

## **La formación y la búsqueda de personas comprometidas con el cambio, primeras medidas esenciales en la implantación de Lean Manufacturing. El caso de una empresa del sector eléctrico**

**Manuel Rajadell Carreras<sup>1</sup>, Federico Garriga Garzón<sup>1</sup>, Federico Marimón Viadiu<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Dpto. de Organización de Empresas, Área de Organización de Empresas. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial y Aeronáutica. Universidad Politécnica de Cataluña. Calle Colom, 11 08222. Terrassa. [manuel.rajadell@upc.edu](mailto:manuel.rajadell@upc.edu), [federico.garriga@upc.edu](mailto:federico.garriga@upc.edu)

<sup>2</sup> Área de Organización de Empresas. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales. Universidad Internacional de Cataluña. Calle Inmaculada, 22 08017. Barcelona. [fmarimon@uic.es](mailto:fmarimon@uic.es)

### **Resumen**

*Tal y como se indica en el título del presente trabajo, en él se expone la implantación de la producción ajustada a una planta industrial del sector eléctrico, subrayándose la importancia de los recursos humanos para lograr una correcta implementación que conduzca a los resultados esperados. Resulta destacable el incremento de productividad alcanzado con la implementación, así como la reducción de piezas defectuosas y de inventario.*

**Palabras clave:** Lean Manufacturing, Gestión del cambio, Fabricación ajustada, Formación

### **1. Introducción**

La pérdida de competitividad de muchas empresas, así como la fuerte presión por parte de sus matrices para un cambio y una mejora de éstas debido a la fuerte competitividad del mercado, propician un replanteamiento de las necesidades de las mismas, impulsando un cambio en la dinámica de producción. El cambio y los objetivos a impulsar para alcanzar los objetivos estratégicos de las organizaciones creando una ventaja competitiva pasa por una transformación de las plantas de producción hacia un enfoque basado en Lean Manufacturing.

Es de todos conocido el fundamento filosófico del sistema lean que se sustenta en seis pilares básicos (Bösenberg y Metzen, 1995): Interés en el proceso no en el resultado, predisposición al cambio, dotar a los trabajadores de la información necesaria, aprovechamiento de todo el potencial a lo largo del sistema de valor, eliminación del despilfarro, y corresponsabilización empresa trabajador.

Con la finalidad de eliminar de forma gradual todo lo que no crea valor añadido, deberá decidirse que valor se quiere ofrecer al cliente, es decir, orientarse hacia el mercado eligiendo una estrategia competitiva orientada al desarrollo y no sólo al recorte de costes; concentrar los esfuerzos en la creación de grupos de mejora; rediseñar procesos; orientar la empresa no sólo hacia el cliente sino también a la cooperación con el proveedor para atender adecuadamente la

demanda del mercado. Con todo ello se pretende alcanzar la ventaja competitiva, ya que a nivel de negocio la empresa lean busca tanto la diferenciación del producto como el liderazgo en costes.

La Lean Manufacturing busca la reducción del coste que no entraña valor eliminado toda acción que no conlleve valor añadido. Por su parte, la ventaja competitiva por diferenciación del producto cuenta con, variedad de productos en lotes pequeños para atender la demanda del mercado, orientación al mercado y alta calidad, entre otros. La empresa lean utiliza su conocimiento del cliente para mejorar sus procesos y productos de forma que consiga crear más valor para el cliente, involucrando para ello al proveedor de quién obtiene información relevante.

## **2. Implantación**

Con el cambio estratégico expuesto en el apartado anterior, la empresa pretende liderar su sector de mercado compitiendo al más alto nivel. El trabajo presentado tiene por objeto la implementación del Lean Manufacturing en una planta industrial del sector eléctrico, considerando un sistema de métricas que permita la correcta evaluación de la implantación, la puesta en marcha de la filosofía lean en una línea de ensamblaje, así como el análisis y optimización de los resultados, de forma que con posterioridad la empresa pueda utilizar los conocimientos adquiridos en la implantación posterior en toda la planta de la filosofía lean.

La empresa en la que se desarrolla el estudio es una empresa multinacional suministradora de primera línea de productos de distribución eléctrica y control. Consta de una zona exterior de carga y descarga, almacenaje de residuos, depósitos de agua destilada para refrigeración y gasoil, calderas y transformadores, y una zona interior en la que se hallan ubicadas las zonas de almacenamientos de materias primas, productos acabados y productos químicos, así como las líneas de producción (inyección, ensamblaje y prensas), oficinas, vestuarios y compresores.

Los procesos que se llevan a cabo en la empresa son los siguientes: inyección de termoplásticos, cadenas de ensamblaje, líneas auxiliares (bobinado, prensas y remachado) de soporte de las líneas de ensamblaje y por último los procesos auxiliares de tampografía e impresión láser. Siendo actividades auxiliares: transporte, recepción, descarga, expedición, mantenimiento, oficinas y actividades generales.

En primer lugar se procedió a auditar la situación actual de la planta y sus líneas de producción, estableciendo posteriormente un plan de acción estratégico de Lean Manufacturing. Las métricas aplicadas en la auditoria inicial fueron las siguientes:

Tabla 1. Métricas auditadas al inicio del estudio

	DESCRIPCIÓN	VALOR DESEADO
<b>Overdue</b>	<b>Valor en Euros de los pedidos no servidos</b>	<b>&lt; 150.000 euros</b>
<b>Fill Rate (FR)</b>	<b>Porcentaje de líneas de pedido servidas durante el período sobre el total de líneas pedidas durante el periodo, es decir, porcentaje de servicio global de todas las líneas</b>	<b>&gt; 90%</b>
<b>Productividad de coste variable en Lean (VCP LEAN)</b>	<b>Cuantificación en euros de las mejoras producidas (Ahorro obtenido) por la implantación de Lean Manufacturing</b>	<b>&gt; 360.000 euros</b>

Tabla 1. Métricas auditadas al inicio del estudio (Continuación)

	DESCRIPCIÓN	VALOR DESEADO
<b>Materia prima (RAW)</b>	<b>Euros de materia prima presentes en la planta</b>	<b>&lt; 500.000 euros</b>
<b>Trabajo en curso (WIP)</b>	<b>Piezas en progreso en la planta, en euros</b>	<b>&lt; 450.000 euros</b>
<b>Producto acabado (FG)</b>	<b>Productos fabricados por todas las líneas de ensamblaje que hayan superado los estándares de calidad, en euros</b>	<b>&lt; 500.000 euros</b>
<b>Espacio reducido (SPACE)</b>	<b>Metros cuadrados reducidos al año mediante la implantación de mejoras en las diferentes secciones</b>	<b>&gt; 200 m<sup>2</sup></b>

Estas métricas permiten diagnosticar el estado actual de la planta, y en el futuro el impacto de los proyectos lean. Son métricas cuya mejora de sus valores implica directamente una mejora en la satisfacción de los clientes, accionistas y trabajadores. Los proyectos lean deberán impactar positivamente en estas métricas garantizando que los proyectos lean implementados

estén alineados con la estrategia global del negocio e implican mejoras reales para clientes, trabajadores y accionistas. Los valores que presentaban estas métricas en la auditoria inicial eran los siguientes:

Tabla 2. Valores de las métricas en la auditoria inicial

	VALOR AUDITADO	VALOR DESEADO
<b>Overdure</b>	<b>340.000 euros</b>	<b>&lt; 150.000 euros</b>
<b>Fill Rate (FR)</b>	<b>86%</b>	<b>&gt; 90%</b>
<b>Materia prima (RAW)</b>	<b>680.000 euros</b>	<b>&lt; 500.000 euros</b>
<b>Trabajo en curso (WIP)</b>	<b>555.000 euros</b>	<b>&lt; 450.000 euros</b>
<b>Producto acabado (FG)</b>	<b>670.000 euros</b>	<b>&lt; 500.000 euros</b>

De la auditoria se desprende que la situación no es la deseada, por lo que se procede a ajustar la producción a la demanda del cliente, controlar el inventario de los materiales y su flujo, optimizar el espacio de la planta e implantar una metodología de trabajo basada en la mejora continua, el orden y la disciplina, utilizando herramientas tales con las cinco S, células en U y planes de formación entre otros.

Una vez realizada la auditoria se consideró que las organizaciones que tienen éxito en la producción lean tienen tres cosas en común:

1. Un tejido cuidadosamente diseñado y mantenido de relaciones humanas cooperativas.
2. Un sistema para mejorar continuamente las capacidades técnicas y de resolución de problemas de todos los empleados.
3. Estudio incansable y sistemático, y aplicación de sus resultados a toda la organización para mejorar la calidad, el coste, la velocidad y la flexibilidad en todos los procesos de la empresa.

El objetivo a perseguir consistía en integrar estos tres factores y reforzarlos en la dirección apropiada. La esencia de Lean Manufacturing es un amplio flujo de información en la empresa y la habilidad para aprender de esa información para mejorar el proceso y esto reside en las personas y no en las máquinas y equipos. Es por esto que la implantación de las técnicas Lean Manufacturing se basa inicialmente, en la implicación del personal mediante el trabajo en grupos multidisciplinarios, cuyos miembros aportan sus conocimientos y aprenden a mejorar de forma continua. Las primeras actividades esenciales a desarrollar radican en una formación adecuada y en la búsqueda de personas comprometidas en el cambio.

Por todo esto, la dirección lean se basa en un sistema cultural de crecimiento organizacional y

en una profunda comprensión de la manera en que las personas deben trabajar juntas y una actitud nueva hacia la inteligencia y la creatividad. En particular, es un sistema concebido para desarrollar y gestionar equipos de personas responsables, formadas y motivadas. Es una cultura porque además de definir un estilo abierto y cooperativo de comunicación, deliberación y acción, considera un elemento esencial de la actividad humana: saltos cuantitativos de mejora, es decir, crecimiento. El planteamiento de esta nueva cultura, la reorganización del trabajo en equipos conectados, y la necesidad de involucrar a todos los empleados exige un esfuerzo en formación (Jackson y Jones, 1996).

Efectivamente, la formación es un aspecto fundamental en la implantación de Lean Manufacturing. En el caso que se estudia, el plan de formación se basa en formación interna mediante visitas a otra planta del grupo y en seminarios de medio día, destinados al equipo humano involucrado en la transformación del sistema productivo. En los contenidos formativos se incide especialmente en la nueva metodología de trabajo, los eventos kaizen (nombre que reciben las reuniones del grupo), el trabajo en equipo, métricas y herramientas propios del *lean management*. Para ello, se escoge una línea piloto de menor escala para así poder aprender con la práctica.

Atendiendo a las circunstancias iniciales en las que se encuentra la empresa la formación era un punto clave para la progresión del estudio y de las técnicas lean. Los conceptos lean han de tener sentido antes de proceder con el paso siguiente. Por tanto cuanto más rápidamente siga la aplicación a la educación, mejores serán los resultados. Así pues se aprenderá mucho una vez se empiece a crear y a poner en práctica la filosofía lean. El plan de formación en sí engloba todo el proceso hasta proceder a la implantación global en toda la planta. En consecuencia se realizará y promoverá un plan de formación y entrenamiento adecuado a las nuevas técnicas a aplicar. La situación de la planta en cuanto a formación es deficitaria en conceptos lean y en su forma de funcionamiento pero hay una alta capacidad técnica.

El plan de formación se basa en diferentes fuentes y se aprovecha la condición de tratarse de una empresa multinacional. En primer lugar se forma un grupo de trabajo inicial integrado por elementos de diferentes departamentos junto con los responsables de Lean Manufacturing de la empresa. Por lo tanto se realizan las siguientes actividades:

1. Evaluación de los niveles de conocimientos y habilidades tanto las actuales como las requeridas. El responsable de formación elabora un informe global sobre las necesidades formativas.
2. Trainings internos para explicar los conceptos y herramientas Lean, discutiendo esos conceptos, su aplicación y los modos de conectarlos en acciones de implantación. Una vez recibida la formación y en el periodo de la primera semana se realiza un seguimiento de la misma por parte del responsable directo de la persona que ha recibido la formación, valorando la aportación real de la formación recibida para el desempeño de sus funciones en el puesto de trabajo.
3. Visita programada a otra planta industrial del mismo grupo, en donde se está llevando a cabo la implantación Lean desde hace aproximadamente un año y medio con gran éxito de resultados.
4. Desarrollo de un proyecto piloto, y en función de los resultados utilizarlo como demostración para extenderlo a otros ámbitos de la planta. La experiencia piloto se

desarrolla en un área donde a priori existe potencialmente una mayor receptividad hacia el proyecto y unas mayores garantías de éxito en un plazo menor de tiempo.

5. Realizar sesiones y training seguidos de aplicaciones reales de los conceptos o herramientas. Estas sesiones, partiendo de la base de que deben ser reuniones de trabajo ágiles y operativas, tienen una duración limitada de manera que no deben prolongarse más de una hora.

6. Realización de eventos **kaizen** de seguimiento difundiendo la discusión y la mejora de las acciones realizadas.

A continuación se describen algunos detalles concretos del plan de formación. En primer lugar, el número total de horas a impartir debe ser reducido (entre cuatro y ocho). Las razones de este planteamiento estriban en que tanto los mandos intermedios como los operarios prefieren el aprendizaje a través del trabajo una vez el propio equipo o grupo de mejora (formación práctica o formación/acción) a la formación teórica. Con respecto a la temática de la formación, ésta debe incluir conceptos sobre trabajo e equipo, grupos y equipos de mejora y herramientas de mejora. Conviene dejar muy claro desde el inicio que las reuniones de formación nunca serán foros adecuados para abordar temas relativos a las relaciones laborales.

Por último, en lo relativo a si realizar la formación dentro o fuera de las horas de trabajo, se considera que si bien es cierto que disponer de personal más formado es interesante para la empresa, también es cierto que estas personas más formadas tienen mayores posibilidades profesionales, tanto en la propia empresa como en otras (Prado, 2000). Así, sin olvidar que la empresa se beneficia, pero considerando que es la persona la principal beneficiada, tiene sentido realizar las sesiones de formación fuera del horario laboral.

Los objetivos de las actividades de formación están orientados a promover la participación y motivación del personal, y especialmente, a aprovechar la creatividad, las capacidades y conocimientos de los trabajadores para conseguir mejoras o ahorros expresados mediante indicadores cuantificables sobre los parámetros clave tendentes a aumentar la competitividad de la planta.

Los puntos clave de la formación radican en el **benchmarking** realizado en dónde se podrán comprobar los éxitos de la aplicación de distintas herramientas y ha permitido reunir información relevante para la posterior implantación en el estudio de la planta, a más de poder realizar un intercambio de experiencias mutuas. La estandarización de los puestos de trabajo permitirá que la polivalencia de los trabajadores sea global en la línea.

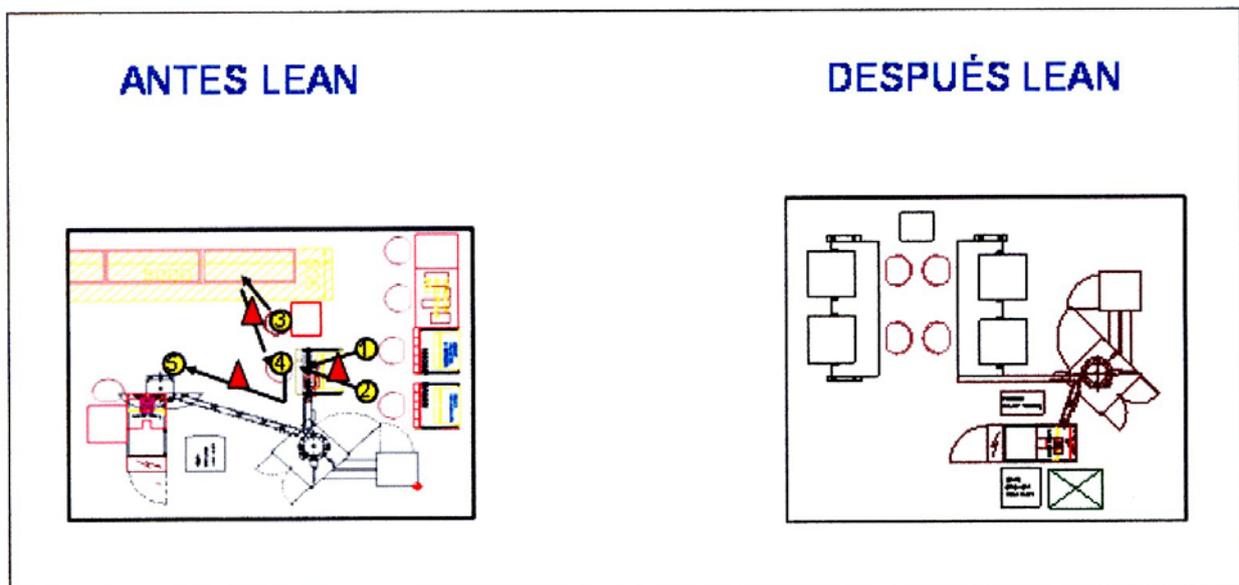
A parte de las tareas requeridas por el personal en temas de mantenimiento, auto calidad y seguridad, éstos también deben de: transmitir al equipo del turno de trabajo entrante toda la información necesaria, desarrollar al máximo sus competencias, formular propuestas e iniciativas. Para ello se utilizará una sistemática de trabajo orientada a mejorar continuamente apoyándose en las mejores cualidades de los implicados. Todo ello incluye buscar sobre el terreno y junto con los operarios, soluciones sencillas e inmediatamente aplicables, y mejorar continuamente la organización y el trabajo apoyándose en sus mejores cualidades.

En este marco, destacar que se puede comprobar el compromiso real de la empresa y su implicación para el buen progreso del cambio a una producción ajustada permitiendo dedicar tiempo y trabajo en visitas a otras plantas y la realización de seminarios. Este es un factor fundamental para el éxito de la implantación lean.

La realización de todas las fases del estudio con éxito llega al punto culminante evaluando el resultado obtenido en relación a las métricas, que son un fiel reflejo del estado de la línea, así como del estado futuro que deseábamos. Dichas métricas dictaminan si se ha conseguido el objetivo de implantación y mejora de la línea y por tanto repercuten de manera positiva en los ratios generales de la planta. En este sentido, el equipo de mejora presenta los resultados alcanzados con el proyecto. Esta presentación tiene lugar en una reunión en la que asiste la dirección de la empresa, el equipo directivo y los mandos intermedios de la empresa, así como todo el personal de la sección. Esta presentación sirve además como sistema de reconocimiento por parte de la dirección de la empresa al equipo. No existe en ningún caso estímulos económicos al equipo de mejora (por ejemplo, un porcentaje de los ahorros). Asimismo se construye un panel con las fotos de los miembros del grupo, las situación del antes y el después y los resultados alcanzados para el conocimiento del resto del personal.

En el caso de estudio, el área piloto escogida ha sido la línea que produce un bloque auxiliar que se acopla a un contactor o relé. Este bloque tiene dos funciones, por un lado, aporte de contactos para funciones auxiliares, y por otro lado, protección mediante enclavamiento mecánico o mecánico y eléctrico a la vez.

Figura 1. Situación del “antes” y después de la implantación de herramientas Lean



Se observa que la nueva distribución sigue un diseño en U, cuyas características principales son la estabilización del diseño en 5 estaciones, la superficie ocupada es inferior a la situación

anterior ya que sólo ocupa 23.25 m<sup>2</sup>. Así pues, esta distribución ofrece un mayor aprovechamiento del espacio, al ser más compacta, así como la manutención de material por la parte trasera de las estaciones, de manera que el proveedor no interrumpe al operario que está montando en ningún momento.

Como es sabido, la célula en U aporta flexibilidad, los operarios pueden ayudarse fácilmente. El cambio en el sistema de aprovisionamiento reduce las interrupciones, porque los operarios no han de desplazarse para buscar el material. Dada la limitación de espacio, mediante esta distribución favorece el sistema *one piece flow* (flujo de una sola pieza) que consiste en producir sin acumular lotes.

La estandarización del trabajo y un mejor balanceado facilita la reducción de elementos innecesarios, consiguiéndose una disminución del tiempo de cambio ya que sólo disponen de un útil con el que realizar todas las variantes posibles. Por otro lado también la implantación de las cinco S ha sido un éxito, consiguiendo una estructura que fomenta y sostiene las mejoras obtenidas.

Igualmente para la obtención de una mejora sustancial se han implantado una serie de acciones surgidas del estudio de alternativas y mediante las sesiones *kaizen*. Estas acciones son:

1. Rediseño del utillaje, eliminando elementos obsoletos.
2. Integración de la verificación para todas las variantes.
3. Diseño de soportes adaptados a las mesas para la alimentación de piezas de inyección.
4. Mejora de la disposición de materiales en la operación de embolsar.

La implantación y la transformación hacia un sistema lean ha implicado un esfuerzo considerable pero en concordancia con todo lo expuesto los resultados y cambios conseguidos facilitarán la evolución de la planta a una mejora continua de resultados.

### **3. Conclusiones**

La implantación busca aunar objetivos estratégicos con la consecución de una ventaja competitiva. A lo largo de la misma se destaca la importancia del capital humano en la creación de valor, fundamentalmente se destaca la importancia de la formación y la búsqueda de personas comprometidas con el cambio, como medidas esenciales para alcanzar la excelencia. Lo que pone de relieve la presencia de la gestión del conocimiento en la empresa ajustada, así como que la tarea desarrollada va mucho más allá de la mera implantación de técnicas debido al cambio de cultura que supone.

La implantación se desarrolla mediante un sistema de métricas que permita cartografiar el estado actual de la planta y detectar las deficiencias de cada sección, lo que permite determinar las técnicas más apropiadas para aplicar a la misma. Inicialmente se selecciona y analiza el flujo valor a mejorar en función de la demanda del cliente, para posteriormente

implantar las posibles soluciones optimizando la línea. Los resultados obtenidos se reflejan en la tabla siguiente:

Tabla 3. Resultados de la implantación

	ANTES	AHORA	
<b>Overdue</b>	<b>15.200 euros</b>	<b>220 euros</b>	<b>- 98%</b>
<b>Tiempo de ciclo medio</b>	<b>140 segundos</b>	<b>100 segundos</b>	<b>- 28%</b>
<b>Material en proceso</b>	<b>27.800 euros</b>	<b>4.500 euros</b>	<b>- 84%</b>
<b>Producto acabado</b>	<b>8.100 euros</b>	<b>300 euros</b>	<b>- 96%</b>
<b>Media de operarios por turno</b>	<b>7 operarios</b>	<b>5 operarios</b>	<b>-28%</b>

Tabla 3. Resultados de la implantación (Continuación)

	ANTES	AHORA	
<b>Espacio ocupado</b>	<b>30 m<sup>2</sup></b>	<b>20 m<sup>2</sup></b>	<b>- 33%</b>
<b>Aparatos</b>	<b>1.500 unidades</b>	<b>2.100 unidades</b>	<b>40%</b>
<b>Aparatos por trabajador</b>	<b>120 ud./operario</b>	<b>230 ud./operario</b>	<b>92%</b>
<b>Tasa de defectos (ppm)</b>	<b>5.200 ppm</b>	<b>600 ppm</b>	<b>- 88%</b>

Se han reducido los tiempos innecesarios y optimizado el trabajo de los operarios buscando la estandarización global. El orden y limpieza han mejorado la calidad del producto, toda vez que mediante inspecciones y auditorias se ha implicado a los trabajadores en las mejoras. La producción se ha ajustado a la demanda del cliente y la contribución de los operarios en referencia a los aparatos por operación ha aumentado. Se ha aprovechado el espacio, flexibilizando el trabajo y siendo más adaptables a cambios bruscos de demanda. La reducción de stock es notable, lo que incide positivamente en que el material presente en la línea se encuentre en movimiento fluyendo en el proceso y añadiendo valor.

Cabe por último resaltar que la implantación se ha traducido en una mejora muy sustancial de los resultados económicos, siendo el retorno de la inversión de medio año.

## Referencias

- Asao, Y. (1994). *Hoshin Kanri. Dirección y planificación de empresas y despliegue de políticas*. TGP Hoshin, S.L. Madrid.
- Bosenberg, D. y Metzen, H. (1995). *Lean Management. Vorsprung durch schlanke Konzepte*. 5. Auflage. Landsberg a. Lech.
- Bounine J. Suzaki, K. (1989). *Producir Just in Time. Las fuentes de la productividad industrial japonesa*. Masson, S.A. París.
- Cuatrecasas, L. (2005). *Lean management: volver a empezar: un relato en lenguaje sencillo y comprensible para aprender cómo adoptar el enfoque más actual y competitivo, en la gestión de una empresa o negocio*. Gestión 2000. Barcelona.
- Galgano, A. (2001). *Las tres revoluciones. Caza del desperdicio: Doblar la productividad con la Lean Production*. Ediciones Díaz de Santos, S.A. Barcelona.
- Hirano, H. (1997). *5 Pilares de la fábrica visual: La fuente para la implantación de las 5S*. TPG. Madrid.
- Hirano, H. (1992). *El JIT. Revolución en las fábricas. Tecnologías de Gerencia y Producción*, S.A. 2ª Edición. Madrid.
- Hirano, H. (2001). *Manual para la implantación del JIT. Volumen I*. TGP. Madrid.
- Jackson, T. L.; Jones, K. (1996). *Implantación de un sistema de dirección "LEAN"*. TGP Hoshin, S.L. Madrid.
- Monden, Y. and Toyota Motors. (1987). *El sistema de producción Toyota*. IESE. Barcelona.
- Ohno, T. (1991). *El sistema de producción Toyota: más allá de la producción a gran escala*. Gestión 2000. Barcelona.
- Plans, J. (1996). *Clasificación, modelización y resolución de los problemas de diseño y asignación de tareas en líneas de producción*. Tesis doctoral. UPC. Barcelona.
- Prado, J.C. (2000). *El proceso de mejora continua en la empresa*. Pirámide. Madrid.
- Shimbun Kogyo, N. (1991). *Sistemas de Control Visual*. Productivity Press. Cambridge.
- Scholl, A. (1995). *Balancing and sequencing of assembly lines*. Heidelberg: Physica-Verlag.
- Suñe, A. (2003). *Técnicas de producción ajustada: mantenimiento productivo total (TPM)*. ETSEIB Departament d'Organització d'Empreses 2003. Barcelona.

Rajadell Carreras, M. (2005). *La Primera fase para la implantación del proceso de mejora continua el autodiagnóstico del sistema productivo de la empresa*. ETSEIB. Barcelona.

Tapping, D.; Luyster, T.; Shuker, T. (2001). *Gestión del flujo de valor: ocho pasos para implantar métodos de producción lean*. Gestión 2000. Madrid.

Womack, J.; Jones, D. (1997). *Lean Thinking*. Gestión 2000. Barcelona.