de trabajo lo determinan las limitaciones del sistema y no lo que sale de un ordenador. Si, por ejemplo, se crea un cuello de botella en una zona, también disminuirá la actividad de los procesos anteriores para evitar que se acumule el trabajo antes del cuello de botella. Las mejoras asociadas con un sistema de arrastre aparecen de forma gradual. Parece que funciona mejor si el sistema se aplica primero con colas bastante largas frente a cada proceso y el nivel del río (productos en curso) disminuye lentamente para reducir los plazos de fabricación. Probablemente las mejoras serán lentas, pero también serán continuas.

Muchas veces se piensa que los sistemas de arrastre/Kanban sólo se pueden utilizar cuando hay poca variedad de productos y poca variación de la demanda. Sin embargo, muchas empresas están utilizando sistemas de arrastre/Kanban adaptados cuando no existen estas condiciones. El hecho de que los sistemas de arrastre/Kanban identifiquen los cuellos de botella y otros problemas, en Occidente se consideró al principio como una desventaja. Bien, como ya hemos indicado antes, el objetivo del J.I.T. es resolver los problemas fundamentales y esto sólo se puede conseguir si se identifican los problemas

ESTABLECER SISTEMAS PARA IDENTIFICAR PROBLEMAS

El cuarto punto de la filosofía del J.I.T. es Establecer sistemas para identificar problemas. Hemos visto cómo los sistemas de arrastre/Kanban sacan los problemas a la luz. Otro ejemplo es el uso del control de calidad estadístico que ayuda a identificar la fuente del problema. Con el J.I.T., cualquier sistema que identifique los problemas se considera beneficioso y cualquier sistema que los enmascare, perjudicial. Los sistemas de arrastre/Kanban identifican los problemas y por tanto son beneficiosos. Los enfoques anteriores tradicionales tendían a ocultar los problemas fundamentales y de esta forma retrasar o impedir la solución. La mayoría de los sistemas de fabricación tenían además otros problemas: Proveedores poco fiables, Falta de calidad y Procesos con cuellos de botella, etc.

Los sistemas diseñados con la aplicación del J.I.T. deben pensarse de manera que accionen algún tipo de aviso cuando surja un problema. La línea funciona con un nivel de eficiencia determinado, aparece un problema, la línea se detiene y se identifica el

problema, se toman medidas correctoras y se pone de nuevo en marcha la línea. Como ya nos hemos enfrentado con el problema y se ha solucionado parcial o totalmente, es poco probable que esta línea tenga de nuevo el mismo problema, con lo que aumentará su eficiencia. Esto se refleja en el esquema de la Figura 7, en el se puede ver fácilmente que el enfoque funciona mediante la acumulación gradual de una serie de pequeños aumentos de la eficiencia. Cuando se combinan suficientes aumentos, el resultado es un incremento importante de la eficiencia. Podemos utilizar alguna de estas ideas en cualquier sistema J.I.T. que diseñemos. El objetivo no es sólo disminuir la cantidad de productos en curso y los plazos de fabricación sino también identificar los problemas lo antes posible para obligar a los directivos a tomar medidas correctoras.

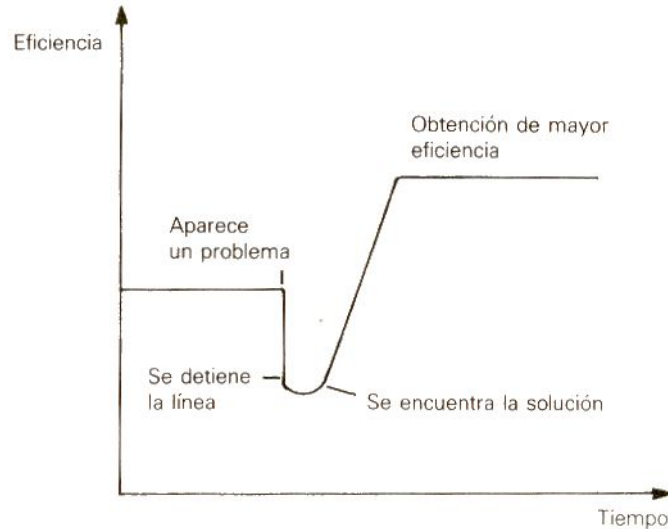


Figura 7. Aumento gradual de la eficiencia.

Por ejemplo, si tenemos un proceso con un cuello de botella, una programación ingeniosa podrá aliviar los síntomas, pero nunca resolverá el problema. De hecho, una programación más compleja simplemente da un rodeo a costa de, por ejemplo, tener más productos en curso, reprogramar el trabajo con otros procesos menos rentables. Y lo que es peor, sirve para ocultar el problema, ya que un directivo puede ser capaz de programar una fábrica con varios cuellos de botella sin verse obligado a reconocer que su operación tiene diversos problemas inherentes que debería identificar y resolver. Para identificar un problema en la forma adecuada, un directivo debería estar dispuesto a pagar el precio en forma de pequeños contratiempos. Si realmente queremos aplicar el J.I.T. en serio tenemos que hacer dos cosas:

- Establecer mecanismos para identificar los problemas.
- Estar dispuesto a aceptar una reducción de la eficiencia a corto plazo con el fin de obtener una ventaja a largo plazo.

La diferencia entre una empresa típica tradicional y una aplicación J.I.T. es grande. El bajo nivel de productos en curso en una buena aplicación del J.I.T. le da a la fábrica un aspecto ordenado, casi desierto. También se puede observar un aumento de la moral y una atmósfera más dedicada. Es posible que muchos directivos consideren en un principio que la necesidad de crear sistemas para identificar problemas es una desventaja potencial. Sin embargo, la experiencia muestra que si se crean estos sistemas y si se

resuelven los problemas (que es el primer aspecto de la filosofía J.I.T.) se puede mejorar considerablemente el funcionamiento de la empresa.

COSTE / BENEFICIO DE LA APLICACIÓN DEL J.I.T.

Los enfoques convencionales del control de la fabricación como el MRP exigen grandes inversiones de capital. Por ejemplo, se estima que una aplicación del MRP II puede costar a cada empresa un promedio de más de un millón de dólares (180 millones de pesetas). La mayor parte de este coste consiste en hardware y software informático. Normalmente una aplicación de los sistemas MRP implica una secuencia de implantación de 18 meses para resolver los flujos de datos; luego se prueba el sistema en paralelo con el sistema existente, se solucionan los problemas iniciales y finalmente la empresa pasa a utilizar definitivamente el nuevo sistema. En cambio, el J.I.T. exige muy poca inversión de capital. Lo que se requiere es una reorientación de las personas respecto a sus tareas.

Con la aplicación del J.I.T., todos los gastos implicados son principalmente gastos de formación. El personal de una empresa debe ser consciente de la filosofía que subyace al J.I.T. y como influye esta filosofía en su propia función. Pero aunque el coste de una aplicación J.I.T. sea más bajo que el de las aplicaciones típicas del MRP II, la reducción de las existencias es mucho mayor con el sistema J.I.T., muchas aplicaciones consiguen una reducción del 60 al 85 por 100 de las existencias. También debemos recordar que el J.I.T. no se debe considerar a corto plazo; es decir, no deberíamos utilizar el J.I.T. durante seis meses y luego parar. El J.I.T. es una campaña progresiva que busca un perfeccionamiento continuo. También debemos tener en cuenta que el J.I.T. no sólo reduce las existencias, sino que aumenta la calidad, el servicio al cliente y la moral general de la empresa. Todo nos demuestra que el J.I.T. puede resultar muy rentable, con la única condición de que la aplicación esté bien planificada.

RELACION PROVEEDOR-CLIENTE

Tanto las relaciones con los proveedores como con los clientes son importantes porque amplían el alcance de la reducción de costes y dan mayor impulso a la mejora de la calidad. Por ejemplo, tomar medidas para mejorar la calidad de los componentes de nuestro proveedor reduce las medidas que habrá que tomar cuando nos llegue un lote grande de baja calidad y garantiza que las mejoras en la calidad de los componentes fabricados en la empresa queden secundadas por mejoras comparables de los componentes procedentes de los proveedores externos, con lo cual el producto final será de mejor calidad.

Los ahorros pueden ser grandes. Las investigaciones recientes sugieren que en las empresas occidentales los costes de material constituyen un 51 por 100 de los costes totales, mientras que los costes de mano de obra representan sólo el 15 por 100. El coste de la mano de obra como porcentaje del coste total tiende a disminuir (en muchos sectores los costes de mano de obra están por debajo del 10 por 100 de los costes totales), mientras que los costes de materiales tienden a aumentar. Tecnologías como la automatización y la robótica han reducido los costes de mano de obra y muchas empresas están realizando grandes inversiones que los reducirán aún más.

En cambio, las empresas sólo están empezando a examinar los aspectos que pueden reducir considerablemente los costes de material. Muchas veces los departamentos de

compras se han contentado con una visión a corto plazo, y su respuesta a los cambios de la demanda, a los rechazos o a la obsolescencia ha consistido básicamente en cursar pedidos urgentes a los proveedores. Los clientes son importantes, porque, desde el punto de vista financiero, proporcionan el dinero y, desde el punto de vista de la gestión de la fabricación, son la locomotora de todo el proceso de fabricación. Obviamente, sin la demanda de los clientes no habría fabricación.

Si se incorporan los clientes en la implantación del J.I.T., se beneficiarán con ello tanto el cliente como la empresa. Por ejemplo, si el cliente puede proporcionar un programa de pedidos en firme para un periodo de tiempo determinado (suele ser de 6 a 8 semanas), el fabricante, con los cortos plazos de fabricación asociados a menudo al J.I.T., puede trabajar con este programa sabiendo que no habrá cambios, lo que le permitirá reducir los costes. Parte de este ahorro lo puede repercutir en el cliente. También pueden derivarse beneficios adicionales al haber más tiempo para concentrarse en la calidad.

VÍNCULOS CON LOS PROVEEDORES

Las compras han sido *normalmente* la parte más olvidada de la gestión, pero es en las compras donde podemos conseguir considerables ahorros; por término medio, por cada peseta que se gasta en mano de obra, se gastan tres pesetas en compras. Por tanto, hay muchas más posibilidades para reducir costes en las compras que en la mano de obra (aunque tampoco debemos ignorar este aspecto).

En la relación con el proveedor, una manera de eliminar despilfarros, en forma de excedentes de existencias, es reducir las cantidades de los pedidos ya que así se reducirá el tiempo de permanencia en los almacenes. La reducción de las cantidades de pedidos es un aspecto del J.I.T. que se aplica a los proveedores, pero hay que realizar algunos cambios para que sea factible: Minimizar la burocracia, Entregas eslabonadas y Simplificar la gestión de las existencias.

Al reducir las cantidades de los pedidos, estos aumentan, por lo que sólo puede resultar rentable si cambiamos algunos de los mecanismos del suministro. Primero tenemos que simplificar la burocracia para que haya menos papeleo relacionado con los pedidos. Si con cada entrega debemos hacer el mismo papeleo, éste aumentará cuando haya una entrega por semana. Pero se puede reducir, por ejemplo, enviando un solo pedido al mes pero programando entregas parciales diarias o semanales del mismo. Más entregas significa también mayores costes de transporte porque hay que hacer más viajes. En la Figura 8 se muestra un sistema de entregas con una base radial, cada proveedor entrega directamente a la planta. Para reducir el coste de enviar volúmenes más pequeños se puede utilizar un sistema eslabonado (Fig. 9). Los proveedores se turnan para hacer las entregas a la fábrica, pasando por otros proveedores en el camino. Para los proveedores de grandes cantidades, se pueden mantener las entregas directas si las cantidades lo justifican. Este sistema eslabonado exige una cierta organización, pero tiene la ventaja de que disminuye el coste de los envíos.

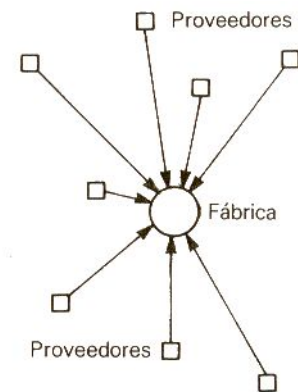


Figura 8. Sistema radial de entregas.

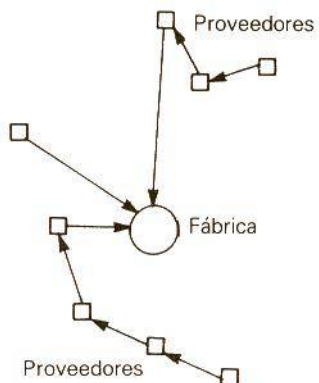


Figura 9. Sistema eslabonado de entregas.

Cuando los artículos llegan a la planta, hay que simplificar la gestión de las existencias de modo que los artículos lleguen rápidamente a las áreas de producción. Esto significa reducir la inspección y el inventario de entradas. Estos importantes cambios en el procedimiento quedan compensados por mejoras de la calidad que, por ejemplo, eliminan la necesidad de realizar inspecciones de recepción. La simplificación de la burocracia y de la gestión de las existencias, junto con las entregas en cadena, son algunos de los cambios necesarios para facilitar los vínculos con el proveedor J.I.T.. Los principales requisitos que deben cumplir los vínculos con los proveedores

J.I.T. son:

Alto nivel de calidad.

Reducción de las cantidades de los pedidos.

Más cortos y más fiables tiempos ciclo.

De esta forma, se contribuye a disminuir los niveles de inventario y la incertidumbre respecto al proveedor de los tiempos ciclo. Si podemos estar seguros de que el proveedor entregará productos de alta calidad a tiempo, podremos reducir nuestro stock de seguridad, junto con la necesidad de inspeccionar los productos que se reciban, y no habrá ninguna interrupción de la producción a causa de artículos de calidad deficiente o de retrasos en las entregas.

Varios proveedores o un solo proveedor

Hasta ahora, normalmente la mayor parte de los grandes fabricantes han comprado sus componentes a varios proveedores. Esto significa que varios proveedores fabrican la misma pieza. Las ventajas son una mayor seguridad de suministro (el fallo de un proveedor no interrumpirá el suministro) y una reducción del coste (al contar con un mayor poder de negociación). Sin embargo, los que consideran que es mejor tener varios proveedores olvidan tres puntos críticos. En primer lugar, pueden ignorar las economías de escala. Si un proveedor puede suministrar una cantidad mayor, el coste será inferior, ya que gran parte de los gastos fijos seguirán siendo los mismos. En segundo lugar, cada proveedor maneja volúmenes más pequeños que si se tratara de un proveedor único, y este volumen puede no ser suficiente para justificar una inversión futura en la mejora de los procesos. En tercer lugar, hay más problemas de gestión al tener que tratar con varios proveedores.

El enfoque del J.I.T. resalta la necesidad de buscar una sola fuente de suministro. De hecho, subraya continuamente la necesidad de tener un solo proveedor que suministre **varias piezas de una "familia"**, aumentando así el volumen por proveedor y reduciendo el número de proveedores. De esta forma, se estimulará al proveedor para que haga la inversión necesaria para mejorar sus procesos de fabricación. Con frecuencia, las grandes empresas que estén implantando el J.I.T. enviarán un equipo de trabajo a los proveedores (especialmente a los proveedores pequeños) para estudiar sus procesos de fabricación y recomendar cambios.

Si se interrumpe el suministro de este proveedor no tiene porque significar que tendremos que interrumpir nuestro propio suministro, siempre que el trabajo de base se haya realizado correctamente. Significa que hay que crear una buena relación con los proveedores, proporcionándoles asistencia técnica cuando sea necesario y comprobando que los proveedores elegidos sean financieramente sólidos y estén bien dirigidos. Si no es así, habrá que seleccionar otro proveedor.

Contratos a corto plazo o a largo plazo

Tradicionalmente, los departamentos de compras han mirado siempre con recelo los contratos a largo plazo. Significa comprometer a la empresa con un proveedor determinado durante un largo período de tiempo con muy pocas oportunidades de renegociar o buscar proveedores alternativos. Los compradores siempre han preferido contratos a corto plazo porque les proporciona una mayor flexibilidad y precios más competitivos. Al final de un contrato a corto plazo, se pueden entablar nuevas negociaciones con varios proveedores, y firmar el contrato con el que oferte el precio más bajo.

Desde el punto de vista del proveedor, son preferibles los contratos a largo plazo porque implican menos riesgo. Los contratos a corto plazo pueden ser más costosos porque no ofrecen al proveedor ningún incentivo para invertir en la mejora de los procesos y reducir así los costes.

El J.I.T. fomenta los contratos a largo plazo con unos pocos proveedores cuidadosamente seleccionados, por las siguientes razones: Más fiabilidad en las entregas, Mayores oportunidades de inversión, Productos de mejor calidad y Menor coste.

Se considera que con un contrato a largo plazo es más probable que el proveedor mantenga sus promesas de entrega, frecuentemente a expensas de los contratos a corto plazo con otras empresas. La empresa se convierte en un cliente importante (especialmente si se compra al mismo proveedor una familia de productos) y se satisfarán primero sus necesidades. También se considera que un contrato a largo plazo ofrece al proveedor una mayor sensación de seguridad. Por tanto, conviene que el proveedor realice alguna inversión para facilitar la producción de la familia de productos, invirtiendo en maquinaria, sistemas de control o en la formación de su personal. En alguna parte de este contrato a largo plazo, se especificarán las fechas de entrega y los niveles de calidad. Antes de aplicar el J.I.T., cuando los contratos se basaban casi exclusivamente en el precio, había quizá pocos incentivos para que los proveedores mejoraran la calidad de sus productos. Algunos incluso renunciaban a intentar entregar productos de una calidad aceptable. El contrato a largo plazo especifica los niveles de calidad exigidos (normalmente un nivel cada vez más alto), y a los proveedores no les queda ninguna duda de la importancia de mantener la calidad de los productos. Estas inversiones junto con un mayor volumen de producción para cada proveedor llevan a una reducción de los costes, una parte de la cual beneficia al proveedor y otra parte al comprador.

Sin embargo, al implantar el J.I.T. es aconsejable no ponerse inmediatamente a firmar contratos a largo plazo. Se tarda tiempo en identificar a los proveedores adecuados y establecer una buena relación con ellos. No se puede pasar de la noche a la mañana de mantener una relación tradicional, a veces antagónica, con los proveedores, al entorno ideal del J.I.T. de confianza y cooperación. Se requiere tiempo, y debe ser un cambio *gradual* hacia contratos a largo plazo. Cualquier jefe de compras que de la noche a la

mañana firme contratos a largo plazo, para un gran volumen y con un solo proveedor esta poniendo en peligro el futuro de la empresa y de su propia carrera. Este tipo de contratos solo se puede firmar tras un prolongado periodo de reflexión y análisis. Las empresas que han aplicado el enfoque J.I.T. satisfactoriamente con sus proveedores han ido ampliando gradualmente la duración del contrato y poco a poco han consolidado una red de proveedores únicos

Proveedores locales o lejanos

El hecho de que los costes de transporte suban mucho más rápido que otros costes es un argumento cada vez más poderoso en favor de los proveedores locales. Además, los largos tiempos ciclo asociados a los proveedores lejanos reducen la flexibilidad. Cada día que se añade al plazo de fabricación debido al transporte amplía el horizonte de planificación. Por tanto, los proveedores pueden eliminar los despilfarros por inventario asociado al plazo de entrega y disminuir el riesgo de entregar grandes cantidades de productos defectuosos. Además, el riesgo y la incertidumbre asociados a los tiempos ciclo largos también disminuyen, con lo que el sistema es más flexible a un coste más bajo.

VÍNCULOS CON LOS CLIENTES

El crear vínculos con los clientes principales constituye el último eslabón de la cadena del J.I.T. que pasa a través de los proveedores, la empresa y tiene su punto final en el cliente. Es importante incluir a los clientes en una aplicación del J.I.T., ya que su participación puede mitigar los problemas de planificación. Si, por ejemplo, un cliente importante nos proporciona un programa en firme de sus necesidades con seis semanas de antelación y el plazo de entrega de la empresa es de cinco semanas, se podrán cumplir los plazos con relativa facilidad. Si el cliente sólo nos da un programa en firme con una semana de antelación, la empresa tendrá más problemas para cumplirlo. La función más importante de la creación de vínculos con los clientes es la educación. El cliente debe empezar a darse cuenta de que si pasa un programa en firme con varias semanas de antelación y no lo cambia, podrá tener una relativa seguridad de que se cumplirá dicho programa. Así, se reducen los costes y los trastornos tanto para la empresa como para el cliente. También aquí puede ser útil una reunión/seminario de un día con los principales clientes, para explicar el J.I.T. y por qué es necesario disponer de información con antelación sobre las necesidades de los clientes. Desde el punto de vista del cliente, un proveedor que esté aplicando el J.I.T. puede reducir sus tiempos ciclo (ofreciendo una buena respuesta a los cambios de la demanda) y mejorar la calidad. Una empresa sin ninguna entrega tarde es el tipo de beneficio que los clientes valoran, pero deben darse cuenta de que tienen que proporcionar un programa en firme. De nuevo, un contrato a largo plazo puede ayudar a la empresa. El objetivo global de la creación de vínculos con los clientes es mejorar la respuesta del sistema J.I.T. a los cambios en las exigencias del mercado. A su vez, esto puede reducir los costes para el cliente.

CONCLUSIÓN

La mejora de los vínculos proveedor / cliente sólo tiene sentido cuando se ha realizado ya una gran parte de los cambios internos que requiere el J.I.T. ya que se necesita tiempo para discutir los requisitos del J.I.T. con los proveedores y los clientes, y los cambios que hay que realizar requieren tiempo. Con el J.I.T., la empresa prefiere tener pocos proveedores, que en general constituyen una única fuente de suministro y producen cada uno

volúmenes mayores. El paso a una línea de suministro única debe realizarse gradualmente para garantizar la selección de los proveedores correctos, ya que cualquier jefe de compras que de la noche a la mañana pase a tener un solo proveedor de gran volumen, está poniendo en peligro el futuro de la empresa y su propia carrera.

Aquellas aplicaciones del J.I.T. que crean vínculos fuertes con los proveedores y los clientes se benefician mucho de ello. El resultado neto es un aumento de la calidad, un suministro a más bajo coste, que se entrega a tiempo, con una mayor seguridad tanto para el proveedor como para el cliente.

En la aplicación del JIT, el proceso total de implantación es fuertemente soportado por la **participación activa de todo el personal de la empresa en actividades de mejora**, las cuales contribuyen a elevar la moral de los mismos, con la aplicación del KANBAN, BENCHMARKING pueden ser competitivo, en mi vida personal y laboral, ser competitivo, se refiere a la posición relativa de la empresa en el mercado medida por su participación y nivel de rentabilidad, que le aseguran viabilidad a largo plazo.

REFERENCIAS Y VINCULOS WEB - TRABAJOS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL (UPIICSA - IPN)

INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA INDUSTRIAL

www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger1/introalaind.htm

INGENIERÍA DE MÉTODOS DEL TRABAJO

<http://www.monografias.com/trabajos12/ingdemet/ingdemet.shtml>

INGENIERÍA DE MEDICIÓN DEL TRABAJO

<http://www.monografias.com/trabajos12/medtrab/medtrab.shtml>

INGENIERÍA DE MEDICIÓN: APLICACIONES DEL TIEMPO ESTÁNDAR

<http://www.monografias.com/trabajos12/ingdemeti/ingdemeti.shtml>

INGENIERÍA DE MÉTODOS: ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN 1

<http://www.monografias.com/trabajos12/andeprod/andeprod.shtml>

INGENIERÍA DE MÉTODOS: ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN 2

<http://www.monografias.com/trabajos12/igmanalis/igmanalis.shtml>

INGENIERÍA DE MÉTODOS: MUESTREO DEL TRABAJO

<http://www.monografias.com/trabajos12/immuestr/immuestr.shtml>

MANUAL DEL TIEMPO ESTÁNDAR

www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/mantiemesivan.htm

DISTRIBUCIÓN DE PLANTA Y MANEJO DE MATERIALES

<http://www.monografias.com/trabajos12/distpla/distpla.shtml>

FUNDAMENTOS DE LA ECONOMÍA DE LOS SISTEMAS DE CALIDAD

www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/fin/fundelacal.htm

PAGOS SALARIALES: PLAN DE SALARIOS E INCENTIVOS EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/rrhh/pagosal.htm

CONTROL DE CALIDAD - SUS ORÍGENES

<http://www.monografias.com/trabajos11/primdep/primdep.shtml>

CONTROL DE CALIDAD - GRÁFICOS DE CONTROL DE SHEWHART

<http://www.monografias.com/trabajos12/concalgra/concalgra.shtml>

INVESTIGACIÓN DE MERCADOS

<http://www.monografias.com/trabajos11/invmerc/invmerc.shtml>

PLANEACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN - PRONÓSTICOS

<http://www.monografias.com/trabajos13/placo/placo.shtml>

INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES - PROGRAMACIÓN LINEAL

<http://www.monografias.com/trabajos13/upicsa/upicsa.shtml>

INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES - MÉTODO SIMPLEX

<http://www.monografias.com/trabajos13/icerodos/icerodos.shtml>

INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES - REDES Y LA ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS

www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger1/iopertcpm.htm

PLANEACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN: BALANCEO DE LÍNEAS DE ENSAMBLE: LÍNEAS MEZCLADAS Y DEL MULTI-MODELO

www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger1/pcplinen.htm

PLANEACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN - BALANCEO DE LÍNEAS

www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger1/pycdelapro.htm

MANUFACTURA ASISTIDA POR COMPUTADORA

<http://www.monografias.com/trabajos14/manufaccomput/manufaccomput.shtml>

PROCESOS DE MANUFACTURA POR ARRANQUE DE VIRUTA

<http://www.monografias.com/trabajos14/manufact-industr/manufact-industr.shtml>

INTRODUCCIÓN A LAS MÁQUINAS HERRAMIENTA

<http://www.monografias.com/trabajos14/maq-herramienta/maq-herramienta.shtml>

TEORÍA DE RESTRICCIONES

<http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger1/tociem.htm>

LEGISLACIÓN Y MECANISMOS PARA LA PROMOCIÓN INDUSTRIAL

<http://www.monografias.com/trabajos13/legislac/legislac.shtml>

TEORÍA DE LA EMPRESA

<http://www.monografias.com/trabajos12/empre/empre.shtml>

PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS - ULTRASONIDO

www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger1/disultra.htm

DIFICULTADES EN LA CERTIFICACIÓN DE CALIDAD NORMAS ISO

www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger1/difiso.htm

CIENCIAS BÁSICAS DE INGENIERÍA

Química - Atomo

<http://www.monografias.com/trabajos12/atomo/atomo.shtml>

Física Universitaria - Mecánica Clásica

<http://www.monografias.com/trabajos12/henerg/henerg.shtml>

UPIICSA - Ingeniería Industrial

<http://www.monografias.com/trabajos12/hlaunid/hlaunid.shtml>

Pruebas Mecánicas (Pruebas Destructivas)

<http://www.monografias.com/trabajos12/pruemec/pruemec.shtml>

Mecánica Clásica - Movimiento unidimensional

<http://www.monografias.com/trabajos12/moviunid/moviunid.shtml>

Química - Curso de Físicoquímica de la UPIICSA

<http://www.monografias.com/trabajos12/fisico/fisico.shtml>

Biología e Ingeniería Industrial

<http://www.monografias.com/trabajos12/biolo/biolo.shtml>

Álgebra Lineal - Exámenes de la UPIICSA

<http://www.monografias.com/trabajos12/exal/exal.shtml>

Prácticas de Laboratorio de Electricidad (UPIICSA)

<http://www.monografias.com/trabajos12/label/label.shtml>

Prácticas del Laboratorio de Química de la UP

<http://www.monografias.com/trabajos12/prala/prala.shtml>

Problemas de Física de Resnick, Halliday, Krane (UPIICSA)

<http://www.monografias.com/trabajos12/resni/resni.shtml>

Bioquímica

<http://www.monografias.com/trabajos12/bioqui/bioqui.shtml>

Código de ética

<http://www.monografias.com/trabajos12/eticaplic/eticaplic.shtml>

Física Universitaria - Oscilaciones y Movimiento Armónico

<http://www.monografias.com/trabajos13/fiuni/fiuni.shtml>

Producción Química - El mundo de los plásticos

<http://www.monografias.com/trabajos13/plasti/plasti.shtml>

Plásticos y Aplicaciones - Caso Práctico en la UPIICSA

<http://www.monografias.com/trabajos13/plapli/plapli.shtml>

Psicosociología Industrial

<http://www.monografias.com/trabajos13/psicosoc/psicosoc.shtml>

Legislación para la Promoción Industrial

<http://www.monografias.com/trabajos13/legislac/legislac.shtml>

Trabajos Publicados de Neumática en Ingeniería Industrial

Aire comprimido de la UPIICSA

<http://www.monografias.com/trabajos13/compri/compri.shtml>

Neumática e Ingeniería Industrial

<http://www.monografias.com/trabajos13/unointn/unointn.shtml>

Neumática: Generación, Tratamiento y Distribución del Aire (Parte 1)

<http://www.monografias.com/trabajos13/genair/genair.shtml>

Neumática: Generación, Tratamiento y Distribución del Aire (Parte 2)

<http://www.monografias.com/trabajos13/geairdos/geairdos.shtml>

Neumática - Introducción a los Sistemas Hidráulicos

<http://www.monografias.com/trabajos13/intsishi/intsishi.shtml>

Estructura de Circuitos Hidráulicos en Ingeniería Industrial

<http://www.monografias.com/trabajos13/estrcir/estrcir.shtml>

Neumática e Hidráulica - Generación de Energía en la Ingeniería Industrial

<http://www.monografias.com/trabajos13/genenerg/genenerg.shtml>

Neumática - Válvulas Neumáticas (aplicaciones en Ingeniería Industrial) Parte 1
<http://www.monografias.com/trabajos13/valvias/valvias.shtml>

Neumática - Válvulas Neumáticas (aplicaciones en Ingeniería Industrial) Parte 2
<http://www.monografias.com/trabajos13/valvidos/valvidos.shtml>

Neumática e Hidráulica, Válvulas Hidráulicas en la Ingeniería Industrial
<http://www.monografias.com/trabajos13/valhid/valhid.shtml>

Neumática - Válvulas Auxiliares Neumáticas (Aplicaciones en Ingeniería Industrial)
<http://www.monografias.com/trabajos13/valvaux/valvaux.shtml>

Problemas de Ingeniería Industrial en Materia de la Neumática (UPIICSA)
<http://www.monografias.com/trabajos13/maneu/maneu.shtml>

Electroválvulas en Sistemas de Control
<http://www.monografias.com/trabajos13/valvu/valvu.shtml>

Neumática e Ingeniería Industrial
<http://www.monografias.com/trabajos13/unointn/unointn.shtml>

Estructura de Circuitos Hidráulicos en Ingeniería Industrial
<http://www.monografias.com/trabajos13/estrcir/estrcir.shtml>

Ahorro de energía
<http://www.monografias.com/trabajos12/ahorener/ahorener.shtml>

Trabajo Publicados de Derecho del Centro Escolar Atoyac

Nociones de Derecho Mexicano
<http://www.monografias.com/trabajos12/dnocmex/dnocmex.shtml>

Nociones de Derecho Positivo
<http://www.monografias.com/trabajos12/dernoc/dernoc.shtml>

Derecho de la Familia Civil
<http://www.monografias.com/trabajos12/derlafam/derlafam.shtml>

Juicio de amparo
<http://www.monografias.com/trabajos12/derjuic/derjuic.shtml>

Delitos patrimoniales y Responsabilidad Profesional
<http://www.monografias.com/trabajos12/derdeli/derdeli.shtml>

Contrato Individual de Trabajo

<http://www.monografias.com/trabajos12/contind/contind.shtml>

La Familia en El derecho Civil Mexicano

<http://www.monografias.com/trabajos12/dfamilien/dfamilien.shtml>

La Familia en el Derecho Positivo

<http://www.monografias.com/trabajos12/dlafamil/dlafamil.shtml>

Artículo 14 y 16 de la Constitución de México

<http://www.monografias.com/trabajos12/comex/comex.shtml>

Garantías Individuales

<http://www.monografias.com/trabajos12/garin/garin.shtml>

La Familia y el Derecho

<http://www.monografias.com/trabajos12/lafami/lafami.shtml>

DATOS ACERCA DEL AUTOR:

Autor: Ing. Iván Escalona

Ingeniería Industrial

UPIICSA - IPN

e-mail: la_polla_records_emi@yahoo.com.mx

resnick_halliday@yahoo.com.mx

Nota: Si deseas agregar un comentario o si tienes alguna duda o queja sobre algún(os) trabajo(s) publicado(s) en www.monografias.com, www.gestiopolis.com, www.ilustrados.com, www.aulafacil.com u otra página, puedes escribirme a los correos que se indican, indicándome que trabajo fue el que revisaste escribiendo el título del trabajo(s), también de donde eres y a que te dedicas (si estudias, o trabajas) Siendo específico, también la edad, si no los indicas en el mail, borraré el correo y no podré ayudarte, gracias.

Estudios de Preparatoria: Centro Escolar Atoyac (Incorporado a la U.N.A.M.)

Estudios Universitarios: Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas (UPIICSA) del Instituto Politécnico Nacional (I.P.N.)
www.upiicsa.ipn.mx

Ciudad de Origen: México.

INTRODUCCIÓN AL JUSTO A TIEMPO (JUST IN TIME)

Aportado por: Iván Escalona - ivan_escalona@yahoo.com.mx